

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

---

**UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE**



**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de**  
**Magistère en Biologie Végétale.**  
**Option**  
**Biotechnologie Végétale**

**THEME**

**Etude de la variation spatio-temporelle de**  
**certaines caractéristiques technologiques de**  
**quelques variétés de blé dur cultivées en**  
**Algérie.**

**Présenté par:**

**M<sup>elle</sup> DERBAL Nora**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	Prof. KHELIFI Douadi	Université. Mentouri
<b>Rapporteur :</b>	Prof. TAHAR Ali	Université. Annaba
<b>Examineur:</b>	Prof. MERGHEM Rachid	Université. Mentouri
<b>Examineur:</b>	Prof. BOUTEBBA Aïssa	Université. Annaba

**Année universitaire 2008/2009**

## **DEDICACES**

*Je dédie ce modeste travail à mes parents, mes frères, mes soeurs et à tous  
mes amis.*

## Remerciements

- Au moment de présenter ce modeste travail, nous tenons à assurer tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, parfois très discrètement, ont prêté leur concours à son élaboration, que nous leur savons sincèrement gré de leur amabilité.
- Tout d'abord, je tiens à témoigner ma gratitude à monsieur le Professeur TAHAR Ali qui a dirigé ce travail et qui m'a consacré un temps précieux malgré ses nombreuses charges pédagogiques, scientifiques et administratives
- Je remercie vivement messieurs les professeurs KHELIFI Douadi et MERGHEM Rachid de l'université de Constantine et BOUTEBBA Aïssa de l'université d'Annaba d'avoir accepté de faire partie du jury et de me faire l'honneur de critiquer ce travail de magistère.
- Je témoigne ma gratitude et mes remerciements à tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation universitaire et post-universitaire.
- Je ne saurai oublier de remercier beaucoup Madame AÏT-KAKI Sabrina de l'université de Boumerdes et les responsables de l'I.T.G.C. d'Alger qui ont bien voulu manifester des dispositions certaines à aider à la recherche scientifique en me permettant d'étudier les données constituant l'objet de mon mémoire de magistère.
- Enfin, j'exprime ma profonde reconnaissance à toutes les personnes, parents et amis, qui m'ont aidées d'un sourire, d'une critique, d'un encouragement ou d'un service, sans oublier mes parents pour tous les sacrifices consentis.

**Que chacun trouve ici le cordial merci qui lui revient !**

---

Mademoiselle DERBAL Nora

---

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau 2.1. -	Stade des céréales : échelles de Feeks et de Zadoks (Gate, 1995).....	24
Tableau 6.1 -	Variétés, origines et lieu de sélection... ..	47
Tableau 8.1. -	Valeurs des moyennes minimales et maximales de chacune des 9 caractéristiques observées pour chacune des deux années 2004 et 2005 du site d' El Khroub.....	60
Tableau 8.2. -	Résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur pour le site El-Khroub.....	62
Tableau 8.3 -	comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2003/2004 du site El-Khroub. Résultats de l'analyse de la variance.....	63
Tableau 8.4. -	comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2004/2005 du site El-Khroub. Résultats de l'analyse de la variance.....	64
Tableau 8.5. -	Comparaison, entre variétés, des moyennes de chacune des caractéristiques pour l'ensemble des 2 années du site El-Khroub: Résultats de l'analyse de la variance.....	64
Tableau 8.6. -	Comparaison entre variétés pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA appliqués à la matrice des données de chacune des 2 années et à la matrice de l'ensemble des deux années du site El-Khroub.....	65
Tableau 8.7. -	Résultats de l'ACP des quatre premiers axes, obtenus pour l'ensemble des deux années à partir des 10 caractéristiques mesurées sur les 21 variétés de blé dur du site El-Khroub.....	66
Tableau 8.8. -	Valeurs des corrélations et corrélations carrées des variables initiales avec les 4 premières composantes principales, et information prise en compte par le premier plan factoriel représenté par les axes 1 et 2 pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site d'El-Khroub .....	69
Tableau 8.19. -	Valeurs des scores des 4 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants en % et valeurs des cosinus carrés du premier plan factoriel 1-2, obtenus à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site d'El-Khroub.....	73
Tableau 8.10. -	Groupes de variétés de blé dur homogènes obtenus par l'analyse hiérarchique sur l'ensemble des données des deux années pour le site d'El-Khroub.....	75
Tableau 9.1. -	Valeurs des moyennes minimales et maximales de chacune des 9 caractéristiques observées pour chacune des deux années 2004 et 2005 du site de Oued Smar.....	77
Tableau 9.2 -	Résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur, pour le site Oued Smar.....	79
Tableau 9.3. -	comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2003/2004: Résultats de l'analyse de la variance.....	79
Tableau 9.4. -	comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2004/2005: Résultats de l'analyse de la variance.....	80

Tableau 9.5. -	Comparaison, entre variétés, des moyennes de chacune des caractéristiques pour l'ensemble des deux années : Résultats de l'analyse de la variance.....	80
Tableau 9.6. -	Comparaison entre variétés pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA appliqués à la matrice des données de chacune des 2 années et à la matrice de l'ensemble des deux années.....	81
Tableau 9.7. -	Résultats de l'ACP des quatre premiers axes, obtenus pour l'ensemble des deux années à partir des 10 caractéristiques mesurées sur les 21 variétés de blé dur du site Oued Smar.....	81
Tableau 9.8. -	Valeurs des corrélations et corrélations carrées des variables initiales avec les 4 premières composantes principales, et information prise en compte par le premier plan factoriel représenté par les axes 1 et 2 pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Oued Smar.....	84
Tableau 9.9. -	Valeurs des scores des 4 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants en % et valeurs des cosinus carrés du premier plan factoriel 1-2, obtenues à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Oued Smar.....	86
Tableau 9.10. -	Groupes de variétés de blé dur homogènes obtenus par l'analyse hiérarchique sur l'ensemble des données des deux années pour le site de Oued Smar.....	88
Tableau 10.1. -	Valeurs des moyennes minimales et maximales de chacune des 9 caractéristiques observées pour chacune des deux années 2004 et 2005 du site de Sidi Bel Abbas.....	90
Tableau 10.2. -	Résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur, pour le site Sidi Bel-Abbas.....	91
Tableau 10.3. -	comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2003/2004: Résultats de l'analyse de la variance.....	92
Tableau 10.4. -	comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2004/2005: Résultats de l'analyse de la variance.....	92
Tableau 10.5. -	Comparaison, entre variétés, des moyennes de chacune des caractéristiques pour l'ensemble des deux années: Résultats de l'analyse de la variance.....	93
Tableau 10.6. -	Comparaison, entre variétés, pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA appliqués à la matrice des données de chacune des 2 années et à la matrice de l'ensemble des deux années du site de Sidi Bel-Abbas.....	93
Tableau 10.7. -	Résultats de l'ACP des quatre premiers axes, obtenus pour chacune des deux années 2004, 2005 et pour l'ensemble des deux années à partir des 10 caractéristiques mesurées sur les 21 variétés de blé dur du site Sidi Bel Abbas.....	94
Tableau 10.8. -	Valeurs des corrélations et corrélations carrées des variables initiales avec les 4 premières composantes principales, et information prise en compte par le premier plan factoriel représenté par les axes 1 et 2 pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Sidi Bel Abbas.....	96

Tableau 10.9. - Valeurs des scores 4 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants en % et valeurs des cosinus carrés du premier plan factoriel 1-2, obtenus à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Sidi Bel Abbes.....	98
Tableau 10.10. - Groupes de variétés de blé dur homogènes obtenus par l'analyse hiérarchique sur l'ensemble des données des deux années pour le site de Sidi Bel-Abbes.....	100
Tableau 11.1. - Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison, entre les trois sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur les 21 variétés de blé dur pour l'année 2003/2004. Classement des variétés par niveaux de signification.....	103
Tableau 11.2. - Résultats de l'analyse.....	104
Tableau 11.3. - Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison, entre les trois sites, des moyennes.....	106
Tableau 11.4. - Nombre de.....	107
Tableau A.1. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculés par variable et par variété pour l'année 2004 du site El-Khroub.....	119
Tableau A.2. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2005 du site El-Khroub.....	120
Tableau A.3. - Comparaison entre années pour le site d'El-Khroub, les teneurs moyennes en RDTS.....	121
Tableau A.4.- Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en PMG.....	122
Tableau A.5. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en PROTKH.....	123
Tableau A. 6.- Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en MITA.....	124
Tableau A.7. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en MOUCH.....	125
Tableau A.8. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en CEND.....	126
Tableau A.9. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en HUM.....	127
Tableau A.10. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en IBRUN.....	128
Tableau A.11. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, les teneurs moyennes en IJAUN.....	129
Tableau A.12. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar , les teneurs moyennes en RDTS.....	130
Tableau B.1. -Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2003/2004 de site Oued Smar.....	132
Tableau B.2. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type(s) calculées par variable et par variété pour l'année 2004/2005 de site Oued Smar.....	133
Tableau B.3. - Comparaison entre années pour le même site, les teneurs moyennes en RDTS.....	134

Tableau B.4. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, les teneurs moyennes en PMG.....	135
Tableau B.5. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, les teneurs moyennes en PROTKH.....	136
Tableau B.6. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, les teneurs moyennes en MITA.....	137
Tableau B.7.- Comparaison entre années pour le site Oued Smar, les teneurs moyennes en MOUCH.....	138
Tableau B.7. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en CEND.....	139
Tableau B.9. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en HUM.....	140
Tableau B.10. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en IBRUN.....	141
Tableau B.11.- Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en IJAUN.....	142
Tableau C.1. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2003/2004 du site Sidi Bel-Abbes.....	144
Tableau C.2. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2004/2005 du site Sidi Bel-Abbes .....	145
Tableau C.3. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en RDTS.....	146
Tableau C.4. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en PMG.....	147
Tableau C.5. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en PROTKH.....	148
Tableau C.6.- Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en MITA.....	149
Tableau C.7. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel Abbes, des teneurs moyennes en MOUCH.....	150
Tableau C.8. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en CEND.....	151
Tableau C.9. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en HUM.....	152
Tableau C.10. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en IBRUN.....	153
Tableau C.11. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en IJAUN.....	154
Tableau D.1. - Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur cultivées durant l'année 2003/2004. ....	156
Tableau D.2. - Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur cultivées durant l'année 2004/2005. ....	157
Tableau D.3. - Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre sites, des moyennes de l'ensemble des deux années de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur cultivées....	158

## INDEX DES FIGURES

Figure 2.1 -	Différents stades de développement du blé .....	26
Figure 8.1. -	Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux pour l'ensemble des deux années du site El-Khroub .....	67
Figure 8.2. -	Représentation graphique des 10 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2 obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site El-Khroub.....	70
Figure 8.3. -	Représentation graphique des points individus (variétés) dans le plan factoriel 1-2, obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site El-Khroub.....	71
Figure 8.4. -	Dendrogramme du regroupement des 21 variétés de blé dur obtenu, à l'aide de la méthode du lien simple et la distance carrée de Pearson, sur les données des deux années pour le site d'El Khroub.....	74
Figure 9.1. -	Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Oued Smar. ....	82
Figure 9.2. -	Représentation graphique des 10 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2 obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Oued Smar.....	85
Figure 9.3. -	Représentation graphique des points individus (variétés) dans le plan factoriel 1-2, obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Oued Smar.....	87
Figure 9.4. -	Dendrogramme du regroupement des 21 variétés de blé dur obtenu, à l'aide de la méthode du lien simple et la distance carrée de Pearson, sur les données des deux années pour le site de Oued Smar.....	88
Figure 10.1. -	Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux por l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Sidi Bel Abbas. ....	94
Figure 10.2. -	Représentation graphique des 10 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2 obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Sidi Bel Abbas.....	97
Figure 10.3. -	Représentation graphique des points individus (variétés) dans le plan Factoriel 1-2, obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Sidi Bel Abbas.....	99
Figure 10.4. -	Dendrogramme du regroupement des 21 variétés de blé dur obtenu, à l'aide de la méthode du lien simple et la distance carrée de Pearson, sur les données des deux années pour le site de Sidi Bel-Abbas.....	100
Figure 11.1. -	Histogramme du nombre de variétés de blé dur ne présentant pas de différences significatives, entre les trois sites, par année et pour l'ensemble des deux années.....	107

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b> .....	12
<b>Par tie première</b> <b>Etude bibliographique</b>	
<b>Chapitre1</b> <b>Culture du blé</b> .....	18
1.1 -Introduction .....	18
1.2 -Importance de la culture du blé .....	18
1.2.1 -Importance de la culture du blé dans le monde .....	18
1.2.2 - Importance de la culture du blé en Algérie .....	19
1.3 -Exigences du blé.....	19
1.3.1 -Exigences climatiques du blé .....	19
1.3.2 -Exigences pédologiques du blé : Sol.....	21
<b>Chapitre 2.</b> <b>Biologie du blé</b>	
2.1 -Introduction .....	23
2.2 -Cycle biologique du blé.....	23
2.2.1 -Période végétative .....	24
2.2.2 -Période reproductive.....	25
2.2.3 -Période de formation et de maturation du grain .....	28
<b>Chapitre 3</b> <b>Catégories, origines et classification du blé dur</b>	
3.1-Introduction .....	30
3.2 -Catégories du blé .....	30
3.3 -Origines du blé dur .....	30
3.3.1 -Origine géographique .....	30
3.3.2 -Origine génétique .....	30
3.4 -Classification botanique .....	31
<b>Chapitre 4</b> <b>Caractéristiques du blé dur</b>	
4.1 -Introduction .....	33
4.2 -Caractères botaniques du blé dur.....	33
4.3 -Structure histologique du grain de blé dur .....	33
4.4 -Composition biochimique du blé.....	34
<b>Chapitre 5</b> <b>Evaluation de la qualité d'un blé dur</b>	
5.1 -Introduction .....	38
5.2 -Notion de qualité .....	38

5.3 -Notion de qualité technologique.....	39
---	----

**Partie deuxième**  
**Matériel, méthodes et collecte des données**

Introduction.....	43
-------------------	----

**Chapitre 6**

**Matériel végétal et caractéristiques technologiques du blé**

6.1 -Introduction .....	45
6.2 -Régions d'étude et matériel végétal .....	45
6.2.1 -Les régions d'étude .....	45
6.2.2 -Matériel végétal .....	46
6.3 -Caractéristiques technologiques .....	46

**Chapitre 7**

**Collecte des données et méthodes d'analyse statistique**

7.1 -Introduction .....	51
7.2 -Collecte des données .....	51
7.3 -Méthodes d'analyse statistique .....	52
7.3.1 -Description des données .....	52
7.3.2 -Le test t de STUDENT pour échantillons indépendants .....	52
7.3.3 -l'analyse de la variance (ANOVA) .....	53
7.3.4 -Méthodes Statistiques Multivariées.....	53

**Partie troisième**  
**Résultats statistiques et discussion**

Introduction.....	58
-------------------	----

**Chapitre 8**

**Résultats du site d'El-Khroub**

8.1 -Introduction .....	60
8.2 -Description des données .....	60
8.3 -Résultats des analyses statistiques univariées .....	61
8.3.1 -Comparaison, entre années, des moyennes de chaque caractéristique pour chaque variété de blé dur : Résultats du test t de Student .....	61
8.3.2 -Comparaison, entre les 21 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 .....	63
8.4 -Résultats des analyses statistiques multivariées .....	64
8.4.1 -Comparaison entre variétés pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA .....	64
8.4.2 -Résultats de l'ACP .....	65
8.4.3. -Analyse hiérarchique : résultats statistiques.....	74

## **Chapitre 9**

### **Résultats du site de Oued –Smar**

9.1 -Introduction .....	77
9.2 -Description des données .....	77
9.3 -Résultats des analyses statistiques univariées .....	78
9.3.1 -Comparaison, entre années, des moyennes de chaque caractéristique pour chaque variété de blé dur : Résultats du test t de Student. ....	78
9.3.2 -Comparaison, entre les 21 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 .....	78
9.4 -Résultats des analyses statistiques multivariées .....	80
9.4.1 -Comparaison, entre variétés, pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA.....	80
9.4.2. -Résultats de l'ACP .....	81
9.4.3. -Analyse hiérarchique : résultats statistiques.....	87

## **Chapitre 10**

### **Résultats du site de Sidi-Bel-Abbès**

10.1 -Introduction .....	90
10.2 -Description des données .....	90
10.3 -Résultats des analyses statistiques univariées .....	91
10.3.1 -Comparaison, entre années, des moyennes de chaque caractéristique pour chaque variété de blé dur : Résultats du test t de Student. ....	91
10.3.2 -Comparaison, entre les 21 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 .....	92
10.4 -Résultats des analyses statistiques multivariées .....	93
10.4.1 -Comparaison, entre variétés, pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA.....	93
10.4.2. -Résultats de l'ACP .....	94
10.4.3 -Analyse hiérarchique: résultats statistiques.....	99

## **Chapitre 11**

### **Comparaison entre sites**

11.1 -Introduction .....	10
11.2 -Comparaison, entre sites, par année .....	10
11.3 -Comparaison, entre sites, pour l'ensemble des deux années .....	10

<b>Conclusion générale et perspectives .....</b>	<b>10</b>
--	-----------

<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>11</b>
--	-----------

<b>Annexes .....</b>	<b>11</b>
----------------------	-----------



# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

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.

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.

Cependant, les exigences en terme 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 réactions importantes. Ces critères sont fortement dépendants de l'environnement.

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 qualitative (teneur en gluten), davantage liée aux facteurs agro-climatiques, et une notion qualitative dépendante du patrimoine génétique.

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.

C'est ainsi que dans le cadre, d'une part, de l'amélioration du système variétal du blé dur (*Triticum durum* Desf) en Algérie et, d'autre part, de la classification du territoire en zones agro-écologiques homogènes, ce travail a été initié et a permis d'expérimenter 21 variétés de blé dur locales et introduites sur trois sites (El-Khroub, Oued Smar et Sidi Bel-Abbes) et durant deux années consécutives (2003/2004 et 2004/2005).

Ce travail vise en premier lieu à étudier la productivité de chaque variété afin de la comparer, d'une part, dans les différents sites et, d'autre part, entre les trois sites sélectionnés pour les besoins de notre étude, et en deuxième lieu à apprécier la stabilité spatio-temporelle des qualités technologiques à savoir le poids de mille grains, les protéines, le mitadinage 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 sa biologie, de ses qualités et de sa culture.
- 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 première**  
**Etude bibliographique**

## **Introduction**

Dans cette première partie relative à l'étude bibliographique nous présenterons successivement la culture du blé (chapitre 1), sa biologie (chapitre 2), ses origines et sa classification (chapitre 3) ainsi que ses caractéristiques (chapitre 4), et enfin nous terminerons par l'étude de l'évaluation de la qualité d'un blé dur (chapitre 5).

# **Chapitre 1**

## **Culture du blé**

## **Chapitre1.- Culture du blé**

### **1.1 - Introduction**

Au cours de ce chapitre relatif à la culture du blé nous montrerons l'importance de cette culture aussi bien dans le monde qu'en Algérie (paragraphe 1.2), puis nous envisagerons ses exigences climatiques et pédologiques (paragraphe 1.3).

### **1.2 - 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. Il a 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.

#### **1.2.1 - 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 (ex U.R.S.S), 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).

### **1.2.2 - Importance de la culture du blé en Algérie**

Les céréales jouent un rôle important dans l'agriculture nationale puisque' elle occupe plus de 90% des terres cultivées. Dans l'alimentation humaine et animale, elles occupent une grande place. La productivité nationale est assez faible 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 Abbés, 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 et 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 qui ont 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).

## **1.3 - Exigences du blé**

### **1.3.1 - 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 Jeferes (1978), il est généralement admis que la température agit de manière positive sur la croissance optimale.

Cependant, Baldy (1992a) 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 sera affecté en fonction de l'intensité du déficit hydrique et de sa position dans le cycle de la plante (Wery et Ture, 1990).

### **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 valable 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 pour que l'épi commence à monter dans la tige : c'est le photopériodisme.

### **1.3.2 - 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). Il réussit mieux dans les terres neutres, profondes et de textures équilibrées. Ce sont les sols de texture limono-argileuse 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 2**

## **Biologie du blé**

## **Chapitre 2. - biologie du blé**

### **2.1 - Introduction**

La biologie concerne essentiellement l'étude du cycle biologique (paragraphe 2.2) c'est-à-dire à la présentation de sa période végétative (paragraphe 2.2.1), de sa période reproductive (paragraphe 2.2.2) et de la période de formation et de maturation du grain (paragraphe 2.2.3).

### **2.2 - Cycle biologique du blé**

Le cycle de développement du blé est décomposé en période végétative, période reproductrice et une période de maturation. Les modifications morphologiques résultent du processus de croissance et du processus de développement. Pour caractériser le cycle du blé, différentes échelles de notations ont été développées. Il existe:

- L'échelle de Jonard *et al.*(1952) utilisée pour reconnaître les stades de développement par des changements d'aspect externes (levée, Montaison,...)
- L'échelle de Zadoks *et al.*(1974) utilisée pour reconnaître les stades de développement par des modifications d'aspect interne (différentiation de l'épi, stade épi 1cm) (Gate, 1995).

Le tableau 2.1 montre les stades de développement des céréales et les échelles de Feeks et Zadoks (Gate, 1995).

Tableau 2.1. - Stades des céréales : échelles de Feeks et de Zadoks (Gate, 1995)

Stade	Feeks	Zadoks	Caractéristiques
<b>Levée</b>	1	7	Sortie du coléoptile 1 <sup>ère</sup> feuille traversant le coléoptile 1 <sup>ère</sup> feuille étalée 2 <sup>ème</sup> feuille étalée 3 <sup>ème</sup> feuille étalée
		10	
		11	
		12	
		13	
<b>Début tallage</b>	2	21	Formation de la 1 <sup>ère</sup> talle
<b>Plein tallage</b>	3	22	2 à 3 talles
		23	
<b>Fin tallage</b>	4	24	
		25	
<b>Epi 1 cm</b>	5	30	
<b>1-2 nœuds</b>	6	31	1 nœud
	7	32	2 nœuds élongation de la tige
<b>Gonflement L'épi gonfle la graine de la dernière feuille</b>	8	37	Apparition de la dernière feuille
	9	39	Ligule visible (méiose mâle)
	10	45	Graine de la dernière feuille sortie
<b>Epiaison</b>	10-1	49-51	Graine éclatée
	10-2	53	¼ épiaison
	10-3	55	½ épiaison
	10-4	57	¾ épiaison
	10-5	59	Tous les épis sortis
<b>Floraison</b>	10-5-1	61	Début floraison
	10-5-2	65	Demi floraison
	10-5-3	69	Floraison complète
<b>Formation du grain</b>	10-5-4	71	Grain formé
	11-1	75	Grain laiteux
	11-2	85	Grain pâteux
	11-3	91	Grain jaune
	11-4	92	Grain mûr

### 2.2.1 - Période végétative

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

#### a - Phase Germination-Levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et du coléoptile qui protège la sortie de la

première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles (Gate, 1995). Les caractéristiques propres à la graine telles que la faculté germinative et la taille, jouent un rôle déterminant. En effet, les plus grosses semences lèvent les premières et donnent des plantules plus vigoureuses (Granger, 1979). Les réserves agissent favorablement sur la vitesse de la germination-levée.

### **b - Phase Levée-Tallage**

La production des tallages commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier égal à celui de l'émission des feuilles. L'ensemble reste court noué, formant un plateau de tallage situé juste au niveau du sol. Ces talles primaires peuvent ensuite émettre des talles secondaires, qui donnent des talles tertiaires (Gate, 1995). Le nombre de talles produites est fonction de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que la densité de semis (Masle, 1980). Le tallage marque la fin de la période végétative et le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-noeuds (Gate, 1995). La figure 2.1 montre les différents stades de développement du blé.

### **2.2.2 - Période reproductive**

Les fleurs de blé demeurent ouvertes de 8 à 60 minutes selon le génotype et les conditions du milieu. Après la déhiscence des anthères, 5 à 7 % du pollen est libéré sur le stigmate, 9 à 12 % demeure dans l'anthère et le reste est dispersé. Le pollen de blé demeure généralement viable pendant 15 à 30 minutes (De Vries, 1971). La floraison peut durer de trois à six jours, selon les conditions météorologiques. Elle débute habituellement juste au-dessus du centre de l'épi, puis se poursuit en s'étendant vers l'apex et la base de l'épi. Les fleurs non fécondées s'ouvrent habituellement, exposant le stigmate réceptif au pollen étranger. La durée de réceptivité du stigmate de blé dépend de la variété et des conditions du milieu, mais se situe entre 6 à 13 jours (De Vries, 1971). Après fécondation, l'ovaire grossit rapidement. Deux à trois semaines après, l'embryon est physiologiquement fonctionnel et peut produire une nouvelle plantule (Bozzini, 1988).

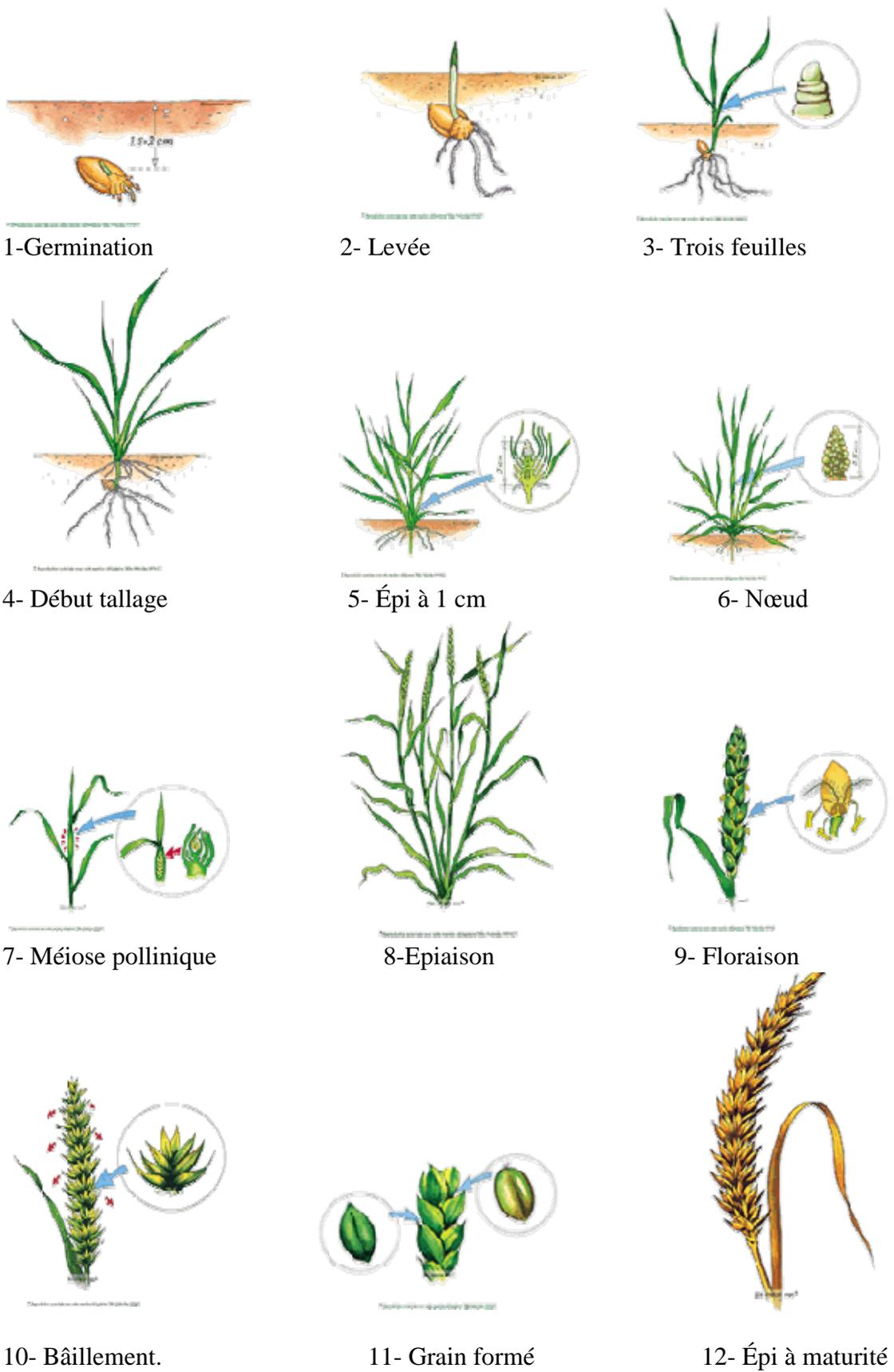


Figure 2.1 - Différents stades de développement du blé  
[www.unctad.org/infoomm/Francais/ble/culture.htm](http://www.unctad.org/infoomm/Francais/ble/culture.htm)

Le taux de croisement distant parmi les espèces principalement autogames peut atteindre jusqu'à 10 % et varie selon les populations, les génotypes et les diverses conditions du milieu (Jain, 1975). Ainsi, les populations de graminées ayant un taux de croisement éloigné inférieur à 1 % ont affiché un taux de 6,7 % certaines années (Adams et Alard, 1982). Si pour Harrington (1932) ce taux ne dépasse pas 1,1 %, pour Bozzini (1988) certains auteurs ont rapporté des taux de 5 %. Pour le blé hexaploïde, le taux de croisement hétérogène moyen varie de 0 à 6,7 % selon le cultivar (Martin, 1990; Hucl, 1996 et Hucl et Matus-Cadiz, 2001).

### **a - Phase Montaison-Gonflement**

Elle se manifeste à partir du stade épi à 1cm, par l'élongation du premier entre-noeud.

Ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du brin-maitre à atteint 1 cm de hauteur à partir du plateau de tallage (Gate, 1995). Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs en azote sont accrus (Clement-Grancourt et Prats, 1971). Ce stade est sensible aux basses températures variant entre 0 et 4 °C. Selon Baldy (1984) la montaison constitue la phase la plus critique du développement du blé. Tout stress hydrique ou thermique au cours de cette phase réduit le nombre d'épis montants par unités de surface. Cette phase s'achève une fois que l'épi a pris sa forme définitive à l'intérieur de la graine.

### **b - Epiaison-Floraison**

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

### **2.2.3 - Période de formation et de maturation du grain**

#### **a - Grossissement du grain**

Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite. Au début, le grain s'organise et les cellules se multiplient. Après la fécondation, l'évolution du poids du grain se fait en trois étapes:

- La première est la phase de multiplication des cellules du grain encore vert, dont la teneur en eau est élevée.
- La deuxième est la phase de remplissage actif du grain avec les assimilés provenant de la photosynthèse de la feuille étendard et du transfert des hydrates de carbones non structuraux stockés dans le col de l'épi. (Wardlaw, 2002).

#### **b - Maturation du grain**

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

**Chapitre 3**  
**Catégories, origines et**  
**classification du blé dur**

## **Chapitre 3. - Catégories, origines et classification du blé dur**

### **3.1- Introduction**

Dans ce chapitre nous présenterons respectivement les différentes catégories de blé (paragraphe 3.2), puis les origines géographiques et génétiques du blé dur (paragraphe 3.3) et enfin sa classification botanique (paragraphe 3.4).

### **3.2 - Catégories du blé**

Les différentes variétés de blé sont classées comme suit :

- Le blé tendre : les grains des blés sont arrondis, les enveloppes sont épaisses, sans transparence. Il est destiné à la panification, la biscuiterie et la biscotterie.
- Le blé dur : Les grains sont allongés, souvent pointus, avec des enveloppes assez minces et légèrement translucides. Il est destiné à la fabrication des semoules et des pâtes alimentaires (Abecassis. 1993).

### **3.3 - Origines du blé dur**

#### **3.3.1 - 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, 1991). L'Afrique du Nord est considérée comme centre secondaire d'après la classification de l'espèce (Chikhi, 1992).

#### **3.3.2 - 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.

### 3.4 - Classification botanique

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille. D'après la classification de Bonjean et Picard (1990), il est une monocotylédone classée de la manière suivante:

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

Différentes classifications basées sur des critères morphologiques ont été proposées par de nombreux auteurs (Kornicke, 1885 in Grignac, 1965 et Dalhgren et Clifford, 1985). Selon Monneveux *et al.* (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 4**

## **Caractéristiques du blé dur**

## **Chapitre 4.- Caractéristiques du blé dur**

### **4.1 - Introduction**

L'étude des caractéristiques du blé dur concernent principalement l'étude de ses caractères botaniques (paragraphe 4.2), de sa structure histologique (paragraphe 4.3) et de sa composition biochimique (paragraphe 4.4).

### **4.2 - 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 long 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).

### **4.3 - 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 :

#### **a - 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 constituée de deux couches de cellules.
- L'épiderme du nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent.

**b - L'albumen :**

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

**c - 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.

#### 4.4 - 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 *et al.*, 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' $\alpha$  et la  $\beta$  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 5**

### **Evaluation de la qualité d'un blé dur**

## **Chapitre 5.- Evaluation de la qualité d'un blé dur**

### **5.1 - 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 5.2) 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 5.3).

### **5.2 - 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.

### **5.3 - Notion de qualité technologique**

La qualité d'un blé dur est fonction de l'utilisation que l'on en fait. Les produits fabriqués sont surtout les pâtes alimentaires (industries de deuxième transformation) et la semoule (industries de première transformation). La qualité doit donc répondre à des critères nutritionnels, hygiéniques et organoleptiques (Trenteseaux, 1995). De la qualité de la matière première dépend celle du produit fini. Les constituants du grain de blé sont responsables de sa qualité technologique. La définition de leurs déterminants génétiques et le rôle des paramètres agro-climatiques constituent des clés indispensables à l'ensemble des agents de la filière : sélectionneurs, agriculteurs et transformateurs (Benbelkacem et Kellou, 2000). Des travaux ont montré l'importance des protéines du gluten, de certaines enzymes et des lipides, dans l'aptitude des blés à être transformés en pain ou en pâtes alimentaires (Abecassis *et al.*, 1990). La qualité technologique du blé dur englobe une série de caractéristiques qui vont du rendement en semoule jusqu'à l'aptitude à la transformation en pâtes alimentaires. Les caractères technologiques d'un blé sont fortement liés à sa variété. Ils sont susceptibles de fluctuation sous l'influence des conditions agro-climatiques. L'appréciation de la valeur de blé dur repose sur les caractéristiques suivantes :

#### **a - valeur meunière et semoulière des blés**

Le blé dur possède un grain de structure cornée et de consistance dure. La vitrosité de son amande lui confère l'aptitude particulière à être transformé en semoule puis généralement en pâtes alimentaires (Cubadda, 1988 ; Mok, 1997). Selon Grignac (1976), Abecassis (1991) et Kaan (1993), la qualité semoulière dépend des conditions de culture, de récolte et des caractéristiques intrinsèques des variétés. Pour Abecassis (1996), les facteurs extrinsèques (impuretés, teneur en eau, grains cassés) sont liés aux conditions de culture et de récolte alors que les facteurs intrinsèques dépendent essentiellement de la nature des blés nettoyés à leur arrivée sur le premier broyeur de la

semoulerie. La granulométrie des semoules varie en fonction des marchés et des usages locaux. Dans les pays du Maghreb et du Moyen-Orient, il est utilisé surtout de grosses semoules. Kovacs (1995), signale que la valeur semoulière dépend de la nature des semoules employées et leur l'aptitude à produire des pâtes alimentaires de qualité. Cette valeur peut être définie comme l'aptitude d'un blé dur à donner un rendement élevé en semoule de pureté déterminée. Elle peut être appréciée indirectement par détermination du **poids de mille grains, du taux de mitadinage, de moucheture et de taux de cendres**.

Le **PMG** est un critère variétal, il peut subir des fluctuations liées en particulier à l'échaudage, il résulte d'une maturation hâtée et fournit un grain ridé, riche en son. La présence de grain échaudé a une incidence sur le rendement en mouture (Dexter et Matsuo, 1977).

Le **taux de mitadinage** est un critère d'appréciation déterminant dans le rendement et la qualité de la semoule et des produits dérivés. D'après Matweef (1946) le mitadinage est dû, en particulier, à l'excès d'eau dans le sol et à un déficit d'azote ce qui donne un grain gonflé, blanchâtre, à structure partiellement ou entièrement farineux, diminuant le rendement en semoule. Un grain est vitreux lorsque la structure de son amande a un aspect translucide. C'est le résultat de la compacité élevée entre les constituants de l'amande (granules d'amidon « cimenté » par les protéines). Il est donc important de contrôler le pourcentage de grains mitadinés, car il apporte une indication directe sur la valeur semoulière (Desclaux, 2005). Outre son effet défavorable sur le rendement en semoule, le mitadinage exerce une influence défavorable sur la qualité culinaire des pâtes alimentaires (Feuillet, 1986). La structure de l'amande règle le rendement en semoule en proportion inverse de celui des farines. C'est la structure vitreuse de l'amande qui favorise la formation des semoules et la structure farineuse est jugée comme anomalie pour un blé dur (Samson et Morel, 1995). Le blé doit avoir un poids de 1000 grains élevé et un pourcentage de grains mitadinés très bas (Feuillet et Dexter, 1996).

Le taux de cendres est un critère de pureté des semoules. Maher *et al.*(1977) soulignent que le taux de matières minérales de semoule doit être compris entre 0,55 et 0,75 % à 14 % d'humidité. La teneur en cendres dépend essentiellement du lieu de culture, des conditions de maturation, et très peu de la variété.

## **b - Qualité des pâtes alimentaires**

Des semoules sont obtenues d'un jaune franc. Les pâtes de bel aspect, refusent les semoules blanches ou grisâtres.

La qualité pastière peut être considérée du point de vue culinaire et du point de vue visuel.

L'aspect visuel tient compte du degré de moucheture et de la couleur de la pâte, qui est due à la combinaison de deux composantes : les couleurs jaunes et brunes (Porceddu, 1995).

La qualité des pâtes alimentaires, dépend des protéines de la semoule. Les protéines ont une influence sur la viscoélasticité et l'état de surface (Desclaux, 2005).

La texture des pâtes cuites est principalement sous la dépendance de la teneur en protéines: 12 à 13 % de protéines dans la semoule sont nécessaires pour qu'un blé dur permette de fabriquer des pâtes de qualité requise (Autran, 1996). Elle dépend aussi de la viscoélasticité du gluten pour un temps de cuisson donné. Les pâtes sont d'autant plus fermes que les propriétés viscoélastiques sont plus satisfaisantes.

Les propriétés organoleptiques des pâtes constituent un des principaux facteurs de la qualité. Elles concernent non seulement leur aspect à l'état cru mais aussi leur comportement durant et après la cuisson (Feuillet et Dexter, 1996).

**Partie deuxième**  
**Matériel, méthodes et collecte des**  
**données**

## **Introduction**

Cette deuxième partie traite des moyens matériels, de 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 6) et un deuxième chapitre qui concerne la collecte des données et leurs analyses à l'aide de méthodes statistiques appropriées (chapitre 7).

## **Chapitre 6**

# **Matériel végétal et caractéristiques technologiques du blé**

## **Chapitre 6.- Matériel végétal et caractéristiques technologiques du blé**

### **6.1 - Introduction**

Dans ce chapitre nous présenterons en détails successivement les régions d'étude et le matériel végétal expérimenté (paragraphe 6.2), puis les différentes caractéristiques technologiques du blé étudiées dans le cadre de ce travail (paragraphe 6.3).

### **6.2 - Régions d'étude et matériel végétal**

#### **6.2.1 - 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 3 sites différents qui sont :

- Site 1 : ITGC d'El-khroub (Constantine).
- Site 2 : ITGC de Oued Smar (Alger).
- Site 3 : ITGC : de Sidi Bel Abbes.

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 et pour chacun des sites le dispositif expérimental adopté était le bloc aléatoire complet ou bloc de Fisher ou bloc randomisé avec quatre répétitions. Les 21 variétés de blé dur ont été réparties au hasard dans chacun des blocs (Dagnelie, 2003).

Chacune des parcelles a 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.

### 6.2.2 - Matériel végétal

L'expérimentation a été réalisée sur un germoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf) et a concerné 21 variétés de blé dur sélectionnées et produites dans les zones de production céréalière en Algérie.

Le tableau 6.1 suivant présente la liste des variétés en question ainsi que leurs origines et leurs lieux de sélection

### 6.3 - 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 sont:

- **Le rendement en grains:** c'est la résultante du produit de la biomasse aérienne et l'indice de récolte (Bouzerzour, 1998).
- **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° pendant deux heures.
- **Le poids de mille grains (P.M.G.) :** C'est la masse de mille grains entiers déterminée par la formule suivante:

$$\boxed{\text{PMG (g/ms)} = P \times [(100-H)]/100}$$

Où P : la masse en grammes de 1000 grains entiers (g).

H : la teneur en eau des grains (%).

Tableau 6.1 - Variétés, origines et lieu de sélection

Variétés	Symboles	Origine	Lieu de sélection
<b>Bidi 17</b>	V1	Population locale	I.T.G.C-Guelma 1936
<b>Bidi 17/waha /Bidi17</b>	V2	Sélection locale	I.T.G.C. 1996 Alger
<b>Cirta (Hedba/Gd ovz 619)</b>	V3	Sélection locale	I.T.G.C-Khroub
<b>Gloire de Montgolfier (Rahouia 80)</b>	V4	Sélection locale	I.T.G.C-Tiaret 1980
<b>Guemgoum R'Khem</b>	V5	Sélection locale	I.T.G.C. Alger
<b>Hedba 03</b>	V6	Sélection locale	1921 Alger
<b>Inrat (Sabaou)</b>	V7	INRAT/Tunisie	Sélection I.T.G.C. Alger
<b>Kebir</b>	V8	CIMMYT/ICARDA	ITGC/Sidi Bel Abbes
<b>Mohamed Ben Bachir</b>	V9	Sélection locale	Population Ben Bachir (1931)
<b>Mexicali (Tassili)</b>	V10	CIMMYT	Sélection I.T.G.C. Alger
<b>Montpellier (Bibans)</b>	V11	France (Montpellier)	I.T.G.C. 1965 Alger
<b>Oued Zenati</b>	V12	Population locale	I.T.G.C-Guelma 1936
<b>Ofanto (Oursenis)</b>	V13	Italie	I.T.G.C-Tiaret
<b>Polonicum (Chougrane)</b>	V14	INRA/France	I.T.G.C./1973 Alger
<b>Sahel</b>	V15	CIMMYT	I.T.G.C/1977 Alger
<b>Simeto (Sersou)</b>	V16	Italie	I.T.G.C-Tiaret
<b>Tell 76</b>	V17	Sélection locale	I.T.G.C. Alger
<b>Vitron (Horrar)</b>	V18	Introduite d'Espagne	I.T.G.C-Tiaret
<b>Waha</b>	V19	ICARDA	I.T.G.C-El- Khroub 1976
<b>Ardente</b>	V20	France	I.T.G.C/Sidi Bel Abbes
<b>Duillio</b>	V21	Italie	I.T.G.C. Alger

- **La teneur en cendres:** 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°, jusqu'à combustion complète de la matière organique.
- **La teneur en protéines:** ce critère est mesurable à l'aide de la méthode classique de Kjeldhal. Elle repose sur le principe suivant : L'azote organique contenu dans l'échantillon est transformé quantitativement en sulfate d'ammonium  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  par minéralisation de la prise d'essai par l'acide sulfurique et en présence d'un catalyseur. Le sel d'ammonium est éliminé par la soude, puis entraîné par la vapeur d'eau dans une solution d'acide borique qui le retient, avant d'être dosé par une solution acide titrée. Le point de virage de la réaction est déterminé par pHmétrie (Feuillet, 2000).
- **Le taux de moucheture:** La détermination se fait selon la méthode de BIPEA, norme ISO 7970. Elle s'effectue sur 20g de blé propre par appréciation visuelle. Seuls sont considérés comme mouchetés les grains présentant à des endroits autres que le germe des colorations situées entre le brun et le noir brunâtre.
- **Le mitadinage :** Le taux de mitadinage (exprimé en %) indique le nombre de grains partiellement ou totalement farineux dans un lot de grains. S'il est trop élevé, le rendement semoulier chute. La détermination du mitadinage est faite sur 3000 grains selon la méthode du Farinotome.
- **Le rendement brut en semoule :** Cette méthode basée sur la spectrométrie proche infrarouge permet de prédire le rendement brut en semoule d'un lot de blé destiné à la semoulerie. A partir d'un broyât de grains entiers, une fraction de la mouture est introduite dans un spectrophotomètre infrarouge. La calibration mise en œuvre restitue le rendement brut en semoule, c'est-à-dire le potentiel de production de semoule (Desclaux, 2005).

- **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).

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 7**  
**Collecte des données et méthodes**  
**d'analyse statistique**

## **Chapitre 7.- Collecte des données et méthodes d'analyse statistique**

### **7.1 - 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 7.2. 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 7.3).

### **7.2 - Collecte des données**

Les données des échantillons des 21 variétés de blé dur qui ont fait l'objet de notre étude nous ont été aimablement cédées par Melle AÏT-KAKI Sabrina enseignante à l'université de BOUMERDES et par l'Institut Technique des Grandes cultures à Alger (I.T.G.C.).

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

Les 10 caractéristiques mesurées par échantillon de blé dur, par année et par site sont les suivantes :

- Le rendement en qx/ha (RDT)
- L'humidité en % (HUM)
- Le poids de mille grains en g/ms (P.M.G.)
- Les cendres en % (CEND)

- Le teneur en protéines en % (PROTKH)
- Le rendement semoulier en % (RDTS)
- Le taux de moucheture en % (MOUCH)
- Le taux de mitadinage en % (MITA)
- L'indice de jaune (IJAUN)
- L'indice de brun (IBRUN)

Il y a lieu de signaler qu'en dehors du rendement toutes les autres caractéristiques étudiées ont été mesurées chaque fois sur trois échantillons de blé dur (soit trois répétitions par caractéristique et par échantillon de blé dur).

La matrice de données obtenues par année et par site et de dimensions (n×p) avec 3 répétitions où n = 21 variétés de blé dur et p = 10 variables ou caractéristiques.

### **7.3 - Méthodes d'analyse statistique**

#### **7.3.1 - 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 et 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 (X, 2000) pour chacune des caractéristiques par variété, par année et par site.

#### **7.3.2 - 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, 2007).

Ce test a été utilisé pour comparer entre les deux années, les moyennes de chaque caractéristique étudiée de chacune des 21 variétés de blé dur au niveau de chacun des trois sites.

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  $t_{\text{obs}}$  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  $\alpha = 0,05$ .

### **7.3.3 - 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, 2007).

La réalisation du test se fait soit en comparant la valeur de  $F_{\text{obs}}$  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, 2007).

Ce test a été utilisé:

- pour comparer, entre variétés, par année et pour l'ensemble des deux années du même site les moyennes de chacune des 9 caractéristiques obtenues
- pour comparer, entre sites, par année et pour l'ensemble des deux années les moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur.

### **7.3.4 - Méthodes Statistiques Multivariées**

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

La comparaison des 21 variétés de blé dur, entre elles, pour l'ensemble des 10 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 (Dagnelie, 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 Dagnelie (1986) sont tous asymptotiquement d'égale puissance et aucun test ne peut être recommandé de manière systématique, de préférence aux autres (Dagnelie, 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 au niveau de chacun des trois sites les vecteurs de moyennes de l'ensemble des caractéristiques mesurées.

**b - Recherche de variétés similaires: Analyse en composantes principales (ACP)**

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode exploratoire et descriptive (Dagnelie, 1986; Palm, 1998).

Elle est utilisée pour interpréter une matrice de données sans structure particulière ne comportant, à priori, aucune distinction, ni entre les variables, ni entre les individus.

Elle a pour but de remplacer les  $p$  variables initiales fortement corrélées entre elles en  $p$  variables appelées composantes principales ou axes principaux synthétiques non corrélés entre eux, et de variance progressivement décroissante. Les premières composantes pouvant éventuellement faire l'objet d'une interprétation particulière et les dernières pouvant généralement être négligées (Dagnelie, 1986).

Dagnelie (1986) propose deux tests statistiques pour déterminer le nombre de composantes significatives à prendre en considération. Cependant, dans la pratique, l'expérience montre que ces tests conduisent souvent à considérer comme distincts un

nombre relativement élevé de composantes, dont certaines ne possèdent en fait aucun intérêt.

Comme, d'autre part, ces tests ne sont applicables que dans des conditions relativement strictes de normalité notamment, certains auteurs préfèrent utiliser d'autres règles, les unes plus sommaires que les autres. Parmi celle-ci, citons l'idée de négliger à priori, pour toute la matrice de corrélations, les valeurs propres inférieures à l'unité, c'est-à-dire inférieures à la contribution moyenne des différentes variables (Dagnelie, 1986).

Aussi, en ce qui nous concerne nous ne prenons en considération que les composantes principales ayant une valeur propre égale ou supérieure à l'unité.

Cette méthode (ACP) a été appliquée à la matrice des moyennes des données des deux années de dimensions  $n \times p$ , où  $n=21$  variétés et  $p=10$  caractéristiques mesurées sur chaque variété. Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel MINITAB (X,2000) pour chacun des trois sites étudiés.

### **c - Recherche de classes de variétés homogènes : Analyse hiérarchique ou classification hiérarchique**

La recherche de groupes ou de classes de variétés homogènes peut également se faire par ce qu'on appelle la classification hiérarchique.

Plusieurs méthodes sont proposées par Dagnelie (1986) pour atteindre ce but. Cependant, nous n'utiliserons que celle qui est proposée par Bouroche et Saporta (1980) et qui est reprise par Palm (2000) et Dagnelie (1986) et dont l'algorithme est programmé dans le logiciel Minitab (X, 2003).

Cette méthode permet de déterminer le niveau de similitude ou de divergence entre les individus ou variétés et donne une répartition des individus ou variétés en groupes ou classes homogènes.

C'est une méthode hiérarchique agglomérative qui utilise la procédure du lien simple et la distance carrée de Pearson (X, 2003) pour classer les 21 variétés de blé dur en classes aussi homogènes que possibles sur la base des caractéristiques mesurées sur les variétés.

Cette méthode a été appliquée sur la matrice des moyennes des données des deux années, de dimensions  $n \times p$  (où  $n=21$  variétés et  $p=10$  caractéristiques), et ceci pour chacun des trois sites étudiés.



## **Partie troisième**

### **Résultats statistiques et discussion**

## **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.

Nous envisagerons tout d'abord les résultats du site d'El Khroub (chapitre 8), puis ceux du site de Oued Smar (chapitre 9) et enfin les résultats du site de Sidi Bel-Abbes (chapitre 10). Nous terminerons cette partie par la présentation et la discussion des résultats des différentes comparaisons effectuées entre les trois sites (chapitre 11).

## **Chapitre 8**

### **Résultats du site d'El-Khroub**

## Chapitre 8. - Résultats du site d'El-Khroub

### 8.1 - 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 8.2) 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 8.3) et enfin, nous analyserons successivement les résultats des méthodes statistiques multivariées, notamment l'analyse de la variance multivariée, l'analyse en composantes principales et l'analyse hiérarchique (paragraphe 8.4).

### 8.2 - Description des données

Les tableaux A.1 et A.2 présentent la moyenne plus ou moins l'écart-type calculés pour chacune des 9 variables mesurées sur les 21 variétés de blé dur. Ces résultats permettent d'observer la variation de la moyenne de chacune des 9 variables pour les différentes variétés étudiées. Les moyennes par variable sont comparées entre elles, d'une part, pour les 21 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.

Le tableau 8.1 suivant synthétise les résultats de la description en présentant uniquement les moyennes minimales ( $\bar{x}_{\min}$ ) et maximales ( $\bar{x}_{\max}$ ) par caractéristique mesurée pour chacune des deux années. Ces deux valeurs extrêmes donnent une idée sur l'étendue des moyennes par variable étudiée sur les 21 variétés de blé dur.

Tableau 8.1. - Valeurs des moyennes minimales et maximales de chacune des 9 caractéristiques observées pour chacune des deux années 2004 et 2005 du site d' El Khroub.

Année	Moyennes extrêmes	HUM	P.M.G	CEND	PROTKH	MITA	MOUCH	RDTs	IJAUN	IBRUN
2003/2004	$\bar{x}_{\min}$	11,5167	46,327	0,6167	11,363	2,257	0,0033	72,213	17,260	8,3853
	$\bar{x}_{\max}$	14,2667	66,434	1,1533	18,547	25,600	1,8100	77,395	20,677	9,2297
2004/2005	$\bar{x}_{\min}$	12,457	49,036	0,6633	14,037	2,337	0,2033	69,732	17,083	8,0383
	$\bar{x}_{\max}$	14,657	64,198	1,1367	18,614	21,683	2,1333	76,699	20,200	9,1960

### **8.3 - Résultats des analyses statistiques univariées**

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

Le tableau 8.2 synthétise les résultats contenus dans les tableaux A.3 à A.11 présentés en annexes, et relatifs à la comparaison, entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chaque variété de blé dur, obtenus à l'aide du test t de Student pour échantillons indépendants.

L'examen du tableau en question montre que pour chaque variable il existe certaines variétés qui présentent des différences significatives à très hautement significatives entre les deux années, alors que pour d'autres variétés on n'observe aucune différence significative.

Donc, en générale on constate qu'il existe une variation temporelle pour certaines caractéristiques de certaines variétés et qu'il n'existe pas pour d'autres variétés et ceci quelque soit la caractéristique prise en considération et quelque soit la variété étudiée.

Tableau 8.2. - Résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur pour le site El-Khroub.

**NB : N.S** = des différences non significatives entre années pour les variétés citées.

**S** = des différences significatives entre années pour les variétés citées.

**H.S** = des différences hautement significatives entre années pour les variétés citées.

<b>Caractéristiques</b>	<b>N.S</b>	<b>S</b>	<b>H.S</b>	<b>T.H.S</b>
<b>RDTS</b>	V2-V8-V12-V14-V19-V21	V7-V9-V10-V11-V17	V16-V20	V1-V3-V4-V5-V6-V13-V15-V18
<b>MPG</b>	V3-V5-V6-V7-V12-V14-V16-V17-V20-V21	V1-V2-V4-V8-V11-V15-V18-V19	V10-V13	V9
<b>PROTKH</b>	V1-V8-V14-V17-V21	V5-V11-V13-V15-V16-V20	V2-V12-V18	V3-V4-V6-V7-V9-V10-V19
<b>MITA</b>	V2-V5-V6-V7-V10-V11-V12-V14-V15-V18-V20-V21	V1-V3-V4-V17-V19	V8-V9	V13-V16
<b>MOUCH</b>	V3-V9	V5-V6-V13-V17-V18-V20	V2-V7-V8-V11	V1-V4-V10-V12-V14-V15-V16-V19-V21
<b>CEND</b>	V1-V2-V3-V4-V8-V9-V12-V13-V14-V18-V20	V5-V7-V10-V11-V15-V19	V16-V17-V21	V6
<b>HUM</b>	V5-V7-V10-V15-V19-V20	V4-V6-V21	V14	V1-V2-V3-V8-V9-V11-V12-V13-V16-V17-V18
<b>IBRUN</b>	V1-V3-V4-V5-V6-V8-V9-V10-V11-V14-V16-V17-V18-V19-V20-V21	V7-V12-V15	V2	V13
<b>IJAUN</b>	V3-V6-V7-V8-V10-V15	V1-V2-V4-V5-V9-V13-V14-V17-V18-V20-V21	V16	V11-V12-V19

**T.H.S** =des différences hautement significatives entre années pour les variétés citées.

### 8.3.2 - Comparaison, entre les 21 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

La comparaison, entre les 21 variétés de blé dur, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées a été effectuée à l'aide du test d'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe. Les résultats du test statistique sont synthétisés dans le tableau 8.3 pour l'année 2004, dans le tableau 8.4 pour l'année 2005 et dans le tableau 8.5 pour l'ensemble des deux années.

L'analyse des résultats des tableaux cités ci-dessus montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les 21 variétés de blé dur pour chacune des 9 caractéristiques étudiées, exceptées les moyennes de l'indice de brun pour les données de 2003/2004 qui ne présentent pas de différences significatives entre les 21 variétés.

Tableau 8.3 - comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2003/2004 du site El-Khroub. Résultats de l'analyse de la variance.

<b>Variables</b>	<b>ddl</b>	<b>SCE</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>obs</sub></b>	<b>P</b>
<b>RDTS</b>	20	141,290	7,060	6,61	0,000***
<b>PMG</b>	20	1555,100	77,750	17,49	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	219,326	10,966	38,68	0,000***
<b>MITA</b>	20	2373,120	118,660	48,64	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	19,953	0,998	52,60	0,000***
<b>CEND</b>	20	1,729	0,087	16,73	0,000***
<b>HUM</b>	20	36,416	1,821	208,83	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	2,840	0,142	1,27	0,248 <sup>NS</sup>
<b>IJAUN</b>	20	51,399	2,570	11,00	0,000***

Tableau 8.4. - comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2004/2005 du site El-Khroub. Résultats de l'analyse de la variance.

Variabes	ddl	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
<b>RDTS</b>	20	320,581	16,029	67,36	0,000***
<b>MPG</b>	20	927,260	46,363	139,70	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	102,160	5,108	168,48	0,000***
<b>MITA</b>	20	1671,8000	83,600	6,13	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	18,487	0,924	25,28	0,000***
<b>CEND</b>	20	0,993	0,050	6,34	0,000***
<b>HUM</b>	20	25,687	1,284	105,41	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	5,507	0,275	38,13	0,000***
<b>IJAUN</b>	20	38,839	1,942	18,33	0,000***

Tableau 8.5. - Comparaison, entre variétés, des moyennes de chacune des caractéristiques pour l'ensemble des 2 années du site El-Khroub: Résultats de l'analyse de la variance.

Variabes	ddl	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
<b>RDTS</b>	20	261,610	13,081	4,92	0,000***
<b>PMG</b>	20	2241,570	112,080	22,02	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	213,339	10,667	6,31	0,000***
<b>MITA</b>	20	2409,420	120,470	4,83	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	17,926	0,896	3,25	0,000***
<b>CEND</b>	20	1,224	0,061	3,04	0,000***
<b>HUM</b>	20	41,258	2,063	7,66	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	4,304	0,215	2,48	0,002**
<b>IJAUN</b>	20	48,060	2,403	3,42	0,000***

N.B  
ddl = nombre de degrés de liberté.  
SCE = somme des carrés des écarts.  
CM = carré moyen  
F<sub>obs</sub> = valeur observée de la variable F de FISHER.  
P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

## 8.4 - Résultats des analyses statistiques multivariées

### 8.4.1 - Comparaison entre variétés pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA

L'étude des résultats statistiques des tests de l'analyse de la variance multivariée (MANOVA) donnés par le tableau 8.6 montre que les trois tests Wilk's, Lawley- Hotelling et Pillai's aboutissent aux mêmes résultats aussi bien dans le cas des

données de 2003/2004 que pour les données de 2004/2005. C'est-à-dire que les trois tests concluent à l'existence de différences très hautement significatives entre les 21 variétés de blé dur. Il en est de même pour les données de l'ensemble des deux années où les tests de Wilk's et Lawley- Hotelling montrent des différences très hautement significatives, alors que le test de Pillai's ne donne que des différences juste significatives.

Pour chacune des deux années les tests de la MANOVA confirment totalement les résultats du test des analyses de la variance univariées (ANOVA) obtenus précédemment au paragraphe 8.3.2.

Tableau 8.6. - Comparaison entre variétés pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA appliqués à la matrice des données de chacune des 2 années et à la matrice de l'ensemble des deux années du site El-Khroub:

Année	Tests statistiques	Valeur observée du test	F <sub>obs</sub>	P
<b>2003/2004</b>	Wilk's	0,000	19,628	0,000***
	Lawley-Hotelling	290,853	52,066	0,000***
	Pillai's	6,920	6,988	0,000***
<b>2004/2005</b>	Wilk's	0,000	30,111	0,000***
	Lawley-Hotelling	360,278	64,494	0,000***
	Pillai's	7,446	10,066	0,000***
<b>L'ensemble des 2 années</b>	Wilk's	0,000	1,559	0,004***
	Lawley-Hotelling	30,565	1,906	0,000***
	Pillai's	5,010	1,319	0,030*

#### 8.4.2 - Résultats de l'ACP

L'analyse en composantes principales (ACP) a été appliquée à la matrice des corrélations obtenues à partir des 10 variables centrées réduites, mesurées sur les 21 variétés de blé dur, prises deux à deux.

Cette méthode a été exécutée, séparément, pour chacun des trois sites étudiés (El-khroub, Oued Smar et Sidi Bel Abbès) sur la matrice des moyennes des données des deux années.

Les calculs réalisés avec le logiciel MINITAB donnent, chaque fois, les caractéristiques des dix axes principaux, dont seuls les premiers axes principaux ayant

chacun une valeur propre égale ou supérieure à l'unité, soit à la contribution moyenne des différentes variables, c'est-à-dire à la moyenne arithmétique de toutes les valeurs propres, ont été retenus.

Ces axes retenus servant par la suite à l'étude de la distribution des individus (variétés) et des variables (caractéristiques technologiques) dans des plans à deux dimensions.

Dans le cas du site d'El Khroub le tableau 8.7 donne les valeurs propres, les pourcentages de variation expliquée par chacun des quatre axes retenus, ainsi que les pourcentages cumulés. On voit bien que le premier axe explique à lui seul 28,7 % de la variation totale des variables initiales, les deux premiers axes expliquent ensemble 47,3%, les trois premiers axes expliquent 61,1% et enfin les quatre premiers axes expliquent 72,4%. Donc ces quatre axes ou indices synthétiques résument au mieux l'information apportée par les 10 variables technologiques initiales.

Tableau 8.7. - Résultats de l'ACP des quatre premiers axes, obtenus pour l'ensemble des deux années à partir des 10 caractéristiques mesurées sur les 21 variétés de blé dur du site El-Khroub :

<b>Paramètres statistiques</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>
<b>Valeur propre</b>	2,865	1,865	1,383	1,130
<b>Pourcentage expliqué (%)</b>	28,700	18,700	13,800	11,3
<b>Pourcentage cumulé (%)</b>	28,700	47,300	61,100	72,4

N.B.: CP1: premier axe principal  
 CP2: deuxième axe principal  
 CP3: troisième axe principal  
 CP4: quatrième axe principal

Le logiciel MINITAB fournit, également, en figure 8.1 le graphique des valeurs propres en fonction des rangs de toutes les composantes principales. Ce graphique montre bien l'importance décroissante des différentes composantes principales.

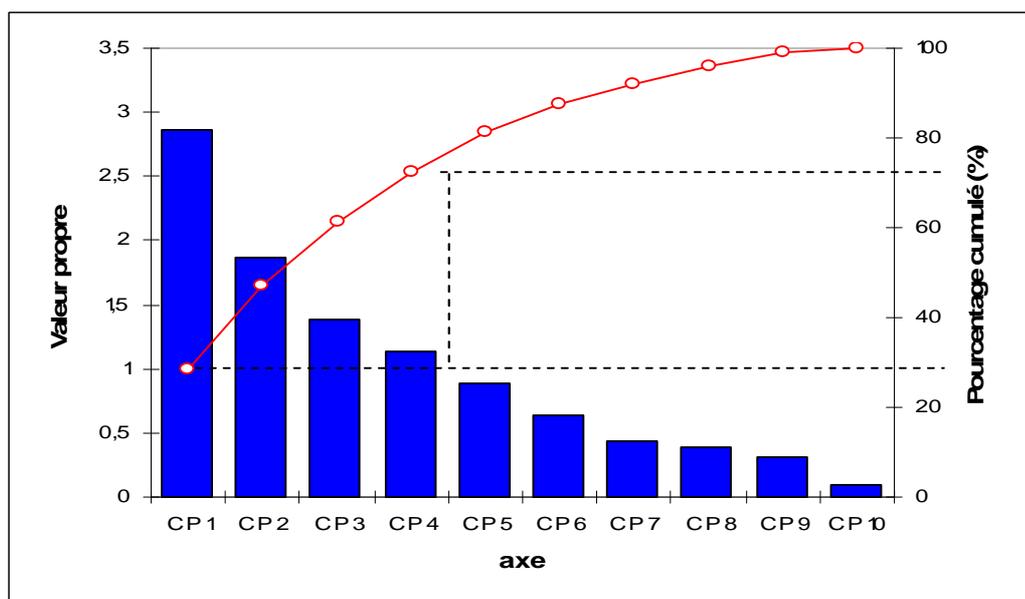


Figure 8.1. - Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux pour l'ensemble des deux années du site El-Khroub

Cependant, l'interprétation de ces composantes nécessite le calcul des corrélations entre chacune des composantes principales retenues avec chacune des 10 variables initiales. Ces corrélations sont utiles pour préciser la part de la variance, d'une variable initiale donnée, prise en compte par une composante principale particulière, et seront utilisées pour les représentations graphiques des variables initiales dans les cercles de corrélations.

En effet, la détermination de la part de l'information contenue dans une composante quelconque et relative à une variable initiale quelconque, est donnée par le carré du coefficient de corrélation calculé entre les deux variables en question.

Si, d'autre part, on prend en considération les deux premières composantes, l'information prise en compte, pour une variable initiale donnée, est égale à la somme de l'information prise en compte par chacune des deux composantes.

En ce qui concerne le site d'El Khroub, les corrélations entre les variables initiales et les quatre premières composantes retenues, ainsi que les corrélations carrées correspondantes sont reprises par le tableau 8.8.

Si on examine les résultats du tableau 8.8 on constate que le premier axe qui contient à lui seul 28,7% de l'information apportée par l'ensemble des variables initiales,

est constitué essentiellement par les variables: P.M.G, PROTKH, RDT et IJAUN puisque la proportion de la variance prise en considération par l'axe 1 pour chacune de ces 5 variables initiales est d'une façon générale supérieure à 40%. Tandis que l'axe 2 qui ne contient que 18,7% de l'information est formé par les variables PROTKH et MITA et dont la proportion de chacune est supérieure à 35%. Quant à l'axe 3 qui explique 13,8% de l'information totale est constitué par les variables RDTS et MOUCH qui ont chacune une proportion supérieure à 43%. Enfin, l'axe 4 qui explique 11,3% de l'information totale est formé uniquement par la variable IBRUN avec une proportion expliquée égale à 52,8%.

Tableau 8.8. - Valeurs des corrélations et corrélations carrées des variables initiales avec les 4 premières composantes principales, et information prise en compte par le premier plan factoriel représenté par les axes 1 et 2 pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site d'El-Khroub.

Variable	Axes principaux								
	CP1		CP2		CP3		CP4		Plan factoriel 1-2
	Corr	Corr <sup>2</sup> %	Corr	Corr <sup>2</sup> %	Corr	Corr <sup>2</sup> %	Corr	% Corr <sup>2</sup>	Corr <sup>2</sup> (%)
<b>RDTS</b>	0,502	25,20	0,414	17,2	0,658	43,3	0,073	00,5	42,4
<b>MPG</b>	0,655	43,00	-0,364	13,2	-0,209	04,4	-0,474	22,4	56,2
<b>PROTKH</b>	0,641	41,00	0,594	35,3	0,224	05,0	0,047	00,2	76,3
<b>RDT</b>	0,684	46,80	0,334	11,2	-0,302	09,1	-0,070	00,5	58,0
<b>MITA</b>	-0,553	30,60	0,608	37,0	0,115	01,3	-0,012	00,0	67,6
<b>MOUCH</b>	0,378	14,30	-0,352	12,4	0,696	48,4	-0,119	01,4	26,7
<b>CEND</b>	0,252	06,40	0,451	20,4	-0,211	04,5	0,248	06,2	26,8
<b>HUM</b>	0,531	28,20	0,042	00,2	-0,400	16,0	0,538	28,9	28,4
<b>IBRUN</b>	-0,007	0,00	-0,526	27,7	0,236	05,6	0,727	52,8	27,7
<b>IJAUN</b>	0,715	51,10	-0,348	12,1	-0,087	00,8	-0,018	00,0	63,2

### Analyse du nuage de points variables: cercle de corrélations

Les cercles de corrélations sont des graphiques visant à représenter géométriquement les variables initiales dans le nouveau système de coordonnées.

Ainsi donc, la représentation des dix variables initiales dans le plan formé par les axes 1 et 2 et appelé premier plan factoriel est utile, compte tenu de l'importance de ces deux axes dans la reconstitution des variables initiales ( soit 47,3% de la variation totale) (figure8.2)

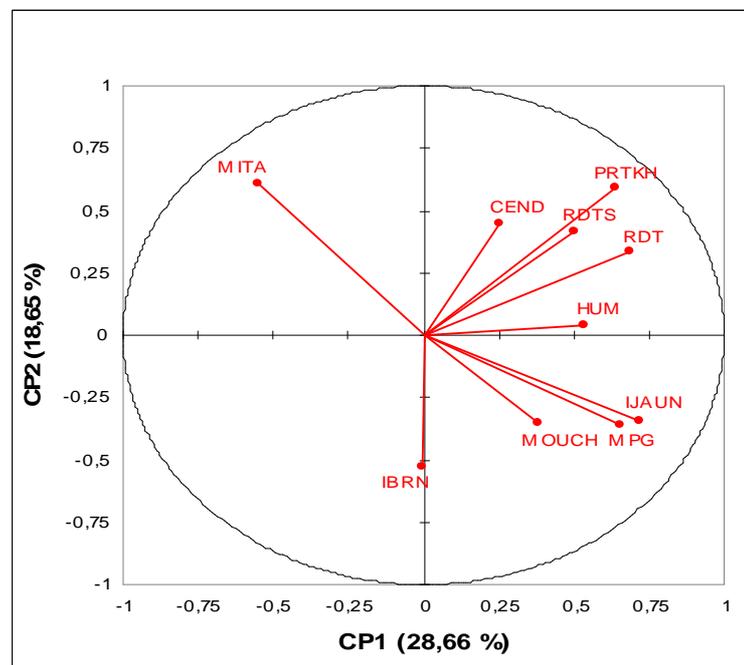


Figure 8.2. - Représentation graphique des 10 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2 obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site El-Khroub

Les coordonnées des variables initiales sur l'axe 1 sont les corrélations de ces mêmes variables avec l'axe 1, et les coordonnées sur l'axe 2 sont les corrélations de ces variables avec l'axe 2 (figure 8.2)

Ces cercles de corrélations permettent parfois de donner une interprétation physique à certaines composantes principales. Ainsi, l'examen de la figure 8.2 permet de constater que les variables IBRUN, MUCH, HUM, CEND et RDT ont des vecteurs de faible longueur indiquant donc de faibles corrélations et par conséquent une mauvaise

prise en compte de ces variables par l'ensemble des deux axes. Leurs corrélations carrées varient de 26,7% à 42,4%.

Les autres variables à savoir P.M.G, PROTKH, RDT, MITA et IJAUN sont proches du cercle de corrélation et sont par conséquent mieux représentées. Ce qui est normale car leurs corrélations carrées varient de 56,2% à 76,3%.

D'autre part, les variables P.M.G et IJAUN présentent deux longs vecteurs voisins l'un de l'autre indiquant une forte corrélation entre ces deux variables.

### **Analyse du nuage de points-variétés: graphique des individus**

Sachant que le premier plan factoriel 1-2 explique à lui seul un fort pourcentage de l'inertie totale, on va donc tout naturellement représenter graphiquement les individus (variétés) dans ce plan. Les coordonnées de chaque point-variété sont les valeurs de l'axe 1 et de l'axe 2 (figure 8.3)

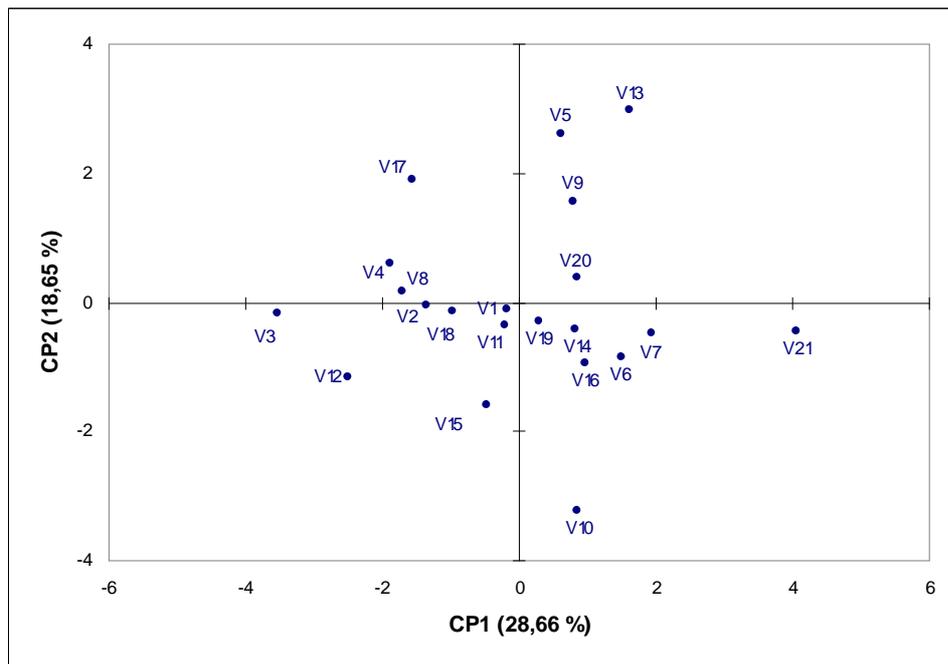


Figure 8.3. - Représentation graphique des points individus (variétés) dans le plan factoriel 1-2, obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site El-Khroub.

Selon PALM (1998) et MORINEAU et ALUJA-BANET (1998) la qualité de la représentation d'un point dans le plan peut être obtenue en additionnant les cosinus

carrés relatifs aux deux axes qui donne un pourcentage de la représentation du point sur le sous-espace défini par ces axes.

Le cosinus carré étant celui de l'angle formé par le segment reliant l'origine des axes au point projeté dans le plan factoriel 1-2 et par le segment reliant l'origine des axes au point dans l'espace complet (PALM, 1998).

En effet, le cosinus carré est utilisé pour apprécier la qualité du positionnement des points en représentation factorielle comparée à leur configuration réelle. Un cosinus carré égal à 1 ou 100% indique que le point se trouve situé sur l'axe (l'angle est alors nul). Un cosinus carré égal à 0 ou 0% indique que le point est dans une direction orthogonale à l'axe.

Le tableau 8.9 donne pour chacun des quatre premiers axes, les valeurs (scores), les cosinus carrés correspondants en %, et pour le plan factoriel 1-2 la somme des cosinus carrés des deux premiers axes.

A partir du tableau 8.9 on constate qu'il existe 8 individus ou variétés qui sont bien représentés dans le plan factoriel 1-2 (figure 8.3). Ces individus (variétés) qui sont V3, V5, V8, V10, V12, V13, V17 et V21 ont des valeurs de  $\cos^2$  variant de 54,4% à 85,8%.

Les autres points-variétés sont proches de l'origine et sont par conséquent très peu pris en compte par les axes 1 et 2. Leurs valeurs du  $\cos^2$  varient de 0,5% à 44,4%.

Tableau 8.9. - Valeurs des scores des 4 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants en % et valeurs des cosinus carrés du premier plan factoriel 1-2, obtenus à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site d'El-Khroub

Variétés	CP1		CP2		CP3		CP4		Plan factoriel 1-2
	Scores	Cos <sup>2</sup> (%)	Cos <sup>2</sup> (%)						
V1	-0,162	00,3	-0,112	0,2	-0,050	0,0	1,026	13,7	00,5
V2	-1,366	44,0	-0,058	0,1	0,410	04,0	-0,981	22,7	44,1
V3	-3,536	73,3	-0,163	0,2	0,716	03,0	0,079	0,0	73,5
V4	-1,880	40,1	0,609	04,2	-0,025	0,0	1,395	22,1	44,3
V5	0,614	03,2	2,619	58,7	0,560	02,7	-1,315	14,8	61,9
V6	1,507	25,2	-0,845	07,9	-1,544	26,4	0,718	05,7	33,1
V7	1,945	41,9	-0,471	02,5	0,454	02,3	0,935	09,7	44,4
V8	-1,698	54,6	0,167	00,5	-0,290	01,6	1,033	20,2	55,1
V9	0,787	08,6	1,567	34,1	-0,732	07,4	0,968	13,0	42,7
V10	0,867	03,6	-3,242	50,8	-0,037	0,0	-2,864	39,6	54,4
V11	-0,217	00,6	-0,342	01,6	2,075	58,8	-0,356	01,7	02,2
V12	-2,512	55,6	-1,147	11,6	-1,142	11,5	-0,653	03,8	67,2
V13	1,614	15,3	2,982	52,2	-0,894	04,7	-1,877	20,7	67,5
V14	0,836	14,3	-0,418	03,6	1,286	33,8	0,293	01,8	17,9
V15	-0,479	02,7	-1,594	30,1	1,595	30,1	0,594	04,2	32,8
V16	0,957	08,3	-0,945	08,1	-2,767	69,6	-0,147	00,2	16,4
V17	-1,547	25,4	1,896	38,2	0,244	00,6	-0,418	01,9	63,6
V18	-0,970	17,3	-0,146	00,4	-1,501	41,4	0,112	00,2	17,7
V19	0,303	01,4	-0,286	01,3	-0,861	11,6	0,773	09,3	02,7
V20	0,866	08,9	0,376	01,7	1,687	33,7	-0,327	01,3	10,6
V21	4,072	84,8	-0,446	01,0	0,819	03,4	1,011	05,2	85,8

### 8.4.3. - Analyse hiérarchique : résultats statistiques

L'utilisation des méthodes de classification numérique, en complément à l'analyse de la variance, est peu courante (DAGNELIE, 2006). La bibliographie qui concerne cette approche est d'ailleurs relativement limitée (Cox et Compertwait, 1992; El-Kherrak, 1993 et Bautista *et al.*, 1997).

Ces méthodes de regroupement des moyennes sont très nombreuses et très diversifiées. Mais il apparaît heureusement qu'en matière de classification de moyennes les résultats obtenus sont dans l'ensemble peu dépendants des méthodes utilisées (DAGNELIE, 2006).

Concernant le site d'El Khroub, le regroupement des 21 variétés de blé dur a été effectué en fonction des moyennes des données de l'ensemble des deux années des dix caractéristiques technologiques observées. Ce regroupement qui est fait au moyen d'un dendrogramme, obtenu à l'aide de la méthode du lien simple et de la distance carrée de Pearson pour un niveau de similarité minimale de 80%, largement acceptable par l'étude, permet de distinguer 8 groupes homogènes de variétés de blé dur qui sont données par la figure 8.4 et par le tableau 8.10.

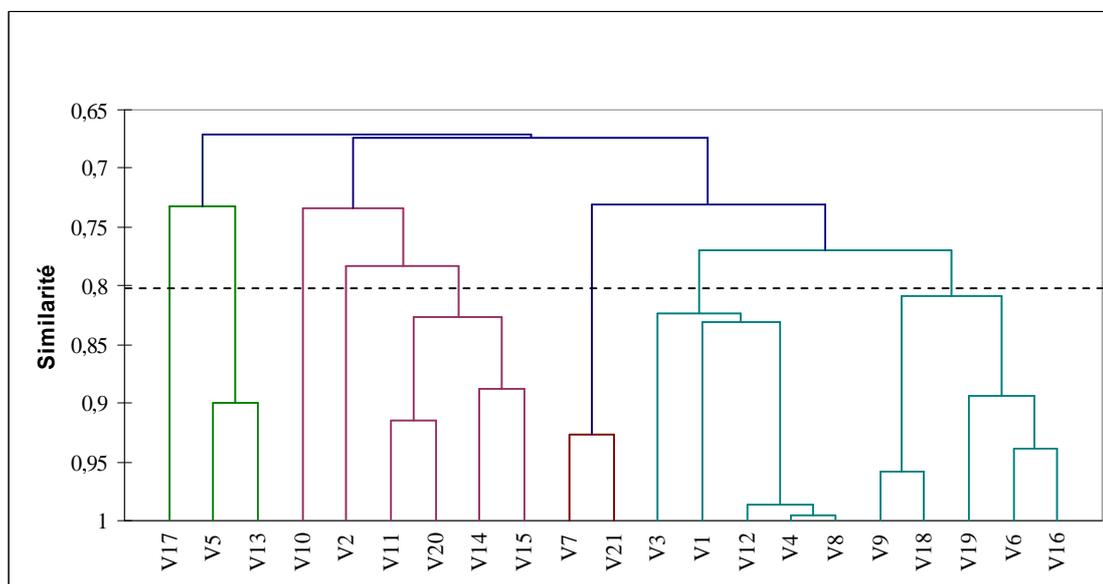


Figure 8.4. - Dendrogramme du regroupement des 21 variétés de blé dur obtenu, à l'aide de la méthode du lien simple et la distance carrée de Pearson, sur les données des deux années pour le site d'El Khroub.

Tableau 8.10. - Groupes de variétés de blé dur homogènes obtenus par l'analyse hiérarchique sur l'ensemble des données des deux années pour le site d'El-Khroub

<b>Groupe</b>	<b>Symbole des variétés</b>	<b>Variétés</b>
<b>1<sup>er</sup></b>	V17	Tell 76
<b>2<sup>ème</sup></b>	V5 et V13	Guemgoum R'Khem et Ofanto (Oursenis)
<b>3<sup>ème</sup></b>	V10	Mexicali (Tassili)
<b>4<sup>ème</sup></b>	V2	Bidi 17/waha /Bidi17
<b>5<sup>ème</sup></b>	V11, V20, V14, et V15	Montpellier (Bibans), Ardente, Polonicum (Chougrane) et Sahel
<b>6<sup>ème</sup></b>	V7 et V21	Inrat (Sabaou) et Duillio
<b>7<sup>ème</sup></b>	V3, V1, V12, V4 et V8	Cirta (Hedba/Gd ovz 619), Bidi 17, Oued Zenati, Gloire de Montgolfier (Rahouia 80) et Kebir
<b>8<sup>ème</sup></b>	V9, V18, V19, V6 et V16	Mohamed Ben Bachir, Vitron (Horrar), Waha, Hedba 03 et Simeto (Sersou)

# **Chapitre 9**

## **Résultats du site de Oued -Smar**

## Chapitre 9. - Résultats du site de Oued -Smar

### 9.1 - Introduction

Au cours de ce chapitre relatif à la présentation et à la discussion des résultats statistiques du site de Oued Smar, nous examinerons successivement les résultats de la description des données (paragraphe 9.2), les résultats des analyses statistiques univariées (paragraphe 9.3) et enfin les résultats des méthodes d'analyse multivariées (paragraphe 9.4).

### 9.2 - Description des données

Le tableau 9.1 présente uniquement les valeurs extrêmes des moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur chacune des 21 variétés de blé dur pour l'année 2003/2004 et l'année 2004/2005. Les autres valeurs de la moyenne ainsi que les valeurs de l'écart-type correspondant sont données en annexes B tableaux B.1 et B.2.

Ces valeurs extrêmes donnent une idée sur l'amplitude des moyennes de chaque variable étudiée par année.

Tableau 9.1. - Valeurs des moyennes minimales et maximales de chacune des 9 caractéristiques observées pour chacune des deux années 2004 et 2005 du site de Oued Smar

Année	Moyennes extrêmes	HUM	P.M.G	CEND	PROT	MITA	MOUCHE	RDTS	IJAUN	IBRUN
2003/2004	$\bar{x}_{\min}$	11,607	46,227	0,750	13,252	3,833	0,227	70,563	17,610	8,665
	$\bar{x}_{\max}$	14,157	63,813	1,127	18,036	17,050	1,950	77,571	20,237	9,216
2004/2005	$\bar{x}_{\min}$	11,360	44,030	0,517	12,318	1,070	0,040	71,531	16,497	8,060
	$\bar{x}_{\max}$	14,637	62,702	0,953	19,164	29,697	2,300	77,499	21,470	9,163

### **9.3 - Résultats des analyses statistiques univariées**

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

Les résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur chacune des 21 variétés de blé dur sont donnés en annexes B par les tableaux B.3 à B.11.

Cependant, la synthèse de ces résultats figure dans le tableau 9.2 qui montre bien 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 est bien claire que ces variétés varient d'une caractéristique à une autre, et présentent souvent des écarts n'ayant pas toujours le même niveau de signification.

#### **9.3.2 - Comparaison, entre les 21 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**

La comparaison, entre les 21 variétés de blé dur, pour chacune des 9 caractéristiques a été effectuée à l'aide du test de l'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe. Les résultats des données des années 2003/2004 et 2004/2005 et des données de l'ensemble des deux années sont présentés, respectivement, par les tableaux 9.3, 9.4 et 9.5.

L'examen des valeurs de la probabilité p de chacune de ces trois tableaux montre qu'il existe des différences significatives à très hautement significatives entre les 21 variétés et ceci pour les données de chaque période.

Tableau 9.2 - Résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur, pour le site Oued Smar.

Caractéristiques	N.S	S	H.S	T.H.S
<b>RDTS</b>	V2-V6-V7-V8-V10-V11-V12-V20	V1-V4-V5-V13-V14-V15-V16-V19-V21		V3-V9-V17-V18
<b>MPG</b>	V1-V5-V8-V11-V12-V13-V14-V15-V16-V17-V18-V21	V4-V20	V6-V19	V2-V3-V7-V9-V10
<b>PROTKH</b>	V6	V3-V7-V9-V10- V17	V1-V2-V14-V16	V4-V5-V8-V11-V12-V13-V15-V18-V19-V20-V21
<b>MITA</b>	V1-V3-V8-V11-V13-V17-V21	V4-V5-V7-V9-V15-V16-V19	V2-V6-V14	V10-V12-V18-V20
<b>MOUCH</b>	V2-V3-V6-V7-V9-V10-V13-V15-V16-V17-V18	V5-V11-V12-V19-V20-V21	V1-V14	V4-V8
<b>CEND</b>	V2-V3-V6-V11-V12-V14-V15-V18	V1-V5-V7-V16-V17-V20	V8-V13-V21	V4-V9-V10-V19
<b>HUM</b>	V1-V8-V12-V15-V20-V21	V9-V10	V14	V2-V3-V4-V5-V6-V7-V11-V13-V16-V17-V18-V19
<b>IBRUN</b>	V1-V3-V4-V5-V9-V21	V6-V12-V15-V17-V18	V7-V8	V2-V10-V11-V13-V14-V16-V19-V20
<b>IJAUN</b>	V2-V10-V11- V15-V19-V20	V3-V14-V16-V17	V1-V8	V4-V5-V6-V7-V9-V12-V13-V18-V21

**NB : N.S** = des différences non significatives entre années.  
**S** = des différences significatives entre années.  
**H.S** = des différences hautement significatives entre années.  
**T.H.S** = des différences très hautement significatives entre années.

Tableau 9.3. - comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2003/2004: Résultats de l'analyse de la variance.

Variables	Ddl	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
<b>RDTS</b>	20	212,745	10,637	27,38	0,000***
<b>PMG</b>	20	1281,705	64,085	538,41	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	103,268	5,163	75,85	0,000***
<b>MITA</b>	20	709,200	35,500	2,43	0,008**
<b>MOUCH</b>	20	14,913	0,746	6,60	0,000***
<b>CEND</b>	20	0,680	0,034	5,63	0,000***
<b>HUM</b>	20	30,155	1,508	115,53	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	1,366	0,068	4,91	0,000***
<b>IJAUN</b>	20	37,281	1,864	12,30	0,000***

Tableau 9.4. - comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2004/2005: Résultats de l'analyse de la variance.

Variables	Ddl	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
<b>RDTS</b>	20	185,410	9,270	7,03	0,000***
<b>MPG</b>	20	1743,330	87,170	15,34	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	191,873	9,594	396,25	0,000***
<b>MITA</b>	20	4366,140	218,310	128,57	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	26,516	1,326	26,05	0,000***
<b>CEND</b>	20	1,143	0,057	122,86	0,000***
<b>HUM</b>	20	52,566	2,628	91,49	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	8,794	0,440	95,26	0,000***
<b>IJAUN</b>	20	107,025	5,351	613,52	0,000***

Tableau 9.5. - Comparaison, entre variétés, des moyennes de chacune des caractéristiques pour l'ensemble des deux années : Résultats de l'analyse de la variance

Variables	Ddl	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
<b>RDTS</b>	20	215,091	10,755	4,37	0,000***
<b>PMG</b>	20	2735,510	136,780	24,54	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	196,925	9,846	9,98	0,000***
<b>MITA</b>	20	3003,320	150,170	3,29	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	18,633	0,932	3,19	0,000***
<b>CEND</b>	20	0,849	0,042	1,78	0,033*
<b>HUM</b>	20	25,957	1,298	2,30	0,003**
<b>IBRUN</b>	20	4,814	0,241	2,73	0,000***
<b>IJAUN</b>	20	73,114	3,656	4,61	0,000***

#### 9.4 - Résultats des analyses statistiques multivariées

##### 9.4.1 - Comparaison, entre variétés, pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA.

Les résultats de la comparaison des 21 variétés entre elles, pour l'ensemble des caractéristiques pour les données de chacune des deux années et pour les données de

l'ensemble des deux années, sont obtenus en utilisant 3 tests statistiques de l'analyse de la variance multivariée (MANOVA).

Pour les données de chacune des deux années 2004 et 2005, les valeurs de la probabilité p du tableau 9.6 montrent bien que les trois tests statistiques conduisent aux mêmes résultats c'est-à-dire à l'existence des différences très hautement significatives entre les 21 variétés de blé dur. Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment par les analyses de la variance univariés.

Cependant, pour la matrice de données de l'ensemble des deux années les résultats sont contradictoires dans la mesure où le test de Lawley-Hotelling donne des différences hautement significatives alors que les deux autres tests à savoir Wilk's et Pillai's ne présentent pas de différences significatives entre les 21 variétés pour l'ensemble des 9 variables observées.

Tableau 9.6. - Comparaison entre variétés pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA appliqués à la matrice des données de chacune des 2 années et à la matrice de l'ensemble des deux années.

Année	Tests statistiques	Valeur observée du test	F <sub>obs</sub>	P
2003/2004	Wilk's	0,000	19,784	0,000***
	Lawley-Hotelling	402,906	72,125	0,000***
	Pillai's	6,883	6,830	0,000***
2004/2005	Wilk's	0,000	65,432	0,000***
	Lawley-Hotelling	1148,023	205,510	0,000***
	Pillai's	8,061	18,027	0,000***
L'ensemble des 2 années	Wilk's	0,000	1,061	0,364 <sup>NS</sup>
	Lawley-Hotelling	26,613	1,659	0,003**
	Pillai's	4,176	0,909	0,740 <sup>NS</sup>

#### 9.4.2. - Résultats de l'ACP

Le tableau 9.7 donne les valeurs propres, les pourcentages de variation expliquée par chacun des quatre axes retenus, ainsi que les pourcentages cumulés obtenus par l'ACP sur les données de l'ensemble des deux années du site de Oued Smar.

Tableau 9.7. - Résultats de l'ACP des quatre premiers axes, obtenus pour l'ensemble des deux années à partir des 10

caractéristiques mesurées sur les 21 variétés de blé dur du site Oued Smar :

Paramètres statistiques	CP1	CP2	CP3	CP4
Valeur propre	3,281	1,891	1,443	0,9796
Pourcentage expliqué (%)	32,800	18,900	14,400	09,800
Pourcentage cumulé (%)	32,800	51,700	66,100	75,900

La figure 9.1 représente d'une part, l'histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux et, d'autre part, le graphique du pourcentage cumulé de la variation expliquée en fonction toujours des axes principaux.

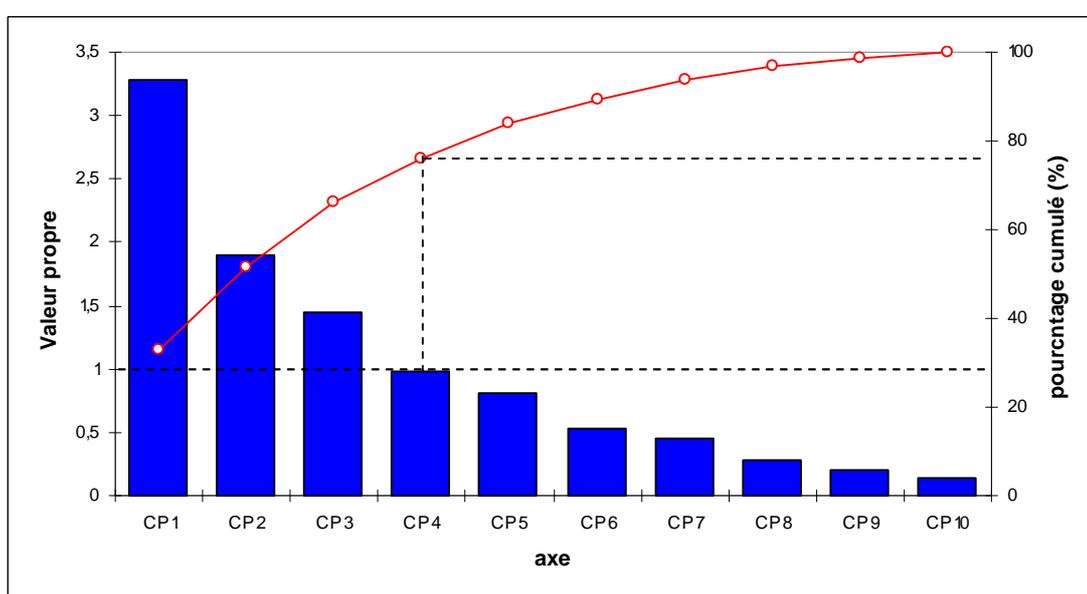


Figure 9.1. - Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Oued Smar.

L'analyse des corrélations carrées du tableau 9.8 montre que l'axe 1 est formé principalement par les variables P.M.G, PROTKH, MITA et IJAUN car elles ont les valeurs des corrélations carrées supérieures à 44%.

L'axe 2 est très fortement corrélé avec les variables MOUCH et CEND. Les corrélations carrées sont respectivement 73,7% et 57,3%. L'axe 3 est constitué essentiellement de RDTS et de IJAUN car leurs corrélations carrées sont supérieures à 40%. Enfin, l'axe 4 n'est constitué que par la variable RDT avec laquelle il est corrélé ( $\text{corr}^2\%=35,3\%$ ).

Tableau 9.8. - Valeurs des corrélations et corrélations carrées des variables initiales avec les 4 premières composantes principales, et information prise en compte par le premier plan factoriel représenté par les axes 1 et 2 pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Oued Smar.

Variable	Axes principaux								
	CP1		CP2		CP3		CP4		Plan factoriel 1-2
	Corr	Corr <sup>2</sup> %	Corr	%Corr <sup>2</sup>	Corr	% Corr <sup>2</sup>	Corr	% Corr <sup>2</sup>	Corr <sup>2</sup> (%)
<b>RDTS</b>	0,567	32,1	-0,102	01,0	0,637	40,5	0,165	02,7	33,1
<b>MPG</b>	0,666	44,3	0,388	15,0	-0,365	13,4	0,141	02,0	59,3
<b>PROTKH</b>	0,810	65,6	-0,205	04,2	0,206	04,2	0,267	07,1	69,8
<b>RDT</b>	0,543	29,5	0,281	07,9	0,097	00,9	0,594	35,3	37,4
<b>MITA</b>	-0,694	48,1	0,108	01,2	-0,234	05,5	0,469	22,0	49,3
<b>MOUCH</b>	0,011	0,0	0,858	73,7	-0,114	01,3	-0,123	01,5	73,7
<b>CEND</b>	0,384	14,7	0,757	57,3	0,065	00,4	-0,290	08,4	72
<b>HUM</b>	0,494	24,4	-0,255	06,5	0,272	07,4	-0,421	17,7	30,9
<b>IBRUN</b>	-0,440	19,4	0,457	20,9	0,663	43,9	0,011	0,000	40,3
<b>IJAUN</b>	0,707	50,0	-0,120	01,5	-0,517	26,7	-0,108	01,2	51,5

### Analyse du nuage de points variables: cercle de corrélations

L'étude du plan factoriel 1-2 (figure 9.2) montre que les caractéristiques P.M.G, PROTKH, MITA, MOUCH, CEND et IJAUN sont proches du cercle de corrélations et sont donc bien représentées par le plan factoriel 1-2. Les valeurs de leur corrélation au carré sont élevées et varient d'ailleurs de 49,3% à 73,7%.

Les autres variables sont proches de l'origine et ont de corrélations carrées de faibles valeurs (variant de 30,9% à 40,3%) et sont par conséquent mal représentées dans ce premier plan.

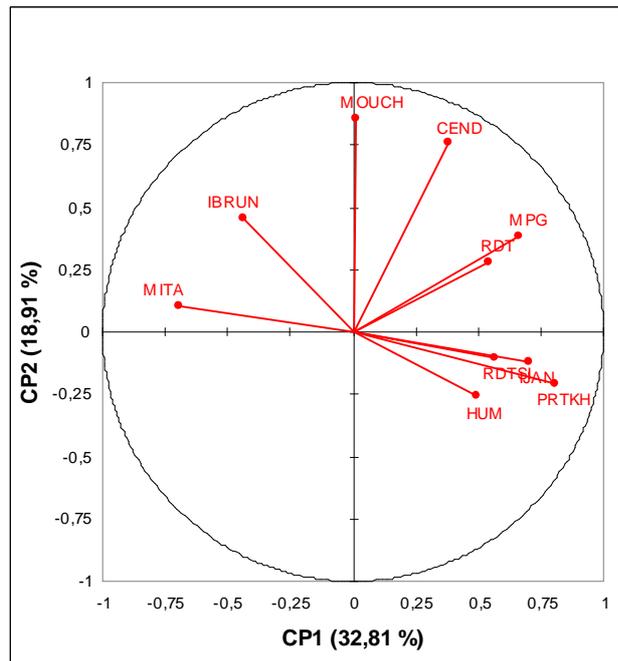


Figure 9.2. - Représentation graphique des 10 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2 obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Oued Smar.

### L'analyse du nuage de points-variétés: graphique des individus

A partir du tableau 9.9 on observe qu'il existe 8 individus ou variétés qui sont bien représentés dans le plan factoriel 1-2 (figure 9.3). Ces variétés (V3, V7, V12, V13, V15, V17, V18 et V21) ont des valeurs de  $\cos^2$  variant de 50% à 97,7%.

Les autres variétés sont proches de l'origine et ont des valeurs du  $\cos^2$  faibles allant de 03,1% à 45,5%. Elles sont très peu prises en compte par les axes 1 et 2.

Tableau 9.9. - Valeurs des scores des 4 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants en % et valeurs des cosinus carrés du premier plan factoriel 1-2, obtenues à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Oued Smar

Variétés	CP1		CP2		CP3		CP4		Plan factoriel 1-2
	scores	Cos <sup>2</sup> (%)	Cos <sup>2</sup> (%)						
<b>V1</b>	-0,095	00,3	-0,317	02,8	1,649	77,0	0,188	01,0	03,1
<b>V2</b>	-1,317	09,5	-2,598	37,0	-1,509	12,5	1,149	07,2	46,5
<b>V3</b>	-1,927	47,2	-0,423	02,3	0,319	01,3	-1,531	29,8	49,5
<b>V4</b>	-1,569	34,1	0,605	05,1	1,336	24,7	-0,467	03,0	39,2
<b>V5</b>	0,879	13,3	-0,767	10,2	0,553	05,3	1,420	34,8	23,5
<b>V6</b>	0,042	0,000	1,877	39,3	2,022	45,5	0,416	01,9	39,3
<b>V7</b>	-0,451	03,6	-1,761	54,9	-0,212	00,8	1,144	23,1	58,5
<b>V8</b>	0,808	07,2	-0,753	06,3	1,474	24,1	-1,775	34,9	13,5
<b>V9</b>	1,289	16,7	0,589	03,5	0,280	00,8	1,423	20,3	20,2
<b>V10</b>	-1,758	40,8	-0,611	04,9	-1,785	42,0	-0,286	01,1	45,7
<b>V11</b>	0,960	09,4	0,348	01,2	0,473	02,3	1,270	16,5	10,6
<b>V12</b>	-2,130	51,2	0,397	01,8	-0,114	00,1	-1,196	16,1	53
<b>V13</b>	4,256	93,5	-0,906	04,2	-0,078	0,0	0,144	00,1	97,7
<b>V14</b>	0,854	16,6	-0,899	18,4	-0,512	06,0	0,204	01,0	35
<b>V15</b>	-2,452	51,9	1,658	23,7	0,615	03,3	1,011	08,8	75,6
<b>V16</b>	0,044	0,0	1,212	10,7	-2,766	55,7	-0,779	04,4	10,7
<b>V17</b>	-1,495	22,0	-1,936	36,8	1,380	18,7	-0,791	06,1	58,8
<b>V18</b>	-1,131	08,0	3,368	71,1	-1,188	08,9	0,568	02,0	79,1
<b>V19</b>	0,533	13,9	0,717	25,1	-0,380	07,0	-0,194	01,8	39
<b>V20</b>	0,136	00,4	-0,919	19,5	-1,184	32,4	-0,546	06,9	19,9
<b>V21</b>	4,523	78,8	1,119	04,8	-0,373	00,5	-1,372	07,2	83,6

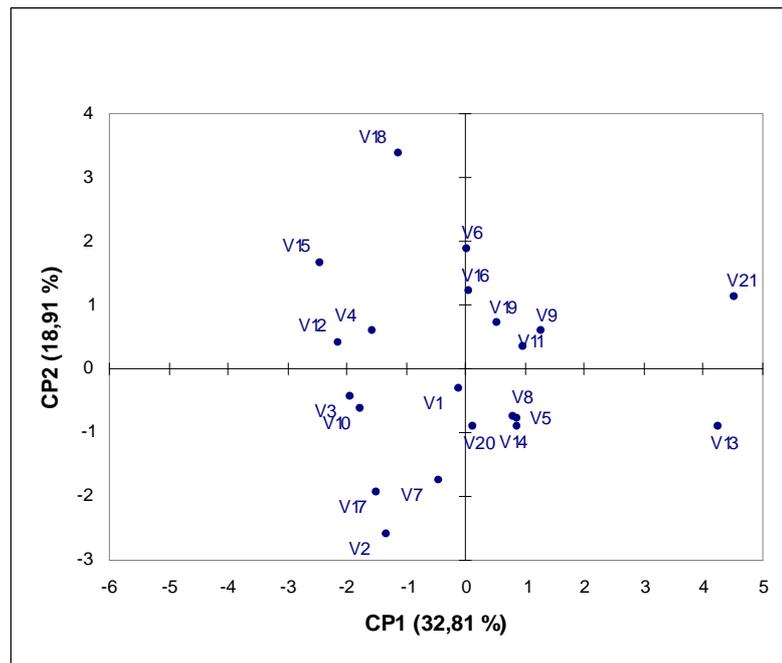


Figure 9.3. - Représentation graphique des points individus (variétés) dans le plan factoriel 1-2, obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site **Oued Smar**.

#### 9.4.3. - Analyse hiérarchique : résultats statistiques

Le regroupement des 21 variétés de blé dur sur la base de leurs moyennes, obtenues sur les données de l'ensemble des deux années d'étude pour le site de Oued Smar, a permis d'obtenir 10 groupes de variétés homogènes. Ce regroupement a été réalisé en utilisant le lien simple, la distance carrée de Pearson et un niveau de similarité de 80%.

La figure 9.4 et le tableau 9.10 présentent les différents groupes de variétés de blé dur.

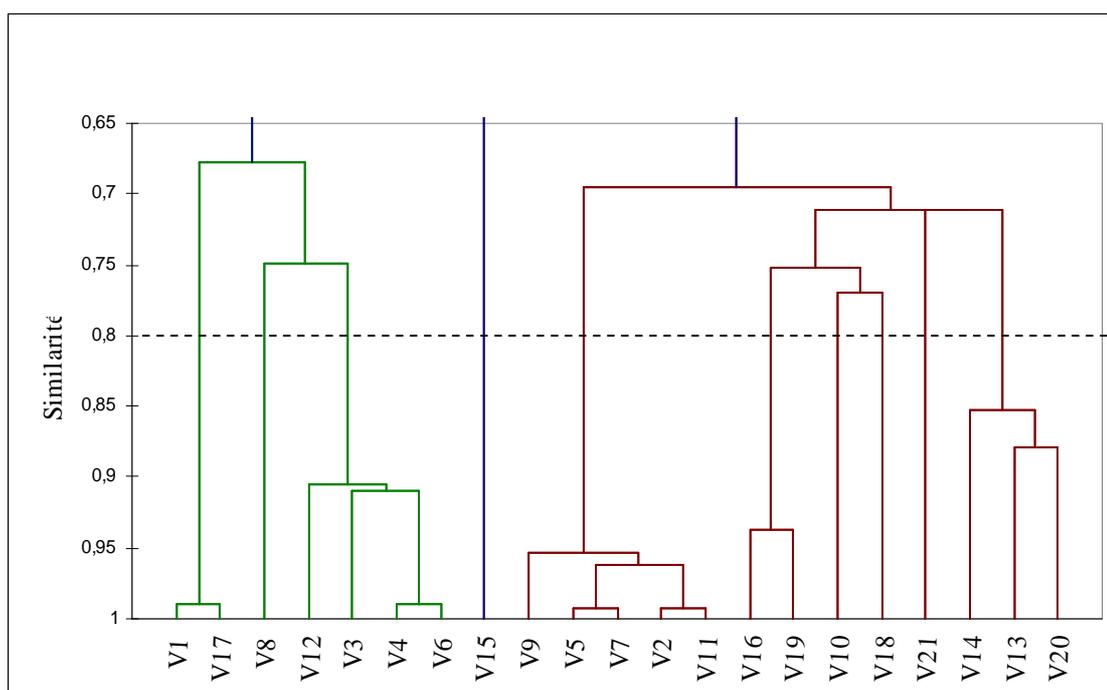


Figure 9.4. - Dendrogramme du regroupement des 21 variétés de blé dur obtenu, à l'aide de la méthode du lien simple et la distance carrée de Pearson, sur les données des deux années pour le site de Oued Smar.

Tableau 9.10. - Groupes de variétés de blé dur homogènes obtenus par l'analyse hiérarchique sur l'ensemble des données des deux années pour le site de Oued Smar.

Groupe	Symbole des variétés	Variétés
1 <sup>er</sup>	V1 et V17	Bidi 17 et Tell 76
2 <sup>ème</sup>	V8	Kebir
3 <sup>ème</sup>	V12, V3, V4 et V6	Oued Zenati, Cirta (Hedba/Gd ovz 619) et Hedba 03
4 <sup>ème</sup>	V15	Sahel
5 <sup>ème</sup>	V9, V5, V7, V2 et V11	Mohamed Ben Bachir, Guengoum R'Khem, Inrat (Sabaou), Bidi 17/waha /Bidi17 et Montpellier (Bibans)
6 <sup>ème</sup>	V16 et V19	Simeto (Sersou) et Waha
7 <sup>ème</sup>	V10	Mexicali (Tassili)
8 <sup>ème</sup>	V18	Vitron (Horrar)
9 <sup>ème</sup>	V21	Duillio
10 <sup>ème</sup>	V14, V13 et 20	Polonicum (Chougrane), Ofanto (Oursenis) et Ardenre

# **Chapitre 10**

## **Résultats du site de Sidi Bel-Abbes**

## Chapitre 10. - Résultats du site de Sidi-Bel-Abbès

### 10.1 - Introduction

Dans ce chapitre nous exposerons et discuterons les résultats statistiques obtenus pour le site de Sidi Bel-Abbes.

Le premier paragraphe 10.2 est consacré à la description des données, le second paragraphe 10.3 a trait aux résultats des analyses statistiques univariés et enfin le troisième et le dernier paragraphe 10.4 concerne les résultats des méthodes d'analyses multivariées.

### 10.2 - Description des données

Les résultats de la description statistique des données des différentes caractéristiques mesurées sur les 21 variétés de blé dur de chacune des deux années 2003/2004 et 2004/2005 sont donnés, en annexes C par, respectivement, les tableaux C.1 et C.2.

D'autre part, le tableau 10.1 ci dessous présente les moyennes minimales ( $\bar{x}_{\min}$ ) et maximales ( $\bar{x}_{\max}$ ) des différentes variables prises en considération par année. Ces deux valeurs donnent en moyenne une idée sur l'étendue des moyennes de chaque caractéristique observée sur les différentes variétés de blé dur.

Tableau 10.1. - Valeurs des moyennes minimales et maximales de chacune des 9 caractéristiques observées pour chacune des deux années 2004 et 2005 du site de Sidi Bel Abbes

Année	Moyennes Extrêmes	HUM	P.M.G	CEND	PROTKH	MITA	MOUCH	RDTS	IJAUN	IBRUN
2003/2004	$\bar{x}_{\min}$	11,198	47,311	0,503	13,112	2,380	0,000	72,942	16,413	9,012
	$\bar{x}_{\max}$	14,617	60,287	0,953	19,918	28,297	1,753	78,584	19,627	9,263
2004/2005	$\bar{x}_{\min}$	11,523	49,301	0,647	13,639	4,037	0,420	70,787	17,377	8,448
	$\bar{x}_{\max}$	14,437	64,621	1,147	18,747	28,440	2,453	77,130	20,240	9,181

### 10.3 - Résultats des analyses statistiques univariées

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

Les tableaux C.3 à C.11, situés en annexes C contiennent les résultats du test t de STUDENT utilisé pour comparer, entre les deux années, les valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur chacune des 21 variétés de blé dur au niveau du site de Sidi Bel Abbas. L'essentiel de ces résultats est donné par le tableau 10.2.

L'analyse des résultats du tableau en question montre que les variétés de blé dur présentent, en moyennes, des écarts significatifs à des degrés différents pour certaines caractéristiques et aucune signification pour d'autres caractéristiques. Pour ce site, comme pour les deux sites étudiés précédents, le comportement des variétés diffère d'une caractéristique à une autre et d'une année à l'autre.

Tableau 10.2. - Résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur, pour le site Sidi Bel-Abbas.

Caractéristiques	N.S	S	H.S	T.H.S
<b>RDTS</b>	V6-V8-V14-V19	V2-V4-V5-V11-V13-V15-V20-V21	V1-V10-V18	V3-V7-V9-V12-V16-V17
<b>MPG</b>	V1-V2-V3-V4-V7-V9-V12-V14-V15-V16-V18-V20	V5-V6-V11	V13-V17-V19	V8-V10-V21
<b>PROTKH</b>	V11- V14-V15	V10	V7-V9-V19	V1-V2-V3-V4-V5-V6-V8-V12-V13-V16-V17-V18-V20-V21
<b>MITA</b>	V1-V2-V3-V6-V8-V11-V12-V17-V21	V5-V7-V10-V13-V15-V18-V19-V20	V9-V14	V4-V16
<b>MOUCH (1)</b>	V3-V7-V8-V16-V19	V6-V14-V15-V20-V21	V1-V4	V2-V5-V9-V10-V11-V12-V18
<b>CEND</b>	V2-V5-V6-V7-V8-V9-V15-V17-V19	V4-V11-V16-V21	V1-V3-V12-V14	V10-V13-V18-V20
<b>HUM</b>	V12-V15-V16-V19-V21	V1-V3-V4	V6-V10-V17	V2-V5-V7-V8-V9-V11-V13-V14-V18-V20
<b>IBRUN</b>	V1-V3-V8-V11-V15-V17-V19	V4-V5-V12-V14-V16-V21	V2-V6-V9-V10	V7-V13-V18-V20
<b>IJAUN</b>	V2-V3-V5-V7-V9-V11-V15-V17-V18	V4-V14-V16-V20	V1-V10-V12-V19	V6-V8-V13-V21

(1) Pour la variable MOUCH les variétés V13 et V17, chacune a des valeurs identiques.

**10.3.2 - Comparaison, entre les 21 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**

Les tableaux 10.3, 10.4 et 10.5 donnent les résultats statistiques de l'analyse de la variance qui a été appliqué pour comparer, entre les 21 variétés de blé dur, les moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur les variétés pour les données de l'année 2003/2004, de l'année 2004/2005 et pour les données de l'ensemble des deux années.

Dans ce cas également, nous n'observons que des différences hautement significatives à très hautement significatives entre les 21 variétés de blé et ceci quelque soit la matrice de données traitées.

Tableau 10.3. - comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2003/2004: Résultats de l'analyse de la variance

<b>Variables</b>	<b>Ddl</b>	<b>SCE</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>obs</sub></b>	<b>P</b>
<b>RDTS</b>	20	223,480	11,170	5,61	0,000***
<b>PMG</b>	20	1155,910	57,800	12,76	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	140,409	7,020	263,45	0,000***
<b>MITA</b>	20	4102,007	205,100	2550,95	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	23,130	1,156	454,53	0,000***
<b>CEND</b>	20	1,132	0,057	33,00	0,000***
<b>HUM</b>	20	59,429	2,971	447,95	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	0,277	0,014	2,88	0,002**
<b>IJAUN</b>	20	52,608	2,630	16,77	0,000***

Tableau 10.4. - comparaison, entre les 21 variétés, des valeurs moyennes de chacune des 9 caractéristiques mesurées pour l'année 2004/2005: Résultats de l'analyse de la variance.

<b>Variables</b>	<b>Ddl</b>	<b>SCE</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>obs</sub></b>	<b>P</b>
<b>RDTS</b>	20	246,588	12,329	39,22	0,000***
<b>MPG</b>	20	1435,276	71,764	114,65	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	121,640	6,082	459,66	0,000***
<b>MITA</b>	20	3215,000	160,800	14,39	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	22,697	1,135	13,57	0,000***
<b>CEND</b>	20	0,994	0,050	9,79	0,000***
<b>HUM</b>	20	39,456	1,973	163,17	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	3,324	0,166	18,82	0,000***
<b>IJAUN</b>	20	45,844	2,292	16,07	0,000***

Tableau 10.5. - Comparaison, entre variétés, des moyennes de chacune des caractéristiques pour l'ensemble des deux années: Résultats de l'analyse de la variance.

Variables	ddl	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
<b>RDTS</b>	20	312,330	15,616	5,40	0,000***
<b>PMG</b>	20	2041,040	102,050	12,57	0,000***
<b>PROTKH</b>	20	212,407	10,620	18,69	0,000***
<b>MITA</b>	20	4908,430	245,420	8,35	0,000***
<b>MOUCH</b>	20	27,913	1,395	3,74	0,000***
<b>CEND</b>	20	1,312	0,065	4,03	0,000***
<b>HUM</b>	20	73,890	3,694	15,01	0,000***
<b>IBRUN</b>	20	1,906	0,095	2,35	0,003**
<b>IJAUN</b>	20	54,124	2,706	2,59	0,001***

#### 10.4 - Résultats des analyses statistiques multivariées

##### 10.4.1 - Comparaison, entre variétés, pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA

Les tests statistiques de l'analyse de la variance multivarée (MANOVA) appliqués séparément à la matrice des données de chacune des deux années, et à la matrice des données de l'ensemble des deux années conduisent aux mêmes résultats, c'est-à-dire à l'existence de différences hautement significatives à très hautement significatives entre les 21 variétés de blé dur étudiées (Tableau 10.6).

Tableau 10.6- Comparaison, entre variétés, pour l'ensemble des caractéristiques pour la même année et pour l'ensemble des 2 années : Résultats des tests de la MANOVA appliqués à la matrice des données de chacune des 2 années et à la matrice de l'ensemble des deux années du site de Sidi Bel-Abbes.

Année	Tests statistiques	Valeur observée du test	F <sub>obs</sub>	P
<b>2003/2004</b>	Wilk's	0,000	68,325	0,000***
	Lawley-Hotelling	2466,290	441,497	0,000***
	Pillai's	7,484	10,369	0,000***
<b>2004/2005</b>	Wilk's	0,000	30,850	0,000***
	Lawley-Hotelling	563,675	100,905	0,000***
	Pillai's	7,688	12,306	0,000***
<b>L'ensemble des 2 années</b>	Wilk's	0,000	1,676	0,001***
	Lawley-Hotelling	27,304	1,702	0,002**
	Pillai's	5,257	1,475	0,004**

### 10.4.2. - Résultats de l'ACP

Le tableau 10.7 présente les valeurs des paramètres statistiques de l'ACP qui a été appliqué à l'ensemble des données des deux années du site de Sidi Bel-Abbes.

Tableau 10.7. - Résultats de l'ACP des quatre premiers axes, obtenus pour chacune des deux années 2004, 2005 et pour l'ensemble des deux années à partir des 10 caractéristiques mesurées sur les 21 variétés de blé dur du site Sidi Bel Abbes.

Paramètres statistiques	CP1	CP2	CP3	CP4
Valeur propre	3,285	1,405	1,218	1,049
pourcentage expliqué (%)	32,800	14,100	12,200	10,500
Pourcentage cumulé (%)	32,800	46,900	59,100	69,600

La figure 10.1 montre l'histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux et en même temps la courbe du pourcentage cumulé de la variation expliquée par les différents axes principaux.

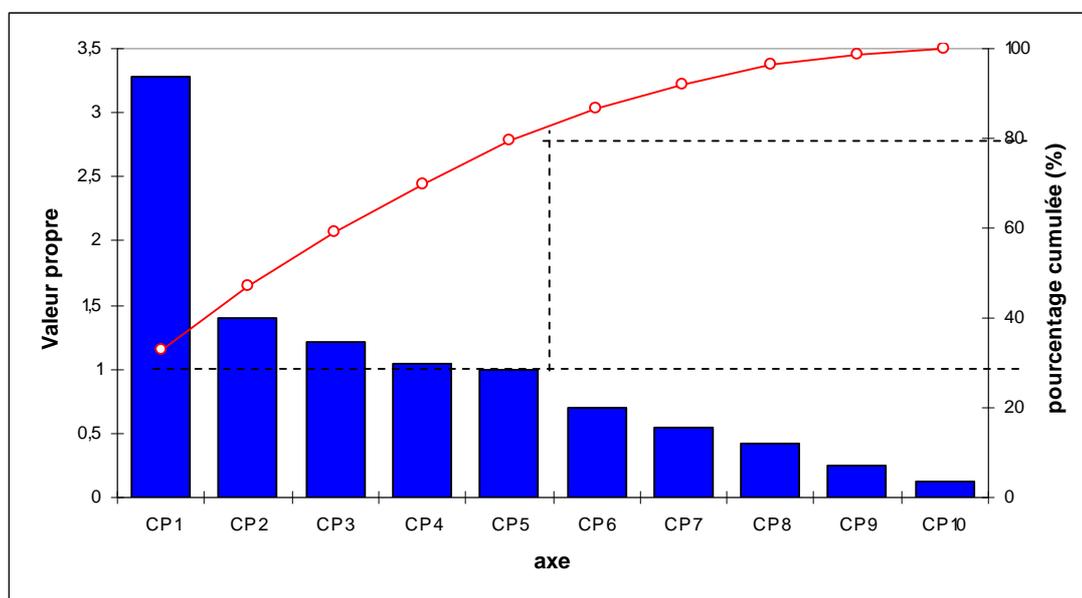


Figure 10.1. - Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Sidi Bel Abbes.

D'autre part, l'analyse des corrélations carrées du tableau 10.8 fait ressortir les très fortes corrélations avec l'axe 1 des variables P.M.G, PROTKH, MITA, IBRUN et IJAUN. En effet, les valeurs des corrélations carrées varient de 43,1% à 65,5%.

L'axe 2 est très fortement corrélé avec uniquement la variable moucheture ( $\text{corr}^2=65,2\%$ ), alors que l'axe 3 n'est corrélé qu'avec le RDT ( $\text{corr}^2=41,6\%$ ) et l'axe 4 avec la variable CEND ( $\text{corr}^2=49,7\%$ ).

Tableau 10.8. - Valeurs des corrélations et corrélations carrées des variables initiales avec les 4 premières composantes principales, et information prise en compte par le premier plan factoriel représenté par les axes 1 et 2 pour l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Sidi Bel Abbès.

Variable	Axes principaux								
	CP1		CP2		CP3		CP4		Plan factoriel 1-2
	Corr	Corr <sup>2</sup> %	Corr	%Corr <sup>2</sup>	Corr	% Corr <sup>2</sup>	Corr	% Corr <sup>2</sup>	Corr <sup>2</sup> (%)
<b>RDTS</b>	0,552	30,5	-0,329	10,9	-0,438	19,2	-0,231	05,3	41,4
<b>MPG</b>	0,723	52,3	0,264	07,0	0,239	05,7	-0,203	04,1	59,3
<b>PROTKH</b>	0,656	43,1	-0,501	25,1	-0,269	07,2	-0,358	12,8	68,2
<b>RDT</b>	0,250	06,3	-0,126	01,6	0,645	41,6	-0,165	02,7	07,9
<b>MITA</b>	-0,700	49,0	0,121	01,5	-0,206	04,2	0,227	05,2	50,5
<b>MOUCH</b>	0,200	04,0	0,808	65,2	-0,228	05,2	-0,143	02,0	69,2
<b>CEND</b>	0,407	16,5	-0,344	11,8	0,215	04,6	0,705	49,7	28,3
<b>HUM</b>	0,441	19,5	0,030	00,1	-0,557	31,1	0,396	15,7	19,6
<b>IBRUN</b>	-0,646	41,7	-0,363	13,2	-0,012	0,0	-0,133	01,8	54,9
<b>IJAUN</b>	0,810	65,5	0,205	04,2	0,169	02,8	0,236	05,6	69,7

### Analyse du nuage de points: cercle de corrélations

L'examen du plan factoriel 1-2 (figure 10.2) montre que les caractéristiques technologiques: RDTS, P.M.G, PROTKH, MITA, MOUCH, IBRUN et IJAUN sont proches du cercle de corrélations et présentent des valeurs de  $\text{corr}^2$  élevées allant de 41,4% à 69,7%. Ces variables sont très bien représentées dans le premier plan.

Les autres variables sont proches de l'origine et sont par conséquent mal représentées et possèdent de faibles valeurs des corrélations carrées (variant de 07,9% à 28,3%).

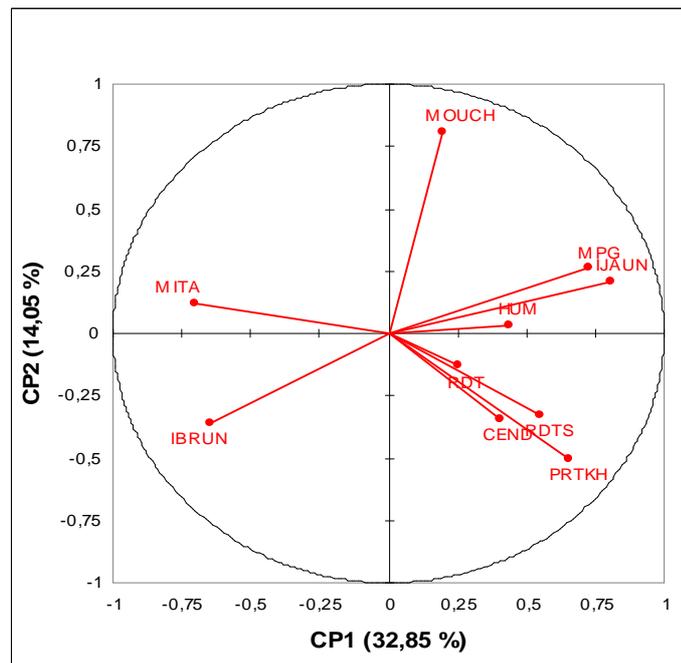


Figure 10.2. - Représentation graphique des 10 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2 obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Sidi Bel Abbas.

### Analyse du nuage de points-variétés: graphique des individus

La figure 10.3 représente graphiquement les 21 variétés de blé dur dans le plan factoriel 1-2 à l'aide des valeurs du  $\text{cos}^2$  des deux axes 1 et 2 du tableau 10.9.

A partir de cette figure on constate que les variétés V3, V8, V9, V10, V15, V16, V17, V19, et V21 sont bien représentées par le plan engendré par les axes 1 et 2. Ces variétés ont d'ailleurs des valeurs de  $\text{cos}^2$  dans le plan très élevées allant de 50% à 86,3%. Par contre les autres variétés sont proches de l'origine et ont des valeurs du cosinus carré faibles variant entre 04,7% et 45%. Ces variétés sont mal ou très peu prises en compte par les axes 1 et 2.

Tableau 10.9. - Valeurs des scores des 4 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants en % et valeurs des cosinus carrés du premier plan factoriel 1-2, obtenus à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site de Sidi Bel Abbès.

Variétés	CP1		CP2		CP3		CP4		Plan factoriel 1-2
	scores	Cos <sup>2</sup> (%)	Cos <sup>2</sup> (%)						
V1	-0,506	02,1	0,969	07,5	-1,617	21,0	-1,984	31,6	09,6
V2	-0,662	04,8	-0,199	00,4	2,010	44,6	1,263	17,6	05,2
V3	-4,135	83,1	-0,810	03,2	1,028	05,1	-0,284	00,4	86,3
V4	-0,597	09,5	-0,527	07,4	0,638	10,8	-0,708	13,3	16,9
V5	1,489	21,7	-0,633	03,9	0,940	08,7	-1,963	37,8	25,6
V6	0,531	11,1	-0,019	0,000	-0,252	02,5	0,295	03,4	11,1
V7	0,747	13,5	-0,748	13,6	0,317	02,4	0,110	00,3	27,1
V8	-2,505	54,8	1,355	16,0	-1,193	12,4	0,752	04,9	70,8
V9	2,902	74,8	-0,018	0,0	0,496	02,2	-0,406	01,5	74,8
V10	-1,513	15,2	2,324	35,8	-0,726	03,5	-0,251	00,4	51
V11	0,555	07,0	-0,697	11,1	0,577	07,6	0,335	02,6	18,1
V12	2,367	45,0	0,065	0,000	-1,373	15,1	-0,639	03,3	45,0
V13	-0,433	04,2	-0,657	09,8	-0,582	07,7	0,029	0,0	14,0
V14	-0,231	00,6	0,588	04,1	0,759	06,9	-1,802	38,8	04,7
V15	-1,591	40,7	-1,003	16,2	-0,021	0,0	0,101	00,2	56,9
V16	1,080	07,3	3,071	59,1	1,664	17,4	0,705	03,1	66,4
V17	-2,491	43,2	-0,934	06,1	-1,786	22,2	0,203	00,3	49,3
V18	1,952	28,3	0,884	05,8	-1,582	18,6	2,204	36,1	34,1
V19	2,052	30,7	-2,341	40,0	-0,999	07,3	0,682	03,4	70,7
V20	-1,270	21,6	-0,739	07,3	1,140	17,4	1,229	20,2	28,9
V21	2,259	58,9	0,069	00,1	0,563	03,7	0,128	00,2	59,0

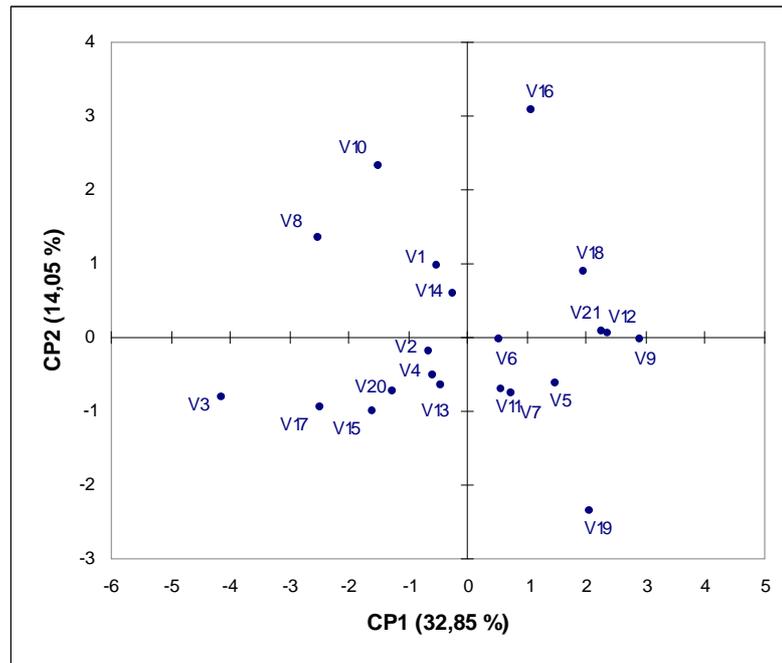


Figure 10.3. - Représentation graphique des points individus (variétés) dans le plan Factoriel 1-2, obtenu à partir des données de l'ensemble des deux années 2004 et 2005 du site Sidi Bel Abbès.

#### 10.4.3 - Analyse hiérarchique: résultats statistiques

La recherche des groupes homogènes de variétés de blé dur pour le site de Sidi Bel-Abbès, en utilisant le lien simple, la distance carrée de Pearson et un niveau de similarité de 80% a permis d'observer 14 groupes de variétés de blé dur. Ces groupes ont été déterminé à partir des moyennes des données des deux années observés sur dix caractéristiques technologiques.

Les différents groupes obtenus sont donnés par la figure 10.4 et le tableau 10.10.

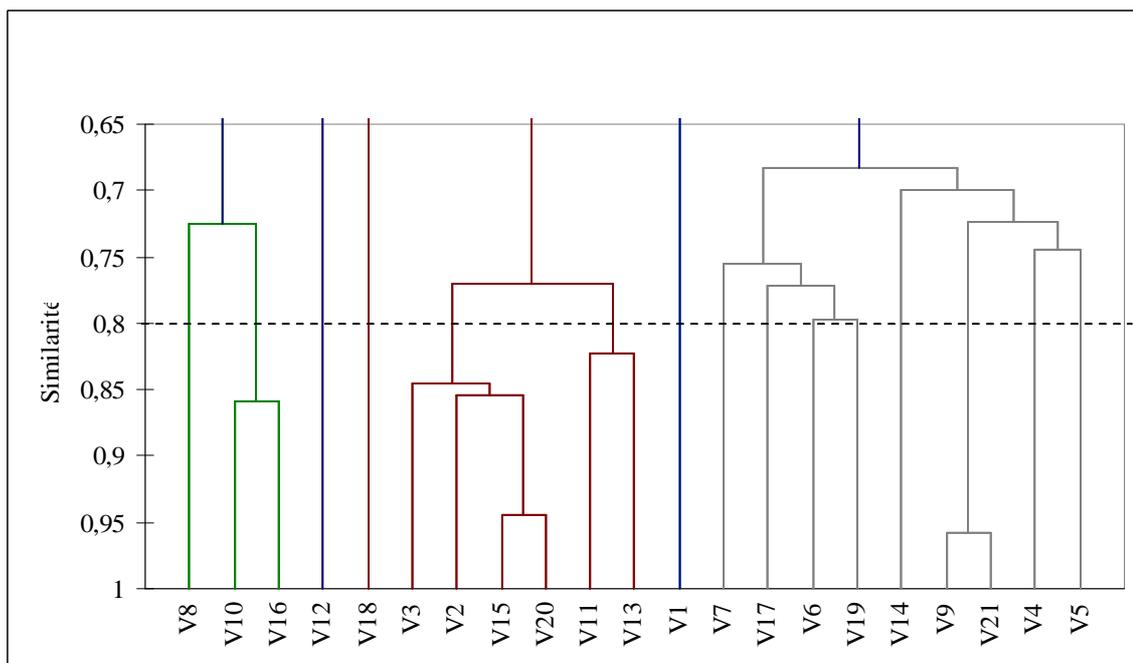


Figure 10.4. - Dendrogramme du regroupement des 21 variétés de blé dur obtenu, à l'aide de la méthode du lien simple et la distance carrée de Pearson, sur les données des deux années pour le site de Sidi Bel-Abbes.

Tableau 10.10. - Groupes de variétés de blé dur homogènes obtenus par l'analyse hiérarchique sur l'ensemble des données des deux années pour le site de Sidi Bel-Abbes.

Groupe	Symbole des variétés	Variétés
1 <sup>er</sup>	V8	Kebir
2 <sup>ème</sup>	V10 et V16	Mexicali (Tassili) et Simeto (Sersou)
3 <sup>ème</sup>	V12	Oued Zenati
4 <sup>ème</sup>	V18	Vitron (Horrar)
5 <sup>ème</sup>	V3, V2, V15 et V20	Cirta (Hedba/Gd ovz 619), Bidi 17/waha /Bidi17, Sahel et Sahel
6 <sup>ème</sup>	V11 et V13	Sahel et Ofanto (Oursenis)
7 <sup>ème</sup>	V1	Bidi 17
8 <sup>ème</sup>	V7	Inrat (Sabaou)
9 <sup>ème</sup>	V17	Tell 76
10 <sup>ème</sup>	V6 et V19	Hedba 03 et Waha
11 <sup>ème</sup>	V14	Polonicum (Chougrane)
12 <sup>ème</sup>	V9 et V21	Mohamed Ben Bachir et Duillio
13 <sup>ème</sup>	V4	Gloire de Montgolfier (Rahouia 80)
14 <sup>ème</sup>	V5	Guemgoum R'Khem

# **Chapitre 11**

## **Comparaison entre sites**

## **Chapitre 11. - Comparaison entre sites**

### **11.1 - Introduction**

Dans ce chapitre relatif à l'étude de la variation spatiale des différentes caractéristiques technologiques des 21 variétés de blé dur, nous procéderons à la comparaison des moyennes entre les trois sites, d'une part, pour chacune des deux années séparément (paragraphe 11.2) et, d'autre part, pour l'ensemble des deux années en même temps (paragraphe 11.3).

### **11.2 - Comparaison, entre sites, par année**

La comparaison, entre les trois sites, des moyennes des 9 caractéristiques observées pour chacune des 21 variétés a été effectuée à l'aide du test d'analyse de la variance à un critère de classification. Les résultats obtenus pour les données de chacune des deux années, séparément, sont donnés en annexes par les tableaux D.1 et D.2.

Cependant, les tableaux 11.1 et 11.2 synthétisent les résultats en question et présentent ainsi les différentes variétés de blé dur par caractéristique étudiée selon le niveau de signification observé dans la comparaison, entre les trois sites, pour chacune des 21 variétés.

L'examen de ces résultats synthétiques montre que très peu de variétés ne présentent pas de différences significatives entre les trois sites et ceci quelque soit la caractéristique technologique prise en considération et quelque soit l'année d'étude.

Aussi, ce ne sont pas toujours les mêmes variétés qui présentent ou qui ne présentent pas de différences significatives entre sites pour la même caractéristique et pour les deux années.

Tableau 11.1. - Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison, entre les trois sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur les 21 variétés de blé dur pour l'année 2003/2004. Classement des variétés par niveaux de signification.

<b>Caractéristiques</b>	<b>N.S</b>	<b>S</b>	<b>H.S</b>	<b>T.H.S</b>
<b>RDTS</b>	V2-V8-V10-V15	V12	V6-V7-V11- V13-V17- V19	V1-V3-V4-V5-V9- V14-V16-V18-V20- V21
<b>MPG</b>	V1-V2-V3-V5- V12- V14-V15-V16-V20	V17-V18-V21	V8-V13-V19	V4-V6-V7_V9-V10- V11
<b>PROTKH</b>	V16	V20	V3-V11- V15-V17	V1-V2-V4-V5-V6- V7-V8-V9-V10-V12- V13-V14-V18-V19- V21
<b>MITA</b>	V1-V2-V7-V20-V21	V3-V11-V13	V6-V10- V14-V15- V18	V4-V5-V8-V9-V12- V16-V17-V19
<b>MOUCH</b>	V2	V3-V4-V5-V6-V9- V17-V21	V7-V15- V16-V20	V1-V8-V10-V11- V12-V13-V14-V18- V19
<b>CEND</b>	V2-V12-V18-V20	V3-V6-V9-V11	V7-V8-V14- V15-V17	V1-V4-V5-V10-V13- V16-V19-V21
<b>HUM</b>				TOUTES LES VARIETES
<b>IBRUN</b>	V1-V5-V6-V8-V9- V10-V11-V14-V16- V18-V19-V20	V2-V3-V4-V12-V15- V17-V21	V13	V7
<b>IJAUN</b>	V2-V5	V9-V18	V1-V3-V16- V20	V4-V6-V7-V8-V10- V11-V12-V13-V14- V15-V17-V19-V21

Tableau 11.2. - Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison, entre les trois sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur les 21 variétés de blé dur pour l'année 2004/2005. Classement des variétés par niveaux de signification.

Caractéristiques	N.S	S	H.S	T.H.S
<b>RDTS</b>	V11-V12	V7-V19	V4-V10-V16	V1-V2-V3-V5-V6-V8-V9-V13-V14-V15-V17-V18-V20-V21
<b>MPG</b>	V5-V6-V8-V12-V14-V16-V18-V21	V4-V15-V19	V11-V13-V17	V1-V2-V3-V7-V9-V10-V20
<b>PROTKH</b>		V5	V2-V15-V17-V21	V3-V4-V5-V6-V7-V8-V9-V10-V11-V12-V13-V14-V16-V18-V19-V20
<b>MITA</b>	V11-V20	V3-V5-V9	V1-V2-V4-V6-V7-V14-V15-V16-V18-V19-V21	V8-V10-V12-V13-V17
<b>MOUCH</b>	V2-V15	V3-V6-V8-V11-V19-V21	V4-V7-V17	V1-V5-V9-V10-V12-V13-V14-V16-V18-V20
<b>CEND</b>	V2-V5-V12-V14-V15-V21	V3-V8-V17-V19	V11-V16-V18	V1-V4-V6-V7-V9-V10-V13-V20
<b>HUM</b>		V9-V10	V21	V1-V2-V3-V4-V5-V6-V7-V8-V11-V12-V13-V14-V15-V16-V17-V18-V19-V20
<b>IBRUN</b>	V4 V17	V1 V5	V2 V3 V12 V15 V16	V6 V7 V8 V9 V10 V11 V13 V14 V18 V19 V20 V21
<b>IJAUN</b>	V2 V5 V10 V14 V19	V3 V7 V15 V17	V4 V8 V11 V16 V20	V1 V6 V9 V12 V13 V18 V21

**NB : N.S** = des différences non significatives entre années pour les variétés citées.

**S** = des différences significatives entre années pour les variétés citées.

**H.S** = des différences hautement significatives entre années pour les variétés citées.

**T.H.S** = des différences très hautement significatives entre années pour les variétés citées.

### **11.3 - Comparaison, entre sites, pour l'ensemble des deux années**

Les résultats du test d'analyse de la variance donnés en annexes D par le tableau D.3 et relatifs à la comparaison, entre les trois sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques obtenus sur la matrice de données de l'ensemble des deux années pour les différentes variétés de blé, sont synthétisés et présentés dans le tableau 11.3.

L'analyse des résultats du tableau en question montre que la majorité des variétés (soit plus de 50%) ne présentent pas de différences significatives entre les trois sites et ceci quelque soit la caractéristique étudiée, exceptée la caractéristique humidité où il y a uniquement 7 variétés qui ne présentent pas de différences significatives entre sites.

D'autre part, ce ne sont pas toujours les mêmes variétés qui présentent ou ne présentent pas de différences significatives entre sites pour les 9 caractéristiques.

On constate donc, par comparaison aux résultats obtenus par année, que plus les données sont importantes, c'est-à-dire obtenues sur plusieurs années, plus il y a une stabilité spatiale des différentes caractéristiques technologiques des différentes variétés de blé dur. Les résultats du tableau 11.4 suivant, et qui sont caractérisés par la figure 11.1 montrent bien le nombre de variétés, par année et pour l'ensemble des deux années, ne présentant pas de différences significatives entre les trois sites pour chacune des 9 caractéristiques examinées.

Tableau 11.3. - Résultats de l'analyse de la variance de la comparaison, entre les trois sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques observées sur les 21 variétés de blé dur pour l'ensemble des deux années. Classement des variétés par niveaux de signification.

<b>Caractéristiques</b>	<b>N.S.</b>	<b>S.</b>	<b>H.S.</b>	<b>T.H.S.</b>
<b>RDTs</b>	V1-V3-V4-V7-V8-V9- V11- V13- V15- V16- V17	V5- V6- V10- V12- V19	V2	V14- V1- V20- V21
<b>MPG</b>	V1 -V5-V6 -V8 -V12 - V13 -V14 -V15 -V16 - V18- V19 -V21	V4	V2 -V10 -V17 -V20	V3 -V7 -V9 -V11
<b>PROTKH</b>	V1- V2- V3- V5- V8- V9- V11- V13- V15- V16- V18- V20- V21	V6- V7- V10- V17- V19		V4- V12- V14
<b>MITA</b>	V2- V4- V6- V7- V9- V11- V14- V16- V18- V19- V20 -V21	V1- V10- V13	V3	V5- V8- V12- V15- V17
<b>MOUCH</b>	V2 -V4 -V5 -V7 -V9 - V10 -V11 -V12 -V13 - V14 -V15 -V17 -V19- V21	V6- V8	V1- V18	V3- V16- V21
<b>CEND</b>	V2- V3- V4- V5- V6- V7- V8- V9- V10- V11- V12- V13- V15 - V16- V17- V18- V19- V21	V14	V20	V1
<b>HUM</b>	V1 V2 V4 V11 V12 V17 V18	V7 V8 V9 V13	V10	V3 V5 V6 V14 V15 V16 V19V20 V21
<b>IBRUN</b>	V1- V2- V4- V5- V6- V9- V10- V12- V13- V15- V16- V17- V18- V19- V20	V8- V11- V14	V7	V3- V21
<b>IJAUN</b>	V1- V2- V4- V5- V6 - V8- V9- V10- V12- V14- V16- V18- V19- V20	V11 V13 V17	V3 V21	V7 -V15

Tableau 11.4. - Nombre de variétés de blé dur ne présentant pas de différences significatives, entre les trois sites, par année et pour l'ensemble des deux années et par caractéristique.

variables	2003/2004	2004/2005	Ensemble des deux années
<b>RDT</b>	4	2	11
<b>MPG</b>	9	8	12
<b>PROTKH</b>	1	0	13
<b>MITA</b>	5	2	12
<b>MOUCH</b>	1	2	14
<b>CEND</b>	4	6	18
<b>HUM</b>	0	0	7
<b>IBRUN</b>	12	2	15
<b>IJAUN</b>	2	5	14

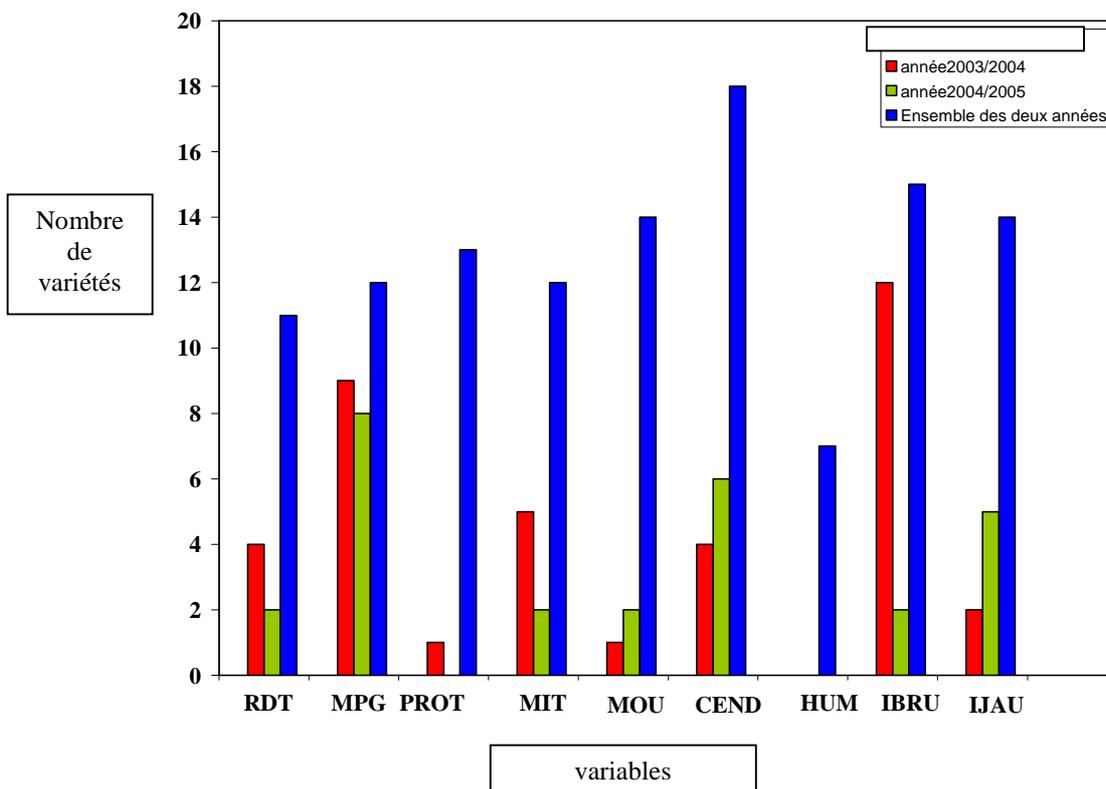


Figure 11.1. - Histogramme du nombre de variétés de blé dur ne présentant pas de différences significatives, entre les trois sites, par année et pour l'ensemble des deux années.

## **Conclusion générale et perspectives**

## **Conclusion générale et perspectives**

Le présent travail a trait à l'étude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques observées sur 21 variétés de blé dur cultivées en Algérie, durant deux années consécutives et sur trois sites différents.

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 et ceci quelque soit le site d'étude pris en considération.

D'autre part, le test d'analyse de la variance univariée a montré qu'il existe des différences hautement significatives entre les 21 variétés de blé dur et ceci pour chacune des 9 caractéristiques étudiées. Ces conclusions ont d'ailleurs été obtenues pour chacune des deux années séparément et pour l'ensemble des données des deux années et ceci pour chacun des trois sites étudiés.

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 21 variétés de blé dur pour chacune des deux années et pour l'ensemble des données des deux années, et toujours quelque soit le site étudié.

Par ailleurs, l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP) et l'analyse hiérarchique sur la matrice globale des moyennes des deux années pour chacun des trois sites ont donné des groupes de variétés homogènes qui ne sont pas toujours les mêmes pour les trois sites.

Cependant, la comparaison entre les trois sites a montré que très peu de variétés sont stables et ne présentent pas de différences significatives entre les trois sites et ceci quelque soit la caractéristique prise en considération et quelque soit l'année d'étude. Aussi, ce ne sont pas toujours les mêmes variétés qui présentent ou qui ne présentent pas de différences significatives entre les sites pour la même caractéristique et pour les deux années.

Par contre, la comparaison entre les trois sites, des moyennes des données de l'ensemble des deux années a montré que la majorité des variétés sont restées stables et ne présentent pas de variations significatives entre les trois sites pour toutes les caractéristiques (exceptée la variable humidité). Ainsi donc, par comparaison aux résultats obtenus par année, on constate que plus les données sont importantes, c'est-à-dire obtenues sur plusieurs années, plus il y a une stabilité spatiale des différentes caractéristiques technologiques des 21 variétés de blé dur.

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

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- ABECASSIS J., AUTRAN J.C., ADDA J. (1990). La qualité technologique des blés. Le blé à l'INRA : Recherches et innovations. *Revue mensuelle INRA*. N°4. pp. 6-9.
- ABECASSIS J. (1996) Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Ind. Céréales*, 81 :25-37
- ABECASSIS J. (1993). Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Ind. Céréales* N° 81, pp 35.
- ADAMS W.T. et R.W. Allard. (1982)."Mating system variation in *Festuca microstachys*". *Evolution*, 35:591-595.
- ALARY R., CHAURAND M., COMBE D., GARCON-MARCHAND O. (1985). Caractéristiques technologiques des variétés de blés durs. *Laboratoire de technologie des céréales. I.N.R.A. Montpellier*.pp.1-10.
- BALDY C. (1993a). Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum* sp). *Ann. Agron.* (Paris). Pp 241-276.
- 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.
- BAUTISTA M.G., Smith D.W., Steiner R.L. A .(1997). Cluster-based approach to means separation. *J. Agric.Biol. Environ.Stat.*2(2), 198-211.
- 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, 17-19 Nov.
- BELAID D. (1996). *Aspects de la céréaliculture algérienne*. INES. D'Agonomie. Batna. 187p.
- BOZZINI A. (1988)."Origine, distribution, and production of durum wheat in the world.". Dans Fabriani G. et C.Lintas (éd). *Durum: chemistry and Technology*. AACC (Minnesota), Etats-Unis. P. 1-16.
- 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. 317p.

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. 317p.

CIAFFI M., LAFIANDRA D., TURCHETTA T., RAVAGLIA S., BARIANA H., GUPTA R., MAC RITCHIE F. (1995). Breeding Potential of Durum Wheat Lines expressing Both X- and Y- Type Subunits 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<sup>ème</sup> Ed. 351 p.

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

COX .T.F., Cowpertwait P.S.P.(1992). Clustering population means under heterogeneity of variance. *Statistician* 41 (5), 591-598.

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, semolina, and pasta in Europe. In *Durum Wheat: Chemistry and Technology. Association of cereal chemists*, St Paul, MN, U.S.A. pp. 217.

DAGNELIE P. (1982). *Analyse statistique à plusieurs variables*. Les presses agronomiques de Gembloux. 362 p.

DAGNELIE P. (1999). *Statistique théorique et appliquée*. Tome 02. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bruxelles. Université D&L. 659p.

DESCLAUX D., SAMSON MF., CARON D. (2005). Qualité du blé dur en zone traditionnelle : diagnostic en partenariat et avancées multidisciplinaires. *Symposium international « Territoires et Enjeux du Développement Régional »*. INRA-PSDR. France.

DESCLAUX D. (2005). Amélioration de la valeur technologique et commerciale du blé dur : vers une réduction des taux de moulture et de mitadin. *Rapport du projet de recherche*. INRA. Montpellier. France.

DE VRIES, A.P. (1971). "Flowering Biology of Wheat, Particularly in View of Hybrid Seed Production-A Review". *Euphytica*, 20:152-170.

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<sup>ème</sup> Journées Scientifiques sur le blé dur*. Constantine.

EL KHERRAK H.(1993). Etude des méthodes de comparaisons multiples et de classification des moyennes en expérimentation agronomique. Gembloux, faculté des sciences agronomique , 196 p.

FEILLET P. (1986). L'industrie des pâtes alimentaires : Technologies de fabrication, qualité des produits finis et des matières premières. *Ind. Agric. Aliment.* N°103. pp. 979 - 989.

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. (2000). Le grain de blé. Composition et utilisation. *Edition INRA*. Pp.58-75.

FERRET M. (1996). Blé dur, objectif qualité. *Ed. ITCF*. 43p.

FISCHER R.A. (1985). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.* 108, pp. 447-461.

GATE P. (1995). Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. *Ed Lavoisier*. 429p.

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.

GRANGER Y., (1979). *Relations spatiales en culture de blé tendre d'hiver sous climat atlantique*. Thèse de Docteur Ing ENSA.Rennes.

HARRINGTON, J.B. (1932). "Natural outcrossing in wheat, oats, and barley at Saskatoon, Saskatchewan". *Scientific Agric.*, 12:470-483.

HUCL, P. (1996). "Out-crossing Rates for Ten Canadian Spring Wheat Cultivars". *Can. J. Plan Sci./Revue canadienne de phytotechnie*, 76:423-427. *International Grains Council*. 2002. World Grains Statistics. p 13-17.

HUCL, P. et M. Matus-Caiz. (2001). "Isolation distances for minimizing outcrossing in spring wheat." *Crop Sci.*, 41:1348-1351.

KOVACS M. I. P., POSTE L.M., BUTLER G., WOODS S. M., LEISLE D., NOLL J. S., DAHLKE G. (1995). Durum Wheat Quality: Comparison of Chemical and

Rheological Screening Tests With Sensory Analysis. *Journal of Cereal Science*, N° 25. pp.65 - 75.

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. (1995). Inheritance of B subunits of glutenin and  $\omega$ - and  $\gamma$ - gliadins in tetraploid wheats. *Theor. Appl. Genet* N°90. pp 1149-1157.

MACKEY J., (1968), Species relations in Triticum. *Proc.2<sup>nd</sup> International wheat genetic. Symposium*. Hereditas 2, 237-276.

MASLE-Meynard J., (1980). *L'élaboration du nombre d'épi chez le blé d'hiver. Influences des différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière*. Thèse Doc Ing. INA Paris, Grignon 274 pages.

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 dur (*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.

MOULE C., (1971). *Céréales II. Phytotechnie spéciale*. Ed la maison rustique Paris, 236 pages.

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 l'analyse canonique discriminante: principes et applications*. Notes tat. Inform. (Gembloux), 40 p.

PORCEDDU E. (1995). Durum Wheat Quality in the Mediterranean countries. *Séminaires Méditerranéens* N°22. ICARDA / CIHEAM / CIMMYT.

SAMSON M.F., MOREL M.H. (1995). Heat Denaturation of Durum Wheat Semolina  $\beta$ - Amylase : Effects of Chemical Factors 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<sup>ième</sup> Ed. 464p

TRENTESAUX E. (1995). Evaluation de la qualité du blé dur. Durum wheat quality in the Méditerranéan Region. *Seminaires Méditerranéan* N° 22.

VERNOOY R. (2003). *Les semences du monde*. L'amélioration participative des plantes. Un focus du centre de recherches pour le développement international. 109p.

WARDLAW IF., (2002). Interaction between drought and chronic hight tempiraure controlled environnement. *Annals of Botany*, 90:469-476.

ZADOKS, J.C., Chang T.T., Konzac, C.F., (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*14, 415-421.

# **ANNEXES**

**Annexe A**

**Résultats statistiques du site El**

**Khroub**

Tableau A.1. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2004 du site El-Khroub.

	<b>RDTS</b>	<b>MPG</b>	<b>PRTKH</b>	<b>MITA</b>	<b>MOCH</b>	<b>CEND</b>	<b>HUM</b>	<b>IBRN</b>	<b>IJAUN</b>
<b>V1</b>	75,958±0,052	53,130±0,957	17,022±0,233	14,173±0,974	0,040±0,069	1,153±0,064	12,370±0,098	9,069±0,071	18,183±0,814
<b>V2</b>	73,630±0,910	49,051±1,052	15,458±0,085	11,977±1,557	0,323±0,130	0,857±0,101	13,050±0,089	9,230±0,010	17,940±1,204
<b>V3</b>	74,535±0,148	50,127±3,460	15,153±0,127	25,600±4,284	0,493±0,273	0,697±0,129	12,593±0,076	9,068±0,026	18,690±0,350
<b>V4</b>	72,814±0,510	46,327±0,725	15,301±0,045	19,323±1,977	0,017±0,029	1,090±0,050	13,183±0,057	9,087±0,109	17,260±0,305
<b>V5</b>	77,171±0,178	53,655±4,479	18,547±0,093	20,417±2,822	1,263±0,220	1,113±0,045	13,633±0,140	8,385±1,101	18,293±0,172
<b>V6</b>	76,311±0,173	53,430±0,524	14,708±0,105	2,567±0,916	0,420±0,156	0,867±0,038	14,267±0,067	8,919±0,306	19,757±0,860
<b>V7</b>	76,579±0,120	56,200±0,975	16,946±0,176	11,703±1,402	0,057±0,060	0,697±0,067	13,983±0,085	9,161±0,027	20,677±0,495
<b>V8</b>	73,458±0,404	47,962±0,495	15,278±0,384	22,530±1,839	1,027±0,081	0,980±0,066	12,747±0,172	9,005±0,121	19,157±0,300
<b>V9</b>	73,919±0,897	47,622±0,813	15,251±0,655	16,560±1,214	0,410±0,105	1,070±0,046	13,087±0,065	8,947±0,228	18,243±0,625
<b>V10</b>	73,985±0,188	66,434±0,185	13,260±0,108	2,257±0,311	1,783±0,150	0,713±0,065	12,423±0,057	8,973±0,168	19,503±0,165
<b>V11</b>	73,899±0,503	51,546±1,184	16,265±0,442	11,783±0,218	1,810±0,256	1,107±0,065	11,813±0,130	9,024±0,087	17,520±0,265
<b>V12</b>	72,213±4,194	49,446±5,779	11,363±0,940	16,153±1,674	0,230±0,085	0,867±0,121	11,517±0,101	9,084±0,068	18,140±0,066
<b>V13</b>	77,395±0,308	58,592±1,155	18,215±0,180	19,950±0,265	0,030±0,026	1,013±0,070	12,693±0,042	8,880±0,140	19,097±0,271
<b>V14</b>	76,929±0,424	55,250±0,675	16,704±0,402	12,420±0,221	0,210±0,030	0,860±0,104	13,693±0,121	9,066±0,210	20,270±0,180
<b>V15</b>	73,922±0,248	48,420±0,747	13,639±0,887	9,757±0,570	0,517±0,176	0,617±0,047	13,460±0,106	9,040±0,080	19,657±0,191
<b>V16</b>	73,269±0,855	60,850±3,177	14,323±1,225	16,000±1,005	0,067±0,059	0,767±0,038	14,090±0,036	8,750±0,629	18,523±0,315
<b>V17</b>	76,113±0,946	48,634±0,925	16,767±0,630	9,017±0,979	0,250±0,072	1,063±0,061	13,880±0,089	8,394±0,531	18,727±0,296
<b>V18</b>	74,503±0,182	52,842±0,404	12,875±0,984	20,157±0,156	0,070±0,044	0,913±0,040	13,277±0,081	8,994±0,228	18,927±0,725
<b>V19</b>	73,639±0,555	54,939±0,379	13,215±0,259	16,857±1,606	0,003±0,006	0,723±0,083	14,190±0,036	9,018±0,159	17,503±0,247
<b>V20</b>	74,920±0,296	52,591±2,654	15,827±0,391	10,657±0,565	1,297±0,166	1,027±0,068	13,463±0,110	8,962±0,267	19,097±0,133
<b>V21</b>	75,802±0,135	59,957±1,070	18,389±0,303	5,160±1,301	0,747±0,201	1,130±0,036	14,017±0,065	9,176±0,105	19,840±0,215

Tableau A.2. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2005 du site El-Khroub.

	<b>RDTS</b>	<b>MPG</b>	<b>PRTKH</b>	<b>MITA</b>	<b>MOCH</b>	<b>CEND</b>	<b>HUM</b>	<b>IBRN</b>	<b>IJAUN</b>
<b>V1</b>	71,169±0,463	54,689±0,082	16,680±0,146	5,123±3,173	1,407±0,297	1,137±0,060	14,167±0,080	9,135±0,021	19,897±0,225
<b>V2</b>	74,688±0,655	51,877±0,431	14,902±0,111	11,313±3,278	1,240±0,246	0,960±0,108	12,463±0,080	8,291±0,229	19,947±0,357
<b>V3</b>	72,048±0,374	51,787±0,963	16,395±0,142	13,770±4,974	0,260±0,215	0,917±0,094	13,167±0,070	8,997±0,076	18,010±0,310
<b>V4</b>	76,277±0,255	49,182±1,022	14,037±0,126	7,043±3,713	0,993±0,208	0,960±0,108	13,487±0,146	9,101±0,024	18,793±0,442
<b>V5</b>	73,911±0,232	58,876±0,227	18,247±0,093	21,683±6,056	0,480±0,190	0,780±0,105	13,427±0,163	8,839±0,174	19,437±0,412
<b>V6</b>	70,793±0,698	54,291±0,330	17,542±0,107	5,403±3,975	0,853±0,180	1,110±0,026	14,657±0,127	8,796±0,057	19,980±0,183
<b>V7</b>	75,297±0,769	55,189±0,400	18,218±0,042	10,267±2,483	1,277±0,302	1,063±0,121	14,040±0,085	9,056±0,029	20,143±0,122
<b>V8</b>	72,962±0,300	49,036±0,277	14,719±0,137	10,153±3,284	0,203±0,166	1,053±0,136	13,843±0,075	9,109±0,015	18,877±0,395
<b>V9</b>	76,307±0,188	55,474±0,703	18,614±0,069	8,510±1,963	0,230±0,173	1,103±0,065	13,747±0,130	9,097±0,025	20,200±0,056
<b>V10</b>	72,980±0,584	64,198±0,685	15,350±0,133	3,953±3,115	0,453±0,199	0,907±0,070	12,457±0,119	8,764±0,126	19,820±0,200
<b>V11</b>	75,798±0,496	55,249±0,520	17,468±0,164	10,247±2,095	0,923±0,057	0,773±0,097	13,200±0,056	9,135±0,032	19,737±0,338
<b>V12</b>	70,027±0,290	56,816±0,205	16,092±0,604	16,247±4,847	0,960±0,085	1,023±0,115	14,057±0,107	8,779±0,139	20,177±0,085
<b>V13</b>	74,392±0,496	53,952±0,690	17,877±0,096	8,927±2,389	0,577±0,174	1,120±0,040	13,510±0,087	8,038±0,011	20,000±0,303
<b>V14</b>	76,184±0,455	56,260±0,683	16,550±0,080	12,620±3,144	1,393±0,220	0,853±0,121	13,247±0,070	9,102±0,022	19,097±0,535
<b>V15</b>	76,645±0,395	50,602±0,654	15,883±0,104	12,193±4,038	1,890±0,155	0,933±0,090	13,453±0,106	9,170±0,013	19,307±0,440
<b>V16</b>	69,732±0,400	60,708±0,459	17,626±0,116	2,337±1,837	0,823±0,156	1,120±0,079	14,627±0,071	9,049±0,047	20,100±0,231
<b>V17</b>	74,083±0,622	49,360±0,314	16,595±0,152	21,433±3,906	0,610±0,111	0,663±0,075	12,743±0,100	9,045±0,009	17,083±0,669
<b>V18</b>	71,260±0,319	54,438±0,345	16,441±0,139	14,107±4,768	0,723±0,228	0,953±0,055	14,447±0,146	8,745±0,081	20,153±0,126
<b>V19</b>	75,021±0,857	56,163±0,468	18,381±0,143	6,473±3,346	0,963±0,087	0,933±0,057	14,153±0,093	9,161±0,025	19,877±0,237
<b>V20</b>	76,699±0,346	54,689±0,942	16,746±0,093	17,737±4,756	1,917±0,226	1,057±0,080	13,640±0,111	8,625±0,103	19,777±0,260
<b>V21</b>	76,253±0,331	60,268±0,476	18,178±0,037	10,010±2,984	2,133±0,110	0,920±0,053	14,483±0,186	9,196±0,013	20,200±0,060

Tableau A.3. - Comparaison entre années pour le site d'El-Khroub, des teneurs moyennes en RDTS.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	75,958	71,169	17,79	0,000***
V2	73,630	74,688	1,63	0,178 <sup>NS</sup>
V3	74,535	72,048	10,71	0,000***
V4	72,814	76,277	10,51	0,000***
V5	77,171	73,911	19,32	0,000***
V6	76,311	70,793	13,30	0,000***
V7	76,579	75,297	2,86	0,046*
V8	73,458	72,962	1,71	0,163 <sup>NS</sup>
V9	73,919	76,307	4,51	0,011*
V10	73,985	72,98	2,84	0,047*
V11	73,899	75,798	4,66	0,01*
V12	72,210	70,027	0,90	0,419 <sup>NS</sup>
V13	77,395	74,392	8,91	0,001***
V14	76,929	76,184	2,08	0,107 <sup>NS</sup>
V15	73,922	76,645	10,10	0,001***
V16	73,269	69,732	6,49	0,003**
V17	76,113	74,083	3,11	0,036*
V18	74,503	71,260	15,29	0,000***
V19	73,639	75,021	2,34	0,079 <sup>NS</sup>
V20	74,920	76,699	6,77	0,002**
V21	75,802	76,253	2,18	0,094 <sup>NS</sup>

Tableau A.4.- Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en PMG.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	53,130	54,689	2,81	0,048*
V2	49,051	51,877	4,31	0,013*
V3	50,130	51,787	0,80	0,468 <sup>NS</sup>
V4	46,327	49,182	3,95	0,017*
V5	53,660	58,876	2,02	0,114 <sup>NS</sup>
V6	53,430	54,291	2,41	0,074 <sup>NS</sup>
V7	56,20	55,189	1,66	0,172 <sup>NS</sup>
V8	47,962	49,036	3,28	0,031*
V9	47,622	55,474	12,66	0,000***
V10	66,434	64,198	5,46	0,005**
V11	51,546	55,249	4,96	0,008**
V12	49,450	56,816	2,21	0,092 <sup>NS</sup>
V13	58,592	53,952	5,97	0,004**
V14	55,250	56,260	1,82	0,143 <sup>NS</sup>
V15	48,420	50,602	3,81	0,019*
V16	60,850	60,708	0,08	0,943 <sup>NS</sup>
V17	48,634	49,360	1,29	0,268 <sup>NS</sup>
V18	52,842	54,438	5,20	0,007**
V19	54,939	56,163	3,52	0,024*
V20	52,590	54,689	1,29	0,266 <sup>NS</sup>
V21	59,957	60,268	0,46	0,669 <sup>NS</sup>

Tableau A.5. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en PROTKH.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	17,022	16,680	2,16	0,097 <sup>NS</sup>
V2	15,458	14,902	6,88	0,002**
V3	15,153	16,395	11,3	0,000***
V4	15,301	14,037	16,33	0,000***
V5	18,547	18,247	3,95	0,017*
V6	14,708	17,542	32,68	0,000***
V7	16,946	18,218	12,18	0,000***
V8	15,278	14,719	2,37	0,077 <sup>NS</sup>
V9	15,251	18,614	8,84	0,001***
V10	13,260	15,350	21,15	0,000***
V11	16,265	17,468	4,42	0,011*
V12	11,363	16,092	7,33	0,002**
V13	18,215	17,877	2,87	0,045*
V14	16,704	16,550	0,65	0,552 <sup>NS</sup>
V15	13,639	15,883	4,35	0,012*
V16	14,323	17,626	4,65	0,01*
V17	16,767	16,595	0,46	0,67 <sup>NS</sup>
V18	12,875	16,441	6,22	0,003**
V19	13,215	18,381	30,29	0,000***
V20	15,827	16,746	3,96	0,017*
V21	18,389	18,178	1,20	0,296 <sup>NS</sup>

Tableau A.- 6 Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en MITA.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	14,173	5,12	4,72	0,009**
V2	11,977	11,31	0,32	0,767 <sup>NS</sup>
V3	25,6	13,77	3,12	0,035*
V4	19,320	7,04	5,06	0,007**
V5	20,420	21,68	0,33	0,759 <sup>NS</sup>
V6	2,567	5,40	1,20	0,295 <sup>NS</sup>
V7	11,703	10,27	0,87	0,432 <sup>NS</sup>
V8	22,530	10,15	5,70	0,005**
V9	16,560	8,51	6,04	0,004**
V10	2,257	3,95	0,94	0,401 <sup>NS</sup>
V11	11,783	10,25	1,26	0,275 <sup>NS</sup>
V12	16,153	16,25	0,03	0,976 <sup>NS</sup>
V13	19,950	8,93	7,94	0,001***
V14	12,420	12,62	0,11	0,918 <sup>NS</sup>
V15	9,757	12,19	1,03	0,359 <sup>NS</sup>
V16	16,000	2,34	11,30	0,000***
V17	9,017	21,43	5,34	0,006**
V18	20,157	14,11	2,20	0,093 <sup>NS</sup>
V19	16,857	6,47	4,85	0,008**
V20	10,657	17,74	2,56	0,063 <sup>NS</sup>
V21	5,160	10,01	2,58	0,061 <sup>NS</sup>

Tableau A.7. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en MOUCH.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	0,040	1,407	7,76	0,001***
V2	0,323	1,240	5,71	0,005**
V3	0,493	0,260	1,16	0,31 <sup>NS</sup>
V4	0,017	0,993	8,06	0,001***
V5	1,263	0,480	4,66	0,01*
V6	0,420	0,853	3,15	0,034*
V7	0,057	1,277	6,85	0,002**
V8	1,027	0,203	7,71	0,002**
V9	0,410	0,230	1,54	0,199 <sup>NS</sup>
V10	1,783	0,453	9,26	0,001***
V11	1,810	0,923	5,85	0,004**
V12	0,230	0,960	10,46	0,000***
V13	0,030	0,577	5,38	0,006**
V14	0,210	1,393	9,22	0,001***
V15	0,517	1,890	10,13	0,001***
V16	0,067	0,823	7,88	0,001***
V17	0,250	0,610	4,7	0,009**
V18	0,070	0,723	4,87	0,008**
V19	0,003	0,963	18,99	0,000***
V20	1,297	1,917	3,83	0,019*
V21	0,747	2,133	10,48	0,000***

Tableau A.8. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en CEND.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	1,153	1,137	0,33	0,76 <sup>NS</sup>
V2	0,857	0,960	1,21	0,293 <sup>NS</sup>
V3	0,697	0,917	2,38	0,076 <sup>NS</sup>
V4	1,090	0,960	1,89	0,132 <sup>NS</sup>
V5	1,113	0,780	5,04	0,007**
V6	0,867	1,110	9,13	0,001***
V7	0,697	1,063	4,61	0,01*
V8	0,980	1,053	0,84	0,449 <sup>NS</sup>
V9	1,070	1,103	0,73	0,508 <sup>NS</sup>
V10	0,713	0,907	3,50	0,025*
V11	1,107	0,773	4,94	0,008**
V12	0,867	1,023	1,63	0,179 <sup>NS</sup>
V13	1,013	1,120	2,29	0,084 <sup>NS</sup>
V14	0,860	0,853	0,07	0,946 <sup>NS</sup>
V15	0,617	0,933	5,39	0,006**
V16	0,767	1,120	6,96	0,002**
V17	1,063	0,663	7,16	0,002**
V18	0,913	0,953	1,01	0,368 <sup>NS</sup>
V19	0,723	0,933	3,61	0,023*
V20	1,027	1,057	0,49	0,647 <sup>NS</sup>
V21	1,130	0,920	5,68	0,005**

Tableau A.9. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en HUM.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	12,370	14,167	24,50	0,000***
V2	13,050	12,463	8,49	0,001***
V3	12,593	13,167	9,62	0,001***
V4	13,183	13,487	3,35	0,029*
V5	13,633	13,427	1,67	0,171 <sup>NS</sup>
V6	14,267	14,657	4,72	0,009**
V7	13,983	14,040	0,81	0,461 <sup>NS</sup>
V8	12,747	13,843	10,11	0,001***
V9	13,087	13,747	7,86	0,001***
V10	12,423	12,457	0,44	0,685 <sup>NS</sup>
V11	11,813	13,200	16,97	0,000***
V12	11,517	14,057	29,89	0,000***
V13	12,693	13,510	14,64	0,000***
V14	13,693	13,247	5,54	0,005**
V15	13,460	13,453	0,08	0,942 <sup>NS</sup>
V16	14,090	14,627	11,68	0,000***
V17	13,880	12,743	14,70	0,000***
V18	13,277	14,447	12,14	0,000***
V19	14,190	14,153	0,64	0,559 <sup>NS</sup>
V20	13,463	13,640	1,96	0,122 <sup>NS</sup>
V21	14,017	14,483	4,11	0,015*

Tableau A.10. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en IBRUN.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	9,069	9,135	1,53	0,2 <sup>NS</sup>
V2	9,230	8,291	7,10	0,002**
V3	9,068	8,997	1,54	0,199 <sup>NS</sup>
V4	9,087	9,101	0,22	0,835 <sup>NS</sup>
V5	8,385	8,839	0,70	0,52 <sup>NS</sup>
V6	8,919	8,796	0,69	0,529 <sup>NS</sup>
V7	9,161	9,056	4,62	0,01*
V8	9,005	9,109	1,48	0,214 <sup>NS</sup>
V9	8,947	9,097	1,13	0,322 <sup>NS</sup>
V10	8,973	8,764	1,73	0,159 <sup>NS</sup>
V11	9,024	9,135	2,08	0,106 <sup>NS</sup>
V12	9,084	8,779	3,41	0,027*
V13	8,880	8,038	10,37	0,000***
V14	9,066	9,102	0,29	0,785 <sup>NS</sup>
V15	9,034	9,170	2,77	0,05*
V16	8,750	9,049	0,82	0,458 <sup>NS</sup>
V17	8,394	9,045	2,12	0,101 <sup>NS</sup>
V18	8,994	8,745	1,79	0,149 <sup>NS</sup>
V19	9,018	9,161	1,54	0,199 <sup>NS</sup>
V20	8,962	8,625	2,04	0,111 <sup>NS</sup>
V21	9,176	9,196	0,32	0,764 <sup>NS</sup>

Tableau A.11. - Comparaison entre années pour le site El-Khroub, des teneurs moyennes en IJAUN.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	18,183	19,897	3,51	0,025*
V2	17,940	19,947	2,77	0,05*
V3	18,690	18,010	2,52	0,066 <sup>NS</sup>
V4	17,260	18,793	4,95	0,008**
V5	18,293	19,437	4,44	0,011*
V6	19,757	19,980	0,44	0,683 <sup>NS</sup>
V7	20,677	20,143	1,81	0,144 <sup>NS</sup>
V8	19,157	18,877	0,98	0,384 <sup>NS</sup>
V9	18,243	20,200	5,40	0,006**
V10	19,503	19,820	2,12	0,102 <sup>NS</sup>
V11	17,520	19,737	8,94	0,001***
V12	18,140	20,177	32,85	0,000***
V13	19,097	20,000	3,85	0,018*
V14	20,270	19,097	3,60	0,023*
V15	19,657	19,307	1,26	0,275 <sup>NS</sup>
V16	18,523	20,100	6,99	0,002**
V17	8,727	17,083	3,89	0,018*
V18	18,927	20,153	2,89	0,045*
V19	17,703	19,877	12,01	0,000***
V20	19,097	19,777	4,03	0,016*
V21	19,840	20,200	2,79	0,049*

Tableau A.12. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar , des teneurs moyennes en RDTS.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	74,623	76,408	4,16	0,014*
V2	73,779	73,026	2,07	0,107 <sup>NS</sup>
V3	72,071	74,255	8,31	0,001***
V4	74,001	74,983	3,08	0,037*
V5	75,713	77,067	4,84	0,008**
V6	76,628	76,237	1,81	0,144 <sup>NS</sup>
V7	75,033	74,687	0,90	0,42 <sup>NS</sup>
V8	75,088	75,729	1,21	0,293 <sup>NS</sup>
V9	71,019	76,952	10,51	0,000***
V10	72,936	72,931	0,01	0,994 <sup>NS</sup>
V11	75,712	75,969	0,46	0,668 <sup>NS</sup>
V12	77,571	71,530	2,14	0,099 <sup>NS</sup>
V13	74,893	77,499	4,89	0,008**
V14	74,744	77,154	4,38	0,012*
V15	74,495	73,026	4,52	0,011*
V16	70,563	72,538	3,01	0,04*
V17	75,828	72,866	7,91	0,001***
V18	71,960	74,413	9,45	0,001***
V19	76,046	73,753	4,89	0,008**
V20	73,412	73,701	1,02	0,366 <sup>NS</sup>
V21	76,683	75,281	3,91	0,017*

**Annexe B**

**Résultats statistiques du site Oued**

**Smar**

Tableau B.1. -Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2003/2004 de site Oued Smar :

	<b>RDTS</b>	<b>MPG</b>	<b>PRTKH</b>	<b>MITA</b>	<b>MOCH</b>	<b>CEND</b>	<b>HUM</b>	<b>IBRN</b>	<b>IJAUN</b>
<b>V1</b>	74,623±0,473	50,917±0,409	15,653±0,367	11,420±2,696	1,140±0,243	0,898±0,047	13,613±0,230	9,076±0,109	19,720±0,633
<b>V2</b>	73,779±0,366	48,801±0,026	14,109±0,148	10,520±3,445	0,430±0,376	1,037±0,105	13,147±0,093	8,936±0,167	18,570±0,848
<b>V3</b>	72,071±0,437	47,383±0,112	15,662±0,202	14,777±5,870	0,927±0,190	0,877±0,065	12,237±0,095	8,889±0,137	17,610±0,537
<b>V4</b>	74,001±0,470	48,178±0,203	14,390±0,113	6,077±4,052	0,380±0,276	1,017±0,051	11,607±0,061	9,189±0,022	19,223±0,428
<b>V5</b>	75,713±0,450	55,875±0,278	16,497±0,160	12,193±3,517	1,440±0,484	0,863±0,040	12,603±0,175	8,876±0,186	18,067±0,219
<b>V6</b>	76,628±0,343	50,807±0,182	15,667±0,804	3,833±2,666	0,887±0,285	1,050±0,120	13,813±0,093	9,056±0,032	19,810±0,324
<b>V7</b>	75,033±0,654	50,713±0,131	15,495±0,509	11,310±4,155	0,227±0,280	0,837±0,067	12,293±0,137	9,019±0,039	20,020±0,137
<b>V8</b>	75,088±0,677	48,525±0,136	13,819±0,139	5,560±3,945	1,333±0,245	1,050±0,079	14,113±0,065	9,106±0,036	18,677±0,372
<b>V9</b>	71,019±0,570	60,308±0,178	16,378±0,227	9,783±2,657	1,133±0,502	1,097±0,038	13,753±0,126	8,877±0,200	20,063±0,176
<b>V10</b>	72,936±1,165	54,708±0,143	13,447±0,151	4,647±3,811	0,873±0,176	0,990±0,060	13,197±0,119	9,157±0,028	19,173±0,452
<b>V11</b>	75,712±0,684	50,335±0,287	18,036±0,088	7,153±3,337	0,233±0,251	0,967±0,068	12,637±0,096	9,107±0,051	19,710±0,318
<b>V12</b>	77,571±0,985	54,988±0,132	15,248±0,114	9,787±2,824	1,560±0,320	0,887±0,042	13,187±0,083	8,771±0,172	20,100±0,233
<b>V13</b>	74,893±0,866	58,532±0,114	17,455±0,087	8,750±5,832	0,817±0,221	1,077±0,105	13,337±0,125	9,191±0,045	20,113±0,223
<b>V14</b>	74,744±0,778	54,501±0,156	16,062±0,169	6,217±3,734	1,307±0,291	0,750±0,090	12,637±0,117	8,930±0,088	19,137±0,398
<b>V15</b>	74,495±0,471	49,940±0,098	13,252±0,084	17,050±4,281	1,330±0,383	0,853±0,091	13,113±0,060	9,193±0,062	18,070±0,391
<b>V16</b>	70,563±0,269	63,813±0,188	14,525±0,128	5,377±4,145	1,487±0,642	0,973±0,050	13,640±0,125	9,005±0,044	20,007±0,167
<b>V17</b>	75,828±0,638	46,227±0,305	15,308±0,093	9,920±3,178	0,540±0,336	0,850±0,089	12,437±0,122	9,181±0,068	19,270±0,445
<b>V18</b>	71,960±0,390	54,715±0,489	15,711±0,153	11,560±3,286	1,950±0,255	1,030±0,135	14,157±0,083	8,990±0,077	20,237±0,091
<b>V19</b>	76,046±0,773	51,930±0,306	17,356±0,118	5,873±3,857	1,553±0,375	1,123±0,055	13,797±0,097	9,078±0,050	19,803±0,414
<b>V20</b>	73,412±0,284	51,846±1,005	16,595±0,159	8,117±3,430	0,383±0,270	0,930±0,075	13,547±0,075	9,216±0,037	19,950±0,346
<b>V21</b>	76,683±0,418	58,863±0,680	16,574±0,208	6,710±3,583	1,340±0,262	1,127±0,061	14,143±0,078	8,665±0,302	20,157±0,071

Tableau B.2. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type(s) calculées par variable et par variété pour l'année 2004/2005 de site Oued Smar.

	<b>RDTS</b>	<b>MPG</b>	<b>PRTKH</b>	<b>MITA</b>	<b>MOCH</b>	<b>CEND</b>	<b>HUM</b>	<b>IBRN</b>	<b>IJAUN</b>
<b>V1</b>	76,408±0,574	52,555±1,358	17,116±0,168	15,110±1,720	0,297±0,075	0,743±0,040	13,530±0,080	9,063±0,038	17,273±0,050
<b>V2</b>	73,026±0,514	46,757±0,106	14,980±0,151	23,840±1,903	1,070±0,366	0,920±0,020	13,727±0,025	8,060±0,053	19,713±0,150
<b>V3</b>	74,255±0,128	45,503±0,039	14,953±0,258	11,997±1,574	0,930±0,157	0,830±0,017	<b>14,637±0,307</b>	8,917±0,042	18,873±0,023
<b>V4</b>	74,983±0,288	47,266±0,416	16,118±0,169	13,557±2,273	<b>2,300±0,183</b>	0,520±0,036	14,457±0,403	9,100±0,066	17,293±0,038
<b>V5</b>	77,067±0,177	53,512±4,443	18,581±0,046	19,663±2,144	0,140±0,122	0,687±0,042	13,770±0,066	8,630±0,104	19,643±0,038
<b>V6</b>	76,237±0,150	53,382±0,573	14,497±0,130	20,313±2,833	1,750±0,509	0,863±0,021	12,787±0,035	9,140±0,035	<b>16,497±0,042</b>
<b>V7</b>	74,687±0,134	47,904±0,138	17,106±0,166	23,980±1,249	0,423±0,185	0,627±0,029	13,740±0,020	8,597±0,125	19,117±0,031
<b>V8</b>	75,729±0,620	47,588±1,548	15,755±0,093	2,773±1,034	<b>0,040±0,069</b>	0,697±0,015	14,077±0,196	8,793±0,0681	20,053±0,051
<b>V9</b>	76,952±0,794	<b>62,702±0,263</b>	17,128±0,151	14,830±0,286	0,447±0,130	<b>0,517±0,025</b>	13,413±0,142	9,103±0,071	17,337±0,067
<b>V10</b>	72,931±0,628	<b>44,030±1,190</b>	13,971±0,269	28,057±1,230	0,607±0,222	0,603±0,006	12,527±0,220	8,230±0,101	19,843±0,040
<b>V11</b>	75,969±0,681	50,327±1,776	16,175±0,069	12,403±0,359	1,240±0,462	0,900±0,010	11,943±0,095	8,757±0,045	19,880±0,092
<b>V12</b>	<b>71,531±4,778</b>	49,058±6,119	<b>12,318±0,053</b>	25,767±0,801	0,503±0,101	0,847±0,011	13,190±0,056	9,150±0,026	17,230±0,148
<b>V13</b>	<b>77,499±0,319</b>	58,946±1,703	<b>19,164±0,097</b>	1,763±0,683	0,363±0,226	0,717±0,021	14,273±0,049	8,157±0,126	<b>21,470±0,190</b>
<b>V14</b>	77,154±0,549	55,353±1,171	16,730±0,082	19,170±0,480	0,270±0,131	0,873±0,021	13,497±0,245	8,303±0,031	19,800±0,046
<b>V15</b>	73,026±0,308	47,974±1,355	15,449±0,111	26,970±1,027	1,047±0,087	<b>0,953±0,011</b>	12,897±0,195	8,980±0,079	17,603±0,208
<b>V16</b>	72,538±1,105	59,433±5,885	15,150±0,127	12,813±0,289	0,650±0,244	0,857±0,006	11,767±0,050	8,477±0,059	19,370±0,128
<b>V17</b>	72,866±0,116	44,422±2,631	15,910±0,214	9,750±0,354	0,063±0,055	0,570±0,020	14,220±0,092	9,043±0,015	18,410±0,036
<b>V18</b>	74,413±0,225	54,056±1,052	13,237±0,188	<b>29,697±0,552</b>	1,910±0,177	0,900±0,010	<b>11,360±0,156</b>	<b>9,163±0,038</b>	18,913±0,042
<b>V19</b>	73,753±0,248	54,852±0,992	13,453±0,193	17,883±0,596	0,510±0,173	0,730±0,0173	12,287±0,067	8,707±0,065	20,067±0,051
<b>V20</b>	73,701±0,399	49,845±0,560	15,544±0,107	24,210±1,081	1,087±0,072	0,803±0,011	13,633±0,220	<b>8,060±0,026</b>	19,537±0,076
<b>V21</b>	75,281±0,459	59,466±1,626	18,510±0,173	<b>1,070±0,164</b>	1,930±0,252	0,917±0,006	14,397±0,161	8,467±0,055	20,860±0,060

Tableau B.3. - Comparaison entre années pour le même site, des teneurs moyennes en RDTS.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	74,623	76,408	4,16	0,014*
V2	73,779	73,026	2,07	0,107 <sup>NS</sup>
V3	72,071	74,255	8,31	0,001***
V4	74,001	74,983	3,08	0,037*
V5	75,713	77,067	4,84	0,008**
V6	76,628	76,237	1,81	0,144 <sup>NS</sup>
V7	75,033	74,687	0,90	0,42 <sup>NS</sup>
V8	75,088	75,729	1,21	0,293 <sup>NS</sup>
V9	71,019	76,952	10,51	0,000***
V10	72,936	72,931	0,01	0,994 <sup>NS</sup>
V11	75,712	75,969	0,46	0,668 <sup>NS</sup>
V12	77,571	71,530	2,14	0,099 <sup>NS</sup>
V13	74,893	77,499	4,89	0,008**
V14	74,744	77,154	4,38	0,012*
V15	74,495	73,026	4,52	0,011*
V16	70,563	72,538	3,01	0,04*
V17	75,828	72,866	7,91	0,001***
V18	71,960	74,413	9,45	0,001***
V19	76,046	73,753	4,89	0,008**
V20	73,412	73,701	1,02	0,366 <sup>NS</sup>
V21	76,683	75,281	3,91	0,017*

Tableau B.4. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en PMG.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	50,917	52,555	2,00	0,116 <sup>NS</sup>
V2	48,801	46,757	32,55	0,000***
V3	47,383	45,503	27,54	0,000***
V4	48,178	47,266	3,41	0,027*
V5	55,875	53,510	0,92	0,41 <sup>NS</sup>
V6	50,807	53,382	7,42	0,002**
V7	50,713	47,904	25,51	0,000***
V8	48,525	47,588	1,05	0,355 <sup>NS</sup>
V9	60,308	62,702	13,04	0,000***
V10	54,708	44,030	15,43	0,000***
V11	50,335	50,330	0,01	0,995 <sup>NS</sup>
V12	54,988	49,060	1,68	0,169 <sup>NS</sup>
V13	58,532	58,946	0,42	0,696 <sup>NS</sup>
V14	54,501	55,353	1,25	0,28 <sup>NS</sup>
V15	49,940	47,974	2,51	0,066 <sup>NS</sup>
V16	63,813	59,430	1,29	0,267 <sup>NS</sup>
V17	46,227	44,420	1,18	0,303 <sup>NS</sup>
V18	54,715	54,056	0,98	0,381 <sup>NS</sup>
V19	51,930	54,852	4,87	0,008**
V20	51,846	49,845	3,01	0,039*
V21	58,863	59,466	0,59	0,585 <sup>NS</sup>

Tableau B.5. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en PROTKH.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	15,653	17,116	6,28	0,003**
V2	14,109	14,98	7,14	0,002**
V3	15,662	14,953	3,75	0,02*
V4	14,390	16,118	14,76	0,000***
V5	16,497	18,581	21,65	0,000***
V6	15,667	14,497	2,49	0,068 <sup>NS</sup>
V7	15,495	17,106	5,21	0,006*
V8	13,819	15,755	20,05	0,000***
V9	16,378	17,128	4,76	0,009*
V10	13,447	13,971	2,94	0,042*
V11	18,036	16,175	28,68	0,000***
V12	15,248	12,318	40,43	0,000***
V13	17,455	19,164	22,67	0,000***
V14	16,062	16,730	6,16	0,004**
V15	13,252	15,449	27,27	0,000***
V16	14,525	15,150	6,00	0,004**
V17	15,308	15,910	4,47	0,011*
V18	15,711	13,237	17,67	0,000***
V19	17,356	13,453	29,91	0,000***
V20	16,595	15,544	9,51	0,001***
V21	16,574	18,510	12,37	0,000***

Tableau B.6. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en MITA.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	11,42	15,110	2,00	0,116 <sup>NS</sup>
V2	10,52	23,840	5,86	0,004**
V3	14,78	11,997	0,79	0,473 <sup>NS</sup>
V4	6,08	13,560	2,79	0,049*
V5	12,19	19,660	3,14	0,035*
V6	3,83	20,310	7,34	0,002**
V7	11,31	23,980	5,06	0,007**
V8	5,56	2,773	1,18	0,302 <sup>NS</sup>
V9	9,78	14,830	3,27	0,031*
V10	4,65	28,057	10,13	0,001***
V11	7,15	12,403	2,71	0,054 <sup>NS</sup>
V12	9,79	25,767	9,43	0,001***
V13	8,75	1,763	2,06	0,108 <sup>NS</sup>
V14	6,22	19,170	5,96	0,004**
V15	17,05	26,970	3,90	0,017*
V16	5,38	12,813	3,10	0,036*
V17	9,92	9,750	0,09	0,931 <sup>NS</sup>
V18	11,56	29,697	9,43	0,001***
V19	5,87	17,883	5,33	0,006**
V20	8,12	24,210	7,75	0,001***
V21	6,71	1,070	2,72	0,053 <sup>NS</sup>

Tableau B.7.- Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en MOUCH.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	1,140	0,297	5,74	0,005**
V2	0,430	1,070	2,11	0,102 <sup>NS</sup>
V3	0,927	0,930	0,02	0,982 <sup>NS</sup>
V4	0,380	2,300	10,03	0,001***
V5	1,440	0,140	4,51	0,011*
V6	0,887	1,750	2,56	0,062 <sup>NS</sup>
V7	0,227	0,423	1,01	0,368 <sup>NS</sup>
V8	1,333	0,040	8,78	0,001***
V9	1,133	0,447	2,29	0,084 <sup>NS</sup>
V10	0,873	0,607	1,63	0,178 <sup>NS</sup>
V11	0,233	1,240	3,32	0,029*
V12	1,560	0,503	5,45	0,006**
V13	0,817	0,363	2,48	0,068 <sup>NS</sup>
V14	1,307	0,270	5,62	0,005**
V15	1,330	1,047	1,25	0,28 <sup>NS</sup>
V16	1,487	0,650	2,11	0,103 <sup>NS</sup>
V17	0,540	0,063	2,42	0,072 <sup>NS</sup>
V18	1,950	1,910	0,22	0,834 <sup>NS</sup>
V19	1,553	0,510	4,37	0,012*
V20	0,383	1,087	4,35	0,012*
V21	1,340	1,930	2,81	0,048*

Tableau B.7. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en CEND.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	0,898	0,743	4,32	0,012*
V2	1,037	0,920	1,89	0,132 <sup>NS</sup>
V3	0,877	0,830	1,20	0,296 <sup>NS</sup>
V4	1,017	0,520	13,72	0,000***
V5	0,863	0,687	5,27	0,006**
V6	1,050	0,863	2,65	0,057 <sup>NS</sup>
V7	0,837	0,627	5,01	0,007**
V8	1,050	0,697	7,57	0,002**
V9	1,097	0,517	22,10	0,000***
V10	0,990	0,603	11,11	0,000***
V11	0,967	0,900	1,68	0,169 <sup>NS</sup>
V12	0,887	0,847	1,60	0,184 <sup>NS</sup>
V13	1,077	0,717	5,82	0,004**
V14	0,750	0,873	2,31	0,082 <sup>NS</sup>
V15	0,853	0,953	1,89	0,131 <sup>NS</sup>
V16	0,973	0,857	3,99	0,016*
V17	0,850	0,570	5,32	0,006**
V18	1,030	0,900	1,16	0,172 <sup>NS</sup>
V19	1,123	0,730	11,80	0,000***
V20	0,930	0,803	2,87	0,045*
V21	1,127	0,917	5,93	0,004**

Tableau B.9. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en HUM.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	13,613	13,530	0,59	0,585 <sup>NS</sup>
V2	13,147	13,727	10,44	0,000***
V3	12,237	14,637	12,92	0,000***
V4	11,607	14,457	12,12	0,000***
V5	12,603	13,770	10,83	0,000***
V6	13,813	12,787	17,90	0,000***
V7	12,293	13,740	18,16	0,000***
V8	14,113	14,077	0,31	0,774 <sup>NS</sup>
V9	13,753	13,413	3,10	0,036*
V10	13,197	12,527	4,64	0,010*
V11	12,637	11,943	8,91	0,001***
V12	13,187	13,190	0,06	0,957 <sup>NS</sup>
V13	13,337	14,273	12,07	0,000***
V14	12,637	13,497	5,48	0,005**
V15	13,113	12,897	1,84	0,14 <sup>NS</sup>
V16	13,640	11,767	24,10	0,000***
V17	12,437	14,220	20,22	0,000***
V18	14,157	11,360	27,37	0,000***
V19	13,797	12,287	22,21	0,000***
V20	13,547	13,633	0,65	0,554 <sup>NS</sup>
V21	14,143	14,397	2,46	0,07 <sup>NS</sup>

Tableau B.10. - Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en IBRUN.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	9,076	9,063	0,19	0,858 <sup>NS</sup>
V2	8,936	8,060	8,67	0,001***
V3	8,889	8,9167	0,33	0,755 <sup>NS</sup>
V4	9,189	9,100	2,23	0,09 <sup>NS</sup>
V5	8,876	8,630	2,00	0,116 <sup>NS</sup>
V6	9,056	9,140	3,08	0,037*
V7	9,018	8,597	5,58	0,005**
V8	9,106	8,793	7,03	0,002**
V9	8,877	9,103	1,84	0,139 <sup>NS</sup>
V10	9,157	8,230	15,25	0,000***
V11	9,107	8,757	8,87	0,001***
V12	8,771	9,150	3,76	0,02*
V13	9,191	8,157	13,32	0,000***
V14	8,930	8,303	11,70	0,000***
V15	9,193	8,980	3,66	0,022*
V16	9,005	8,477	12,47	0,000***
V17	9,181	9,043	3,45	0,026*
V18	8,990	9,163	3,52	0,025*
V19	9,078	8,707	7,82	0,001***
V20	9,216	8,060	44,13	0,000***
V21	8,665	8,467	1,12	0,327 <sup>NS</sup>

Tableau B.11.- Comparaison entre années pour le site Oued Smar, des teneurs moyennes en IJAUN.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	19,720	17,273	6,67	0,003**
V2	18,570	19,713	2,30	0,083 <sup>NS</sup>
V3	17,610	18,873	4,07	0,015*
V4	19,223	17,293	7,78	0,001***
V5	18,067	19,643	12,27	0,000***
V6	19,810	16,497	17,59	0,000***
V7	20,020	19,117	11,11	0,000***
V8	18,677	20,053	6,35	0,003**
V9	20,063	17,337	25,15	0,000***
V10	19,173	19,843	2,56	0,063 <sup>NS</sup>
V11	19,710	19,880	0,89	0,424 <sup>NS</sup>
V12	20,100	17,230	18,03	0,000***
V13	20,113	21,470	8,02	0,001***
V14	19,137	19,800	2,87	0,046*
V15	18,070	17,603	1,82	0,142 <sup>NS</sup>
V16	20,007	19,370	5,26	0,006**
V17	19,270	18,410	3,33	0,029*
V18	20,237	18,913	22,96	0,000***
V19	19,803	20,067	1,09	0,336 <sup>NS</sup>
V20	19,950	19,537	2,02	0,113 <sup>NS</sup>
V21	20,157	20,860	13,11	0,000***

**Annexe C**

**Résultats statistiques du site**

**de Sidi Bel-Abbes**

Tableau C.1. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2003/2004 du site Sidi Bel-Abbes.

	<b>RDTS</b>	<b>MPG</b>	<b>PRTKH</b>	<b>MITA</b>	<b>MOCH</b>	<b>CEND</b>	<b>HUM</b>	<b>IBRN</b>	<b>IJAUN</b>
<b>V1</b>	77,856±0,353	54,489±3,550	17,621±0,029	15,097±0,042	1,747±0,025	0,507±0,021	13,380±0,089	9,035±0,190	17,167±0,238
<b>V2</b>	73,133±0,689	50,436±1,505	15,722±0,056	11,973±0,047	0,137±0,035	0,877±0,025	13,730±0,175	9,180±0,058	18,717±0,182
<b>V3</b>	74,804±0,157	49,192±1,846	15,628±0,043	28,297±0,180	0,383±0,035	0,953±0,011	11,198±0,042	9,162±0,005	17,037±0,075
<b>V4</b>	75,597±0,450	50,294±0,639	17,515±0,031	2,380±0,547	0,420±0,072	0,707±0,011	11,863±0,099	9,263±0,029	19,393±0,206
<b>V5</b>	78,474±0,336	59,732±0,125	17,946±0,065	4,857±0,320	0,557±0,040	0,870±0,010	11,303±0,055	9,149±0,072	18,663±0,340
<b>V6</b>	74,523±0,752	52,167±0,237	17,814±0,149	9,843±0,232	0,967±0,096	0,863±0,011	13,590±0,155	9,139±0,010	16,483±0,401
<b>V7</b>	77,138±0,256	60,086±0,710	17,889±0,245	11,830±0,377	0,913±0,067	0,920±0,026	12,700±0,046	9,230±0,010	18,443±0,354
<b>V8</b>	72,942±6,058	47,311±0,167	16,038±0,142	24,033±0,161	2,227±0,094	0,783±0,006	13,800±0,053	9,145±0,005	17,140±0,390
<b>V9</b>	78,513±0,556	60,287±3,114	18,229±0,127	2,847±0,267	0,030±0,044	0,753±0,167	12,590±0,046	9,012±0,097	19,027±0,778
<b>V10</b>	73,013±0,115	47,750±0,578	15,244±0,051	12,860±0,535	1,007±0,0551	0,537±0,011	13,187±0,060	9,216±0,035	17,427±0,482
<b>V11</b>	76,651±0,850	56,714±0,535	16,434±0,433	6,423±0,531	0,477±0,049	0,930±0,020	13,407±0,067	9,130±0,041	19,073±0,378
<b>V12</b>	78,584±0,293	55,558±0,369	18,599±0,026	2,423±0,310	0,823±0,038	0,810±0,010	12,820±0,106	9,163±0,095	18,730±0,218
<b>V13</b>	74,767±0,672	55,638±0,153	15,009±0,100	10,010±0,154	0,000±0,000	0,663±0,031	11,667±0,104	9,208±0,036	16,413±0,284
<b>V14</b>	73,151±0,378	54,899±0,638	17,893±0,218	18,173±0,112	1,197±0,055	0,503±0,025	11,377±0,025	9,161±0,033	18,487±0,329
<b>V15</b>	74,020±0,952	50,732±2,700	15,468±0,135	6,867±0,117	0,050±0,050	0,890±0,026	12,787±0,023	9,199±0,027	17,347±0,340
<b>V16</b>	76,694±0,666	60,148±7,398	13,112±0,145	27,923±0,186	1,753±0,042	0,780±0,030	12,697±0,100	9,121±0,069	18,610±0,427
<b>V17</b>	73,600±0,136	47,353±0,555	17,203±0,036	26,023±0,134	0,000±0,000	0,760±0,030	13,510±0,020	9,068±0,041	17,443±0,176
<b>V18</b>	77,062±0,057	53,721±0,728	16,920±0,136	14,147±0,409	0,607±0,031	0,863±0,006	13,787±0,035	9,219±0,037	19,627±0,059
<b>V19</b>	76,129±0,679	51,271±1,427	19,918±0,315	4,103±0,086	0,243±0,040	0,870±0,026	14,617±0,065	9,029±0,091	18,097±0,475
<b>V20</b>	74,538±0,061	50,281±0,058	16,365±0,118	10,070±0,026	0,727±0,032	0,927±0,011	11,467±0,085	9,188±0,016	17,530±0,909
<b>V21</b>	74,670±0,121	57,841±0,245	17,989±0,096	9,677±0,123	0,983±0,035	0,837±0,011	13,727±0,025	9,130±0,120	18,152±0,040

Tableau C.2. - Résultats de la description des données. Valeurs de la moyenne (m) plus ou moins l'écart-type (s) calculées par variable et par variété pour l'année 2004/2005 du site Sidi Bel-Abbes.

	<b>RDTS</b>	<b>MPG</b>	<b>PRTKH</b>	<b>MITA</b>	<b>MOCH</b>	<b>CEND</b>	<b>HUM</b>	<b>IBRN</b>	<b>IJAUN</b>
<b>V1</b>	75,040±0,572	49,504±0,197	16,756±0,115	17,983±3,296	2,120±0,098	0,773±0,065	13,623±0,067	9,045±0,021	18,653±0,400
<b>V2</b>	71,226±0,536	51,763±0,677	14,502±0,111	10,073±3,028	0,890±0,108	0,923±0,057	12,133±0,104	8,793±0,107	19,193±0,576
<b>V3</b>	71,157±0,441	49,973±0,400	14,740±0,131	24,467±4,225	0,483±0,152	0,647±0,096	11,523±0,132	9,125±0,032	17,377±0,671
<b>V4</b>	73,981±0,842	49,301±0,482	16,369±0,089	20,667±3,369	1,623±0,341	0,917±0,075	12,097±0,045	8,921±0,124	18,563±0,404
<b>V5</b>	77,130±0,351	57,774±0,636	16,974±0,042	9,020±1,729	2,000±0,161	0,820±0,080	12,447±0,110	9,014±0,012	19,083±0,465
<b>V6</b>	74,782±0,685	54,624±0,786	16,558±0,093	11,590±2,884	1,437±0,160	0,957±0,060	12,793±0,166	8,647±0,114	20,067±0,193
<b>V7</b>	73,873±0,219	58,974±0,672	16,729±0,102	21,367±3,790	0,857±0,116	0,933±0,050	13,563±0,106	9,017±0,020	19,343±0,487
<b>V8</b>	75,141±0,232	49,885±0,239	13,639±0,121	24,813±3,050	1,230±0,635	0,837±0,096	12,217±0,071	9,155±0,013	19,690±0,286
<b>V9</b>	74,083±0,255	61,254±0,919	17,588±0,117	15,403±3,717	1,597±0,256	0,963±0,055	13,350±0,092	8,555±0,096	20,173±0,112
<b>V10</b>	70,787±0,597	64,621±0,669	14,714±0,163	8,540±2,082	2,350±0,236	0,870±0,066	12,897±0,055	9,062±0,025	19,807±0,235
<b>V11</b>	74,294±0,903	54,672±0,481	16,500±0,136	7,657±3,618	1,793±0,140	1,053±0,065	11,747±0,093	9,181±0,015	18,683±0,360
<b>V12</b>	76,350±0,396	56,671±0,702	17,801±0,125	4,037±3,455	2,190±0,145	0,973±0,047	12,527±0,167	8,662±0,137	19,877±0,240
<b>V13</b>	76,159±0,548	59,534±0,973	18,369±0,138	20,173±4,633	1,590±0,252	1,137±0,055	13,493±0,134	9,020±0,017	20,223±0,076
<b>V14</b>	73,059±0,759	57,632±2,223	17,547±0,064	7,007±2,703	0,697±0,205	0,817±0,075	12,280±0,149	8,774±0,166	19,520±0,352
<b>V15</b>	76,515±0,603	49,858±0,406	15,501±0,109	14,563±3,957	1,770±0,737	0,907±0,040	12,630±0,115	9,165±0,009	18,133±0,754
<b>V16</b>	70,805±0,350	62,916±0,790	15,315±0,182	4,733±3,305	2,020±0,332	0,993±0,078	12,883±0,085	8,462±0,214	19,847±0,200
<b>V17</b>	76,825±0,251	50,949±0,703	15,740±0,130	28,440±1,910	0,820±0,219	0,743±0,055	13,153±0,083	8,954±0,133	17,570±0,366
<b>V18</b>	76,179±0,235	53,448±0,689	16,091±0,107	21,940±3,399	2,453±0,211	1,147±0,061	14,357±0,101	8,448±0,115	20,040±0,330
<b>V19</b>	75,795±0,793	57,342±0,351	18,550±0,096	13,317±3,729	0,420±0,200	1,007±0,122	14,437±0,102	9,039±0,018	20,150±0,082
<b>V20</b>	73,208±0,582	49,629±0,877	15,012±0,054	20,433±3,910	1,050±0,100	1,100±0,020	12,197±0,127	9,095±0,011	20,240±0,070
<b>V21</b>	73,268±0,740	60,231±0,412	18,747±0,092	7,303±2,742	1,557±0,251	1,010±0,101	13,837±0,106	8,722±0,098	19,947±0,267

Tableau C.3. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en RDTS.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	77,856	75,040	7,25	0,002**
V2	73,133	71,226	3,79	0,019*
V3	74,804	71,157	13,48	0,000***
V4	75,597	73,981	2,93	0,043*
V5	78,474	77,130	4,79	0,009**
V6	74,523	74,782	0,44	0,682 <sup>NS</sup>
V7	77,138	73,873	16,77	0,000***
V8	72,940	75,141	0,63	0,564 <sup>NS</sup>
V9	78,513	74,083	12,55	0,000***
V10	73,013	70,787	6,35	0,003**
V11	76,651	74,294	3,29	0,030*
V12	78,584	76,350	7,86	0,001***
V13	74,767	76,159	2,78	0,05*
V14	73,151	73,059	0,19	0,861 <sup>NS</sup>
V15	74,020	76,515	3,84	0,019*
V16	76,694	70,805	13,56	0,000***
V17	73,600	76,825	19,57	0,000***
V18	77,062	76,179	6,34	0,003**
V19	76,129	75,795	0,56	0,608 <sup>NS</sup>
V20	74,538	73,208	3,94	0,017*
V21	74,670	73,268	3,24	0,032*

Tableau C.4. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en PMG.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	54,490	49,504	2,43	0,072 <sup>NS</sup>
V2	50,436	51,763	1,39	0,236 <sup>NS</sup>
V3	49,190	49,973	0,72	0,514 <sup>NS</sup>
V4	50,294	49,301	2,15	0,098 <sup>NS</sup>
V5	59,732	57,774	5,23	0,006 <sup>**</sup>
V6	52,167	54,624	5,18	0,007 <sup>**</sup>
V7	60,086	58,974	1,97	0,12 <sup>NS</sup>
V8	47,311	49,885	15,31	0,000 <sup>***</sup>
V9	60,290	61,254	0,52	0,633 <sup>NS</sup>
V10	47,750	64,621	33,05	0,000 <sup>***</sup>
V11	56,714	54,672	4,92	0,008 <sup>*</sup>
V12	55,558	56,671	2,43	0,072 <sup>NS</sup>
V13	55,638	59,534	6,85	0,002 <sup>**</sup>
V14	54,899	57,630	2,05	0,11 <sup>NS</sup>
V15	50,730	49,858	0,55	0,609 <sup>NS</sup>
V16	60,150	62,916	0,64	0,554 <sup>NS</sup>
V17	47,353	50,949	6,95	0,002 <sup>**</sup>
V18	53,721	53,448	0,47	0,663 <sup>NS</sup>
V19	51,271	57,342	7,16	0,002 <sup>**</sup>
V20	50,281	49,629	1,28	0,268 <sup>NS</sup>
V21	57,841	60,231	8,64	0,001 <sup>***</sup>

Tableau C.5. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en PROTKH.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	17,621	16,756	12,60	0,000***
V2	15,722	14,502	16,97	0,000***
V3	15,628	14,740	11,14	0,000***
V4	17,515	16,369	21,11	0,000***
V5	17,946	16,974	21,66	0,000***
V6	17,814	16,558	12,39	0,000***
V7	17,889	16,729	7,56	0,002**
V8	16,038	13,039	22,23	0,000***
V9	18,229	17,588	6,43	0,003**
V10	15,244	14,714	5,37	0,006**
V11	16,434	16,500	0,25	0,814 <sup>NS</sup>
V12	18,599	17,801	10,82	0,000***
V13	15,009	18,369	34,03	0,000***
V14	17,893	17,547	2,63	0,058 <sup>NS</sup>
V15	15,468	15,501	0,33	0,761 <sup>NS</sup>
V16	13,112	15,315	16,43	0,000***
V17	17,203	15,740	18,83	0,000***
V18	16,920	16,091	8,28	0,001***
V19	19,918	18,550	7,20	0,002**
V20	16,365	15,012	18,12	0,000***
V21	17,989	18,747	9,86	0,001***

Tableau C.6.- Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en MITA.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	15,097	17,98	1,52	0,204 <sup>NS</sup>
V2	11,973	10,07	1,09	0,338 <sup>NS</sup>
V3	28,297	24,47	1,57	0,192 <sup>NS</sup>
V4	2,380	20,67	9,28	0,001 <sup>***</sup>
V5	4,857	9,02	4,10	0,015 <sup>*</sup>
V6	9,843	11,59	1,05	0,355 <sup>NS</sup>
V7	11,830	21,37	4,34	0,012 <sup>*</sup>
V8	24,033	24,81	0,44	0,681 <sup>NS</sup>
V9	2,847	15,40	5,84	0,004 <sup>**</sup>
V10	12,860	8,54	3,48	0,025 <sup>*</sup>
V11	6,423	7,66	0,58	0,59 <sup>NS</sup>
V12	2,423	4,04	0,81	0,466 <sup>NS</sup>
V13	10,010	2,17	3,80	0,019 <sup>*</sup>
V14	18,173	7,01	7,15	0,002 <sup>**</sup>
V15	6,867	14,56	3,37	0,028 <sup>*</sup>
V16	27,923	4,73	12,13	0,000 <sup>***</sup>
V17	26,023	28,44	2,19	0,094 <sup>NS</sup>
V18	14,147	21,94	3,94	0,017 <sup>*</sup>
V19	4,103	13,32	4,28	0,013 <sup>*</sup>
V20	10,070	20,43	4,59	0,01 <sup>*</sup>
V21	9,677	7,30	1,50	0,209 <sup>NS</sup>

Tableau C.7. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel Abbès, des teneurs moyennes en MOUCH.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	1,747	2,120	6,36	0,003**
V2	0,137	0,890	11,47	0,000***
V3	0,383	0,483	1,11	0,329 <sup>NS</sup>
V4	0,420	1,623	5,98	0,004**
V5	0,557	2,000	15,07	0,000***
V6	0,967	1,437	4,36	0,012*
V7	0,913	0,857	0,73	0,503 <sup>NS</sup>
V8	2,227	1,230	2,69	0,055 <sup>NS</sup>
V9	0,030	1,597	10,46	0,000***
V10	1,007	2,350	9,58	0,001***
V11	0,477	1,793	15,32	0,000***
V12	0,823	2,190	15,77	0,000***
V13	0,000	1,590	Les valeurs sont identiques.	
V14	1,197	0,697	4,07	0,015*
V15	0,050	1,770	4,03	0,016*
V16	1,753	2,020	1,38	0,239 <sup>NS</sup>
V17	0,000	0,820	Les valeurs sont identiques.	
V18	0,607	2,453	15,02	0,000***
V19	0,243	0,420	1,50	0,208 <sup>NS</sup>
V20	0,727	1,050	5,33	0,006**
V21	0,983	1,557	3,91	0,017*

Tableau C.8. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en CEND.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	0,507	0,773	6,76	0,002**
V2	0,877	0,923	1,30	0,263 <sup>NS</sup>
V3	0,953	0,647	5,49	0,005**
V4	0,707	0,917	4,79	0,009**
V5	0,870	0,820	1,07	0,343 <sup>NS</sup>
V6	0,863	0,957	2,63	0,058 <sup>NS</sup>
V7	0,920	0,933	0,41	0,705 <sup>NS</sup>
V8	0,783	0,837	0,96	0,392 <sup>NS</sup>
V9	0,753	0,963	2,06	0,108 <sup>NS</sup>
V10	0,537	0,870	8,67	0,001***
V11	0,930	1,053	3,14	0,035*
V12	0,810	0,973	5,86	0,004**
V13	0,663	1,137	13,02	0,000***
V14	0,503	0,817	6,86	0,002**
V15	0,890	0,907	0,60	0,582 <sup>NS</sup>
V16	0,780	0,993	4,44	0,011*
V17	0,760	0,743	0,46	0,669 <sup>NS</sup>
V18	0,863	1,147	8,00	0,001***
V19	0,870	1,007	1,89	0,131 <sup>NS</sup>
V20	0,927	1,100	13,00	0,000***
V21	0,837	1,010	2,94	0,042*

Tableau C.9. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en HUM.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	13,380	13,623	3,80	0,019*
V2	13,730	12,133	13,57	0,000***
V3	11,198	11,523	4,06	0,015*
V4	11,863	12,097	3,73	0,020*
V5	11,303	12,447	16,13	0,000***
V6	13,590	12,793	6,08	0,004**
V7	12,700	13,563	12,95	0,000***
V8	13,800	12,217	30,99	0,000***
V9	12,590	13,350	12,85	0,000***
V10	13,187	12,897	6,15	0,004**
V11	13,407	11,747	25,15	0,000***
V12	12,820	12,527	2,57	0,062 <sup>NS</sup>
V13	11,667	13,493	18,62	0,000***
V14	11,377	12,280	10,33	0,000***
V15	12,787	12,630	2,31	0,082 <sup>NS</sup>
V16	12,697	12,883	2,46	0,07 <sup>NS</sup>
V17	13,510	13,153	7,21	0,002**
V18	13,787	14,357	9,26	0,001***
V19	14,617	14,437	2,57	0,062 <sup>NS</sup>
V20	11,467	12,197	8,29	0,001***
V21	13,727	13,837	1,75	0,155 <sup>NS</sup>

Tableau C.10. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en IBRUN.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	9,035	9,045	0,09	0,932 <sup>NS</sup>
V2	9,180	8,793	5,50	0,005**
V3	9,162	9,125	1,99	0,117 <sup>NS</sup>
V4	9,263	8,921	4,64	0,01*
V5	9,149	9,014	3,22	0,032*
V6	9,139	8,647	7,46	0,002**
V7	9,230	9,017	16,19	0,000***
V8	9,145	9,155	1,25	0,278 <sup>NS</sup>
V9	9,012	8,555	5,82	0,004**
V10	9,216	9,062	6,25	0,003**
V11	9,130	9,181	2,01	0,114 <sup>NS</sup>
V12	9,163	8,662	5,19	0,007**
V13	9,208	9,020	8,31	0,001***
V14	9,161	8,774	3,96	0,017*
V15	9,199	9,165	2,08	0,106 <sup>NS</sup>
V16	9,121	8,462	5,08	0,007**
V17	9,068	8,954	1,42	0,228 <sup>NS</sup>
V18	9,219	8,448	11,06	0,000***
V19	9,029	9,039	0,19	0,861 <sup>NS</sup>
V20	9,188	9,095	8,47	0,001***
V21	9,130	8,722	4,55	0,01*

Tableau C.11. - Comparaison entre années pour le site Sidi Bel-Abbes, des teneurs moyennes en IJAUN.

Variété	Moyennes des années		t <sub>obs</sub>	P
	2004	2005		
V1	17,167	18,653	5,53	0,005**
V2	18,717	19,193	1,37	0,244 <sup>NS</sup>
V3	17,037	17,377	0,87	0,432 <sup>NS</sup>
V4	19,393	18,563	3,17	0,034*
V5	18,663	19,083	1,26	0,275 <sup>NS</sup>
V6	16,483	20,067	13,96	0,000***
V7	18,443	19,343	2,59	0,061 <sup>NS</sup>
V8	17,140	19,690	9,13	0,001***
V9	19,027	20,173	2,53	0,065 <sup>NS</sup>
V10	17,427	19,807	7,68	0,002**
V11	19,073	18,683	1,29	0,266 <sup>NS</sup>
V12	18,730	19,877	6,13	0,004**
V13	16,413	20,223	22,45	0,000***
V14	18,487	19,520	3,72	0,020*
V15	17,347	18,133	1,65	0,175 <sup>NS</sup>
V16	18,610	19,847	4,54	0,01*
V17	17,443	17,570	0,54	0,618 <sup>NS</sup>
V18	19,627	20,040	2,14	0,099 <sup>NS</sup>
V19	18,097	20,150	7,38	0,002**
V20	17,530	20,240	5,15	0,007**
V21	18,152	19,947	11,53	0,000***

**Annexe D**  
**Comparaison entre sites.**

Tableau D.1. - Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur cultivées durant l'année 2003/2004.

ariétés	RDTS		MPG		PROTKH		MITA		MOUCH		CEND		HUM		IBRUN		IJAUN	
	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P										
<b>V1</b>	67,7	0,000***	2,14	0,199 <sup>NS</sup>	48,29	0,000***	4,01	0,079 <sup>NS</sup>	104,22	0,000***	140,85	0,000***	55,73	0,000***	0,08	0,924 <sup>NS</sup>	13,28	0,006**
<b>V2</b>	0,72	0,525 <sup>NS</sup>	2,07	0,207 <sup>NS</sup>	209,34	0,000***	0,44	0,661 <sup>NS</sup>	1,24	0,354 <sup>NS</sup>	4,0	0,079 <sup>NS</sup>	25,81	0,001***	7,06	0,027*	0,70	0,535 <sup>NS</sup>
<b>V3</b>	85,86	0,000***	1,14	0,381 <sup>NS</sup>	12,4	0,007**	8,72	0,017*	6,64	0,03*	7,44	0,024*	285,62	0,000***	8,91	0,016*	15,23	0,004**
<b>V4</b>	25,65	0,001***	36,4	0,000***	1484,3	0,000***	34,63	0,001***	5,4	0,046*	70,75	0,000***	385,7	0,000***	5,33	0,047*	39,72	0,000***
<b>V5</b>	49,38	0,000***	4,22	0,072 <sup>NS</sup>	258,25	0,000***	26,69	0,001***	6,91	0,028*	48,49	0,000***	230,2	0,000***	1,08	0,398 <sup>NS</sup>	4,23	0,072 <sup>NS</sup>
<b>V6</b>	16,25	0,004**	42,16	0,000***	33,51	0,001***	17,00	0,003**	6,82	0,029*	6,43	0,032*	28,79	0,001***	1,17	0,372 <sup>NS</sup>	32,54	0,001***
<b>V7</b>	21,10	0,002**	135,6	0,000***	37,4	0,000***	0,03	0,967 <sup>NS</sup>	21,38	0,002**	11,98	0,008**	250,39	0,000***	44,22	0,000***	30,41	0,001***
<b>V8</b>	0,30	0,75 <sup>NS</sup>	11,39	0,009**	61,13	0,000***	49,94	0,000***	46,21	0,000***	16,18	0,004**	125,81	0,000***	2,94	0,129 <sup>NS</sup>	26,25	0,001***
<b>V9</b>	89,36	0,000***	46,41	0,000***	40,94	0,000***	49,16	0,000***	10,66	0,011*	10,40	0,011*	138,35	0,000***	0,40	0,687 <sup>NS</sup>	7,31	0,025*
<b>V10</b>	2,19	0,194 <sup>NS</sup>	2065,53	0,000***	293,04	0,000***	18,68	0,003**	38,47	0,000***	58,98	0,000***	83,94	0,000***	4,77	0,058 <sup>NS</sup>	24,14	0,001***
<b>V11</b>	12,21	0,008**	58,39	0,000***	22,02	0,002**	6,63	0,03*	49,36	0,000***	8,44	0,018*	186,74	0,000***	2,32	0,179 <sup>NS</sup>	36,36	0,000***
<b>V12</b>	5,66	0,042*	3,06	0,121 <sup>NS</sup>	131,6	0,000***	39,08	0,000***	35,85	0,000***	0,86	0,468 <sup>NS</sup>	244,41	0,000***	8,88	0,016*	85,93	0,000***
<b>V13</b>	15,25	0,004**	18,74	0,003**	505,84	0,000***	9,93	0,012*	38,89	0,000***	26,39	0,001***	226,43	0,000***	13,32	0,006**	161,6	0,000***
<b>V14</b>	34,89	0,000***	1,42	0,312 <sup>NS</sup>	32,72	0,001***	22,98	0,002**	36,94	0,000***	15,37	0,004**	420,37	0,000***	2,28	0,183 <sup>NS</sup>	24,52	0,001***
<b>V15</b>	0,71	0,528 <sup>NS</sup>	1,58	0,281 <sup>NS</sup>	15,54	0,004**	13,28	0,006**	20,91	0,002**	17,74	0,003**	66,40	0,000***	6,64	0,03*	41,12	0,000***
<b>V16</b>	68,12	0,000***	0,53	0,616 <sup>NS</sup>	3,42	0,102 <sup>NS</sup>	62,82	0,000***	17,72	0,003**	24,74	0,001***	168,96	0,000***	0,81	0,489 <sup>NS</sup>	20,18	0,002**
<b>V17</b>	12,91	0,007**	10,38	0,011*	21,76	0,002**	74,37	0,000***	5,57	0,043*	17,43	0,003**	217,71	0,000***	5,66	0,042*	25,01	0,001***
<b>V18</b>	311,23	0,000***	8,49	0,018*	38,44	0,000***	15,93	0,004**	124,06	0,000***	3,30	0,108 <sup>NS</sup>	118,72	0,000***	2,61	0,153 <sup>NS</sup>	7,19	0,026*
<b>V19</b>	13,18	0,006**	15,14	0,005**	572,46	0,000***	24,6	0,001***	43,93	0,000***	34,55	0,001***	101,14	0,000***	0,25	0,785 <sup>NS</sup>	28,01	0,001***
<b>V20</b>	32,08	0,001***	1,55	0,286 <sup>NS</sup>	7,28	0,025*	1,32	0,336 <sup>NS</sup>	18,83	0,003**	2,77	0,14 <sup>NS</sup>	501,21	0,000***	2,40	0,172 <sup>NS</sup>	14,08	0,005**
<b>V21</b>	44,11	0,000***	6,04	0,037*	56,64	0,000***	3,26	0,11 <sup>NS</sup>	7,27	0,025*	49,40	0,000***	37,67	0,000***	6,16	0,035*	197,33	0,000***

Tableau D.2. - Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre sites, des moyennes de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur cultivées durant l'année 2004/2005.

riétés	RDTS		MPG		PROTKH		MITA		MOUCH		CEND		HUM		IBRUN		IJAUN	
	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P	F <sub>obs</sub>	P
<b>V1</b>	76,26	0,000***	32,35	0,001***	7,81	0,021*	17,16	0,003**	73,44	0,000***	45,41	0,000***	61,62	0,000***	8,59	0,017*	72,63	0,000**
<b>V2</b>	27,52	0,001***	117,42	0,000***	12,44	0,007**	22,18	0,002**	1,34	0,331 <sup>NS</sup>	0,29	0,759 <sup>NS</sup>	355,65	0,000***	18,97	0,003**	2,77	0,14NS
<b>V3</b>	65,25	0,000***	86,53	0,000***	70,33	0,000***	9,09	0,015*	11,14	0,01*	9,26	0,015*	186,91	0,000***	11,54	0,009**	9,29	0,015*
<b>V4</b>	13,9	0,006**	8,08	0,02*	282,16	0,000***	13,79	0,006**	19,92	0,002**	28,40	0,001***	68,27	0,000***	4,76	0,058 <sup>NS</sup>	16,33	0,004**
<b>V5</b>	146,28	0,000***	3,58	0,095 <sup>NS</sup>	520,32	0,000***	9,41	0,014*	114,95	0,000***	2,19	0,193 <sup>NS</sup>	99,24	0,000***	8,07	0,02*	1,86	0,235 <sup>N</sup>
<b>V6</b>	73,04	0,000***	3,52	0,097 <sup>NS</sup>	585,9	0,000***	15,71	0,004**	5,89	0,038*	29,29	0,001***	233,86	0,000***	33,12	0,001***	514,41	0,000**
<b>V7</b>	6,99	0,027*	452,1	0,000***	135,01	0,000***	21,60	0,002**	11,78	0,008**	25,28	0,001***	27,60	0,001***	34,58	0,001***	10,36	0,011*
<b>V8</b>	36,25	0,000***	4,8	0,057 <sup>NS</sup>	239,67	0,000***	53,53	0,000***	8,6	0,017*	10,34	0,011*	188,19	0,000***	69,43	0,000***	13,58	0,006**
<b>V9</b>	27,88	0,001***	93,53	0,000***	126,08	0,000***	7,42	0,024*	43,18	0,000***	106,95	0,000***	8,97	0,016*	60,25	0,000***	1208,39	0,000**
<b>10</b>	12,94	0,007**	534,47	0,000***	36,67	0,000***	94,81	0,000***	69,10	0,000***	26,62	0,001***	7,66	0,022*	59,87	0,000***	0,03	0,969 <sup>N</sup>
<b>11</b>	5,01	0,052 <sup>NS</sup>	17,82	0,003**	81,16	0,000***	2,89	0,132 <sup>NS</sup>	7,39	0,024*	12,85	0,007**	270,73	0,000***	149,02	0,000***	15,21	0,004**
<b>12</b>	4,26	0,071 <sup>NS</sup>	4,67	0,06 <sup>NS</sup>	185,1	0,000***	29,61	0,001***	177,29	0,000***	4,78	0,057 <sup>NS</sup>	125,35	0,000***	15,07	0,005**	272,76	0,000**
<b>13</b>	33,73	0,001***	19,59	0,002**	100,29	0,000***	28,04	0,001***	26,67	0,001***	100,47	0,000***	63,67	0,000***	157,10	0,000***	42,29	0,000**
<b>14</b>	37,99	0,000***	1,75	0,252 <sup>NS</sup>	147,57	0,000***	19,15	0,002**	26,8	0,001***	0,36	0,712 <sup>NS</sup>	42,48	0,000***	50,12	0,000***	2,74	0,143 <sup>N</sup>
<b>15</b>	61,66	0,000***	6,8	0,029*	14,42	0,005**	17,17	0,003**	3,25	0,11 <sup>NS</sup>	0,50	0,631 <sup>NS</sup>	25,39	0,001***	16,07	0,004**	8,49	0,018*
<b>16</b>	11,99	0,008**	0,79	0,497 <sup>NS</sup>	275,03	0,000***	18,86	0,003**	25,81	0,001***	12,62	0,007**	1263,42	0,000***	19,55	0,002**	11,29	0,009**
<b>17</b>	79,96	0,000***	13,87	0,006**	21,54	0,002**	42,17	0,000***	21,61	0,002**	7,47	0,024*	206,16	0,000***	1,37	0,324 <sup>NS</sup>	6,96	0,027*
<b>18</b>	269,49	0,000***	1,32	0,335 <sup>NS</sup>	418,94	0,000***	15,81	0,004**	55,14	0,000***	22,08	0,002**	498,03	0,000***	54,85	0,000***	33,50	0,001**
<b>19</b>	6,71	0,029*	10,52	0,011*	1128,61	0,000***	11,66	0,009**	9,83	0,013*	10,01	0,012*	522,59	0,000***	95,64	0,000***	2,69	0,146 <sup>N</sup>
<b>20</b>	52,04	0,000***	37,4	0,000***	309,19	0,000***	2,44	0,168 <sup>NS</sup>	32,63	0,001***	33,17	0,001***	80,93	0,000***	210,21	0,000***	14,68	0,005**
<b>21</b>	24,03	0,001***	0,61	0,576 <sup>NS</sup>	18,5	0,003**	11,5	0,009**	5,54	0,043*	1,92	0,227 <sup>NS</sup>	15,51	0,004**	96,21	0,000***	25,58	0,001**

Tableau D.3. - Résultats de l'analyse de la variance à un critère de la comparaison, entre sites, des moyennes de l'ensemble des deux années de chacune des 9 caractéristiques pour chacune des 21 variétés de blé dur cultivées.

ariétés	RDTS		MPG		PROTKH		MITA		MOUCH		CEND		HUM		IBRUN		IJAUN	
	F <sub>obs</sub>	P																
<b>V1</b>	3,64	0,051 <sup>NS</sup>	1,67	0,222 <sup>NS</sup>	2,93	0,085 <sup>NS</sup>	4,86	0,024*	9,99	0,002**	33,57	0,000***	0,44	0,65 <sup>NS</sup>	0,73	0,501 <sup>NS</sup>	1,48	0,258 <sup>NS</sup>
<b>V2</b>	7,01	0,007**	9,66	0,002**	2,75	0,096 <sup>NS</sup>	2,97	0,082 <sup>NS</sup>	0,56	0,583 <sup>NS</sup>	1,46	0,264 <sup>NS</sup>	2,25	0,139 <sup>NS</sup>	1,86	0,191 <sup>NS</sup>	0,08	0,922 <sup>NS</sup>
<b>V3</b>	0,06	0,943 <sup>NS</sup>	11,12	0,001***	1,90	0,183 <sup>NS</sup>	8,65	0,003**	16,3	0,000***	0,26	0,777 <sup>NS</sup>	10,87	0,001***	19,48	0,000***	6,91	0,007**
<b>V4</b>	0,09	0,919 <sup>NS</sup>	6,42	0,010*	13,96	0,000***	0,28	0,76 <sup>NS</sup>	1,65	0,225 <sup>NS</sup>	3,34	0,063 <sup>NS</sup>	3,55	0,055 <sup>NS</sup>	0,31	0,735 <sup>NS</sup>	1,93	0,18 <sup>NS</sup>
<b>V5</b>	5,22	0,019*	2,78	0,094 <sup>NS</sup>	2,98	0,082 <sup>NS</sup>	19,02	0,000***	0,84	0,45 <sup>NS</sup>	2,55	0,112 <sup>NS</sup>	16,12	0,000***	1,73	0,21 <sup>NS</sup>	0,00	0,999 <sup>NS</sup>
<b>V6</b>	3,85	0,045*	3,29	0,066 <sup>NS</sup>	5,57	0,016*	3,35	0,063 <sup>NS</sup>	4,61	0,027*	0,71	0,505 <sup>NS</sup>	15,25	0,000***	2,44	0,121 <sup>NS</sup>	2,17	0,149 <sup>NS</sup>
<b>V7</b>	1,26	0,311 <sup>NS</sup>	123,53	0,000***	4,50	0,030*	2,49	0,116 <sup>NS</sup>	2,61	0,106 <sup>NS</sup>	2,89	0,087 <sup>NS</sup>	6,12	0,011*	7,32	0,006**	12,52	0,001***
<b>V8</b>	1,32	0,296 <sup>NS</sup>	0,40	0,676 <sup>NS</sup>	0,07	0,931 <sup>NS</sup>	29,01	0,000***	5,79	0,014*	3,64	0,051 <sup>NS</sup>	4,97	0,022*	4,39	0,032*	1,49	0,257 <sup>NS</sup>
<b>V9</b>	1,26	0,311 <sup>NS</sup>	21,98	0,000***	1,78	0,202 <sup>NS</sup>	0,77	0,48 <sup>NS</sup>	1,34	0,291 <sup>NS</sup>	3,07	0,076 <sup>NS</sup>	4,95	0,022*	2,31	0,134 <sup>NS</sup>	0,88	0,436 <sup>NS</sup>
<b>V10</b>	4,17	0,036*	9,43	0,002**	4,72	0,026*	4,34	0,032*	3,42	0,06 <sup>NS</sup>	0,63	0,545 <sup>NS</sup>	8,81	0,003**	3,02	0,079 <sup>NS</sup>	2,74	0,096 <sup>NS</sup>
<b>V11</b>	1,14	0,345 <sup>NS</sup>	17,29	0,000***	1,13	0,348 <sup>NS</sup>	3,54	0,055 <sup>NS</sup>	1,51	0,252 <sup>NS</sup>	0,38	0,691 <sup>NS</sup>	0,26	0,777 <sup>NS</sup>	4,93	0,023*	3,87	0,044*
<b>V12</b>	5,94	0,013*	1,44	0,267 <sup>NS</sup>	11,87	0,001***	11,93	0,001***	3,36	0,062 <sup>NS</sup>	1,00	0,389 <sup>NS</sup>	0,66	0,53 <sup>NS</sup>	0,06	0,943 <sup>NS</sup>	0,48	0,627 <sup>NS</sup>
<b>V13</b>	0,4	0,677 <sup>NS</sup>	2,06	0,163 <sup>NS</sup>	3,14	0,073 <sup>NS</sup>	5,1	0,02*	1,11	0,355 <sup>NS</sup>	1,44	0,268 <sup>NS</sup>	4,58	0,028*	3,58	0,054 <sup>NS</sup>	5,21	0,019*
<b>V14</b>	22,49	0,000***	1,41	0,275 <sup>NS</sup>	32,35	0,000***	0,00	0,999 <sup>NS</sup>	0,15	0,858 <sup>NS</sup>	3,81	0,046*	22,99	0,000***	5,43	0,017*	1,89	0,185 <sup>NS</sup>
<b>V15</b>	2,52	0,114 <sup>NS</sup>	1,17	0,336 <sup>NS</sup>	1,80	0,199 <sup>NS</sup>	10,73	0,001***	0,28	0,763 <sup>NS</sup>	2,29	0,136 <sup>NS</sup>	48,65	0,000***	1,78	0,203 <sup>NS</sup>	23,56	0,000***
<b>V16</b>	1,81	0,198 <sup>NS</sup>	0,08	0,923 <sup>NS</sup>	2,62	0,106 <sup>NS</sup>	1,26	0,312 <sup>NS</sup>	14,53	0,000***	0,23	0,75 <sup>NS</sup>	13,39	0,000***	0,28	0,76 <sup>NS</sup>	0,72	0,501 <sup>NS</sup>
<b>V17</b>	0,52	0,607 <sup>NS</sup>	9,91	0,002**	6,08	0,012*	23,77	0,000***	0,22	0,801 <sup>NS</sup>	1,41	0,275 <sup>NS</sup>	0,00	0,999 <sup>NS</sup>	2,88	0,087 <sup>NS</sup>	6,04	0,012*
<b>V18</b>	14,5	0,000***	1,83	0,194 <sup>NS</sup>	3,61	0,052 <sup>NS</sup>	0,41	0,674 <sup>NS</sup>	9,26	0,002**	0,58	0,575 <sup>NS</sup>	3,11	0,074 <sup>NS</sup>	1,30	0,302 <sup>NS</sup>	0,36	0,705 <sup>NS</sup>
<b>V19</b>	3,74	0,048*	1,36	0,285 <sup>NS</sup>	6,03	0,012*	0,48	0,63 <sup>NS</sup>	3,48	0,057 <sup>NS</sup>	0,85	0,445 <sup>NS</sup>	15,26	0,000***	2,91	0,086 <sup>NS</sup>	2,26	0,139 <sup>NS</sup>
<b>V20</b>	14,7	0,000***	9,99	0,002**	1,35	0,289 <sup>NS</sup>	0,12	0,888 <sup>NS</sup>	10,76	0,001***	7,54	0,005**	85,56	0,000***	2,54	0,112 <sup>NS</sup>	1,21	0,325 <sup>NS</sup>
<b>V21</b>	14,9	0,000***	1,67	0,222 <sup>NS</sup>	2,69	0,101 <sup>NS</sup>	3,48	0,057 <sup>NS</sup>	0,68	0,52 <sup>NS</sup>	1,40	0,276 <sup>NS</sup>	11,34	0,001***	15,37	0,000***	8,23	0,004**

## **Résumé**

Le présent travail a trait à l'étude de 9 caractéristiques technologiques obtenues sur 21 variétés de blé dur cultivées durant deux années consécutives (2003/2004 et 2004/2005) au niveau de trois sites différents (El-Khroub, Oued-Smar et Sidi-Bel-Abbès).

Les données ont été analysées à l'aide de méthodes statistiques univariées et multivariées par années et pour l'ensemble des deux années et ceci par site et pour l'ensemble des trois sites. Des comparaisons intra et inter années ainsi que des comparaisons intra et inter sites ont été réalisées en vue d'étude la variation spatio-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 d'une part, entre années et, d'autre part, entre sites pour la plus grande partie des variétés prises en considération.

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

## **Abstract**

This work deals with the study of technological features 9 obtained on 21 varieties of durum wheat grown for two consecutive years (2003/2004 and 2004/2005) at three different sites (El-Khroub, Oued Smar and Sidi Bel-Abbes). The data were analyzed using univariate methods and multivariate statistics by year and for both years and by this site and for all three sites. Comparisons within and between years and comparisons within and between sites were conducted to study the spatial and temporal variation of each of the characteristics studied by variety of durum wheat.

The statistical results obtained show in general and for the majority of variables studied the existence of a variation on the one hand, and between years, on the other hand, between sites for most of the varieties considered.

**Keywords:** durum wheat-technological-protein-statistical methods