

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université des Frères Mentouri Constantine**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Biochimie et de Biologie Moléculaire et Cellulaire**

N° d'ordre.....

N° de série.....

## **Mémoire**

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biochimie  
Option Biochimie de la Nutrition

**Appréciation de la qualité technologique  
de 8 variétés homologuées de blé dur  
cultivées dans la région de Constantine**

**Présenté par :**

- BOULALA Zineb
- ROUABEH Amira

**Devant le jury :**

- Président : Prof. KHELIFI Douadi, UFMC1
- Examineur : Dr. MOSBAH Asma, UFMC1
- Encadreur : Dr. BELLIL Inès, UFMC1

**Année universitaire 2017/2018**

# Remerciement

JE RENDS GRÂCE À DIEU ; LE CLÉMENT ; LE  
MISÉRICORDIEUX

LOUANGES AU PROPHÈTE MOHAMED

- ✓ Nos premiers remerciements vont à notre professeur Madame « **BELLIL Ines** » de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université des Frères Mentouri Constantine ; d'avoir accepté de diriger et d'orienter ce travail de recherche ; nous la remercions aussi pour son accueil ; son aide et ses conseils très précieux dans l'exploitation des résultats.  
Il est agréable d'exprimer notre pleine gratitude pour votre simplicité et votre générosité preuve de votre qualité humaine et scientifique.
- ✓ Nous tenons à exprimer nos remerciements au professeur « **KHELIFI Douadi** » de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université des Frères Mentouri Constantine qui a accepté d'évaluer ce travail et de présider ce jury, qu'il soit ici remercié de l'intérêt qu'il a porté à ce travail.
- ✓ Nous tenons à remercier Docteur **MOSBAH Asma** d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner notre travail.
- ✓ Nos remerciements s'adressent à tous les enseignants du département de Biochimie pour leurs aides et encouragements au cours de nos études.

Nos remerciements vont à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



# *Dédicace*

*Au nom de dieu Je dédie ce modeste mémoire à mes  
parents :*

*papitou mourad*

*mamáta wahíba*

*qui ont su me Soutenir tout long de mes  
études, parfois me reconforter dans les moments  
Difficiles, et qui sans eux je n'aurai pu effectuer ce  
Travail.*

*A toute mes frères :*

*Ahmed, Amír et Mouad hbíb allh*

*A Toute Ma Famille BOULLALA*

*A tous mes amis et mes collègues.*

*Zineb*



## ***Liste des tableaux***

<b>Tableau 1</b> : les dix grands premiers producteurs du blé dans le monde (106 t/an) (Fao,1995 ) .....	06
<b>Tableau 2</b> : caractéristiques du secteur agricole (céréales) en Algérie pour l'année 2016. (Ministère de l'agriculture,Algérie ) .....	09
<b>Tableau 3</b> : variations des superficies emblavées, superficies moissonnées, production et rendement blé dur enregistrées au niveau de la wilaya de Constantine pendant 4 campagnes agricoles. Source : Direction des Services Agricoles de Constantine (DSA Constantine .....	10
<b>Tableau 4</b> : composition des différentes parties du grain (Roudant et al. 2005).....	12
<b>Tableau 5</b> : composition du gluten en fonction en pourcentage de matière sèche du blé(Dacosta,1986) .....	13
<b>Tableau 6</b> : liste des 8 variétés de la collection des blés durs utilisés dans l'expérimentation .....	21
<b>Tableau 7</b> : classification des variétés de blé dur selon leurs poids de milles grains.....	37
<b>Tableau 8</b> : classification des variétés selon l'échaudage .....	40
<b>Tableau 9</b> : les différentes qualités des blés selon leur richesse en protéines .....	44

## **Liste des Figures**

<b>Figure 1 :</b> lieux d'origine et diffusion de <i>Triticum turgidum</i> à travers le monde (Vilmorin 1880 in Bozzini 1988) .....	05
<b>Figure 2 :</b> Quantités de blé dur produites mondialement entre 2006 et 2016 .....	07
<b>Figure 3 :</b> Evolution des quantités de blé dur produites chez des importateurs Et des exportateurs entre 2016(Orange) 2015(Bleu).....	08
<b>Figure 4 :</b> Production de blé dur (Tonnes) en Algérie entre 1961-2014 .....	08
<b>Figure 5 :</b> Coupe longitudinale présentant les constituants du grain (Paul, 2007).....	11
<b>Figure 6 :</b> Taux de moucheture des grains des variétés étudiées .....	34
<b>Figure 7 :</b> Taux de mitadinage des grains des variétés étudiées .....	35
<b>Figure 8 :</b> poids de mille grains des variétés étudiées .....	37
<b>Figure 9 :</b> le poids spécifique des variétés étudiées.....	38
<b>Figure 10 :</b> Taux d'échaudages des grains des variétés étudiée.....	39
<b>Figure 11 :</b> Teneur en eau des grains des variétés étudiées .....	40
<b>Figure 12 :</b> humidité des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	41
<b>Figure 13 :</b> Teneur en protéines des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	42
<b>Figure 14 :</b> Teneur en cendres des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	44
<b>Figure 15 :</b> teneurs en gluten humide et sec des grains entiers broyés des variétés étudiées .....	45
<b>Figure 16 :</b> capacité d'hydratation du gluten chez les variétés étudiées .....	46
<b>Figure 17 :</b> taux de SDS des grains des variétés étudiées.....	47
<b>Figure 18 :</b> temps d'éclatement en min des semoules étudiées.....	48

## ***Liste des abréviations***

**CH** : coefficient d'hydratation

**ERIAD** : entreprise des Industries Alimentaires Céréalières et Dérivés

**FAO** : l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**GH** : gluten Humide

**GS** : gluten Sec

**H** : humidité

**INRAA** : Institut national de la recherche agronomique d'Algérie

**ITGC** : Institut Technique des Grandes cultures.

**NIRS**: analyse dans le proche infrarouge

**Pel** : pelshenke

**PMG**: poids de milles grains.

**PS** : Poids spécifique

**SDS** : Sodium Dodécyl Sulfate

**SG** : Semoules grosses

**SM** : Semoules moyennes

**SSSE** : Semoules sassées super extra

**SSSF** : Semoules sassées super fines

# Sommaire

INTRODUCTION .....	1
--------------------	---

## Partie 1 : revue bibliographique

1. Historique et répartition éco géographique du blé dur	
1.1 Origine du blé dur .....	5
1.2 Culture du blé dur .....	5
2. Production du blé dur	
2.1 Production mondiale de blé dur .....	6
2.2 Production de blé dur à l'échelle nationale .....	8
2.3 La production de blé dur dans la wilaya de Constantine .....	10
3. Structure et composition chimique du grain du blé dur	
3.1. Structure du grain .....	11
3.2. Composition chimique du grain .....	11
4. Evaluation de la qualité d'un blé dur	
4.1. Notion de qualité .....	14
4.2. Notion de qualité technologique .....	14
4.3. Les critères d'appréciation de la qualité du grain de blé dur .....	15
4.3.1. Critères d'orientation de blé dur .....	15
4.3.2. Analyses physico-chimiques .....	17
• Teneur en eau .....	17
• Le taux de moucheture .....	17
• Le taux de mitadinage .....	18
• Poids de mille grain .....	18
• Le poids spécifique .....	18
• Grain échaudé .....	18
4.4. Analyses technologique .....	19
• Teneur en eau .....	19
• Teneur en protéine .....	19
• Teneur en cendre .....	19
4.5. Test technologique .....	19
4.5.1 Teneur en gluten et coefficient d'hydratation .....	19
4.5.2 Test de sédimentation (S.D.S) .....	20
4.5.3 Test de pelshenke .....	20

## Partie 2 : Etude Expérimentale

1. Matériel végétal .....	21
2. Méthodes d'études .....	21
2.1. Critères de qualités et méthodes d'appréciation .....	22
2.1.1. Les paramètres relatifs aux caractéristiques physiques des grains .....	22
▪ Détermination de la moucheture .....	22
▪ Détermination du taux de mitadinage .....	22
▪ Détermination du poids de mille (1000) grains .....	24
▪ Teneur en eau .....	25

▪ Mesure de la masse volumique ou Le poids spécifique (PS) .....	25
▪ L'échaudage.....	26
2.1.2. les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains .....	27
2.1.2.1. Analyse technologique .....	27
▪ Analyse dans le proche infra rouge (NIRS).....	27
▪ Teneur de protéines.....	27
▪ Taux d'Humidité (H) .....	28
▪ Détermination de la teneur en cendre .....	28
2.1.2.2. Tests technologiques .....	29
▪ Test du Gluten humide et sec .....	29
▪ Capacité d'hydratation du Gluten.....	30
▪ Test de sédimentation SDS.....	31
▪ Test de Pelshenke (Pel) .....	31

## Partie 3 : résultats et discussion

1. Les Analyse physico-chimiques des grains des variétés étudiées .....	33
1.1 Taux de moucheture .....	33
1.2 Taux de mitadinage .....	34
1.3 Poids de mille grains .....	36
1.4 La masse volumique .....	38
1.5 L'échaudage .....	39
2. les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains	
2.1 analyse technologique .....	41
▪ Dosage de l'humidité .....	41
▪ Détermination de la teneur en protéines .....	43
▪ Teneur en cendre .....	44
2.2. Test technologique des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	45
▪ Teneur en gluten .....	45
▪ Teneur en gluten humide .....	46
▪ Teneur en gluten sec .....	46
▪ Coefficient d'hydratation .....	47
▪ Teste de sédimentation.....	48
▪ Teste de pelshenke .....	49
Conclusion .....	51
Références bibliographiques.....	53
Annexes	
Résumé	

# INTRODUCTION

---

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Les céréales sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama *et al.*, 2005), selon (Fao, 2007), leur production arrive jusqu'à 2 Milliards de tonnes.

Le blé dur constitue un élément essentiel dans la structure de la consommation des céréales. Il contribue énormément aux apports caloriques et protéiques de la population dans l'ensemble du pays. Si la production du blé dur s'est conventionnellement associée à la fabrication de la semoule et les pâtes alimentaires au niveau industriel, en milieu rural l'utilisation du blé dur dans la panification est une pratique courante. Environ 85 % de la production annuelle du blé dur est utilisée en panification (Boujnah *et al.*, 2004). Pour les populations rurales, le pain à base de blé dur (pain et galette) est un composant fondamental du régime quotidien.

A cet égard, l'Algérie importe actuellement environ 5.5 millions de tonnes de blé (dur et tendre) pour répondre à la demande, qui représentent 60% des besoins nationaux et environ 40% de la demande de produits de blé dur est importée sous forme de semoule (Kellou R, 2008).

Le problème auquel est confrontée l'Algérie réside notamment dans le fait que le niveau de production céréalière nationale est loin de répondre aux besoins de consommation ce qui fait de l'Algérie un important importateur des produits du blé dur.

Le problème posé ces dernières années est l'apparition de variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) caractérisées par une forte productivité mais aussi par une mauvaise aptitude à la transformation industrielle. Aussi, la notion de qualité du grain chez le blé n'est pas encore prise en considération par les pouvoirs publics dans la formation des produits locaux. Le prix d'achat d'un quintal du produit est le même quelque soit leur teneur en protéines, alors que cette teneur est un critère qui fixe le prix du blé dur sur le marché international (Hamadache, 2011).

Cette situation oriente d'une part les agriculteurs vers la production en quantité et par conséquent d'avoir des produits de mauvaise qualité, et oblige d'autre part les industries de

# INTRODUCTION

---

première transformation à importer du blé dur avec des normes déterminées pour avoir des semoules et des produits de qualité.

Durant ces dernières années, la question de la qualité prend de plus en plus d'importance au niveau des recherches, tout particulièrement dans les programmes d'amélioration génétique. L'amélioration du rendement et de la qualité du blé dur passe donc par la création variétale et le choix de critères fiables pour l'identification de mécanismes d'adaptations aux contraintes environnementales. Parmi ces critères, la stabilité du rendement, la tolérance aux stress abiotiques, la résistance aux maladies en plus d'une bonne qualité technologique.

C'est cette dernière notion, qui retient plus particulièrement l'intérêt de la présente étude. Parmi les différents facteurs responsables de la qualité, l'influence prépondérante des protéines, et particulièrement celles qui constituent le gluten. Précisément, au niveau de cette fraction, il est possible de distinguer une notion quantitative (teneur en gluten), davantage liée aux facteurs agro climatiques, et une notion qualitative dépendante du patrimoine génétique.

En dépit des taux de protéinées qui influent sur la qualité culinaire, d'autre trait de la qualité à savoir les caractéristiques physiques du grain de blé tel le Mitadinage, le poids spécifique et le poids de milles grain influent sur le rendement et sur la qualité semoulière.

Par conséquent un « bon » blé est celui qui satisfera le consommateur final, le fabricant des pâtes ou de couscous et ainsi de suite, en remontant toute la filière jusqu'au créateur de variétés. C'est dans ce sens, que l'amélioration des variétés se doit donc d'avoir un souci permanent d'accroître les rendements et la valeur nutritionnelle et technologique des blés cultivés.

Dans cette optique, nous initions notre travail qui a pour objectif principal d'apprécier la qualité technologique de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie et plus particulièrement de la région de Constantine. Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet « Réseau Blé Dur Constantine » piloté par la Direction des Services d'Agriculture, la chambre d'agriculture et l'Université Frère Mentouri Constantine 1. L'étude est réalisée au laboratoire

# INTRODUCTION

---

de Génétique Biochimie et Biotechnologies Végétales de l'Université Frère Mentouri Constantine 1.

Les données bibliographiques sont présentées dans le premier chapitre de ce mémoire, avec une présentation générale du blé dur tout en mettant l'accent sur Le deuxième chapitre décrit le matériel végétal les différents caractères mesurés et les méthodes d'analyse utilisées dans notre étude. Les étapes suivies dans l'exploitation des résultats et leur interprétation ainsi que leur discussion sont présentées dans le troisième chapitre. Une conclusion générale et des perspectives sont enfin données, suivies de la liste de références bibliographiques.

# Etude Expérimentale

---

## 1. Matériel végétal

L'étude a porté sur une collection de 8 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) qui nous ont été fournies par l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Constantine. Les grains de blé dur des 8 variétés sont stockés dans des sacs en papier d'une contenance de 500 g. Les échantillons sont retenus pour apprécier la qualité technologique du blé dur. La liste des variétés étudiées est mentionnée dans le tableau 6. La partie expérimentale a été effectuée au niveau du laboratoire de Génétique Biochimie et Biotechnologies Végétale, de l'Université Frères Mentouri Constantine 1.

**Tableau 6:** liste des 8 variétés de la collection des blés durs utilisés dans l'expérimentation.

N°	Noms des Variétés
1	CIRTA
2	WAHBI
3	AIN LAHMA
4	BOUSSELAM
5	SIMETO
6	GTA DUR
7	WAHA
8	HOGGAR

## 2. Méthodes d'études

Chaque variété de blé a subi une mouture à fin d'obtenir la semoule sur laquelle nous avons fait les différentes analyses dont tout les protocoles et les résultats obtenus sont la moyenne de trois essais. Des analyses sur les grains entiers ont été aussi réalisées.

## 2.1. Critères de qualités et méthodes d'appréciation

### 2.1.1. Les paramètres relatifs aux caractéristiques physiques des grains

- **Détermination de la moucheture**

- **Principe**

Elle est déterminée visuellement sur 30 gramme de grains, elle correspond à une altération plus ou moins profonde du péricarpe du grain par des champignons ou des piqures en général (Bar et al., 1995).

La moucheture sur les blés durs peut entraîner la présence de piqures noires dans les semoules.

- **Mode opératoire**

L'expérience a consisté à déterminer les grains mouchetés. 30g de chaque échantillon exempt d'impuretés ont été pesés. Les grains mouchetés ont été sélectionnés visuellement. Il s'agit des grains qui présentent à d'autres endroits que sur le germe des colorations situées entre le brun et noir brunâtre. Le poids des grains mouchetés présents dans 30 grammes a été déterminé.

Les résultats sont exprimés en gramme de grains mouchetés pour 100 grammes d'échantillon, selon la formule :  $M (\%) = (M1/M2) \times 100$ , Avec :

- ✓ M1: masse en gramme de grain entier Mouchetés présents dans 30g de l'échantillon
- ✓ M2: masse en gramme de prélèvement (30g).

- **Détermination du taux de mitadinage**

Le taux de mitadinage est le pourcentage en nombre de grains de blé dur non entièrement vitreux (C.T.P.S et G.E.V.S., 2006). Selon le règlement communautaire n° 824/2000 du 19 avril 2000, un grain mitadiné est "un grain dont l'amande ne peut être considérée comme pleinement vitreuse" (I.T.C.F., 2001).

Un grain mitadiné présente à la coupe une ou plusieurs plages farineuses et a tendance, lors de la mouture, à se désagréger en farine et non à éclater en semoule, provoquant une diminution du rendement semoulier.

# Etude Expérimentale

---

Le mitadinage est un accident physiologique fréquent qui se traduit par un changement de texture de l'albumen du grain, dépendant à la fois de la quantité d'azote présent dans le grain, un manque d'azote au stade gonflement, et des conditions de récolte. En outre, un grain mur subissant des pluies peu avant la récolte ne se rétracte pas en totalité lors de la dessiccation et les interstices restant entre cellules ne réfléchissent pas la lumière de la même façon, le grain apparaît alors comme farineux. Néanmoins, plus la teneur en protéines totales d'un lot de grains est élevée, moins le mitadinage est important.

## - Intérêt

L'objectif du semoulier est de fabriquer de la semoule et non de la farine, le blé dur doit donc être peu mitadiné. Si le taux de mitadinage est trop élevé, le rendement semoulier chute. La qualité commerciale type indique que moins de 20 % des grains peuvent être mitadinés, au-delà de 40 %, le blé dur est vendu au prix du blé tendre.

## - Principe

Le taux de mitadinage (exprimé en %) indique le nombre de grains partiellement ou totalement farineux dans un lot de grains. La détermination du taux de mitadinage s'effectue manuellement.

## - Mode opératoire

L'expérience a consisté à déterminer le taux de mitadinage d'un échantillon de 50 grains, de chaque variété de blé dur propre après un triage manuel. Chaque grain a été coupé en deux parties et la présence de la moindre tache farineuse entraîne le classement des grains en mitadinés. Le pourcentage des grains mitadinés est le résultat de deux essais selon la formule suivante :

Le pourcentage des graines mitadinées  $\% = (X + Y) / 100$  ; Avec :

- ✓ X : le nombre des grains mitadinés du premier essai.
- ✓ Y : le nombre des graines mitadinés du deuxième essai.

# Etude Expérimentale

---

- **Détermination du poids de mille (1000) grains**

La masse de 1000 grains est la masse de 1000 grains entiers exprimée en grammes. C'est un critère d'un grand intérêt dans les expérimentations agronomiques. Il permet de caractériser une variété, de mettre en évidence des anomalies comme l'échaudage, d'étudier l'influence des traitements en végétation ou des conditions climatiques qui modifient la masse de 1000 grains (Scotti., 1997).

C'est une des composantes du rendement agronomique et rendement semoulier. Cette mesure est surtout effectuée lors de la sélection du blé dur, c'est un critère essentiellement variétal qui dépend beaucoup des conditions de cultures qui influent de façon très significative.

- **Principe**

Le principe de la méthode repose sur le comptage manuel du nombre de grains entiers contenus dans une prise de masse connue. La détermination de la masse de 1000 grain est basée sur le comptage des grains d'une prise d'essai de 30g après élimination des impuretés et de grains cassés.

- **Mode opératoire :**

30 grammes de grains (m) sont pesés. Les grains entiers sont par la suite sélectionnés et comptés manuellement. La masse de 1000 grains entiers est déduite selon la formule suivante : **PMG = m x 1000 / N** ; Avec :

- ✓ M : 30 grammes de grains
- ✓ N : Le nombre des graines compté dans les 30 grammes.

Le poids de mille grains secs est par la suite calculé selon l'équation suivante : **PMGS= m H X (100 – H) /100** ; Avec :

- ✓ m H : poids de 1000 grains normal
- ✓ H : teneur en eau des grains.

# Etude Expérimentale

---

- **Teneur en eau**

Généralement comprise entre 11.0% et 14.0%, elle est également importante dans le commerce puisqu'elle peut conditionner le prix de la marchandise par un système de bonification/réfaction. En pratique, on ne s'inquiétera que si elle dépasse 16% car le blé devient susceptible d'évoluer spontanément (échauffement et germination).

La teneur en eau du blé ne doit pas cependant dépasser 14,5% selon le Codex Alimentaire (1994).

- **Intérêt**

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

- Intérêt technologique : Pour la détermination de la conduite rationnelle des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle.
- Intérêt analytique : Pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standards)
- Intérêt réglementaire puisque les contrats commerciaux fixent des seuils de teneur en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections (ITCF & ONIC, 1995).

- **Mode opératoire**

5 grammes de grains (m) sont pesés, mis dans l'étuve à 130° C pendant 2 heures puis repesés après l'étuvage (m1). Les résultats sont déterminés comme suit:

Teneur en eau % =  $(m - m1) \times 100 / m$  ; Avec :

- ✓ m : 5g des grains
- ✓ m1 : la masse des grains après étuvages.

- **Mesure de la masse volumique ou Le poids spécifique (PS)**

La masse volumique dite masse à l'hectolitre, appelée communément Poids Spécifique (PS), est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogrammes (NF V03-707 et ISO 712). Elle est considérée comme un indicateur de la valeur semoulière en relation avec le rapport enveloppe sur amande. Plus le poids à l'hectolitre est élevé, plus le rapport enveloppe

# Etude Expérimentale

---

sur amande est faible et le rendement semoulier important. La valeur minimale pour la mise à l'intervention est de 78 kg/hl.

## - Intérêt

Le poids spécifique présente un intérêt commercial; la masse volumique est toujours prise en compte dans les contrats commerciaux et dans les transactions.

## - Principe

La masse à l'hectolitre est calculée à partir de la masse de 50 litre (trémie conique) pour les blés durs, sur un échantillon débarrassé manuellement des grosses impuretés (I.T.C.F., 2001).

## - Mode opératoire

Les grains de blés durs de chaque variété sont remplis dans un bécher de volume connu (500ml) puis pesés. La masse obtenue correspond à la masse d'un volume de 500ml. La masse spécifique à l'hectolitre sera déterminée par la suite en appliquant la règle de trois.

### • L'échaudage

Ce sont des grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Celui-ci peut être dû à un déséquilibre entre l'arrivée d'eau dans le grain et l'évaporation à la suite d'une très forte chaleur, supérieure à 28° C au cours de la maturation (échaudage physiologique).

Les grains échaudés sont rabougris, ridés, déformés conséquence du mauvais remplissage.

### - Mode opératoire

L'expérience a consisté à déterminer les grains échaudés, 30g de chaque échantillon exempt d'impuretés ont été pesés. Les grains échaudés ont été sélectionnés visuellement. Il s'agit des grains ridés ou renformis, Le poids des grains échaudés présent dans 30 grammes a été déterminé.

## 2.1.2. les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains

### 2.1.2.1. Analyse technologique

Les graines des 8 variétés du blé dur sont broyées, à l'aide d'un broyeur IKA-Universal muhle M20 (220 V, 50/60 HZ, 550W) pour effectuer les analyses biochimiques.

- **Analyse dans le proche infra rouge (NIRS)**

La spectrométrie dans le proche infra rouge est une technique analytique de plus en plus répandue, pour le contrôle rapide de la qualité des céréales. Le plus souvent non destructive, elle ne nécessite qu'une préparation réduite de l'échantillon. En outre, elle permet la détermination rapide et non coûteuse de plusieurs paramètres.

La spectrométrie dans le proche infra rouge (NIRS) est une méthode d'analyse comparative dont le principe repose sur l'absorption de la lumière proche infra rouge par la matière organique (Alava *et al.*, 2001). La technique repose sur la mesure de la réflectance d'un rayonnement émis à une longueur d'onde donnée dans le visible ou l'infrarouge, les différentes liaisons chimiques du produit testé (O-H, N-H ou C-H) l'absorbent à des longueurs d'onde spécifiques égales à leur fréquence de vibration et passent ainsi d'un état fondamental à un état excité (Frédéric *et al.*, 2013).

Cette analyse permet de mesurer par infrarouge les paramètres suivants de la semoule : le taux des protéines et l'humidité.

- **Teneur de protéines**

La détermination de la teneur en protéines des grains a été effectuée sur le principe de spectrométrie proche infrarouge comme cité précédemment.

- **Intérêt**

La teneur en protéines de blé dur est un critère très important qui influe fortement sur la qualité du blé dur compte tenu de ses relations étroites avec le taux de grains mitadinés et avec la qualité culinaire des produits de transformation. La teneur minimale pour la mise à l'intervention est de 11.5%. En règle générale, plus la teneur en protéines est élevée, meilleure

# Etude Expérimentale

---

est la qualité du blé dur. Un seuil de 14% est le plus souvent nécessaire à l'obtention d'un taux de vitrosité satisfaisant.

## - Le principe

La teneur en protéine totale a été déterminée par le spectrophotomètre infrarouge. L'utilisation de 100 grammes de Semoule pour chaque échantillon est nécessaire.

## - Mode opératoire

Le type de produit à analyser est sélectionné dans l'appareil (blé dur). L'échantillon est par la suite placé dans le compartiment approprié, en utilisant le dispositif de tassement. Pour lancer l'analyse, la touche ENTER est appuyée.

Les résultats sont exprimés en pourcentage (%) de protéines par rapport à la matière sèche, ils représentent la moyenne de trois répétitions.

## • Taux d'Humidité (H)

Le taux d'humidité est mesuré à l'aide du même appareil à infrarouge (NIR) et selon les mêmes conditions de mesure. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'humidité par rapport à la matière sèche et sont la moyenne de trois répétitions.

## • Détermination de la teneur en cendre

### - Principe

La détermination du taux des cendres repose sur le maintien de la prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C jusqu'à la masse constante en assurant la combustion intégrale de toutes les matières organiques.

Les cendres sont des résidus de la matière après l'incinération à 900°C par rapport à la matière sèche (Anonyme, 1986).

### - Mode opératoire

Avant leur utilisation, les nacelles sont chauffées durant 10 minutes à 900° C dans le four à moufle, puis laissées refroidir dans l'appareil du refroidissement jusqu'à la température ambiante.

# Etude Expérimentale

---

5 grammes de semoule sont pesés et mis dans les nacelles. La semoule est répartie en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasser. Pour une incinération régulière, 1 à 2 ml d'éthanol sont ajoutés.

Par la suite, les nacelles sont placées et leur contenu à l'entrée du four pour les chauffer jusqu'à ce que la matière s'enflamme, et pour s'assurer que la combustion n'est pas trop rapide de façon à éviter la perte par projections de particules solides de substances.

Aussitôt que la flamme est éteinte, les nacelles sont placées avec précaution à incinération dans le four. L'incinération est suivie jusqu'à la disparition des particules charbonneuses qui peuvent être incluses dans le résidu.

En général le temps d'incinération est de 2h ; ce temps dépend du type de four et son état. Quand l'incinération est terminée, la nacelle est retirée du four et mise à refroidir sur une plaque thermorésistante pendant une minute, puis dans l'appareil de refroidissement jusqu'à la température ambiante. Après refroidissement les résidus sont pesés à 0.1 mg de près. Le taux de cendre est exprimé en pourcentage en masse par rapport à la masse sèche :

$$C\% = \frac{M1 \times 100}{M0} \times \frac{100}{100-H}$$

- ✓ M1 : masse du résidu en g.
- ✓ M0 : masse de la prise d'essai.
- ✓ H : la teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse de l'échantillon.

## 2.1.2.2. Tests technologiques

Ces tests technologiques sont étudiés couramment en sélection.

- **Test du Gluten humide et sec**

Le blé est la seule céréale dont les protéines ont la propriété de constituer dans la pâte un réseau protéique. Le gluten, fraction insoluble des protéines dans une solution saline, est le responsable majeur de la qualité rhéologique des pâtes c'est-à-dire l'extensibilité, l'élasticité et la ténacité, qui ont une influence sur le comportement des pâtes au cours de la fabrication et sur la qualité du produit fini. Sa mesure est assez peu utilisée dans certains pays telles que la France, mais elle l'est d'avantage en Italie et en Grande

# Etude Expérimentale

---

Bretagne ou elle constitue le plus souvent, le seul test technologique d'appréciation de la qualité des blés durs. La quantité de gluten est très liée à la teneur en protéines.

## - Principe

L'extraction du gluten se fait par malaxage d'un mélange de mouture d'une solution de chlorure de sodium.

## - Mode opératoire

La teneur en gluten a été déterminée selon le protocole de (Mauze et al, 1972). 5ml d'eau distillée salée à 10% de NaCl sont rajoutés à 10 g de semoule. Après un repos de 5mn, la pâte est malaxée dans la main sous un filet d'eau continu pour la transformer en pâton. Lorsque l'eau de lavage devient claire, le gluten est essoré en le comprimant fortement entre les paumes des deux mains. A ce moment le gluten humide est pesé. Le gluten sec, est obtenu après séchage de du pâton dans une étuve à 102°C pendant environ 24 heures.

- ✓ La teneur du gluten humide (GH) s'exprime en pourcentage :  $\text{GH}\% = 100 (\text{Mh} / 10)$  ; Mh étant la masse du gluten humide.
- ✓ La teneur du gluten sec (GS) s'exprime en pourcentage :  $\text{GS}\% = 100 (\text{Ms} / 10)$  ; Ms étant la masse du gluten sec.

## • Capacité d'hydratation du Gluten

La capacité d'hydratation (Ch%) représente le pourcentage d'eau contenue dans le gluten humide, il nous donne une indication sur la capacité du gluten à retenir l'eau. Selon (Godon et Loisel, 1984), la détermination de la capacité d'hydratation se fait par la relation :

$$\text{Ch} = \frac{\text{GH} - \text{GS}}{\text{GH}} \times 100; \text{ Avec:}$$

- ✓ GH: Gluten Humide.
- ✓ GS: Gluten Sec.
- ✓ Ch: Coefficient d'hydratation.

# Etude Expérimentale

---

- **Test de sédimentation SDS**

C'est un test physico-chimique utilisé pour apprécier la capacité de solubilisation et de polymérisation des protéines dans un solvant polaire. Ce test donne une mesure de la force du blé. Le principe du test est la mesure de la hauteur de sédimentation de 6g de semoule entière en suspension dans un milieu acide contenant du Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) : 20g de SDS sont dissout dans 1 litre d'eau et 20 ml d'acide acétique (1 volume d'acide acétique pour 8 volumes d'eau). Cette prise d'essai de 6g de semoule est introduite dans un cylindre gradué dans lequel sont rajoutés 50 ml d'eau à 22°C. Toutes les opérations, sauf l'agitation, se passent dans un bain marie à 22°C. Après des temps déterminés d'agitation et de repos, le volume de semoule sédimenté est mesuré en ml. L'agitation est manuelle et la lecture se fait en l'absence de colorants. Le dépôt de sédimentation est d'autant plus important que la quantité de protéines est élevée et que celles ci ont une forte capacité d'hydratation. Les valeurs utilisées correspondent à la moyenne de deux répétitions.

- **Test de Pelschenke (Pel)**

C'est un test de rhéologie qui mesure un développement de la pâte sous l'action d'un gaz dû à la fermentation. Ce test d'appréciation de la qualité boulangère est réalisé à température constante et homogène de 32°C. La méthode consiste à prendre 10 g de mouture et 6ml de suspension de levure à 10%. L'ensemble est pétri pendant 1min 30sec. Le pâton séparé en deux boulettes identiques (2 répétitions) est plongé dans des verres d'eau permutée et tempérée à 32°C.

Sous l'effet de la levure et de la température de 32°C, les boulettes de pâte gonflent, remontent en surface, puis au bout d'un certain temps se disloquent et retombent.

Ce test mesure le temps, exprimé en minutes, écoulé entre le moment de dépôt d'une boulette de pâte (semoule mélangée à une suspension de levure) dans un verre et sa dislocation. Deux boulettes de pâte sont testées simultanément et les valeurs utilisées correspondent à la moyenne des deux répétitions.

Ce test varie en fonction de nombreux paramètres : température, temps de pétrissage, type de levure, type de mouture.

## Etude Expérimentale

---

A cet effet l'échelle suivante permet d'évaluer la qualité boulangère :

- ✓ < 30 mn : mauvaise qualité boulangère,
- ✓ 30-50 mn : Moyenne,
- ✓ 50-90 mn : Bonne,
- ✓ 90-150 mn : très bonne,
- ✓ >150 mn : Blé améliorant.

# Résultats et Discussion

---

Afin d'atteindre les objectifs fixés pour cette étude à savoir évaluer une gamme de variétés de blé dur, cultivés en Algérie pour leur qualité technologique, et comparer les différents types de géotypes afin de situer leurs niveaux, pour les différents caractères de qualité.

## 1. Les Analyse physico-chimiques des grains des variétés étudiées :

### 1.1 Taux de moucheture

La moucheture du blé dur est un phénomène observé depuis fort longtemps : dès 1909, des publications paraissent sur ce sujet. Pendant une longue période, les pathologistes et entomologistes combattent par publication interposées, revendiquant la paternité de l'agent causal unique : infection fongique pour les premiers, action des insectes piqueurs (type thrips) pour les seconds. Cependant, de part la divergence des résultats obtenus et la publication de nombreux travaux montrant qu'en l'absence de tout agent pathogène, la moucheture pouvait s'observer sur les grains mûre (Tabusse, 1986; Williamson, 1997), les facteurs abiotiques ont commencé à intéresser un certain nombre de chercheurs. Grignac (1988) met en évidence l'importance d'une forte hygrométrie dans l'induction de la moucheture.

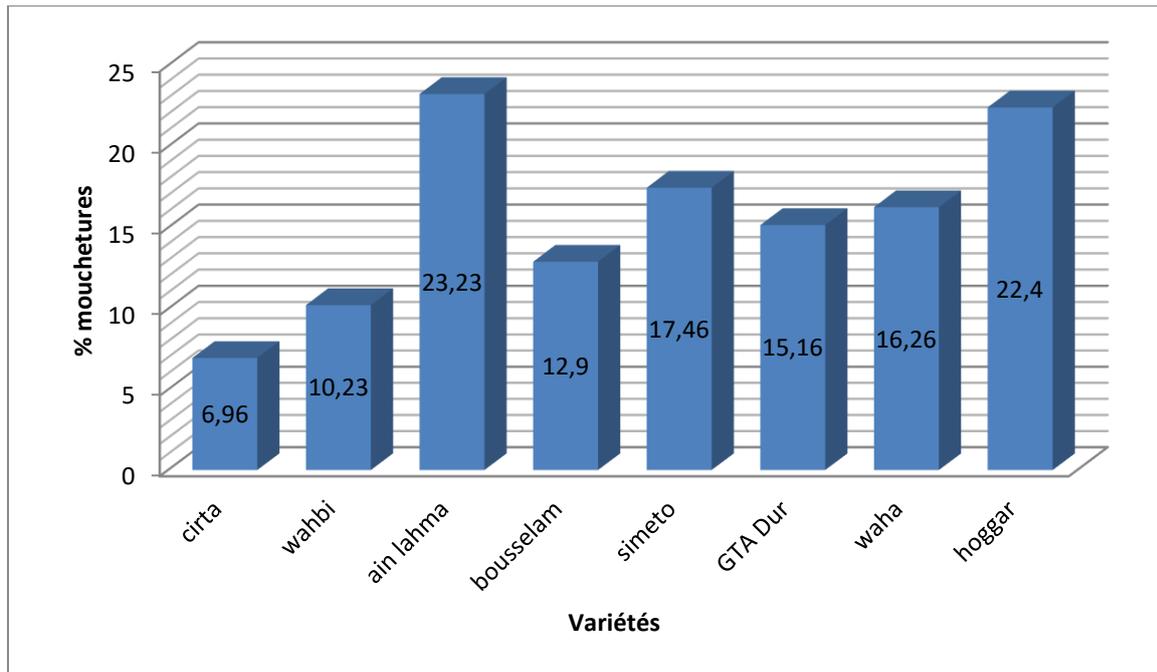
Le pourcentage des grains mouchetés est relativement faible (pour la majorité, inférieur à 5%). Et pour l'instant, on ignore encore la cause réelle de ces imputées. Cela peut être imputable aux différentes zones climatiques dans lesquels sont semés nos cultivars.

Le taux de moucheture, caractère très dépendant des conditions humides du milieu qui génèrent un climat propice au développement de maladies est un paramètre qui influence directement sur la coloration de la semoule et donc de la qualité technologique de cette dernière. La moucheture est l'ensemble des points ou taches sombres à noire qui se déposent sur la graine de blé et donc après mouture on obtient cette couleur sombre sur la semoule.

La présence des grains mouchetés provoque des points noirs dans la semoule et dans les pâtes alimentaires et affecte ainsi la valeur commerciale du produit fini. Le taux de moucheture varie selon les variétés et peut être provoqué par des champignons ou de piqûres de thrips, ou par les conditions climatiques particulièrement aux moments de la floraison (Bar, 1994).

Suite aux résultats indiqués dans la (figure 6), le taux de moucheture varie de 6.96 % (la variété Cirta) à 23.23 % (la variété Ain lahma).

## Résultats et Discussion



**Figure 6 :** Taux de moucheture des grains des variétés étudiées.

En se référant à la norme établie par Bar (1995) et qui est inférieure à 5%, nous constatons des taux de moucheture élevés pour toutes les variétés. Les variétés étudiées sont classées dans la catégorie de faible qualité car les semoules et produits dérivés présentent des points noirs indésirables qui diminuent leur qualité commerciale.

### 1.2 Taux de mitadinage

Le mitadinage est très lié à la nutrition azotée tardive (pré-et post-floraison) et à la composition protéique des grains qui en résulte. L'apport d'azote fractionné avec un apport tardif (floraison) améliore la teneur en protéines et diminue de façon significative le mitadinage (Samson et al 2004).

La vitrosité constitue un important facteur aussi bien au niveau de la mouture que de l'agrégage. Les grains mitadinés sont ceux qui sont amylacés, gravement endommagés, brisés ou provenant de blés d'autres classes.

Le taux de mitadinage est un critère d'appréciation déterminant dans le rendement et la qualité de la semoule et des produits dérivés ( pâtes , couscous).

Les grains endommagés, ayant une incidence sur le poids spécifiques, diminuent le rendement de mouture, alors que d'autre types de dommages, tels que la moucheture, peuvent causer la décoloration et des piqûres dans la semoule (Feuillet, 2000 ; Desclaux et al., 2005).

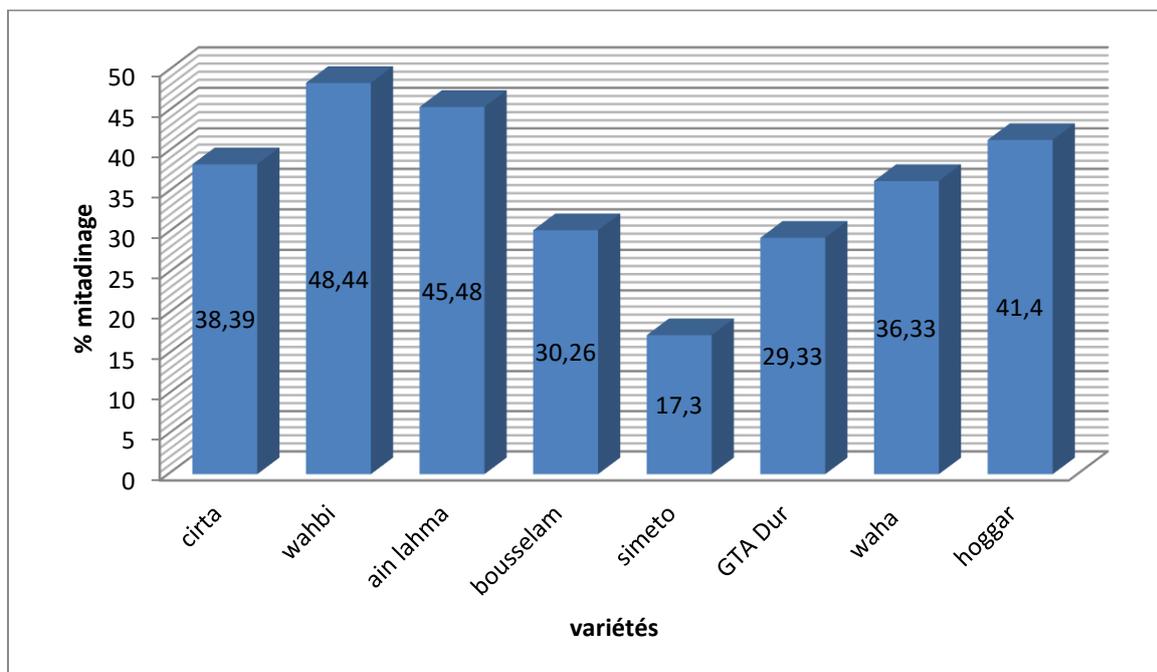
## Résultats et Discussion

Le mitadinage dû, en particulier, à l'exercés d'eau dans le sol ou à sa pauvreté en azote, donne des grains gonflés, blanchâtre, à structure partiellement ou entièrement farineuse, en d'autres termes c'est la présence, dans la masse de la cornée de l'albumen, des tâches d'amidon farineux (Desclaux, 2005). Ces zones sont visibles soit à l'extérieur soit à la coupe du grain.

Le mitadinage diminue le rendement en semoule et provoque des points blanchâtres sur les pâtes .La fumure tardive, à la montaison, limite cet accident (Cheret et al., 2003).

Le mitadinage est un caractère qui a donc une relation directe avec la vitrosité du grain et donc avec sa qualité et sa capacité à faire de la bonne semoule.

Les résultats du taux de mitadinage pour l'ensemble des variétés étudiées sont mentionnés dans la figure suivante.



**Figure 7 :** Taux de mitadinage des grains des variétés étudiées.

Les valeurs du taux de mitadinage enregistrées varient entre 17.3%(la variété Simeto) et 48.44% (la variété Wahbi).

La qualité commerciale type indique que moins de 20 % des grains peuvent être mitadinés, au-delà de 40 %, le blé dur est vendu au prix du blé tendre.

A la lumière des résultats obtenus (figure 7), nous constatons des taux de mitadinage élevés (au-delà de 40%) pour l'ensemble des variétés étudiées : 48,44 % (la variété Wahbi),

## Résultats et Discussion

45,48 % (la variété Ain lahma) et 41,4 % (la variété Hoggar). Ces blés sont considérés comme blés de mauvaise qualité. BAR (1995) a conclu également que les blés présentant un taux de mitadinage élevé par rapport à un taux moyen de 20 à 40 % sont des blés de mauvaise qualité. Contrairement, les variétés Cirta (38,39 %), Waha (36,33 %), Bousselam (30,26 %) et GTA Dur (29,33 %) présentent des valeurs qui sont proches de celles indiquées par Bar (1995) (20 à 40 %) mais sont nettement élevées par rapport à celles indiquées par Selselet (1991) (inférieur à 5%).

D'après les études de Lallem (1979), un taux de mitadinage particulièrement élevé est lié à une absence de fumure azotée (Selselt, 1991 ; Desclaux, 2005) .

Un taux de mitadinage élevé exerce une influence défavorable sur la qualité culinaire des produits finis (Cheriet, 2000), de plus il entraîne une diminution du rendement semoulier, et la semoule sera dépréciée par la présence des piqures blanches dans la pâte (ITGC, 1994).

### 1.3 poids de mille grains

Les blés sont classés, selon le manuel de contrôle de la qualité ERIAD SKIKDA, en trois groupes comme suit :

- De 55 à 80 g .....gros blés.
- De 35 à 55 g .....blés moyens.
- Au dessous de 35 g .....petits blés.

Les résultats de l'analyse sont représentés dans la figure suivante.

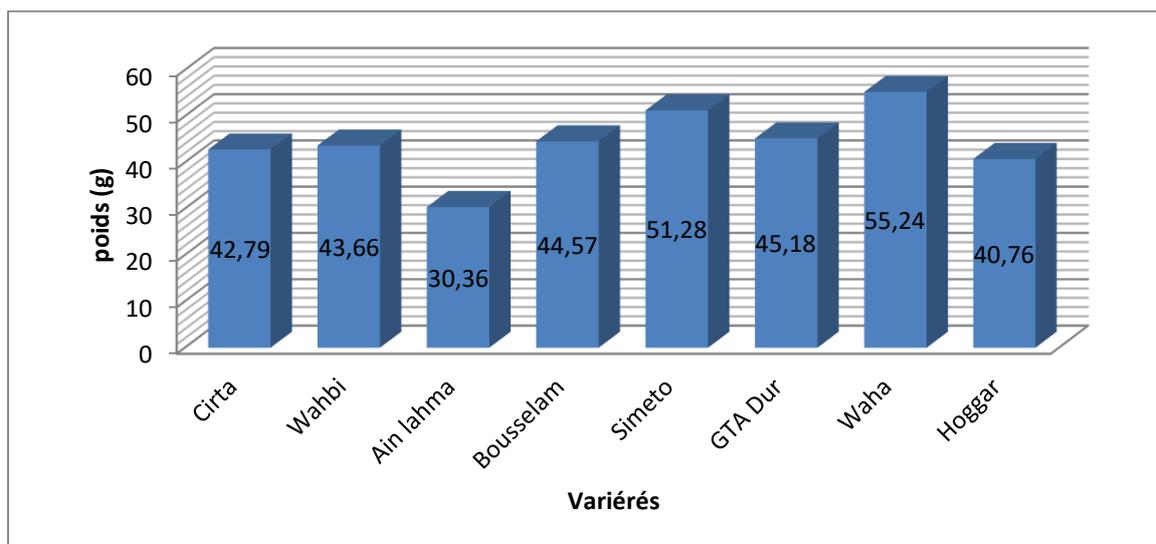


Figure 8 : poids de mille grains des variétés étudiées.

## Résultats et Discussion

---

Les résultats montrent que le poids de mille grains varie de 30.36g enregistré chez la variété Ain lahma jusqu'à 55.24g enregistré chez la variété Waha.

Selon les normes d' ERIAD SKIKDA, nous pouvons classer les variétés étudiées en trois groupes distincts ( tableau 7) : gros blés , blés moyens , petits blés.

**Tableau 7 : Classification des variétés de blé dur selon leurs poids de milles grains.**

<b>CLASSIFICATION</b>	<b>VARIETES</b>
Gros blés (de 55 à 80 g )	Waha
Blés moyens (de 35 à 55 g )	Cirta, Wahbi, Bousselam, Simeto, GTA Dur, Hoggar
Petits blés (au dessous ) de 35g)	Ain lahma

Le poids de mille grains est un critère essentiellement variétal et dépend aussi des conditions de cultures ( I.T.G.C.,2000).

La variation de la masse de mille grains peut être une expression du degré d'échaudage d'origine physiologique ou pathologique ( Selselet, 1991).

### 1.4 La masse volumique

La masse volumique dite masse à l'hectolitre, appelée communément poids spécifique (P.S), est une mesure ancienne qui date de l'époque où l'on mesurait la quantité des grains au volume. Elle présente un intérêt commercial certain : la masse volumique est toujours prise en compte dans les transactions bien que son intérêt technique soit très limité.

Dans la pratique, la masse à l'hectolitre est la masse d'un hectolitre de grains mesurée en kilogramme. Elle est calculée à partir de la masse de 50 litre (trémie conique) ou d'un litre (Niléma-litre) pour les blés tendres et durs, sur un échantillon débarrassé manuellement des grosses impuretés.

Par exemple, la présence d'impuretés de gros volume mais de faible densité (pailles, balles), provoque une diminution du P,S . A l'inverse, la présence d'impuretés denses et de petit volume (cailloux) provoque son augmentation.

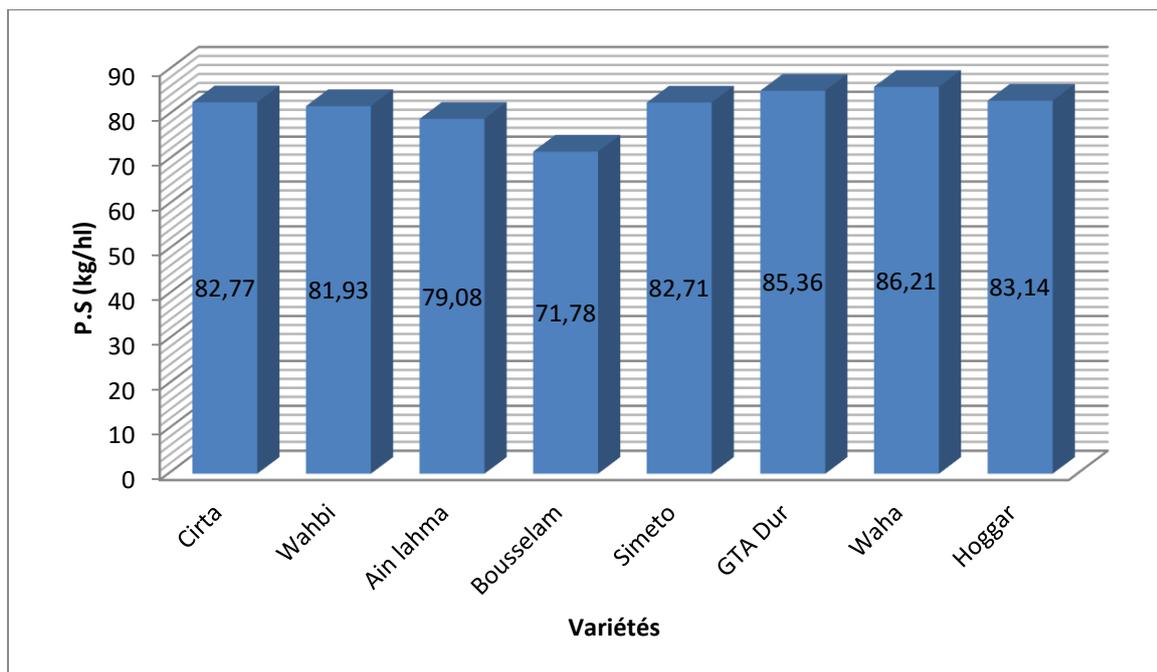
## Résultats et Discussion

De même, les mesures pratiquées sur des grains humides entraînent généralement une sous estimation du P.S due au gonflement des grains et au fait qu'ils se rangent moins bien dans le volume, mais dans certaine condition, l'eau peut être absorbée sans provoquer le gonflement des grains et le P.S augmente, la densité de l'eau étant plus élevée que celle du grain.

La mesure du P.S donnée par certains humidimètres n'est pas fiable car elle est effectuée sur un trop petit volume de grains. Elle ne peut être utilisée dans les transactions commerciales.

La connaissance du poids spécifique d'un blé est très importante dans les contrats commerciaux et dans les spécifications réglementaires. Plus le poids spécifique est grand plus le rendement de semoule est élevé.

La figure suivante représente les résultats du poids spécifiques des 8 variétés étudiées.



**Figure 9 :** le poids spécifique des variétés étudiées.

Les valeurs du poids spécifiques des variétés étudiées varient entre 71.78 kg/hl et 86.21 kg/hl, enregistrées chez les variétés Bousselem et Waha, respectivement. Etant donné que la valeur minimale pour la mise à l'intervention est de 78 kg/hl, la variété Bousselem est un blé de qualité médiocre par rapport au rendement en semoule.

## Résultats et Discussion

Selon la norme établie pour le poids spécifique, les blés de contrôle sont classés de première qualité (80-83 Kg/hl) ou de seconde qualité (77- 79.9 Kg/hl). Ainsi, nos variétés étudiées présentent des blés durs de première qualité à l'exception de la variété Ain lahma qui est un blé de seconde qualité selon la norme (79.08 Kg/hl). Selon la classification d'ERAD (1984a), ces variétés sont classées comme blés lourds.

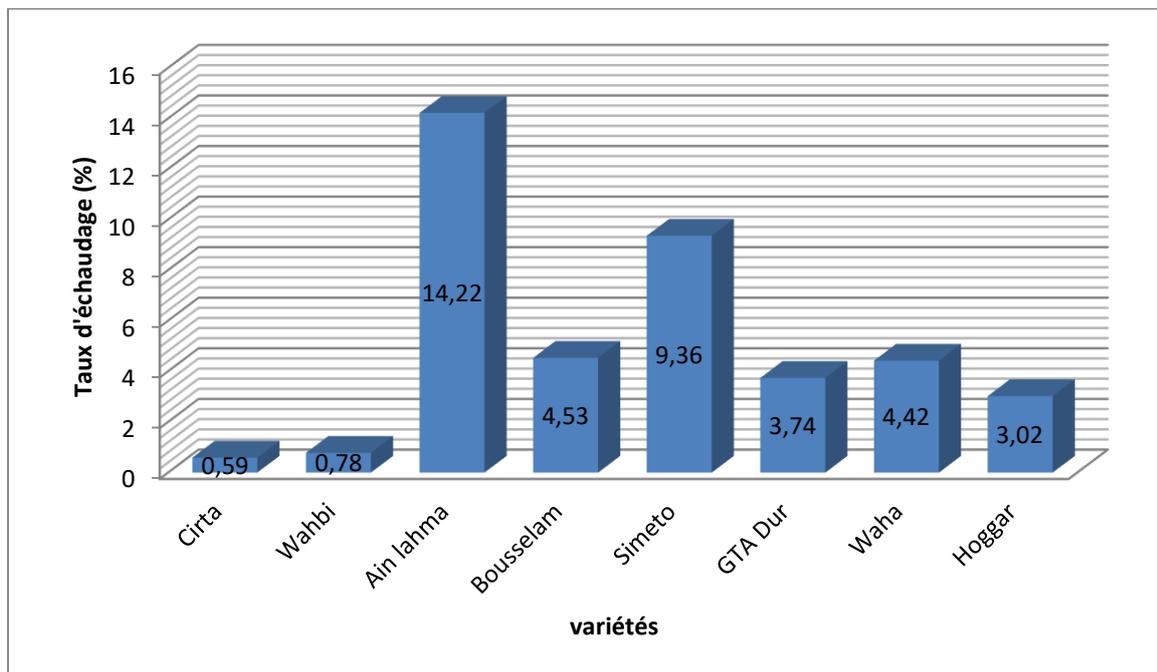
### 1.5 l'échaudage

Ce sont des grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Celui-ci peut être dû à un déséquilibre entre l'arrivée d'eau dans les grains et l'évaporation à la suite d'une très forte chaleur, supérieure à 28°C au cours de la maturation (échaudage physiologique).

Il peut aussi être causé par toutes les maladies attaquant les racines, les feuilles les tiges et même les glumes, on cite en particulier le piétin, la septoriose, fusariose, les rouilles (échaudage pathologique).

Les grains échaudés sont rabougris, ridés, déformés, conséquence du mauvais remplissage.

Les résultats sont représentés dans la figure suivante :



**Figure 10 :** Taux d'échaudages des grains des variétés étudiées.

D'après nos résultats obtenus, nous pouvons classer nos variétés en trois catégories (tableau 8).

# Résultats et Discussion

Tableau 8 : classification des variétés selon l'échaudage

Echaudage	variétés
Faible	Cirta , Wahbi
Moyen	Bousselam , GTA Dur , Waha , Hoggar
Important	Ain lahma , Simeto

La présence de grains échaudés a une incidence sur le rendement en mouture qui diminue, du fait de l'élimination mécanique des petits grains lors des phases de nettoyage et du mauvais remplissage de ses grains.

## 2. les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains

### 2.1 Analyse technologique

- Dosage de l'humidité

L'humidité constitue un indicateur important dans la conservation et le stockage des grains. Pour le blé dur, la teneur maximale en eau est fixée selon la norme du codex Alimentarius, volume 7 (1994), à 14.5%.

Les résultats de la teneur en eau sont présentés dans la figure suivante.

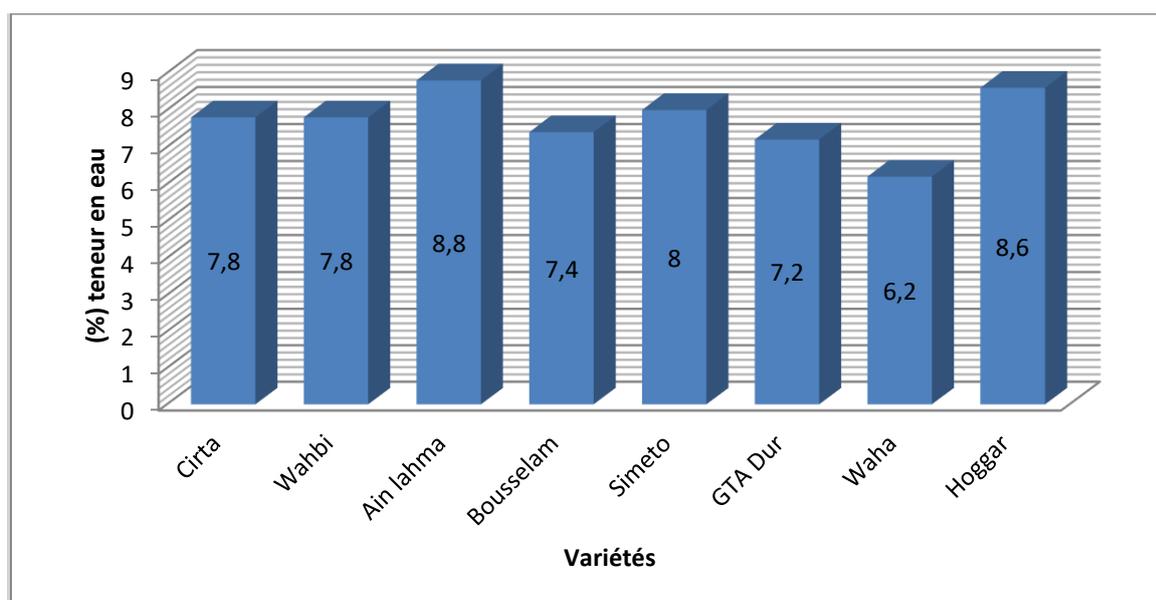


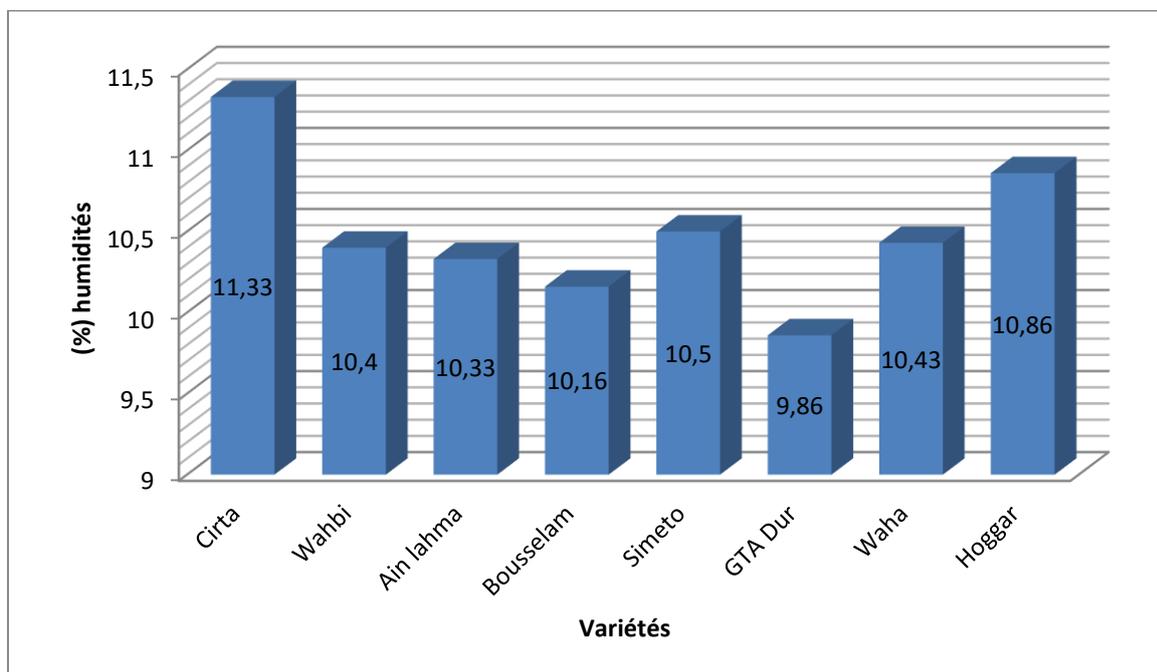
Figure 11 : Teneur en eau des grains des variétés étudiées.

## Résultats et Discussion

Les valeurs de la teneur en eau sont comprises entre 6.2% (variété Waha) et 8,8% (variété Ain lahma). Ces teneurs en eau sont sensiblement identiques, et sont conformes aux normes (14,5% selon codex alimentarius volume 7, 1994). Ces variétés de blé peuvent être stockées sans risque d'altération lié à ce paramètre.

La variation de l'humidité d'après KIGER et KIGER (1967) est principalement en fonction de l'humidité de la saison.

Après la mouture, nous constatons une faible augmentation de l'humidité des grains entiers broyés issus des variétés étudiées (figure 12).



**Figure 12** : humidité des grains entiers broyés des variétés étudiées.

Nous constatons cette fois-ci que les valeurs varient entre 9.86% et 11.33% enregistrées chez les variétés GTA dur et Cirta, respectivement. Les valeurs obtenues sont toujours conformes à la norme fixée par le codex alimentarius (14.5% maximum).

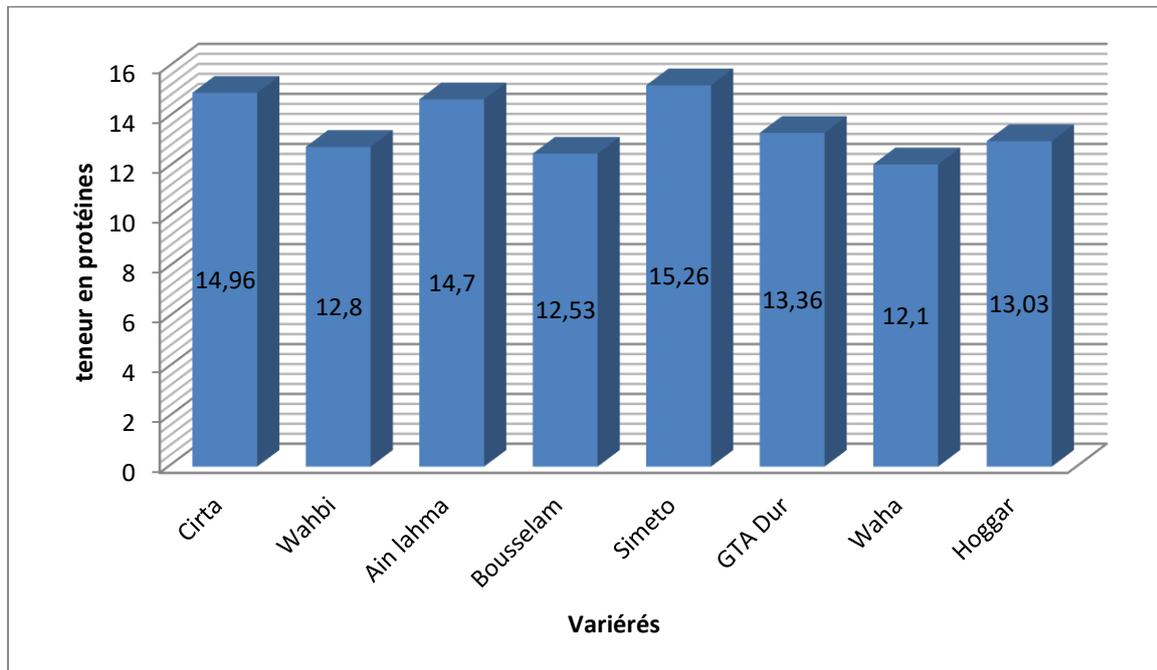
Cette augmentation pourrait être due probablement aux paramètres de l'air qui ont caractérisé les conditions de conservation des échantillons durant la période des analyses.

Généralement, la teneur en humidité de la semoule est prise en considération au cours de l'utilisation et précisément lors de l'addition de l'eau (Calvel, 1984).

## Résultats et Discussion

- Détermination de la teneur en protéines

La mesure de la teneur en protéines totales est représentée dans la figure suivante.



**Figure 13 :** Teneur en protéines des grains entiers broyés des variétés étudiées.

Les résultats montrent des valeurs comprises entre 12,10% (la variété Waha) et 15,26 % (la variété Simeto).

A l'exception de la variété Simeto qui est caractérisée par une valeur très élevée en protéines (15,26 %), les autres variétés ont des teneurs conformes à celles citées dans les normes (Benbelkacem et al, 1995) ; quand aux variétés Bouselam , Waha et Wahbi, elles contiennent de faibles teneurs en protéines.

D'après ces résultats, et selon les normes de Benbelkacem et al ,( 1995), nous pouvons classer, selon la teneur en protéines, les variétés étudiées en trois classes différentes (tableau 9 : blé de bonne qualité, blé de qualité moyenne et blé de faible qualité.

## Résultats et Discussion

**Tableau 9 : les différentes qualités des blés selon leur richesse en protéines.**

Les classes	Les variétés	Teneur en protéine (%)
Blés de bonne qualité (15%)	-Simeto	15,26
Blés de qualité moyenne (de 13 à 15%)	-Cirta	14,96
	-Ain lahma	14,70
	-GTA Dur	13,36
	-Hoggar	13,03
Blés de faible qualité < 13%	-Wahbi	12,80
	-Bousselam	12,53
	-Waha	12,10

Plus une semoule contient des protéines, meilleure sera la qualité culinaire des produits finis. En effet, la richesse en protéines constitue un paramètre de qualité important, elle varie avec de nombreux facteurs tels que la variété, les conditions de la culture et le stade de maturité des grains (Selselet, 1991).

Selon HLYNKA (1964) cité par NAMOUNE (1989), les périodes de pluie importantes diminuent les teneurs en protéines mais les saisons sèches les relèvent.

Donc la fertilisation du sol en éléments azotés a une grande part dans la richesse en protéines.

- **Teneur en cendre**

La teneur en cendre a un intérêt essentiellement réglementaire : elle permet de classer les farines et les semoules.

- Classement des farines selon les types définis par la réglementation.
- Classement des semoules de blé dur pour la fabrication des pâtes alimentaires.

Ce critère intervient dans le classement des semoules lorsque leur taux d'affleurement (granulométrie) ne correspond pas à ceux visés par le règlement:

- Semoules supérieures : taux de cendres maximum de 1,10 % (tolérance 10%).

## Résultats et Discussion

- Semoules courantes : taux de cendres maximum de 1,30 % (tolérance 20%).

Selon la norme donnée par Selselet-Attou (1991), les taux de cendres enregistrés sont élevés et varient entre 1,62% et 1,98%.

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure14. Ils montrent que le taux des cendres varie entre 0.006 % et 0.115% qui sont les valeurs minimale et maximale enregistrées chez les variétés Hoggar et Bousselam, respectivement. Ces valeurs sont inférieures à la norme.

D'une manière générale, nos échantillons semblent être faiblement minéralisés ce qui influe considérablement sur leur valeur semoulière. En effet, les graines faiblement minéralisées donnent des semoules de pureté élevée.

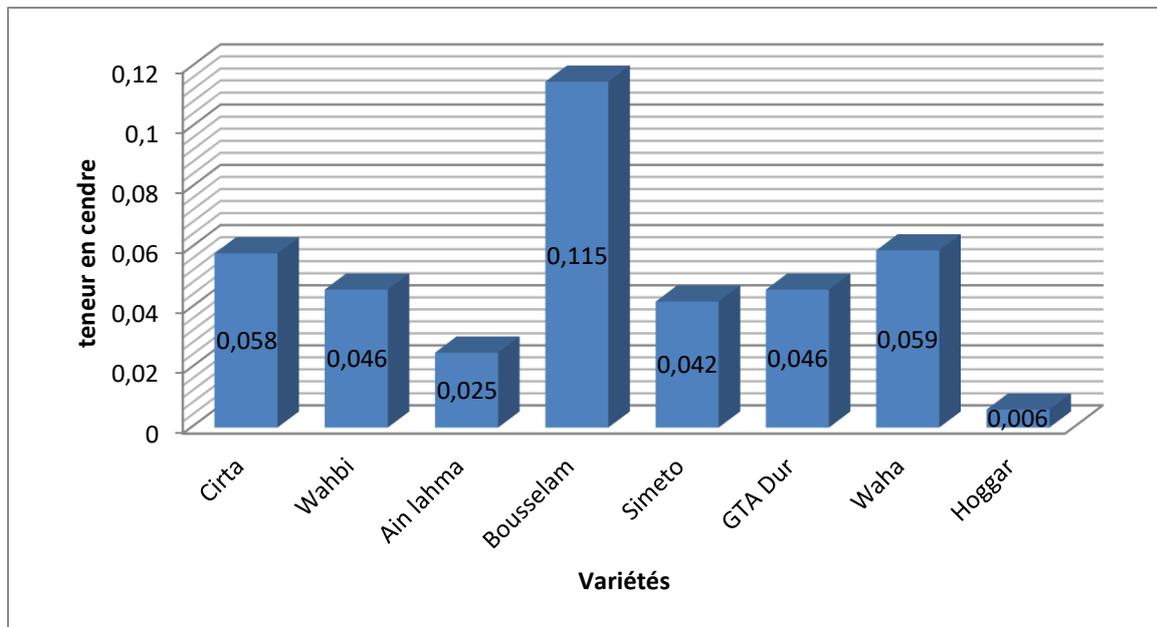


Figure 14 : Teneur en cendres des grains entiers broyés des variétés étudiées.

### 2.2 Test technologique des grains entiers broyés des variétés étudiées

#### ▪ Teneur en gluten

Apprécier la quantité et la qualité du gluten a un intérêt principalement technique. En effet , le gluten, constitué essentiellement par la fraction insoluble des protéines , présente la caractéristique de pouvoir former un réseau viscoélastique dont les propriétés d'extensibilité, d'élasticité et de ténacité ont une influence sur le comportement des pâtes en cours de fabrication et sur la qualité du produit fini ( pain ,biscuit ,pâte ....).

## Résultats et Discussion

Ce test peut constituer également un moyen de prédiction de la qualité du blé dans le processus de l'amidonnerie. Le gluten joue un rôle multiple grâce à ses propriétés rhéologiques qui ont un comportement lors du pétrissage (Godon, 1991).

- **Teneur en gluten humide**

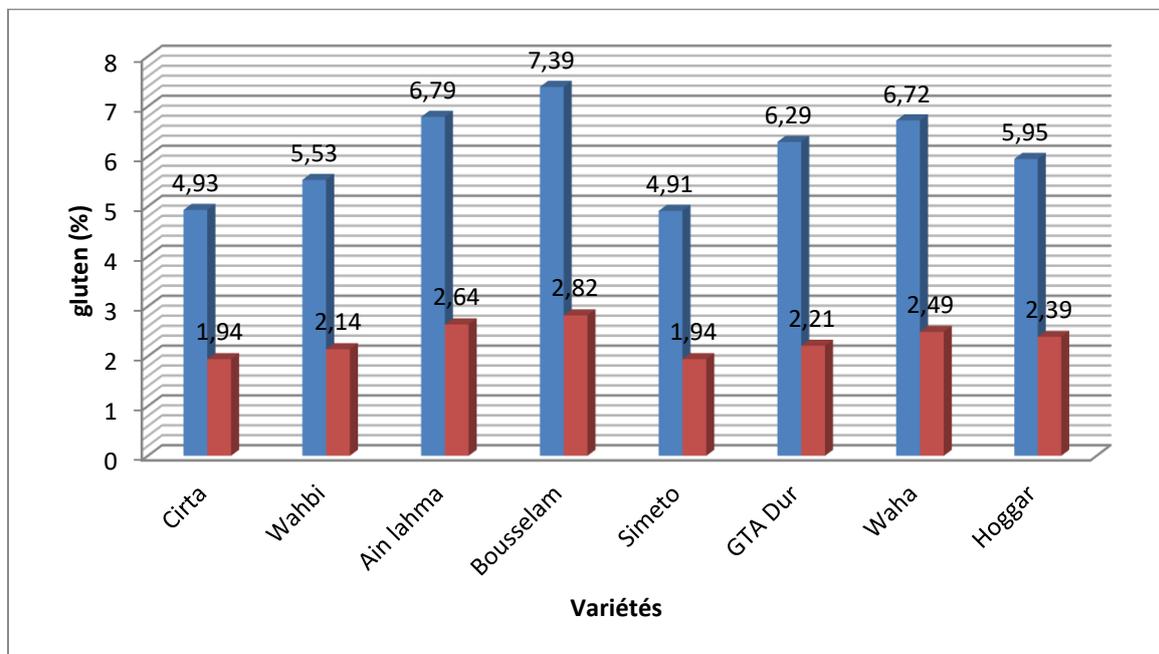
Les teneurs en gluten humide sont mentionnées dans la figure suivante (couleur bleue). Les valeurs sont comprises entre 7.39% et 4.91% enregistrées chez les variétés Bousselam et Simeto, respectivement.

D'un point de vue quantitatif, les teneurs en gluten humide de toutes les variétés sont nettement inférieures à la norme de Delachaux, 1983 fixée à 27,85 %.

La teneur élevée en gluten humide pourrait être due à une forte absorption d'eau. Plus le gluten absorbe de l'eau et plus la différence est grande entre le gluten humide et sec et plus le gluten est de bonne qualité.

- **Teneur en gluten sec**

Les résultats obtenus dans la figure 14 (couleur rouge) montrent que les teneurs en gluten sec sont comprises entre 1,94 % (Cirta, Simeto) et 2,64 (Ain lahma). Ces valeurs sont nettement inférieures aux normes citées par Lecoq (1965) et qui situent le gluten sec entre 8 et 12 %.



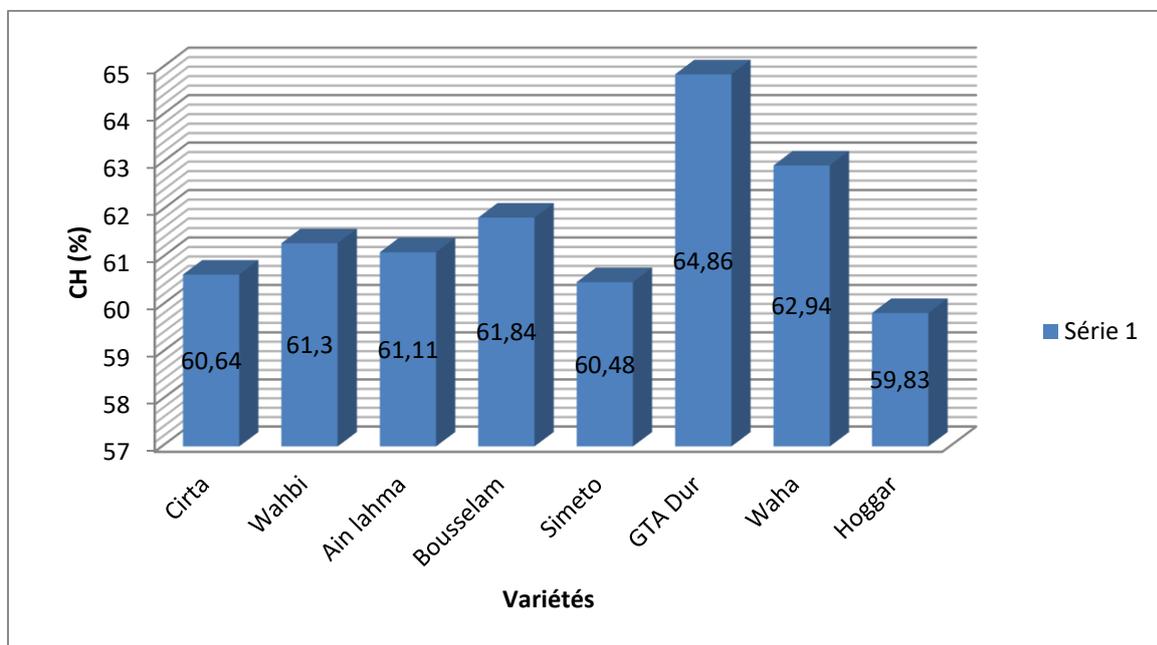
**Figure 15** : teneurs en gluten humide et sec des grains entiers broyés des variétés étudiées.

## Résultats et Discussion

- Coefficient d'hydratation (CH)

En ce qui concerne le coefficient d'hydratation du gluten en relation avec la qualité de la farine ou de la semoule, il est normalement compris entre 62-65% et peut s'élever jusqu'à 69%. Il est diminué jusqu'à 60% lorsque le taux d'extraction est élevé ou lorsque la farine est vieille (Lecoq, 1965). Selon Godon (1991), la composition du gluten lui permet de fixer deux à trois fois son poids en eau.

La figure suivante représente les résultats du coefficient d'hydratation des variétés de blé dur étudiées.



**Figure 16** : capacité d'hydratation du gluten chez les variétés étudiées.

Les résultats obtenus montrent que la capacité d'hydratation du gluten des variétés étudiées varie entre 59.83% (la variété Hoggar) et 64.86% (la variété GTA dur).

Selon les normes des capacités d'hydratation précitées, les variétés qui présentent des valeurs dans l'intervalle 60 à 65% sont classées dans la catégorie des variétés avec de bons glutens en l'occurrence les variétés Cirta, Wahbi, Ain lahma, Bousselam, Simeto, GTA dur et Waha.

Contrairement, la variété Hoggar (59,83%) présente une valeur nettement inférieure aux normes, ce qui se traduit par une faible rétention de l'eau de cette variété.

## Résultats et Discussion

La capacité d'hydratation varie non seulement en fonction du taux d'extraction mais aussi en fonction de la variété de blé et particulièrement de son état de maturité (KIGER et KIGER, 1967).

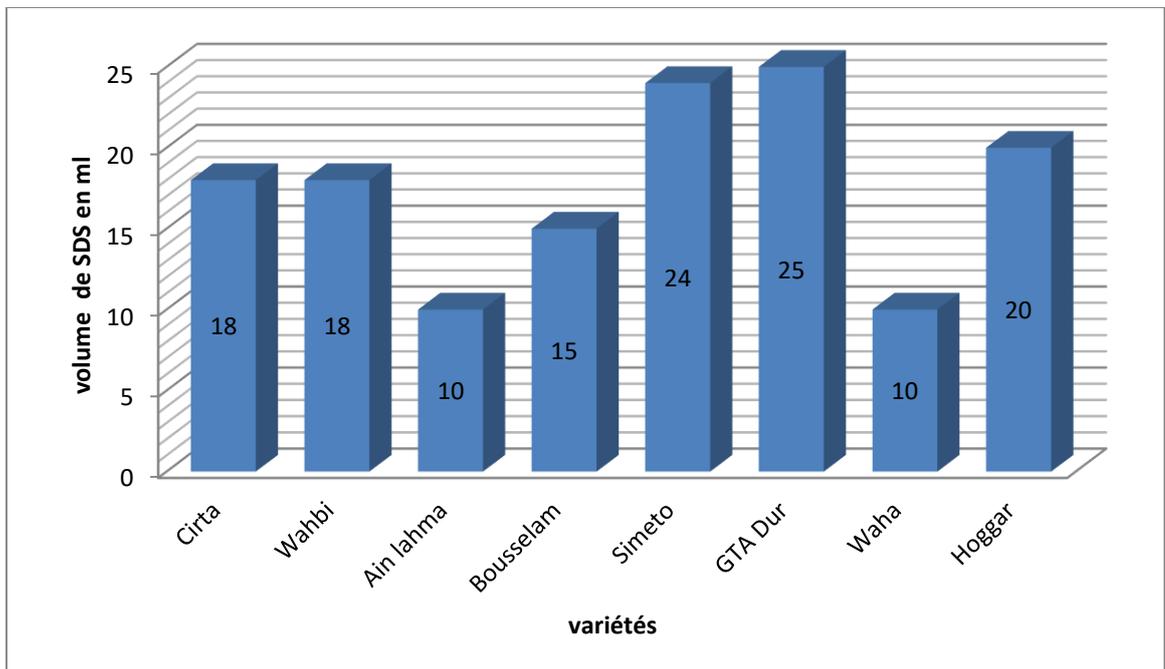
### ▪ Test de sédimentation

Le test de sédimentation SDS est un test technologique qui apprécie la capacité de solubilisation et de polymérisation des protéines dans une solution polaire.

Le dépôt de sédimentation est d'autant plus important que la qualité de protéines est importante et que celles-ci ont une forte capacité d'hydratation ; ce test nous donne une mesure de la force de blé.

L'indice de SDS donne une indication globale sur la quantité et la qualité du gluten. On admet qu'il existe une relation entre cet indice et la qualité des pâtes obtenues à partir des semoules de blé dur.

Les résultats du test de sédimentation SDS sont représentés dans la figure qui suit.



**Figure 17 :** volume de sédimentation en ml des semoules étudiées.

Les valeurs de sédimentations enregistrées pour les 8 variétés de blé dur varient entre 10 ml et 24 ml observées chez les variétés Ain lahma, Waha et Simeto, respectivement.

## Résultats et Discussion

D'après nos résultats, trois variétés seulement de blé dur analysées à savoir : Hoggar, Simeto et GTA dur sont conformes à la norme des blés panifiables dont les volumes de sédimentations sont compris entre 20 et 24 ml (Rousset et Loisel, 1984).

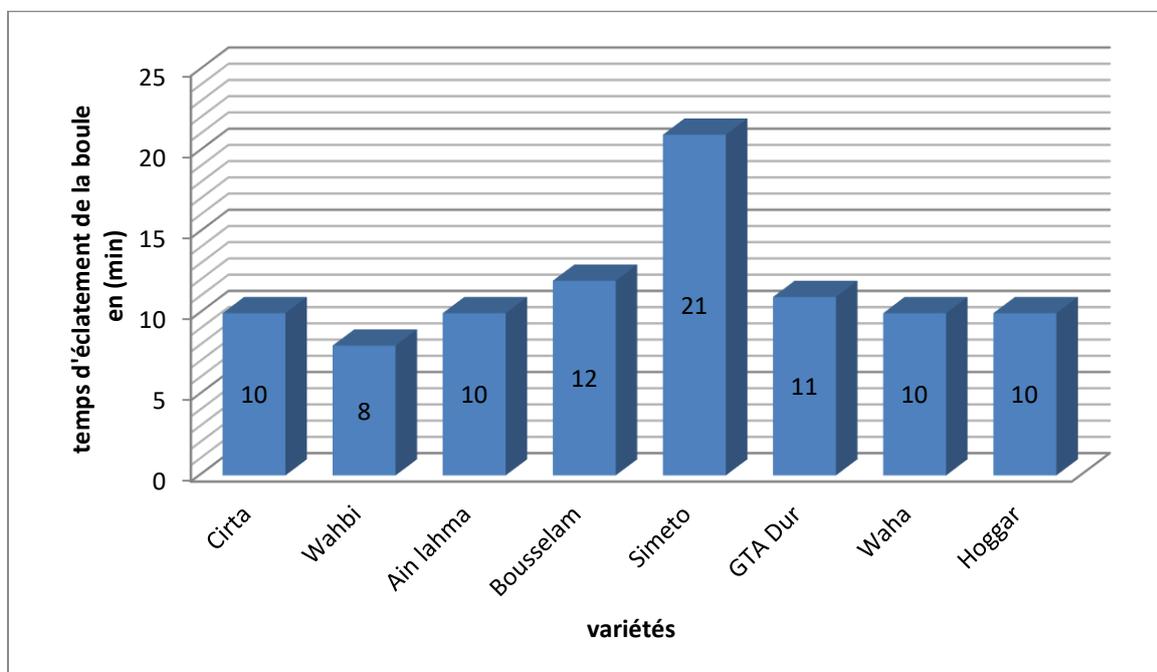
En se référant aux normes données par L'ITGC (1979), nos variétés peuvent être classées en deux catégories :

- Moins de 18 ml : valeur pastière insuffisante, cette classe regroupe les variétés Ain lahma, Waha et Bousselam.
- De 18 à 28 ml : bonne valeur pastière, cette classe regroupe les variétés Cirta, Wahbi, Simeto, GTA Dur et Hoggar.

### ▪ Test de Pelshenke (Pel)

C'est un test de rhéologie qui mesure un développement de la pâte sous l'action d'un gaz dû à la fermentation. Ce test d'appréciation de la qualité boulangère est réalisé à température Constante et homogène de 32°C. Ce test varie en fonction de nombreux paramètres : température, temps de pétrissage, type de levure, type de mouture.

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivante :



**Figure 18** : temps d'éclatement en min des semoules étudiées.

## Résultats et Discussion

---

D'après l'échelle suivante qui permet d'évaluer la qualité boulangère des farines et que nous avons adopté également pour nos variétés de blé dur:

- < 30 mn : mauvaise qualité boulangère.
- 30-50 mn : Moyenne.
- 50-90 mn : Bonne.
- 90-150 mn : très bonne.
- >150 mn : Blé améliorant.

Nous constatons que les variétés étudiées sont des blé de mauvaise qualité boulangère.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

Le caractère qualité est actuellement très recherché et est devenu l'un des objectifs principaux dans l'amélioration des blés. La fabrication de la semoule et ses sous-produits nécessite des analyses physico-chimiques et technologiques spécifiques pour contrôler la qualité de blé dur à utiliser.

Pour atteindre les principaux objectifs que nous nous sommes fixés dans le cadre de ce travail, nous avons procédé à des analyses physicochimiques et technologiques de huit (8) variétés de blé dur cultivées à Constantine (humidité, taux de moucheture, taux de mitadinage, poids de mille grains, taux de cendre, capacité de hydratation, teneur en protéine, teneur en eau, poids spécifique, test de sédimentation, teneur en gluten).

Pour les différentes variétés les résultats obtenus révèlent des différences significatives pour la plupart des paramètres analysés.

Les résultats qui peuvent être tirés à partir des différentes analyses effectuées sont regroupés dans les points suivants :

- Les masses des grains des variétés étudiées montrent que se sont des blés moyens, sauf la variété Waha qui possède de gros grains.
- Selon les valeurs de l'humidité des grains obtenus, toutes les variétés sont des blés peu humides et peuvent être conservées sans risque d'altération.
- Les résultats du dosage de protéines montrent que la semoule de variété Simeto apporte plus de protéines que les autres variétés telles que celles de Wahbi, Bousselam et Waha, qui ont des teneurs plus faibles.
- La présence d'un taux élevé en mitadinage conduit à un gluten et à une teneur en protéines plus faibles.
- La plus part des variétés ont des taux de moucheture élevés ce qui permet de les classer dans la catégorie de faible qualité.
- Les analyses technologiques montrent que du point de vue quantitatif, les variétés ont des bonnes teneurs en gluten, exceptée la variété Hoggar qui a une teneur inférieure aux normes.

Face à la diversité des besoins et des procédés de fabrication à base de semoule de blé, les technologues et généticiens ont compris l'importance de mieux connaître les caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et l'hérédité des propriétés fondamentales de la pâte. Cela nous conduit à dire que l'amélioration de la qualité des semoules par le biais des caractères

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

présents dans les blés durs méritent l'utilisation de collections de variétés plus performantes (présence des gènes d'intérêt pour la qualité).

Et donc en perspective, la poursuite des travaux nécessite une étude sur plusieurs variétés locales de blé dur afin de rechercher d'autres utilisations de blé dur, ainsi que la lecture génétique des sous-unités gluténines de haut et de faible poids moléculaire des variétés de blé dur utilisées pour la fabrication industrielle par l'utilisation de nomenclatures alléliques internationales des protéines de réserve afin d'apprécier la diversité génétique d'une part et la corréler avec les caractères de qualité d'autre part.

## **Annexe**

### **Protocole de Test de Sédimentation (SDS)**

#### **Produits :**

- Sodium Dodécyl Sulfate pur (SDS)
- Acide lactique à 90%

#### **Réactifs :**

- 20 mg de SDS dissouts dans 1L d'eau plus 20 ml de solution dérivée
- Acide lactique (1 volume d'acide pour 8 volumes d'eau)

#### **Prise d'essai :**

- 6g de semoule

#### **Essai de sédimentation**

- La prise d'essai est introduite dans un cylindre gradué (Eprouvette à 100ml)
- 50 ml d'eau à 22°C sont rajoutées

#### **Mode opératoire n°1**

Toutes les opérations sauf les agitations se passent dans un bain-marie à 22°C.

- On place l'horloge à 0
- t=0, on remue le mélange rapidement pendant 15 secondes
- t=2mns, on remue le mélange rapidement pendant 15 secondes
- t=4mns, on remue le mélange rapidement pendant 15 secondes

Puis immédiatement on ajoute 50ml du réactif SDS-Acide lactique à 22°C.

On renverse le cylindre 4 fois pour mélanger et on met l'horloge à 0

- t=2mns, on retourne le cylindre 4 fois
- t=4mns, on retourne le cylindre 4 fois
- t=6mns, on retourne le cylindre 4 fois

-Puis on retire le cylindre du bain-marie et on le place en position verticale.

On laisse reposer 20 mns et on lit le volume de dépôt.



## Fiches descriptives des variétés analysées

### **CIRTA**

Teneur en eau : 7.8 %  
Masse de mille grains : 42.79 %  
Taux de mitadinage : 38.39 %  
Taux de moucheture : 6.96 %  
Poids spécifique : 82.77 %  
Taux d'échaudages : 0.59 g  
Capacité d'hydratation : 60.64  
Teneur en protéine ; 14.96 %  
Teneur en cendre : 0.058 %  
Teneur en gluten humide : 4.93 %  
Teneur en gluten sec : 1.94 %  
Teste de sédimentation : 18 ml  
Test de Pelshenke (Pel) :10 mn

### **WAHBI**

Teneur en eau : 7.8 %  
Masse de mille grains : 43.66 %  
Taux de mitadinage : 48.44 %  
Taux de moucheture : 10.23 %  
Poids spécifique : 81.93 %  
Taux d'échaudages : 0.78 g  
Capacité d'hydratation :61.3 %  
Teneur en protéine :12.8 %  
Teneur en cendre :0.046%  
Teneur en gluten humide : 5.53 %  
Teneur en gluten sec : 2.14 %  
Teste de sédimentation :18 ml  
Test de Pelshenke (Pel) :8 mn

### **AIN LAHMA**

Teneur en eau : 8.8 %  
Masse de mille grains : 30.36 %  
Taux de mitadinage : 45.48 %

Taux de moucheture : 23.23%  
Poids spécifique : 79.08 %  
Taux d'échaudages : 14.22 g  
Capacité d'hydratation :61.11%  
Teneur en protéine :14.7  
Teneur en cendre : 0.025 %  
Teneur en gluten humide : 6.79 %  
Teneur en gluten sec : 2.64 %  
Teste de sédimentation : 10 ml  
Test de Pelshenke (Pel) : 10 mn

### **BOUSSELAM**

Teneur en eau : 7.4 %  
Masse de mille grains : 44.57 %  
Taux de mitadinage : 30.26 %  
Taux de moucheture : 12.9  
Poids spécifique : 71.78%  
Taux d'échaudages : 4.53 g  
Capacité d'hydratation :61.84%  
Teneur en protéine :12.53 %  
Teneur en cendre : 0.115 %  
Teneur en gluten humide : 7.39 %  
Teneur en gluten sec : 2.82 %  
Teste de sédimentation :15 ml  
Test de Pelshenke (Pel) : 12 mn

### **SIMETO**

Teneur en eau : 8 %  
Masse de mille grains : 51.28 %  
Taux de mitadinage : 17.3 %  
Taux de moucheture : 17.46%  
Poids spécifique : 82.71%  
Taux d'échaudages : 9.36g  
Capacité d'hydratation : 60.84%

Teneur en protéine :15.26%  
Teneur en cendre : 0.042 %  
Teneur en gluten humide : 4.91%  
Teneur en gluten sec : 1.94 %  
Teste de sédimentation :24ml  
Test de Pelshenke (Pel) :21 mn

#### **GTA DUR**

Teneur en eau : 7.2 %  
Masse de mille grains : 45.18%  
Taux de mitadinage : 29.33%  
Taux de moucheture : 15.16  
Poids spécifique : 85.36 %  
Taux d'échaudages : 3.74 g  
Capacité d'hydratation : 64.86 %  
Teneur en protéine :13.36  
Teneur en cendre :0.046  
Teneur en gluten humide : 6.29 %  
Teneur en gluten sec : 2.21 %  
Teste de sédimentation : 25 ml  
Test de Pelshenke (Pel) :11 mn

#### **WAHA**

Teneur en eau : 6.2 %  
Masse de mille grains : 35.24 %  
Taux de mitadinage : 36.33%  
Taux de moucheture : 16.26%  
Poids spécifique : 86.21 %  
Taux d'échaudages : 4.42g  
Capacité d'hydratation : 62.94 %  
Teneur en protéine : 12.1%  
Teneur en cendre :0.059%  
Teneur en gluten humide : 6.72 %  
Teneur en gluten sec : 2.49 %

Teste de sédimentation : 10 ml

Test de Pelshenke (Pel) :10 mn

**HOGGAR**

Teneur en eau : 8.6 %

Masse de mille grains : 40.76%

Taux de mitadinage : 41.4 %

Taux de moucheture : 22.4 %

Poids spécifique : 83.14

Taux d'échaudages : 3.02g

Capacité d'hydratation 59.83%

Teneur en protéine : 13.03%

Teneur en cendre : 0.006%

Teneur en gluten humide : 5.95 %

Teneur en gluten sec : 2.39 %

Teste de sédimentation : 20ml

Test de Pelshenke (Pel) :10 mn

## Résumé

Le présent travail est réalisé dans l'objectif d'apprécier la qualité technologique des variétés de blé dur cultivées dans la région de Constantine.

Pour atteindre ce but des analyses physico-chimiques et technologiques ont été effectuées.

Les résultats obtenus montrent que la majorité des variétés étudiées présentent des caractéristiques très proches concernant les tests physico-chimiques ( taux de protéine , taux de l'humidité et taux de moucheture , mitadinage , échaudage , teneur en eau , Poids spécifique , Poids de mille grains ) et technologique ( test de pelshenk ,test sédimentation SDS , test du gluten, teneur en cendre ) .

Les valeurs de test de sédimentation SDS révèlent que les variétés étudiées sont de bonne qualité. Cependant les valeurs du test de gluten étaient médiocres.

**Les mots clés** : blé dur, test technologiques, test physico-chimiques, qualité.

**Abstract :**

The present work is carried out with the aim of appreciating the technological quality of durum wheat varieties cultivated in the region of Constantine.

To achieve this goal physico-chemical and technological analyzes have been carried out.

The results obtained show that the majority of the varieties studied have very similar characteristics concerning the physicochemical tests (protein level, moisture content and speckling rate, mitadinage, scalding, water content, specific gravity, mileage grain) and technological (pelshenk test, SDS sedimentation test, gluten test, ash content).

The SDS sedimentation test values reveal that the varieties studied are of good quality. However, the values of the gluten test were poor.

**Keywords :** durum wheat, technological test, physicochemical test, quality.

## ملخص

تم العمل الحالي بهدف تقدير الجودة التكنولوجية لأنواع القمح القاسي المزروعة في منطقة قسنطينة.

لتحقيق هذا الهدف تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن غالبية الأصناف المدروسة لها خصائص متشابهة جدا فيما يتعلق باختبارات الفيزيوكيميائية (مستوى البروتين ، محتوى الرطوبة ومعدل الترقق ، التخفيف ، الحرق ، محتوى الماء ، الجاذبية النوعية ، الأميال الحبوب) والتكنولوجية (اختبار pelshenk ، SDS اختبار الترسيب ، واختبار الغلوتين ، محتوى الرماد).

تكشف قيم اختبار الترسيب SDS أن الأصناف المدروسة ذات نوعية جيدة. ومع ذلك ، كانت قيم اختبار الغلوتين سيئة.

**كلمات البحث:** القمح القاسي ، والاختبار البدني ، واختبار الفيزيوكيميائية ، والجودة .

Année universitaire : **2017/2018**

**Présenté par** : Boulala zineb  
Rouabeh amira

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en biochimie

Option : Biochimie de la Nutrition

**Thème** : **Appréciation de la qualité technologique de 8 variétés homologuées de blé dur cultivées dans la région de Constantine**

### **Résumé**

Le présent travail est réalisé dans l'objectif d'apprécier la qualité technologique des variétés de blé dur cultivées dans la région de Constantine.

Pour atteindre ce but des analyses physico-chimiques et technologiques ont été effectuées.

Les résultats obtenus montrent que la majorité des variétés étudiées présentent des caractéristiques très proches concernant les tests physico-chimiques (taux de protéine, taux de l'humidité et taux de moucheture, mitadinage, échaudage, teneur en eau, Poids spécifique, Poids de mille grains) et technologique (test de pelshenk, test sédimentation SDS, test du gluten, teneur en cendre).

Les valeurs de test de sédimentation SDS révèlent que les variétés étudiées sont de bonne qualité. Cependant les valeurs du test de gluten étaient médiocres.

Les mots clés : blé dur, test technologiques, test physico-chimiques, qualité.

Laboratoire de Génétique biochimie et Biotechnologie Végétales, Département de Biochimie Moléculaire et Cellulaire, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie Université des frères Mentouri Constantine 1

**Mots clés** : blé dur, tests technologiques, tests physicochimiques, qualité

Jury d'évaluation :

Président du jury : Prof. KHELIFI Douadi

Encadreur : Dr. BELLIL Inès

Examineur : Dr .MOSBAH Asma