



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : KORICHE Sabrina Ikram

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Analyses physico-chimiques et détermination d'impuretés de quelques lots de blé dur cultivés et commercialisés dans la wilaya de Laghouat

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr. Kadouri	Maitre-assistant A	Président
Mm. Touati S	Maitre-assistant A	Examineur1
Mr. Ait Salah B	Maitre-assistant A	Rapporteur

Promotion : juin 2018

Sabrina KORICHE

Titre : Analyses physico-chimiques et détermination d'impuretés de quelques lots de blé dur cultivés et commercialisés dans la wilaya de Laghouat

Résumé :

La présente étude a été conduite au niveau du laboratoire de la minoterie /semoulerie de l'entreprise LES MOULINS DE LAGHOUAT, situé dans la zone industrielle de la wilaya de Laghouat. Trois lots de blé dur ont été analysés afin de faire en premier lieu un agréage par la détermination de taux d'impuretés en suivant des barèmes de bonification et de réfaction. En deuxième lieu l'appréciation des qualités technologiques à savoir le poids spécifique, le PMG, le taux de mitadinage, de protéines, d'humidité, de cendre, de gluten humide et sec. Et enfin une classification des lots sur la base de l'ensemble de tous les paramètres étudiés a permis de distinguer des groupes divergents surtout pour les caractères de qualité technologique.

Les mots clés : Blé dur, impureté, qualité, oaic, moulins

صبرينة قریش

عنوان : التحاليل الفيزيوكيميائية وتحديد الشوائب لبعض الدفعات من القمح الصلب التي نمت وتسوق في ولاية الأغواط

المخلص:

تم إجراء الدراسة الحالية على مستوى مختبر الدقيق / السميد التابع لشركة مطاحن الاغواط ، الواقعة في المنطقة الصناعية لولاية الأغواط. تم تحليل ثلاث دفعات من القمح القاسي من أجل التوصل إلى اتفاق أولاً بتحديد مستويات الشوائب من خلال اتباع معدلات التحسين والخفض. وثانياً ، تقدير الصفات التكنولوجية للوزن الخاص ، وزن الف حبة، والبروتين ، والرطوبة ، والرماد ، والغلوتين الرطب والجاف. وأخيراً ، فإن تصنيف و ، ومعدل ثلاث دفعات على أساس جميع التحاليل التي تمت دراستها جعل من الممكن التمييز بين المجموعات المتباينة ، خاصةً بالنسبة للجودة التكنولوجي.

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي ، الشوائب ، الجودة

Sabrina KORICHE

Title : Physicochemical analyzes and determination of impurities of some lots of durum grown and marketed in the wilaya of Laghouat

Abstract :

The present study was conducted at the level of the milling / semolina laboratory of LES MOULINS DE LAGHOUAT, located in the industrial zone of the wilaya of Laghouat. Three lots of durum wheat were analyzed in order to first make an agreement by the determination of impurity levels by following rates of improvement and reduction. Second, the appreciation of the technological qualities namely the specific gravity, the PMG, the rate of mitadinage, protein, humidity, ashes, wet and dry gluten. Finally, a classification of the batches on the basis of all the parameters studied made it possible to distinguish divergent groups, especially for the characters of technological quality.

Key words: Durum wheat, impurity, quality, oaic, moulins

JE DEDIE CETTE TRAVAILLE

A ma très chère mère

Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, En ce jour mémorable. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A mon très cher père :

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquents soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.

Mes chers frères : nabíl, mustapha ., Mon Adorable sœur : siríne

Ma chère grand-mère Meriem et zoubída

Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie

A ma grande famille : je cite en particulier, ma tante fatma et son mari khaled et ses filles : ilham, fifi, zoubída, kenza, bichou, malika, hosna. Et mes oncles ainsi que mes cousins et cousines.

Entre aux mes garçon anisse et mosadagh

Et une grande fierté pour moi d'être parmi vous.

Je voudrais remercier l'ensemble des personnes, qui m'ont aidé, de près ou de loin, à réaliser ce travail. Surtout mes amis et ma deuxième famille mes collègues de promotion: Hamíd B, Hadi, Amine, Radia, Jalila, Imen, Manel, Wissam, Aya, Saadia, Mebarka, Djihad, Fatima, Asma, Basma, Kawthar. A tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail

Sabrina ikram

Remerciements

Merci à Allah le tout puissant qui m'a donné le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Je tiens à remercier Monsieur AIT SALAH Boubekour, d'avoir accepté de diriger ce travail.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance aux jurys entre aux Mme. TOUATI Siham comme examinatrice et M. KADOURI comme président, merci pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Je tiens à remercier chaleureusement Mr. BENABDESSLAM Meziane et l'ingénieur fatima et Mme. Awatef TADJ qui m'ont accepté au sein du laboratoire de l'entreprise LES MOULINS DE LAGHOUAT pour la réalisation de ce travail.

Je remercie tous les enseignants du département de l'agronomie pour leurs aides et encouragements au cours de mes études.

Je remercie tous les ingénieurs de laboratoire de département de l'agronomie.

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

Enfin, je tiens à remercier tous mes amis et collègues qui ont contribué à la réalisation de ce travail d'une dimension humaine inestimable.

LISTES DES FIGURES

Figure 01 : Origine et diffusion de blé dur	3
Figure 02 : Cycle de développement de blé dur	5
Figure 03 : Coupe de Grain de Blé.	7
Figure 04 : Diviseur conique.	21
Figure 05 : Opération de tamisage dans les tamis d'agréage.	22
Figure 06 : Farinotome de POHL (coupe de grains).	24
Figure 07 : Le Niléma-Litre	25
Figure 08 : Le glutenex.	28
Figure 09 : Le gluark.	29
Figure 10 : Histogramme représentatif des résultats de poids spécifique.	34
Figure 11 : Histogramme représentatif des résultats de poids de mille grains.	36
Figure 12 : Histogramme représentatif des résultats de taux de mitadinage.	37
Figure 13 : Histogramme représentatif des résultats de taux d'humidité.	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01: Composition chimique du grain de blé.	7
Tableau 02 : Les lots de blé étudiés.	19
Tableau 03 : Les indicateurs qui permettent d'orienter l'échantillonneur.	21
Tableau 04 : Les valeurs moyennes des impuretés de blé dur en (%).	31
Tableau 05 : Valeurs moyennes de poids à l'hectolitre (kg/hl).	33
Tableau 06 : Valeur moyenne de poids de mille grains (g).	35
Tableau 07 : Valeurs moyennes de taux de mitadinage en (%).	36
Tableau 08 : Valeurs moyennes de la teneur en gluten sec.	37
Tableau 09 : Valeurs moyennes de taux d'humidité.	38
Tableau 10 : Valeurs moyennes de taux de cendre.	39
Tableau 11 : Valeurs moyennes de taux d'azote.	40

LISTE DES ABREVIATIONS

%	Pourcentage
H	Humidité
FAO	Food And Agriculture Organization
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
GH	Groupe homogène
MOY	Moyenne
PROB	Probabilité
CV	Coefficient de variation
PMG	Poids de mille grains
PS	Poids spécifique
PHL	Poids d'hectolitre
DA	Dinar algérienne

SOMMAIRE

RESUME	I
DEDICACE	II
REMERCIEMENTS	III
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES ABREVIATIONS	VI
INTRODUCTION	1
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : DONNES GENERALES SUR LE BLE DUR	3
1. ORIGINE DU BLE DUR	3
1.1. Origine génétique	3
1.2. Origine géographique	3
2. BIOLOGIE DE BLE DUR	3
2.1. L'appareil végétatif	3
a. Système aérien	3
b. Système souterrain	4
2.2. L'appareil reproducteur	4
2.3. Le grain	6
a- Les enveloppes	6
b- L'albumen	6
c- Le germe ou l'embryon	6
3. COMPOSITION CHIMIQUE DU GRAIN DE BLE DUR	7

CHAPITRE II : AGREAGE ET CONTROLE DE QUALITE	9
1. L'AGREAGE	9
1.1. Objectifs	9
1.2. Introduction à l'agrèage	9
1.3. Modalité d'agrèage	9
1.3.1. Généralité	9
1.3.2. Importance de l'agrèage	10
1.4. Conditions de réalisation d'un agrèage parfait	10
2. LES IMPURETES	11
2.1. Grains de blé endommagés	11
2.1.1. Grains cassés ou brisés	11
2.1.2. Grains maigres / échaudés	12
2.1.3. Grains avariés	12
2.1.4. Grains attaques par les déprédateurs	12
2.1.4.1. Grains punaisés	12
2.1.4.2. Grains cécidomyies	13
2.1.4.3. Grains charançonnés	13
2.1.5. Grains germés	13
2.1.6. Grains cariés / Boutés	13
2.2. Les impuretés spécifiques au blé dur	14
2.2.1. Grains mouchetés	14
2.2.2. Grains mitadinés	14
2.2.3. Autres céréales	14
2.2.4. Matières étrangères	14

2.2.5. Grains nuisibles ou toxiques	15
3. APPRECIATION DE LA QUALITE TECHNOLOGIQUE	15
3.1. Facteurs extrinsèques	16
3.2. Facteurs intrinsèques	16
3.3. Facteurs réglementaires	16
4. APPRECIATION DE LA QUALITE ALIMENTAIRE	16
4.1. La qualité nutritionnelle	17
4.2. Les caractères organoleptiques	17
4.3. La qualité hygiénique	17
4.4. La qualité semoulière	18
4.5. La qualité pastière	18
PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE	
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES	
1. LIEU D'EXPERIMENTATION	19
2. LE MATERIEL VEGETAL	19
3. LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL	19
4. METHODES D'ANALYSE	20
4.1. Méthode de prélèvement des échantillons	20
4.2. Echantillon global	20
4.3. Echantillon pour laboratoire	20
4.4. Recherche des impuretés sur céréales	21
a- Préparation de l'échantillon pour essai	21
b- Détermination de l'ergot	21
c- Division	21

d- Tamisage	22
e-Recherche et classement des impuretés	22
f- Expression des résultats	23
4.6. Analyse technologique de la qualité des grains	23
4.6.1. Le taux de mitadinage	23
4.6.2. Le poids l'hectolitre	24
4.6.3. Le poids de mille grains (PMG)	25
4.6.4. La teneur en eau	26
4.6.5. Le taux de cendre	26
4.6.6. Détermination de la teneur en gluten	27
4.6.7. Protéines totales	29
CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATION	31
1. LES IMPURETES	31
2. ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA QUALITE DE BLE DE TROISLOTS	33
2.1. Le poids spécifique	33
2.2. Le poids de mille grains	34
2.3. Le taux de mitadinage	36
2.4. Le gluten sec	37
2.5. Le taux d'humidité	38
2.6. Le taux de cendre de la semoule	39
1.7. Le taux d'azote	40
CONCLUSION	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

INTRODUCTION

La qualité d'un blé est fonction de l'utilisation que l'on en fait. Or, la presque unique destination de blé dur est l'obtention d'une semoule. Cette dernière est principalement utilisée pour la fabrication de pâtes alimentaires, également utilisée pour le couscous et pour la fabrication de diverses sortes de gâteaux secs (Zaghouane et *al*, 2006).

Par conséquent, un bon blé dur est celui qui répond aux besoins de consommateur final, aussi à celui de fabricant de pâtes qui exigera des semoules aptes à donner des pâtes de bonne qualité, possédant une couleur jaune ambré et une bonne tenue à la cuisson, et ainsi de suite en remontant toute la filière jusqu'à l'obteneur de variété (Raiffaud, 2001).

Tous ces acteurs économiques ont des contrariétés qualitatives qui peuvent bien évidemment différer. Par exemple le céréalier recherche en privilège une bonne productivité à l'hectare. Cependant, les lois de marché mènent la production de blé vers le contentement de consommateur final.

La qualité d'un blé suppose de répondre à des critères nutritionnels, organoleptique et hygiénique. Pour la fabrication de semoule, on recherche des grains de blé dur à l'albumen vitreux et non pas farineux, comme c'est le cas des blés durs "mitadinés". Une trop forte proportion de ces derniers dans les lots peut entraîner une réfaction de prix.

Le processus de fabrication des pâtes alimentaires nécessite des semoules de bonnes qualités plastiques. La quantité (au moins 14%) et la qualité des protéines (gluten) concourent à l'obtention de l'élasticité et de la ténacité recherchées (Raiffaud, 2001).

Depuis la production et l'importation des grains jusqu'à la phase de consommation en passant par les différents réseaux de transformation, de stockage et de distribution les blés subissent des procédés d'agrèage et de contrôle de la qualité biologique et alimentaire car conformément à la réglementation internationale un lot de blé idéal doit être sain, loyal et marchand, c'est-à-dire qu'il doit être indemne de toute souillure, de tout parasitisme et de toute impureté, (Minnar, 1995).

Selon Kacem (2003), les exigences de la qualité et les impératifs économiques futurs imposent un contrôle de la qualité méthodique et constant effectué au niveau des coopératives céréalières et des ports par un personnel portant de grandes références de moralités, de conscience et de compétences professionnelles.

L'agréage est la première opération destinée à évaluer la qualité d'un lot de céréales. Il permet d'établir la facturation définitive de la marchandise selon les taux de bonification ou de réfaction et en fonction des résultats obtenus lors de la détermination des impuretés. Que ce soit dans un lot de grains livré au silo ou vendu par un organisme stockeur, on retrouve toujours, en plus ou moins grande quantité, des impuretés.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail dont l'objectif vise à faire un agréage, par la détermination des impuretés et l'analyse de quelques paramètres technologique, de trois lots de blé dur commercialisés dans la wilaya de Laghouat en vue de prédire la qualité et l'utilisation final.

Notre travail est devisé en quatre chapitres. Le premier et le deuxième traite chacun une bibliographie qui permet de maîtriser les principales parties qui constituent l'essentiel de notre mémoire de fin d'étude et de permettre de mieux comprendre les bases sur les quelles nous nous sommes appuyés pour la réalisation de nôtres travail. Le troisième chapitre, dénommé matériels et méthodes, regroupe toutes les informations utiles concernant le matériel végétal et la méthodologie de travail. Et enfin un quatrième chapitre, dénommé résultats et interprétation où nous finalisons notre étude en présentant les résultats obtenus et la discussion de ces derniers.

CHAPITRE I

DONNEES GENERALES SUR LE BLE DUR

1. ORIGINE DE BLE DUR

1.1. Origine génétique :

Le blé dur est un hybride naturel de deux espèces de graminées (Nabors, 2009). Si l'on en croit les cytogénéticiens, il admet trois espèces ancêtres : *T monococcum*, *T. searsii* et *T. tauschii*. Le premier à du être cultivé dans l'antiquité ; les deux autres sont seulement spontanés. Tous trois ont sept chromosomes haploïdes ($2n=14$) et tous les trois forment facilement des hybrides entre eux, toutefois, ces hybrides ; qui ont bien 14 chromosomes ; sont stériles car les chromosomes ne s'apparient pas à la méiose, ce qui a fait désignés chacun des trois groupes de sept chromosomes par les lettres différents ; A. B . D. (Pesson et louveaux, 1984).

1.2. Origine géographique :

Le blé est l'une des premières espèces cueillies et cultivées par l'homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans, dans le croissant fertile, zone couvrant la Palestine, la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (Croston et Williams, 1981). Des restes de blés, diploïde et tétraploïde, remontant au VIIème Millénaire avant J.C ont été découverts sur des sites archéologiques au proche orient (Harlan, 1975 ; Mouellef, 2010).



Source : Bonjean, 2001

Figure 1 : Origine et diffusion de blé dur

2. BIOLOGIE DE BLE DUR

2.1. L'appareil végétatif

Le blé dur est une plante herbacée, monocotylédone appartient à la famille des graminées (Gramineae = Poaceae), son appareil végétatif se compose en deux parties :

a. Système aérien :

Il est formé d'un certain nombre de ramification ou d'unités biologiques appelés : talles, qui partent d'une zone située à la base (collet) dite plateau de tallage, chaque talle après développement complet est formée d'une tige, feuille qui porte une inflorescence en épi à son extrémité. La tige des céréales est constituée d'entre-nœuds séparés par des zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles, chaque nœud est le point d'attache d'une feuille, la tige ne s'allonge qu'à la montaison (Soltner, 1990).

Les feuilles sont larges, rubanées, se terminent en pointe, la partie inférieure des feuilles (ou la gaine) est engainante sur la longueur des entre-nœuds et se prolonge par une ligule transparente.

La partie supérieure de la feuille est prolongée à sa base et de chaque côté de la tige par deux stipules (Codacconi et *al*, 1989).

b. Système souterrain :

Il est de type fasciculé. Deux systèmes se forment au cours de développement :

- Le système primaire (ou système de racines séminales) : Ce système de racines fonctionne de la germination à la ramification de la plante (c'est-à-dire au tallage). Les racines séminales ne restent pas longtemps fonctionnelles et sont remplacées par un système de racines adventives qui assurent la nutrition et le développement de la plante.
- Le système secondaire (ou le système de racines coronaires) : Ces racines apparaissent au moment où la plante se ramifie. Elles partent des nœuds les plus bas et presque toutes au même niveau (plateau de tallage). Elles forment une touffe dense. En principe chaque talle donne naissance à un chaume et une inflorescence (Meunier, 1973).

2.2. L'appareil reproducteur :

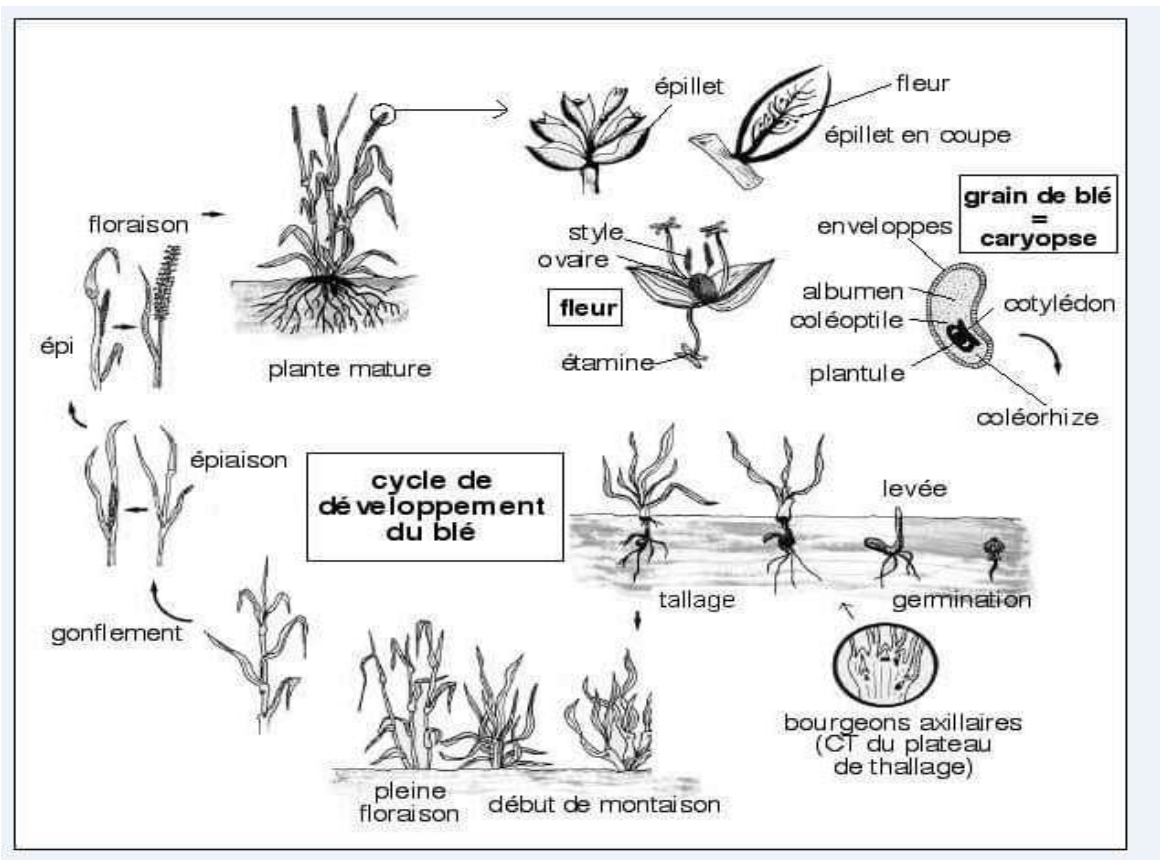
Les fleurs sont groupées en inflorescence dont les unités morphologiques de base sont les épillets, le rachis où l'axe de l'épi porte alternativement à droite et à gauche soit 15 à 25 par épi (Cauderon, 1956).

L'épillet est une petite grappe de 1 à 5 fleurs enveloppées entre deux glumelles (inférieure et supérieure).

Ces fleurs sont attachées sur le rachillet. Chacune comprend typiquement :

- Trois étamines à anthères en forme d'X, un ovaire formé d'un seul carpelle, glabre ou velu, enferment un ovule.
- A la base de l'ovaire deux petites écailles, les glumelles ou lodicules qui, en se gonflant, font entrouvrir les glumelles à la floraison (Moule, 1971).

D'après Prats (1971), le blé dur comme le blé tendre montre une autogamie prépondérante avec une tendance à la cleistogamie (fécondation réalisée avant écartement des glumes et sortie des étamines).



Source : Soltner (1998).

Figure 2 : cycle de développement de blé dur

2.3. Le grain

Comme chez la plupart des graminées, le blé dur possède un grain botaniquement défini comme un caryopse, c'est un fruit sec indéhiscent ou les téguments de la graine sont soudés à la paroi de l'ovaire (Moule, 1980).

Le grain de blé dur est de forme allongé, bombée et pointue aux extrémités, de la couleur jaune ambrée.

La coupe de grain fait apparaître trois parties :

a. Les enveloppes :

Elles représentent 14 à 15% du poids de grain, comprenant (Feillet, 2000) :

- Le péricarpe : tégument de fruit, formé de trois assises de cellules.
- Le tégument du grain ou tégument séminale, représenté par une assise de deux couches de cellules aplatis.
- La bande hyaline, d'aspect transparent.
- La couche à aleurones représente 60% du poids des enveloppes.

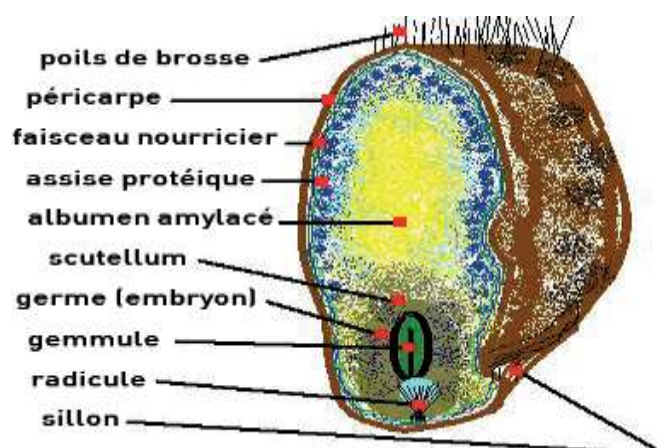
b. L'albumen :

C'est la partie centrale de la graine, Représente 82 à 85% du poids du grain, composée essentiellement d'amidon (70 à 75%) et de protéines (10 à 12%). Une faible proportion de matières minérale et de vitamines est également présente (0,3 à 0,6%) (Doumandji, 2003).

c. Le germe ou l'embryon :

Riche en lipides, protéines, vitamines et éléments minéraux représente environ 1 à 4% du grain, il est constitué :

- D'une radicule, protégée par une sorte de capuchon, la coléorhize est composé déjà, outre la racine principale, des ébauches de la première et la deuxième paire de racines.
- D'une tigelle court nouée, d'une gemmule formé d'une coléoptile, pré feuille protectrice des premières feuilles déjà différenciées par le méristème apicale de la plantule.
- D'un cotylédon, le scutulum, séparé de l'amande par une assise diastatique, l'épiblaste serait l'homologue d'un second cotylédon avorté (Feillet, 2000).



Source : Micard (2009).

Figure 3 : Coupe de Grain de Blé

3. COMPOSITIONS CHIMIQUE DU GRAIN DE BLE DUR :

Le grain est principalement constitué d'amidon, protéines, selon les variétés et les conditions de culture, et de pentosanes, les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Tableau 1) (Feillet, 2000).

Tableau1 : composition chimique du grain de blé

Nature de composants	Teneur (% ms)
Protéines	10-15
Amidon	67-71
Pentosanes	8-10
Cellulose	2-4
Sucres libres	2-3
Lipides	2-3
Matières minérales	1.5-2.5

Source : Feillet (2000)

Les protéines du blé sont classiquement réparties en quatre classes en fonction de leur solubilité (Feillet, 2000).

- Les albumines, solubles dans l'eau.
- Les globulines, solubles dans les solutions salines neutres, souvent regroupées sous le terme de protéines solubles, d'albumines-globulines ou de protéines cytoplasmique ou métabolique.
- Les gliadines, solubles dans les alcools dilués (éthanol 70%).
- Les gluténines, solubles résiduelles insolubles dans les solvants précédents, partiellement solubles dans les solutions acides diluées et dans l'urée, et solubilisées en présence de détergeant et de réducteurs.

CHAPITRE II

AGREAGE ET CONTROLE DE QUALITE

1. Qualité et agréage des grains de blé dur :

1.1. Objectif :

Etre capable de connaître la qualité des céréales que l'on collecte, que l'on stocke, que l'on expédie et que l'on triture, afin de limiter les freintes, d'optimiser la qualité des lots réceptionnés et d'éviter les bonifications sur les prix d'achat et pouvoir les négocier.

1.2. Introduction a l'agréage :

L'agréage est un terme de la pratique commerciale qui désigne le fait par l'acheteur, d'examiner la marchandise pour l'achat de laquelle il a passé commande afin de reconnaître si elle y est ou non conforme.

L'agréage a lieu en général avant que la marchandise ne quitte les locaux du fournisseur. En revanche, compte tenu de la nature de la marchandise, en particulier lorsqu'il s'agit de biens susceptibles de se détériorer rapidement, l'agréage peut être prévu à l'arrivée chez l'acheteur. Dans ce cas, l'agréage permet d'établir les responsabilités qui ont pu être encourues soit par le fournisseur, soit par le transporteur (GROSS, 1998).

1.3. Modalités d'agréage :

1.3.1. Généralités :

L'agréage consiste à séparer le grain suivant des qualités définies en vue de l'établissement d'une relation qualité et prix. L'efficacité de la fonction agréage est déterminée par les critères suivants :

- Etablir un moyen de faire correspondre les prix à la qualité d'un lot de blé de telle façon à simplifier les transactions commerciales.
- Offrir aux acheteurs l'assurance d'une qualité constante et uniforme.

- Simplifier la manutention et le stockage des blés d'un lot ayant la même qualité.
- Assurer au client (producteur) un prix raisonnable en fonction de la qualité des blés prélevés.

1.3.2. Importance de l'agréage :

L'appréciation de la valeur marchande et commerciale d'un lot de blé à pour objectif de déterminer le prix en application des barèmes de bonification et de réfaction à partir du prix de base, applicable (Décret N°88-152 du 26.07.1988 de journal officiel de la république Algérienne) pour les céréales. Cette appréciation se fait par agréage (effectué par un agréeur ou expert) sur la base des résultats de l'analyse d'un échantillon représentatif à partir d'un lot considéré. Elle comporte essentiellement :

- Prélèvement d'un échantillon moyen qui doit représenter aussi fidèlement que possible la qualité moyenne du lot à analyser.
- L'analyse correcte et impartiale de l'échantillon prélevé.

L'agréage soit conçu dans le but de déterminer la valeur commerciale et marchande d'un lot considéré de blé mais il permet aussi d'apprécier sa valeur d'utilisation.

L'appréciation complète d'un échantillon de céréales doit porter les points suivants :

- Détermination de la qualité saine loyale et marchande d'un lot.
- Détermination du poids spécifique.
- Détermination de l'humidité.
- Teneur en grains normaux
- Teneur en grains anormaux, avariés ou accidentés.
- Teneur en impuretés.
- Détermination de la valeur industrielle.

1.4. Conditions de réalisation d'un agréage parfait :

L'agréage joue un rôle primordial dans l'estimation de la qualité d'utilisation des grains afin de prévoir l'impact au cours de leur transformation.

L'agréeur doit avoir des qualités et des connaissances qui lui permettent de bien remplir ses tâches. Il doit :

- Avoir une bonne connaissance des règlements relatifs à l'agréage.

- Connaître parfaitement les techniques de prélèvement et d'analyse des échantillons.
- Etre capable d'identifier les maladies et les insectes associés à un lot de céréales.
- Avoir une connaissance approfondie des caractéristiques des variétés de céréales, afin de pouvoir déterminer et reconnaître les différentes impuretés.

2. Les impuretés :

Les impuretés regroupent les grains de céréales endommagés et tous éléments organiques et non organiques autres que les grains de la céréale concernée (BEAUX et *al*, 2001).

Les impuretés présentes dans les céréales sont classés en quatre grandes catégories, chaque catégorie regroupe un ou plusieurs types (sous-catégorie) d'impuretés.(AZIEZ et *al*, 2003).

D'une façon générale, lorsqu'un même grain présente plusieurs dommages, il est classé dans la catégorie du dommage le plus important (Deleau, 1972).

2.1. Grains de blé endommagés :

Grains endommagés y compris des fragments de grains qui présentent une détérioration visible due à l'humidité, intempéries , maladies, moisissures, à la chaleur, à la fermentation, à la germination ou d'autres causes (FAO et OMS ; 2007).

2.1.1. Grains cassés ou brisés :

Les grains secs sont sensibles aux chocs, non seulement au cours du battage, mais aussi et surtout au cours des transports mécaniques au silo. C'est ainsi qu'une opération de nettoyage, conduite pour éliminer une grande partie des grains cassés d'un lot, risque si la chaîne de manutention est trop longue ou le débit trop rapide, d'en créer autant qu'elle en retire (BEAUX et *al* 2001).

D'un point de vue qualité, la présence de grains cassés altère les rendements meuniers du blé tendre, semoulier du blé dur, brassicole de l'orge ou amidonnier du maïs. En effet, d'une part, ils sont éliminés au cours du nettoyage précédant la mouture et d'autre part, lors de la fabrication de semoule de blé dur (ITCF ,2001).

2.1.2. Grains maigres / échaudé :

Il s'agit de grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Un grain échaudé sera rabougri, ridé, déformé, la conséquence d'un mauvais remplissage. Incidence sur le rendement et sur le poids spécifique.

2.1.3. Grains avariés :

Englobe les types de grains suivants :

- **Grains moisissés :** Grains qui présentent sur plus de 50% de la surface ou dans l'amande des moisissures visibles à l'œil nu.
- **Grains endommagés par la chaleur :** Grains qui présentent une coloration marron foncé à noire, résultat de l'action de la chaleur.

2.1.4. Grains attaqués par les déprédateurs :

Ce sont des grains attaqués par des rongeurs ou des insectes au cours de la culture ou du stockage.

Dans la pratique il s'identifie par :

- Des galeries à contours arrondi et lisse, creusés dans le grain : grains de céréales attaqués par les Charançons, Dermestes.
- La présence de trous a la surface des grains : grains des céréales attaqués par les charançons, alucites.
- L'absence du germe qui est rongé par les insectes friands par cette partie tendre et nutritive : grains attaqués par le *tribilium* ; *sylvain*...etc. Teigne des fruits et certains acariens.
- La présence de grains partiellement évités dans l'amande est remplacé par un mélange de débris : grains attaqués par les charançons, capucins...etc.
- **Grains punaisés :**

Les grains présentent une plage blanchâtre, généralement de faible dimension avec au centre un point noir plus ou moins visible, représentant la cicatrice de pique la punaise.

Ce dégât se remarque facilement sur les blés dur mais veiller à ne pas confondre avec une tache de mitadinage.

Les taches provoquées par la punaise ont généralement des contours nets contrairement à celles de mitadinage. De plus la trace de pique doit être visible pour que la graine fasse partie de cette catégorie.

La qualité d'un lot de blé est fortement dépréciée dès que le taux de grain punaisés est de 1% et devient impanifiable quand il atteint 4 à 5% (BEAUX et *al*, 2001)

- **Grains cécidomyies :**

L'attaque des larves provoque les malformations du grain qui peut alors présenter un ou plusieurs des symptômes suivants : échaudage, dépression sur le dos du grain (selle de cheval), fissuration ou éclatement des enveloppes pouvant mettre à nu l'embryon ce qui favorise une attaque secondaire des moisissures (aspect noirâtre du grain).

Les incidences en meunerie c'est sur la qualité sanitaire et la qualité du gluten. (BEAUX et *al*, (2001)).

- **Grains charançonnés :**

Les grains charançonnés présentent un trou à la surface du grain qui peut être partiellement évidé.

2.1.5. Grains germés :

Grains ayant subi des conditions de température et d'humidité favorables au démarrage de l'activité enzymatique propre à la germination. Grains que l'on reconnaît par le gonflement du germe, l'éclatement de l'enveloppe au niveau de l'embryon, l'apparition puis le développement de la radicule (Arvalis ; 2003)

2.1.6. Grains cariés ou boutés :

Ces grains renferment une poussière d'odeur fétide et de coloration brun noirâtre, composée par les spores d'un champignon (la Carie). Ils éclatent facilement et les spores viennent ensuite se fixer dans le sillon des grains sains, que l'on appelle des grains boutés. Ceux-ci ne sont pas comptabilisés en impuretés, mais se reconnaissent par une coloration noirâtre des poils de la brosse ou dans le sillon, donnant une farine « sale ». La présence de carie dans un lot rend le grain impropre à la consommation (Deleau, 1972).

2.2. Les impuretés spécifiques de blé dur :

2.2.1. Grains mouchetés :

Ils présentent à la surface des tâches brunes ou noires plus ou moins grandes qui provoquent des points noirs dans la semoule et les pâtes alimentaires. Ils affectent ainsi la valeur commerciale du produit fini. Dans l'état actuel des connaissances, on pense que la moucheture de blé dur traduit une réaction de défense de la plante à des stress multiples. Toutes les variétés n'ont pas le même degré de sensibilité à ce dommage (ITCF 2001)

2.2.2. Grains mitadinés :

Le grain de blé dur est normalement entièrement vitreux. Un grain mitadiné présente à la coupe une ou plusieurs plages farineuses et à tendance, lors de la mouture, à se désagréger en farine et non à éclater en semoule, provoquant une diminution du rendement semoulier (BEAUX et *al*, 2001).

La mitadinage peut être provoqué, soit par une teneur en protéines des grains insuffisante, soit par des pluies peu avant la récolte. En effet, il existe une relation entre la teneur en protéine totale et le mitadinage; une teneur minimale de 14.5% assure un taux de vitrosité (opposé du mitadinage) d'au moins 80% (AZIEZ et *al*, 2003).

En outre, un grain mûre subissant des pluies ne se rétracte pas en totalité lors de la dessiccation et les interstices restant entre les cellules ne réfléchissent pas la lumière de la même façon, le grain apparaît alors comme farineux (Sombrier et Monneveux, 1989).

Néanmoins, plus la teneur en protéines de grain est élevée, moins le dommage est important (ITCF, 2001).

2.2.3. Autres céréales :

Selon AZIEZ et *al*, (2003), les grains de céréales appartiennent à des espèces autres que l'espèce concernée.

2.2.4. Matières étrangères :

Après avoir enlevé les grains nuisibles, toxique, l'ergot, cette catégorie comprend tout les éléments d'un échantillon de céréale qui sont retenus par un tamis à fentes de 3,5 mm de largeur et ceux qui passent par un tamis de 1 mm sont considérés comme impuretés proprement dites.

Aussi de cette catégorie, le sable, les fragments de paille et les autres impuretés se trouvant dans les échantillons qui passent à travers un tamis de fentes de 3.5 mm, et sont retenus par un tamis à fentes de 1 mm.

2.2.5. Graines nuisibles et toxiques :

Ce sont des grains toxiques pour l'homme, et modifiant les caractères organoleptique de la farine, du pain ou de la semoule ou compliquant le nettoyage et la mouture (Deleau, 1972).

- **Nielle** (*Agrostemmagithago*) :

Elle donne au pain une saveur amère et une couleur bleu noirâtre. Cette graine peut provoquer les intoxications alimentaires chez les animaux domestiques notamment les maux domestiques, notamment les porcs et les bovins.

- **Ivraie** (*lolium temulentum*) : Il est toxique pour l'homme.
- **Mélapyre** (*mélampyrum arvanse*) : Il donne une couleur bleu-lilas aux produits.
- **Céphaloïde de syrie** (*Céphalaire syrica*) : Elle donne aux produits un arrière-goût amer et acré.
- **Fenugrec** (*Trigonelle foenum graecum*) et **Mellilot** (*Melilotus sp*) : Ils donnent une odeur de coumarine aux produits.
- **Ail** (*Allium sativum*) : Il colle aux cannelures des cylindres lors de la mouture et donne aux produits une odeur et une saveur caractéristique.
- **Ergot** :

L'ergot n'est ni un fruit, ni une graine, ni un grain malade, c'est un sclérote, c'est-à-dire un mycélium condensé, constituant l'organe de vie latente d'un champignon parasite des graminées : *Claviceps Purpura*. Il contient aussi des alcaloïdes dont l'ergotine, auxquels il doit sa toxicité (Delau, 1972).

On trouve l'ergot sur le blé tendre le blé dur, le seigle et le triticale (BEAUX et al, 2001).

3. Appréciation de la qualité technologique :

L'appréciation de la valeur d'utilisation repose sur la valeur semoulière des blés durs. Elle est estimée indirectement par le poids de mille grains, le calibrage et le mitadinage des grains, directement par le rendement en semoules.

Le poids de semoule fabriqué rapporté aux poids de blé mis en œuvre dépend de trois groupes de facteurs : (ABDECASSIS 1993 ; PROCEDDU 1995 ; CHAURAND et *al.*2000)

3.1. Facteurs extrinsèques :

Ce sont indépendants de la variété et très liés aux conditions de culture, de récolte et de stockage des blés dont il est régulièrement tenu compte au cours des transactions commerciales entrent dans cette catégorie :

- La teneur en eau que l'on souhaite aussi faible que possible, elle est généralement comprise entre 11% et 15%.
- Le taux de cendre, le plus souvent égal à 2 ou 3% et qui représente la somme des produits étrangers utilisables (grains d'autres céréales, grains légumineuses....etc.)
- Le taux de grosseur de grains cassés : les grains cassés par leurs comportements différents au cours de la préparation par le risque de contamination microbienne qu'ils représentent, ils doivent être éliminés au cours du nettoyage.

La quantification se fait par criblage (tamisage) (ITCF et ONIC, 1995).

3.2. Facteurs intrinsèques :

Ils dépendent des caractéristiques propres du blé qui définissent ainsi sa qualité technologique par conséquent :

- Du rapport albumen/enveloppe.
- De la fiabilité ou la dureté de l'albumen.
- De la facilité de séparer l'albumen des enveloppes (Raiffaud, 2001).

3.3. Facteurs réglementaire :

Plus le taux de cendre d'un produit sera faible plus il sera considéré comme produit pur de point de vue réglementaire, l'influence de la teneur en matière minérales des grains sur le taux de cendre des produits de mouture est particulièrement importante dans le cas du blé dure.(ABECASSIS et FEILLET, 1985).

4. Appréciation de la qualité alimentaire :

La qualité alimentaire comprend trois aspects qui sont :

4.1. La qualité nutritionnelle :

Le caryopse est très riche en amidon qui assure une énergie de 20% des calories de régime alimentaire humain sans oublier l'apport protéique notable de blé, malgré sa déficience en acide aminés essentiels comme la lysine et le tryptophane, le blé reste cependant un bon fournisseur de protéines et cette déficience est toujours compensée par d'autres sources protéique complémentaires.

On peut apprécier la qualité nutritionnelle par plusieurs méthodes tel que :

- Le dosage biochimique des éléments nutritifs.
- Les tests biologiques.
- Les tests de dégustation (Finnois et al, 1987).

4.2. Les caractères organoleptiques :

Les caractères organoleptiques des denrées alimentaires présentent une importance particulière en relation avec les exigences commerciales, en effet, le consommateur cherche avant tout les produits présentant une bonne qualité organoleptique (couleur, gout, odeur).

Cependant cette qualité sensorielle présente une sensibilité accrue à l'altération, c'est ainsi que les facteurs physico-chimique (humidité et chaleur) influencent la qualité des produits des blés durs par la production d'odeur désagréable, et modification de la texture et de la couleur (Guet, 1992).

Cette détérioration peut être causée par des rongeurs, des insectes, des acariens, des micro-organismes, ou bien par des produits phytosanitaires utilisés pour le maintien de la stabilité du stock. (MARICH, 2000)

4.3. La qualité hygiénique (sanitaire) :

Selon MULTON (1982), l'état sanitaire d'un lot de grains est une résultante complexe descriptive de l'état sanitaire réel des grains, donc on peut l'apprécier à l'aide des critères objectifs suivants :

- L'état physique du grain : température, teneur en eau, propreté
- L'état biochimique : activité enzymatique (amylasique)
- L'état d'infestation par les micro-organismes, déprédateurs, animaux.
- La qualité du grain est représentée par l'énergie de la faculté germinative dans les cas de semences, ou par la qualité technologique dans le cas des grains destinés à l'industrie (Feillet, 2000).

4.4. La qualité semoulière :

C'est la qualité de semoule d'une pureté déterminée que peut fabriquer un semoulier à partir des blés qui lui sont livrés (Doumandji et *al*, 2003).

La valeur semoulière d'un blé caractérise le rendement de sa transformation en semoule de pureté déterminée. Elle tient compte des caractéristiques commerciales du lot (teneur en eau, quantité des impuretés...) (Feillet, 2000).

Le rendement en semoule dépend essentiellement du mitadinage qui correspond à la diminution de la vitrosité du grain par l'apparition des zones farineuses blanchâtres dont la taille dépend de l'importance de cet accident (Valdayron et *al*, 1957).

4.5. La qualité pastière :

La valeur pastière regroupe deux notions d'une part l'aptitude des semoules à être transformées en pâtes alimentaires (facilité de malaxage, se tréfilage et de séchage) et d'autre part la qualité des produits finis (Doumandji et *al*, 2003).

La qualité pastière des blés durs rend compte de leur aptitude à être transformés en semoules puis en pâtes alimentaires qui possèdent les caractéristiques recherchées : aspect à l'état cru, compartiment durant et après la cuisson (Feillet, 2000).

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODES

1. Lieu d'expérimentation

L'analyse des lots de blé étudiés a été réalisée au sein du laboratoire de la minoterie /semoulerie de l'entreprise LES MOULINS DE LAGHOUAT, situé dans la zone industrielle de la wilaya de Laghouat.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal étudié est le blé dur (*Triticum durum*). Il est composé de trois lots différents.

Tableau 02 : Les lots de blé étudiés

LOTS	Identité
Lot 1	Variété Simeto
Lot 2	Mélange variétale
Lot 3	Blé d'importation

Le premier lot s'agit de la variété Simeto. Elle est cultivée dans la région de Laghouat pendant la campagne 2016/2017. Les deux autres lots sont stockés au niveau des silos de l'OAIC de Laghouat.

3. Le protocole expérimental

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide d'un logiciel STATBOX 2007. Le premier test qui nous a permis de déterminer les différences entre les moyennes des différents traitements est le test de l'analyse de la variance.

La signification des différences entre les variétés étudiées est exprimée en fonction de probabilité (p).

- $P > 0.05$: il n'y a pas de différence entre les moyennes des différents traitements.
- $0.0100 < p < 0.05$: la différence entre les moyennes des traitements est significative.
- $0.001 < p < 0.0100$: la différence entre les moyennes des traitements est hautement significative
- $0.0000 < p < 0.0010$: la différence entre les moyennes des traitements est très hautement significative.

Le test de NEWMAN-KEUL nous a permis de classer les lots en groupes homogènes.

4. Méthodes d'analyse

4.1. Méthode de prélèvement des échantillons

Les prélèvements d'échantillons ont été réalisés par les ingénieurs de laboratoire à l'aide d'une sonde sur des camions transportant le blé selon la méthode suivante :

- Jusqu'à 15 tonnes : 5 points de prélèvement (au centre et à environ 50 cm des parois).
- De 15 à 30 tonnes : 8 points de prélèvement.
- De 30 à 50 tonnes : 11 points de prélèvement.

4.2. Echantillon global

Une fois les prélèvements élémentaires effectués, nous avons procédé à leur mélange à l'aide d'un mélangeur mécanique afin de constituer l'échantillon global.

4.3. Echantillon pour laboratoire

La réduction ou division de l'échantillon global obtenu constitue une opération tout aussi importante que l'échantillonnage lui-même; elle lui est d'ailleurs indissociable. Cette réduction se fait à l'aide d'un diviseur conique.

Selon AZIEZ *et al* (2003), le tableau suivant donne des indicateurs qui permettent d'orienter l'échantillonneur :

Tableau 3 : Les indicateurs qui permettent d'orienter l'échantillonneur :

Lots	Prélèvement élémentaire	Echantillon global	Echantillon pour laboratoire
Jusqu'à 500 t	1 kg (max)	100 kg	5 kg

4.5. Recherche des impuretés sur céréales : Mode opératoire normalisé (Norme ISO 11051 pour le blé dur).

Le principe consiste en la séparation des impuretés, par tamisage et triage, en catégorie.

a/ Préparation d'échantillon pour essai

Mélanger avec soin l'échantillon pour laboratoire afin de le rendre aussi homogène que possible, puis procéder si nécessaire à sa réduction à l'aide d'un diviseur, jusqu'à l'obtention d'une quantité d'environ 1 kg.

Peser à 1g près, l'échantillon ainsi obtenu et le mettre dans un récipient plat.

Noter toute odeur particulière ou étrangère à celle de la céréale, ainsi que la présence d'insectes et d'acariens vivants.

Les insectes seront identifiés et leur nom consigné au procès-verbal.

b/ Détermination de l'ergot

Séparer l'ergot de l'échantillon pour essai et le peser à 0.01g près.

c/ Division

On mélange l'échantillon débarrassé de l'ergot et le diviser à l'aide du diviseur conique jusqu'à l'obtention d'une quantité de 100g à 0.01g près.



Source : (Original, 2018).

Figure 3 : Diviseur conique.

d/ Tamisage

Emboiter les tamis de 3.55 mm, le tamis intermédiaire selon l'espèce de 1 mm, ainsi que le réceptacle. Placer la prise d'essai (100g) sur le tamis de 3.55 mm et mettre le couvercle.

Agiter manuellement pendant 45 secondes avec un mouvement de va et vient parallèle au sens des fentes, en gardant les tamis dans un plan horizontal.



Source : (Original, 2018).

Figure 4 : Opération de tamisage dans les tamis d'agrégé.

e/ Recherche et classement des impuretés

- Refus du tamis 3.55 mm, séparer les grains de la céréale examinée, ainsi que ceux des autres céréales, placer le reste dans la coupelle des matières inertes.
- Refus du tamis intermédiaire 2.2 mm : séparer les impuretés grains cassés, grains germés, les placer dans les coupelles respectives.
- Refus du tamis 1mm : séparer les grains de la céréale examinée, et quelque soit leur état, les placer dans la coupelle des petits grains. Classer les éléments restants dans les coupelles grains cassés, autres céréales, grains étrangères et matière inerte.
- Refus du tamis 1 mm : placer la totalité du tamisât dans la coupelle des matières inertes.

f/ Expression des résultats

Peser le contenu de chaque coupelle à 0.01g près. Calculer le pourcentage de chaque catégorie par rapport à la masse de la prise d'essai.

Les différentes catégories des éléments qui ne sont pas des céréales de base (blé dur, blé tendre, orge, seigle) de qualité irréprochable doivent être pesées à 0.01g près.

Les pourcentages des catégories se calculent de manière identique ; soit :

$$\frac{P_i}{m} \times 100$$

P_i : la masse des différentes classes de catégories d'impuretés.

m : la masse de la prise d'essai

4.6. Analyses technologique de la qualité des grains

4.6.1. Le taux de mitadinage

Le taux de mitadinage est le pourcentage en nombre de grains de blé dur non entièrement vitreux.

Le grain de blé dur peut sous l'influence d'un accident appelé (mitadinage) prendre, en totalité ou en partie, une apparence opaque et farineuse qui le fait plus ou moins ressembler à un grain de blé tendre, il est dit alors mitadiné.

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

C'est le changement de texture de l'albumen qui normalement doit être translucide et vitreuse devient opaque et farineuse (accident physiologie sur les graines de blé dur). L'albumen, devient plus friable, et a tendance à se désagréger en farine et entraîne donc une diminution du rendement en semoule. De plus, la semoule sera dépréciée par la présence de piqures blanches dans la pâte (Boufenra et *al*, 2006).

a/ Mode opératoire

- La recherche s'effectue sur un échantillon homogène de 100g, après avoir procédé à un nettoyage.

- A l'aide d'un farinotome de POHL qui est un coupe grains qui permet de couper 50 grains transversalement, 12 déterminations sont effectuées sur le même échantillon (12 plaques de farinotome déterminent 600 grains).
- Compter tous les grains visiblement mitadinés.



Source : (Original, 2018).

Figure 5 : Farinotome de POHL (coupe grains).

b/ Expression des résultats

Elle se fait par la formule suivante :

$$\text{Mitadinage (\%)} = \frac{N}{600} * 100$$

N : le nombre de grains mitadinés dans 600 grains de blé.

4.6.2. Le poids à l'hectolitre (PHL), ou poids spécifique (PS) :

D'après GODON et LOISEL (1984), le poids à l'hectolitre, appelé aussi le poids spécifique ou densité apparente, est la masse d'un hectolitre de grains exprimé en kg.

L'appareil utilisé pour mesurer ce paramètre est appelé Niléma-litre (figure 7).

Selon BERHAUT *et al*, (2003), le Niléma-litre a un volume équivalent à 1 litre.

a/ Mode opératoire :

- Emplissage de la trémie.

- Poser la mesure sur un plan horizontal stable. La trappe étant fermée, emplir la trémie avec l'échantillon dont on veut connaître le poids spécifique.
- Abattre le trop plein avec une règle et ouvrir la trappe entièrement d'un coup sec, les grains tombent dans la mesure d'un litre.
- On fait passer une lame entre la trémie et le socle pour avoir un poids exact d'un litre.
- On pèse le socle.



Source : (Original, 2018).

Figure 6 : Niléma-Litre

4.6.3. Le poids de mille grains (PMG) :

Le poids de mille grains 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 Matous, 1997).

a/ Le mode opératoire :

Cette méthode consiste à prendre au hasard, une quantité approximative égale à 500 grains de l'échantillon brut, sélectionner les grains entiers, ceux qui sont cassés et les

matières étrangères sont enlevés manuellement de l'échantillon, puis on pèse. En déduit par différence la masse des grains entiers avec un comptage manuel de ces derniers.

b/ Expression des résultats :

La masse de mille grains en gramme du produit est calculée comme suit :

$M(g) = \frac{m_0}{n} \times 100$	<p>M : la masse de 1000 grains m₀ : la masse des grains entiers n : le nombre de grains entiers</p>
-----------------------------------	---

4.6.4. La teneur en eau (humidité) :

La teneur en eau est la perte de la masse exprimée en pourcentage, subit par le produit. La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale.

a/ Mode opératoire :

- broyer une quantité précise de blé âpre on pèse 5g de produit broyé et mettre dans une capsule spéciale (Nacelles), introduction de la capsule dans l'étuve Chopin une fois la température est de 130° C en fermer l'étuve et laisser la capsule durant deux heures, après 2 heures on fait sortir la capsule et on les laisse refroidir.
- Peser les produits séchés finalement.

b/ Expression des résultats :

Les résultats sont calculés par la formule suivante :

$\text{Humidité (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{P} * 100$
--

M₁ : La masse en gramme de la capsule du couvercle et de la prise d'essai avant séchage.

M₂ : La masse en gramme de la capsule du couvercle et de la prise d'essai après séchage.

P : Le poids des grains utilisés.

4.6.5. Le taux de cendre :

Le principe repose sur l'incinération du produit (semoule) dans un four à moufle à une température de 900° C, jusqu'à combustion complète de la matière organique.

Le dosage de cendre a été effectué après la détermination de l'humidité.

Ce critère est un indicateur de la qualité semoulière, c'est-à-dire le poids de semoule rapportés au poids du blé mis en œuvre.

En meunerie, la teneur en matières minérales varie dans le même sens que le taux d'extraction des semoules. La teneur en cendres de l'amande est d'environ 10 fois plus faible que celle des enveloppes, donc la teneur en cendres d'une semoule ne peut réellement servir de critère de sa pureté que dans la mesure où elle peut être ramenée à celle du grain entier par la détermination du rapport R (teneur en cendres des semoules / teneur en cendres des blés) et qui doit être inférieur à 0,5.

a/ Mode opératoire :

- Peser 5gr d'échantillon est placé dans un creuset en porcelaine.
- Les creusets sont mise en place à l'entrée du four à moufle (à 900 C°) pendant 2 heurs jusqu'à la combustion complète de la matière organique.
- Après 2 heures on obtient un résidu blanc.
- Puis peser les creusets après refroidissements.

b/ Expression des résultats :

Le taux de cendre est calculé comme suit :

$$\text{Cendre (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{M_1 - M_2 - 100 - H} * 100$$

M_0 : La masse de la capsule vide.

M_1 : La masse de la capsule vide + 5 g du produit.

M_2 : La masse de la capsule + cendre.

H : Humidité du produit fini.

4.6.6. Détermination de la teneur en gluten :

Extraction de gluten par GLUTENEX qui réalise un mélange de grains broyés et d'une solution de chlorure de sodium (NaCl). La masse plastique obtenue après extraction constitue le gluten humide (GH), après dessiccation de cette masse on obtient le gluten sec (GS).

4.6.1. Le gluten humide :

a/ Le mode opératoire :

- On pèse 10g de semoule mélangé à 5 ml d'eau distillée à 25% de NaCl et le GLUTENEX fait la lixiviation .
- On pèse la boule du gluten humide



Source: (Original, 2018).

Figure 7 : GLUTENEX.

b/ Expression des résultats :

$$\text{Taux de gluten humide} = \frac{M}{10} \times 100$$

M : Masse de gluten humide en gramme.

4.6.2. Le gluten sec :**a/ Le mode opératoire :**

Après le séchage du gluten humide à l'aide d'appareil dénommé GLUARK, on déduit le gluten sec.



Source : (Original, 2018).

Figure 8 : GLUARK

b/ Expression des résultats :

$$\text{Taux de gluten sec} = \frac{M}{10} * 100$$

M : Masse de gluten sec en gramme.

4.6.7. Protéines totales :

La teneur des protéines totales de chaque échantillon analysé a été réalisée par la méthode de Kjeldhal (FAO, 1992), selon les étapes suivantes:

Les protéines sont à la base de la qualité technologiques du blé et de leurs débouchés que se soit de premiers transformation (semoule, farine) ou de deuxième transformation (pâtes alimentaires, couscous ; pain ...), ils contribuent à l'expression des caractéristiques culinaires. Le grain de blé contient entre 10 à 15% de protéines selon la variété (Battais et al, 2007).

a/ Minéralisation :

- 1g d'échantillon de matière sèche broyé a été mis dans un matras (tube de digestion) en présence de :
- 7g de sulfate de potassium (K_2SO_4).
- 5ml de l'eau oxygéné (H_2O_2).
- 7ml de l'acide sulfurique concentré (H_2SO_4).

b/ Digestion :

Pendant 2 heures les tubes ont été chauffé a 400 °C sous hôte, ensuite laisser refroidir, après en ajoute 50ml d'eau distillée.

c/ Distillation:

La distillation s'effectué par l'ajoute de 50ml de soude NaOH à 35% à la solution des tubes de digestion pour réaliser le déplacement d'ammoniac. Ensuite, 100ml de distilla a été récupérée dans un bécher en présence de 25ml d'acide borique à 4%. Puis, en ajoute quelques gouttes (2 à 3 gouttes) de rouge de méthylène pour réaliser la titration par l'acide chlorhydrique HCl à 0,2N.

Le taux des protéines totales est donné par la relation suivante :

$$N \text{ (gr)} = X \times 0,0007 \times Y \times Z$$

X= descente de beurette

Y= poids de la prise d'essai = 1g

Z= volume versé au bécher = 50ml

MAT (%) = N (gr) x 5,7

CHAPITRE IV

RESULTATS ET INTERPRETATION

1. LES IMPURETES :

Les taux des impuretés trouvées dans les trois lots de blé dur sont représentés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 4 : les valeurs moyennes des impuretés de blé dur en %.

	Lot 1: Mélange variétale	Lot 2 : Blé d'importation	Lot3 : Variété simeto
Blé tendre	3.50	0.621	0
Grains mitadinés	10.097	8.96	0
Débris végétaux	0.905	0.599	0
Grains punaisés	0.032	00.00	0
Ails	0.031	0.093	0
Grains cariés	0.438	0.900	0
Grains cassés	5.570	4.033	0
Grains maigres	1.012	2.001	0
Grains échaudés	0.902	1.792	0
Grains mouchetés	3.568	6.791	0
Grains boutés	1.876	3.655	0
Grains d'orge	0.788	0.654	0
Grains chauffés	0.054	00.00	0
Fenugrec	00.00	0.367	0
Nielle	0.178	0.115	0
Blé dur roux	00.00	0.880	0
Grains charnosonés	1.876	00.00	0
Céphalaire syrie	0.090	00.00	0
Autre grains	0.141	00.00	0
Totale	31.057	31.618	0

Pour le troisième lot de blé dur c'est la variété de simeto pas d'impuretés dans une variété parce que le blé est déjà nettoyé.

Le nettoyage de deux lots de blé dur montre une forte teneur en grains mitadinés pour le lot contenant le mélange variétale (10.097%). Alors que le blé d'importation a enregistré une teneur inférieure à 10%.

Selon le journal officiel de la république Algérienne (Décret N°88-152 du 26.07.1988), jusqu'à maintenant les bonifications et réfections sont applicables aux blés dans la relation entre les producteurs et les organismes stockeurs, et elles sont calculées suivant les barèmes :

- Selon la norme de 0 à 9 % des grains mitadinés : bonification forfaitaire de 0.25 DA pour chaque tranche de 250g. Dans le cas de notre étude cette bonification est attribuée au lot de blé d'importation (8.96%), pour chaque fraction de tranche de 250g.
- Selon la norme de 9 à 19 % des grains mitadinés : sans bonification ni réfaction pour chaque fraction de tranche de 250g. Concernant le mélange variétal (10.097%), il n'y a ni bonification ni réfaction pour chaque tranche de 250g.

Les débris végétaux, grains cariés, sont des impuretés de première catégorie. La tolérance est de 3% maximum.

Selon la norme pour chaque fraction de tranche de 250g au dessous de 1%, la bonification est de 0.15 DA. Dans le cas de notre étude il y'a une bonification de 0.15 DA pour chaque fraction de tranche de 250g pour les deux lots de blé dur ; mélange variétal (1.3%), blé d'importation (1.4%).

Les impuretés grains cassés, grains échaudés, grains mouchetés, grains germés, grains punaisés, et grains de blé tendre sont des impuretés de deuxième catégorie. Selon le journal officiel de la république algérienne (1988), si les sont :

- Inférieur à 10% : pas de bonification ni réfaction.
- Au delà de 10% jusqu'à 20% au maximum : la réfaction est de 0.50 DA pour chaque tranche de 1 kg.

Dans le cas de notre étude il y a une réfaction qui est de 0.50 DA pour chaque tranche de 1 kg pour les deux lots de blé dur ; importation (13.33%) ; mélange variétal (13.8%).

Selon la le même journal, pour les grains cassés, lorsque le taux des grains cassés est inférieur à 3%, pas de bonification ni réfaction, entre 3.01% à 5%, la réfaction est de 0.05 DA pour chaque tranche de 250g. Entre 5.75% à 6%, la réfaction est de 0.60 DA pour chaque tranche de 250g. Dans le cas de notre étude une réfaction de 0,60 D est appliquée au blé d'importation (5.57% de grains cassés). Aussi bien pour le mélange variétal (4.03% de grains cassés) la réfaction est de 0,05 DA

La présence de grains cassés est due à l'incidence directe du battage ou des transports mécaniques quand le grain est sec. On observe une diminution des rendements, car ces grains sont éliminés au cours du nettoyage précédant la mouture. Mais l'incidence la plus importante est l'exposition directe aux phénomènes d'oxydation, posant des problèmes de stockage et rendant les grains plus accessibles aux attaques des insectes et des moisissures.

Les grains maigres et les petits grains sont réservés à la masse sans réfaction. Il s'agit de grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Un grain échaudé sera rabougri, ridé, déformé, la conséquence d'un mauvais remplissage. Incidence sur le rendement et sur le PS.

Concernant les grains nuisibles (grains mélilots, grains d'ails), la bonification est de 0.125 DA pour chaque tranche de 250g au-dessous de 1%. Cette bonification est attribuée dans le cas de notre étude pour chaque tranche de 250g aux deux lots de blé ; mélange variétal (0.03%) et blé d'importation (0.09%).

Remarque : pour les figures d'impuretés voire annexe.

2. ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA QUALITE DE BLE DES TROIS

LOTS :

2.1. Le poids à l'hectolitre :

Les valeurs moyennes de poids à l'hectolitre et l'interprétation statistique des résultats sont représentées dans le tableau 5 et illustrées par l'histogramme figure 9.

Tableau 5 : Valeurs moyennes de poids à l'hectolitre :

Lots	Moy (%)	GH	Prob	CV %
Variété Simeto	82,000	A		

Mélange variétal	80,267	B	0.006	0.759 %
Blé d'Importation	82,900	A		

Le test statistique de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les trois lots de blé dur.

Le test de NEWMAN-KEULS nous a permis de classer les trois lots en deux groupes homogènes.

D'après le journal officiel de la république Algérienne (1988), la bonification ou réfaction applicable concernant le poids à l'hectolitre est la suivante :

De 80.001 à 82.000 kg/hl : bonification de 0.15 DA pour chaque tranche de 250g. Cette bonification est attribuée aux trois lots de blé dur; pour chaque tranche de 250g.

Le poids spécifique est influencé par la densité des grains et par les conditions de séchage qui peuvent être influencées par l'humidité de l'aire, et aussi par la quantité et la nature des impuretés présentes dans l'échantillon.

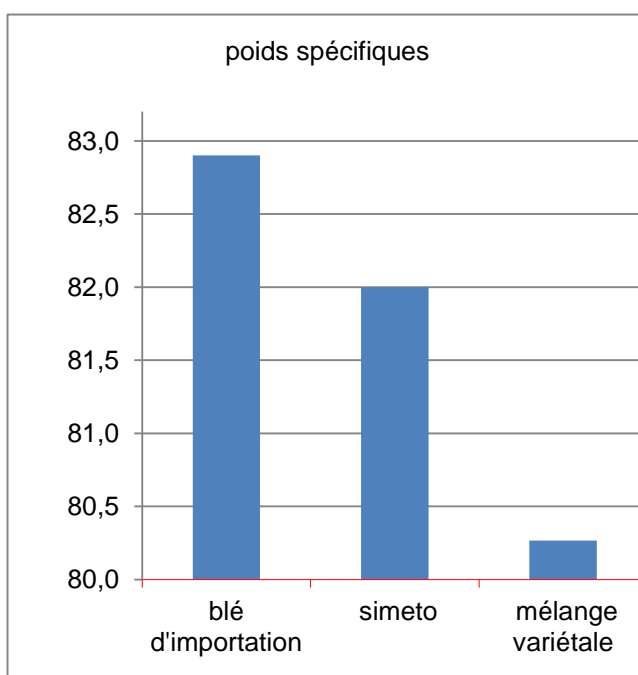


Figure 9 : Histogramme représentatif des résultats de poids spécifique

2.2. Le poids de mille grains (PMG)

Les valeurs moyennes de poids de mille grains et l'interprétation statistique de résultats sont consignées dans le tableau 6 et illustrées par l'histogramme figure 10.

Tableau 6 : Valeur moyenne de poids de mille grains (g) :

Lots	Moy	GH	Proba	CV %
Simeto	53,550	A	0.0000	1.886
Mélange variétal	47,033	B		
Blé d'Importation	41,783	C		

Le test statistique de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significatif entre les moyennes des différents lots de blé dur.

Le test de NEWMAN-KEULS nous a permis de classer les lots en trois groupes homogènes.

Le poids de 1000 grains est un paramètre physique qui renseigne sur la dimension des grains et leurs calibres (Godon, 1991).

Selon Godon et Wilim (1991), un blé ayant un PMG situé entre 24 et 34g est composé de petits grains et entre 35 et 45g, il renferme des grains moyens et entre 46 et 56g présente de gros grains.

Les résultats d'analyse de PMG que nous avons obtenu montrent que les deux lots de blé dur simeto et mélange variétal sont classés dans le groupe homogène A et B avec respectivement un PMG de 53,55 47,03g. Ils sont composés de gros grains par opposition au blé d'importation qui est composé de grains moyens (PMG de 41.78g).

D'après Grignac (1981), le poids de mille grains diminue considérablement sous l'effet des fortes températures et lors d'un déficit hydrique au moment de remplissage des grains.

La masse du grain est une caractéristique variétale en relation directe avec la taille des grains, mais les conditions pédoclimatique exercent aussi un effet sur le poids de 1000 grains (Dexter Et Matsuto, 1980 ; Godon, 1991 ; Bar, 1995).

La taille des grains est considérée comme un facteur important de la valeur semoulière des blés durs. Les variétés à gros grains sont généralement préférées aux variétés à petits grains parce qu'elles donnent de meilleurs rendements en semoule (Matsuo et Dexter, 1980 ; Lempereur et *al*, 1997).

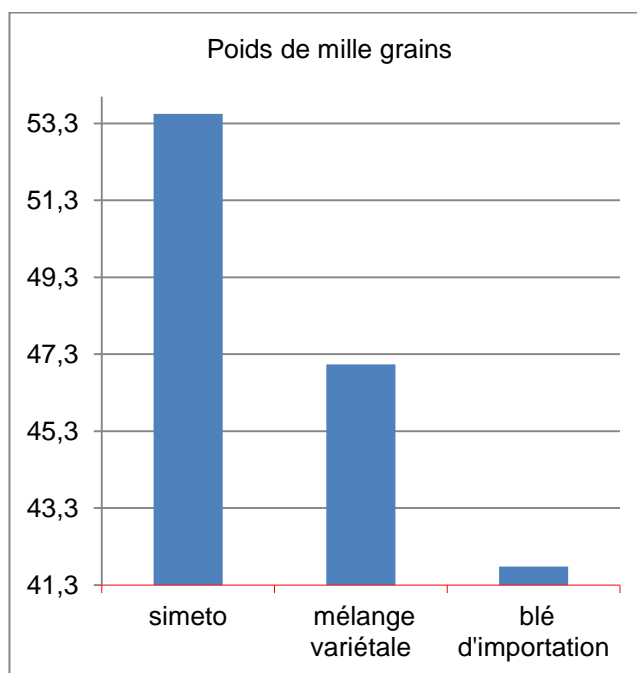


Figure 10 : Histogramme représentatif des résultats de poids de mille grains.

1.3. Le taux de mitadinage :

Les valeurs moyennes de taux de mitadinage et l'interprétation des résultats sont consignées dans le tableau 7 et illustrées par l'histogramme figure 11.

Tableau 7 : valeurs moyennes de taux de mitadinage en (%).

Lots	Moy	G H	Prob	CV %
Simeto	6,843	B	0.009	4.574
Mélange variétal	8,173	A		
Blé d'importation	7,750	A		

L'analyse statistique des résultats a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes des différents lots.

Le taux de mitadinage des trois lots de blé est inférieur à 10%. Donc, ces taux ne présentent aucune influence sur le rendement semoulier.

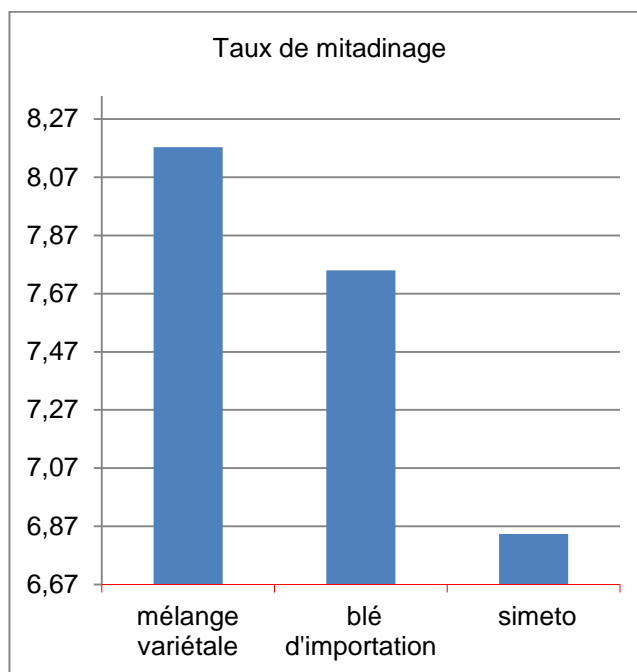


Figure 11 : Histogramme représentatif des résultats de taux de mitadinage.

1.4. Le taux de gluten sec:

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Valeurs moyennes de la teneur en gluten sec

Lot	Moy	Prob	C.V
Simeto	10,780	0.273	3.530
Mélange variétal	11,333		
Blé d'importation	10,930		

L'analyse statistique des résultats a révélé une différence non significative entre les trois lots.

Les trois lots étudiés ont enregistré des valeurs de teneur en gluten sec avoisinant les 11%. Cela nous a amené à dire que les lots sont de qualité insuffisante.

Selon D'Egidio et al (1979), les semoules ayant des teneurs en gluten sec supérieures à 13% peuvent fournir un excellent produit fini, tandis que pour celles dont les valeurs sont inférieures à 11% sont de qualité insuffisante.

Selon Grosche (1986), la composition du gluten est un facteur déterminant de la force de la pâte et l'analyse quantitative et qualitative de ses principaux constituants ; gliadines et gluténines, est très important. En effet, Multon (1982), a rapporté que la force de la pâte est reliée à la teneur totale en gluténines de haut poids moléculaires. D'après Linden et Alais (1997), les gliadines jouent un rôle dans l'extensibilité et les gluténines et dans l'élasticité de la pâte.

Selon Roussel et Chiron (2005), la qualité du gluten agit sur la fixation de l'eau, la résistance et la tenue de la pâte, la rétention gazeuse, qui sont tous des paramètres déterminants dans la panification.

1.5. Le taux d'humidité :

L'analyse statistique des résultats (tableau 10) a révélé une différence hautement significative entre les différents lots de blé dur.

Tableau 10 : valeurs moyennes de taux d'humidité

Lots	Moy	GH	Prob	CV%
Simeto	8.200	A	0.004	5.529
Mélange variétal	6.733	B		
Blé d'importation	6.467	B		

Le test de NEWMAN-Keuls nous permet de classer les lots en deux groupes homogènes. Ainsi, la variété simeto, classé dans le groupe homogène A, a enregistré une teneur élevée de l'ordre de 8.20 % (figure 12) par rapport aux deux autres lots qui sont classés dans le groupe homogène B.

Cependant, nous pouvons dire que les trois lots ont des teneurs en humidité très faible afin qu'ils soient directement transformés. Donc, ils nécessitent un apport d'humidité pour le conditionnement.

La détermination de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente un triple intérêt : technologique, analytique et commercial.

L'humidité des grains nous permet de déterminer la quantité d'eau à ajouter lors du conditionnement pour ramener celle-ci à 16%, dans le but de conférer aux blés une humidité optimale et faciliter la séparation entre l'amande et les enveloppes afin d'obtenir un bon taux d'extraction (Lacen, 1990).

Selon Dubois (1994), l'humidité des grains est généralement comprise entre 12 et 14% si ces derniers ont été cultivés dans de bonnes conditions agro-climatiques avant leur stockage en silo.

La teneur en eau des semoules est un critère essentiel de sa conservation et la détermination de cette teneur trouve son importance dans la précision des résultats analytiques qui sont rapportés à la matière sèche (Multon et Martin, 1984).

D'après Grandvoinet et Praty (1994), plus la teneur en eau faible ($H < 1505\%$), plus il est possible d'ajouter de l'eau au cours du pétrissage pour arriver à une consistance optimum de la pâte.

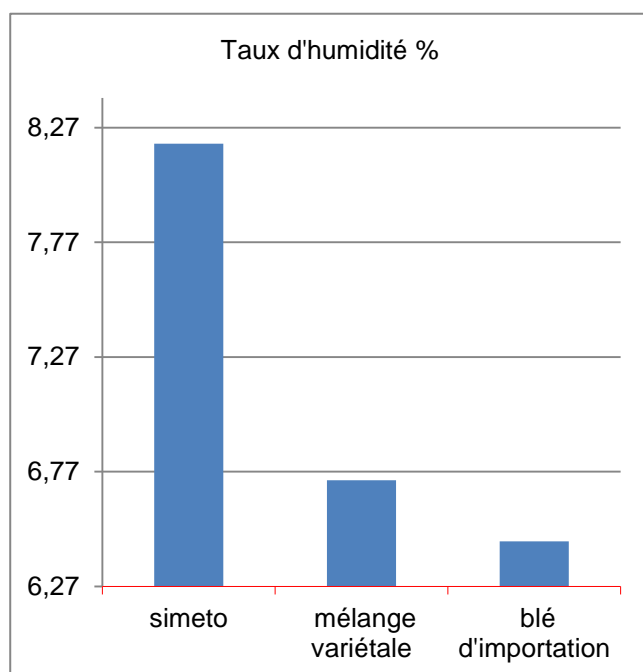


Figure 12 : Histogramme représentatif des résultats de taux d'humidité

1.6. Taux de cendre de la semoule :

Les valeurs moyennes de taux de cendre et l'interprétation statistique des résultats sont représentées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Valeurs moyennes de taux de cendre

Lot	Moy	Prob	CV %
Simeto	0.045	0.139	24.511
Mélange variétal	0.145		
Blé d'importation	0.582		

Le test statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes des différents lots.

Le taux de cendre des semoules est un critère retenu par les réglementations pour contrôler la pureté des produits de mouture. Cette teneur est fonction du taux d'extraction, mais également de la minéralisation des blés (Abecassis et *al*, 1996).

Le taux de cendre n'a pas d'effet direct sur la perte des pigments (BORRELLI et *al*, 1999), mais une teneur plus élevée de cette composante dans la semoule conduit à une augmentation du brunissement (Borrelli et *al*, 2003).

Les facteurs liés aux variations du taux de cendre sont entre autre : les facteurs génétiques notamment la dureté, la taille et la teneur en enveloppes de grains, les facteurs pédologiques tel que la nature du sol, la disponibilité des minéraux du sol, etc. (Godon, 1978).

1.7. Taux d'azote :

Les valeurs moyennes de taux d'azote et l'interprétation statistique des résultats sont représentées dans le tableau 14, et illustrées par l'histogramme 12.

Tableau 14 : Valeurs moyennes de taux d'azote :

Lots	Moy	GH	Prob	CV %
Simeto	14,75	B	0.020	3.29
Mélange variétale	16,22	A		
Blé d'importation	14,63	B		

Le test statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative entre les trois lots étudié.

Le test de NEW MANS-KEULS nous a permis de classer les trois lots en deux groupes homogène. Ainsi le lot contenant le mélange variétal a enregistré la teneur en protéines la plus élevée avec 16% et classé dans le groupe homogène A. Alors que les deux autres lots, variété Simeto et le blé d'importation, sont classés dans le groupe homogène B avec respectivement 14,75 et 14,63 %. Ces résultats nous montrent que les lots renferment une bonne teneur en protéines.

CONCLUSION

L'étude que nous avons réalisée a porté sur l'agrégage de trois lots de blé dur cultivés et commercialisés dans la wilaya de Laghouat par la détermination de taux des impuretés.

L'objectif est de fixer les taux de bonification et de réfaction, et d'évaluer la qualité de ces lots pour procéder à leur classement et ainsi ressortir le meilleur. Ceci principalement pour satisfaire le transformateur qui recherche une production semoulière la plus rentable donc PS, PMG et Taux de protéines élevé et un taux de mitadinage le plus réduit.

La détermination de taux d'impuretés de deux lots, à savoir le mélange variétale et le blé d'importation, nous a permis selon le journal officiel de la république Algérienne (1988) d'appliquer des bonifications. Ainsi, une bonification est appliquée pour l'impureté grains mitadinés et uniquement pour le lot d'importation. Alors que pour les impuretés, débris végétaux, grains cariés et grains nuisibles, une bonification est attribuée à l'encontre de celles-ci pour les deux lots. Cependant, les impuretés grains cassés, grains échaudés, grains mouchetés, grains germés, grains punaisés, et grains de blé tendre, qui sont des impuretés de deuxième catégorie, une réfaction est appliquée à leur encontre pour les deux lots.

Les résultats des deux méthodes d'analyse statistique utilisées dans cette étude, à savoir l'analyse de la variance (ANOVA) et la comparaison de moyennes selon la PPDS, ont montré des différences significatives pour un certains paramètres, en occurrence le poids à l'hectolitre, le PMG, le taux de mitadinage, le taux d'humidité et le taux d'azote. Il existe malgré les différences significatives, des ressemblances et des divergences vis-à-vis des paramètres étudiés qui permettent de distinguer ainsi la variété Simeto dans un seul groupe, à l'exception de paramètre poids à l'hectolitre où elle est regroupée avec le lot d'importation.

La présente étude indique que le lot contenant la variété Simeto présente un bon rendement semoulier qui s'explique par un PMG élevé et un taux de mitadinage réduit.

L'assurance d'une meilleure qualité de blé dur est l'affaire de toute la filière. L'agriculteur y a sa part par le respect des techniques culturales et l'utilisation des variétés conseillées par le transformateur. Ainsi, il peut obtenir une bonne qualité semoulière par la maîtrise de la fertilisation azotée. Enfin, seul un désherbage impeccable est en mesure de réduire dans les lots de graine les taux d'impuretés (graines de mauvaises herbes).

L'organisme de collecte et le transformateur ont leur part dans une politique de qualité en assurant la traçabilité des lots depuis le champ jusqu'au moulin du transformateur dont ce dernier intervient dans la définition d'un cahier des charges.

Pour garantir les intérêts des acheteurs et pour encourager ceux qui vendent à procéder à un nettoyage soigneux des produits avant de les vendre, il est nécessaire d'établir les prix différenciés selon le taux d'impuretés des lots.

Pour un déroulement correct des transactions commerciales et pour l'entière satisfaction de ceux qui vendent comme de ceux qui achètent, il est souhaitable d'adopter des normes légales, réalistes et pratiques, qui sanctionnent de façon claire la qualité des produits, les modalités de vérification qui lui sont relatives, et les standards de commercialisation.

Abdelcassis. J , 1993. Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés . Ind cereal. N°81 : 25-37.

Abdelcassis J ; Feilet P ;1985. Pureté des semoules de blé dur , taux de cendre et réglementation. Industrie des céréales, n°36, 13-18.

AFSSA, 2003. (Agence française de Normalisation). Contrôle de la qualité des produits alimentaires : céréales et produits céréaliers. *Ed. AFNOR.*

Arvalis ., Institut des végétales, 2003. Stockage et conservation du grain à la ferme. Edition Lavoisier. 105p.

Aziez M ; Hammadouche. O ; Mallem. S ; Tacherifet.S ; 2003. Le guide pratique de l'agréateur. CMMA. ALGER, 58p.

Battais F, Richard C, Leduc V, 2007. Les allergènes du grains du blé. Département de recherches, mlaboratoire ALLERBIO, Groupe ALK- Abello, 51140 Van deuil, France Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique 47-171-14 p.

Bar C, 1995. Contrôle de la qualité des céréales protéagineux. Lavoisier, Paris, 215p.

Beaux M ; Delplanke D ; Grosjean F ; Lbras A ; Lebren J ; Leuillet ; Mahaut B ; Martin G ; Niquet G ; Oelando D et Tailhardt C, 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. ITFC.

Boufenar ; Zaghouna F ; Zaghouna O, 2006. Guide des principales variétés des céréales à paille en Algérie. Coédition ITGC/ICARDA. 154 p.

Borelli G G M., De Leonarids A. M., Fares C., Platani C et Di Fanzo N, 2003. Effect of modifies processing conditions on oxidative properties of semoulina and pasta. Cereal Chemistry. 80 : p225-231.

Borelli G M., Troccoli A., Di Fanzo N & Fares C, 1999. Durum wheat lipoxygenases activity and other quality paramates that affect pasta color. Cereal chemistry, 76 : p335-340.

Bruneel C ; Pareyt B ; Brjis K et Declour J R, 2010. The impact of the protein network onthe pasting and cooking properties of dry pasta products. Food Chemistry, 120 : p 371-378.

Cadacctoni P ; Simon ; Xavier, 1989. Produire des céréales à paille. 203p.

Croston RP ; Williams JT, 1981. A world survey of wheat genetic resources. IBRGR. Bulletin /80/59, 37 page.

D'Egidio M., Fortini S., Galterio G., Mariani B M., Sgrulletta D et Volpi M, 1979. Protéines totales et composition protéique de semoules de blés durs italiens, corrélation avec la qualité des pâtes alimentaires. Plant Foods for Human Nutrition. Vol 28, 24 : p333-347.

Deleau J, 1972. Guide pratique d'agréage des blés. Institut technique des céréales et des fourrages. 16^{ème} édition, Paris. 175 pages.

Dexter J E et Matsuo R R, 1980. Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. Journal of Agriculture and food chemistry. P26-899.

Dexter J.E., Matsuo R.R. 1977 : Changes in semoline proteins during spaghetti processing Cereal Chem. N° 54. 882-894 p.

Doumandji A., Doumandji S., Mitiche B, 2003. Technologique de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Office publication universitaire. Alger 17, p 60-63.

Dubois M, 1994. Le contrôle de la qualité : eau, farine, levure et pain in panification française. Ed Tec et Doc. Lavoisier Pris. Pp 506-521.

FAO, 1992. Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires, Assurance de la qualité dans le laboratoire d'analyse microbiologique des aliments

FAO et OMS, 2007. Céréales, légumes, légumineuses et matières protéiques végétales. 1^{er} édition. Edition Lavoisier. 115p.

Feillet P, 2000. Le grain de blé (composition et utilisation), Ed IARA, 308p.

Finnois K.F., Yamazaki W. T, Youngs V.L. & Rubenthaler G.L, 1987. Quality of hard, soft and durum wheats. In : Heynes E.G(Ed), Wheat and wheat improvement 677-748.26 edition, *American society of agronomy Inc.*, corp science society of America and soil science society of America Inc., Madison, W.I.

Godon B, 1991. Biotransformation des produits céréaliers. Ed Tec et Doc.lavoisier Paris. Pp : 9-24.

Godon B, 1978. Matière minérale du gluten de blé et farine. Bull. ENSMIC. 238 : 33-47.

Grandvoinet P et Praty B, 1994. Les ingrédients des pâtes : Farine et mixtes. In la panification française. Ed Tec et Doc. Lavoisier Paris. Pp 100-103.

Gross (B.), Note sous Civ. 1, 24 mars 1998, Bull. 1998, I, n° 127, Semaine juridique, Edition entreprise, 1998, n° 25, p. 996 (Pas de renonciation à l'agrégé résultant du seul silence des parties).

Grignac P, 1981. Le blé dur : monographie succincte. Annals de l'INA 1978. 15p. grosch W, 1986. Redox system in dough. Chemistry and physics of baking J.M.V. blashard, P.J. frazier and T. galliard. Ed Royal Society of Chemistry, London.

Guet G, 1992. Agriculture biologique méditerranéenne. Guides pratique à usage professionnel. 518 p.

Harlen J.R, 1957. Corps and man. Eds John Wiley and Sons. NY.350p.

ITCF ,2001. Contrôle de la qualité du céréales et protéagien, guide pratique. 67p.

ITCF & ONIC, 1995. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Guide pratique, 268p.

Journal Officiel De La République Algérienne Démocratique Et populaire, 1988 : conventions et accords internationaux –lois, ordonnances et secrets arrêtes, décision, circulaire, avis, communications et annonces. N°32.Pp 5-14.

Kacem A, 2003. Le guide pratique de l'agréateur. CNMA. Alger. 58 pages.

Lacen S, 1990. Influence du conditionnement des blés tendrs sur la composition biochimique et des aptitudes technologiques de la farine. Mémoire d'ingénieur UMMTO.

Lempereur L ; Chaurand M ; Abcassis J et Autran J.C, 1997. Valeur semoulière des blés durs (triticum durum Desf) : influence de la taille des grains, industries des céréales, 104,13-20.

Marich. O ; 2000. L'effet de la fertilisation azotée sur la qualité technologique de deux variétés de blé dur. Thèse d'ing, Université de Blida. 8p.

Meunier P ; Grand Court M, Parts, 1973. Les céréales. Bailliére. Paris. 351p.

Minnar C, 1995. Qualités ...en quantité ! *Alter Agri* n°13 :p28-29.

-
- Motquin et al, 2007.** Méthodes d'appréciation de la qualité des blés (et épeautres) destiné à la panification.
- Moule C, 1971.** Fourrages tome 1. Phytotechnie spéciale (FRA). 189 pages.
- Moule C , 1980.** Les céréales Ed, Maison rustique, paris. 318p.
- Multon J.L et Martin 1984.** Mesurage de la teneur en eau. In : guide pratique d'analyse dans les industries céréalières. Ed Tec et Doc.
- Multon ; 1982.** Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliment pour animaux, volume 1, Tec. Doc. Paris. 657p.
- Nabros Marry, 2009.** Biologie Végétale. Structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Ed Nouveaux Horizons, Pearson Education France, Paris. 614 pages.
- Nicolas Jfv et potus, 1994.** Phénomènes d'oxydation enzymatique et Co oxydation. Exemples du rôle de la lipoxycgénase en panification et du polyphénol oxydase en technologie des fruits. Sciences des Aliments, Pp : 62-64.
- Raiffaud C, 2001.** Produits (Bio) de quelle qualité parle-t-on, 9 p.
- Roussel P et Chiron, 2005.** Les grains français : évolution, qualité, production. Edition MAE ERTI, Paris, 171-172.
- Pesson P et Louveaux J, 1984.** Pollinisation et production végétales, INRA. Paris 663 pages.
- Soltner D 1990.** Les grandes productions végétales, collection sciences et technique agricoles, 10eme édition, 464p.
- Sombrero A. & Monneveux P, 1989.** Le mitadinage chez le blé dur (T. Durum Des : influence de l'alimentation azoté hydrique et de la variété. Agr. Med. Vol (119), p 340-360.
- Troccoli A., Borelli G.M., De Vita P., Fares C., Di Fonzo N, 2000. Durum wheat quality : A multidisciplinary concept. J . cereal Sci. 32 : 99-113.
- Valdayron G., Seguela J.M.& Matweef M, 1957.** De quelques conclusions sur trois années s'étude sur le mitadiinage du blé dur en tunisie. *Annales de service botanique agronomique de tunisie*, vol (30), p 1-32.

Zaghouane O ; Merabti A ; Zaghouane-Boufenar F ; Ait Abdellah F ; Amrani Met Djender A, 2006. Durum quality and progressing by rural women in the region of high plateau in Algeria. ITGC/ICARDA. 38 pages.

ANNEXES 1 : Les différentes impuretés observées dans les lots étudiés.



Blé dur



Grains chauffés



Blé tendre



Grains échaudés



Grains cassés



Nielle



Grains boutés



Ail



Grains mouchetés



Grains cariés



Grains maigres



Orge



Grains mitadinés



Débris végétaux



Grain piqué

ANNEXE 2 : Tableaux d'analyse de la variance des différents paramètres étudiés**Tableaux1 : Analyse de la variance du poids spécifique :**

	S C E	DDL	C M	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	13,056	8	1,632	13,980	0,006
Var. FACTEUR 1	10,749	2	5,374		
Var RESIDUELLE 1	2,307	6	0,384		

Tableau2 : Analyse de la variance du poids de mille grains (PMG) :

	S C E	DDL	C M	TEST F	PROBA
Var. TOTAL	213,292	8	26,661	130,087	0,000
Var. FACTEUR 1	208,484	2	104,242		
Var RESIDUELLE 1	4,808	6	0,801		

Tableau 3 : Analyse de la variance du taux de mitadinage :

	S C E	DDL	C M	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	3,493	8	0,437	11,495	0,009
Var. FACTEUR 1	2,770	2	1,385		
Var RESIDUELLE 1	0,723	6	0,120		

Tableau 4 : Analyse de la variance du gluten sec :

	S C E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	1,398	8	0,175	1,625	0,273
Var. FACTEUR 1	0,491	2	0,246		
Var RESIDUELLE 1	0,907	6	0,151		

Tableau 5 : Analyse de la variance du taux d'humidité :

	S C E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	6,160	8	0,770	16,800	0,004
Var. FACTEUR 1	5,227	2	2,613		
Var RESIDUELLE 1	0,933	6	0,156		

Tableau 6 : Analyse du taux de cendre :

	S C E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	1,397	8	0,175	2,784	0,139
Var. FACTEUR 1	0,672	2	0,336		
Var RESIDUELLE 1	0,725	6	0,121		