



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE des Sciences
DEPARTEMENT d'Agronomie

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : OULMEHDI Rachid.

DOMAINE : Sciences de la Nature et de la Vie.

FILIERE : Sciences agronomiques.

OPTION : Amélioration des plantes et biotechnologies.

Thème

Détermination des impuretés et quelques analyses technologiques de trois lots de blé dur.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
SARIDI Abdelkader	Maitre Assistant A	Président
OUISSA Nadjat	Maitre Assistant A	Examineur
AIT SALAH Boubekour	Maitre Assistant A	Encadreur

Promotion : Juin 2015

OULMEHDI Rachid

Thème :

« Détermination des impuretés et quelques analyses technologiques de trois lots de blé dur. »

Résumé

Cette étude se concentre sur les effets des paramètres physico-chimiques et technologiques et aussi l'effet de taux des impuretés sur trois lots de blé dur.

Chaque lot comporte un blé dur de provenance différente, le premier lot comporte un blé dur d'importation, le deuxième lot comporte un blé dur local de Tiaret, le troisième lot comporte un blé dur local de Médéa. Les analyses technologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire de la minoterie/ semoulerie ERIAD Bouchakeur, LAGHOUAT.

Dans le cadre des résultats obtenus, nous avons constaté que les analyses portés sur les trois lots de blé dur montrent que : le PS et le PMG sont influencés par la qualité du blé, et que l'indice de chute est influencé par le taux des grains germés, le manque d'azote influence sur la vitrosité du blé et provoque le phénomène de mitadinage.

Les mots clés :

Blé dur, les paramètres physico-chimiques, les paramètres technologiques, impuretés, qualité.

OULMEHDI Rachid

Title :

« *Determination of impurities and some technological analysis of three batches of durum wheat.* »

Summary

This study focuses on the effects of physical, chemical and technological parameters and also the effect of impurities on three batches of durum wheat.

Each lot has a different origin hard wheat, the first batch has a hard wheat import, the second batch includes a local hard wheat Tiaret, the third lot includes a local hard wheat Medea. Technological analyzes were performed at the laboratory level of the milling / semolina ERIAD Bouchakeur, LAGHOUAT.

As part of the results, we found that the analyzes carried on the three batches of durum wheat show that: the PS and PMG are influenced by the quality of wheat, and the falling number is influenced by the rates sprouted grains, lack of nitrogen influence on vitreousness wheat and causes the phenomenon mitadinage.

Key words :

Durum wheat, physicochemical parameters, the technological parameters, impurities, quality.

أولمهيدي رشيد

العنوان :

« تحديد الشوائب و بعض التحاليل التكنولوجية لثلاثة دفعات من القمح الصلب »

الملخص

تتركز هذه الدراسة على أثار المعلمات التكنولوجية الفيزيائية والكيميائية، وكذلك تأثير الشوائب على ثلاث دفعات من القمح الصلب.

كل دفعة من القمح الصلب لديها أصل مختلف ، الدفعة الأولى من القمح الصلب أصلها من الإستيراد ، وأصل الدفعة الثانية من القمح الصلب محلي (تيارت)، و الدفعة الثالثة تتضمن القمح الصلب المحلي (المدية). أجريت التحاليل التكنولوجية على مستوى مختبر مطاحن الاغواط في المنطقة الصناعية .الأغواط.

في اطار النتائج المحصل عليها، استنتجنا أن التحاليل التي أجريت على ثلاث دفعات من القمح الصلب تدل على أن الوزن الخاص (PS) و وزن ألف بذرة قمح (PMG) تتأثر بجودة القمح، و مؤشر السقوط (Indice de chute) يتأثر بنسبة القمح المنتش، و نقص الأزوت يؤثر على نوعية الطحين حيث يعطيه لون أبيض

الكلمات المفتاحية :

القمح الصلب، العوامل الفيزياوكيميائية، العوامل التكنولوجية، الشوائب، الجودة

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents, mon bonheur, mon exemple, ma fierté, à qui je dois tout. Que dieu les préserve.

Mon frère Sofiane, et mes sœurs Widad et Amina.

Ainsi qu'à mes frères de cœur : Hicham, Abdelkader, Hamide, Youcef, Islam, Fouad, Aissa.

Mes collègues : Amine, Youcef, Boualem.

Rachid

Remerciements

Tout d'abord, grâce à ALWAHID qui m'a créé, m'a protégé, qui est toujours avec moi et qui ne me laisse jamais seul. Louange à ALLAH.

Je voudrais remercier du fond du cœur monsieur AIT SALAH .B (enseignant au département d'agronomie à LAGHOUAT) qui m'a guidé et dirigé afin de réaliser ce travail qui témoigne de sa confiance et son soutien.

J'adresse tous mes remerciements à Mr. Meziane BENABDESSALAM qui travaille comme chef de département au niveau du laboratoire de la semoulerie/minoterie qui a accepté de m'accueillir au sein de son équipe, sans oublier Mr. Rachid AKLI Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour ses conseils et ses orientations pertinentes de cette thèse.

Je tiens à remercier les membres de jury d'avoir accepter de juger ce travail.

Mes vifs remerciements à ma famille qui m'a aidé dans toutes les étapes de ma vie et dans ce travail spécialement.

Mes sentiments de reconnaissance à toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Sommaire

Résumé	I
Dédicace	II
Remerciement	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Introduction	1

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Données générales sur le blé dur	3
1. Origine du blé dur	3
1.1. Origine génétique	3
1.2. Origine géographique	3
2. Biologie de blé dur	6
2.1. Caractéristiques morphologiques	6
2.1.1. Le grain	6
a- Les enveloppes	6
b- L'albumen.....	6
c- Le germe ou l'embryon	6
2.1.2. L'appareil végétatif.....	8
a- Système aérien.....	8
b- Système souterrain	8
2.1.3. L'appareil reproducteur.....	9
2.2. Caractéristiques physiologiques	10
a- La période végétative.....	10
b- La période reproductrice.....	11
c- La période de maturation	11
Chapitre II : Agréage et contrôle de qualité	13
1. L'agréage.....	13
1.1. Objectifs	13
1.2. Introduction à l'agréage	13
1.3. Modalité d'agréage	13
1.3.1. Généralité	13
1.3.2. Importance de l'agréage	14
1.4. Conditions de réalisation d'un agréage parfait.....	14
2. Les impuretés.....	15
2.1. Grains de blé endommagés	15
2.1.1. Grains cassés ou brisés.....	15
2.1.2. Grains maigres / échaudés.....	15
2.1.3. Grains avariés.	16
a- Grains moisissés	16
b- Grains endommagés par la chaleur	16
2.1.4. Grains attaqués par les déprédateurs	16
a- Grains punaisés	16
b- Grains cécidomyies	17
c- Grains charançonés.....	17
2.1.5. Grains germés	17
2.1.6. Grains cariés / boutés	17
2.2. Les impuretés spécifiques au blé dur	17

2.2.1. Grains mouchetés.....	17
2.2.2. Grains mitadinés	18
2.2.3. Autres céréales.....	18
2.2.4. Matières étrangères	18
2.2.5. Grains nuisibles et/ou toxiques.....	18
a-Nielle	18
b- Ivraie.....	18
c- Mélampyre	18
d- Céphataire de Série.....	19
e- Fenugrec et mélilot.....	19
f- Ail	19
g- Ergot.....	19
3. Appréciation de la qualité technologique	19
3.1. Facteurs extrinsèques.....	19
3.2. Facteurs intrinsèques	20
3.3. Facteurs réglementaires	20
4. Appréciation de la qualité alimentaire	20
4.1. La qualité nutritionnelle	20
4.2. Les caractères organoleptiques.....	21
4.3. La qualité hygiénique.....	21

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III : matériel et méthodes.....	22
1. Lieu d'expérimentation	22
2. Le matériel végétal.....	22
3. Le protocole expérimental.....	22
4. Méthodes de contrôle de la qualité des grains	23
4.1. Généralités sur l'échantillonnage	23
4.2. Méthodes de prélèvement des échantillons.....	24
4.3. Échantillon global.....	24
4.4. Échantillon pour laboratoire.....	24
4.5. Recherche des impuretés sur les céréales	25
a- Préparation de l'échantillon pour essai.....	25
b- Détermination de l'ergot.....	25
c-Division.....	25
d- Tamisage.....	25
e- Recherche et classement des impuretés	25
f- Expression des résultats	26
4.6. Analyse technologique de la qualité des grains	26
4.6.1. Le taux de mitadinage	26
a- Le mode opératoire.....	26
b-Expression des résultats.....	27
4.6.2. Le pois à l'hectolitre	27
a- Le mode opératoire.....	27
4.6.3. Le poids de mille grains (PMG)	28
a- Le mode opératoire	28
b- Expression des résultats.....	28
4.6.4. La teneur en eau	28
a- Mode opératoire	28
b- Expression des résultats.....	29

4.6.5. Le taux de cendre	29
a- Mode opératoire	29
b-Expression des résultats	29
4.6.6. Détermination de la teneur en gluten	30
4.6.6.1. Le gluten humide	30
a- Mode opératoire	30
b- Expression des résultats.....	30
4.6.6.2. Le gluten sec	30
a- Mode opératoire	30
b- Expression des résultats	30
4.6.7. Détermination de l'indice de chute.....	31
Chapitre IV : Résultats et interprétations	32
1. Les impuretés.....	32
2. Analyse physico-chimique de la qualité de blé des trois lots	34
2.1. Taux de mitadinage.....	34
2.2. Le poids à l'hectolitre	35
2.3. Le poids de mille grains.....	37
2.4. Le taux d'humidité du blé sale	38
2.5. Le taux d'humidité de la semoule (produit fini).....	39
2.6. Le taux de cendre	40
2.7. Le gluten	41
a- Le gluten humide	41
b- Le gluten sec	42
2.8. Le temps de chute.....	44
Conclusion	46
Références bibliographiques.....	47
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : centre d'origine de blé dur.....	4
Figure 2 : origine et diffusion de blé dur.....	5
Figure 3 : coupe de grain de blé.....	7
Figure 4 : morphologie de blé dur	9
Figure 5 : stade épiaison de blé dur	11
Figure 6 : les stades de développement de blé dur	12
Figure 7 : histogramme représentatif des résultats de taux de mitadinage	35
Figure 8 : histogramme représentatif des résultats de poids spécifique (PS).....	36
Figure 9 : histogramme représentatif des résultats de poids de mille grains (PMG).....	38
Figure 10 : histogramme représentatif des résultats de taux d'humidité de la semoule	40
Figure 11 : histogramme représentatif des résultats de taux de cendre	41
Figure 12 : histogramme représentatif des résultats de gluten humide.....	42
Figure 13 : histogramme représentatif des résultats de gluten sec	43
Figure 14 : histogramme représentatif des résultats de l'indice de chute	45

Liste des tableaux

Tableau 1 : provenance des lots de blé étudiés	22
Tableau 2 : les indicateurs qui permettent d'orienter l'échantillonneur.	24
Tableau 3 : les valeurs moyennes des impuretés de blé dur en %	32
Tableau 4 : valeurs moyennes de taux de mitadinage.....	34
Tableau 5 : valeurs moyennes de poids à l'hectolitre	35
Tableau 6 : valeurs moyennes de poids de mille grains (PMG).....	37
Tableau 7 : valeurs moyennes de taux d'humidité du blé sale.	38
Tableau 8 : valeurs moyennes de taux d'humidité de la semoule (produit fini).	39
Tableau 9 : valeurs moyennes de taux de cendre.	40
Tableau 10 : valeurs moyennes du gluten humide.....	41
Tableau 11 : valeurs moyennes du gluten sec.	42
Tableau 12 : valeurs moyennes de l'indice de chute.	44

Introduction

INTRODUCTION

Les blés constituent la première ressource en alimentation humaine, et la principale source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiple applications industrielles (Bonjean et Picard, 1990). La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par des aliments en grain dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières.

Le blé dur *Triticum durum* occupe mondialement, la cinquième place après le blé tendre (*Triticum aestivum* L.), le riz (*Oryza sativa* L.), le maïs (*Zea mays* L.) et l'orge (*Hordeum vulgare* L.) avec une production mondiale de 30 millions de tonnes. Le plus grand producteur et exportateur du blé dur est le Canada (Amokrane, 2001).

Les céréales constituent un aliment fondamental de point de vu culturel et nutritionnel, elles représentent la source principale des calories et la base commune de tous les régimes alimentaires.

En Algérie, cette filière occupe une place très importante dans l'économie du pays, car l'Algérie appartient au groupe de pays les plus importateurs de blé dans le monde, où elle est classée à la sixième place. En effet les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien.(Khelili M, 2011).

Les blés (blé dur, et blé tendre) représentent la quasi-totalité de la consommation directe des céréales et environ les deux tiers de la consommation totale, voisine à 300 kg par habitant et par an pour les trois pays de Maghreb. (Cihem, 2008)

Selon Kacem. (2003), les exigences actuelles 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.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui vise la recherche d'impuretés et l'analyse technologique de trois lots de blé dur de différentes provenances.

Notre travail est devisé en trois grandes parties :

1^{ere} partie : Etude bibliographique qui nous permet de maitriser 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 notre travail.

2^{eme} partie : Dénommée matériels et méthodes, elle regroupe toutes les informations utiles concernant le matériel végétal et la méthodologie de travail.

3^{eme} partie : Dénommée résultats et interprétations où nous finalisons notre étude en présentant les résultats obtenus et la discussion de ces derniers.

PARTIE I:
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :
Données générales sur le blé dur

CHAPITRE I

Données générales sur le blé dur :

Le blé est une plante herbacée, monocotylédone appartient à la famille des graminées (Gramineae = poaceae). Plusieurs espèces de ploïdie différentes sont regroupées dans le genre *triticum* qui est un exemple classique d'allopolyploïdes, dont les génomes homologues dérivent de l'hybridation inter espèces appartenant à la même famille. (levy et fedman, 2002)

Le blé avec le riz et le maïs constituent la base alimentaire des populations du globe. Il semble avoir une origine commune, issue d'une même espèce qui aurait contenu tous les gènes dispersés chez les trois espèces actuelles (Yves et Buysen, 2000).

1. Origine du blé dur :

1.1. Origine génétique :

Depuis le début du XXe siècle, les blés ont fait l'objet de nombreuses études des cytogénétiques, et l'on sait maintenant qu'ils se classent dans une série polygénisme. Ils diffèrent par leur nombre de chromosomes et par la constante de leur génome.

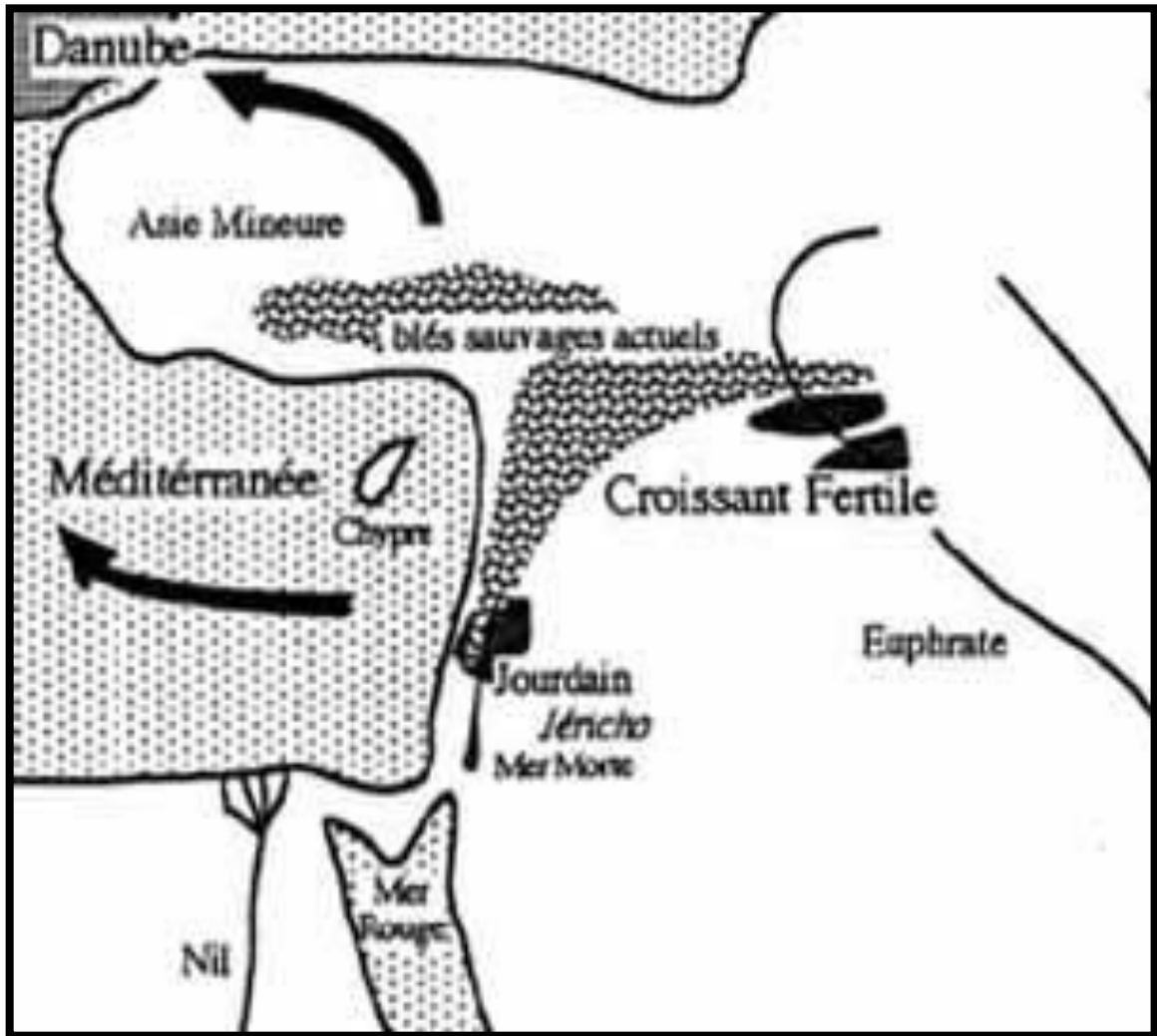
Certains sont diploïdes (ils ont deux jeux de chromosomes) et partagent le génome appelé AA.

D'autres sont tétraploïdes (quatre jeux de chromosome) et de formule AABB. Un groupe est hexaploïde ((six jeux de chromosomes) est de formule AABBGG. Enfin, les blés de Géorgie forment une série parallèle, avec les génomes AAGG et AAAAGG (INRA, 2006).

Selon Grignac (1978) et Feuillet (1976), l'origine hybride des tétraploïdes dont le blé dur ; ceux proviendraient du croisement suivi du doublement des chromosomes entre *Triticum monococcum* apportant le génome A et *Aegilops speltoides* apportant le génome B, une telle hybridation aurait donné naissance à *Triticum.dicoccum* et *triticum.durum* (blé dur).

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 blé, diploïde et tétraploïde, remontant au VII^{ème} Millénaire avant J.C ont été découverts sur des sites archéologiques au proche orient (Harlan, 1975 et Mouellef, 2010).



Source : Mousiniak et al, 2011

Figure 1 : Centre d'origine de blé dur.

Selon Grignac (1978), le Moyen Orient est le centre géographique d'origine où l'on retrouvait de nombreuses formes de blé dur où coexistaient les formes parentales.



Source : Bonjean, 2001.

Figure 2 : Origine et diffusion de blé dur.

2. Biologie du blé dur

2.1 Caractéristiques morphologiques

2.1.1 Le grain

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

Selon Moule, 1980, le grain de blé dur est de forme allongée, bombée et pointue aux extrémités, de la couleur jaune ambrée.

La coupe de grain fait apparaître trois parties :

a. Les enveloppes :

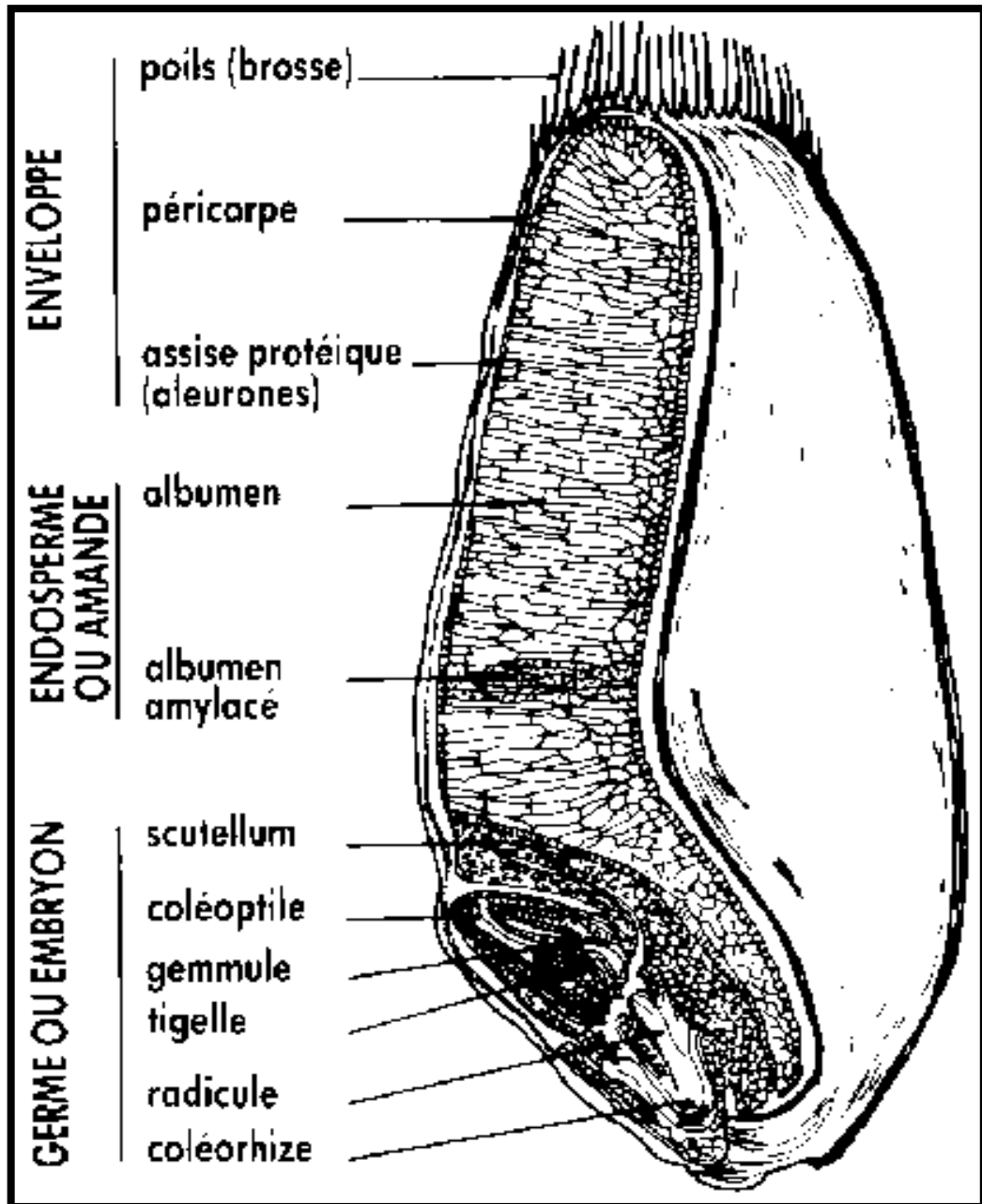
Elles représentent 14 à 15% du poids de grain comprenant :

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

b. L'albumen : représente 82 à 85% du poids du grain, composé essentiellement d'amidon (70 à 75%) et de protéine (10 à 12%). Une faible proportion de matière minérale et de vitamine est également présente (0,3 à 0,6%).

c. Le germe ou l'embryon : riche en lipides, protéines, vitamine, et éléments minéraux. Représente environ 1 à 4% du grain. Selon Dunntes et *al*, 2000, il est constitué de :

- D'une radicule, protégée par une sorte de capuchon, la coléorhize est composée déjà, outre la racine principale, les ébauches de la première et de la deuxième paire de racines.
- D'une tigelle courte nouée, d'une gemmule formée d'une coléoptile, pré feuille protectrice des premières feuilles déjà différenciées par le méristème apical de la plantule
- D'un cotylédon, le scutulum, séparé de l'amande par une assise diastatique, l'épi blaste serait l'homologue d'un second cotylédon avorté.



Source : Soltner, 1990.

Figure 3 : Coupe de grain de blé

2.1.2. L'appareil végétatif :

Le blé est une plante herbacée annuelle, son appareil végétatif se compose en deux parties :

a. Système aérien :

Selon Khansa L, 2014, Il est formé d'un certain nombre de ramifications ou d'unités biologiques appelées

Talles qui partent d'une zone située à la base (collet) dite plateau de tallage, chaque talle après développement complet est formée de tige, feuille qui porte une inflorescence en épi à son extrémité.

La tige des céréales est constituée d'entre-nœuds séparés par des zones meristématiques 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 (Soltnet, 1990).

Les feuilles sont larges rubanées, se terminent en pointe, la partie inférieure des feuilles (ou la gaine) est engainante sur la longueur des autres 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 (Cadaectoni et al, 1989).

b. Système sous terrain :

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

- Le système primaire (système de racine séminale).

Ce système de racine 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 seront remplacées par un système de racines adventives qui assurent la nutrition et le développement de la plante.

- Le système secondaire (système de racines coronales).

Selon Meunier, 1973, 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.

2.1.3. L'appareil reproducteur :

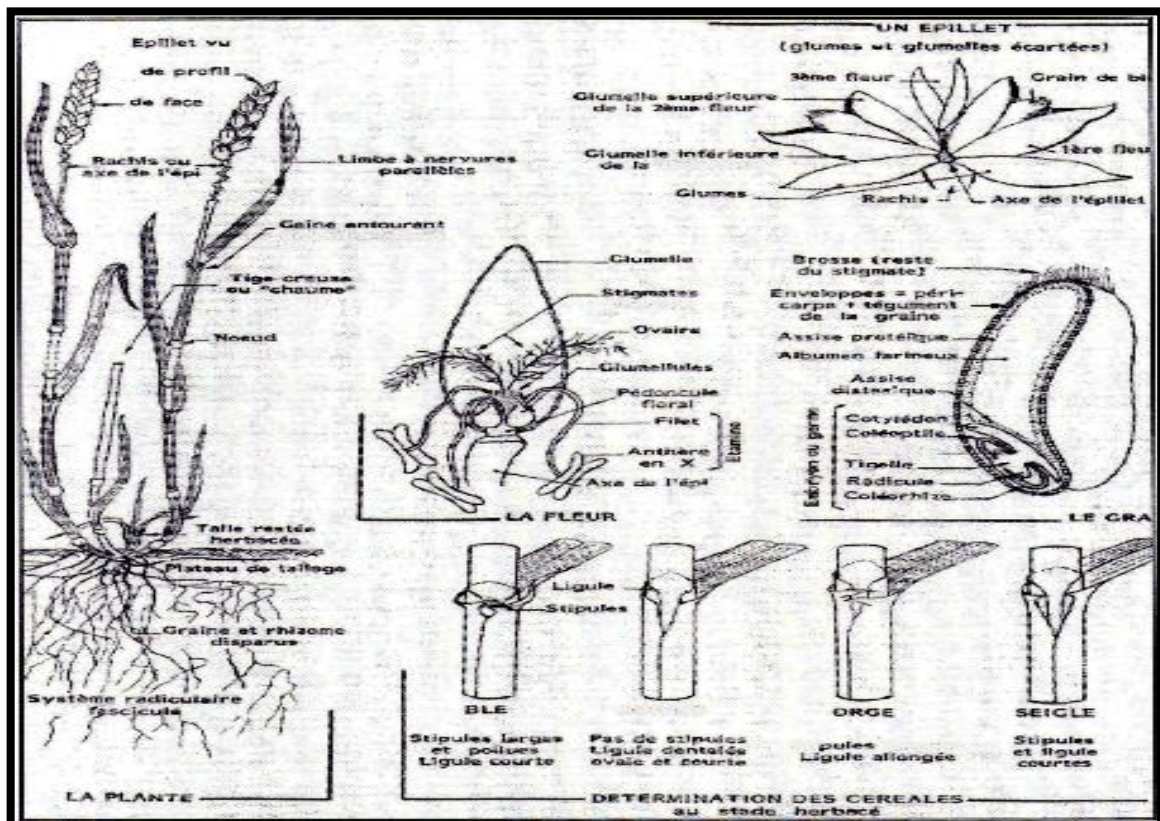
Les fleurs sont groupées en inflorescence dont les unités morphologiques de base sont les épillets, le rachis ou l'axe de l'épi porte alternativement à droite ou à gauche soit 15 à 25 par épi (codéron, 1956).

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

Selon Moule, 1971, Ces fleurs sont attachées sur les rachillets : chacune comprend typiquement :

- Trois étamines à anthères en forme d'X, un ovaire formé d'un seul carpelle, glabre ou velu, enfermant un ovule.
- A la base de l'ovaire de petites écailles, les glumelles ou lodicules, qui en se gonflant, font entre ouvrir des glumelles à la floraison.

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 4 : Morphologie de blé dur.

2.2. Caractéristiques physiologiques :

Selon Soltner (1990), la maîtrise du cycle de développement est la base de l'amélioration des techniques culturales, Gate (1995), explique ce fait par 3 raisons principales :

- Les interventions culturales (protection phytosanitaire, fertilisation, irrigation) sont calculées par rapport à des époques de végétations bien précises.
- L'action du milieu ne peut être interprétée que par rapport à des stades ou des phases parfaitement identifiées.
- La destination des assimilats produits par la plante est fonction de son stade de développement.

La culture de blé se développe selon un cycle qui dure de six à onze mois suivant les variétés Ruel (1996), et selon le climat.

On divise généralement le cycle du blé en 3 grandes périodes, ces périodes sont elles-mêmes divisées en différents stades.

a. La période végétative :

Au cours de cette période la plante ne différencie que des feuilles et des racines (Soltner, 1990). Cette phase dure de la germination aux premières manifestations de l'allongement de la tige principale (INA P-G, 2003).

La période végétative se déroule de la manière suivante : elle débute par le passage du grain de l'état de vie ralentie à l'état de vie active pendant la germination, qui se traduit par l'émergence de la radicule et des racines séminales et celle du coléoptile, dès que la première feuille a percé le coléoptile, ce dernier s'arrête de croître et se dessèche, la première feuille fonctionnelle s'allonge, puis la deuxième, jusqu'à la quatrième toutes en position alterne. Ensuite apparaît la première tige à l'aisselle de la première feuille de la tige principale.

Ainsi le stade début tallage est atteint ensuite des talles apparaissent d'une façon synchrone. La fin de cette phase est observée lorsque la jeune inflorescence est d'environ 1 cm au dessus du plateau de tallage. On atteint donc le stade début de la montaison qui se caractérise par la différenciation et l'élongation des ébauches des nœuds et des entre-nœuds (Boufenar ;Zaghouane, 2006).

b. la période reproductrice :

Cette période est dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain (Soltner, 1990), elle dure du tallage herbacé à la fécondation (INA P-G, 2003).

La période reproductrice se déroule de la manière suivante : dès le début de la montaison on assiste à une différenciation des pièces florales, et en parallèle la tige et l'inflorescence s'allongent. Puis c'est le tallage épis. L'inflorescence monte en grossissant dans les graines, stade gonflement suivi, peu après par le stade épiaison. La fécondation et l'anthèse suivent de quelques jours l'épiaison (Boufenar et Zaghouane, 2006).

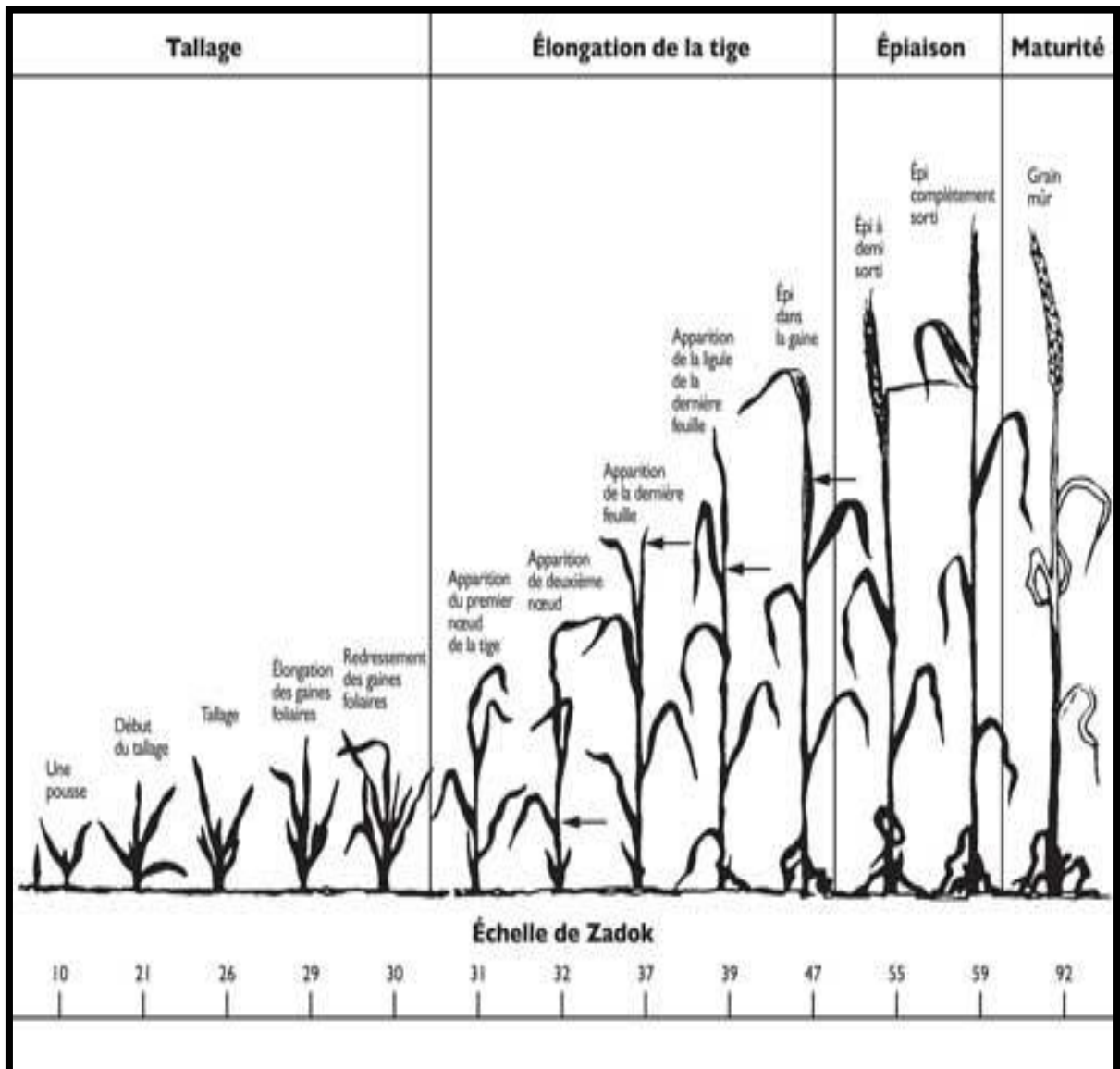
c. La période de maturation :

Au cours de cette période, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substance de réserve. On observe une augmentation du volume et du poids des grains, ensuite le poids frais des grains continue à augmenter alors que celui des tiges et des feuilles diminuent. Puis, le grain devient dur et sa couleur devient jaunâtre c'est le stade de la maturité physiologique (Boufenar et Zaghouane, 2006).



Source : Haddad, 2010

Figure 5 : Stade épiaison du blé dur



Source : Soltner, 1990.

Figure 6 : Les stades de développement de blé dur.

CHAPITRE II :
Agréage et contrôle de qualité

CHAPITRE II

Agréage et contrôle de qualité

1. L'agréage :

1.1. Objectifs :

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.
- D'éviter les bonifications sur les prix d'achat et pouvoir les négocier.

1.2. Introduction a l'agréage :

- La détermination de prix lors des transactions de céréales est basée essentiellement sur le processus d'agréage, particulièrement pour la bonification et la réfaction.

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

- L'agréage a lieu en générale 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.

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/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 a simplifié 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) 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.

Bien que 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 sur la totalité ou partie des 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 doit être effectué convenablement et avec les plus grands soins possibles par des mesures nécessaires afin de réaliser les différentes opérations d'analyse d'un lot.

L'agréeur 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.
- Connaitre parfaitement les techniques de prélèvement et d'analyse des échantillons.
- Etre capable d'identifier les maladies et les insectes associés à un lot de céréale.

- Avoir une connaissance approfondie des caractéristiques des variétés de céréales afin de pouvoir déterminer et reconnaître les différentes impuretés.

2. Les impuretés :

Le taux d'impuretés s'apprécie par triage : dans un échantillon on sépare les grains de blé des graines étrangères, les graines nuisibles, les grains ayant subi des attaques d'insectes, les débris végétaux et les matières inertes. Le taux d'impuretés il s'exprime en pourcentage (%) du poids de grains triés par rapport au poids total de l'échantillon. (NA 157/1986)

Les impuretés regroupent les grains de céréales endommagés et tous éléments organiques et non organiques autres que les grains de la céréale concernée.

Les impuretés présentes dans les céréales sont classées 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.

2.1. Grains de blé endommagés (voir annexe):

2.1.1. Grains cassés ou brisés :

Grains de blé dont l'albumen est partiellement découvert. Ceci inclut les grains dégermés. (AZIEZ et *al*, 2003)

Par convention, on considère uniquement comme grains cassés, les morceaux de grains plus petits que les trois quart du grain entier avant cassure. Les grains présentant une simple écorchure ou dont il manque un petit morceau n'est pas pénalisé. Seuls les grains dont il manque au moins 25 % sont comptabilisés comme cassés.

Selon BEAU et *al* (2001), la présence de grains cassés altère les rendements semoulier de blé dur et pose également des problèmes de conservation. Ils sont plus exposés aux phénomènes d'oxydation, ce qui entraîne une accélération de la dégradation biochimique des constituants du grain. Par ailleurs, ils sont plus accessibles aux attaques des insectes et des moisissures.

2.1.2. Grains maigres / échaudés :

Grains de masse et de taille réduites, dans lesquels la mise en réserve de matières nutritives a été interrompue sous l'effet de facteurs physiologiques et pathologiques.

Sont considérés comme grains échaudés les grains qui, après élimination de tous les autres éléments de l'échantillon passent à un tamis à trous longs arrondis de 1.90 et 1.70 mm de largeur respectivement pour le blé dur (ISO 11051). (AZIEZ et *al*, 2003)

Selon Khelili M, 2011, La présence des grains échaudés à une incidence sur le rendement en mouture qui diminue, du fait de l'élimination mécanique des petits grains lors de la phase de nettoyage.

2.1.3. Grains avariés :

Englobe les types de grains suivants :

- **Grains moisiss :**

Grains qui présentent sur plus de 50% de la surface et/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.

Diminue la qualité sanitaire et la qualité de gluten.

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, Alucites, Dermestes.
- La présence de trous à la surface des grains : grains de 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 Tribolium, Sylvain, Cryptolestes, Cadelle, Teigne des fruits et certains acariens.
- La présence de grains partiellement évidés dans l'amande est remplacé par un mélange de débris et excréments : grains attaqués par les Charançons, Capucins, Tribolium..... 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 la pique de la punaise.

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

Les taches provoquées par le punaise ont généralement des contours nets contrairement à celles de mitadinage. De plus la trace de pique doit être visible pour que le grain 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%.

❖ **Grains cécidomyies :**

L'attaque des larves provoque des 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 et en semoulerie 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 :

Ce sont des grains qui, au cours de la maturation ont subi des conditions de température et d'humidité favorables au démarrage des activités enzymatiques propre à la germination « L'activité α -amylase exprimée en indice de chute ».

2.1.6. Grains cariés ou boutés :

Les grains cariés renferment une poussière d'odeur fétide et de coloration brune noirâtre, composée par des spores de champignons.

Les grains boutés sont reconnaissable à l'œil nu, par une coloration noirâtre des poiles de la brosse au sommet du grain. (AZIEZ et al, 2003)

Ils ne peuvent être éliminés mécaniquement lors du nettoyage et donne une semoule sale. (BEAUX et al, 2001)

2.2. Les impuretés spécifiques au blé dur :

2.2.1. Grains mouchetés :

Ils présentent à la surface des taches brunes ou noires plus ou moins grandes qui provoquent des points noirs dans la semoule et les pâtes alimentaires. Ils affectent la valeur commerciale du produit fini.

2.2.2. Grains mitadinés :

Le grain de blé dur est normalement entièrement vitreux, un grain de blé dur mitadiné présente à la coupe une ou plusieurs plages farineuses, et a tendance alors à la mouture, à se dégrader en farine et non éclater en semoule, provoquant une diminution du rendement semoulier. (AZIEZ et al, 2003)

Le 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 protéines totales et le mitadinage ; une teneur minimale de 14.5 % assure un taux de vitrosité (opposé du mitadinage) d'au moins 80%.

2.2.3. Autres céréales : selon AZIEZ et al, (2003)

Grains de céréales appartenant 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.

Font aussi partie 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. Grains nuisibles et/ou toxiques :

Graines qui lorsqu'elles sont présentes en quantités supérieures à une valeur donnée, peuvent avoir une incidence dommageable ou dangereuse sur le plan sanitaire, organoleptique, ou technologique.

- Nielle :

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

- Ivraie (*Lolium temulentum*)

Il est toxique pour l'homme.

- Mélampyre : (*Mélampyrum arvensis*)

Il donne une couleur bleu-lilas aux produits.

- **Céphalaire de Syrie** : (*Céphalaire syrica*)

Elle donne aux produits un arrière-gout amer et acre.

- **Fenugrec** : (*Trigonella foenum graecum*) et **Mellilot** (*Melilotus sp*) :

Ils donnent une odeur de coumarine (foin coupé) 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** :

C'est un sclérote, c'est-à-dire un mycélium condensé, constituant l'organe de vie latente d'un champignon parasite des graminées (*Claviceps purpurea*). On trouve l'ergot sur le blé dur, le blé tendre, le seigle, et le triticales. L'ergot contient des amines qui lui donnent une nauséabonde qui se communique aux produits cuits. Il contient aussi des alcaloïdes dont l'ergotine, auxquels il doit sa toxicité.

3. Appréciation de la qualité technologique :

L'appréciation de la valeur d'utilisation repose sur les caractéristiques suivantes :

- 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 : (ADECASSIS 1993 ; PORCEDDU 1995 ; CHAURAND *et al.* 2000)

3.1. Facteurs extrinsèques :

Ce premier groupe, indépendant de la variété et très lié 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.), nuisibles ou inertes (pierresetc.)

- 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).

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.

3.3. Facteurs réglementaire :

Le taux de cendre : plus le taux de cendre d'un produit sera faible plus il sera considéré comme produit pur de point de vu 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 dur. (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 protéiques complémentaires.

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

- Le dosage biochimique des éléments nutritifs.
- Les testes biologiques.
- Le teste dégustation.

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-chimiques (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.

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.

PARTIE II :
PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III :
Matériel et méthodes

MATERIEL ET METHODES

EXPERIMENTALES :

1. Lieu d'expérimentation:

Notre étude 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 de provenances différentes.

Tableau 1 : Provenance des lots de blé étudiés :

LOTS	PROVENANCE
Lot 1	Importation
Lot 2	Région de Tiaret
Lot 3	Région de Médéa

3. Le protocole expérimental :

Le facteur étudié est variété à trois niveaux.

- Variété 1 : représentée par le lot 1 ; provenance : Importation
- Variété 2 : représentée par le lot 2 ; provenance : Tiaret
- Variété 3 : représentée par le lot 3 ; provenance : Médéa

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide d'un logiciel STATBOX 2007.

Le premier teste qui nous a permet de déterminer les différences entre les moyennes des différents traitements est le teste 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.
- $0.0010 < P < 0.0100$: 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 traitements en groupes homogènes.

4. Méthodes de contrôle de la qualité des grains :

4.1. Généralités sur l'échantillonnage :

L'échantillonnage doit être effectué par des experts échantillonneurs.

Les échantillons doivent être entièrement représentatifs des lots dont ils sont tirés à cet effet, comme la composition du lot est rarement homogène.

On constitue un échantillon global de chaque lot, en effectuant un certain nombre de prélèvements élémentaires qui sont soigneusement mélangés. Les échantillons pour laboratoire destinés à l'analyse sont obtenus par réductions successives de cet échantillon global.

Il est essentiel que les grains abîmés (ou détériorés) par l'eau de mer ou par une autre cause pendant le transport ne soient pas mélangés avec les grains sains, les grains abîmés ou détériorés doivent être échantillonnés séparément, les échantillons ainsi obtenus ne doivent pas être mélangés avec les échantillons des grains sains.

Il est nécessaire de s'assurer avec un soin particulier que les matériels d'échantillonnage sont bien propres et secs.

L'échantillonnage doit être effectué de telle sorte que les échantillons, les appareils d'échantillonnage et les récipients dans lesquels sont placés les échantillons soient protégés de toute contamination telle que pluie, poussièreetc.

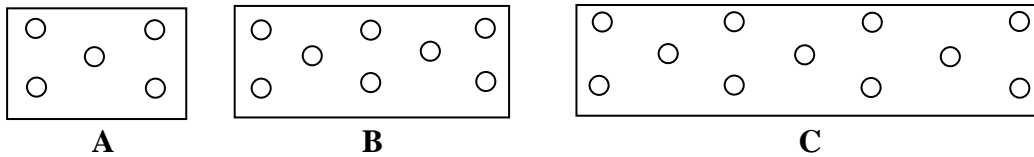
4.2. Méthodes de prélèvement des échantillons :

Dans notre cas d'étude le transport se fait par camion et les prélèvements se font à l'aide d'une sonde.

A. Jusqu'à 15 tonnes : 5 points de prélèvement (au centre et à environ 50 cm des parois).

B. De 15 à 30 tonnes : 8 points de prélèvement.

C. De 30 à 50 tonnes : 11 points de prélèvement.



4.3. Echantillon global :

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

4.4. Echantillon pour laboratoire :

La réduction ou division de l'échantillon global obtenue constitue une opération tout aussi importante que l'échantillonnage lui-même ; elle lui est d'ailleurs indissociable, en règle générale quatre échantillons suffisent. 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 2 : Les indicateurs qui permettent d'orienter l'échantillonneur :

Lots	Prélèvement Elémentaire	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, 7970 pour le blé tendre).

Principe :

Séparation des impuretés, par tamisage et triage, en catégorie.

Remarque : lorsqu'un grain présente plusieurs défauts, il doit être classé dans la catégorie pour la quelle le dommage a l'incidence la plus importante.

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 pour essai 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 :

Bien mélanger l'échantillon débarrassé de l'ergot, et le divisé a l'aide du diviseur conique jusqu'à l'obtention d'une quantité de 100 g à 0.01 g près.

d) Tamisage :

Emboîter les tamis de 3.55 mm, le tamis intermédiaire selon l'espèce de 1.00 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.

e) Recherche et classement des impuretés :

Effectuer dans l'ordre des opérations suivantes :

- 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. Classifier les éléments

restants dans les coupelles grains cassés, autres céréales, graines 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 0.01 g près.

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

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

Soit :

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 :

On entend par le taux de mitadinage le pourcentage en nombre de grains de blé du non entièrement vitreux. Normalement translucide et de texture vitreuse, 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 ».

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.

b) Expression des résultats : elle se fait par la formule suivante :

$$\text{Le taux de mitadinage (\%)} = \frac{n}{600} \times 100$$

n : Nombre des grains mitadinés dans 600 grains

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

Le poids à l'hectolitre peut donner une idée sur le rendement d'un blé, il peut être aussi un critère d'achat. Il est déterminé au moyen de la trémie conique d'un hectolitre. (NA 1613/1990)

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**.

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.

4.6.3. Le poids de mille grains (PMG) :

D'après AFNOR (1982), la masse de mille grains se détermine selon la norme NFV 03 702 en décembre 1981.

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 1000 grains en gramme du produit est calculée comme suit :

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

4.6.4. La teneur en eau (humidité) :

Le dosage de l'eau s'effectue par s'échange à l'étuve Chopin à une température comprise entre 130 à 133° C pendant 2 heures. (NA 1132/1990)

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) Le mode opératoire :

- On pèse 5 g d'échantillon qu'on met dans une capsule spéciale après on place cette dernière dans l'étuve Chopin à 130°c pendant 2 heures.
- Après 2 heures on fait sortir les capsules et on les place directement dans un dessiccateur pour le refroidissement.
- Après que les capsules refroidies on procède directement aux pesées.

b) Expression des résultats :

Les résultats sont calculés par la formule suivante :

	M : la masse en gramme de la prise d'essai
$\text{Humidité (\%)} = \frac{M - M_1}{M} \times 100$	M ₁ : la masse en gramme de la prise d'essai après séchage.

4.6.5. Le taux de cendre :

Le taux de cendre est un critère de pureté des produits finis, le principe repose sur l'incinération du produit dans un four a moufle à une température de 900° C, jusqu'à combustion complète de la matière organique. La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu. (NA 733/1990)

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

a) Le mode opératoire :

- Chaque échantillon de 5g est placé dans un creuset en porcelaine, chauffé à 900°c ± 50°c dans un four a moufle pendant 2 heures jusqu'à la combustion complète de la matière organique.
- Après 2 heures on fait sortir les creusets en porcelaine et les mettre dans le dessiccateur pour se refroidir.
- Après le refroidissement on procède à la pesée des creusets.

b) Expression des résultats :

	M ₀ : la masse de la capsule vide
$\text{Cendre (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{M_1 - M_0} \times \frac{100}{100 - H}$	M ₁ : la masse de la capsule vide + 5g du produit.
	M ₂ : la masse de la capsule + cendre
	H : Humidité du produit fini

4.6.6. Détermination de la teneur en gluten (humide et sec) :

Extraction de gluten par GLUTENEX qui réalise un malaxage d'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).

Le gluten et le complexe protéique le plus important de la farine, il constitue l'armature de la pâte.

4.6.6.1. Le gluten humide :

a) Le mode opératoire :

- On mesure la teneur en gluten humide par le GLUTENEX, qui est un appareil spécialisé dans la mesure du gluten. 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.

b) Expression des résultats :

$$\text{Gluten humide (\%)} = \frac{\text{Masse du gluten humide}}{10 \text{ g}} \times 100$$

4.6.6.2. Le gluten sec :

a) Le mode opératoire :

Après le séchage du gluten humide, on déduit le gluten sec.

b) Expression des résultats :

$$\text{Gluten sec (\%)} = \frac{\text{Masse du gluten sec}}{10 \text{ g}} \times 100$$

4.6.7. La détermination de l'indice de chute :

Le principe de la méthode repose sur la mesure de la viscosité de l'emploi « d'amidon » formé par la gélatinisation d'une suspension aqueuse de grains broyés placés dans un bain d'eau bouillante. L'évaluation de sa viscosité ; liée à l'activité des enzymes, est appréciée par le temps mis par un agitateur pour traverser la préparation sous l'effet de son propre poids.

Une activité amylasique importante provoque la liquéfaction rapides d'emplois et la durée de chute de l'agitateur est courte (faible indice de chute de Hagberg). Inversement un blé a faible activité enzymatique à un indice de chute de Hagberg élevé. (NA 1176/1994)

La méthode Falling Number est une norme internationale de l'activité α -amylase des grains et autres produits contenant de l'amidon.

La méthode a pour base la gélatinisation rapide d'une suspension de semoule dans un bain marie et la liquéfaction de l'empois d'amidon par les α -amylases présentes dans l'échantillon.

Pour connaître la masse de la prise d'essai en fonction de la teneur en eau, nous avons utilisés un tableau présenté dans l'annexe.

La semoule était mélangée avec 25ml d'eau distillée dans deux tubes spéciaux placés ensuite dans le bain marie de l'appareil à (100°C), ensuite un brassage avec une tige est effectué par l'appareil pendant 60 secondes. Une fois la tige est arrivée au fond du tube, on note directement le temps affiché par l'appareil.

Chapitre IV :
RESULTATS ET INTERPRETATION

RESULTATS ET INTERPRETATION :

1. Les impuretés :

Les valeurs moyennes des impuretés trouvées dans les trois lots de blé dur sont représentées dans le tableau 3 :

Tableau 3: les valeurs moyennes des impuretés de blé dur en % :

Lots Impuretés	1^{er} lot : Blé d'importation	2^{eme} lot : Blé de Tiaret	3^{eme} lot : Blé de Médéa
Blé tendre	00.00	02.40	00.28
Grains mitadinés	07.83	19.00	01.00
Matières inertes	00.01	00.41	00.32
Débris végétaux	00.03	00.45	00.39
Grains punaisés	00.03	00.41	00.01
Ails	00.00	00.06	00.01
Grains cariés	00.02	00.15	00.08
Grains cassés	00.07	04.50	04.10
Grains maigres	00.08	00.13	00.10
Grains échaudés	00.06	00.15	00.09
Grains mouchetés	00.10	00.16	00.11
Grains boutés	00.09	00.11	00.12
Grains germés	00.01	02.08	00.27
Grains d'Orge	00.00	01.63	00.82
Métilot	00.00	00.14	00.06
TOTAL	08.34	31.76	07.84

Le nettoyage des trois lots de blé dur montre :

- Une forte teneur en grains mitadinés chez le blé de Tiaret (19.00 %), alors que le blé d'importation (07.83), et le blé de Médéa (01.00 %) présentent des teneurs tolérables.

Selon le journal officiel de la république Algérienne (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 :

- 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 aux lots de blé d'importation (07.83 %), et le blé de Médéa (01.00 %) pour chaque fraction de tranche de 250g.

- 9 à 19 % des grains mitadinés : sans bonification ni réfaction pour chaque fraction de tranche de 250g. dans le cas de notre étude le lot de blé de Tiaret (19.00 %) il n'y a ni bonification ni réfaction pour chaque tranche de 250g.

- Les débris végétaux, grains cariés, sont des impuretés de 1^{ère} catégorie. La tolérance est de 3 % maximum.

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 trois lots de blé dur ; importation (0.15 %), blé de Tiaret (0.6 %), blé de Médéa (0.4).

- Les impuretés grains cassés, grains échaudés, grains mouchetés, grains germés, grains punaisés, et grains de blé tendre sont des impuretés de 2^{ème} catégorie.

- Inferieur 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 n'y a ni bonification ni réfaction pour les trois lots de blé dur ; importation (0.27 %), blé de Tiaret (9.70 %), blé de Médéa (4.95 %) ➡ %

- Pour les grains cassés, lorsque le taux des grains cassés est inferieur à 3 %, pas de bonification ni réfaction.

Dans le cas de notre étude, pour le blé d'Importation (0.07%), il n'y a ni bonification ni réfaction.

Entre 3.01 % à 5 %, la réfaction est de 0.05 DA pour chaque tranche de 250 g.

Dans le cas de notre étude cette réfaction est attribuée pour chaque tranche de 250g des lots de blé de Tiaret (04.50 %), et le blé de Médéa (04.10 %).

- Les grains maigres et les petits grains sont réservés à la masse sans réfaction.
- 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 des trois lots de blé ; blé d'Importation (00.00 %), blé de Tiaret (0.02 %), blé de Médéa (0.07 %).

2. Analyse physico-chimique de la qualité de blé des trois lots :

2.1. Le taux de mitadinage :

Les valeurs moyennes de taux de mitadinage et l'interprétation des résultats sont consignées dans le tableau 4, et illustrées par l'histogramme figure 7:

Tableau 4 : Valeurs moyennes de taux de mitadinage en %.

Lots	Moyenne (%)	Groupes homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la Variance
Lot 1	07.83	B	0.000	1.509	15.703
Lot 2	19.00	A			
Lot 3	01.00	C			

L'analyse statistique des résultats a révélé un effet très hautement significatif entre les moyennes des différents lots.

Le taux de mitadinage de blé d'importation et de blé de Médéa est inférieur à 10 %, les grains sont considérés comme vitreux et l'incidence en technologie sera nulle (pas de diminution de la valeur semoulière).

Pour le lot de blé dur de Tiaret, le taux de mitadinage dépasse les 10 %. Ce taux considérablement élevé peut engendrer une diminution de la valeur semoulière.

On peut limiter les risques de mitadinage par une bonne gestion de l'apport azoté (quantité suffisante, fractionnement en deux ou trois apports pendant les stades critiques de la plante).

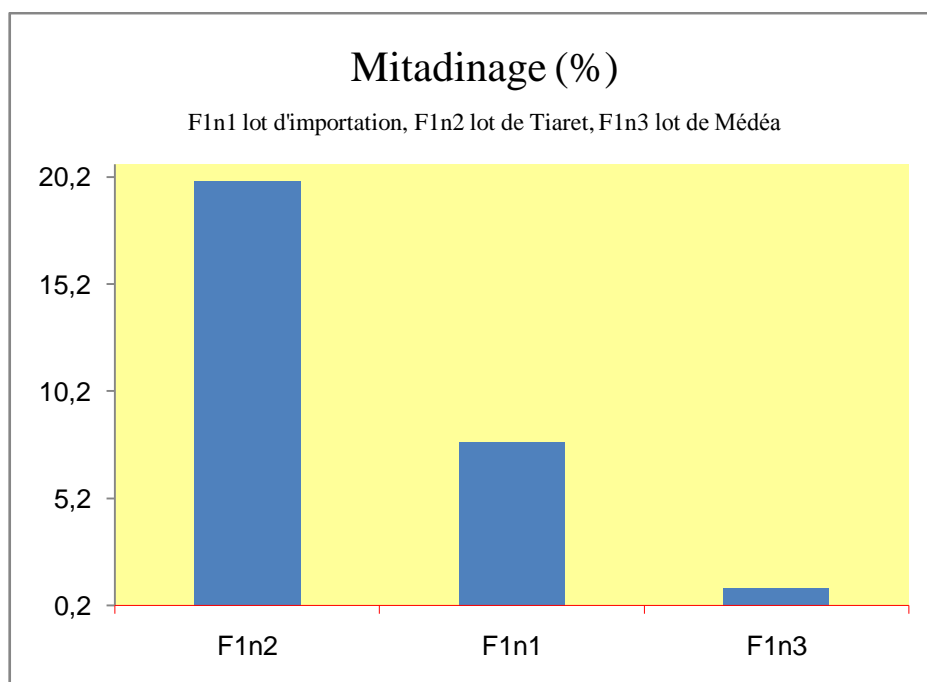


Figure 7: Histogramme représentatif des résultats de taux de mitadinage.

2.2. 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 8:

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

Lots	Moyenne (kg/hl)	Groupes homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la Variance
Lot 1	80.339	A	0.000	0.057	0.072 %
Lot 2	80.057	B			
Lot 3	79.037	C			

L'analyse statistique des résultats a révélé un effet très hautement significatif entre les moyennes de poids spécifique des différents lots de blé dur.

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 76 à 80 kg/hl : sans bonification ni réfaction, le lot de blé de Médéa (79.037 kg/hl) est concerné.
- De 80.001 à 82.000 kg/hl : bonification de 0.15 DA pour chaque tranche de 250 g. cette bonification est attribuée aux deux lots de blé dur ; blé d'importation (80.339 kg/hl), blé de Tiaret (80.057 kg/hl) 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.

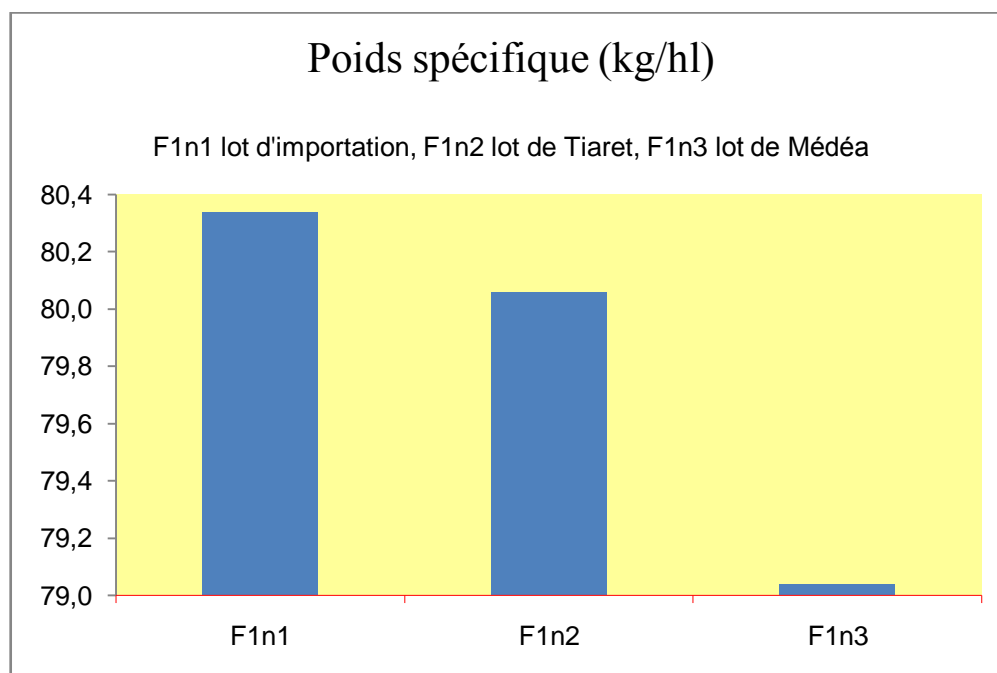


Figure 8: Histogramme représentatif des résultats de poids spécifique

2.3. Le poids de mille grains : PMG

Les valeurs moyennes de poids de mille grains et l'interprétation statistique des résultats sont consignées dans le tableau 6, et illustrées par l'histogramme figure 9.

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

Lots	Moyenne (g)	Groupes Homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la Variance
Lot 1	47.573	A	0.000	1.726	4.189 %
Lot 2	42.067	B			
Lot 3	33.967	C			

L'analyse statistique des résultats a révélé un effet très hautement significatif entre les moyennes de poids de mille grains des différents lots de blé dur.

Selon les résultats cités ci-dessous, on constate que le lot de blé dur de Médéa c'est du petit blé, le lot de blé d'importation et le lot de blé de Tiaret sont considérés comme des blés moyens, et cela d'après le classement de poids de mille grains (PMG) :

- Masse de mille grains comprise entre 60 et 80 g ; c'est un gros blé.
- Masse de mille grains comprise entre 55 et 35 g ; c'est un moyen blé.
- Masse de mille grains inférieure à 35 g : c'est un petit blé.

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.

Selon COUVREUR (1981), le poids de mille grains est influencé par le nombre de grains formés, quelque soit le type de variété, plus les grains sont nombreux plus ils sont petit.

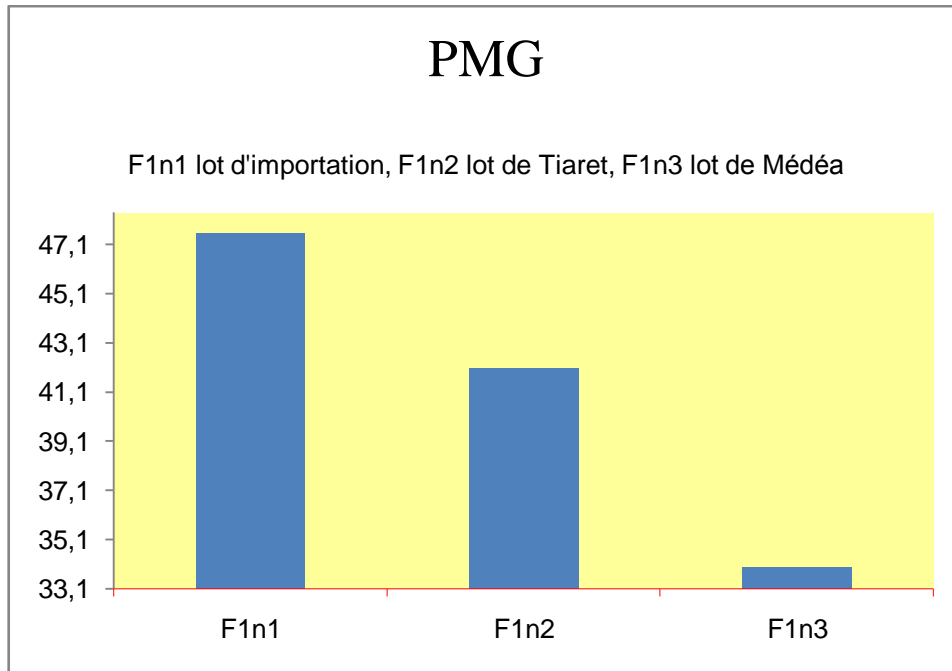


Figure 9: Histogramme représentatif des résultats de poids de mille grains.

2.4. Le taux d'humidité de blé sale :

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 7.

Tableau 7: Valeurs moyennes de taux d'humidité de blé sale des trois lots (%):

Lots	Moy (%)
Lot 1 : blé d'importation	08.90
Lot 2 : blé de Tiaret	09.39
Lot 3 : blé de Médéa	10.03

D'après le journal officiel de la république Algérienne (1988), au-dessous de 10.49 %, la bonification est de 0.20 DA pour chaque tranche de 500g.

Dans notre cas d'étude cette bonification est attribuée pour chaque tranche de 500 g des trois lots de blé dur ; blé d'importation (08.90 %), blé de Tiaret (09.39 %), blé de Médéa (10.03 %).

La différence entre les moyennes de taux d'humidité de blé sale peut être expliquée par l'influence des conditions de stockage et de transport (température élevée), et la région de récolte.

2.5. Le taux d'humidité de la semoule (produit fini):

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 8, et illustrées dans l'histogramme figure 10.

Tableau 8: Valeurs moyennes de taux d'humidité de la semoule (produit fini) des trois lots :

Lots	Moyenne (%)	Groupes homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la Variance
Lot 1	13.503	C	0.000	0.179	1.204 %
Lot 2	15.867	A			
Lot 3	15.307	B			

L'analyse statistique des résultats a révélé un effet très hautement significatif entre les moyennes d'humidité de la semoule produite par les grains des différents lots de blé dur.

D'après les résultats on remarque que l'humidité de la semoule extraite de blé dur local (Tiaret, Médéa) est plus élevée que celle de blé d'importation.

Selon AZIEZ et *al* (2003), l'humidité influence sur le poids spécifique et le poids de mille grains. Le taux de PS et de PMG diminuent lorsque l'humidité augmente.

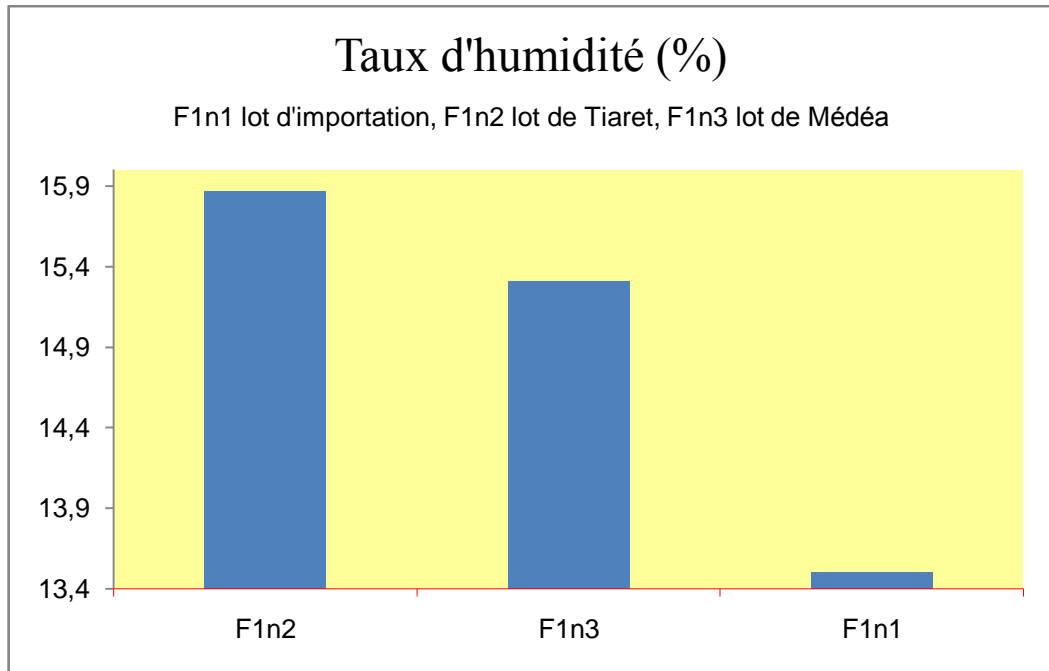


Figure 10: Histogramme représentatif des résultats de taux d’humidité de la semoule.

2.6. Le taux de cendre :

Les valeurs moyennes de taux de cendre et l’interprétation statistique des résultats sont représentées dans le tableau 9, et illustrées par l’histogramme figure 11.

Tableau 9: Valeurs moyennes de taux de cendre :

Lots	Moyenne (%)	Groupes Homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la Variance
Lot 1	1.697	A	0.003	0.137	10.666 %
Lot 2	1.037	B			
Lot 3	1.133	B			

L’analyse statistique des résultats a révélé un effet très hautement significatif entre les moyennes de taux de cendre des différents lots de blé dur.

D’après les résultats on remarque que la teneur en matière minérale est plus élevée chez le blé d’importation que les deux blés locaux. Ceci peut être expliqué par un poids de mille grains plus élevé (47.6), la taille des grains de blé d’importation sont assez grande que les variétés locales.

Il est a signalé aussi que, le taux de cendre est lié proportionnellement au taux d'extraction ; c'est-à-dire au rendement.

D'après l'analyse statistique on remarque que les deux lots locaux (lot de Tiaret et lot de Médéa) sont classés dans un même groupe homogène (B).

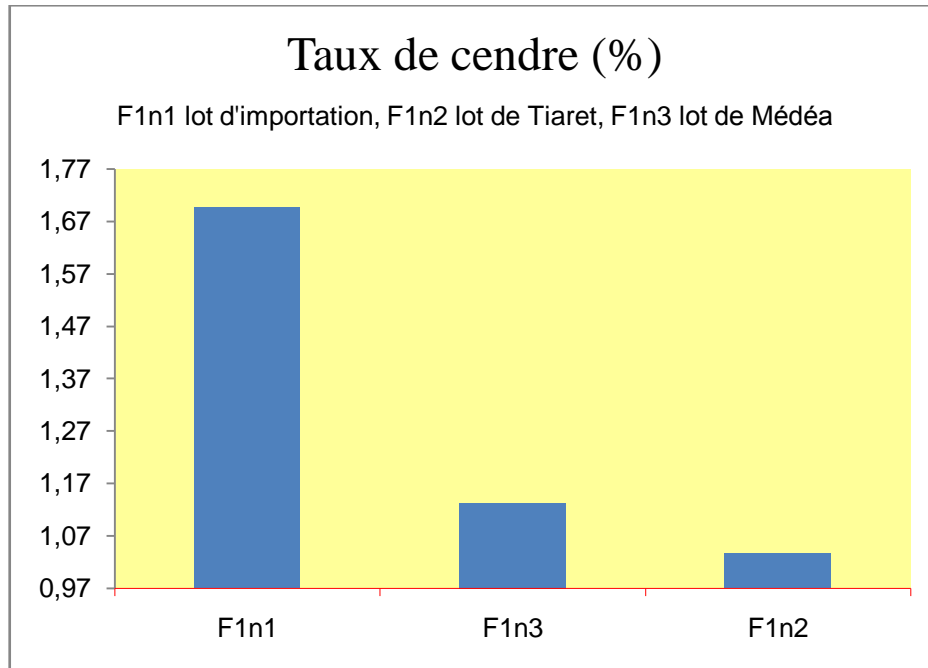


Figure 11: Histogramme représentatif des résultats de taux de cendre

2.7. Le gluten :

a) Le gluten humide :

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 10, et illustrés par l'histogramme figure 12.

Tableau 10: Valeurs moyennes de gluten humide :

Lots	Moyenne (g)	Groupes homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la Variance
Lot 1	33.337	B	0.001	3.734	10.219 %
Lot 2	25.735	C			
Lot 3	50.533	A			

L'analyse statistique des résultats a révélé un effet très hautement significatif entre les moyennes de gluten humide des différents lots de blé dur.

D'après les résultats on remarque que le lot de blé local de Médéa a une teneur plus élevée (50.53), tans dis pour les deux lots, importation (33.33) et Tiaret (25.73), la teneur en gluten humide est plus faible.

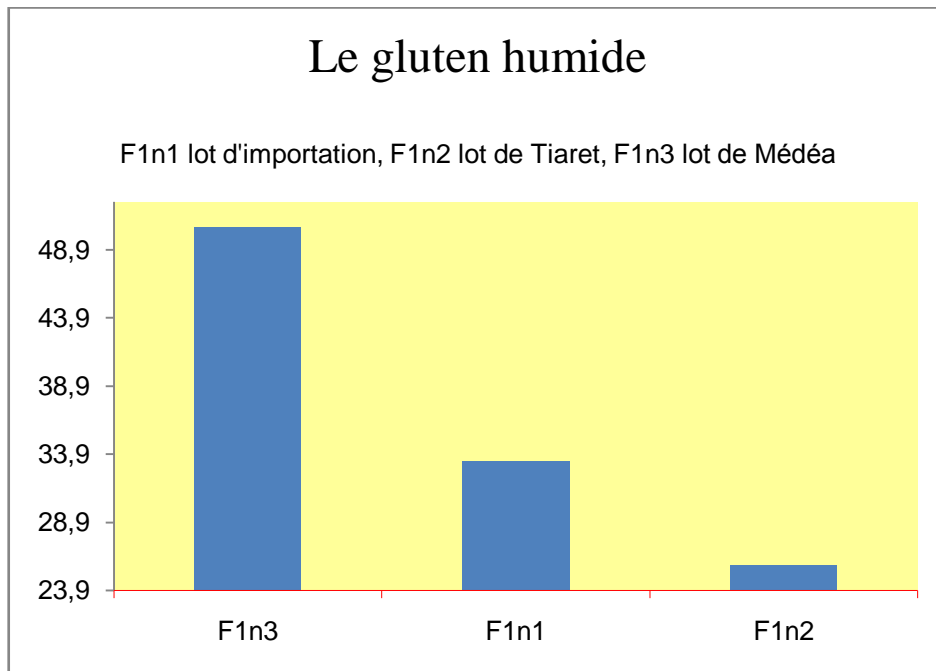


Figure 12: Histogramme représentatif de la teneur en gluten humide.

b) Le gluten sec :

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 11, et illustrés par l'histogramme figure 13.

Tableau 11: Valeurs moyennes de la teneur en gluten sec :

Lots	Moyenne (g)	Groupes Homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la Variance
Lot 1	11.838	B	0.000	1.015	8.257 %
Lot 2	8.947	C			
Lot 3	16.547	A			

L'analyse statistique des résultats a révélé un effet très hautement significatif entre les moyennes de gluten sec des différents lots de blé dur.

L'analyse de gluten sec a montré que le lot de blé local de Médéa a une bonne teneur en gluten sec (16.54), et le lot de blé d'importation a une teneur en gluten sec acceptable, tandis que pour le lot de blé de Tiaret (8.94) a une faible teneur en gluten sec.

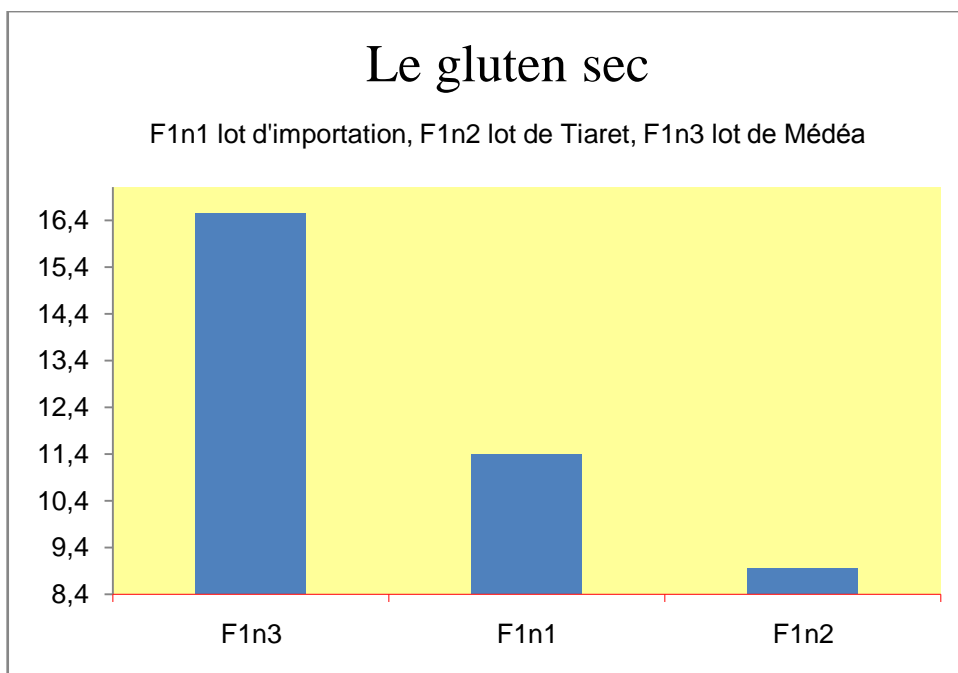


Figure 13: Histogramme représentatif de la teneur en gluten sec

2.8. Le temps de chute :

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 12, eu illustrés par l'histogramme figure 14.

Tableau 12 : Les valeurs moyennes de temps de chute (seconde) :

Lots	Moyenne (S)	Groupes Homogènes	Proba	Ecart type	Coef de la variance
Lot 1	579	B	0.010	69.793	11.568 %
Lot 2	482	B			
Lot 3	748	A			

L'analyse statistique des résultats a révélé un effet significatif entre les moyennes de temps de chute des différents lots de blé dur.

Les résultats de l'analyse de la variance on montré une différence significative entre les trois lots.

L'analyse statistique a révélé que le lot de blé dur d'importation et le lot de blé dur de Tiaret sont au sein du même groupe homogène (B).

D'après les résultats cités dans le tableau 12, on constate que le lot de blé de Médéa à un indice de chute élevé (748 s) ce qui implique une forte activité amylasique, cela peut être provoqué par un taux élevé de grains germés. Par contre on remarque que le lot de blé de Tiaret à un faible indice de chute (482) ce qui implique une faible activité amylasique, cela peut être provoqué par l'absence de germination des grains ou par un climat chaud. L'indice de chute du lot de blé d'importation est moyen (579) ce qui implique une activité amylasique moyenne.

Il est noté que pour obtenir l'indice de chute désiré il faut faire une correction judicieuse, par l'addition de malt.

Les résultats de l'indice de chute sont représentés sur la figure 14

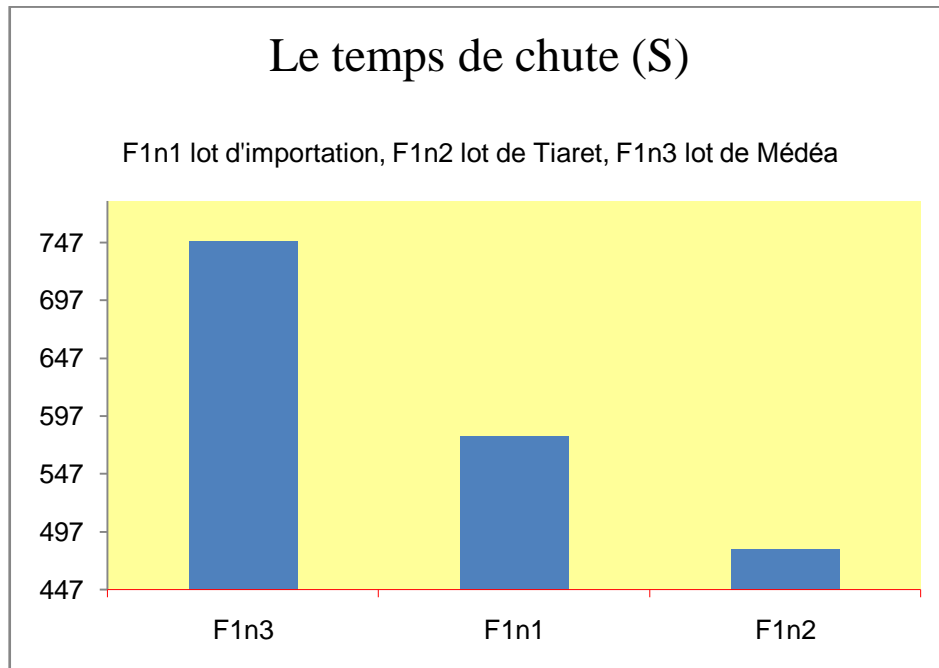


Figure 14: Histogramme représentatif des moyennes de temps de chute.

Conclusion

Conclusion

Dans notre étude expérimentale, nous avons effectué des analyses technologiques, physicochimiques, portées sur trois lots de blé dur.

Les trois lots sont de provenances différentes, on a un lot de blé dur d'importation, et deux lots locaux ; lot de blé dur de Tiaret et lot de blé dur de Médéa.

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance pour un certain nombre de paramètres étudiés a montré des différences très hautement significatives et significatives pour les trois lots de blé dur.

Le poids à l'hectolitre le plus élevé a été obtenu par le lot de blé dur d'importation (80.33 kg/hl), et le plus faible a été obtenu par le lot de blé dur de Médéa (79.03 kg/hl).

Le lot qui contient le blé dur le plus résistant au mitadinage est le blé local de Médéa avec un taux de mitadinage de 1 %, ce lot de blé est particulièrement intéressant pour la semoulerie ou la fabrication de pâtes alimentaires, par contre le lot de Tiaret contient un blé très sensible au mitadinage avec un taux de mitadinage de 19.00 %.

Le taux de cendre des trois lots étudiés a été plus élevé au niveau du lot de blé dur d'importation (1.69 %), c'est-à-dire la teneur en matières minérales du lot de blé d'importation est plus grande que la teneur en matières minérales des lots locaux (Tiaret et Médéa).

Le taux de gluten des trois lots de blé dur testés sont différents, cependant le lot de blé local de Médéa est riche en gluten que les deux autres lots.

Le test de l'indice de chute est plus élevé chez le lot de blé dur local de Médéa, alors que chez le lot de blé d'importation et de Tiaret est moins élevé.

Le lot de blé dur local de Tiaret a présenté un degré d'humidité excessif, la présence d'insectes et d'impuretés ce qui peut en effet compromettre une conservation de qualité et de longue durée des produits.

Les impuretés n'ont pas seulement une influence négative sur le stockage des produits ; elles concourent à définir la qualité elle-même de ces produits.

Il est donc important de déterminer le taux d'impuretés d'un lot de grains, avant de procéder à son stockage ou à sa transaction commerciale.

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.

Si l'on assure une bonne gestion technique et commerciale, il est important de vérifier périodiquement la qualité et la quantité des produits stockés.

Avant les opérations de stockage proprement dite on doit soumettre les produits à des contrôles appropriés, pour en vérifier le poids, le taux d'impuretés et l'humidité.

Cela n'est évidemment possible qu'en présence de normes précises qui établissent les limites d'acceptation et les éventuelles réductions de prix applicables, en fonction du taux d'impuretés mélangées aux produits.

Des normes doivent par ailleurs être fixées et appliquées pour établir des limites de commercialisation des produits éventuellement contaminés ; nous précisons que par contamination on entend la présence de résidus de substances indésirables, qui se sont trouvées en contact avec les produits et ont altéré l'odeur ou le goût, ou provoquer la toxicité (insecticides par exemple).

Au moment d'achat, il est donc nécessaire d'effectuer un contrôle soigneux et approfondi pour détecter toute forme ou trace d'infection.

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.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

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

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

AMOKRANE A., 2001. Evaluation et utilisation de trois sources de germplasmе de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mém. Mag. Institut d'Agronomie, université Colonel El Hadj Lakhedar, Batna. 80 P.

AZIEZ. M ; HAMMADOUCHE. O ; MALLEM. S ; TACHERIFET.S ; 2003. Le guide pratique de l'agréeur. CMMA. ALGER, 58p.

BEAUX.M ; DELPLANCKE. D ; GROSJEAN. F ; LBRAS. A ; LEBREN. J ; LEUILLET. M ; MAHAUT. B ; MARTIN. G ; NIQUET. G ; ORLANDO. D et TAILHARDT. C ; 2001 : contrôle de la qualité des céréales et protéagineux ; guide pratique ; ITFC. Pp 57-132.

BONJEAN A. et PICARD E., 1990. Les céréales à paille : Origine – Histoire – Economie – Sélection. Soft ord/ITM. Pp : 14-167.

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

CADACCTONI P ; SIMON ; XAVIER, 1989. Produire des céréales à paille. 203p.

CHAURAND M ; REMESY C ; RAFDET A ; IEENHARDT R ; BAR-L'HELGOUACH C ; TAUPIER-LETAGEI B ; ABDECASSIS J ; 2005. Influence de type de mouture sur les teneurs en minéraux des différentes fractions du grain de blé en culture conventionnelle et biologique. Industrie des céréales, n°. 142, pp 3-11.

CIHEAM.-IAMZ. Séminar on Durum wheat quality in the mediterranean Region. Zaragoza. 369p.

COUVREUR. F ; 1981. La culture de blé se raisonne. Cultivar n°140. Pp 39-41.

CROSTON RP ; WILLIAMS JT, 1981. A World survey of wheat genetic resources. IBRGR. Bulletin /80/59, 37page.

DANNTE E ; SEARS R.G ; SHROYER J.P ; PAULSEN G.M, 2000. Genetic Gain in yield attributes of winter wheat. 253p

GATE P, 1995. Ecologie du blé. Tec et Doc. Ed Lavoisier.106p.

GRIGNAC P.H, 1978. Amélioration variétale de blé dur (*triticum durum*.Desf.). Annale de l'INRA (El-Harrach) pp 83.110.

GRIGNAC. P ; 1981. Rendement et composant du rendement de blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen français. Communication au conseil scientifique. Italie. 11^{eme} édition n°1178. PP 185-195.

GRIGNAC R, 1978. Le blé, morphologie succinctes. Annale de l'INRA, paris. Pp 83-98.

HARLEN J.R, 1975. Corps and man. Eds John Wiley and Sons. NY. 350p.

INA P-G, 2003. Botanique et écophysologie des céréales à pailles. Céréales, pp 17-27. [En ligne] <http://138.102.28.2/agronomie/phytotechnie/pdf/cerp.pdf>.

INRA, 2006. Institut National de la recherche agronomique. Transformation du blé. 23p.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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'agréeur. CNMA. Alger. 58p

KHANSA L. 2014. Etude Agro-technologique de quelque lignées de blé dur (*Triticum durum* Desf) testées sur plusieurs environnements. Mémoire d'ingénieur d'Etat : Université de AMAR THLIDJI Laghout. 53p

KHELILI M. 2011. Recherche d'impureté et analyse physico-chimique de quelques variétés de blé. Mémoire d'ingénieur d'Etat : Université de AMAR THLIDJI Laghout. 46p

LEVY A.A ; FELDMAN M, 2002. The impact of polyploidy on grass genome evolution. *Plant Physiol.* 130 : 1587-1593.

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. 80p.

MEUNIER P ; GRAND COURT M, PRATS, 1973. Les céréales. Baillière. Paris. 351p.

MOUELEF A, 2010. Caractères physiologiques et biochimique de tolérance du blé dur (*T. durum* Desf.) au stress hydrique. *Mémoire magister Université de Constantine.*

MOULE C, 1980. les céréales. Ed, Maison rustique, paris. 318p.

MULTON ; 1982. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliment pour animaux, volume 1, Tec. Doc. Paris. 657p.

PORCEDDU. R ; 1995. Durum wheat quality in the Mediterranean countries. 69p.

SOLTNER D 1990. Les grandes productions végétales, collection sciences et techniques agricoles, 10^{ème} édition, 464p.

SOLTNER D, 1990. Les grandes productions végétales. Céréales- Plantes sarclées- prairies. 17^{ème} édition. Coll Sci et Tec Agricoles. 516p.

SOLTNER D, 1998. Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies.sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles. 314p.

YVES H ; De BUYSER J, 2000. L'origine des blés. Pour la science, hors série n°26.60-62 pp.

Annexes

ANNEXES 1

Résultats statistique

Analyse de la variance du poids spécifique :

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	2.836	8	0.354	428.527	0.000
Var.FACTEUR 1	2.816	2	1.408		
VAR.RESIDUELLE 1	0.020	6	0.003		

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

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	298.944	8	37.368	47.188	0.000
Var.FACTEUR 1	281.075	2	140.537		
VAR.RESIDUELLE 1	17.870	6	2.978		

Analyse de la variance du taux de mitadinage :

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	569.389	8	71.174	121.988	0.000
Var.FACTEUR 1	555.722	2	277.861		
VAR.RESIDUELLE 1	13.667	6	2.278		

Analyse de la variance du taux d'humidité :

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VarTOTALE	9.334	8	1.168	142.390	0.000
Var.FACTEUR 1	9.151	2	4.575		
VAR.RESIDUELLE 1	0.193	6	0.032		

Analyse de la variance du taux de cendre :

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VarTOTALE	0.876	8	0.109	20.166	0.003
Var.FACTEUR 1	0.762	2	0.381		
VAR.RESIDUELLE 1	0.113	6	0.019		

Analyse de la variance du gluten humide :

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VarTOTALE	1052.005	8	131.501	34.731	0.001
Var.FACTEUR 1	968.360	2	484.180		
VAR.RESIDUELLE 1	83.645	6	13.941		

Analyse de la variance du gluten sec :

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VarTOTALE	96.539	8	12.067	43.854	0.000
Var.FACTEUR 1	90.357	2	45.179		
VAR.RESIDUELLE 1	6.181	6	1.030		

Analyse de la variance du temps de chute :

	S. C. E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VarTOTALE	137952.000	8	17244.000	11.161	0.010
Var.FACTEUR 1	108726.000	2	54363.000		
VAR.RESIDUELLE 1	29226.000	6	4871.000		

ANNEXE 2

Tableau des corrections du poids de la prise d'essai sur la base d'une teneur en eau de 14% (ICC, AACC).

Teneur en eau (%)	Poids (g)	Teneur en eau (%)	Poids (g)	Teneur en eau (%)	Poids (g)
8.0	6.54	11.4	6.80	14.8	7.07
8.2	6.56	11.6	6.81	15.0	7.08
8.4	6.57	11.8	6.83	15.2	7.10
8.6	6.59	12.0	6.84	15.4	7.12
8.8	6.60	12.2	6.86	15.6	7.13
9.0	6.62	12.4	6.87	15.8	7.15
9.2	6.63	12.6	6.89	16.0	7.17
9.4	6.64	12.8	6.90	16.2	7.18
9.6	6.66	13.0	6.92	16.4	7.20
9.8	6.67	13.2	6.94	16.6	7.22
10.0	6.69	13.4	6.95	16.8	7.24
10.2	6.70	13.6	6.97	17.0	7.25
10.4	6.72	13.8	6.98	17.2	7.27
10.6	6.73	14.0	7.00	17.4	7.29
10.8	6.75	14.2	7.02	17.6	7.31
11.0	6.76	14.4	7.03	17.8	7.32
11.2	6.78	14.6	7.04		

ANNEXE 03
Matériels utilisés



Moulin d'essai



Diviseur conique



Les tamis d'agrège



Balance NILEMA LITRE (PHL)



Farinotome de Pohl (coupe grains)



Falling number (indice de chute)



Les tubes viscométriques avant passage dans le Faling Number



Les tubes viscométriques après passage dans le Faling Number



Le GLUTENEX



Le GLUTENEX en marche



Pesée du gluten humide



Gluten sec



**Four à moufle à 900° C
plus les nacelles de quartz**



Nacelles de quartz sorties



Etuve Chopin à 130° C

ANNEXE 04



photo1: grains charançonnés

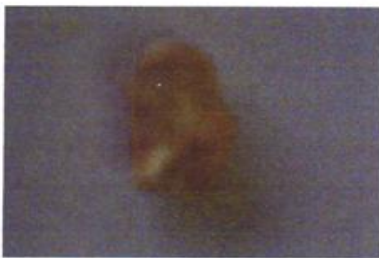


photo2: grains cécidomyié

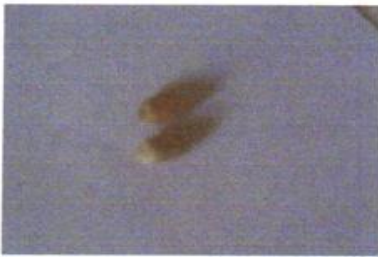


Photo3: grains fusariés

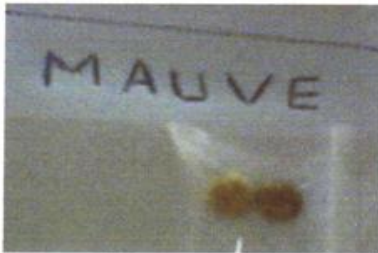


Photo4: Grains mauves

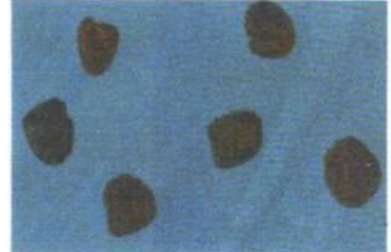


Photo 5 : grains de mélampyre



Photo 6 : grains de Céphalaire



Photo 7 : grains de fénugrec

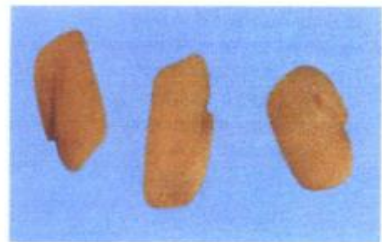


Photo 8 : grains de Nielle



Photo 9 : grains d'ail



Photo12: Grains d'avoines

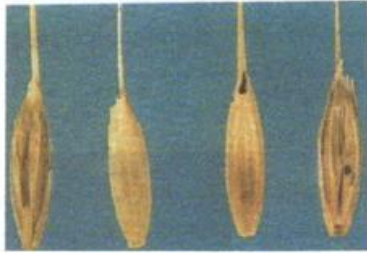


Photo 10 : grains d'Ivraie



Photo13:Grains de bromes



Photo 11 : Ergots de blé tendre