

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

UNIVERSITE SAAD DAHLAB-BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention du diplôme de Master professionnelle (LMD)

En Sciences de la nature et de la vie.

Option : technologie céréalière.

THÈME

**CONTRIBUTION A L'ETUDE QUALITATIVE DES FARINES ISSUES
DES DIFFERENTS PASSAGES DE LA MOUTURE**

Présenter par :

MERAGA HICHAM

Devant le jury composé de :

- | | | | | |
|-------------------|------------|-----|------|--------------------|
| - M ^r | BOUSBIA N | MCB | USDB | Président du jury. |
| - M ^{me} | MESSAID H | MAA | UMBB | Promotrice. |
| - M ^{me} | FERNANE S | MAB | USDB | Examinatrice. |
| - M ^{me} | ACHEHABE H | MAA | USDB | Examinatrice. |

Année universitaire 2012/2013.

REMERCIEMENTS

Je remercie **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et patience durant toutes mes années d'étude pour arriver à ce stade de formation et d'achever ce modeste travail.

A mes chers parents, pour tous ce qu'il fait pour moi et surtout pour mes études, ainsi qu'il trouvent ce modeste travail le fruit de ces longues années de leurs sacrifices.

A Madame **MESSAID HABIBA**. Ma promotrice, qui m'a fait l'honneur d'encadrer mon travail, pour son sérieux, sa disponibilité, ses précieux conseils et ses efforts exceptionnels.

Je remercie les membres de jury, Madame **ACHEHABE H** ; Mr **BOUSBIA N** et Mme **FERNANE S** .pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

A tous les enseignants qui ont contribué a ma formation, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

A Monsieur **TAGIDA M**, le chef laboratoire de groupe SIM qui m'a proposé ce sujet de fin d'étude. Et toute l'équipe de groupe SIM, pour leur disponibilité et leur bienveillance.

Mes remerciements les plus profonds et toute ma reconnaissance s'adressent à Mme **FOURARE R**, qui m'encourage tout le long de ce travaille, l'expression de mon profond respect

A mes amis : **ZEKKARI AMINE, ATTOU SEIF ISLAM, ZOUAOU MOHAMED** et **MOULOUD ABDELHAMID** pour leur aide précieuse dans la rédaction de ce mémoire, Merci pour tout les bons moments passés ensemble. I

On tien aussi à remercier le personnel de la bibliothèque de notre faculté, pour leur aide et leur compréhension, Merci.

A tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail que je n'ai pas pu les citer. Merci infiniment.

DEDICACE

«Louange à Dieu le tout puissant»

Je dédie ce modeste travail :

*-Aux personnes les plus chères à moi dans cette vie.aux ceux qui m'a permet de voire ce monde, à ceux qui ont sacrifié tout leur vie pour le bien de leurs enfants, à ceux qui ont toujours à nos cotés dans les bons moments difficiles, ceux qui nous ont été la source du courage, de la patience et de sagesse et ont partagé toutes nos peines en nous montrant les chemins pour les surmonter afin de nous avoir arriver à de tels niveaux....quoi que je dise , je se saurer exprimer mes sentiments envers vous mes parents..**BOULENOIRE ET ZOUNA**, que dieu tes garde pour nous et les années à venir nous réservent que du bonheur nchallah.*

*-A mes frères **SOFJAN ET HALEN** et mes sœurs **FATIHA ZOHRA ET SAMIA**,
Merci pour tous que vous avez fait pour moi, que l'avenir soit meilleur avec vous.*

-A toute ma grande famille.

*-A tous mes chers amis **ZEKARI AMINE, ASTOU ISLAM, ZOUCOU MOHAMED EL HAMID** .et tous mes amies de la promotion 2012-2013*

-A mes amis (es) que je n'ai pu citre mais qui sont toujours présent dans mes pensées et mon cœur.

ملخص

اعتمدنا في دراستنا هذه على دراسة فريضة القمح اللين (المستورد). المستخرجة على مستوى وحدة الطحن سيدي يحي بالمطحنة الصناعية لمجموعة سيم بموزاية، البلدية وقد كانت لهذه الدراسة أهداف كثيرة نذكر منها: التحليل الكمي و النوعي للفريضة المتحصل عليها من مختلف قنوات جهاز الاهتزاز و بعد التحليلات الفيزيائية و الكيميائية قمنا بجمع و ترتيب مختلف أنواع الفريضة على حسب معيار نسبة الرماد و على حسب النتائج المستخرجة تم تحديد 6 أنواع من الفريضة، كل نوع له خصائص مختلفة عن الآخر مع إرسالها إلى مختلف الصناعات الخاصة بها كصناعة الخبز و الحلويات

معايير التحديد المستعملة كانت كالآتي:

نسبة الرماد، نسبة الرطوبة، نسبة البروتين، نسبة الغلوتين، نسبة الدهون نسبة الساقطة قياس نسبة التفتح

كلمات البحث: القمح اللين، فريضة، جهاز الاهتزاز، قنوات

Résumé

Notre étude porte essentiellement sur la farine de blé tendre, extraite de tous les passages de plansichters de la mouture, au niveau de l'unité «SIDI YAHIA» du groupe SIM de Mouzaia, Blida. Les bats poursuivis sont nombreux. Il s'agit essentiellement d'analyser la qualité de chaque passage de farine. Au vu des résultats obtenus nous avons sélectionné et groupé les farines en fonction de leur pureté puis les orienté vers Les différents usages : boulangerie- pâtisserie.

Afin de déterminer les critères de la qualité de ses farines on a eu recours à des tests suivants : taux de cendre, humidité, teneur en protéine, taux d'extraction, dosage du gluten, acidité grasse, l'indice du chut. L'essai pékar, et enfin l'avéographe Chopin

Mots clé : blé tendre, farine, mouture, plansichters.

Abstract

We have adopted in this study on the study of soft wheat flour (imported). Extracted unit level Sidi Yahia grinding mill industrial group SIM. Mozaih, Blida. It was for this study many goals, including: quantitative and qualitative analysis of the flour obtained from different channels remote vibration and physical and chemical analyzes, we collect and arrange the various types of flour by a standard percentage of ash, according to the extracted results, And it was identified 6 kinds of flour your, each type has different characteristics from the other with a different sent to their own industries as bakery and confectionery industry.

The selection criteria used were as follows:

Ash content, moisture content, protein content, the proportion of gluten, fat percentage ratio falling measure the percentage of openness

Keywords: soft wheat, flour, vibration device, channels.

Sommaire

Introduction

Chapitre I:

I-Généralité sur le grain du blé.....	2
I-1- Importation du blé dans le monde.....	2
I-1-1- Importation de la culture du blé dans le monde.....	2
I-1-2- Développement en Algérie.....	2
I-2-1- Le germe.....	4
I-2-2- Les enveloppes.....	5
I-2-3- L'Amande ou l'Albumen amylicé.....	5
I-3- Composition biochimique du grain de blé.....	6
I-3-1- L'eau.....	6
I-3-2- les glucides.....	6
I-3-3- Les protides.....	7
I-3-4- Les lipides.....	9
I-3-5- Les minéraux.....	10
I-3-6- Les Vitamines.....	11
I-3-7- Les fibres alimentaires.....	12

Chapitre II : Technologie de transformation du blé tendre

II-1- Réception du blé.....	13
II-2- Stockage de blé.....	13
II-3-Nettoyage.....	13
II.3.1. Les équipements de nettoyage.....	14

I.3.1.1. Les nettoyeurs séparateurs aspirateur (SNA).....	14
II.3.1.2. Les trieurs	14
II.3.1.3.le trieur hélicoïdal (Toboggans)	15
II.3.1.4.La table densimétrique	15
II.3.1.6.Les épanteuses	15
II 3.1.5. L'épierreur	15
II.3.1.7. Séparateur magnétique ou aimant	16
II.3.1.8.Le tarare	16
II-4- Préparation du blé tendre à la mouture.....	17
II-5- Mouture de blé tendre.....	17
II-5-1 Principe.....	17
II-5-2- Etapes de la mouture.....	18
II-5-2-1- Broyage.....	18
II-5-2-2- Système de blutage.....	19
II-5-2-3- Système de sassage.....	19
II-5-2-4- Phase de réduction.....	20
 Chapitre III : Farine, produit de mouture	
III-1-Définition réglementaire.	22
III-2-Caractéristiques des farines.....	22
III-3-Composition biochimiques des farines.....	23
III-3-1-L'eau.....	24
III-3-2-Teneur en matières minérales.....	24
III-3-3-Teneur en protéines.....	24

III-3-4-Teneur en glucides.....	24
III-3-5-Teneur en lipides.....	25
III-3-6-Teneur en enzymes.....	25
III-4-Classification des farines.....	26
III-5-Aspects qualificatifs d'un produit.....	28
III-5-1Définition de la qualité.....	28

Chapitre IV : Matériel et méthodes

-Présentation de l'entreprise de groupe SIM.....	30
IV- Matériel et méthodes.....	33
IV. 1.Les méthodes analytiques	33
IV. 1.1. Echantillonnage.....	33
IV-1-2Analyses physicochimiques sur la matière première (blé tendre).....	33
IV-1-2-1- Recherche des impuretés.....	34
IV-1-2-2Poids spécifique.....	34
IV-1-2-3-Taux d'humidité (teneur en eau)	34
IV-1-2-4-Détermination de la masse de 1 000 grains.....	35
IV-1-2-5- Taux de cendre.....	35
IV-1-2-6- La teneur en protéine.....	35
IV-1-3-Analyses physicochimiques sur le produit fini (farine).....	36
IV-1-3-1- Les débits.....	36
IV-1-3-2- Taux d'extraction.....	36
IV-1-3-3- Taux d'humidité.....	36

IV-1-3-4- Taux de cendre.....	36
IV-1-3-5- Taux d'affleurement.....	37
IV-1-3-6- L'essai Pékar.....	37
IV-1-3-7- Détermination de l'acidité graisse.....	38
IV-1-3-8- La teneur en protéine.....	38
IV-1-3-9-L'indice de chute.....	39
IV-1-3-10-Détermination du gluten.....	40
IV-1-3-11-Essai à l'biographe chopine	40
IV-4- Les analyses microbiologiques.....	41
IV-4-1- Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	42
IV-4-2- Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteur.	42

Chapitre V : Résultats et interprétation

V-1- Résultats et interprétation des analyses physicochimiques de la matière première (Blé tendre).....	43
V-2- Résultats et interprétation des analyses physicochimiques du produit fini "Farine"	47
V-3- Résultats et interprétation des analyses microbiologiques.....	65

-Conclusion.

-Références bibliographiques.

Annexe.

Liste des abréviations

AFNOR : Association française de Normalisation

C° : Degré Celsius.

Ca² : Calcium.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

DM: Dilution mère.

Fe : Fer

G : Gonflement de la pate

GH: Gluten humid

Gs: Gluten sec

H%: Humidité.

ISO: International organisation standardisation

JORA: Journal officiel de la République Algérienne

Ms : Matière Sèche.

Na: Norme algérienne.

N F: Norme française

Mg: Magnésium

NaCl : chlorure de sodium

OGA : oxytétracycline

PHL : poids a l'hectolitre

PMG : poids de mille grains

Ps : poids spécifique

P/L : rapport entre ténacité et extensibilité

R : réducteur

S : sasseur

(NH₄)₂so₄ : sulfate d'ammonium

VF : Viande foie

Vit : Vitamine

W : La force Boulangère

Zn²⁺ : Zinc.

Abréviation spécifique a la recherche :

B₁B₅: broyeur (appareil a cylindre)

DB₁B₂: sécheur rassemble B₁ et B₂

DB₃ : sécheur B₃

DB₄ : sécheur B₄

C₁. C₆: convertisseur

R₁-R₄ : Réducteur

Df : sécheur des filtres

Vf : Vibreur des farines

Liste des Tableaux

Chapitre I :

Tableau 1 : La composition chimique du tissu d'un grain de blé.....	6
Tableau I.2 Répartition des sucres dans les différentes parties du grain de blé (exprimé en % de MS).....	7
Tableau I.3 Composition des protéines des grains de blé exprimé en % de MS.....	8
Tableau I.4 Composition en acides gras des lipides de blé exprimé en %.....	9
Tableau I.5 Répartitions en % de matières minérales dans le blé.....	10

Chapitre II

Tableau II. 1 Etapes de séparation utilisées pour nettoyage du blé tendre.....	14
---	----

Chapitre III

Tableau III.1 : Composition biochimique de la farine exprimé en (%)......	23
Tableau III.2 : Types légaux, taux d'extraction des farines et leurs principales utilisations..	27

Chapitre V

Tableau V.1 : Résultats de la recherche des impuretés.....	43
Tableau V.2 : Résultats de poids spécifique (PS).....	44
Tableau V.3. Résultats de la masse de mille grains.....	45
Tableau V.4. Résultats du taux d'humidité.....	45
Tableau V.5. Résultats de taux de cendre	46
Tableau V.6. Résultats de taux de protéines	46
Tableau V.7. Résultats des analyses physicochimiques des farines issues de différents passages	47
Tableaux V.8 classification des farines en fonction de taux de cendre (pureté).....	50

Tableau V.9 Résultats de la teneur en eau des différents types de farines	51
Tableau V.10. Résultats du taux d'affleurement	52
Tableau V.11. Résultats de L'essai pékar.....	53
Tableau V.12. Résultats de l'acidité grasse.....	54
Tableau V.13. Résultats de la teneur en protéine.....	55
Tableau V.14. Résultats de l'indice de chute des types de farine.....	56
Tableau V.15. Teneur en gluten des différents types de farine.....	57
Tableau V.16. Résultats de la détermination de l'alvéographe de Chopin.....	60
Tableau V.17: Résultat final d'orientation de différents types de farines rassemblées en fonction de leur pureté vers les différents usages.....	62
Tableau V.18 Le taux d'extraction des différents types de farine.....	63
Tableau V.19 : Résultats des analyses microbiologique.....	64

Liste des Graphes

Grappe N° 01 : Teneur en eau des différents passages de mouture.....	48
Grappe N° 02 : Taux de cendre des farines issues des différents passages.....	49
Grappe N° 03 : Teneur en eau des différents types de farines.....	51
Grappe N° 04 : Taux d'affleurement des différents types de farines.....	52
Grappe N° 05 : L'acidité grasse des différents types de farines.....	54
Grappe N° 06 : Teneur en protéine des différents types de farines.....	56
Grappe N° 07 : L'indice de chute des différents types de farines.....	57
Grappe N° 08 : Taux de gluten sec des différents types de farines.....	58
Grappe N° 09 : Taux d'hydratation des différents types de farines.....	59
Grappe N° 10 : Alvéographe des différents types de farines.....	60
Grappe N° 11 : Résultats de débit de sortie des différentes phases de mouture	63

Liste des Figure

Figure1 : Représentation schématique d'une coupe de grain de blé.....	3
Figure 2 : coupe transversal de grain de blé.....	4
Figure 3 : Digramme de la mouture.....	21
Figure 4 : Représentation schématique de la farine.....	22

Introduction

Les céréales sont considérées comme une denrée alimentaire stratégique du fait qu'elles constituent l'aliment de base, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique et de 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire algérienne (**Okand dzay, 2000**).

Parmi toutes Les céréales, le blé a toujours occupé une place primordiale dans l'alimentation mondiale. L'importance de cette culture s'illustre par la mise en place de toute une industrie particulièrement importante représentée par la minoterie, la semoulerie, la Boulangerie, la Biscuiterie, la fabrication des pâtes alimentaires (**Boudreau et Menard, 1992**)

En Algérie, la consommation céréalière, occupe une place fondamentale dans la ration alimentaire quotidienne, elle fournit, respectivement plus de 60% et de 75 à 80 % d'apport calorique et protéique, soit une consommation annuelle de l'ordre de 200 kg /habitant. La demande intérieure en blé est estimée à 6.4millions de tonnes, réparties en 3,7 millions de tonnes pour le blé tendre et 2,7 millions de tonnes pour le blé dur (**Anonyme, 2009**). Cette demande n'est en moyenne couverte qu'à la hauteur de 70 à 75% par la production nationale qui est de 5,2 millions de tonnes (**Anonyme, 2009**).

La qualité technologique du blé tendre (*Triticum aestivum*) est à l'heure actuelle une des principales préoccupations.

Ainsi, la variation des qualités technologiques des récoltes, liées particulièrement aux taux de protéines, peut pénaliser leur valorisation à l'exploitation. Et permet avant tout d'avoir une bonne satisfaction de l'industrie agroalimentaire .Elle dépend essentiellement des protéines de réserve. Le caractère qualité est actuellement devenu l'un des objectifs principaux recherché par le consommateur.

La première transformation des céréales a pour objectif d'isoler l'albumen amylicé sans contamination par les parties périphériques de blé. La structure anatomique du grain de blé, a la différence d'autres céréales présente la particularité que l'ensemble des couches histologiques se replient à l'intérieur du grain pour constituer le sillon

La présence de ce sillon a conduit au développement d'un procédé original de première transformation du blé que l'on appelle procédé de mouture (**Godon et William 1998**)

L'objectif de notre étude est de déterminer la qualité des différents types de farines rassemblés en fonction de leur pureté dans un but de les diriger vers les différents usages répondant au besoin du consommateur.

I. Généralité sur le grain du blé :

Le blé est un monocotylédone qui appartient au genre *triticum* de la famille des graminées, c'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence, appelé caryopse. Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*triticum aestivum*) et le blé dur (*triticum durum*). Ces deux variétés constituent l'essentiel de l'alimentation humaine dans de nombreux pays. Les blés sont consommés après transformation, en semoule pour le blé dur ; destiné essentiellement pour la confection de pâtes, et en farine pour le blé tendre destiné pour les boulangeries et la pâtisserie (Feillet, 2000).

I.1 importance du blé dans le monde

I.1.1 importance de la culture du blé dans le monde

Les céréales, le blé en particulier occupe une place importante dans la production agricole et constitue la nourriture de base pour 35% de la production mondiale (Hamel, 2010).

De toutes les plantes cultivées, le blé est celui qui a le plus d'importance dans l'alimentation de l'être humain, c'est ce qui fait que c'est la plante la plus cultivée des céréales.

Les statistiques mondiales sont calculées par le conseil international des céréales, pour la campagne 2009-2010 du juillet à juin la production mondiale est de 636 millions de tonnes de blé (près de 100Kg par habitant), la production globale de céréales au début des années 1990 montre bien la nature des changements intervenus, la Chine vient au premier rang avec 19% de la production du blé ou plus en 2007, l'Union Européenne à 27%, est le premier producteur mondial avec 143 millions de tonnes en 2010 (Anonyme, 2010)

I.1.2 Développement en Algérie et perspectives

En Algérie, les céréales sont la base alimentaire de la population (220Kg /individu/an) elles occupent la première place en surface agricole. Le blé dur occupe 43% de la zone de production, et le blé tendre vient au deuxième rang, avec 800.000 hectares.

Le gouvernement a eu mobilisé annuellement près de 2.5 milliards de dollars pour assurer les importations alimentaires vu la faible production céréalière et particulièrement celle des blés (1.60 à 1.8 millions de tonnes en moyenne).

Selon les prévisions du conseil international des céréales (CIC) pour 2009 l'Algérie demeure l'un des plus grand importateur du blé après l'Egypte., les pays de l'Océanie, le Brésil, les pays d'Europe, où il avait importé plus de 6,30 millions de tonnes en 2009 (anonyme 2009).

Les importations de blé tendre ont augmenté de 11,05% durant les quatre premiers mois de 2013, malgré une baisse de blé dur 7,03% des quantités importées (Anonyme, 2013).

I.2 structure et morphologie du grain de blé

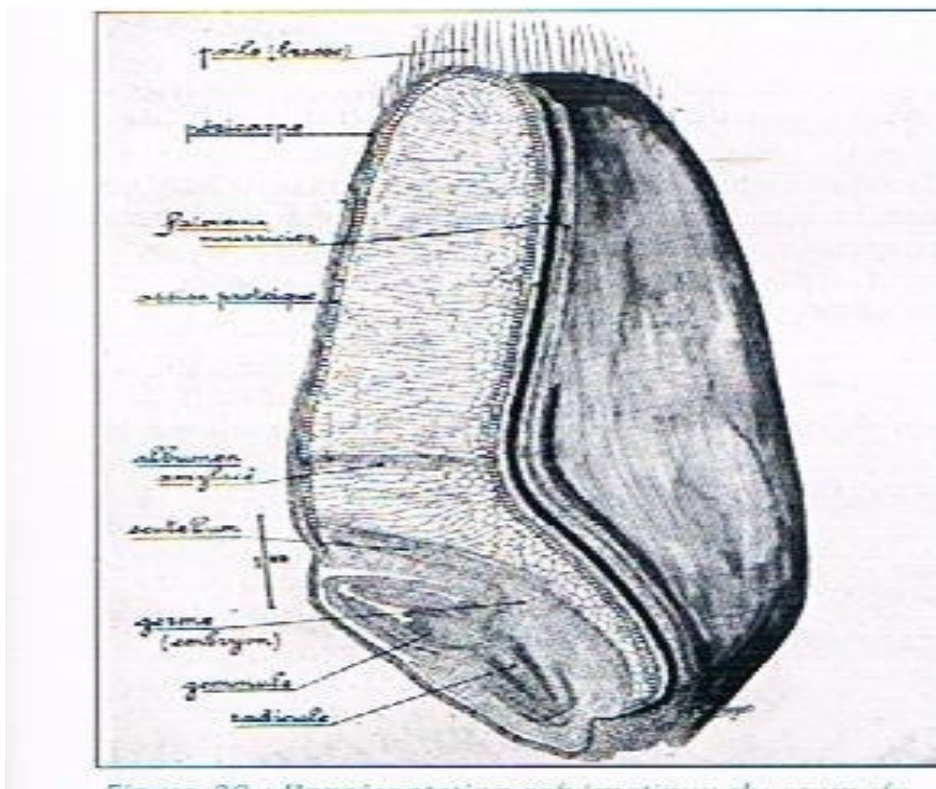


Figure 1 : Représentation schématique du grain de blé (fleckinger, 1935)

Le grain de blé tendre a une forme ovale amandier, son poids varie de 30 à 55 mg , sa longueur entre 6-10 mm , sa largeur entre 3 à 4 mm, et l'épaisseur entre 2.5 à 3.5 mm.

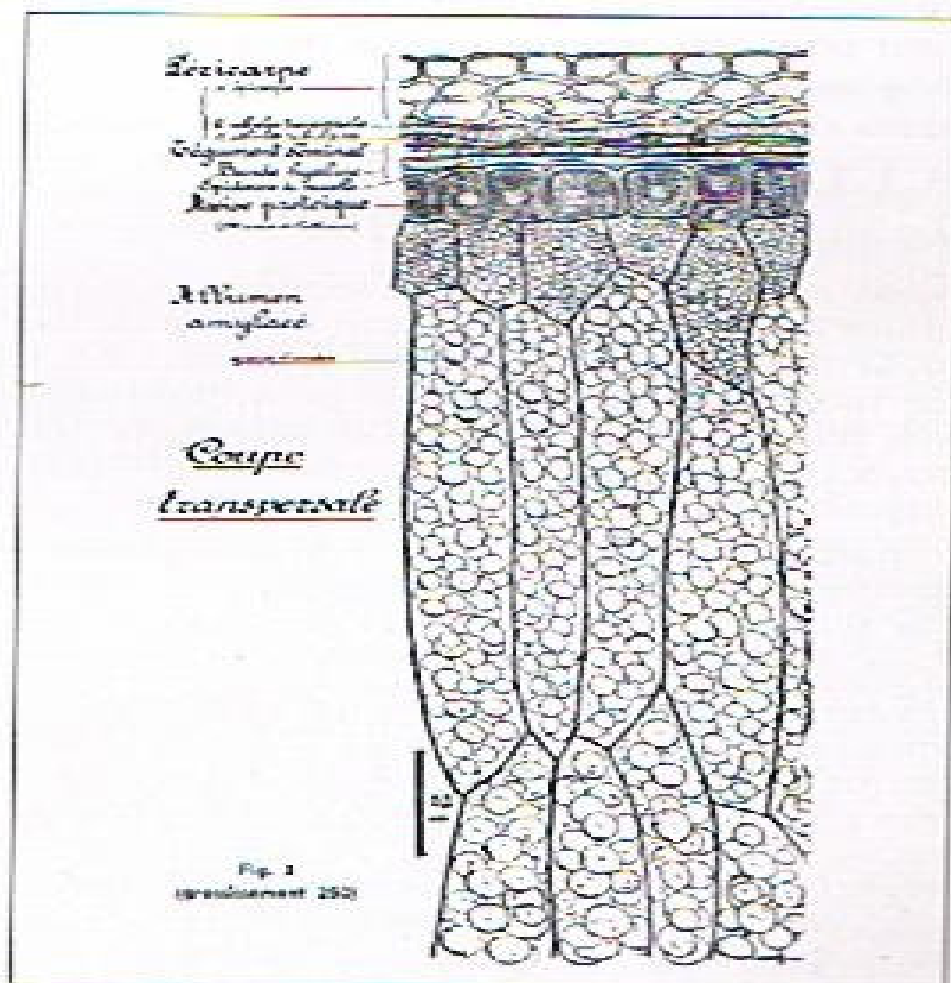


Figure 2 : Coupe transversale du grain du blé (flecker, 1935)

L'examen histologique de cette graine permet de mieux comprendre la technique de transformation du blé en farine , mais aussi de bien situer la répartition des différents éléments nutritionnels et leur devenir dans les opérations de mouture et de tamisage des farines.(Roussel et Chiron, 2002). Le grain de blé en demi –coupe (**figure 1**) fait apparaitre trois parties destinées:

I.2.1 le germe

Qui représente environ 3% du grain de blé : contient une proportion élevée de lipides, protéine, vitamines et éléments minéraux sans oublier les fortes activités enzymatiques.

Cette partie est éliminée dans les farines courantes par les techniques actuelles de monture sur cylindres et se retrouve dans les issues (son et remoulages). (**Rossel et Chiron, 2002**).

I.2.2 les enveloppes

(13 à 15% du grain) sont constituées : du péricarpe 4%, du tégument séminal 2 % et de l'assise protéique 7 à 9 %.

Elles représentent en fait une membrane souple et dure à briser, dont les différentes couches sont bien soudées entre elles.

Il est donc impossible de détacher l'enveloppe de l'amande à cette difficultés, s'ajoute celle d'avoir une partie rentrante appelée sillon qui rend impossible un travail de séparation complet par abrasion et qui oblige le meunier à ouvrir le grain pour détacher progressivement l'amande de l'enveloppe.

Le Péricarpe et le tégument séminal sont constitués en forte proportion de cellulose et d'éléments minéraux .l'assise protéique est riche en protéines, en lipides, en vitamines et en composés minéraux

Après mouture, cette carapace externe du grain de blé est appelée son. (**Rossel et Chiron, 2002**).

I.2.3 l'amande ou albumen amylacé

82 à 85 % du grain représente les substances de réserve pour la germination du grain. Elle est constituée de glucide (amidon principalement) de protéine (10 à 12 %) , en faible proportion, d'éléments minéraux (0.3 à 0.6 %) et de vitamines .

Cette partie du grain est considérée par le meunier et le boulanger comme la partie la plus noble pour son aptitude à la panification. Elle est mieux valorisée commercialement que les parties périphériques. (**Rossel et Chiron, 2002**).

I.3.Composition biochimique du grain de blé

La composition en pourcentage de matière sèche du grain est de 70 % de glucides, 12 % des protéines et de 1 à 2 % de lipides. Le grain contient également des vitamines, des sels minéraux, des fibres, de l'eau et des enzymes (**Anonyme, 1992**).

Celles –ci peuvent avoir des effets bénéfiques ou nuisibles au cours de la panification.

Tableau 1 : la composition chimique du tissu d'un grain de blé

	Péricarpe %	Aleurone	Albumen
Protéines	10	30	12
Lipides	0	9	2
Amidon	0	0	8.2
Sucre réducteur	0	0	1.8
Pentosane	43	46	1.6
Cellulose	40	3	0
Minéraux	7	2	0.5

(Feillet , 2000).

I.3.1. l'eau

Le grain de blé est constitué de 13.5 % d'eau, cette faible teneur lui permet d'être stocké longtemps en évitant aussi le développement de micro-organismes en particulier de moisissures (**Fredot, 2005**).

I.3.2. Les glucides

Selon (**B, Godon, 1991**).les glucides sont les composants les plus importants au niveau du grain de blé (80 % d'amidon, polymère de glucose).il est constitué de 17-28 % de chaines linéaire d'amylose et de chaines ramifiées plus longues d'amylopectine.

Tableau I.2 Répartition des sucres dans les différentes parties du grain de blé (exprimé en % de MS)

Constituants	glucose	fructose	saccharose	maltose
Enveloppes	0.20	0.10	2.00	0.00
Albumen	0.10	0.6	0.20	0.00
Germe	0.20	0.00	6.20	5.00

(Pierre Feuillet,1998)

Un ensemble de composé glucidique de structure, comme la cellulose, est présent à environ 5 % dans le grain (**Godon et William, 1991**).

- **Les glucides assimilables** : 61 % avec des glucides complexes (l'amidon) : il représente 59 % dont 25 % d'amylose et 75 % d'amylopectine.

Il est essentiellement retrouvé dans l'amande dont la zone centrale est plus riche que la zone périphérique. Par conséquent plus une farine sera blanche, plus elle sera riche en amidon et meilleur sera son coefficient d'utilisation digestive (CUD).

Les glucides simple 2 % ils sont représentées par du glucose, du fructose, du saccharose et du raffinose.

Ils sont pour la majeure partie localisés dans le germe et l'assise protéique de l'écorce.

- **Les glucides non assimilables (FAV) :**

Le grain de blé contient 9.5% de FAV. Étant donné la présence de ces fibres, le CUD des glucides est de seulement 90 %. Elles se trouvent principalement dans l'écorce (**Fredot, 2005**).

I.3.3.les protides

Les protides sont formés d'acides aminés libres, de peptides et surtout de protéines, les protéines de céréales sont classées selon leur solubilité : les albumines, solubles dans

l'eau ; les globulines, solubles dans les solutions salines diluées ; les prolamines dans les solutions alcooliques et glutelines dans les solutions diluées d'acides ou d'alcalis.

Pour le gain de blé, les prolamines sont plus spécifiquement appelées gliadines, quant aux glutelines, elles sont nommés gluténines ces deux types sont les plus présents dans le grain avec : 40 %- 50 % et 30 % - 40 % .elles constituent les protéines de réserve.

Tableau I.3 Composition des protéines des grains de blé exprimé en % de MS

Espèces	Albumines	Globulines	Prolamines	Glutelines
Blé	5-10	5-10	40-50 (gliadine)	30-40 gluténine

(Godon et William,1990)

▪ Les globulines

Qui représentent 6 % à 10 % des protéines totales, elles ont un rôle faible dans le processus de panifications .en combinaisons avec les sucres, elles participent à la réaction de Maillard qui donne une partie de sa coloration à la croute du pain.

▪ Les gliadines

Elles sont responsables de l'extensibilité de la pâte lors de la fabrication. Elles sont aussi responsables chez certains sujets de « l'intolérance au gluten ».

On distingue : α , β , γ et ω .elles sont pauvres en acides aminés basiques et très riches en glutamine et proline.

Les α , β , γ gliadines sont stabilisées par des ponts di sulfures intramoléculaires, par de nombreuses liaisons H.

Les gluténines

Les gluténines ont une forte teneur en : lysine, glycine, alanine, et tyrosine à celles des gliadines, mais leur teneur en acide glutamique, proline et cystéine est inférieure.

Il existe deux types de glutenines :

- Les gluténines à faible poids moléculaire (FPM).
- Les gluténines à haut poids moléculaires (HPM).

Les deux sont associées par liaisons non covalentes, essentiellement des liaisons hydrophobes (Alais et Linden, 1994).

▪ Le gluten

Le gluten composé de 75 % à 80 % de protéines (gliadines et gluténines essentiellement), 5 à 10 % des lipides et de 8 à 10 % d'amidon (Godon, 1991). Il a des propriétés de cohésion d'élasticité, de viscosité et de plasticité qui lui permette au cours de la panification, de former un réseau tridimensionnel imperméable, capable de retenir le gaz carbonique et de s'étirer sous sa pression pour former la structure et la texture à alvéolée du pain (Fould, 1996).

La quantité de gluten et la qualité de ses protéines font la valeur boulangère de la farine (Anonyme, 1992).

I.3.4. Les lipides

En faible proportion dans le gain de blé ils se retrouvent essentiellement dans le germe. Les acides gras sont essentiellement insaturés (63 % d'acide linoléique, 15 % d'acide oléique contre 18 % d'acide gras saturé palmitique).

Tableau I.4 Composition en acides gras des lipides de blé exprimé en %

Espèce	Acide palmitique C16 (saturé)	Acide oléique C18 : (insaturé, 1 seul double liaison)	Acide linoléique C18 : (insaturé, 2 doubles liaisons)	Acide linoléique : (insaturé, 3 doubles liaisons)
Blé	18	15	63	4

(Godon,1991)

Les deux –tiers de ces lipides sont libres, à lors que les autres sont liés aux autres constituants de la farine (glucides, protides). Ces lipides liés jouent un rôle important dans la cohésion et les propriétés du gluten (**Godon et William, 1991**).

I.3.5.Les minéraux

Le calcium et le phosphore : les teneurs sont les suivants :

-**Calcium:** 35 mg/ 100g

✓ **Phosphore:** 400mg/ 100g. Soit le rapport calcium/ phosphore

* s'il est inférieur à 1 % : le calcium est mal utilisé par l'organisme.

* S'il est supérieur à 1 % : le calcium est utilisé par l'organisme.

Tableau I.5 Répartitions en % de matières minérales dans le blé

Constituants	% de matière minérales/MS
Enveloppes (sons) :	
-péricarpe	2 à 4%
-tégument séminal	12 à 18%
-assise protéique	6 à 15%
Germe	5 à 6%
Amande	0.35 à 0.6 %
Blé entier	1.6 à 2.1%

(Roussel et Chiron, 2002)

En effet, dans le blé et les céréales en général, une grande partie du phosphore (75 % pour le grain de blé se trouve sans forme d'acide pythique qui présente la propriété de lier les cations bivalents tels que le : Ca^{+2} - Zn^{+2} Mg^{+2} .

Cela donne à lors naissance à des sels insolubles donc non absorbables.

- ✓ **magnésium** : 140 mg/ 100 g.
- ✓ **Sodium** : 3 mg /100g
- ✓ **Potassium**: 435 mg/100g
- ✓ **Fer**: 5 mg/100g
- ✓ **Zn**: 4.1 mg/100g
- ✓ **cuivre**:0.6 mg /100 g (**Fredot, 2005**).

I.3.6. Les vitamines

I.3.6.1. Vitamine hydrosolubles

-vit **B1** : 0.41 mg/ 100g : 2/3 sont situés dans le scutellum, 1/3 dans l'assise protéique.

-vit **B2** : 0.1 mg/100g : c'est une source très médiocre dont 50 % est située dans l'amande.

-vit **B3** : 4.7mg/ 100g : 2/3 se trouvent dans l'assise protéique.

-vit **B6** : 0.5 mg/ 100 g ; ces teneurs sont moyennes.

-vit **B9** : 50 mg/ 100 g : c'est une source médiocre

I.3.6.2. Vitamines liposolubles :

La seule vitamine liposoluble Présente dans le gain de blé est la vitamine « E » avec 2.5 mg / 100g. Elle se trouve essentiellement dans le germe (**Fredot, 2005**).

I.3.7. Les fibres alimentaires végétales (FAV)

L'écorce est riche en fibres insolubles : lignine, cellulose et hémicellulose d'où l'intérêt diététique des pains complets. Du son et des pains au son dans la régulation du transit intestinal ainsi que dans la prévention du cancer du colon (**Fredot, 2005**).

II. Technologie de transformation du blé tendre

II.1. Réception du blé

La réception du blé est la première partie du processus, l'approvisionnement de l'unité en blé s'effectue par camions, elle dispose d'un pont bascule pour le contrôle quantitatif du produit reçu. Le blé est déversé dans la trémie de réception ou s'élimine une grande partie des grosses impuretés, ensuite le blé est acheminé grâce à des transporteurs à chaîne readler vers l'élévateur à godets. Ce dernier est orienté du poste des peses échantillons, ou utilise un échantillonneur manuel afin d'analyser notre blé, les analyses effectuées sont : le poids spécifique, l'humidité et le taux d'impuretés (**Godon Et William, 1998**).

II.2. Stockage du blé

Toutes graines céréalières sont en vie ou à l'état de dormance jusqu'au moment de leur transformation.

Le grain de blé ne peut comme toute matière biologique, être stocké sans subir, après un certain temps, une détérioration dont la nature et l'intensité sont fonctions du milieu ambiant. Les silos sont en métal ou en béton armé, de forme cylindrique et disposés en ligne ou damier. Il existe deux méthodes usuelles de stockage :

- Transilage
- L'atmosphère renouvelée (**Boudreau Et Menard, 1992**).

II.3. Nettoyage

Le blé étant souvent mélangé à des corps étrangers qu'il faut retirer avant de procéder à la mouture. Le nettoyage constitue une opération primordiale en minoterie qui doit être réalisée avec efficacité.

Tableau II. 1 Etapes de séparation utilisées pour nettoyage du blé tendre

	Nom de l'opération	Machines	Critère de séparation	Nature des impuretés
01	Tamissage ou calibrage	Nettoyeur-Séparateur	Taille	Grosses et petites
02	Aspiration	Tarare	Propriétés aérodynamique	Poussière
03	Epierrage	Épierreur	Densité	Pierre
04	Triage	Trieur	longueur	Graine longue, ronde ou hélicoïdal
05	calibrage	Table densimétrique	Densité	Impuretés légères et lourdes
06	Séparation de l'ergot	Toboggan	Vitesse, Surface et forme	Blés casses et nielle

(Abecassis, 1991).

II.3.1. Les équipements de nettoyage

Classent les produits en fonction de leur taille et de leur forme ; ils sont à tôles perforées, à cylindres ou à disques alvéolés et procèdent par élimination des impuretés ou extraction des bons grains.

II.3.1.1. Les nettoyeurs séparateurs aspirateur (SNA)

Le lot de blé passe sur des grilles (ou tôles perforées) dont les ouvertures retiennent les plus volumineux des produits étrangers (brins de paille, grains de maïs) et laissent passer blés et petites impuretés ; ces dernières (graines de colza) sont éliminées lors d'un deuxième passage sur des grilles dont les ouvertures retiennent les blés bien venus et les autres produits de dimension et de forme identiques.

II.3.1.2. Les trieurs

Les produits sont séparés sur la base de leur plus grande dimension on utilise à cet effet des appareils à alvéoles ; cylindre rotatif intérieurement au sein duquel transitent les produits.

Disque alvéolé sur ses deux faces et tournant à l'intérieur de la masse de grain (trieur carter). Les produits de plus grandes dimensions que les alvéoles retombent dans la masse de grains lorsque les alvéoles se trouvent en position supérieur et avancent vers l'extrémité de la machine. On sépare ainsi les blés des grains longs (avoine) ou rondes (vesce) (**Feillet, 2000**).

II.3.1.3.le trieur hélicoïdal (Toboggans)

Assurent la séparation des produits en fonction de leur masse, le lot à nettoyer descend par gravité une rampe hélicoïdale : ces composants sont soumises à la force centrifugée, les produits les plus lourd sont entraînés vers la périphérie, on sépare ainsi les blés casses et nielle (**Feillet, 2000**).

II.3.1.4.La table densimétrique

Les grains sont soumis à une aspiration d'air tout en étant entraînés par un mouvement de va et vient le long d'une table vibratoire et inclinée.

Les produits se répartissent en plusieurs couches :

- les plus légers se rassemblent dans la couche supérieure.
- les plus lourdes (pierre par exemple) restent au contact avec la couche inférieure et remontent par un effet dit de chasse.
- les blés les plus propres sont récupérés à l'une des extrémités de la table (**feillet, 2000**).

II.3.1.5. L'épierreur

Qui élimine les pierres par densités (**louis, 1998**).

II.3.1.6.Les épanteuses

Qui projettent les grains contre des grilles métalliques, assurant l'élimination des impuretés adhérent à la surface des blés et partiellement, de celles enfouies à l'intérieur du sillon. Peut être éliminée au cours de ces traitements par effet de choc (grains contre grains, grain contre parti métallique ou abrasives).

Ces machines contribuent par ailleurs efficacement à la diminution de la flore bactérienne contaminants (feillet, 2000).

II.3.1.7. Séparateur magnétique ou aimant

L'aimant a pour but d'enlever les particules métalliques existants dans un lot de blé, généralement l'aimant est placé à la sortie du séparateur nettoyeur aspirateur, le blé passe directement au niveau d'un appareil qu'on appelle aimant qui permet de débarrasser le blé de toutes les particules métalliques. Il existe deux types d'aimant :

L'un fixe et l'autre électro-aimant, mais au niveau du moulin en utilisant toujours l'aimant permanent. Celui-ci est placé sous l'alimentation du blé et cet aimant ne peut être débarrassé des particules métalliques retenues que lorsque la section de nettoyage est à l'arrêt. Mais on peut toujours utiliser une brosse qui permet de racler en permanence l'aimant des particules qui y sont retenues pour les évacuer vers un petit boîtier situé à l'extérieur de l'aimant (feillet, 2000).

II.3.1.8. Le tarare

La séparation entre les impuretés très légères qui seront entraînées par l'air d'aspiration et les impuretés plus ou moins lourdes par une décantation.

Le blé sort du séparateur, tombe dans la caisse (cuve) d'alimentation du tarare où il est accumulé, ce qui empêche l'entrée par deux ressorts d'alimentation. Quand l'air traverse le produit, il soulève les particules les plus légères vers la sortie.

Les déchets légers sont emportés par l'air dans la conduite d'aspiration vers l'extérieur, tandis que les déchets lourds tombent dans la chambre de décantation.

II.3.1.9. Trieuse de couleur de grain (bleu 5)

C'est un équipement moderne dans le domaine de nettoyage du blé, et est d'une grande importance et elle contribue à élever la qualité de la semoule de produits, et faciliter le travail des autres dispositifs de nettoyage, en cas de panne dans un équipement de nettoyage du blé, peut faire le travail seul.

Cet équipement élimine tous les grains colorés (mouchetés, mitadinés, échaudés, colorés du germe.....) mais dans l'unité semoulerie de Sidi Brahim cet appareil réglé nettoie les grains colorés noirs sitôt pour buts économiques et développement la qualité du produit.

II.4. Préparation du blé tendre à la mouture

Appelée aussi conditionnement, à visée modifier l'état physique des grains de manière à permettre la meilleure séparation possible au cours de la mouture entre l'albumen amylicé d'une part, les enveloppes, la couche à aleurone et le Germe d'autre part (**Godon Et William, 1998**).

D'après **Godon et William, 1998** cette opération comprend deux étapes :

- Mouillage et absorption d'eau par les grains.
- Distribution de l'eau absorbée à l'intérieur des grains pendant la période de repos.

II.4.1. Les objectifs du conditionnement

Selon **Maig (1970)**, les objectifs du conditionnement sont les suivants :

- ❖ Faciliter la séparation entre l'enveloppe et l'amande.
- ❖ Favoriser la fiabilité de l'amande, afin de faciliter la réduction au niveau de la mouture.
- ❖ Conférer au blé et aux produits de mouture des teneurs en eau idéales pour l'ensemble de la transformation et surtout pour le blutage.
- ❖ Cependant, tenir compte de la législation en vigueur et d'une façon générale satisfaisante à la conservation des produits finis.

II.5. Mouture du blé tendre

II.5.1.Principe

Théoriquement on peut résumer la mouture de blé en deux phases :

- * Séparer l'amande farineuse du son et du germe.
- * Réduire cette amande en granules suffisamment fins. (**Godon et Willm**)

La mouture proprement dite nécessite plusieurs opérations unitaires (broyage- blutage- claquage- convertissage). Qui forment un cycle que l'on consigne dans un « diagramme »

celui-ci représente notamment les caractéristiques de réglage des cylindres, les ouvertures de maille des tamis et la destination des produit (**Rossel et Chiron, 2002**).

II.5.2. Etapes de la mouture

L'opération de mouture se divise en quatre étapes :

a) Le broyage :

C'est la première opération de mouture dont le but est d'effectuer la meilleure séparation de l'amande des enveloppes. Le broyage des grains s'effectue entre deux paires de cylindres en fonte de dureté variant de 500 à 600 degrés brinell, qui tournent en sens opposé et à une vitesse différence. Le cylindre le plus rapide qui sépare l'albumen du grain tourne 2.5fois plus vite que le cylindre lent et va à une vitesse pouvant varier de 500 à 550 tours par minute ce qui laisse une vitesse d'environ 200 à 220 tours par minute pour le cylindre inférieur le plus lent, qui tend à retenir le grain.

La surface des rouleaux de rupture est toujours cannelée pour obtenir l'effet d'écrasement du grain par cisaillement (**Boudreau, Graham Et Worden, 1992**).

Les broyeurs au nombre de 4 ou 5 (B₁ jusqu'à B₄ ou B₅) vont se distinguer par :

- ❖ L'écartement entre les cylindres, diminue lorsqu'on passe de B₁ au B₅.
- ❖ Le nombre de cannelures au centimètre augmente lorsqu'on passe de B₁ au B₅.
(**Rossel Et Chiron**).

Les cannelures caractérisées par leur forme, leur inclinaison et leur position de travail. Plus les cannelures sont coupantes, plus l'action de cisaillement l'emporte sur celle de compression.

L'inclinaison peut varier de 3 à 12 degrés. La position dos sur dos (D/D) des cannelures de la paire de cylindres du premier broyeur contribue à ouvrir le grain de blé, à le dérouler et à préparer ainsi le travail du deuxième broyeur. Cette position réduit la production de grosses semoules et favorise celle de fines semoules, finots et farine. Elle permet ainsi de diminuer le taux des granules d'amidon endommagés. La position tranchant sur tranchant (T/T) augmente la production de grosses semoules et limite celle de la farine. (**Boudreau et Menard**).

b) Le système de blutage

Après le passage sur des cylindres cannelés (appareil de broyage) ou lisses (appareil de convertissage) les produits passent par la bluterie (ensemble de plansichters) afin de classer les différentes parties en fonction de leur dimension. Cette séparation se limite à deux produits :

- Un refus : ce qui demeure sur le tamis.
- une extraction : ce qui passe à travers le tamis.

De plus il est indispensable de prévoir un circuit d'air à l'intérieur du système de blutage.

Le plansichter se compose d'un grand nombre de tamis superposés dont les surfaces unitaires varient entre 0.20 et 0.34 mètre carré. Les tamis sont regroupés en compartiments (de 1 à 8) pouvant contenir chacun de 16 à 30 tamis superposés.

Parmi les procédés employés pour dégommer les tamis, on utilise des brosses et surtout des tapotins en matière plastique. L'action de tamisage s'exerce par un mouvement de rotation parallèle au sol. La vitesse de rotation des tamis du plansichter se situe entre 240 et 260 tours par minute, et l'excentricité, entre 60 et 90 millimètres (mouvement giratoires), font descendre les particules fines et lourdes dans la couche de mouture, tandis que les particules grosses et légères demeurent à la surface.

c) Le système de sassage :

Le travail des cylindres cannelés au début de la mouture produit toute une gamme de particules d'amande de provenance et de dimension différentes.

L'objectif du sassage est donc de classer les mélanges en ces diverses composantes à fin de récupérer le plus de produit riche en son et de transférer des semoules et des finots purs au convertissage ou ils seront réduits en farine. Plus l'albumen est pur quand il arrive au convertissage, plus la farine obtenue sera blanche et brillante. Les tamis de sasseur sont longs, étroits et légèrement inclinés. Ils ont un mouvement rapide, obligeant les produits à se déplacer en couches continues depuis l'entrée jusqu'à la sortie.

Sous chaque tamis des brosses circulent sur deux rails par le mouvement alternatif de la table pour dégommer les tissus blutants (**Boudreau, Graham, Worden 1992**)

d) La phase de réduction

Qui se divise en deux parties :

- **Claquage** : qui reçoit des semoules propres ou très peu vêtues, à pour but de produire des gruaux très propres qui son réduits par les convertisseurs.
- **Convertissage** : qui est alimenté en tête par les finots et les gruaux constitués de 95 à 98 % d'amande farineuse, le refus de chaque convertisseur alimente le convertisseur suivant. la réduction en farine des particules d'amande pures en provenance du sassage se fait sur une succession de cylindre lisse au lieu de cylindre cannelé, afin de ne pas briser la qualité des farines. L'autre différence par apport au système de rupture est l'emploi d'une vitesse différentielle de 1.25 à 1 au lieu de 2.5, soit une vitesse de 450 à 530 tours par minute pour le cylindre rapide.

Le but du système de réductions est d'écraser les morceaux d'albumen pour les transformer en farine et enlever les derniers morceaux de son et de germe.

Sous l'action de la pression des cylindres lisses, de la température et de l'humidité des particules d'amande sassées, les produits sortent sous forme de plaquettes qui emprisonnent toutes les parties constituantes , la présence des plaquettes diminuerait l'efficacité du blutage, c'est pourquoi on utilise des détacheurs à turbine, munis de pales ou de doigts, qui projettent violement les produits contre une tôle, ce qui à pour effet de libérer des particules constituent les plaquettes et de réduire certaines particules d'amande en farine (**Boudreau , Graham, Worden,1992**).

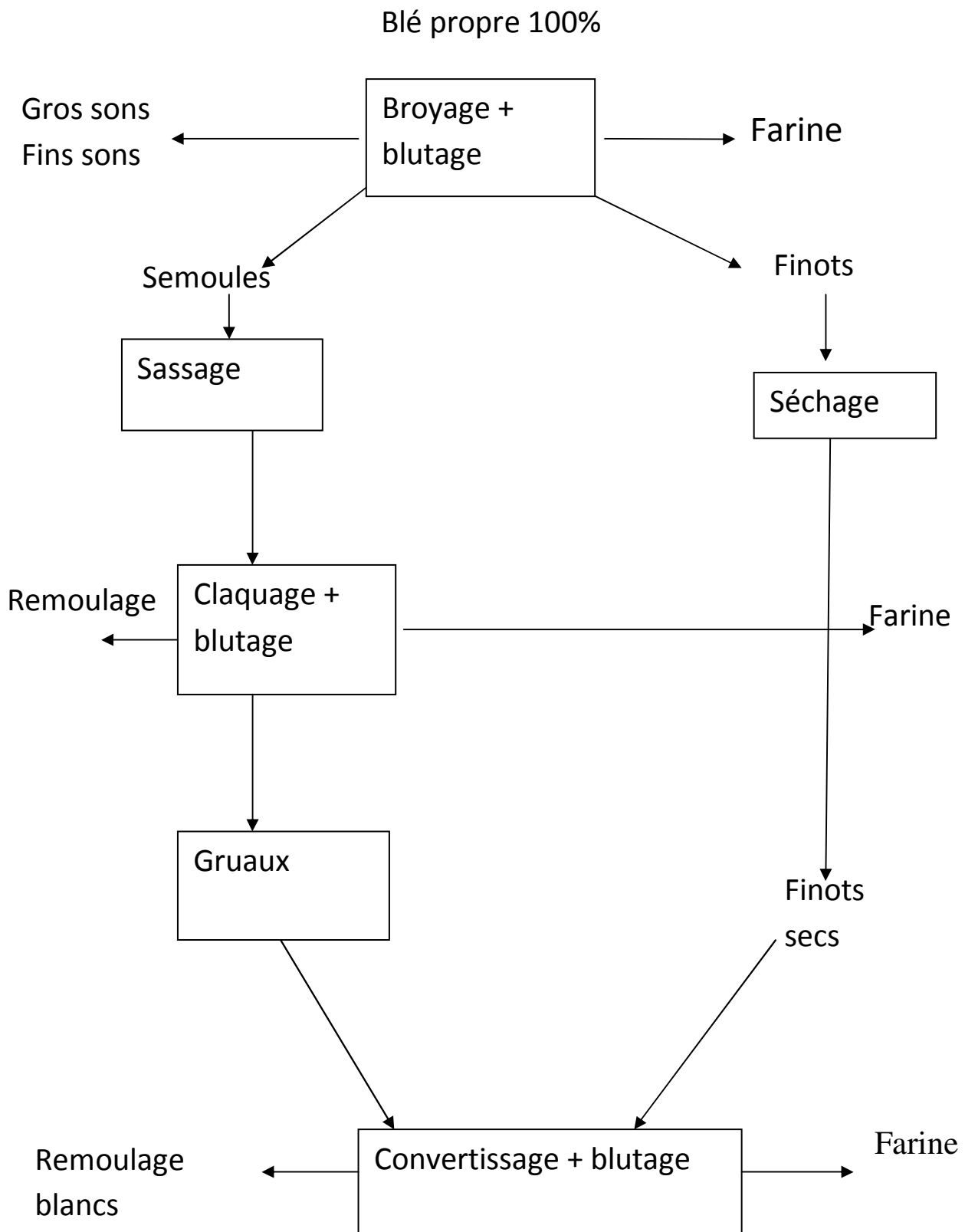


Diagramme de mouture (Godon, 1991)

III. Farine, produit de mouture

III.1. Définition réglementaire

Plusieurs types de farine sont mélangés par le meunier pour obtenir la qualité de farine panifiable souhaitée par le boulanger (**Anonyme, 1992**). La définition de la farine date d'un congrès international de la répression des fraudes, tenu en 1908 et 1909.

« La dénomination de farine, sans autre qualification, désigne exclusivement le produit de la mouture de l'amande du grain de blé nettoyé et industriellement pur ». Alors que le produit de la mouture des autres graines, céréales, légumineuses nettoyées et industriellement pures, sera désigné par le mot farine suivi du qualificatif indiquant l'espèce de graines, de céréales, de légumineuses, entrant dans la composition, soit à l'état isolé, soit à l'état de mélange" (**Caluel, 1964**) ; (**Godon Et William, 1991**) ; (**Monehay, 1993**).

On appelle farine de froment ou de blé toute farine qui provient exclusivement de la mouture de blé (espèce *triticum*) sain, loyal et marchand (**Lenaour Et Al, 1998**)



Figure 4 Représentation schématique de la farine (**Roussel et Chiron, 2002**)

III.2. Caractéristiques des farines

La farine est caractérisée par ses taux d'extraction, de blutage et de cendres.

* Le taux d'extraction

Est exprimé par le rapport « poids de farine extraite sur 100 Kg de blé mis en œuvre. Il représente donc la quantité de farine retirée de 100Kg de blé (**calvel, 1964**). Plus il est élevé,

plus il y a de risque que la farine contienne du son. La farine de faible taux d'extraction présente de meilleures caractéristiques organoleptiques (aspect plus blanc) et fonctionnelles (Cheftel, Cheftel, 1992).

✱ **Le taux de blutage**

Représente la quantité de son et remoulage recueillis au cours de la mouture de 100 Kg de blé (Calvel, 1964), (Masy Lattardi, 1989).

✱ **Le taux de cendres**

Exprime la pureté des farines et correspond à la quantité de minéraux, principalement contenus dans le son, et encore mélangés à la farine, plus la farine est pure, plus le taux faible (Masylattarde, 1989). (Monnehay, 1993).

III.3.Composition biochimique des farines

D'après Calvel R, (1980) la composition biochimique de la farine varie avec le choix de taux d'extraction.

Tableau III.1 : Composition biochimique de la farine exprimé en (%)

Constituant biochimique	Pourcentage %
Amidon	60 – 70
Protéine	8 – 12
Lipides	1.2 – 1.4
Eau	14 - 16
Sucres	1 – 2
Matières minérales	0.45 – 0.60
Vitamines : B, PP, E	Traces

(Calvel R, 1980)

III .3.1. L'eau

La teneur en eau varie de 15 à 16 % enfin de mouture .cette teneur est une condition importante de la bonne conservation des farines, elle intervient dans le taux d'hydratation des pâtes et donc dans leurs caractéristiques rhéologiques (**Godon et William, 1991**).

III.3.2. Teneur en matières minérales

Les matières minérales du blé sont des constituants pondéralement mineurs de l'ordre de 1.6 à 0.2 % (exprimé sur matière sèche).La teneur en matière minérales teneur en cendres), définit les types commerciaux de farine. Elle est en relation avec le taux d'extraction de la farine par rapport au blé (**Clavel, 1964**), (**Godon Et William, 1994**).

III.3.3. Teneur en protéines

La teneur en protéine des farines de blé destinées à la fabrication des produits de cuisson à base de céréales varie de 7 à 15 %. Elle est fonction de la teneur en protéines des blés mis en mouture, de la répartition de celles-ci dans le grain et du taux d'extraction de la farine par rapport au grain (**Godon Et William, 1994**). La panification devient impossible lorsque la teneur en protéines est inférieure à 7 %.

La quantité des protéines exerce donc un rôle important vis-à-vis de la qualité boulangère (**Godon Et William, 1991**).

III.3.4. Teneur en glucides

La teneur en sucres préexistants dans la farine est généralement inférieure à 1 % .la farine panifiables comporte divers types de glucides :

- * Des sucres réducteurs et non réducteurs 1.5 à 2 %.
- * De l'amidon : 78 à 80 %constituant principal de l'amande).
- * Des pentosanes: 3 à3.5 %.
- * De la cellulose : 0.2 à 0.3 % (localisé dans les enveloppe du grain).

L'amidon natif représente, sous forme de granules sphériques, le constituant le plus important sur le plan pondéral de l'ordre de 70 %. une partie de ces granules d'amidon est endommagée par l'action mécanique de la mouture (**Lenaur et al, 1998**).

L'importance de l'amidon endommagé en panification est considérable, d'une part parce qu'il absorbe 4 fois plus d'eau, d'autre part parce que les granules endommagés sont préférentiellement hydrolysés par les amylases. Donc le meunier peut modifier la quantité d'amidon endommagé de ses farines par le choix des blés, leur préparation et les réglages du moulin.

III.3.5.Teneur en lipides

Ne constituent qu'une faible partie de la farine 1à2 %. Jouent un rôle important au cours de la conservation des farines. Au cours du stockage, les lipases entraînent la libération d'acides gras qui participent à l'amélioration des propriétés technologiques de la farine en panification (**Godon Et Guinet, 1994**).

III.3.6. Teneur en enzymes

Les enzymes catalysent des réactions biochimiques faisant apparaître de nouvelles substances qui peuvent posséder des propriétés particulières sur les plans technologiques, organoleptiques et nutritionnelles.

*** Les amylases :**

Elles hydrolysent l'amidon ; leur action est essentielle pour le développement de la pâte.

La β amylase attaque l'amidon endommagé (d'où l'importance des conditions de mouture) à partir de l'extrémité non réductrice des chaînes, en détachant des unités de maltose.

L' α amylase apparaît au cours de la germination des céréales. Elle rompt la liaison α (1-4) glycosidiques au hasard à l'intérieur de la molécule de polysaccharide.

*** Les protéases**

Leur action est fondamentale lors du développement de la pâte, au cours du pétrissage et de la fermentation. Ce sont des enzymes protéolytiques. On distingue les exopeptidases et les endopeptidases.

✱ **Les lipases**

Elle hydrolyse les liaisons esters des triglycérides et permet donc la libération d'acides gras qui entraînent une acidification des farines et le développement d'une odeur de rance. Son action s'exerçant essentiellement lors du vieillissement de la farine, elle serait préjudiciable à la conservation et à la qualité des farines.

✱ **La lipoxygénase**

Elle oxyde les acides gras insaturés possédant certaines doubles liaisons non conjuguées. Il en résulte des peroxydes et hydro peroxydes ont une action bénéfique sur la rhéologie des pâtes (Deroo, 1985). (Masy Lattard, 1989).

III.4. Classification des farines

✱ **En fonction de leur taux d'extraction :**

C'est la quantité de farine obtenue à partir de 100 Kg de blé. Plus le taux d'extraction est élevé, plus la farine est complète.

Tableau III.2 : Types légaux, taux d'extraction des farines et leurs principales utilisations

Type	Taux d'extraction %	Principales utilisations
45	68	-pâtisserie, farine de gruaux, pain de gruaux
55	74	-baguette, biscotes, panification fine, biscuiterie
65	78	-biscuiterie
80	82	Pains spéciaux: pain de mie,
110	85	pain brioché, pain viennois Pain bis, farine bise
150	94	Pain complets, farine complète

(Fredot, 2005).

✱ **en fonction de leur taux de blutage**

C'est le complément à 100 du taux d'extraction si le taux de blutage est fort, peu de farine à été obtenu, la farine est alors dite fortement blutée.

✱ **en fonction de leur type :**

Il repose sur le teneur en minéraux totaux contenus dans la farine. Pour le pain courant, la farine utilisée est de type 55 (taux d'extraction à 74 %) ce qui signifie qu'elle contient 0.55 g de minéraux au maximum pour 100 g de farine. C'est donc une farine très blanche, très raffinée mais très pauvre en minéraux. En revanche, la farine à pâtisserie est généralement de type 45 (Fredot, 2005).

III.5. Aspects qualitatifs d'un produit

III.5.1. Définition de la qualité

L'agence française de normalisation (**AFNOR**) donne comme définition : « la qualité d'un produit ou d'un service est son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs » (**Norme AFNOR NFX 50. 120**)

Dans le cas des blés la notion de qualité est assez variée et peut recouvrir plusieurs aspects : agronomique réglementaire, alimentaire, technologique, Etc.....

Ces aspects sont fonction de l'étape concernée (production, stockage, transformation) (**Rousset et Autran 1979**).

Dans les aspects qualité d'un produit on peut distinguer :

➤ **Usages et définition réglementaires**

Les produits sont caractérisés par leurs formes, leur appellation leurs origines, leurs technologies. Seules certaines définitions réglementaires ou d'usages (recueil ou code d'usages) permettent d'arriver à un classement très général.

➤ **Qualité hygiénique**

Elle est en relation avec la présence de micro organismes, de toxines et de contaminants chimiques, si la qualité microbiologique est généralement assurée en raison d'une cuisson qui permet une stérilisation presque totale, la contamination et le développement microbien risquent de se produire après cuisson. Ces risques de contamination augmentent bien entendu si la durée de conservation est longue et si les produits sont emballés. Dans ce cas la maîtrise de l'hygiène devient encore plus une obligation.

➤ **Qualité nutritionnelle**

D'après **Fourar 1994**, est l'aptitude du produit à bien nourrir (l'homme ou l'animal). Elle est avant tout fonction de la composition en nutriments, on peut y distinguer deux aspects :

- **Un aspect quantitatif** : c'est l'énergie stockée, sous forme chimique, apportée par l'aliment à l'organisme.

- **Un aspect qualitatif** : c'est la recherche de l'équilibre nutritionnel de l'aliment au regard des besoins du consommateur.

➤ **Qualité technologique**

Il s'agit de la valeur d'utilisation d'un produit dans des conditions opératoires définies. La valeur boulangère correspond à la fabrication du pain, et la valeur biscuitière est associée à la fabrication d'un biscuit sec.

La détermination de la valeur technologique suppose la mise en œuvre de protocoles de fabrication ou la mise en œuvre d'analyse indirecte d'appréciation de la qualité des farines.

➤ **Qualité organoleptique**

La norme AFNOR (**NFV 00.150**). Définit le caractère organoleptique comme la propriété 'un produit perceptible par les organes des sens (vue, odorat, toucher, goût).

Donc les composants organoleptique de la qualité sont très importante, mais subjective est variable dans le temps, dans l'espace et selon les individus. A l'échelle industrielle, cette qualité est bonne quand elle satisfait la plupart des consommateurs à un moment donné (**Berland et Russel, 2003**).

L'objectif du travail :

Notre étude a été effectuée au niveau de l'unité SIDI YAHYA de group **SIM**, le laboratoire de group a survie pour la réalisation des analyses physicochimique (La teneur en eau, poids spécifique, le PMG, et le recherche) des Impuretés pour la matière première (blé tendre) et (gluten- indice de chute- taux d'affleurement- l'essai Pékar- alveographe chopin) pour le produit fini (farine)

Ainsi que le laboratoire physicochimique d'INSFP (L'institut national spécialisé de la formation professionnelle) Bougarra, Blida pour (teneur en eaux, taux cendre, l'acidité grasse, teneur en protéine) sur le produit fini (farine).

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au laboratoire de group SIM, Mozaia Blida, durant 4 mois allant du 15/02/2013 au 10/06/2013

L'objectif de notre travail est déterminé les caractéristiques qualitatives des farines issues des différents passages rassemblée en fonction de leur pureté et orienté vers les différents usages.

IV .1. Présentation du complexe SIM**IV .1.1 Historique**

SIM, semoulerie industrielle de MITIDJA, situé au pied de l'atlas Blidéen dans la zone AIN ROMANA. Elle a été fondée dans les années 90 comme une petite entreprise familiale activant dans le domaine de transformation du blé, ou elle fait office de pionnier en sa qualité de première société privée dans cette filière d'activité en Algérie, SIM est rentrée en exploitation en 1994, par la production de 150 tonnes/ jours et un effectif de 40 employés .

Après plus d'une année d'existence, la société SIM a réussi à occuper un place de leader sur le marché algérien avec une part de marché qui avoisine les 15 % dans le domaine des produits céréaliers.

D'une dimension familiale extrême modeste à son démarrage, la société SIM s'est érigée en un groupe industriel et financier largement diversifiée dans ses activités.

Par ailleurs, la SIM s'est ouverte d'un partenariat étranger. En créant une société mixte Algéro-Italienne, dans le domaine de la maintenance et l'approvisionnement de la pièce de rechanges pour les unités de production. D'autre part SIM est partie prenante dans une société nationale dans le domaine des énergies renouvelables « NEAL ».

IV .1.2. Activité de l'entreprise :

L'activité du groupe SIM a connue une évolution croissante et soutenue depuis sa création. Le tableau ci-dessous montre cette évaluation.

Périodes	Activités
1994	-semoules -aliments de bétail
1998	-semoule, farine -aliment de bétail
2000	-semoule, farine -pates alimentaires -aliment de bétail
2001	-semoule, farine -pâtes alimentaires -couscous -aliment de bétail

IV .1.3. Evolution de la production :

Concernant l'évolution de la production, elle à connue une croissance sur deux plans, la quantité produite qui est passé de 150 tonnes/ jours en 1994 à 2000 tonnes /jours actuellement et la diversité de la gamme des produits qu'est aujourd'hui autour de 33 produits.

Le tableau ci-dessous illustre cette évolution.

Tableau IV 2 évolution de production.

Année	Unité de production	Capacité de production
1994	Une semoulerie	150T/Jour
1998	Une minoterie	400 T/Jour
1999	Une semoulerie	300 T/Jour
2000	-une ligne pâtes courtes	-15 T/Jour
	-une ligne pâtes longues	-17 T/Jour
	-une ligne de couscous	-12 T/Jour
2001	-une ligne de couscous	-12 T/Jour
	-une semoulerie « Ain Defla »	-100 T/Jour
	-une minoterie « Ain Defla »	-100 T/Jour
2002	une ligne de couscous n° 3	12 T/Jour
2003	Une ligne de couscous n°4	12 T/Jour

IV. Matériel et méthodes

➤ Matériel Biologique

- **Le blé tendre**

Le blé tendre réceptionné au niveau de l'unité « SIDI YAHIA » est un blé d'importation (blé français)

- **Les farines**

Les farines issues des différents passages de la mouture utilisées lors de notre étude ont été gracieusement mises à notre disposition par l'unité de production « SIDI YAHIA » de groupe SIM.

➤ Matériel non Biologique

Le matériel non biologique est représenté par les verreries, les appareillages, les réactifs

IV. 1. Les méthodes analytiques

IV. 1.1. Echantillonnage

L'Echantillonnage est ensemble des opérations qui consistent à passer d'un lot initial à un échantillon à analyser au laboratoire.

➤ Méthode utilisée

L'échantillonnage des grains est effectué sur la base de méthode normalisée **NA 1.123.85**

IV. 1.2. Les analyses physicochimiques de la matière première (blé tendre)

➤ Agréage

D'après **AMEUR (2000)**, l'agrégage des blés, consiste à déterminer les analyses qualificatives suivantes :

- La masse à l'hectolitre.

- Recherche des impuretés.
- Le taux de mitadinage (cas du blé dur).
- La teneur en eau.

IV.1.2.1 poids spécifique

La détermination de poids spécifique est réalisé selon la norme : **NA -11-61/1986**.

➤ **Principe**

La masse à l'hectolitre appelée aussi poids à l'hectolitre (PHL) ou poids spécifique (PS), consiste à mesurer la masse d'un hectolitre de grain exprimée en kilogramme l'aide d'un Nilémalitre.

IV.1.2.2. Recherche des impuretés

La détermination des impuretés est réalisé selon la norme : **NA-11.78/1990**.

➤ **Principe :**

La recherche des impuretés est l'opération qui a pour but de séparer de classer

Et de peser les différentes impuretés contenue dans un échantillon (**Godon et Loisel, 1997**).

Mode opératoire :(Voir annexe)

IV.1.2.3. le taux d'humidité (teneur en eau)

Selon la méthode de normalisation en Algérie :

NA-11.32/1990 en concordance technique avec la norme française : **NF.V.03707**

(Mars1976).

➤ **Principe :**

Séchage du produit à une température comprise entre 130 et 133°C, à pression atmosphérique normale, après broyage éventuel du produit.

➤ **But :**

La mesure de la teneur en eau à deux intérêts principaux :

- ✚ Analytique : elle permet de rapporter le résultat d'analyse à une base fixée, la matière sèche, ce qui permet la comparaison des différents échantillons.
- ✚ Technologique : pour la détermination et la conduite rationnelle des opérations de récolte, de stockage et de conditionnement de céréales de leurs transformation.

Mode opératoire : voir annexe

IV.1.2.4. Détermination de la masse de mille grains :

La présente norme décrit une méthode de détermination de la masse de 1000 grains de céréales, elle est effectuée selon la norme **N A.7301991.E, ISO 520)**

➤ **intérêt de la détermination**

Elle est déterminée sur 500 grains pris au hasard, le résultat obtenu est ensuite rapporté aux mille grains, la valeur exprimée en gramme. La détermination du poids de mille grains fournie une bonne évaluation du degré d'échaudage celle mesure confirme en quelque sorte le PHL au point de vue échaudage du blé.

➤ **Principe :**

Peser une quantité d'échantillon, séparation des grains entiers, pesée le reste de l'échantillon et déduction de la masse des grains entiers, comptage des grains entiers et par règle obtention de la masse de mille grains.

Mode opératoire : voir annexe

IV.1.2.5. Le taux de cendre

Selon la norme algérienne **NA 732/1991**. Qui est en concordance technique avec la norme française **NFV 03.760 (décembre1981)**.

Mode opératoire (voir annexe).

IV.1.2.6. Teneur en protéine

L'azote total est dosé selon la méthode de **Kjeldahl** appliquée à la céréale et normalisée en Algérie sous la référence **NA.11.85/ 1990** en concordance technique avec la norme française **NFV.03-050 (Septembre 1970)**.

Mode opératoire (voir annexe).

IV.1.3. Analyses physicochimiques du produit fini (farine)

IV.1.3.1. Les débits de sortie

Mesure des débits de sortie des farines étudiées au niveau du moulin « SIDI YAHIA » du groupe SIM.

➤ **La méthode utilisée**

Pour déterminer le débit de sortie de la farine de chaque passage et la farine comportant toutes les phases de mouture, on a suivi la méthode suivante :

- On place des récipients sous les tuyauteries de plansichter et on fait des prélèvements durant 30 secondes.
- Ensuite on pèse la farine de chaque récipient pour déterminer le débit de sortie.
- Puis on calcule le débit de la farine pour 24 heures à la fin on calcule le pourcentage de chaque farine.

IV.1.3.2. Le taux d'extraction

La mouture d'un blé est définie par son taux d'extraction « E », celui-ci détermine le rendement en farine qui est exprimé par le rapport :

$$E = \frac{\text{Poids de farine extraite}}{\text{Poids blé mis en oeuvre}} \times 100$$

IV.1.3.3. Teneur en eau

Selon la méthode de normalisation en Algérie : **NA.11.32/1990** citée dans la page 34.

IV.1.3.4. Le taux de cendre

Selon la norme algérienne **NA 732/1991**. Qui est en concordance technique avec la norme française **NFV 03.760 (décembre1981)**.

➤ **Intérêt :**

La mesure de la teneur en cendres à un intérêt essentiellement réglementaire : elle permet de classer les farines et les semoules.

-classement des farines selon les types définis par la réglementation.

- classement des semoules pour la fabrication des pâtes alimentaires.

➤ **Principe :**

Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C (céréales et produit de mouture) ou 550°C (issues, germes légumineuses et produits dérivés), jusqu'à combustion complète de la matière organique.

La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu.

Mode opératoire (voir annexe B).

IV.1.3.5. Taux d'affleurement

Le taux d'affleurement est la quantité de farine extraite ou refusé par un tamis dont l'ouverture de maille est choisie en fonction de la finesse du produit à considérer.

➤ **Principe :**

La détermination du taux d'affleurement est réalisée à l'aide d'un plansichter doté d'un tamis dont la garniture à une ouverture de maille égale à 193µm (7xx).

IV.1.3.6. l'essai pékar :

L'essai pékar nous permet d'apprécier la teinte de la farine, la présence et la grosseur des particules de son.

➤ **Principe :**

Examen de nuances des piqures et comparaison avec une farine type, à taux d'extraction connu et à teinte claire, avant et après immersion dans l'eau d'un échantillon de la farine du blé tendre.

Mode opératoire (voir annexe).

IV.1.3.7. Détermination de l'acidité grasse

L'acidité grasse est déterminée selon la norme nationale **NA.11.82/1990** qui est en concordance technique avec la norme **ISO 7305-1989**

➤ **Intérêt :**

La teneur en acidité grasse est un indicateur de l'état de bonne conservation des blés, des farines et des semoules.

En effet au cours de la conservation, les lipides ont tendance à se dégrader en se transformant en acides gras libres.

➤ **Principe :**

La mesure repose sur un dosage colorimétrique .les acides gras libres sont mis en solution dans l'éthanol à 95 %. Après centrifugation, le surnageant est titre par l'hydroxyde de sodium.

Mode opératoire (voir annexe).

IV.1.3.8. Teneur en protéine

L'azote total est dosé selon la méthode de **Kjeldahl** appliquée à la céréale et normalisée en Algérie sou la référence **NA.11.85/ 1990** en concordance technique avec la norme française **NFV.03-050 (Septembre1970)**.

➤ **Intérêt :**

La teneur en protéine est un critère important d'appréciation de la qualité aussi bien pour l'alimentation animale (valeur alimentaire d'un produit) que l'alimentation humaine (valeur d'utilisation).

Cette détermination est presque toujours spécifiée dans les contrats et compte tenu des relations qui existent entre la teneur en protéines et la valeur d'utilisation des variétés.

➤ **Principe :**

On admet que la totalité de l'azote contenue dans les grains est sous forme protéique.

La teneur en azote est mesurée par une méthode chimique (**méthode de kjeldahl**).elle consiste en minéralisation de l'échantillon par l'acide sulfurique.

L'alcalinisation des produits de la réaction par addition d'une quantité suffisante d'hydroxyde de sodium.

Distillation de l'ammoniac libère et titrage la teneur en protéines se calcule à partir de la teneur en azote par l'intermédiaire d'un facteur de conversion ce facteur et de 5.7 dans le cadre de l'alimentation humaine.

Mode opératoire (voir annexe).

IV.1. 3.9. Indice de chute selon « HAGBERG »

Nous avons utilisé la méthode normalisée en Algérie **NA .11-76-1990**.

➤ **Intérêt :**

L'indice de chute mesure indirectement l'activité des amylases (enzyme dégradant l'amidon) qui peut devenir excessive dans le cas de présence de grains germés ou en voie de germination cette mesure à deux intérêt principaux :

- Evaluer la valeur d'utilisation des blés : un blé dont l'activité amylasique est trop importante ne convient pas aux industries de la cuisson et doit être orienté vers l'alimentation animale.
- Corriger éventuellement une activité amylasique : activité insuffisante d'une farine en vue de son utilisation en boulangerie par l'ajout de malt ou d'amylases fongiques ;

➤ **Principe :**

Le principe de la méthode repose sur la mesure de la viscosité d'un empis formé par la gélatinisation d'une suspension aqueuse de farine placée dans un bain d'eau bouillante.

L'évolution 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.

Mode opératoire (voir annexe).

IV .1.3 .10. Dosage du gluten :

Selon la norme française **NF.1.1.24. ISO 5531**

➤ **Intérêt :**

Cette analyse nous renseigne sur la quantité du gluten que renferme le produit donc sur le complexe protéique insoluble dans l'eau salée, il est constitué essentiellement de gliadine et de gluténine, il constitue l'armature de la pâte et lui communique ses propriétés rhéologiques.

➤ **Principe :**

Préparation d'une pâte au moyen un échantillon de farine d'une solution salée (NaCl à 2%), isolement du gluten humide par lixiviation de cette pâte, puis essorage du produit obtenu suivi d'un séchage de gluten humide (GH) en vue d'obtenir le gluten sec (GS).

IV.1.3 .11. Essai à l'alvéographe Chopin :

Selon la norme Algérienne **NA.11-88-1990** en concordance à la norme **AFNOR-V 03-710**

➤ **Intérêt :**

Le principal intérêt de l'alveographe est de prédire l'aptitude d'un blé ou d'une farine à être utilisée dans la fabrication de produit de cuisson.

Cependant, de nombreuses autres applications sont possibles.

Prédire la qualité d'une farine résultant du mélange de farines différentes ou calcule les proportions de chaque farine à incorporer pour obtenir un produit de qualité recherché.

Tester le pouvoir améliorant des additifs et en définir la dose optimale.

➤ **Principe :**

Le principe de la mesure repose sur l'étude du comportement d'un échantillon de pâte, formé à partir d'un mélange de farine et d'eau salée lors de sa déformation sous l'effet d'un déplacement d'air à débit constant dans un premier temps, le disque de pâte résiste à pression et ne se déforme pas, puis il gonfle sous forme de bulle plus moins volumineuse selon son extensibilité et éclate.

L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée puis reportée sous forme de courbe appelée alvéogramme.

Mode opératoire (Voir annexe).

IV. 4.les analyses microbiologiques :

➤ **Principe général :**

Les analyses microbiologiques consistent en premier lieu à isoler les microorganismes présents dans un échantillon solide, par mise en suspension dans un liquide approprié, le diluant. Ces microorganismes vont être placés au contact d'un milieu nutritif approprié, dans des conditions optimales de température et d'humidité (**Godon et Loisel, 1997**)

Dans le cas des céréales, les microorganismes recherchés sont surtout les moisissures et *Clostridium Sulfito-réducteur*.

Dans les laboratoires de contrôle de qualité, les analyses microbiologiques se réalisent en 3 étapes fondamentales :

- ✓ La préparation des solutions mères.
- ✓ La préparation des dilutions
- ✓ La recherche et le dénombrement des germes

Préparation des solutions mères : pour préparer une suspension mère, nous procédons comme suite :

-introduire aseptiquement 25g de l'échantillon à analyser dans un flacon préalablement taré

-ajouter à l'aide d'une éprouvette graduée stérile, le volume de la solution (eau physiologique stérile) qui est 225 ml nécessaire pour obtenir la solution mère de $1/10$ ou 10^{-1}

- Homogénéiser cette suspension

➤ **Préparation des dilutions :**

La préparation des dilutions décimales est réalisée comme suit :

- ✓ préparer une série de tubes contenant chacun 9ml D'eau physiologique
- ✓ Introduire 1 ml de solution mère dans le premier tube d'eau précédent, nous obtiendrons une dilution 10^{-2}
- ✓ Prélever en suite 1 ml de dilution 10^{-2} et le porte dans une 2^{ème} tube d'eau physiologique, ce donnera une dilution de 10^{-3} .

IV .3.1.Recherche et dénombrement des moisissures

Les moisissures sont des champignons filamenteux, aérobie, acidophile (PH= 3 à 7) et mésophile, se développent sur les aliments à faible acidité d'eau (Jon °35/1998).

➤ **Principe :**

Pour l'isolement des levures et des moisissures, nous avons utilisé le milieu sélectif OGA (gélose glucosée additionnée d'un antibiotique sélectif) « oxytetracycline ».

Mode opératoire : Voir Annexe

IV .3.2. Recherche des spores de *Clostridium Sulfito-réducteur*

Selon la norme (ISO 66 49)

➤ **Principe :**

Le *Clostridium Sulfito-réducteur* et mis en évidence en utilisant la gélose viande foie (VF) auquel nous ajoutons le sulfite de sodium (milieu sélectif de *Clostridium* qui réduisent le sulfite en sulfure) et l'alun de fer qui permette la formation d'un complexe noirs entre le fer et le sulfure réduit par le *Clostridium*

Mode opératoire : Voir Annexe

V. Résultat et discussions

V.1. résultats et interprétation des analyses physicochimiques de la matière première (blé tendre)

V.1.1. Recherche des impuretés

Tableau V.1 : Résultats de la recherche des impuretés

	Les impuretés	Blé sale en Moyenne (%)	Normes (*)
Recherche des impuretés	Matière inerte	0.08	≤ 10%
	Petits grains	1.32	
	Grains boutés	1.4	
	Grain étrangères sans valeur	0.16	
	Grain caries	0.00	
	Grains cassés	2.1	
	Autres céréales	0.30	
	Grains échaudés	0.90	
	Grains colorés du germe	1.5	
	Grain punaisés	0.00	
	Grains dégermés	0.4	
	Pierre, et particule métallique	1.00	
	Ergot	0.00	
	Total	9.16 %	
	Blé sain	90.80%	

(*) : Normes Algérienne

Une teneur en impuretés élevée, déprécie la qualité technologique des lots de blé et l'aspect du produit fini, certaines impuretés sont toxiques pour les consommateurs tels que (nielle, ergot), d'autres peuvent endommager les équipements de mouture (débris métalliques, pierres.etc ...).

On observe que les grains cassés et les grains colorés du germe ont les pourcentages les plus élevés, leur présence dans les lots de blé provoque la diminution de la qualité, comme nous avons noté qu'il ya une absence totale des grains punaisés, cariés et ergotés.

Les résultats du tableau N° V.1 montrent que le lot de blé contient un pourcentage d'impuretés à la limite supérieure de la norme algérienne (10%).

V.1.2. Le poids spécifique (PS)

Tableau V.2. Résultats du poids spécifique de blé tendre

blé tendre	PS (Kg /hl)			
	1 ^{ere} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	NA
	81	80.70	80.85	79-85

Le poids spécifique ou (PHL) se définit comme le poids du grain remplissant un volume donné, résultat de la densité du grain et de l'efficacité de conditionnement (**Ghaderie et al 1971**)

La masse à l'hectolitre est influencée par plusieurs facteurs : la forme, la densité, la teneur en eau, la nature et la qualité des impuretés (**Godon et William, 1998**)

D'après les résultats du tableau N°:V.2 on peut noter que cet échantillon présente une qualité technologique et commerciale moyenne (il fait partie de la seconde qualité entre 79-81.9 kg/hl), du fait que ce paramètre nous renseigne sur le rendement en farine, et intervient dans les prix du quintal de blé :

- les blés dont le « PS » est élevé sont gratifiés de bonification alors que le cas des blés qui ont un « PS » faible subit des réfections.

Cette valeur est comparable à celle donnée par **Nouara et Hammou (2008)** et **Hammache (2004)** qui sont respectivement de 80 et 81,5Kg/hl.

V.1.3. La masse de mille grains (PMG)

Tableau V.3. Résultats de la masse de mille grains

	P.MG (g)			
	1 ^{ere} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	NA
blé tendre	44	43.68	43.84	35-50

Selon **Godon et William (1998)** le PMG est une caractéristique variable qui est influencée par les conditions climatiques et qualité des sols.

Les résultats du tableau ressort que la masse de 1000 grains respecte la norme algérienne qui fixe entre 35 et 50 g, cela reflète des conditions de culture favorables.

Cette valeur obtenue est comparable à celle trouvée par **Safir et Boulaïoune (2004)** et **Chaabna (2005)** et **Nouara et Hammou (2008)** qui respectivement de 44g, 45g et 44.20g mais légèrement élevée de celle trouvée par **Hammache (2004)** qui signale une valeur de 42.74g.

V.1.4. Teneur en eau

Tableau V.4. Résultats du taux d'humidité

	Taux d'humidité MS %			
	1 ^{ere} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	NA
blé tendre	12.80	12.87	12.84	< 13%

La détermination de l'humidité des grains nous permet de connaître le volume d'eau à ajouter pour ramener celui-ci à la quantité nécessaire lors de conditionnement (plus l'humidité est faible, plus c'est bénéfique pour l'unité).

D'après les résultats obtenus dans le tableau V.4 La teneur en eau du blé tendre sale est acceptable et conforme aux normes de compagnie céréalière qui fixent une teneur maximale de 13% (MS), le meunier doit ajouter environ 3 à 3.5% (MS), d'eau lors du conditionnement du blé pour atteindre les 16.5 %(MS) avant la mouture.

Cette valeur obtenue est comparable a celle trouvée par **Safir et Boulaïoune (2004)** et **Chaabna (2005)** qui respectivement de 12.50, 12.74 et élevée par rapport à celle donnée par **Messaoud (2012)** qui donne une teneur de 11.30% (MS).

V.1.5.Teneur en cendres

Tableau V.5. Résultats de taux de cendre

blé tendre	Taux de cendre %MS			
	1 ^{ere} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	NA
	1.75	1.73	1.74	1.7 à 2

Le taux de cendres intervient dans l'appréciation de la qualité physico-chimique des grains de blé, il varie d'un grain de blé à l'autre et dépend essentiellement du nettoyage et du comportement de la mouture.

Le taux de cendre de blé tendre étudié est de 1.74% (MS) cette valeur est conforme à la norme en figure,

V.1.6. Teneur en protéines

Tableau V.6. Résultats de taux de protéines

blé tendre	Teneur en protéines %MS			
	1 ^{ere} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	NA
	11.99	11.97	11.98	≥11

C'est l'un des critères intéressants à prendre en compte dans le classement des lots à la réception.

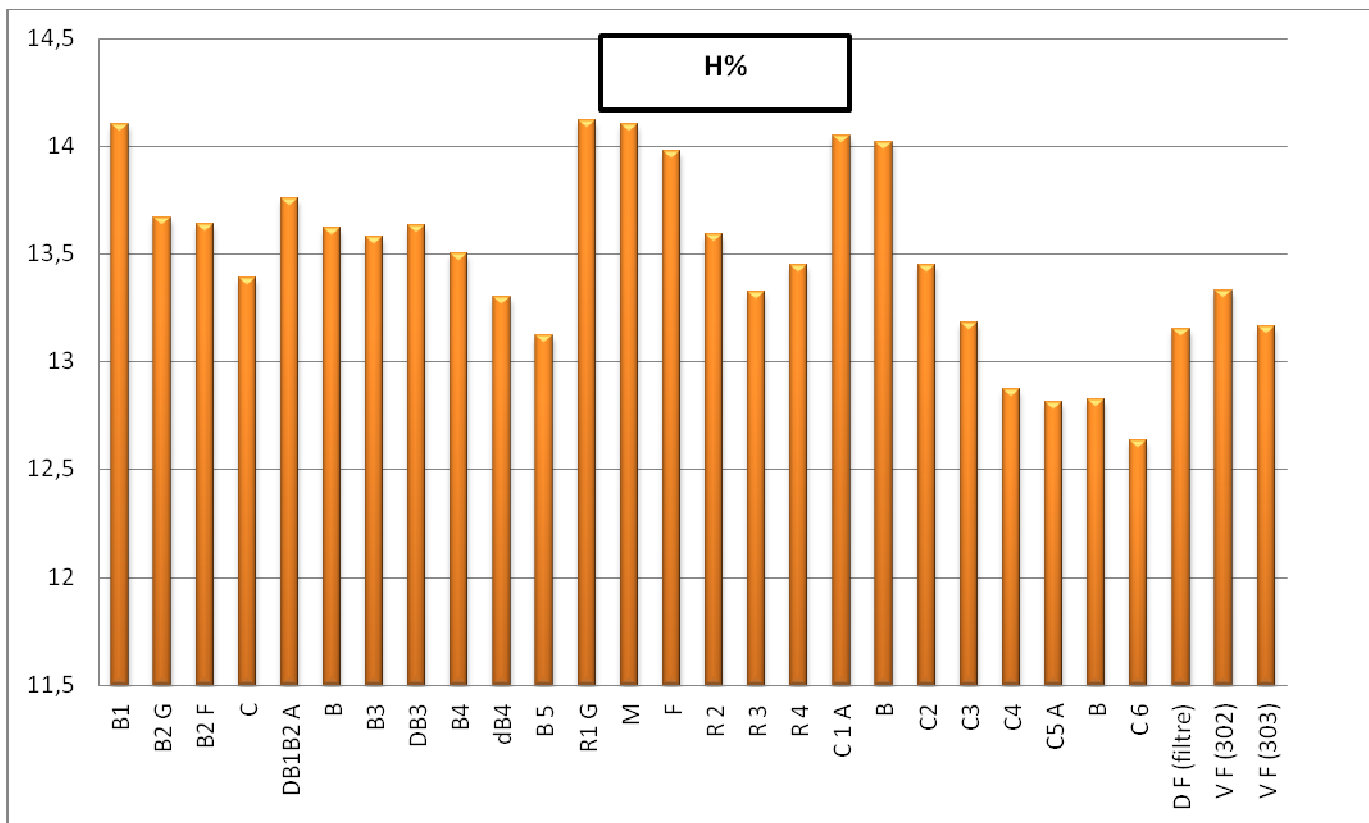
Les résultats montrent que notre échantillon est riche en protéines 11.98 %(MS) ce qui permet de donner une farine de bonne qualité nutritionnelle et technologique.

V.2. Résultats et interprétation des analyses physicochimiques des farines issues de différents passages

Tableau V.7. Résultats des analyses physicochimiques des farines issues de différents passages

Les Passage		Le débit de sortie (g/s)	Les tamis de sortie (µm)	Taux d'extractions	Teneur en eau % (MS) moyenne	Les cendres % (MS) moyenne
B ₁		771	150	0,9	14,1	0,70
B ₂ G		691	Modification 150	1	13,67	0,63
B ₂ F		595	150	0,80	13,64	0,69
	C	278	150	0,4	13,39	0,65
DB ₁ B ₂	A	1544	132	2,224	13,76	0,57
	B	1670	118	2,16	13,62	0,57
B ₃		1133	132	1,64	13,58	0,70
DB ₃		1114	132	1,604	13,63	0,65
B ₄		636	(100)(118)	0,92	13,50	0,83
dB ₄		2303	(100)	3,32	13,30	0,88
B ₅		581	100	0,82	13,12	1,15
R ₁	G	5040	(132)(150)	4,445	14,12	0,37
	M	6334	(132)(150)	6	14,1	0,41
	F	8318	132	8	13,98	0,45
R ₂		3404	132	4,41	13,59	0,52
R ₃		587	118	0,76	13,32	0,78
R ₄		639	(110)(118)	0,63	13,45	1,26
C ₁	A	8810	132	11,43	14,05	0,40
	B	6794	118	8,82	14,02	0,50
C ₂		2800	132	3,63	13,45	0,61
C ₃		4253	118	5,15	13,18	0,73
C ₄		1842	118	2,394	12,87	0,88
C ₅	A	920	112	1,206	12,81	1,44
	B	238	100	0,306	12,82	1,67
C ₆		80	100	0,108	12,63	2,60
D filtre		2818	180	3,65	13,15	0,80
V F1		926	180	1,26	13,33	0,82
V F2		423	180	0,55	13,16	1,11

V.2.1. Teneur en eau

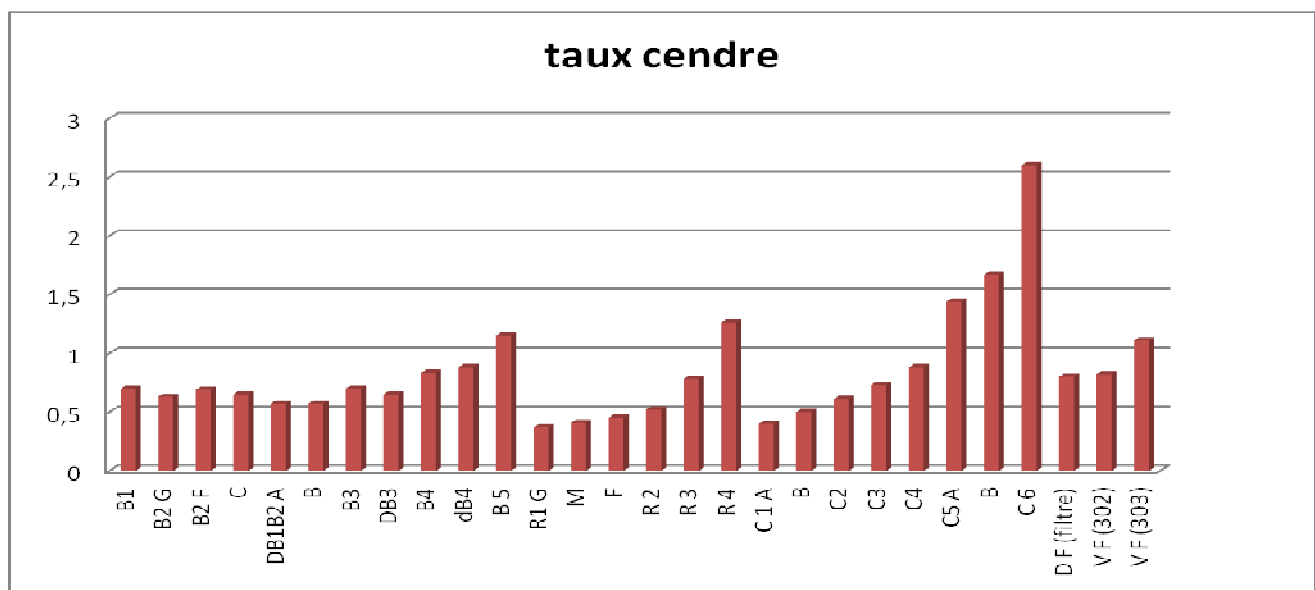


Les résultats du taux d'humidité des farines issues des différents passages sont présentés dans le Tableau V.7

L'analyse de la teneur en eau montre qu'il existe une différence entre les farines des passages (ces valeurs comprise entre 12.63% à 14.20%), cette variation est due au passage des farines dans les différents passages de mouture plus précisément à travers les cylindres, ces derniers sous l'effet de cisaillement pour les cylindres de broyage et sous l'action de compression des cylindres lisses des convertisseurs, provoquent une évaporation d'humidité des farines et aussi au transport pneumatique, se dernier sèche la farine transportée entre les différentes phases de mouture.

La connaissance de la teneur en eau des farines est déterminante pour leur bonne conservation en raison de leur hygroscopicité. En outre, plus la teneur en eau des farines est faible plus il est possible de l'hydrater au pétrissage pour arriver à une consistance optimale de la pâte. **Grandvoinet et Pratz (1994)**

V.2.2. Taux de cendre



Le contrôle de la teneur en cendres de toutes les farines produites au cours de la mouture permet de déterminer la pureté de la farine. Ce dernier constitue le moyen le plus sûr pour vérifier le réglage au niveau de la mouture et l'équilibre du diagramme.

- la teneur en cendres des farines de passage évolue en fonction des trois zones principales de la mouture :
- passages de tête, intermédiaires et de queue
- la teneur en cendres de la farine dépend également de l'efficacité du nettoyage des blés.

D'après les résultats obtenus dans le tableau V.7 on remarque que le taux de cendre varie d'un passage à l'autre. Ces variations des résultats sont dues à l'origine des farines, car elles proviennent des différentes régions histologiques du grain et se différencient les unes des autres par leur composition chimique et propriétés physiques. **(Pierre Feillet, 1998)**

➤ Pour les farines issues des broyeurs, la teneur varie entre 0.5 et 1.45% cela va de soit car plus on avance dans le broyage plus le taux augmente Ce qui est anormale pour la farine issue du premier broyeur (B₁) qui à une teneur en cendre de 0.70% cette valeur semble un peu élevée ceci peut être due soit au réglage exagéré de ce passage, soit au tamis de farine trop ouvert ou encore une surcharge du tamis sortant.

- Pour les farines issue du claquage et convertissage ces valeurs sont respectivement comprises entre (0.37% et 1.26%) pour le claquage et de (0.40% et 2.6%), pour le convertissage, ces variation montrent que le diagramme de la mouture est un diagramme équilibré.
- Pour les farines des filtres elles ont une teneur en cendres de 0.80 % pour des fabrications autres que la farine panifiable type 2, cela donne la possibilité de ne retirer que la farine la plus cendreuse et d'obtenir un meilleur rendement par l'incorporation de la farine du filtre.

D'après les résultats obtenue à partir des tests réalisés et dans les limites de nos conditions expérimentales, nous avons classé les farines en fonction de leur pureté (taux de cendre) selon la réglementation française donc on obtient :

Tableaux V.8 classification des farines en fonction de taux de cendre (pureté)

Type de farine	Taux de cendre	Les passages	Moyenne des cendres (%)	% des types de farines par apport à la farine globale
Type 1	≤ 0.5%	R ₁ G-R ₁ M- R ₁ F- C ₁ A- C ₁ B	0.43	53.85
Type 2	0.5% à 0.6%	DB ₁ B ₂ A - DB ₁ B ₂ B - R ₂ - C ₂	0.57	14.36
Type 3	0.62% à 0.75%	DB ₁ B ₂ C -B ₁ - B ₂ G - B ₂ F - B ₃ - DB ₃ - C ₃	0.65	13.50
Type 4	0.75 % à 0.90 %	B ₄ - DB ₄ - R ₃ - C ₄ - farine de filtre (DF) - Farine de vibreur 1	0.82	13.90
Type 5	1.00% à 1.2%	B ₅ - R ₄ – vibreur finisseur 2	1.11	2.506
Type 6	➤ 1.4%	C ₅ A - C ₅ B - C ₆	1.90	1.90

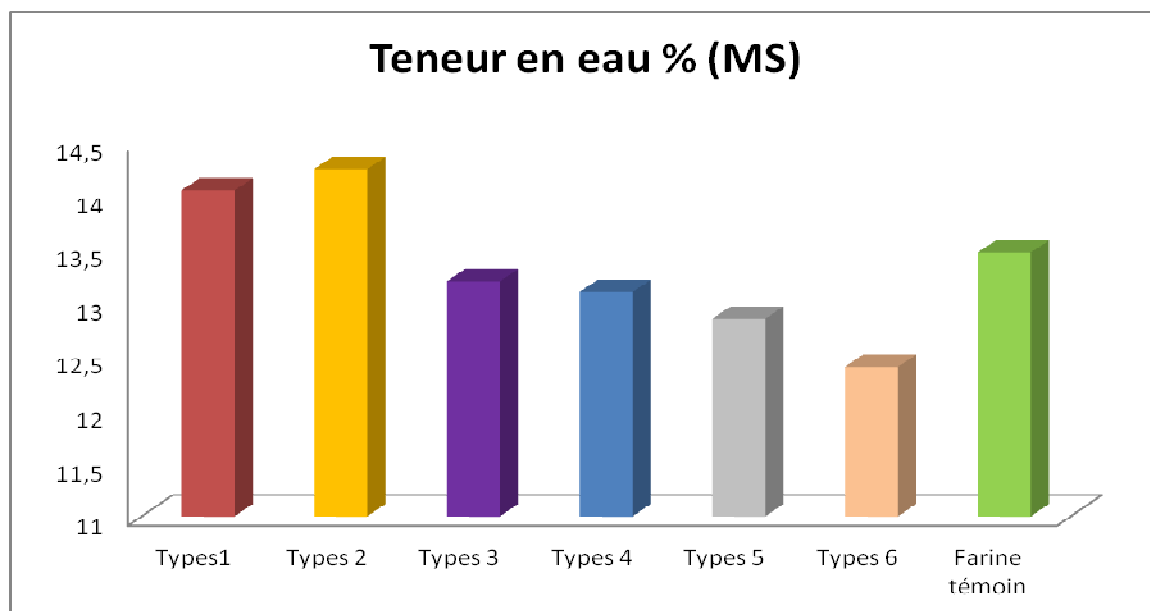
V.3. Résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les différents types de farines

V.3.1. Teneur en eau des différents types de farines

Tableau V.9 Résultats de la teneur en eau des différents types de farines

Types des farines	Teneur en eau %(MS)	NA
Types1	14.05	15.5% Max
Types 2	14.25	
Types 3	13.20	
Types 4	13.10	
Types 5	12.85	
Types 6	12.40	
Farine témoin	13.47	

NB: la farine témoin c'est la farine de l'unité qu'englobent les 5 types (2-6)



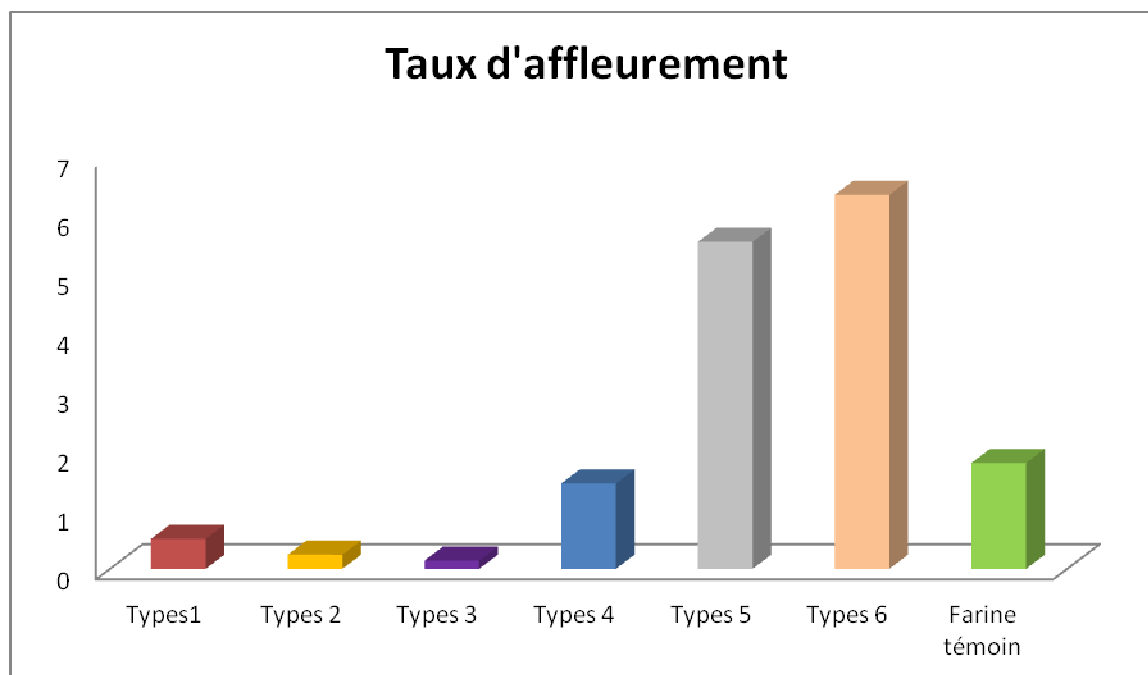
D'après les résultats obtenues dans le tableau N° V.9 on remarque, que la teneur en eau des différentes types de farines varie entre 12.40% et 14.25%, est sont conformes à la norme Algérienne qui est de 15.5% max.

Cette faible teneur en eau obtenu permet une bonne conservation de produit si les conditions de stockage sont favorables.

V.3.2.Taux d'affleurement

Tableau V.10. Résultats du taux d'affleurement

Type de farine	Refus sur le tamis 7xx (%)	Extraction (%)	NA
Type1	0.51	99.49	Farine supérieur 0% Farine de panification jusqu'à 5 %
Type2	0.24	99.76	
Type3	0.14	99.86	
Type4	1.45	98.55	
Type5	5.56	94.44	
Type 6	6.36	93.64	
Farine témoin	1.8	98.2	



D'après les résultats obtenus dans le tableau V.10 on peut conclure que les farines : type 1 présente un taux d'affleurement légèrement élevé (0.51%) aux normes algériennes qui fixe le taux d'affleurement pour les farines supérieures à 0%, cela peut être du au tamis perforés au niveau des compartiments de plansichter.

Pour les deux types de farines : type 2 (0.24%) et type 3 (0.14%) présentent des taux d'affleurement conformes à la norme algérienne qui fixe le taux d'affleurement pour la farine de panification jusqu'à 5%.

Cependant les farines : type 5 et type 6 ne présentent pas une granulation assez fine, ils renferment de grosses particules de farine et de son, cela est due au blutage imparfait au niveau des compartiments de plansichter.

V.3.3.l'essai pékar :

Tableau V.11. Résultats de L'essai pékar

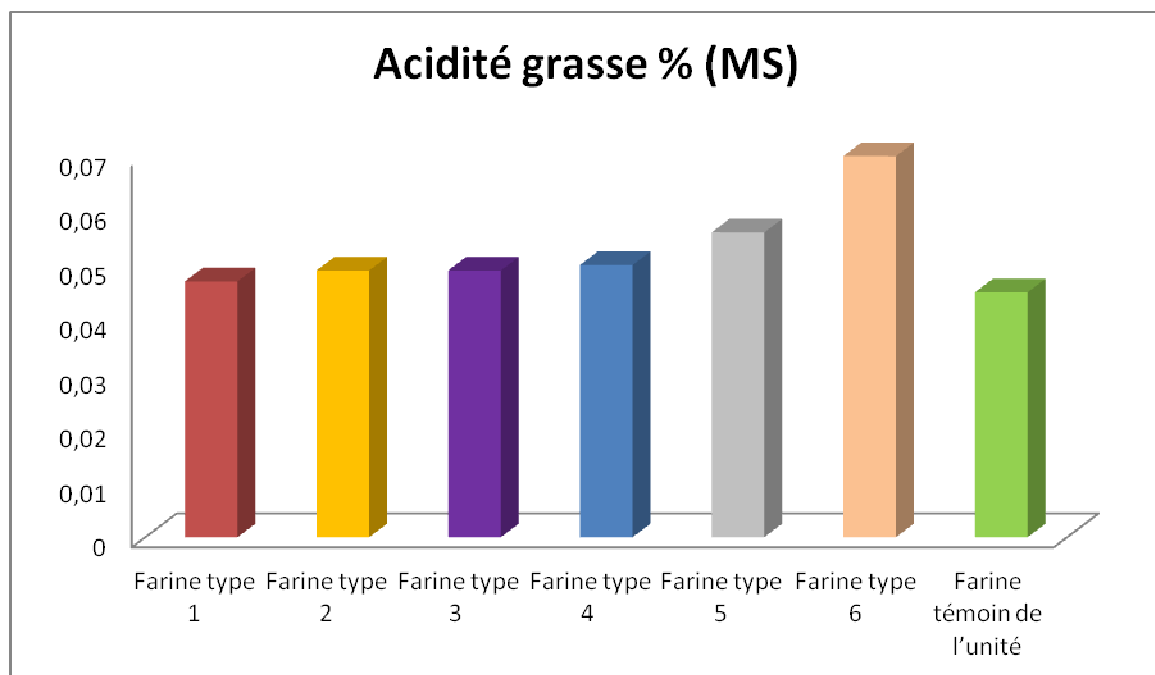
Les types des farines	Résultats
Type 1	Farine pure de couleur blanche
Type 2	farine pure de couleur crème avec quelques piqûres de son
type 3	Farine pure de couleur crème présentant un peu plus de particules fines de son.
type 4	Farine légèrement piquée de couleur marron claire, avec plus de particules fines de son.
type 5	Farine piquée de couleur marron, présente beaucoup de particules fines de son
type 6	Farine très piquée de couleur marron foncée présentant une grande quantité de particules fines de son.
Farine témoin	Farine pure de couleur crème légèrement piquée

D'après les résultats obtenus dans le tableau N° V.11, tous les types de farines ont un essai de Pekar représentatif par rapport aux résultats trouvés et qui sont en concordance avec le taux de cendre de chacun d'eux

V.3.4.L'acidité grasse

Tableau V.12. Résultats de l'acidité grasse

Types de farine	Acidité grasse %(MS)			Norme NA
	1 ^{er} essai	2 ^{eme} essai	moyenne	
Farine type 1	0.044	0.051	0.047	< 0.055
Farine type 2	0.051	0.047	0.049	
Farine type 3	0.05	0.049	0.049	
Farine type 4	0.051	0.05	0.05	
Farine type 5	0.054	0.059	0.056	
Farine type 6	0.068	0.073	0.07	
Farine témoin de l'unité	0.049	0.0451	0.050	



L'acidité grasse est un indicateur de fraîcheur pour la conservation du blé, farine et produits de transformation. En effet au cours de la conservation si les conditions de stockage ne sont pas favorables dans ce cas, les lipides ont tendances à se dégrader en se transformant en acide gras libres.

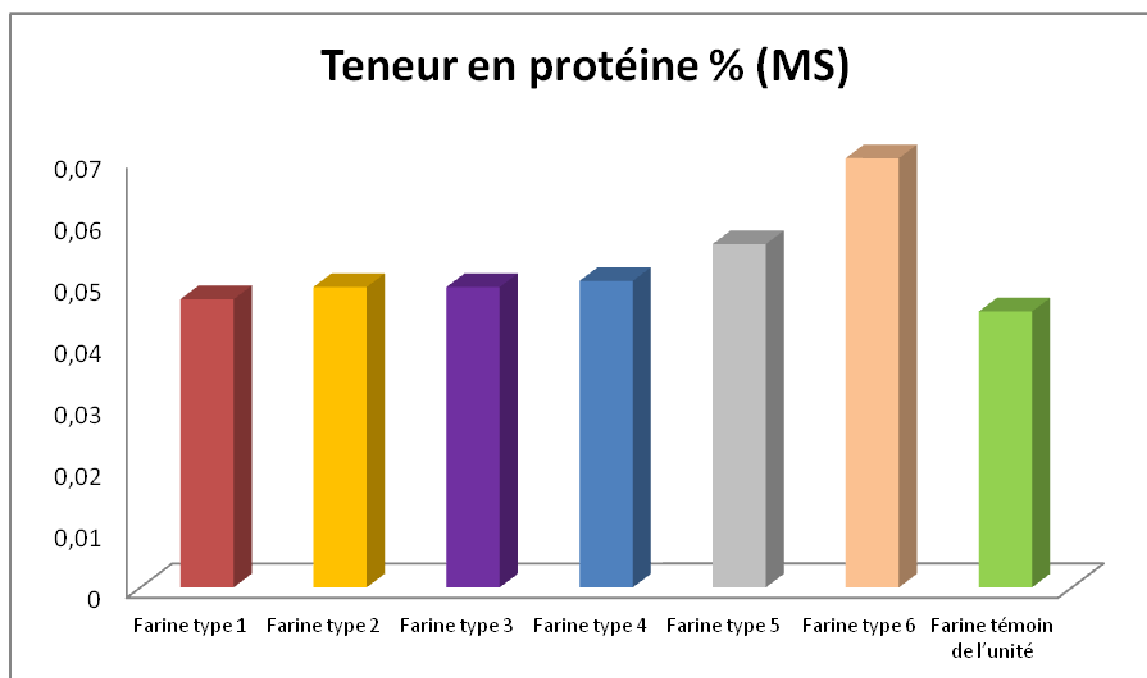
D'après les résultats de tableau N° V.12, l'acidité grasse de nos 5 types de farines (type 1. type 5) sont conformes à la norme algérienne (< 0.055%).

On remarque que le dernier type de farine présente une légère supériorité à la norme due à la contamination des farines, par la présence des particules provenant de la couche à aleurone qui présente une teneur un peu plus élevée en acide gras.

V.3.5. La teneur en protéine

Tableau V.13. Résultats de la teneur en protéine

Farines	Teneur en protéine % (MS)			NA
	1 ^{er} essai	2 ^{eme} essai	moyenne	
Farine type 1	8.92	8.89	8.90	9% à 14%
Farine type 2	9.27	9.30	9.28	
Farine type 3	9.60	9.63	9.61	
Farine type 4	10.51	10.53	10.52	
Farine type 5	10.98	11.02	11	
Farine type 6	11.37	11.35	11.36	
Farine témoin	10.38	10.33	10.35	



Les protéines de la farine de blé sont multiples et complexes certaines d'entre elles, insolubles dans l'eau, sont capables de s'associer en milieu hydraté pour former le gluten.

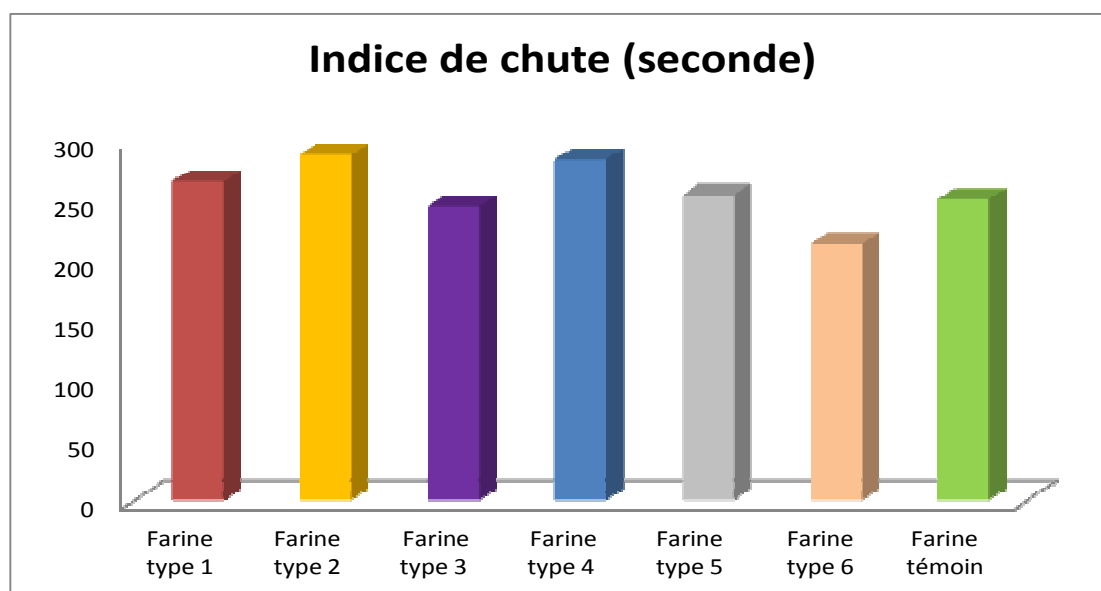
D'après les résultats illustrés de tableau on remarque que la teneur en protéine des différents types de farines varie entre 8.90% et 11.36% ce qui est conforme à la norme algérienne qui fixe la teneur en protéine pour la farine entre 9% a 14%.

La teneur en protéine augmente progressivement du centre vers les couches périphérique de grain (une grande partie de ces teneur se trouve dans la périphérie) ce que nous remarquons pour les types de farine extraite des derniers passages de mouture rassemblés en fonction de leur pureté tels que les types 4, 5,6. Par contre la farine supérieur qui à un taux de cendre <0.5 % sa teneur en protéine et < 9 cela peut s'expliquer par le fait qu'elle est produite à un taux d'extraction faible et qu'elle provient du centre du grain.

V.3.6. L'indice de chute :

Tableau V.14. Résultats de l'indice de chute des types de farine

Les types de farine	Indice de chute (seconde)			NA
	1 ^{er} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	
Farine type 1	270	262	266	Farine panifiable de 180 à 280s
Farine type 2	291	285	288	
Farine type 3	243	246	245	
Farine type 4	282	285	284	
Farine type 5	252	257	255	
Farine type 6	217	211	214	
Farine témoin	254	248	251	



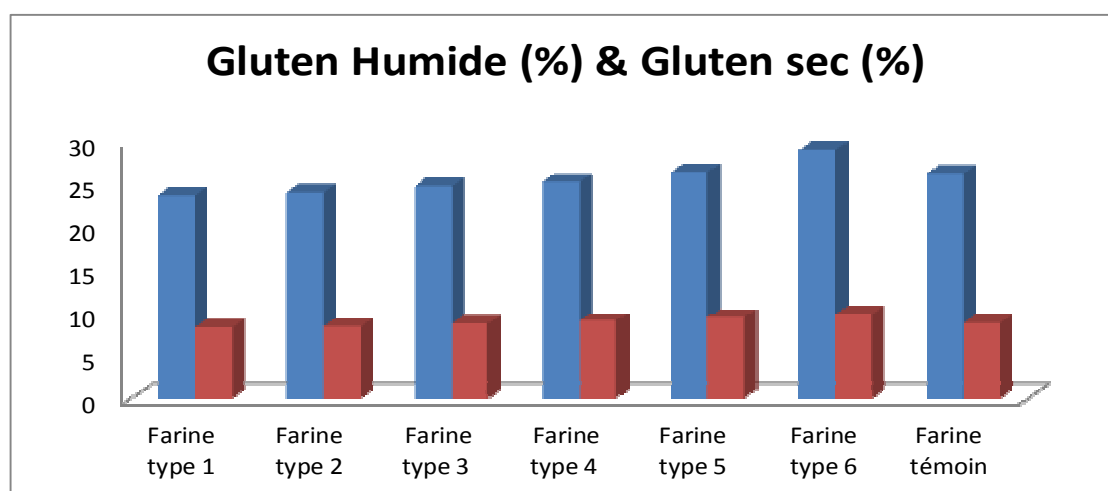
Dans la filière blé farine-pain, les méthodes courantes d'appréciation des activités enzymatiques sont essentiellement axées sur l'activité amylasique. Cette activité est en grande partie en conséquence des conditions climatiques avant et pendant la récolte et des conditions de conservation après la récolte (**Roussel et Chiron, 2003**).

D'après les résultats obtenus dans le tableau V.14, les farines présentant une activité amylolitique conforme au décret exécutif N° 91-572 de 31 Décembre 1991 qui spécifie surtout la farine de panification dans l'indice de chute comprise entre 180 et 280s.

V.3.7. Dosage du gluten

Tableau V.15. Teneur en gluten des différents types de farine

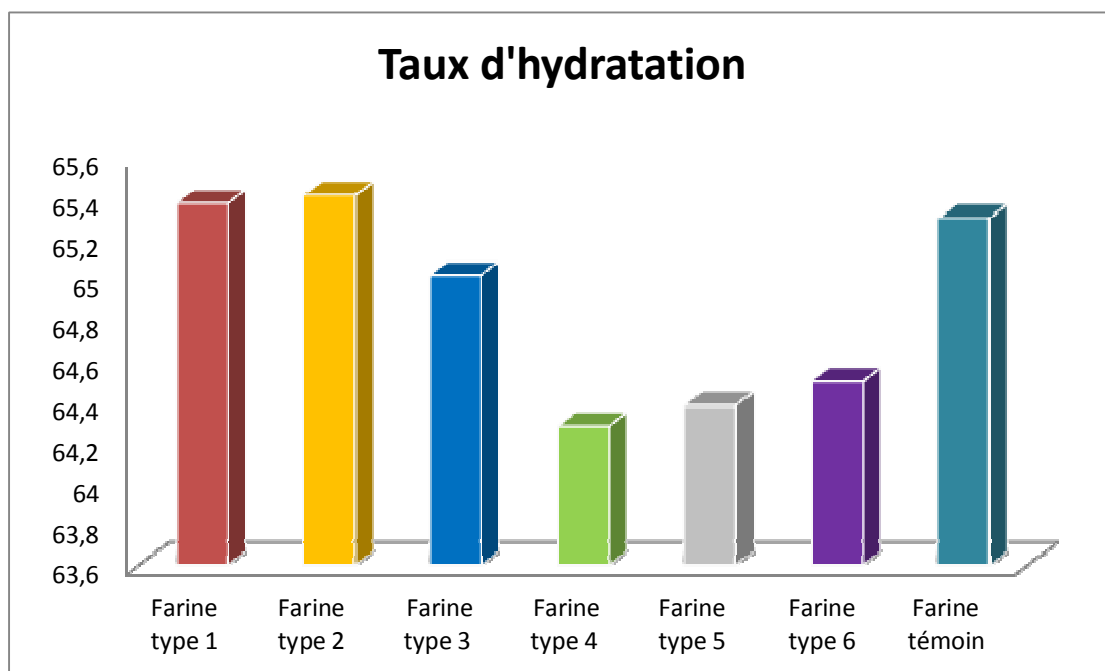
de farines	Gluten Humide%	Gluten sec %	Taux d'hydratation %	NA
Farine type 1	23.68	8.2	65.37	gluten sec 8% à 11%
Farine type 2	24	8.3	65.41	
Farine type 3	24.7	8.64	65.02	
Farine type 4	25.2	9	64.28	
Farine type 5	26.48	9.3	64.38	
Farine type 6	29	9.7	64.5	
Farine témoin	26.3	8.7	65.30	



Le gluten représente la fraction intéressante sur le plan technologique des protéines de la farine. Les résultats obtenus nous montrent que la teneur en Gluten sec des différents types de farines varie entre 8.2% et 9.77%, cette variation est due à la provenance des farines des différentes régions histologique du grain de blé.

Ces résultats sont acceptables et conformes à la norme algérienne qui fixe le gluten sec entre 8% à 11%. Ainsi que d'après (feillet, 1998), le taux de gluten sec pour les farines de panification est comprise entre 7% et 11%, et un bon Gluten doit posséder un taux d'hydratation de 68%, donc d'après les résultats obtenus on peut les considérer comme des farines panifiables.

Les proportions du Gluten humide se situent entre 23.68% et 29%, ces résultats sont conformes à la norme indiqués par **Roussele** et **Chiron** qui fixe le gluten humide entre 24% et 27% pour les farines destinées à la panification courante ; cela correspond à des valeurs de 8.5% et 9.5% en gluten sec.

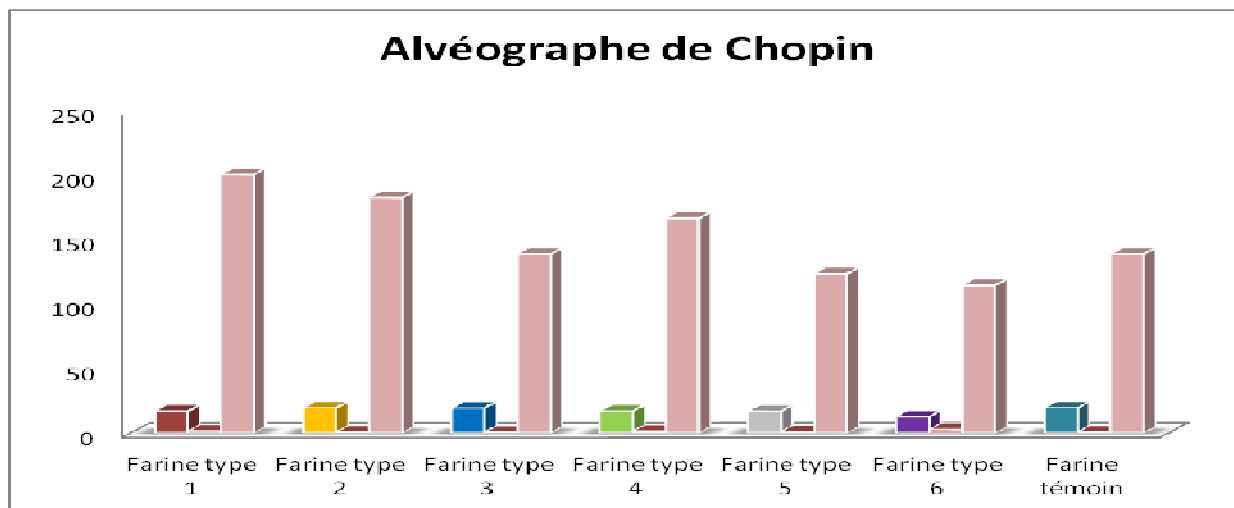


On se qui concerne la capacité d'hydratation des farines sont presque conforme à la norme algérienne qui est fixée à partir de 68% pour la farines de panification.

V.3.6. L'alvéographe de Chopin

Tableau V.16. Résultats de la détermination de l'alvéographe de Chopin

Paramètres Les types de farines	G (cm ³)	P/L	W (10 ³ erg)
Farine type 1	17.2	1.57	201
Farine type 2	19.7	0.97	183
Farine type 3	19.5	0.75	139
Farine type 4	17.2	1.43	167
Farine type 5	17.1	1.07	124
Farine type 6	12.8	2.79	115
Farine témoin	19.7	0.82	139
NA	18 à 23	0.45 à 0.65	130 à 180



C'est l'analyse essentielle en matière de qualité technologique de la farine. Elle consiste à mesurer la capacité de résistance et d'extensibilité d'une pâte formée à partir de farine et de l'eau salée. Le résultat de l'alvéographe comprend 5 paramètres principaux : P – L – G – P/L – W

✓ P : cette valeur correspond à une ténacité ou résistance maximum à la déformation. Elle dépend ;

- De la consistance ou viscosité.
- De la résistance élastique.

✓ L : c'est la longueur de graphique en mm. elle correspond au gonflement maximum de la bulle juste avant qu'elle n'éclate, donc à l'extensibilité de la pâte.

✓ G : cet indice est une expression du volume de la bulle ($G = \sqrt[3]{\text{volume de la bulle en cm}^3}$) il se détermine par correspondance avec la longueur L de la courbe ($G = 2.226 \times \sqrt[3]{L}$).

✓ P/L : ce rapport entre ténacité et extensibilité est souvent associé à un équilibre dans les caractéristiques physiques des pâtes

✓ W : il s'agit du travail de déformation, nécessaire pour déformer la bulle de pâte jusqu'à sa rupture .elle est donc en relation directe avec la surface de la courbe.

.D'après les résultats obtenus on remarque :

- Pour le paramètre P/L des différents types de farines comprises entre 0.75% et 2.79%. On remarque pour les trois types de farines : Farine (type 2, type 3, type 5) qui ont une valeur ≤ 1 c'est l'optimum pour des farines panifiable par contre pour la farine (type 1), (type 4), (type 6) qui ont des valeurs supérieures à 1.5 sont des farines déséquilibrées en faveur de ténacité.

- Pour le paramètre G on l'appelle aussi l'indice de gonflement on remarque pour les différents types de farines présentes un G presque conforme à la norme indiquée par le décret exécutif N° 91 572 de 31 décembre 1991 à l'exception de farine type 6 qui présente G faible 12.8.

- Pour le paramètre W : c'est le critère principal car le classement des catégories des farines se fait selon leur W.

D'après les résultats on remarque que :

La farine supérieure type 1, farine (type 2), (type 3), (type 4), présentant des valeurs conformes à la norme Algérienne qui est de 130 à 180 à l'exception des deux derniers types de farines qui présentent des valeurs (124 et 115) ces faibles valeurs sont dues à l'augmentation de l'acidité grasse de la farine. Pour une augmentation de l'acidité de 0.03 à 0.07 les courbes obtenues sont plus dispersées et le paramètre W diminue.

NB: la farine de panification relèvent essentiellement de la valeur Boulenger : w alveographique situe entre 130et180.

- Les farines biscuitiers vont de 100 à 150. si leur G dépasse 22, ils seront d'excellentes qualités.
- Les farines boulangères artisanales couvèrent la gamme 150 à 220.
- Les farines boulangères industrielles devront plutôt se situer entre 200et280.
- Les farines utilisent pour la confection de biscottes, pains de mie courant couvrent la gamme 200 à 240.

A partir de ces résultats obtenus des farines rassemblées en fonction de leur pureté on à orienté ces types vers les différents usages :

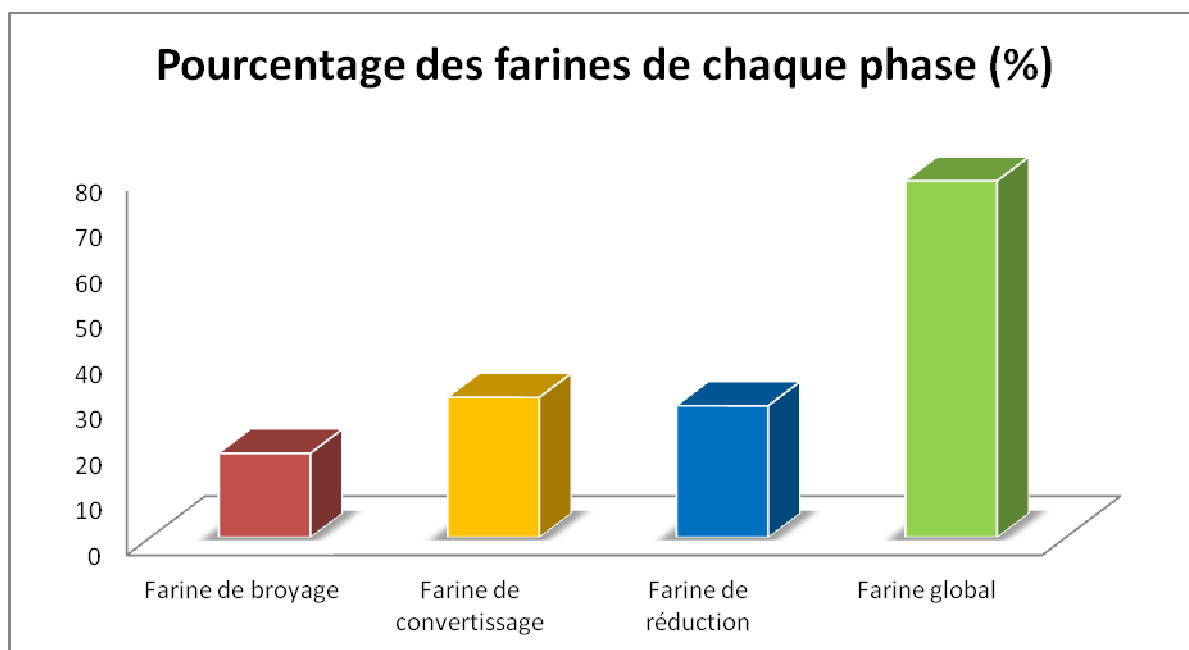
Tableau V.16 : Résultat final d'orientation de différents types de farines rassemblées en fonction de leur pureté vers les différents usages

Paramètres D'orientation Types de farine	Teneur en cendre	Teneur en protéine	Alvéographe			Orientation
			G	P/L	W	
Farine type 1 (Supérieur)	≤0.5%	8.89%	17.2	1.57	201	-viennoiserie -Pâtisserie -pain de tradition -pain spéciaux -pain de mie - boulangerie industrielle -biscotte
Farine type 2 (Panifiable)	0.5% à 0.6%	9.28%	19.7	0.97	183	-pain de tradition avec pointage long -pain courant (baguette)
Farine type 3	0.62% à 0.75%	9.61%	19.5	0.75	139	-Biscuiterie -Pain courant
Farine type 4	0.75% à 0.90%	10.53%	17.2	1.43	167	- La boulangerie artisanale -pains spéciaux
Farine type 5	1% a 1.2%	11%	17.1	1.07	124	Pain bis avec l'addition de l'acide ascorbique
Farine type 6	≥ 1.4%	11.63%	12.8	2.79	115	Pain complet avec l'addition de l'acide ascorbique

V.4.Taux d'extraction :

Tableau V.17 Le taux d'extraction de différentes phases de mouture

Farine issus des différentes phases de mouture	Quantité de farine en : g / 30s	Quantité de farine en : Kg / 24h	Pourcentage des farines de chaque phase (%)
Farine de broyage	15483	4459.096	18.56
Farine de convertissage	25737	7412.26	30.84
Farine de réduction	24322	7004.26	29
Farine global	65542	18876.096	78.53



On sait que le but à atteindre par la mouture est l'obtention sous forme de farines au maximum de l'amande farineuse présente dans le grain.

On comparant Les résultats des farines trouvés aux différentes phases de mouture on peut dire que : Les deux phases (claquage et convertissage) produisent presque les mêmes quantités de farine qui est de 29% et 30.84% cette égalité est due soit à l'état des tamis de

plansichters (on remarque que le diagramme de mouture comporte plusieurs modifications) ou bien à la mauvaise répartition des charges.

V.4. Résultats et interprétation des analyses microbiologique :

Tableau V.18 : Résultats des analyses microbiologique

	Les microorganismes recherchés	
	Moisissures	C.S.R
Norme algérienne (JORA N° 35)	≲ 100 Germes/ml	≲ 100 Germes/ml
Farine supérieur type 1	8	Absence
Farine panifiable type 2	28	Absence
Farine type 3	19	Absence
Farine type 4	40	Absence
Farine type 5	30	Absence
Farine type 6	37	Absence

Les résultats obtenue montrent l'absence total de C.S.R dans les différents types de farines et indiquent la présence de quelque colonies de moisissures, ces résultats impliquent que les types de farines ont une qualité microbiologique acceptable et conforment à la norme algérienne (JORA N° 35).

Conclusion générale

L'étude qualitative des différents passages de la mouture durant le processus de trituration a permis d'apprécier les caractéristiques physicochimique et les aptitudes technologiques de chaque farine.

Ce travail a permis de tirer les conclusions suivantes :

➤ **Pour la matière première (blé tendre)**

- Le blé utilisé présente un taux d'impureté de 9.16% cette valeur est acceptable et conforme à la norme algérienne qui est fixée à 10% Max. Donc le blé utilisé pour la trituration est sain, loyal et marchand.
- Un PHL dont la valeur est de 80.85Kg/HL, le blé présente une qualité moyenne technologique et commerciale pour l'unité du fait que ce paramètre nous renseigne sur le rendement en farine.
- Un poids de mille grains(PMG) est de 43.84g cette valeur est conforme à la norme Algérienne qui donne un rendement moyen en farine.
- Le blé étudié montre qu'il renferme une teneur en eau de 12.84% cette valeur lui permet une bonne conservation et une durée de stockage assez longue.

➤ **Pour le produit fini (farine)**

D'après les résultats obtenus à partir des tests réalisés et dans les limites de nos conditions expérimentales, nous avons classé les farines en fonction de leur pureté et on a obtenu :

- Farine type 1 : récupérée à partir des 5 passages suivants : **R1G - R1M -R1F -C1A -C1B (53.85%)**
- Farine type 2 : obtenue à partir des 4 passages suivants : **DB1B2A - DB1B2B - R2 - C2 (14.36%)**
- Farine type 3 : obtenue à partir des 7 passages suivants : **DB1B2C - B1 -B2G - B2F - B3 - DB3 - C3 (13.50%)**
- Farine type 4 : récupérée à partir des 6 passages suivants : **B4-DB4 - A3 - C4- filtre (DF) - vibreur 1(13.90%)**
- Farine type 5 : récupérée à partir des 3 passages suivants : **B5 -R4 - vibreur finisseur 2(2.506%)**
- Farine type 6 : obtenue à partir des 3 passages suivants : **C5A -C5B - C6 (1.90%)**

Conclusion générale

- Le rendement (extraction) au niveau du convertissage et du claquage est très important par rapport au broyage car dans bilan il est montré que le claquage et le convertissage rapporte un peu plus de 60 % de produit fini
- Ainsi on peut dire par rapport à la farine témoin, les différents types rassemblés en fonction de leur pureté peuvent être récupérés pour des usages spéciaux ou bien pour contrôler la farine témoin.
- Les résultats obtenus confirment qu'on peut obtenir d'une seule variété de blé plusieurs types des farines avec des caractéristiques rhéologiques différentes.

Comme perspectives :

Pour développer la qualité de produit fin il faut bien contrôler et régler les équipements de nettoyage et la mouture.

Pour bien confirmer avec précision ces résultats il faut compléter par une analyse de l'amidon endommagé.

Annexe N°01 : Echantillonnage

➤ **Objet :**

Le but de cette opération est le prélèvement d'un échantillon représentatif du lot examiné, condition pour l'obtention de résultats permettant une interprétation justifier.

➤ **Principe :**

Réduction progressive et correct d'un échantillon pour laboratoire de masse assez important jusqu'à l'obtention d'un échantillon de laboratoire représentatif de lot examiné.

➤ **Matériel :**

- sonde.
- sachet en papier.

➤ **Mode opératoire**

L'échantillon à lieux dans des wagons ou camion chargés, les prélèvements élémentaires doivent être effectués dans toute la hauteur de la couche à l'aide d'une soude et aux endroits suivants :

- camion contenant jusqu'à 15 tonnes : 5 points de prélèvements au centre et environ 50 cm des parois.
- camion contenant jusqu'à 15 à 30 t : 8 point de prélèvement.
- camion contenant plus de 30 t et moins de 50 t : 11 point de prélèvement.

➤ **Echantillon pour laboratoire**

L'échantillon pour laboratoire est une quantité représentative du lot nécessaire pour l'analyser au laboratoire obtenu de l'échantillon global.

Annexe N°02 : Détermination du taux des impuretés

1- Recherche différentes impuretés : (Méthode Pratique)

- **Généralités** : les impuretés sont l'ensemble des résultats considérés conventionnellement comme indésirables dans l'échantillon.

Elles sont constituées de graines de l'espèce. Cassés, altérés ou attaqués par des prédateurs, des graines étrangères à l'espèce analysée, d'éléments d'origine organique et non organique.

➤ **But**

Le but de cette analyse est la détermination du taux est la nature des impuretés contenues dans un lot de blé destiné à la minoterie.

➤ **Principe** séparation, classement pesés des impuretés des différents des catégories contenu dans l'échantillon pour essai et définie chacune.

➤ **Appareillage**

- Balance précise à 0.01g près.
- Tamis de contrôle à trou à rendis comprenant les tamis 2mm et 1.9mm = (blé dur) 2mm et 1 mm (blé tendre)
- Coupelle et scalpel
- Récipient plat, d'environ deux litres de capacité
- Diviseur des échantillons
- Pinceau
- Pince
- Loupe binoculaire

➤ **Mode opératoire**

- Mélanger l'échantillon pour laboratoire pour le rendre homogène.
- Peser 100g de blé sale dans la balance.
- Cherché les différente catégories d'impuretés en plaçant dans les coupelles (blé dur, les grains mouchetés et chauffés, les grains boutés et piqués, cassé, maigre, coloré de germe, orge, avoine, déchets)
- A la fin de l'opération peser chaque fraction à 0.01 g près, chaque catégorie présentée en pourcentage (%).

➤ **Expression des résultats**

Le pourcentage d'une catégorie d'impureté A est :

$$M_1 \times 100$$

$$M_0$$

$$A = \frac{\quad}{\quad}$$

Ou :

M_0 : la prise d'essai

M_1 : masse de la catégorie d'impuretés.

➤ **Répétabilité**

La différence entre deux déterminations effectuées l'une après l'autre par la même analyse ne doit pas dépasser 10 g d'impuretés total pour 100 g d'échantillon.

2- Définition des impuretés recherchées dans les lots de grains de blé tendre

➤ **Grain cassé ou brisés**

On considère seulement comme grains cassés les morceaux de grain plus petit que les trois quarts du grain entier avant cassure.

➤ **Grains mouchetés**

Sont considérés comme grains mouchetés. Les grains présentant à d'autres endroits que le germe même, des colorations situées entre le brun et le noir brunâtre.

➤ **Coloré de germés**

Les grains germes sont ceux dont on voit nettement à l'œil nu, la radicule ou la plumule.

➤ **Grains échaudés ou maigres**

Sont considérés comme grains échaudés les grains qui passent à travers un tamis à fentes de 1.9 mm. Ce sont des grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau.

➤ **Grains avariés**

Sont des grains devenus inutilisables pour l'alimentation humaine et en ce qui concerne les céréales fourragères, pour l'alimentation du bétail, par putréfaction, par attaque de moisissures ou de bactéries ou par suite d'autres influences.

➤ **Grains punaisés**

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

La qualité d'un lot de blé est fortement dépréciée dès que le taux de grains punaisés est de 1 % et devient panifiable quand il atteint 4 à 5 %.

➤ **Grain cariés**

Renferment une poussière d'odeur fétide et de coloration brun noirâtre. Composée par les spores de champignons. La carie (*Tilletia carier*).

Ce sont des grains plus globuleux. Plus légers et plus petits que les grains sains, que l'on appelle grains boutés.

➤ **Grain boutés**

Sont reconnaissables à l'œil nu. Par une coloration noirâtre des poils de la brosse au sommet du grain. Ils ne peuvent être éliminés mécaniquement lors du nettoyage et donnent une farine sale lors de la mouture. Ils ne sont cependant pas comptabilisés comme impuretés.

➤ **Grains fusariés**

Les grains sont contaminés par le mycélium d'un champignon du genre fusarium. Sur les céréales, il existe plusieurs types de fusarium qui provoquent des dégâts comparables sur le grain : échaudage, surface blanchâtre ou rosâtre suivant le type de fusarium.

➤ **Grains d'autres céréales**

Ce sont les grains et fragments de grains et les fragments de graines de n'appartenant pas à l'espèce du lot examiné, ainsi que les graines et les fragments de graines de protéagineux et d'oléagineux.

➤ **Matière inertes**

Cette catégorie comprend les débris végétaux sèches (glumes, Pailles ...) les éléments minéraux (terre, sable, pierres, éléments métalliques ...), Les insectes et les acariens morts et les débris d'animaux nuisibles aux céréales (débris, d'insectes, soies, déjections animales, poils de rongeurs, coquillages...).

➤ **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 triticale. L'ergot contient des alcaloïdes qui lui donnent une odeur nauséabonde qui se communique aux produits. Cuits. Il contient aussi des alcaloïdes dont l'ergotine, auxquels il doit sa toxicité.

➤ **Exemple de grains d'autres céréales et plantes cultivées.**

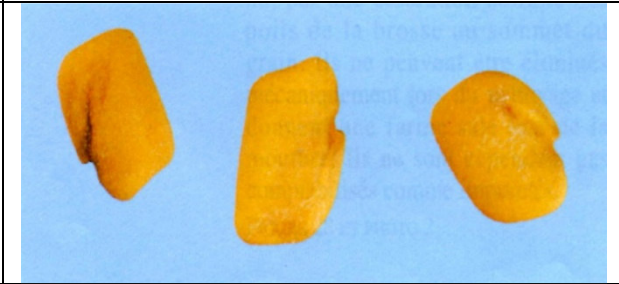


Figure n° 13 : Grains de Nielle.

Figure n° 14 : Grains de Mélampyre.



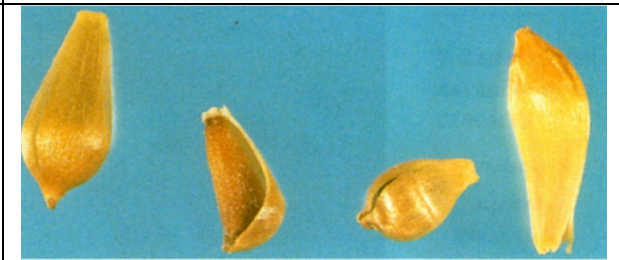
Grains de Céphalaire.



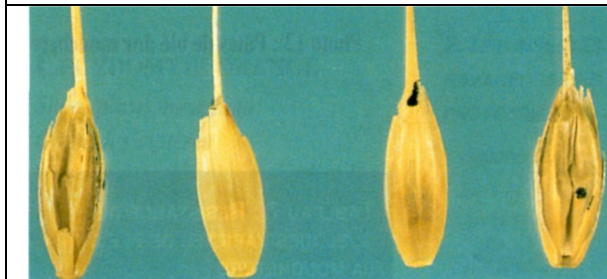
Grains de Fénugrec.



Grains de Mélilot.



Gousses d'Ail.



Graines d'Ivraie.



Ergot de blé tendre.

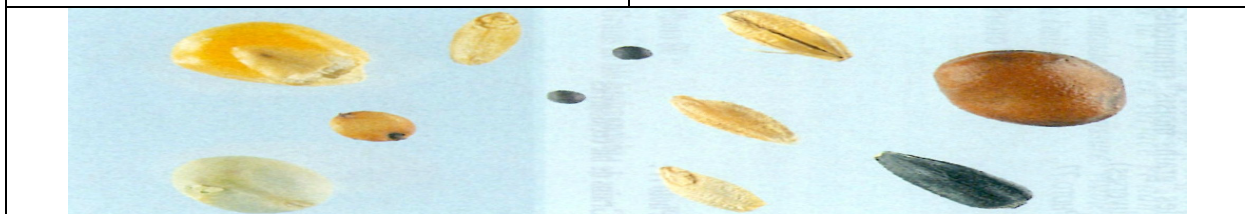


Figure 01
Exemple de grains d'autres céréales et plantes cultivées.

Annexe N°03 : Détermination du poids hectolitre (PHL) (Norme Algérienne 1613.1990)

La masse à l'hectolitre correspond à la masse de blé contenu dans un hectolitre rempli de grains, d'impuretés et d'air interstitiel.

➤ **Objet**

La masse à l'hectolitre (PHL) est appelée communément poids spécifique (PS) et appelée encore masse volumique, elle est exprimée en kg/hl, elle a pour objet la mesure de la masse de blé contenue dans un volume constant qui est hectolitre.

Cette opération permet de déceler certains blés anormaux et peut donner une idée sur le rendement de blé en semoule.

Elle présente un intérêt commerciale, elle est généralement prise en compte dans les contrats et transactions commerciales bien que son intérêt technique soit très limité.

➤ **Principe**

Ecoulement libre d'un échantillon au moyen d'une trémie dans un récipient de un litre.

➤ **Appareillage**

Niléma- litre est constitué de:

- cylindre mesureur
- Balance Romaine (maximum 1 Kg).
- couteau arroseur.

➤ **Mode opératoire**

- Remplir la trémie avec du blé
- Fixer le cylindre mesureur sur son socle, celui-ci doit être posé sur un plan horizontal stable.
- Placer le couteau arroseur dans le cylindre mesureur pour limiter les grains au volume de un litre sans tassement.
- Retirer la trémie contenant le blé.
- Peser exactement le litre rempli de grain.

➤ **Expression des résultats**

La masse à l'hectolitre est exprimée en kilogramme par hectolitre. Exprimer le résultat avec deux décimales. Les résultats sont ramenés à l'hectolitre à l'aide d'une table de correspondance.

Annexe N°04 : Poids de milles grains (Norme Algérienne.730.1991.E, ISO 520)

La détermination du poids de 1000 grains peut fournir une évaluation du degré d'échaudage d'une variété connue. Ce critère est fonction de la variété et des conditions de culture.

➤ **Appareillage**

- Appareil approprié pour le comptage des grains (NUMIGRAL).
- Balance précise à 0.01 gramme.
- Pince métallique.

➤ **Mode opératoire**

Prélever au hasard une quantité approximativement égale à la masse de 500 grains de l'échantillon tel quel et la peser à 0.01 gramme près. Sélectionner les grains entiers peser le reste à 0.01 gramme près et en déduire par différence la masse des grains entiers. Puis compter ces derniers à l'aide du compteur de grains. Effectuer deux essais sur le même échantillon.

Déterminer sur un échantillon séparé la teneur en eau selon la méthode ISO 712.

➤ **Expression des résultats**

La masse, MH en gramme de 1000 grains entier tel quels, est donné par la formule :

$$MH = \frac{m0 \times 100}{N}$$

Où

m0 = masse, en gramme, des grains entiers.

N = le nombre de grains entiers contenus dans la masse m0.

La masse ms en gramme de 1000 grains sur sec est donnée par la formule :

$$mS = \frac{MH \times (100 - H)}{100}$$

H : teneur en eau des grains.

P : masse en g de 1000 grains entiers.

Annexe N°05 : Détermination de l'humidité des grains (norme Algérienne 1132.1990, ISO 712)

Annexe

La détermination de l'humidité des grains est une opération capitale qui permet une humidification des grains de blé et qui est indispensable avant la mise en mouture pour faciliter la séparation du son et de l'amande.

La teneur en eau des grains doit atteindre 16.5% pour cela, le calcul de l'humidité sur grain est nécessaire, ensuite le volume d'eau distillée à rajouter est calculé avec la formule suivante :

$$\text{Volume d'eau distillée à rajouter} = (16.5 - H \%) \times (1.2 \times 10)$$

➤ Mode opératoire

Deux déterminations sur le même échantillon pour essai doivent être faites.

- Peser 5g de grains broyés avec un broyeur Buhler et les verser dans la capsule métallique **NA-11.32/1990**
- Introduire la capsule ouverte contenant la prise d'essai, et le couvercle dans l'étuve pendant 2h à une température comprise entre 130 et 133°C.
- En opérant rapidement retirer la capsule de l'étuve, la couvrir et la placer dans le dessiccateur.
- Laisser refroidir la capsule durant 30min, la peser à 1mg près dans une balance analytique.

➤ Expression des résultats

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

$$H\% = (M1 - M2)/(M1 - M0) \times 100$$

Où :

M0 : masse en gramme de la capsule et de son couvercle vide.

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

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

Prendre comme résultats la moyenne arithmétique des valeurs obtenues pour les deux déterminations.

Annexe N°06 : Détermination des cendres, méthodes par incinération à 900°C (Norme Algérienne. 733. 1991.E, ISO 2171)

La détermination du taux de matière minérale, principalement répartie dans l'enveloppe et le germe, permet de donner une indication sur le taux d'extraction en meunerie.

➤ Réactifs et produits

- Ethanol, solution à 95 %.

- Echantillon témoin, de même nature et de taux de cendres aussi proche que possible du produit ou des produits à analyser.

➤ **Appareillage**

- Broyeur.
- Nacelles à incinération, en matériaux non attaquable dans les conditions de l'essai, d'au moins 20 ml de capacité.
- Four électrique, la température d'incinération est réglable à la température de $900 \pm 25^\circ \text{C}$.
- Appareil de refroidissement ne permettant pas de reprise d'humidité, par exemple dessiccateur garni d'un agent déshydratant efficace.
- Plaque unie thermorésistante (amiante).
- Balance analytique.

➤ **Échantillonnage**

Peser rapidement une quantité de substance d'environ 2 g dans la capsule tarée, couvercle compris à 1 mg près.

➤ **Mode opératoire**

Préparation des nacelles a incinération :

Chauffé durant 10 mn les nacelles dans le four réglé à $900 \pm 25^\circ \text{C}$.

✓ Détermination de la teneur en cendre :

Effectuer immédiatement la teneur en eau conformément à la norme ISO 712.

• **Préparation pour incinération**

Afin d'obtenir une incinération uniforme, humecter la prise d'essai dans la nacelle, au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.

• **Prés incinération**

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

• **Incineration**

Annexe

Aussitôt que la flamme est éteinte, placer avec précaution la nacelle à incinération dans le four. En général le temps d'incinération est de l'ordre de 1 h à 1 h 30 mn. Une fois l'incinération terminée retirer les nacelles du four, et les mettre à refroidir sur la plaque unie thermorésistante pendant une minute, puis dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante, la peser alors rapidement à 0.1 mg près.

- **Nombre de déterminations**

Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon pour essai.

➤ **Expression des résultats**

Le taux de cendres, exprimé en pourcentage en masse rapporté à la matière sèche, est égal à :

$$m1 \times \frac{100}{m0} \times \frac{100}{100 - H}$$

Où :

- m_0 est la masse en gramme, de la prise d'essai.
- m_1 est la masse en gramme, du résidu.
- H est la teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai.

Prendre comme résultats la moyenne arithmétique des deux déterminations.

Exprimer le résultat à 0.01 % près.

Annexe N°07: Dosage d'azote total avec minéralisation selon la méthode Kjeldhal (Norme Algérienne.1158.1990, ISO 1871)

La teneur en protéines est calculée à partir de la teneur en azote multipliée par le coefficient 5.7 et rapporté à la matière sèche.

La teneur en protéine, par son intérêt technologique et nutritionnel est un élément de la valeur d'utilisation du blé.

➤ **Appareillage**

- Balance De Précision A 0.01g Prés.
- Broyeur
- Burette De Précision
- Matras Kjeldahl De 500ml
- Erlenmeyers De 150 MI Et 250 MI
- Appareil de distillation.

Annexe

- Dispositif De Chauffage Permettant L'inclinaison Du Matras Durant L'opération (Bloc Chauffant).

- Dispositif d'aspiration Pour les vapeurs d'acides libérés pendant l'attaque.

➤ Réactifs :

- catalyseur (100 g de sulfate de potassium (K_2SO_4) + 10 g de sulfate de cuivre ($Cu SO_4$) + De sélénium).
- Acide sulfurique (H_2SO_4) concentré $d = 1.84$ à 20 c°
- Hydroxyde de sodium (NAOH) à 33 %, $d=1.33$ à 20 c° (dissoudre 330 g de soude dans un litre d'eau).
- Eau distillée.
- Indicateur coloré : 0.125g de rouge de méthyle + 0.1875 g de vert de bromocrésole + 20g d'acide borique (H_3BO_3) + 250ml d'éthanol à 95 %.

➤ Mode opératoire

1. Minéralisation

Opérer sur une prise d'essai de 1g de substance (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon) l'introduire dans un matras de 250ml tout en évitant que les particules n'adhèrent à la paroi, ajouter 2g de catalyseur et 20ml d'acide sulfurique concentré à 95%. Porter le matras sur le support d'attaque de type Buchi et poursuivre le chauffage jusqu'à décoloration du liquide ou l'obtention d'une coloration verte stable limpide pendant environ 2 heures. Laisser refroidir durant 30 min puis ajouter peu à peu ; avec précaution 100ml d'eau distillée en agitant et en refroidissant sous un courant d'eau pour dissoudre complètement les sulfates.

2. Distillation

Transvaser 20ml du contenu dans le matras de l'appareil distillateur de type Buchi, recueillir le distillat dans un bécher contenant 20ml de l'indicateur coloré. Verser lentement dans le matras de l'appareil distillateur, 20ml de lessive de soude ($d=1.33$), mettre l'appareil en position de marche, laisser l'attaque se faire jusqu' à l'obtention d'un volume de distillat de 100ml au moins, titrer en retour par l'acide sulfurique N/20 jusqu'à l'obtention de la couleur initiale de l'indicateur coloré.

➤ Expression des résultats

La teneur en matière azotée totale exprimée en pourcentage de matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$N = (14 \times 0.5 \times V) / 50 \times 100 / (100 - H) \times 5.7$$

Où :

N : l'azote.

50 : la prise de minéralisât.

5.7 : facteur de conversion.

H : teneur en eau, exprimée en % en masse de l'échantillon pour essai.

V : volume en ml, de la solution d'acide, versé dans la burette lors du titrage.

Annexe N°08 : Détermination du taux d'affleurement (norme française NF V 03-712 juin 1994)

➤ Définition

Le taux d'affleurement est la quantité de farine extraite ou refusé par un tamis dont l'ouverture de maille est choisie en fonction de la finesse du produit à considérer.

➤ Appareillage

- balance de précision à 0.01g près.

- plansichister de laboratoire.

Tamis7XX (193um)

- pinceau

➤ Mode opératoire

Peser 100g de farine à l'aide de la balance précise à 0.01g près, puis à l'aide d'un plansichister de laboratoire verser l'échantillon dans le premier tamis qui doit avoir une extraction totale au tamis (ouverture de maille 193um), ensuite fermer bien le couvercle et lancer l'opération durant 5 mn, ensuite peser les refus de tamis et constater l'extraction du tamis 193 um qui est la Farine.

➤ Répétabilité

La différence maximale entre les deux déterminations effectuées par le même échantillon l'une après l'autre ne doit pas excéder 2% de la valeur moyenne.

Annexe 09 : Détermination de l'acidité grasse (NA.1.1.82.1990)

La présente norme décrit une méthode de détermination de l'acidité grasse dans les farine et semoule de blé.

➤ Réactifs

Tous les réactifs doivent être de la qualité analytique et l'eau utilisée doit être l'eau distillée.

Annexe

- éthanol (alcool éthylique) à 95% (v/v).

- hydroxyde de sodium (NaOH) solution titrée à 0.05N dans l'eau distillé dont on aura éliminée le dioxyde de carbone par ébullitions .cette solution doit être exempte de carbonates et doit être conservée dans un flacon en verre inactinique.

Le titre de la solution doit être vérifié immédiatement avant chaque série de détermination de l'acidité.

- Phénophtaléine : solution à 1g pour 100 ml dans l'éthanol à 95 % (v/v).

➤ **Appareillage**

- balance précise à 0.01g

-pipette précise de 10 et 20ml

-micro burette graduée en 0.01ml

-agitateur rotatif mécanique 30-60tours/mn.

-fioles coniques ou erlenmeyer de 250ml.

-tubes de 50 ml en verre ou en plastique neutres bouchés hermétiquement.

Tubes de centrifugeuse de 45 ml en verre ou en plastique neutres bouchés hermétiquement.

- centrifugeuse à 5000-6000 tours/ min.

- tamis en toile métallique de 01 mmd'ouverture de maille pour les farines et de 160 µm et de 500 µm d'ouverture de maille.

Broyeurs permettant un broyage rapide et uniforme, sans provoquer d'échauffement sensible du produit et en évitant au maximum le contact avec l'aire extérieur (car des semoules et des pâtes alimentaires).

➤ **Condition de conservation**

Les échantillons ne doivent pas être conservés à température du laboratoire plus d'une journée, l'acidité augmente pendant le stockage. Les conserver en flacons étanches à 4C° environ. Avant chaque prélèvement pour analysé, laisser cet échantillon revenir à la température du laboratoire dans le flacon étanche.

➤ **Mode opératoire**

- Nombre de détermination : Faire deux déterminations sur le même échantillon pour essai.

Annexe

- Préparation de l'échantillon pour essai : broyer environ 50g de produit à l'aide de broyeur de telle manière que la totalité du broyat passe au travers du tamis de 500 µm d'ouverture de maille et qu'au moins 80% passe au travers du tamis de 160 µm 'ouverture de la maille

- **Déterminations de la teneur en eau**

Effectuer immédiatement la détermination de la teneur en eau selon la méthode d'analyse.

- Prise d'essai : Peser à 0.01g près environ 5g de l'échantillon pour essai, après l'avoir bien homogénéisé.

- **Détermination**

- **extraction** : introduire la prise d'essai dans le tube de centrifugeuse, y ajouter à la pipette 30 ml d'éthanol et fermer le tube hermétiquement.

Agiter pendant une heure à l'aide de l'agitateur rotatif mécanique en opérant à une température de 20 C° + 5C°. Centrifuger ensuite à deux reprises et successivement pendant 02mn.

Ces deux centrifugations sont plus efficaces qu'une seule de plus longue durée car elles permettent d'éliminer les particules restant en suspension.

* **note** : si les tubes de centrifugeuse préconisée par cette norme ne s'adaptent pas à l'agitateur rotatif mécanique, il y a lieu d'utiliser les tubes de 50 ml pour l'extraction et d'effectuer ensuite un transvasement pour la centrifugation.

- **Titrage** :

Prélever à la pipette 20 ml du liquide surnageant parfaitement limpide et les verser dans une fiole conique. Ajouter 05 gouttes de phénophtaléine.

Titrer à l'aide de la micro- burette avec la solution d'hydroxyde de sodium 0.05N jusqu'au virage à la rose pale pétrissant quelques secondes.

- Essai à blanc : titrer l'acidité apportée par l'alcool, en opérant sur 20 ml d'éthanol.

➤ **Expression des résultats**

- **Calcul et formules**

- acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière telle quelle :

$$\frac{7.35 \times (V_1 - V_2) \times T}{M}$$

M

- acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche :

$$: \frac{7.35 \times (V_1 - V_2) \times T_X}{M} \quad \frac{100}{100 - H}$$

Ou :

V_1 : le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la détermination.

V_2 : le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc.

M : la masse en grammes de la prise d'essai.

T : le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée.

H : la teneur en eau, en pourcentage en masse de l'échantillon pour essai.

• Résultats :

- Faire le calcul avec 04 décimales.

- prendre comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations si les conditions de répétabilité sont remplies. Dans le cas contraire refaire l'essai en double. Exprimer le résultat à 0.01 % (m/m) près.

• Répétabilité

La différence entre les résultats des deux déterminations effectuées simultanément ou rapidement l'une après l'autre par la même analyse ne doit pas dépasser 0.002 g d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche.

- la norme dite

Pour semoules, farines et pâtes alimentaires : 0.040 - 0.055g H_2SO_4 / 100g de matière sèche.

Annexe N°10 : Dosage du gluten norme française NF.1.1.24. ISO 5531

➤ **Appareillage**

- Balance de précision à 0.01g près.

- Burette graduée de 10 ml.

- Glutomatic.

- Centrifugeuse.

- Plaque chauffante (appareil de séchage).

- Dessiccateur.

- Tamis de soie de cuivre.

- Spatule, mortier.

➤ **Mode opératoire**

- peser 10g de la semoule à 0.01g près sur chaque un des deux extracteurs mécaniques du gluten et la mouiller avec quelques gouttes de la solution de chlorure de sodium.

- laver la pâte dans la machine durant 10 mn au moyen de la solution de chlorure de sodium.

Annexe

- placer les deux boules dans la presse à gluten pendant 20 secondes.
- placer les boules essorées obtenues, on obtient la masse de gluten humide.

➤ Expression des résultats

Le gluten humide s'exprime en masse du produit tel que = $m \times 10$

M : la masse en gramme de gluten humide

➤ Répétabilité

La différence entre les résultats de deux déterminations effectuées simultanément ou rapidement l'une après l'autre par le même appareillage, ne doit pas dépasser 0.5g de gluten humide pour 100 d'échantillon.

Détermination du gluten sec

➤ Principe

Le principe repose sur le séchage du gluten humide durant 4 mn.

➤ Mode opératoire

Séchage le gluten humide dans la plaque chauffante durant 4 mn, puis les poser directement dans le dessiccateur qui va absorber la vapeur dégagée pendant 15 mn et les peser, on obtient donc le gluten sec.

➤ Expression des résultats

- Le gluten sec s'exprime en masse du produit tel quel = $m_0 \times 10$

M0 = la masse en gramme de gluten sec.

Calculs :

GH – GS

Taux d'hydratation = $\frac{\text{GH}}{\text{GH}}$ X 100

Annexe N°1 1 : L'indice de chute :

- Préparation de l'échantillon : faire passer la farine à travers d'un tamis de 0,8 mm d'ouverture de maille, de façon à séparer les agglomérats;

- Détermination de la teneur en eau de la farine selon la méthode pratiquée décrite

Précédemment **NA-11.32/1990** en concordance technique avec la norme française : **NF.V.03707-**

La masse de la prise d'essai doit être à ramener à une humidité correspondante (exemple : pour une humidité de 15% la masse de la farine doit être de 7g) ;

- Détermination : remplir le bain-marie eau distillé jusqu'à 2 ou 3 cm du bord supérieur.

- Porter l'eau à ébullition et maintenir une vive ébullition pendant toute la durée de l'essai ;

-Transverse la prise d'essai dans un tube viscosimétrique et introduire 25 ml d'eau distillée à 20° C à l'aide d'une pipette ;

Annexe

- Boucher le tube avec des bouchons en caoutchouc et agiter vigoureusement à la main 20 fois, afin d'obtenir une suspension uniforme ;
- Enlever le bouchon et placer l'agitateur dans le tube ;
- Plonger le tube muni de l'agitateur du support du tube ;
- Déclencher le compteur automatique dès que le tube touche le bas du fond du bain-marie ;
- après exactement 5 secondes, à partir de l'immersion du tube viscosimétrique, agiter la suspension à la main ;
- Après un total de 59 secondes, placer l'agitateur à position haute, libérer l'agitateur exactement tombe de sa propre masse, le compteur est automatiquement en arrêt et une sonnerie retente ;
- Relever sur le compteur le temps total en seconde ;
- Effectuer deux déterminations sur l'échantillon à préparer.

Annexe N°12 : Essai à l'alvéographe Chopin

- Détermination de la teneur en eau de la farine à analyser selon la méthode décrite dans la norme **NA-11.32/1990**.

1. Détermination en fonction de la en eau de la farine, la quantité de la solution de Chlorure de sodium à utiliser pour préparer la pâte.

➤ *Pétrissage*

- Mettre dans le pétrin 250g de la farine, fixer le couvercle ;
- Mettre en route le moteur et chronomètre, versé le trou du couvercle la quantité de la détermination de chlore de sodium. Puis laisser la pâte se formé durant 1min ;
- Au bout de cette minute, arrêter le moteur, enlever le couvercle, réincorporé avec une spatule les particules de farine et de pate qui adhèrent au couvercle ou les angles de manière à respecter l'hydratation de la pâte. L'opération dispose d'une minute ;
- A la fin de la deuxième minute, émettre le moteur en marche, laisser alors le pétrissage se poursuivre durant 06 min ;
- A la fin de la huitième minute, arrêter le pétrissage et procéder à l'extraction.

➤ *Préparation des éprouvettes*

- Inverser dans le sens de rotation du fraiseur, dégager la fonte d'extraction, éliminer les deux premiers centimètres de la pâte ;

- Confectionner 5 petites éprouvettes circulaires et les mettre dans la chambre de repos (température 250°C).

- Après un temps de repos de 20 min, on précède au gonflement de chaque éprouvette de pate jusqu'à éclatement de la bulle et parallèlement le diagramme de déformation se dessine sur un enregistreur est donc de certains propriété physique de la pâte ,30mn après le début de son élaboration.

La courbe alvéographique correspondant à la variation de résistance de la pâte pendant son gonflement à débit d'air constant.

Annexe N°13 : Les analyses microbiologiques

➤ Principe de l'analyse microbiologique

La recherche des germes consiste à placer les micro-organismes au contact d'un milieu nutritif approprié, dans des conditions optimales de température et d'humidité, puis à les dénombrer.

Avant tout contrôle microbiologique, il est impératif de réunir toutes les conditions d'hygiène et d'asepsie.

Dans nos conditions expérimentales nous avons procédé au nettoyage et à la désinfection des paillasses à l'eau de javel et des outils d'analyses à l'autoclave.

- **La préparation de la solution mère :** Elle est réalisée comme suite :
 - ✓ Introduire aseptiquement 25g de produits à analyser dans un flacon préalablement taré. Contenant 225ml d'eau physiologique (T.S.E).
 - ✓ Homogénéiser.

Remarque

- Chaque fois qu'il est nécessaire il faut procéder à une homogénéisation des produits
- Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond donc à la dilution 1/10 (10^{-1}).
- **La préparation de la solution mère :** Cette étape doit être effectuée avec un maximum de précision. Il est à noter que la préparation des dilutions décimales est réalisée comme suite : Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1ml de la DM dans un tube à vis contenant au préalable 9ml de la même dilution : cette dilution est alors au 1/100 (10^{-2})... ainsi de suite jusqu'à l'obtention de la dilution recherchée.

Remarque

- Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques.
- Le but de cette dilution est pour faciliter la lecture en diminuant la charge microbienne dans une boîte contenant un milieu de culture.
- Entre le moment de la préparation de la suspension, ses dilutions et leur mise en culture, il ne doit pas s'écouler plus de 45minutes.
- L'eau étant liquide, il constitue la solution mère (SM).

- entre chaque dilution décimale, il est impérativement recommandé de changer les pipettes graduées.
- contrairement à la cela, lors de l'ensemencement il est recommandé de commencer par la plus haute dilution à savoir 10^{-3} dans le but justement de ne pas changer de pipettes.
- **Analyses des produits finis (farine)**

.1-Recherche et dénombrement des levures et moisissures : (NA.758/1990)

- **Mode opératoire** : voir figure N°02
- **Préparation du milieu** : Fonder préalablement un flacon de gélose O.G.A, puis le refroidir à 45°C ;
 - ✓ Ajouter 15ml de la solution d'oxytétracycline ;
 - ✓ Mélanger oignement puis couler le flacon d'O.G.A ainsi préparé en boite de pétri ;
 - ✓ Laisser refroidir les boites sur paillasse puis sécher à l'étuve avant leur utilisation.
- **Ensemencement** : A partir dilutions décimales préparées, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} porter aseptiquement 4 gouttes par dilution sur une boite de pétri contenant le milieu O.G.A (gélose glucosée à l'oxytétracycline) préalablement solidifié, puis les étaler à l'aide d'un râteau stérile en commençant par la plus haute dilution.
 - Faire de la même façon une boite témoin du milieu incubé tel quel.
- **Incubation** : L'incubation de ces boites se fait à 20 jusqu'à 25°C donc à température ambiante, couvercle en haut, pendant 5 à 8 jours.
- **Lecture** : La première lecture doit se faire à partir de la $48^{\text{ème}}$ h d'incubation. Elle consiste d'abord en la lecture de la boite témoin, car si elle présente des moisissures, l'analyse est à refaire.
 - Il est noté que les colonies de moisissures sont épisses, pigmentées ou non.
 - Le comptage se fait sur les boites contenant entre 15 et 300 colonies.
 - Le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de la dilution.

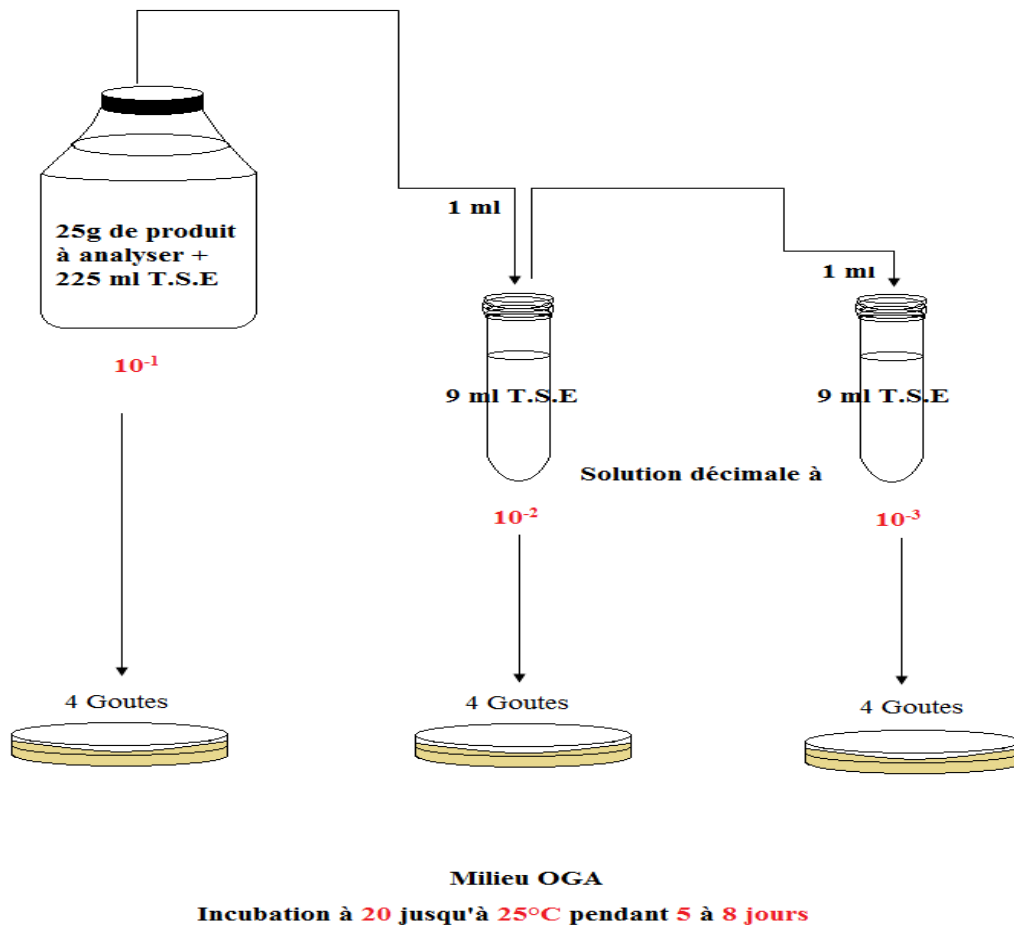


Figure N°02 :Recherche et dénombrement des moisissures

2-Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteur : (Norme AFNOR V08-019)

- **Mode opératoire** : voir figure N°03
- **Préparation du milieu** : Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose VF, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C. Puis ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium,
- ✓ Mélanger soigneusement et aseptiquement. Cependant le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à + 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Annexe

- **Ensemencement** : Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} , seront soumis:
 - ✓ d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes ;
 - ✓ puis à un refroidissement immédiat et brutal sous l'eau de robinet ;
 - ✓ A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double, dans deux tubes à vis stérile, puis ajouter environ 15 ml de gélose viande foie prête à l'emploi, dans chaque tube ;
 - ✓ Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes.
- **Incubation:**

Les tubes seront ainsi incubés à 37°C . Pendant 16, 24 ou au plus tard 48 heures.

- **Lecture** : La première lecture doit se faire immédiatement à 16 heures, car :
 - ✓ d'une part, les colonies de *Clostridium* sulfito-réducteur sont envahissantes et on se trouve en face d'un tube complètement noir ce qui rend l'interprétation impossible et l'analyse à refaire ;
 - ✓ D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm ;
 - ✓ Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristiques, réincorporer les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24h voire 48h.

Annexe

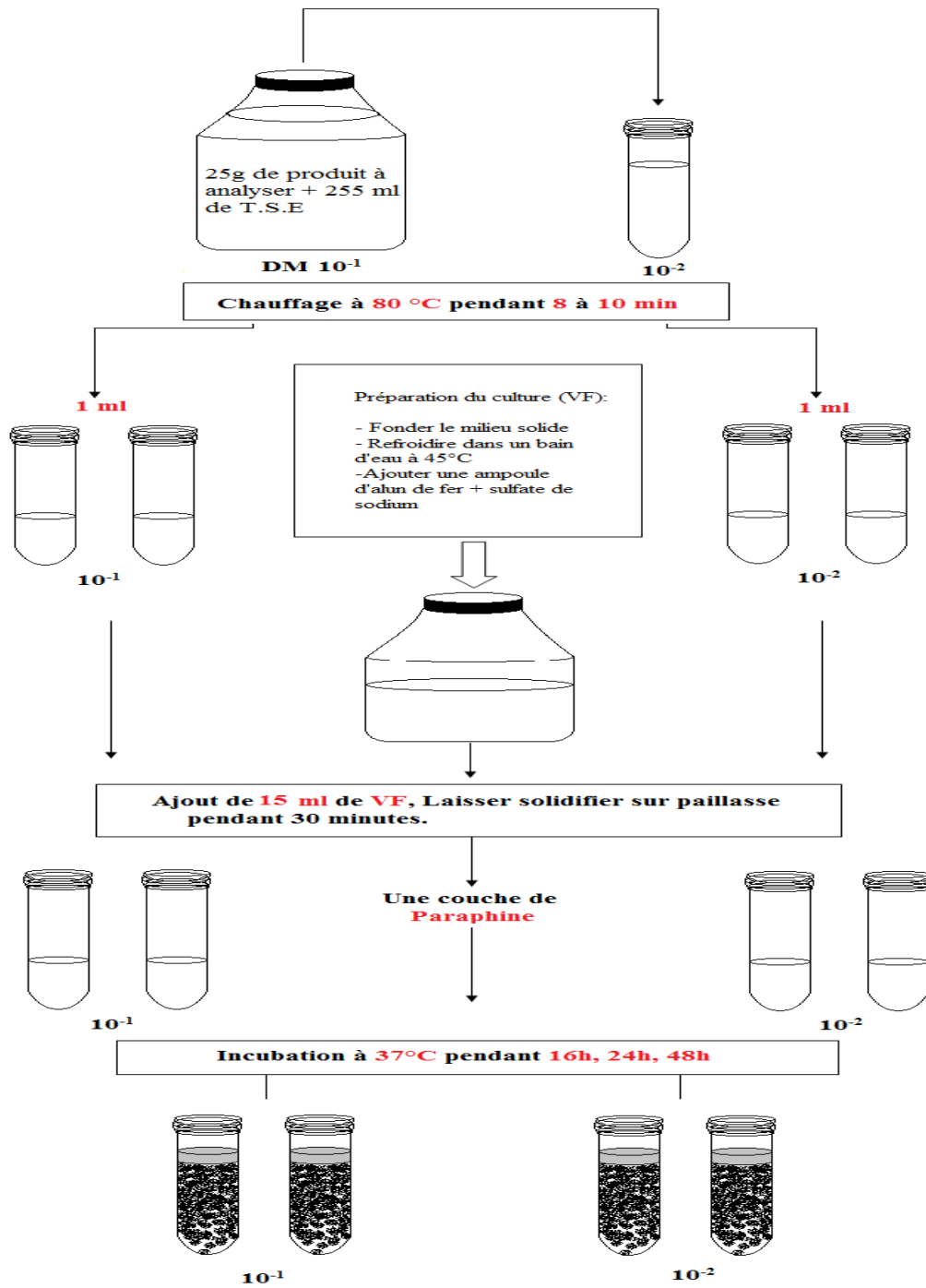


Figure N°03 Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteur.

Références bibliographiques

- **A FNOUR, 1991**, Reculi de normes-contrôle de la qualité des produits alimentaire céréales et produits céréaliers. **A FNOUR/DGCC RF**. 3^{ème} édition. Paris. 360 P.
- **ALAIS C., LINDEN G, 1994**. Abrégées de biochimie alimentaire, 3^{ème} édition Nancy : masson, 224P
- **Ameur A., 2000** : agréage et stockage des blés. Journée d'information et d'étude sur les produits de meunerie. Institut national spécialisé de la formation professionnel de panification. Blida
- **Anonyme 2009**. Association céréales-légumineuse et mélange de variété de blé tendre : points de vue agronomique et pratique d'une coopérative. D. Bousseau service agronomique terraina, avenue thomas Edison
- **Anonyme, 2010**. La tribune on line- de l'importation a l'exportation des céréales, 15 juin 2010, PP8-10
- **Anonyme, 2013** : conseil international des céréales
- **BADACHE D et CHAABNA H, 2005**. Control de la matière première et son influence sur le taux d'extraction et le produit fini, thèse d'ingénieur en technologie alimentaire, université de Boumerdes
- **Berland L et Russel A. 2003** comportement des pates boulangère au façonnage. Paris : industrie des céréales. 360P
- **Boudreau A, Menard G, 1992** le blé élément fondamentaux et transformation. La sainte-Forêt canada : presse de l'université LAVAL. 437P
- **Buhler, 2000**. Catalogue manuel d'équipement, l'industrie de service
- **CALVAL R, 1964** : que sais-Je ? Le pain paris : presse universitaire de France, 126P
- **CALVAL R, 1980** : La boulangerie modern. 9^{ème} édition. Paris. Eyrolles PP11-78
- **CALVAL R, 1984**: La boulangerie modern. 10^{ème} édition. Paris. Eyrolles 459P
- **ch EFTEL J.C, CHEFTEL H ; 1992** : introduction a la biochimie et a la technologie des aliments (volume 1) paris : Tec & doc- Lavoisier, 381P
- **DEROO I ; 1985**, L'homme, la farine, le pain, thèse : pharmacie-LILE, 130 P
- **FEILLET P.,2000** : le grain de blé. Paris, INRA, PP 17-43
- **Fourrar R, 1994** :Variabilité de la sensibilité variable de blé tendre a sitophilus oryzae L(**col : curculionidae**) dans le grain et de Tribolium confusum.

- **FREDOT EMILIE, 2005.** Connaissance des aliments, base alimentaire et nutritionnelles de la diététique. Paris, PP159-165
- **CODON B, William C, 1998.** Les industries de première transformation des céréales, deuxième tirage édition. Tec& Doc, Lavoisier, Paris, PP66, 68
- **CODON B, William C, 1991.** Les industries de première transformation des céréales, deuxième tirage édition. Tec& Doc, Lavoisier, Paris, P 110,596,597,598,599,600,601,602,603,679,561,562.
- **Fould-Springer, 1996,** Lewe et panification- Mémento des technologies Agro –alimentaire, Paris : Lesaffre/ techno-Nathan, 75P
- **Godon B, 1991.** Biotransformation des produits céréaliers. Ed, TEC& doc
- **HAMEL L, 2010.** Appréciation de la variabilité génétique de blé dur et des blés apparente par les marqueurs biochimiques. Thèse magistère, PP 14,15
- **HAMMACH F, CRAIRI K, 2004,** étude de qualité physicochimique rhéologique des farines des différents passages de mouture. , thèse d'ingénieur en technologie alimentaire, Université de Boumerdes.
- **GHADRI a, EVERSON ET Yammazaki w.t, 1971:** test weight in relation to the physical and quality caractéristique of soft winter whieght (triticum aestivum L. em thell). Crop sci. 11.515.518
- **GODON B et loisil W. 1997 :** guide pratique d'analyse dans les industries de céréales, Ed. Tec & Doc, lavoisier, APRIA Paris. PP98-106
- **LENAOUAR A, LEQUENTREC, B, ROELOFS.C, LAKHDHARI, W, MORICEAU S, PEYRON, C ? MEUNIER m, PFIRSCH N ; 1998.** La filière pain P25, 26,38
- **Maig D, 1970 :** le manuel de meunier. Ed .Paris. PP 120. 154
- **MASY LATTARD I ; 1989,** le pain : aspect biochimique et nutritionnel thèse pharmacie : LILE 123P
- **MONNEHAY N, 1993.** Pain de France projet de première année : IAAL LILE 21P
- **Norme Algérienne : N A : 1.123.85 :** échantillonnage
- **Norme Algèrène : NA : 11-61-1986** détermination des poids spécifique
- **Norme Algèrène : NA : 11-78-1990** recherche des impuretés
- **Norme Algèrène : NA : 11-32-1990** détermination de la teneur en eau
- **Norme Francaise : N F V : 3-702 :** détermination de la masse de 1000 grain

- **Norme Algérienne : NA : 732-1991** : détermination de taux de cendre
- **Norme Algérienne : NA : 11-82-1991** : détermination de l'acidité grasse
- **Norme Algérienne : NA : 11-85-1990** : détermination de l'azote total avec minéralisation selon la méthode KJELDHAL.
- **Norme Algérienne : NA : 11-76-1990** : détermination de l'indice de chute
- **Norme Française : NF : 1-24, ISO 5531** : dosage du gluten
- **Norme Algérienne : NA : 11-88-1990** : essai à la alveographe chopin
- **OKA NDZAY Y, 2000** : caractéristique technologique et biochimique de quelque variété de blé dur Algérienne. Thèse de magistère. INA. Alger ; 96P
- **Rousset M et AUTRAN J-C ; 1979** : amélioration de blé pour sa valeur d'utilisation. Paris. pp165-170
- **Roussel et chiron, 2002**, Le pain français
- **SAFIR F et BOULAIOUN F, 2004**. Analyse physicochimique et rhéologique des farines issue des deux phases de mouture : broyage et convertissage, thèse d'ingénieur en technologie alimentaire, Université de Boumerdes.