

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -

Tasdawit Akli Muḥend Ulḥağ - Tubirett -



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة أكلي محمد أولحاج

- البويرة -

Faculté des Sciences et de la Technologie

كلية العلوم والتكنولوجيا

Département de Technologie Chimique Industrielle

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme

De Licence professionnelle en

Génie des Procédés

Spécialité : **Génie Chimique**

Thème

Processus de fabrication de la semoule à partir du blé dur et contrôle de qualité

Réalisé par

♦ M^{elle} MAOUCHE Chaima.

Encadré par

Mme HAMIDOUCHE Sabiha

Enseignante MCB/ Institut de Technologie

JAARA Ahlame

Tuteur de l'entreprise (Auras Batna)

Corrigé par

Examineur 1 : BELKACEMI Samir

Enseignant / Institut de Technologie

Examineur 2 : BELALIA Fatiha

Enseignante MCB / Institut de Technologie

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Avant tous je tiens à remercier le bon Dieu qui m'a donnée le courage, la force et la patience pour accomplir ce travail. Merci de m'avoir éclairée le chemin de la réussite.

*Un grand remerciement à **mes parents** et **mes frères** pour leur soutien et leurs encouragements.*

*Mes remerciements spéciaux vont à Mme. **HAMIDOUCHE Sabiha** mon encadrant de mémoire au niveau de l'institut de Technologie pour son aide, sa gentillesse, ses conseils et de m'avoir guidée pas à pas dans mon travail.*

Je tiens à remercier également les membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens à remercier toute l'équipe du moulin Arris. J'adresse aussi mes remerciements à « JAARA Ahlame » le chef service de laboratoire pour ses précieux conseils.

Finalement, je remercie toute ma famille et tous les enseignants du département de Génie des procédés pour leurs encouragements au cours de mes études.

Merci !

Dédicace

*D'un profond amour et d'une immense gratitude je dédie ce
travail aux deux personnes qui me sont les plus chères,*

Mes parents, (Salah Yakouta)

*Je dédie mes frères Ala Eddine, Sif Eddine et
Diyaa Eddine*

*Mes chères amies ZERARI AMANI et
YELLOUZE Soundousse*

Touts mes amies

*Et a toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce
travail.*

Chaïma

Tableau de matière

REMERCIEMENTS

Dédicace

Tableau de matière

Liste des abréviations

Liste de figures

Liste de tableau

INTRODUCTION1

Parti I : Etude bibliographique

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I .1. Présentation de l'entreprise.2

I.1.1. Historique2

I.1.2. Présentation de l'unité.....3

I.1.3. Situation géographique3

I.1.4. Organigramme de l'unité d'ARRIS4

I.1.5. Activités de l'unité : [1]7

I.2. Sécurité industrielle7

I.2.1. Sécurités de complexe de l'unité Arris7

I.2.2. Consignes de sécurité et mesures d'urgence en cas d'incendie7

Chapitre II : Généralité sur le blé dur et la semoule

II.1. Généralités sur le blé8

II.1.1. Introduction8

II.1.2. Définition des céréales8

II.1.3. Importance des céréales8

II.1.4. Production et consommation de blé en Algérie.....8

II.1.5. Grain de blé9

II.1.6. Classification de blé dur.....10

II.1.7. Caractéristiques de blé dur11

II.1.8. Structure de grain de blé et sa composition11

II.1.9. Composition chimique du grain de blé13

II.2. Généralités sur la semoule13

II.2.1. Définition	13
II.2.2. Différents types de la semoule	14
II.2.3. Composition biochimique de la semoule	14

Chapitre III : Processus de fabrication de la semoule de blé dur

III.1. Phases de Chaine de production	16
III.2. Processus de fabrication de la semoule à partir de blé dur	21
III.2.1. Etape A : Transport et réception (Agréage)	21
III.2.2. Etape B : déchargement, pré nettoyage et mise en silo (stockage)	21
III.2.3. Etape C : mélanges et nettoyage	22
III.2.4. Etape D : mouillages et repos	23
III.2.5. Etape E : mouture	23
III.2.6. Etape F : stockage et transferts	25
III.2.7. Etape G : conditionnement des semoules : vrac et ensachage	25
III.2.8. Etape H : stockage (sac) et expédition (vrac et sac)	25

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre VI : Matériels et méthodes

IV.1. Analyses physico-chimiques effectuées sur les grains de blé dur	27
IV.1.1. Dosage d'humidité (teneur en eau)	27
VI.1.2. Poids spécifique (PS PHL)	29
VI.1.3. Poids de 1000 grains (PMG)	31
VI.1.4. taux de cendre (TC)	32
VI.2. Analyses physico-chimiques effectuées sur la semoule	34
VI.2.1. Humidité	34
VI.2.2. Poids de 1000 grains (PMG)	35
VI.2.3. Taux de cendre	35
VI.3. Analyse technologique	35
VI.3.1. Teneur en gluten	35

Chapitre V : résultats et discussions

V.1. Résultats des analyses physico-chimiques	38
V.1.1. les grains de blé dur	38
V.1.1.1. Teneur en eau (dosage d'humidité)	38
V.1.1.2. Poids spécifique	38

V.1.1.3. Poids de 1000 Grains (PMG).....	38
V.1.1.4. Taux de cendre.....	39
V.1.2. la semoule de blé dur	39
V.1.2.1. Teneur en eau (dosage d'humidité).....	40
V.1.2.2. Taux de cendre.....	40
V.1.2.3. Teneur en gluten	40
CONCLUSION.....	42

Références

Résumé

Liste des abréviations

Kg : kilogramme.

g : gramme

MS : matière sèche.

NA : Normes algériennes.

GH : Gluten Humide.

GS : Gluten Sec.

J : Joule.

Kcal : kilocalorie

mM : Milimolaire

S : Second

LISTE DES FIGURE

Figure I.1 : Unité de production de blé-Arris.....	2
Figure I.2 : Logo de l'entreprise.....	2
Figure I.3 : Situation géographique de la wilaya de Batna.....	3
Figure I.4 : Mesures de sécurité dans l'unité.....	7
Figure II.1 : Blé dur.....	10
Figure II.2 : Structure de grain de blé.....	12
Figure II.3 : Semoule.....	14
Figure III.1 : Chaine de production.....	16
Figure III.2 : Plan du site et flux de matières	20
Figure III.3 : Silo de stockage.....	25
Figure VI.1 : Etuve Appareil Barbender.....	28
Figure VI.2 : Capsule vide.....	28
Figure VI.3 : Balance.....	28
Figure VI.4 : Pinces en bois.....	28
Figure VI.5 : Appareil Agri-TR.....	30
Figure VI.6 : Balance électrique.....	31
Figure VI.7 : Compte grains (MINIGRAL).....	32
Figure VI.8 : Dessiccateur.....	33
Figure VI.9 : Four.....	33
Figure VI.10 : Gants.....	33
Figure VI.11 : Pinces métalliques.....	34
Figure VI.12 : Appareil gluten index.....	36
Figure VI.13 : Plaque chauffantes (Glotorie).....	36
Figure VI.14 : Becher.....	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Caractéristique de blé dur.....	11
Tableau II.2 : Composition chimique de grain de blé.....	13
Tableau II.3 : Composition biochimique des semoules.....	15
Tableau VI.1 : Norme de qualité de blé concernant le poids spécifique	31
Tableau V.1 : Teneur en eau de blé dur analysé.....	38
Tableau V.2 : Poids spécifique du blé dur 100% local	38
Tableau V.3 : Poids de 1000 grains du blé dur 100% local	39
Tableau V.4 : Teneur en cendre dans les échantillons des grains de blé dur local	39
Tableau V.5 : Teneur en eau de la semoule de blé dur.....	40
Tableau V.6 : Poids spécifique de la semoule de blé dur	40
Tableau V.7 : Valeurs de la teneur en gluten sec des semoules	41
Tableau V.8 : Teneur en gluten humide sont regroupe dans le tableau suivant.....	41

Introduction

INTRODUCTION

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, du fait qu'ils apportent la plus grande part des protéines de la ration alimentaire.

Les céréales sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'albumen amylacé, réduit en farine, est consommable par l'homme ou par les animaux domestiques.

La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie. Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière.

Le rôle principal des moulins d'AURRAS BATNA consiste à approvisionner la population en semoule saine répondant aux normes de nutrition à l'échelle internationale et en qualité suffisante. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'étude qui s'intitule « processus de fabrication de la semoule à partir du blé dur et contrôle de qualité ».

Ce travail se subdivise en deux parties :

La première partie s'agit d'une partie théorique comportant deux chapitres :

Le premier chapitre la présentation de l'entreprise.

Le deuxième chapitre généralités sur le blé dur et la semoule.

La deuxième partie est une étude expérimentale qui comporte trois chapitres :

Le premier chapitre processus de fabrication de la semoule de blé dur.

Le deuxième chapitre matériel et méthodes de contrôle de qualité de blé et de la semoule.

Le troisième chapitre résultats et discussion.

***Parti I : Etude
bibliographique***

Chapitre I :
Présentation de
l'entreprise

I.1. Présentation de l'entreprise.

I.1.1. Historique

Après l'indépendance, l'état algérien a créé l'entreprise nationale des moulins de blé et de pâtes, selon un décret daté en 25/03/1965 sous le n °65/88 modifié par l'arrêté N°68/99 du 26/04/1968 qui voulait rendre les moulins holistiques.

Cette entreprise est présente dans toutes les régions du pays réparties en unités productives et économiques dont l'objectif principal est: Marketing Le produit est dominé par le marché intérieur et acquis à travers ses nombreuses succursales.

Au début des années quatre-vingt, plus précisément en 1983, lorsque l'état s'est engagé dans une politique économique, il a adopté une politique de restructuration de toutes les institutions productives et économiques. Cela comprenait la restructuration de l'entreprise nationale "Moulins Arris", comme cela a été fait Création de 5 sociétés régionales spécialisées dans les industries alimentaires sous le nom de «Riyad». Ces entreprises sont situées dans 5 villes parmi les grandes villes algériennes : Alger, Sétif, Constantine, Tiaret, Sidi Bel Abbas.

Ce qui en fait un caractère régional, mais cela n'a pas duré longtemps jusqu'à ce qu'il soit transformé en institutions économiques publiques avec des actions sous forme de complexes, et on a également vu qu'il était divisé en filiales.

Moulins Arris l'unité de production de blé, Arris - une unité du Complexe Industriel Commercial, moulins des Aurès - Batna (société étatique) produit plusieurs types de produits: semoule, farine, farine de semoule.....etc [1].



Figure I.1 : Unité de production de blé-Arris

I.1.2. Présentation de l'unité

L'unité SMIDE les moulins des Aurès Batna est une entreprise agro-alimentaire, sa vocation première est la transformation du blé en produits finis à la consommation (farine, semoules....). Cette activité consiste à faire subir un processus technologique au blé, elle possède une capacité de production totale de 1000T/J.

L'effectif totale de l'unité est de 100 agents répartis comme suite :

- 70% à la production.
- 20% au soutien (maintenance, approvisionnement ; hygiène et sécurité).
- 10% à l'administration.



Figure I.2 : Logo de l'entreprise

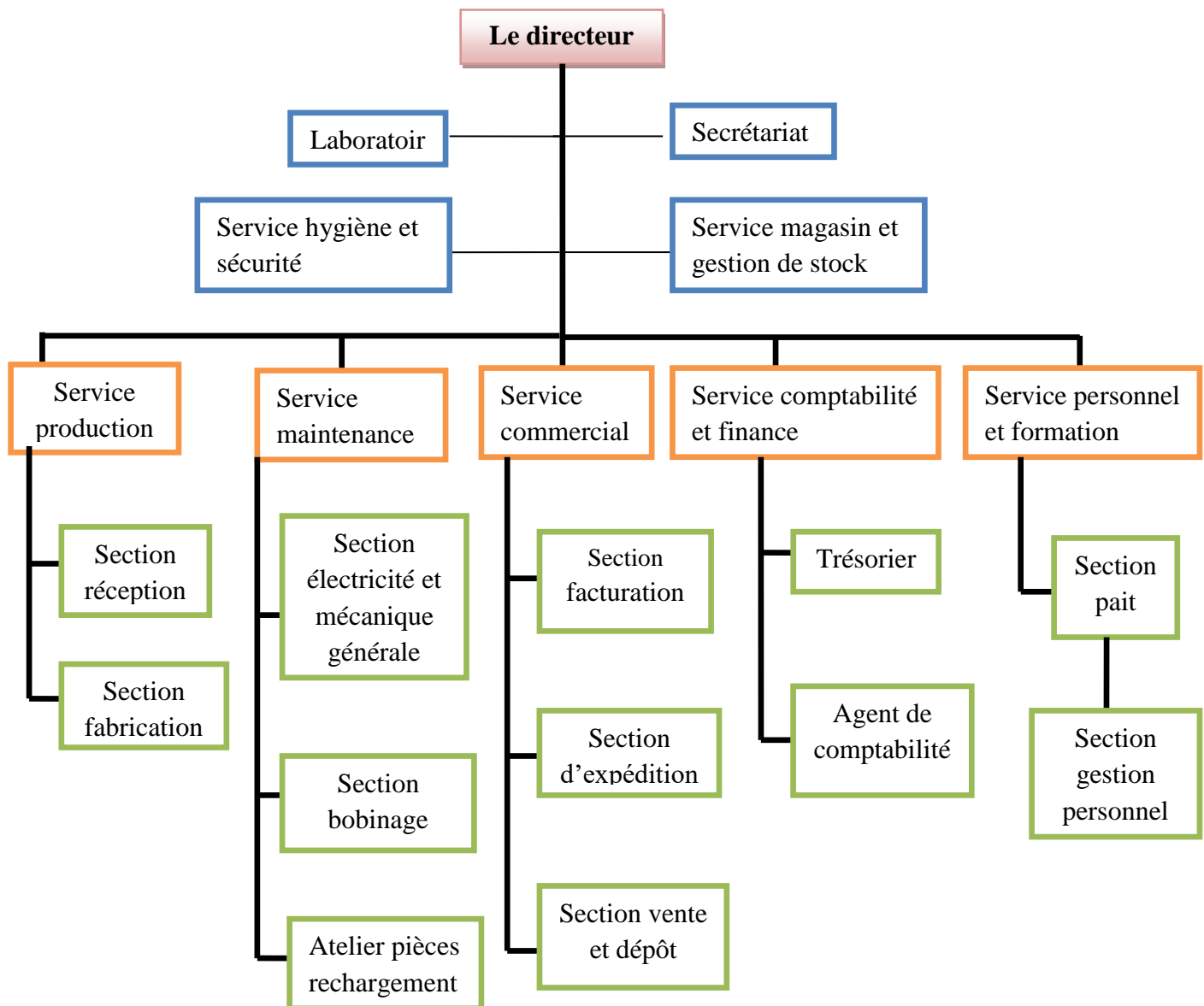
I.1.3. Situation géographique

Localisation: L'unité de production est située dans la wilaya de Batna, Cercle d'Arris, dans la zone industrielle sur l'axe de la route d'ARRIS à BISKRA au nord-est via la station de distribution de carburant NAFTAL. Sud par l'intersection de la route nationale N° 31 avec la route menant à la zone industrielle; À l'est par la route nationale N° 31 et le terrain de football, à l'ouest du complexe résidentiel Al-DACHRA EL HAMRA.



Figure I.3 : Situation géographique de la wilaya de Batna [1]

I.1.4. Organigramme de l'unité d'ARRIS



I.1.4.1. Description et tâches des différents services de l'entreprise

- **Directeur de l'unité** : il est une personne nommée par la direction générale du complexe industriel et commercial, les Auras Mills de Batna, et il est classé comme cadre de l'organisation et il est considéré comme le plus haut chef administratif de l'unité.
- **Service finance et comptabilités** : Ce département est responsable de ce qui suit:
 - ✓ Financer toutes les opérations, qu'il s'agisse d'achat ou de services, à la demande de l'autorité concernée.
 - ✓ Surveiller tous les comptes liés aux intérêts financiers et comptables.

- ✓ Préparer divers documents comptables périodiques et finaux des états financiers et autres.
- ✓ Tenue de livre compte.
- **Service maintenance :** ce service a un rôle technique représenté dans la réparation des équipements de l'unité ainsi que dans leur entretien. Il a une relation directe avec le département de production et il est géré par le chef de département avec l'aide d'assistants dans diverses disciplines telles que la mécanique industrielle, l'électricité, soudage et ainsi de suite.
- **Service production :** Service de la production est le principal pilier de l'unité, comme l'écrivent les travailleurs des autres services, qu'il est l'épine dorsale de l'entreprise et les tâches de l'intérêt de la production commencent dès le début de la réception de la matière première, et cela se termine par la livraison du produit final où les travailleurs du département de production s'efforcent d'améliorer la qualité du produit.
- **Service hygiène et sécurité :** Les tâches de ce service sont d'assurer la mise en œuvre des instructions relatives à la préservation de la santé et de la sécurité, qui sont:
 - ✓ Épargnez l'appareil de tous les dangers de dommages tels que les incendies et autres.
 - ✓ Protéger les travailleurs des accidents.
 - ✓ Protection de la propriété de l'unité.
 - ✓ Fournir des moyens de protection individuelle aux travailleurs.
 - ✓ Surveiller les travailleurs sur l'étendue de l'application des instructions de sécurité.
 - ✓ Identifier les risques et sensibiliser en permanence les travailleurs à ces risques.
 - ✓ Contrôle des moyens de transport.
 - ✓ Assurez-vous que l'unité est propre.
- **Laboratoire :** Elle réalise des analyses sur la matière première du blé, toutes deux de ses deux types, pour s'assurer de la disponibilité du cahier des charges applicable au blé acheté, et elle mène également des analyses quotidiennes sur les produits finaux pour en contrôler la qualité, et après que cette autorité prépare la liste d'analyse quotidienne et la soumet à l'autorité de production sur la base de laquelle elle agit selon les besoins.
- **Service commerciale et transport :** Les tâches de ce service peuvent être considérées comme complémentaires des tâches du service de production, c'est-à-dire vendre les produits fabriqués par le service de production, à savoir: semoule, farine et son à des

revendeurs de toutes natures (commerce de gros, boulangers, établissements d'enseignement, consommateurs via les points de vente de l'unité) et le cas échéant, il effectue un transfert Vente et transport de la matière première par camions appartenant à l'unité.

Comme cette autorité prépare plusieurs documents quotidiennement ou mensuellement, dont les plus importants sont: les transferts quotidiens, la liste quotidienne des ventes, la liste mensuelle des ventes totales, le relevé de consommation de carburant des camions de l'unité ... etc. Le département commercial travaille pour satisfaire le client, lui fournir les meilleurs services et traiter toutes les réclamations soumises.

- **Service personnel :** Ce département est encadré par son responsable. Les missions du département sont:
 - ✓ Assurer la gestion des dossiers des salariés et leur communiquer les différentes décisions, notamment: l'emploi, l'inscription, la promotion, la formation, la retraite et tout ce qui est lié au cheminement de carrière du travailleur.
 - ✓ Calcul des salaires, le cas échéant.
 - ✓ Préparer les différentes déclarations et déclarations liées au processus de calcul des salaires.
 - ✓ Prendre en charge le transfert des travailleurs.
 - ✓ Superviser l'ordre général des travailleurs en termes de discipline de travail et d'absences.
 - ✓ Coordination avec le ministère des Finances et de la Comptabilité concernant le paiement des salaires et les coûts de la tâche avec leur enregistrement.
- **Service approvisionnement et gestion stocke:** il gère et optimise la gestion des stocks (entrées et sorties des marchandises) pour minimiser le niveau de stock sans risquer la rupture. En liaison étroite avec les fournisseurs et les transporteurs, il conçoit et coordonne l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement dans les délais impartis.

I.1.5. Activités de l'unité : [1]

L'Unité 05.12.81 ARRIS a pour activité unique la transformation des céréales blés durs et blés tendres en semoule et farine.

- ✚ Elle a une capacité de production de 2000 Qx/ 24h
- ✚ Semoule 1000 Qx / 24h
- ✚ Farine panifiable 1000 Qx / 24h

I.2. Sécurité industrielle

Le risque industriel est défini comme un événement accidentel se produisant sur un site industriel mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement. Afin d'en limiter la survenue et les conséquences, les établissements les plus dangereux sont soumis à une réglementation particulière (classement des installations) et à des contrôles réguliers. Néanmoins, ce n'est pas parce qu'un site n'est pas classé qu'il ne présente pas de danger.

I.2.1. Sécurités de complexe de l'unité Arris

L'entreprise accorde une grande importance à la sécurité de son personnel.



Figure I.4 : Mesures de sécurité dans l'unité

I.2.2. Consignes de sécurité et mesures d'urgence en cas d'incendie

- ✓ Alerter les agents de sécurité.
- ✓ Couper l'électricité dans la zone sinistrée.
- ✓ Attaquer le feu avec les extincteurs appropriés.
- ✓ Mettre en marche le groupe électrogène de secours en cas de coupure générale d'électricité.
- ✓ Mettre en marche les pompes du réseau d'incendie du lieu.
- ✓ Attaquer le feu avec les lances.
- ✓ Alerter la protection civile en utilisant la ligne téléphonique spécialisée.

Chapitre II :
Généralités sur le blé
dur et la semoule

II.1. Généralités sur le blé

II.1.1. Introduction

Les céréales constituent 45 % des apports énergétiques dans l'alimentation humaine. Leur utilisation organisée est à l'origine des civilisations. Il existe trois groupes de céréales majeures qui correspondent à 75 % de la consommation céréalière mondiale. Un premier grand groupe de céréales est formé par le blé, l'orge, le seigle et l'avoine. Il émerge dans le Triangle fertile, berceau des civilisations occidentales qui ont donc leur point de départ au Moyen Orient et au Proche Orient. Un deuxième grand groupe est formé par le maïs. Il est originaire d'Amérique centrale. Il est à la base des civilisations amérindiennes. Le maïs a été importé en Europe par les explorateurs du Nouveau-Monde à la fin du XVe siècle. Un troisième grand groupe est ordonné autour du riz. C'est une plante originaire des régions chaudes et humides de l'Asie du Sud-est. Sa domestication s'est faite de façon synchrone avec la domestication du blé plus à l'ouest. Le riz est à la base des civilisations orientales [3].

II.1.2. Définition des céréales

Les céréales sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'albumen amylicé, réduit en farine, est consommable par l'homme ou par les animaux domestiques. La plupart des céréales appartiennent à la famille des Graminées (ou Poacées). Ce sont : le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho. Les unes appartiennent à la sous-famille des Festucoïdées: blé, orge, avoine, seigle; les autres à la sous-famille des Panicoïdées maïs, riz, sorgho, millet. Enfin, une céréale, le sarrasin appartient à une autre famille, celle des Polygonacées [3].

II.1.3. Importance des céréales

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière [2].

II.1.4. Production et consommation de blé en Algérie

La production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'indice des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif et est à caractère essentiellement pluvial. Il est donc, facile

de prédire qu'elle ne pourrait satisfaire les demandes d'une population qui, dépassant actuellement 42 millions d'habitants, est potentiellement et traditionnellement consommatrice de blé [2].

II.1.4.1. Production céréalière

- La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays, La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3 ,5 million d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Elle apparait donc comme une spéculation dominante.
- Spéculation pratiquée par la majorité des exploitations (60% de l'effectif global (RGA, 2001), associé à la jachère dans la majorité des exploitations.
- Spéculation présente dans tous les étages bioclimatiques, y compris dans les zones sahariennes. -En matière d'emploi, plus de 500 000 emplois permanents et saisonniers sont procurés par le système céréalier (ministère de l'Agriculture) [3].

II.1.4.2. Consommation céréales

- La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /habitant/ans.
- Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Répartis sur une large échelle de revenus, les consommateurs algérien sont soumis à des influences culturelles contradictoires, ils peuvent être attachés aux traditions (consommations préparées d'une manière artisanale) ou tentés par les signes de modernité (restauration de masse et consommation de produits issus de l'industrie alimentaire). La résultante des comportements de ces consommateurs change donc en fonction de l'évolution démographique, le tassement des revenus et la libéralisation des prix des produits de première nécessité [3].

II.1.5. Grain de blé

Le grain de blé est un ovale dont la couleur varie du rouge au blanc, un caryopse, type de fruit sec indéhiscant, spécifique des graminées, contenant une seule graine dont le tégument est intimement soudé au péricarpe du fruit.

Le grain est protégé par des enveloppes qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur, le péricarpe du fruit, puis le tégument de la graine ou testa et l'épiderme du nucelle (ou bande hyaline).

Du point de vue végétatif, il est possible de diviser son cycle en trois étapes :

- Période de végétation.
- Période de reproduction.
- Période de maturation.

Les grains de blé sont divisés en deux parties :

- Le blé tendre : appelé (*Triticum aestivum*), est une des céréales les plus cultivées au monde et est d'une importance considérable pour l'alimentation humaine, fournissant environ un cinquième des calories consommées par l'homme. Il est utilisé pour la boulangerie et la biscuiterie.
- Le blé dur : appelé (*Triticum durum*) est une espèce de blé caractérisée par son amande dure et vitreuse. Il est cultivée depuis la Préhistoire, cette céréale est riche en protéines, y compris en gluten. Il est utilisé principalement pour la fabrication des semoules [4].



Figure II.1 : Blé dur

II.1.6. Classification de blé dur

Le blé appartient à la famille des graminées (*Gramineae* = *Poaceae*), qui comprend plus 10.000 espèces différentes. Plusieurs espèces de ploïdie différentes sont regroupées dans le genre *Triticum* qui est un exemple classique d'allo-polyploïdie, dont les génomes

homéologues dérivent de l'hybridation inter espèces appartenant à la même famille (Levy et Feldman, 2002).

Le blé dur (*Triticum turgidum*ssp. *Durum* Desf) est une espèce allo-tétraploïde ($2n=28$, AABB) qui a pour origine l'hybridation suivie par un doublement chromosomique entre *Triticum Urartu* (génome AA) et une espèce voisine de *Aegilops* sépaloïdes (génome BB) (Huang et al. 2002 [5]).

II.1.7. Caractéristiques de blé dur

Le blé dur on obtient de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, des pâtes, du couscous.

Tableau II.1 : Caractéristique de blé dur

Caractéristiques	Blé dur
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espèce ▪ Poids spécifique (Kg/hl) ▪ Aspect 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Triticum durum</i> ▪ 25 à 60g ▪ Allongé, sillon ouverte, enveloppes blanches ambrées, épis barbus.
Caractéristique physique de l'amande	Vitreuse, résistante à l'écrasement
Rendement mouture	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Semoules : 70-75% ▪ Issus : 18-22% ▪ Gruaux : 5-10%
Minéralisation de l'amande % cendre	0.7%
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Longueur ▪ Largeur ▪ Epaisseur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6 à 9 mm ▪ 2.2 à 3.2 mm ▪ 2.5 à 4 mm

II.1.8. Structure de grain de blé et sa composition

Le grain de blé est constitué de 3 grandes parties : le germe, l'albumen et les enveloppes. Il est constitué majoritairement d'amidon qui représente environ 80% de la matière sèche du grain et qui est situé dans l'albumen.

Les protéines représentent entre 10 et 15% de la matière sèche et se retrouvent dans tous les tissus du grain de blé avec une concentration plus importante dans le germe et la couche aleurone.

Les pétouanes (polysaccharides non amylacés) représentent quant à eux entre 2 et 3% de la matière sèche et sont les principaux constituants des parois cellulaires de l'albumen (70 à 80%) [4].

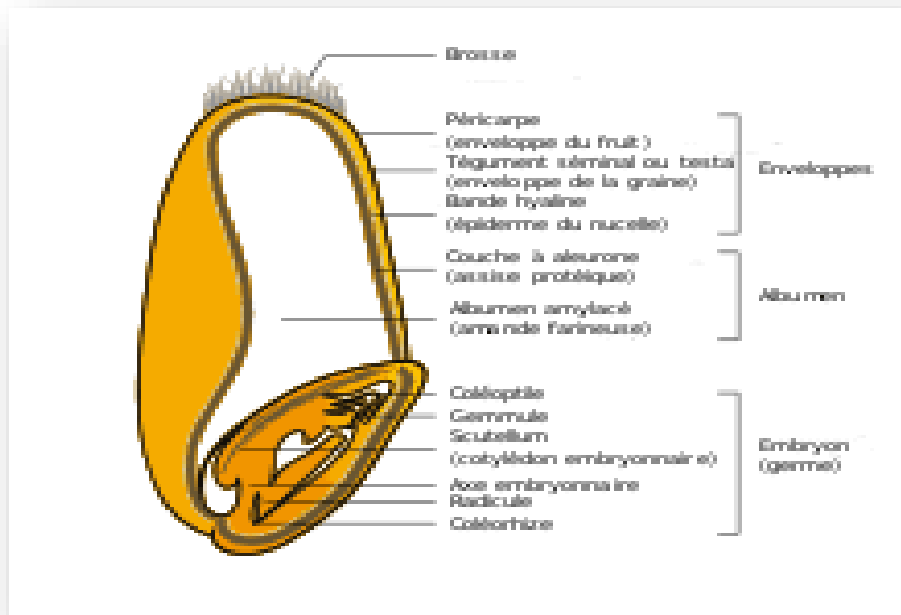


Figure II.2 : Structure de grain de blé

a) Enveloppes

Elles sont formées de six tissus différents : épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe (13-17%). Elles représentent 14 à 16% du poids total du grain de blé, elles sont soudées à l'albumen et elles ont un rôle de protection contre les détériorations mécaniques et contre la pénétration des substances toxiques et de micro organisme. Les enveloppes renferment une teneur importante en matières protéiques et riches en matières minérales (en particulier le zinc, phosphore, magnésium) ainsi en vitamines [4].

b) Albumen

L'albumen est la partie du grain qui présente le plus d'intérêt du point de vue de l'utilisation. En effet, les protéines de réserve qui le constituent ont la capacité de former en présence d'eau des liaisons covalentes, hydrogènes et des interactions notamment de type hydrophobe aboutissant sous l'action du pétrissage à un réseau glutineux qui possède des propriétés viscoélastiques aux multiples usages. De plus, il est également constitué d'amidon qui est d'intérêt pour de nouveaux usages comme la production de biocarburant.

c) Germe

Le germe (3%) est Composé d'un embryon (lui-même forme de la coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorizhe et de la coiffe) et du scutellum [4].

II.1.9. Composition chimique du grain de blé

Tableau II.2 : Composition chimique du grain de blé [6]

Nature des compositions	Teneur (%MS)
Protéines	10-15
Amidon	67-71
Pentosanes	8-10
Celluloses	2-4
Sucres libres	2-3
Lipides	2-3
Matières minérales	1.5-2.5

II.2. Généralités sur la semoule**II.2.1. Définition**

La semoule est fabriquée à partir de l'amande du grain de blé après que son et germe aient été éliminés, elle est finement moule puis délayée dans l'eau, la pâte est ensuite façonnée en fils très fins ; ils sont cuits à la vapeur, séchés et façonnés en granulés de différentes tailles qui fournissent les différentes semoules : grosse, moyenne et fine.

La semoule est en quelque sorte le produit intermédiaire le grain et la farine. La plus courante est la semoule de blé mais il existe d'autre semoule que celles de blé.



Figure II.3 : Semoule

II.2.2. Différents types de la semoule

Les semoules sont classées en fonction du diamètre des alvéoles des tamis qui les retiennent.

Il existe nombreuse types de semoules qui sont définis en plusieurs catégories selon différents paramètres tel que ; le taux cendres, le taux d'humidité et la granulométrie des semoules.

a) Semoule extra (SE)

120 μm est de 90%. Elle est orientée vers la fabrication des pates alimentaires industrielles.

b) Semoule moyenne

Elle représente un refus au tamis de 100 μm de 90%. Cette semoule est généralement vendue en l'état pour l'utilisation ménagère (couscous, galette, biscuit).

c) Semoule grosse

Elle doit avoir un refus de 50% au tamis de 30% à 40% μm . cette semoule est destinée essentiellement à la fabrication du couscous type gros.

II.2.3. Composition biochimique de la semoule

D'après Boudreau et Menard (1992) [8], les semoules issues de l'endosperme amylicé (albumen), jouent un rôle déterminant dans la fabrication des produits à base de blé dur. Elles contiennent en ordre d'importance : l'amidon, les quatre classes de

protéines (albumines, globuline, gluténines et gliadines), les lipides, les sels minéraux et les enzymes (tableau II.3).

La composition biochimique des semoules dépend du taux d'extraction et revêt une grande importance pour les pasteurs qui préfèrent la semoule issue d'un blé dur sain et vitreux, de granulométrie homogène, de couleur uniforme et un minimum de piqures.

Tableau II.3 : Composition biochimique des semoules [6].

Eléments minéraux	Teneur en (mg/100g)	Vitamines	Teneur en (mg/100g)	Principes énergétiques	Teneur en (mg/100g)	Calories	Fibres
P	143	B1	0.2	Les protéines	12.6	1455KJ 350kcal	4g
Ca	20	B5	0.44	Les lipides	1.6		
Mg	40	B6	0.13	Les glucides assimilables	70.4		
K	193	B3	2.7				

Chapitre III :
Processus de
fabrication de la
semoule de blé dur

III.1. Phases de Chaine de production

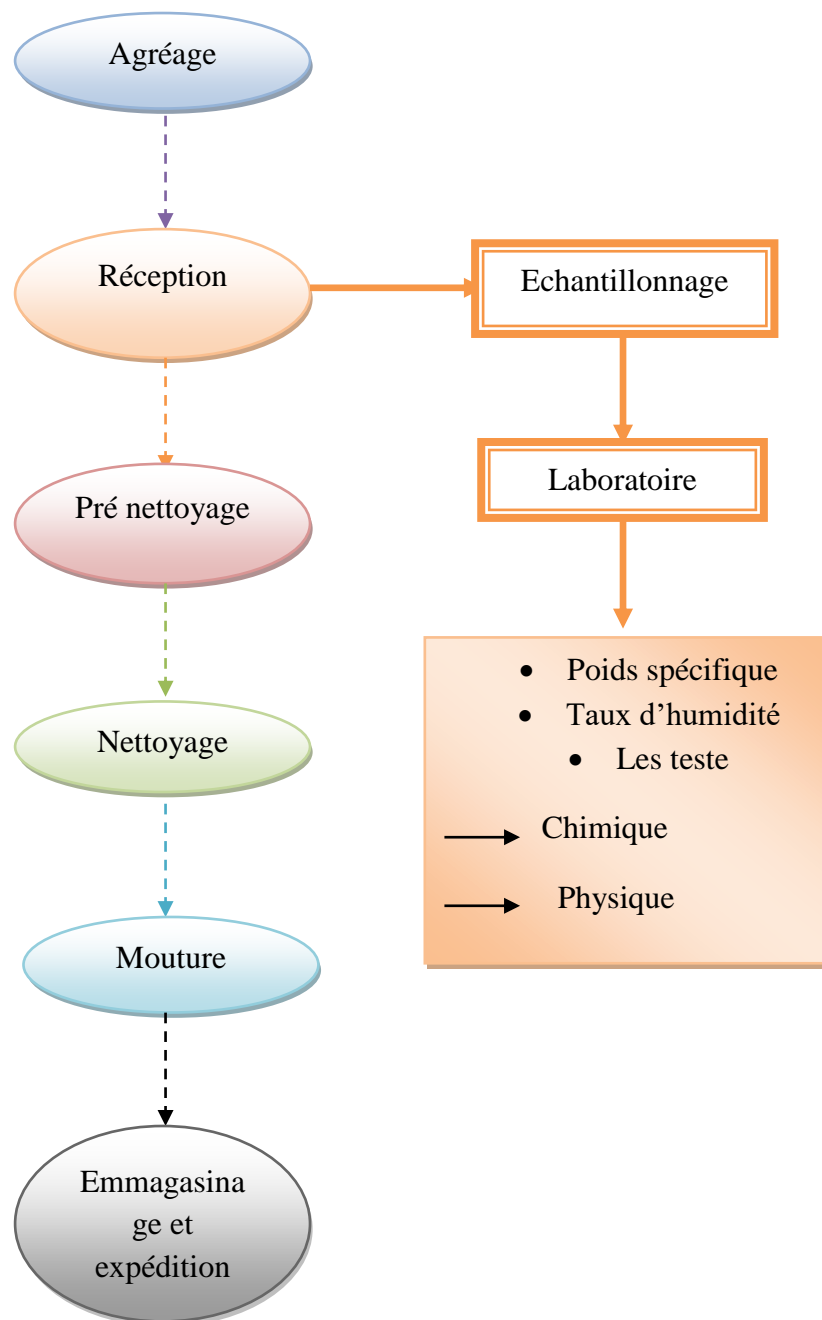


Figure III.1 : Phases chaine de production

a. L'agréage

C'est l'étalement d'un échantillon homogène sur une table, et le diviser manuellement dans le but de savoir la qualité du blé ; puis prendre de chaque partie une petite quantité jusqu'à avoir 100g. Etaler cette quantité sur une surface plate et bien nettoyée, trier et classer les impuretés.

- Les grains avariés : ce sont les grains dont l'aspect, la couleur, la forme ou l'odeur rendent évident une altération très grave aux formes multiples rendant le grain impropre à la consommation humaine et animale.
- Les grains moisiss : sont des grains dont l'enveloppe est en partie ou en totalité envahie par des moisissures blanches, grises, noires ou vertes.
- Les grains fusariés : sont constitués par les grains montrant des taches diffuses roses ou blanches résultant de l'attaque de champignons du genre fusariés.
- Les grains silosés : ce sont des grains de couleur terne qui dégagent l'odeur caractéristique de la fermentation l'altération touche le grain sur toute sa profondeur l'amande complètement transformée présente également une couleur brune et terne les grains silosés sont fréquents dans les blés stockés dans les structures souterraines en raison de leur contact avec les parois humides.
- Les grains chauffés ou échauffés : ce sont les grains normalement développés dont l'enveloppe présente une coloration cuivrée entre le brun grisâtre et le noir, tandis que la section d'une température anormalement élevée, à la suite d'attaque de micro-organisme ou de respiration excessive du grain ou par séchage brutal.
- Grain cariés ou charbonnés : les grains cariés sont des grains remplis intérieurement d'une poussière brunâtre.
- Matières inertes : les matières inertes désignent les cailloux, les pierres, le sable la poussière la terre les fragments de paille, les débris végétaux ou animaux, le traversent le tamis.

b. Réception

Durant cette étape, on effectue deux contrôles :

- **Contrôle quantitatif** : c'est la détermination du poids du blé qui arrive par pont-bascul.
- **Contrôle qualitatif** : avant de vider les camions on fait des contrôles rapides de la marchandise, il s'agit d'un contrôle sensoriel :
 - 1) Observer la surface de la benne.
 - 2) Prendre un échantillon qu'on étale sur la main, pour observer la grosseur, les impuretés, la présence des insectes, l'odeur, la couleur de blé, après on fait un prélèvement d'échantillon pour l'envoyer au laboratoire suivant le mode d'échantillonnage établi.

c. Pré-nettoyage

C'est un procédé de nettoyage des impuretés et des particules larges, rondes, petites et même des morceaux de fer, cette opération est effectuée avant le stockage dans les silos. Le pré nettoyage commence dès qu'on décharge le contenu de camion dans la fosse, les machines qui réalisent ce procédé sont l'aspirateur, le séparateur et un aimant (pour l'élimination de toute sorte de particules métalliques).

d. Nettoyage

C'est l'étape où s'effectue la plus importante tâche ; l'obtention d'une masse de grains très propres et qui ne contient ni impuretés, ni particules étrangères.

Cette opération se compose de deux parties : nettoyage sec et nettoyage humide.

On trouve un séparateur à deux tamis superposés. Il sert à éliminer les gros déchets, d'une capacité de 5 tonnes-heure, composé de deux tamis :

1^{er} tamis c'est une tôle perforée de perforation circulaire.

2^{ème} tamis une tôle perforée de perforation triangulaire

Le blé descend ensuite vers l'élévateur, notamment il existe deux types de transport au niveau de la semoulerie : le transport horizontal ; par l'intermédiaire des vis sans fin et les chaînes ridées.

e. La mouture

C'est essentiellement un processus de meulage et de séparation. Le meulage est fait sur des rouleaux de classement par taille et des rouleaux de réduction. La séparation est faite à l'aide de machines appelées des tamis et épurateurs.

f. Emmagasiner et expédition

Le produit ainsi moulu est emmagasiné dans les cellules sous certaines conditions et notamment :

- ❖ Circulation d'air dans les cellules.
- ❖ Bon état d'hygiène.
- ❖ Désinfection par des produits non nocifs.

- ❖ Les cellules doivent être recouvertes d'une couche de peinture site alimentaire.
- ❖ Veiller à ce que le produit emmagasiné ne reste pas longtemps dans la même cellule.

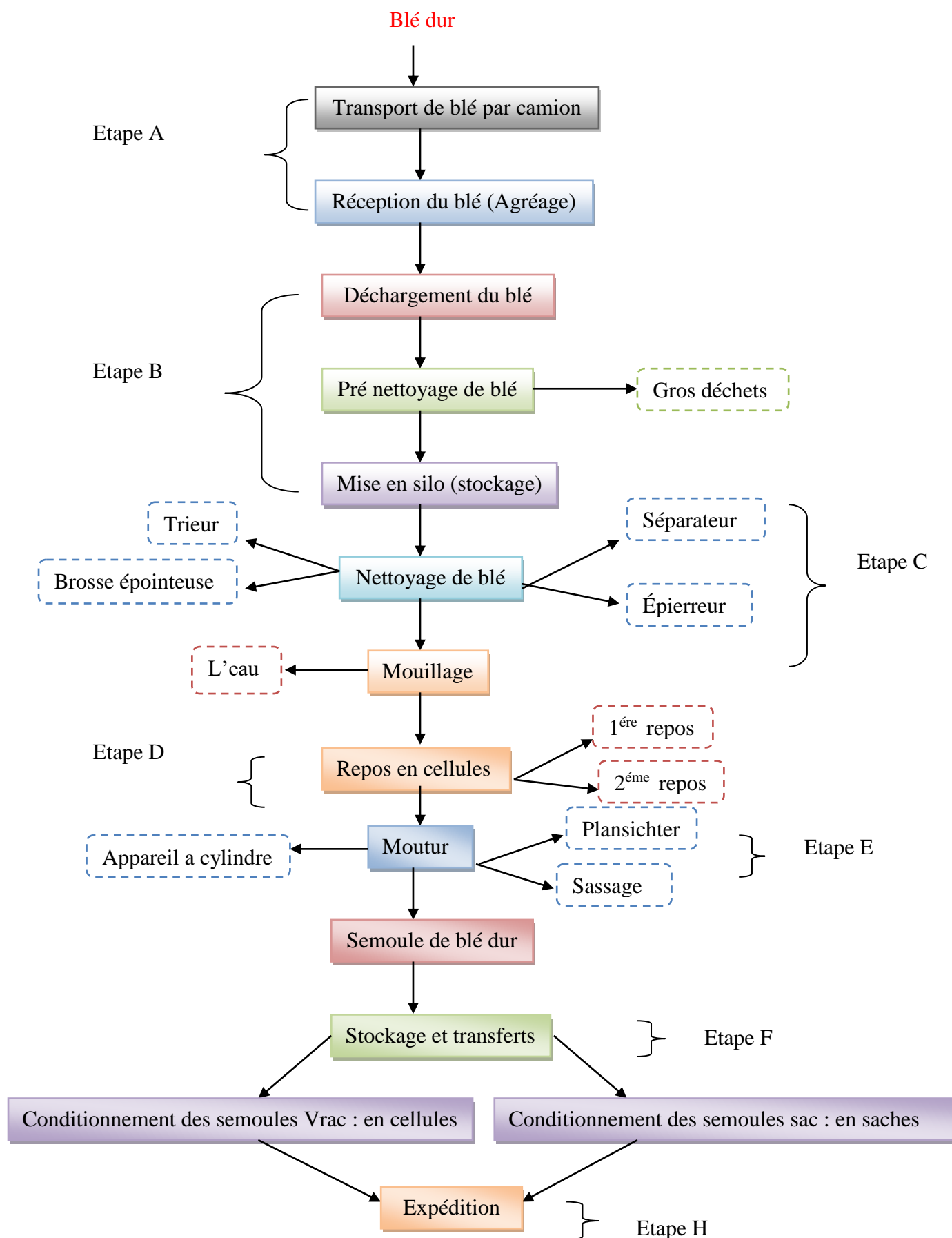


Figure III.2 : Plan du site et flux des matières

III.2. Processus de fabrication de la semoule à partir de blé dur

Toutes les étapes présentées ci-après se déroulent dans des conditions de température ambiante.

III.2.1. Etape A : Transport et réception (Agréage)

Les moulins à semoule sont approvisionnés en blé dur de différents bassins

De la production nationale par route à l'aide de camions.

La **réception** des lots de blé dur comporte une étape de contrôle systématique visant l'agréage de ces lots. Les blés sont agréés dans un but de **classement** ou de refus s'ils ne sont pas satisfaisants. L'agréage est une analyse visuelle et olfactive qui permet, entre autre, de détecter les contaminations biologiques dues à la présence d'insectes et/ou de rongeurs, les contaminations chimiques résultant d'un traitement insecticide récent, et les contaminations microbiologiques (présence de blés moisiss, ...). L'**échantillonnage** doit être suffisant pour permettre de détecter la présence d'insectes vivants, au-dessus d'un seuil de densité estimé à 1 insecte adulte par kg de blé dur [8].

III.2.2. Etape B : déchargement, pré nettoyage et mise en silo (stockage)

Au **déchargement**, les blés passent sur des grilles qui retiennent les plus gros corps étrangers.

Le **pré nettoyage** est un nettoyage sommaire avant ensilage, éliminant par voie mécanique sèche (criblage et aspiration) les impuretés grossières (grosses pierres, sable, pailles, ...) et les poussières. Le pré nettoyage élimine aussi les insectes* morts et certaines formes cachées* vivantes qui sont des impuretés particulières. Les gros déchets sont stockés à part, puis évacués sous forme de déchets (déchets verts, ...).

Après l'opération de pré nettoyage, et avant d'être utilisé au moulin, le blé dur est stocké dans des **silos à grains**, unités autonomes de stockage comportant une ou plusieurs cellules (compartiment d'un silo) avec une installation de manutention des grains. Au moment de la mise en silo, le blé est classé selon son origine, variété, caractéristiques spécifiques [8].

III.2.3. Etape C : mélanges et nettoyage

Durant l'opération de pré nettoyage, les séparations sont plutôt superficielles visant essentiellement à enlever le plus gros lot de poussière et des impuretés, même après cette opération le blé contient encore des impuretés. La céréale peut aussi être contaminée par des insectes ou des excréments de rongeurs. En effet, les grains sont couverts de poussière et de saleté, le pourcentage d'impuretés oscille normalement entre 1 et 3%.

Les lots de blé classés sont mélangés pour obtenir des semoules de qualité déterminée et constante. Ces **mélanges** de blé subissent ensuite un **nettoyage** (à sec) par procédé mécanique, qui a pour résultat de :

- Enlever les graines étrangères (noires et colorées) pour limiter au minimum le nombre de points noirs et bruns dans la semoule.
- Enlever toutes les pierres de manière à éviter la présence de débris minéraux dans les semoules.
- Réduire le nombre de fragments d'insectes, venant d'un blé infesté et traité.
- Réduire par dépoussiérage la charge microbienne.
- Éliminer, enfin, tout corps étranger autre que les grains.
- Éliminer une partie du germe de blé (A noter que la fraction de germe non éliminée a bien été prise en compte dans l'étude HACCP, et qu'il n'a pas été identifié de risques supplémentaires.

L'ensemble des machines de nettoyage s'ordonne selon une séquence qui constitue le **diagramme de nettoyage**, assurant des triages et des classements par taille, densimétrie, aspiration et forme. Ainsi, le blé « sale » (avant nettoyage) est débarrassé de ses impuretés au moyen de séparateurs, de trieurs et d'épierreurs. Les poussières sont éliminées par aspiration et les métaux ferreux retenus magnétiquement par des aimants. Puis, le grain est brossé pour enlever les impuretés adhérentes aux enveloppes. Cette phase de nettoyage achevée, le blé propre est apte à subir l'étape suivante.

Dans cette étape, il y a des machines qui sont, chaque machine remplit une fonction particulière :

- ❖ **Les séparateurs**, munis de grilles et d'un système d'aspiration, dégrossissent le nettoyage ;

- ❖ **Les épierreurs à sec**, éliminent les pierres par densité ;
- ❖ **Les trieurs**, répartissent les grains suivant leur longueur ;
- ❖ **Les tables densimétrique**, se parent le blé léger, contenant beaucoup de grains indésirables, du blé lourd ;
- ❖ **Les brosses et les laveuses**, viennent parfaire le nettoyage, lui-même suivi d'un essorage.

III.2.4. Etape D : mouillages et repos

La préparation des blés durs ou conditionnement - appelés également opérations de "**mouillages et repos**" - a pour but de faciliter la séparation de l'amande du grain de son enveloppe extérieure, le futur son, qui sera éliminé au cours de la mouture. Il s'agit de parvenir à assouplir les enveloppes tout en laissant l'amande friable. Ces opérations se décomposent en deux étapes comme suit :

- Les **mouillages** (apport d'eau par pulvérisation) pour amener le blé à 17 % d'humidité environ,
- Suivis de **repos en cellules** d'une durée variable de quelques heures selon les semouleries et les blés (de 8 à 12 h).

L'eau apportée doit respecter les exigences de qualité fixées par la réglementation codifiée aux articles et suivants du code de la santé publique).

III.2.5. Etape E : mouture

III.2.5.1. Généralités

La mouture est l'activité de base dans l'ensemble des activités d'une semoulerie, C'est à travers cette opération qu'on passe du blé nettoyer à la semoule.

Le procédé de mouture des grains de blé dur consiste à séparer l'amande des enveloppes en commençant par isoler les parties les plus internes du grain et en se rapprochant progressivement de la périphérie (de l'intérieur vers l'extérieur). Différents équipements sont nécessaires pour effectuer cette opération :

- **Appareils à cylindres**

Notre unité est composée de 7 cylindres broyeurs qui travaillent ensemble.

Chaque appareil est constituée de deux cylindres ; un bac et un distributeur.

- **Plansichters**

Plansichters c'est un ensemble de tamis superposés dans un ordre décroissant de diamètre, qui font un mouvement de rotation dans le sens opposé des aiguilles de montre, chaque tamis a une sortie qui fait descendre le broyat une autre fois vers le broyeur.

- **Sasseurs**

Ils effectuent l'opération primordiale dans le processeur de l'extraction de la semoule, leur rôle est de sélectionner la semoule propre en deux qualités de semoule courante est spécifique le broyat une autre fois vers le broyeur.

III.2.5.2. Principales opérations de la mouture [10]

1) La mouture est réalisée par l'action successive de :

- **Broyeurs, Désagréger, Réducteurs et Convertisseurs** (le broyage) qui écrasent les grains et dissocient les produits de mouture. Ainsi, le blé nettoyé passe tout d'abord dans des broyeurs à cylindres cannelés permettant un broyage progressif de façon à extraire la semoule en coupant l'enveloppe au minimum et en produisant un minimum de farine.
- **Tamissage ou blutage** qui classent les produits selon leur taille. On obtient des produits calibrés mais hétérogènes en qualité : grains de semoule contenant encore des fragments d'enveloppe, grains de semoule pure et sons.
- **Sassage** qui séparent les produits selon leur densité par aspiration : la semoule pure entre ici dans la composition du produit fini, la semoule contenant encore des enveloppes retourne à une étape de broyage, et le son est éliminé (issues et autres coproduits).

2) La combinaison de ces opérations constitue un **diagramme de mouture**, qui permet au semoulier de récupérer :

- a. de la **semoule pure** : environ 74 % du poids du blé de départ.
- b. des **gruaux D** : environ 6 %.
- c. des **sons**, remoulages et autres issues de mouture : environ 20 %.

III.2.5.3. Produits finis

A l'issue de la mouture, trois principaux produits sont obtenus :

- La semoule : représente le produit noble d'une semoulerie, correspond aux fragments d'amande dont la granulométrie est supérieure à 150µm.

- La semoule super sassée fine (3sf) : La farine de blé dur (grau D) est considérée d'un point de vue réglementaire un sous produit de mouture dont la granulométrie est inférieure à 150µm.
- Les sons : La finesse des enveloppes de blé dur conduit à la formation de sons beaucoup moins larges que ceux de blé tendre. Les sons sont récupérés à la fin de broyage (gros sons ou à partir des désagréger et parfois des sasseurs (fin sons).

III.2.6. Etape F : stockage et transferts

Les semoules produites peuvent être stockées en cellules avant d'être expédiées en vrac ou ensachées. Dans ces deux cas, elles sont acheminées grâce à des convoyeurs (exemple : pneumatiques, transporteurs à vis).



Figure III.3 : Silo de stockage

III.2.7. Etape G : conditionnement des semoules : vrac et ensachage

Cette étape inclut la notion de contrôle de conformité des produits finis. Les semoules peuvent être mises, soit en citerne (conditionnement vrac) à destination des usines de pâtes ou de couscous, soit conditionnées en sacs de 1, 5, 10 ou 25 kg.

III.2.8. Etape H : stockage (sac) et expédition (vrac et sac)

Les **sacs** sont stockés dans des magasins puis chargés généralement dans des camions. L'état des aires de stockage doit être surveillé pour éviter toute infestation de **nuisibles***. De même, les camions dans lesquels les sacs sont chargés doivent être propres.

Les **produits en vrac** sont expédiés chez les clients dans des **citernes** agréées dont les trappes de chargement et les vannes d'extraction sont scellées après chargement. Chaque

citerne contient une seule qualité de semoule et est livrée à un seul utilisateur. Elle comporte la mention "réservé aux denrées alimentaires".

Chapitre IV :
Matériels et méthodes

À cette étape, nous serons à l'intérieur du sous-laboratoire du complexe Agro-dive à Arris, pour effectuer les analyses concernât le contrôle de qualité

Les analyses qui sont effectuées dans ce laboratoire sont deux types :

- ✓ Contrôle de la matière première (blé dur) :
 - Poids de 1000 grains ;
 - Poids spécifique ;
 - Humidité
 - Taux de cendre.
- ✓ Contrôle du produit fini (semoule).
 - Humidité ;
 - Poids de 1000 grains ;
 - Taux de cendre ;
 - Teneur en gluten

IV.1. Analyses physico-chimiques effectuées sur les grains de blé dur

IV.1.1. Dosage d'humidité (teneur en eau)

1) Définition

La teneur en eau des céréales et des produits céréaliers présente une importance capitale, tant sur le plan analytique que sur le plan technologique. En effet, elle permet d'une part d'estimer la teneur des différents constituants par rapport à la matière sèche et, d'autre part d'entrevoir le conditionnement et la transformation de la matière première.

2) Principe

Ce dosage consiste à un séchage dans une étuve de type BUHLER (humidimètre) d'une prise d'essai de 10g à une température comprise entre 130° et 133°C durant 15 minutes.

3) But

- Fixer les conditions de stockage ;
- Augmenter le taux d'extraction.

4) Matériel

- Etuve (Appareil Barbender) ;



Figure VI.1 : Etuve Appareil Barbender

- Capsules vide ;



Figure VI. 2: capsules vide

- Balance.



Figure VI.3 : Balance

- Pinces en bois



Figure VI.4 : Pinces en bois

5) Mode opératoire

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon pour laboratoire.

- a) Pour la préparation des capsules il faut ;
 - Sécher à l'étuve durant 15 min à 130°C.
 - Laisser le refroidir pendant 15 min.
- b) Préparations de l'échantillon pour essai (broyer les produits qui nécessitent le broyage) ;
- c) Etalonner l'étuve ;
- d) Peser la capsule vide et attendre jusqu'à avoir la main pour peser 10g de produits ;
- e) Introduire les capsules contenant la prise d'essai dans l'étuve pendant 90 min, temps compté à partir du moment où la température entre 130°C et 133°C ;
- f) L'appareil donne les résultats automatiquement selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité} = (m_1 - m_2 / m_1 - m_0) * 100 \dots \text{(VI.1)}$$

m_0 : est la masse en grammes de la capsule vide.

m_1 : est la masse en grammes de la capsule et de prise d'essai avant séchage.

m_2 : est la masse en grammes de la capsule et de prise d'essai après séchage.

6) Expression

Les résultats des analyses sont obtenus par une lecture directe sur l'appareil ; ils sont exprimés en pourcentage de masse.

En principe, l'humidité du blé varie entre 15.5 et 16.5% ; mais celle de blé à 13%.
L'humidité de semoule 14.5% maximum.

VI.1.2. Poids spécifique (PS PHL)

1) Définition

Il s'agit d'une mesure de la densité du grain ; il indique le rendement possible en semoule. Il peut, également, indiquer le teneur en eau et sert par fois dans la détermination de la quantité d'eau à ajouter durant la trituration.

En effet, le PHL est un élément de qualité qui dépend :

- de l'humidité (plus le grain est sec plus son PHL augmente);
- de la bonne nutrition durant la maturation (les grains échaudés sont moins Présents) ;
- de la propreté de la récolte (les déchets plus légers diminuent la densité).

Le PHL de nos blés varies entre 79.8 et 81.3 Kg/hl, plus le PHL est élevé plus le rapport amande/ enveloppe est élevé et par voie conséquence le rendement semoulier élevé.

2) Principe

La détermination du poids naturel de grain à l'hectolitre en opérant sur un échantillon d'un litre.

3) Matériel

- Balance
- Appareil Agri-TR;



Figure VI.5 : Appareil Agri-TR

4) Mode opératoire

- Installer la trémie sur le récipient mesureur ;
- Remplir avec les grains de blé la trémie jusqu'au bord supérieur sans tassage ;
- Ouvrir l'obturateur et laisser couler la totalité des grains dans la glissière, le pousser à fond, en ayant soin de maintenir le récipient mesureur immobile avec la main gauche pour éviter toute vibration et tout tassement ;
- Enlever la trémie et le manche de rehausse qui contient l'excès de grains ; peser directement les grains à l'aide de la balance, donne le poids naturel du grain à l'hectolitre.

5) Expression

Le poids spécifique détermine la qualité du blé :

Tableau VI.1 : Norme de qualité de blé concernant le poids spécifique

la qualité de blé dur	Poids spécifique (PS)
1 ^{er} qualité	80 à 82 Kg
2 ^{eme} qualité	76 à 79 Kg
3 ^{eme} qualité	< 76 Kg

VI.1.3. Poids de 1000 grains (PMG)

1) Définition

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

2) Principe

On détermine la masse en gramme de 1000 grains entiers par comptage de 30 gramme de blé.

3) Matériel

- Balance électrique ;



Figure VI.6 : Balance électrique

- Compte grains (MINIGRAL)



Figure VI.7 : Compte grains (MINIGRAL)

4) Mode opératoire

- Peser 30 g de blé sale ;
- Eliminer les impuretés (tout ce qui n'est pas grains entier);
- Peser exactement le poids (g) de grains entier;
- Compter le nombre (N) de grain entier à l'aide de l'appareil «MINIGRAL» ou manuellement;
- Déterminer l'humidité de l'échantillon.

5) Expression

Les résultats sont déterminés d'après la formule :

$$\text{PMG (g/ms)} = P * [(100-H)] / 100 \dots \text{(VI.2)}$$

Avec :

- ✓ P : Masse en gramme de 1000 grains entiers.
- ✓ H : Teneur en eau des grains.

VI.1.4. taux de cendre (TC)

1) Définition

Le taux de cendre (TC) est la matière minérale présente dans le produit obtenu après incinération à 900 C°.

2) Principe

La détermination de la teneur de cendre s'effectue par incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température de 900°C jusqu'à combustion totale de la matière organique et par pesée du résidu obtenu.

3) Matériel

- Capsules ;
- Four ou dessiccateur ;



Figure VI.8 : Dessiccateur



Figure VI.9 : Four

- Les gants ;



Figure VI.10 : Gants

- Pinces métalliques.



Figure VI.11 : Pinces métalliques

4) Mode opératoire

- Déterminer de la teneur en eau de l'échantillon ;
- Préparer des capsules à incinération (introduire les capsules dans le four à moufle avec température 900°C pendant 5min, les laisser refroidir dans le dessiccateur) ;
- Peser 4g à 0.1 mg près ;
- Placer la capsule et son contenu à l'entrée du four pour les enflammer ;
- Attendre que le produit ait fini de bruler puis introduire la capsule à l'intérieur ;
- Fermer la porte du four ;
- Pour suivre l'incinération jusqu'à combustion complète du produit (1h après la remontée du four à 900°C) ;
- Retirer la capsule du four, et la mettre à refroidir dans le dessiccateur (15 à 20 min) ;
- Le taux de cendre exprimé en pourcentage.

5) Expression

Le taux cendre est exprimé en % de matière sèche :

$$TC = [(m_2 - m_1) * 100] / m_0 * \left(\frac{100}{100 - H} \right) \dots\dots\dots (VI.3)$$

m₀ : est la masse en grammes de la prise d'essai.

m₁ : est la masse en grammes de la capsule d'incinération.

m₂ : est la masse en grammes de la capsule d'incinération et du résidu d'incinération.

H : est la teneur en eau en pourcentage par masse de l'échantillon.

VI.2. Analyses physico-chimiques effectuées sur la semoule

VI.2.1. Humidité

Il n'existe pas de définition universelle pour le terme d'humidité. La définition est souvent influencée par le principe physique de mesure utilisé pour déterminer l'humidité.

VI.2.2. Poids de 1000 grains (PMG)

Le matériel, le mode opératoire et la détermination du poids de 1000 grains est un la même que celle utilisée pour les grains de blé dur.

VI.2.3. Taux de cendre

1) Mode opératoire

- Peser dans un creuset 5g de la semoule de tel manière que la matière pesée se répartie en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasser.
- Verser la matière pesée dans un creuset préalablement chauffé pendant 30 min dans le four et l'humecter de quelques gouttes d'éthanol afin d'obtenir une incinération uniforme.
- Introduire le creuset à l'intérieur du four à 900°C pendant 3h, jusqu'à la disparition des particules charbonneuses.
- Enfin, retirer le creuset du four et le déposer 1 min sur un support thermorésistant puis dans un dessiccateur, jusqu'à refroidissement, puis peser rapidement chaque creuset afin qu'il n'absorbe pas l'humidité de l'atmosphère.

La détermination du taux de cendre a été réalisée par la même méthode que les grains de blé dur et la semoule.

VI.3. Analyse technologique

VI.3.1. Teneur en gluten

1) But

Connaitre la qualité de la semoule.

2) Principe

Préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de semoule et d'une solution de chlorure de sodium. Isolement de gluten se fait par lessivage au filet d'eau, lavage puis essorage et pesage du produit obtenu.

3) Matériel

- Balance ;

- Appareil gluten index ;



Figure VI.12 : Appareil gluten index

- Plaque chauffantes (Glorie) ;



Figure VI.13 : Plaque chauffantes (Glorie) ;

- Becher



Figure VI.14 : Becher

4) Mode opératoire

- Peser 10 g de semoule et ajouter 4.8 ml d'une solution déjà préparé (NaCl+l'eau distillée) et mettre le mélange dans un appareil nommé « gluten indes ». Le but est le lavage de gluten.
- Peser le gluten humide de la semoule.
- Sécher le gluten humide entre les plaques chauffantes « Glotorie » pendant 4 min et peser le gluten sec (selon la norme le résultat doit être 8 à 12%).

5) Expression

Gluten sec :

$$\text{GS (\%)} = \frac{\text{qalité du gluten Sec}}{PE} \times 100..... \text{(VI.4)}$$

PE : prise d'essai (10 g)

Gluten humide :

$$\text{GH (\%)} = \frac{\text{qalité du gluten humide totale}}{PE} \times 100..... \text{(VI.5)}$$

GS : Gluten sec.

GH : Gluten humide.

Chapitre V : Résultats et discussion

V.1. Résultats des analyses physico-chimiques**V.1.1. les grains de blé dur****V.1.1.1. Teneur en eau (dosage d'humidité)**

Les résultats de la teneur en eau (%) sont présentés dans le tableau suivant (V.1) :

Tableau V.1 : Teneur en eau de blé dur analysé

	Humidité (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	
Blé dur 100% local	9,5	11,2	10,35	<14

NA :

Nous remarquons que la teneur en eau du blé dur local Confiné, est entre 9 et 11.2 % et comme plus l'humidité n'est faible plus la conservation n'est meilleure.

On pourra dire que, les résultats sont conformes aux normes algériennes (<14).

V.1.1.2. Poids spécifique

Les résultats de poids spécifique sont présentés dans le tableau suivant(V.2) :

Tableau V.2 : Poids spécifique du blé dur 100% local

	Le poids spécifique (Kg/hl)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	
Blé dur 100% local	78,3Kg/hl	80,5kg/hl	79,4 Kg/hl	>78

Discussion :

La masse à hectolitre correspond à la masse des grains de blé dur contenus dans un hectolitre rempli de grain, d'impureté et d'air interstitiel.

La norme algérienne précise un poids spécifique supérieur à 78 Kg/hl pour le blé dur.

V.1.1.3. Poids de 1000 Grains (PMG)

Les résultats du poids de 1000 grains sont présentés dans le tableau suivant (V.3) :

Tableau V.3 : Poids de 1000 grains du blé dur 100% local

	PMG (g)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
blé dur 100% local	41,8 g	42,1 g	41,95	< 45,7

Discussion :

Le tableau montre les valeurs de PMG ; de blé dur local est de 41,95g, ces résultats sont conformes aux normes algériennes.

Le PMG est un critère variétal pouvant subir des fluctuations liées particulièrement à l'échaudage (accident physiologique due à un déficit hydrique ayant pour conséquence un dessèchement du grain avant maturation).

V.1.1.4. Taux de cendre

Les résultats du taux de cendre sont présentés dans le tableau suivant (V.4) :

Tableau V.4. Teneur en cendre dans les échantillons des grains de blé dur local

	Teneur en cendre %			Norma (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
blé dur 100% local	1,85%	1,9%	1,87%	1,5 – 2 %

Discussion :

Les résultats sont conformes aux normes algériennes.

Les matières minérales sont des constituants mineurs dans les grains et la semoule.

La teneur des grains en matières minérales ainsi que la composition des ces matières minérales sont relativement fixes quelques soient les conditions externes de culture.

Cette teneur augmente en allant de l'albumen central vers la périphérie.

V.1.2. la semoule de blé dur

V.1.2.1. Teneur en eau (dosage d'humidité)

Les résultats de la teneur en eau (%) sont présentés dans le tableau suivant (V.5) :

Tableau V.5 : Teneur en eau de la semoule de blé dur

	Teneur en eau (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule de blé dur	13,8	14,1	13,9	<14

Discussion

La teneur en eau de la semoule de blé dur est de 13,9%. Cette teneur est acceptée car la semoule est destinée directement vers la ligne de la fabrication du couscous.

L'humidité est très variable en fonction d'une part, de la saison d'autre part, de la quantité d'eau ajoutée au blé avant mouture.

V.1.2.2. Taux de cendre

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant (V.6) :

Tableau V.6 : le poids spécifique de la semoule de blé dur

	Teneur en cendre (%)			Normes (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule de blé dur	0.79(%)	0.86(%)	0.82%	< 0.9%

NA :

D'après le tableau (V.6) la semoule de blé dur local présente une teneur en cendre de 0.82%. Ses résultats sont conformes à la norme algérienne.

On remarque que la teneur en cendre de la semoule est inférieure à la teneur en cendre des grains (son, germe, albumen) qui sont riches en éléments minéraux, ceci est probablement lié à la provenance de la semoule du centre de l'albumen qui est pauvre en cendre.

V.1.2.3. Teneur en gluten**V.1.2.3.1. Teneur en gluten sec**

Les valeurs de la teneur gluten sec sont mentionnées dans le tableau suivant(V.8):

Tableau V.7 : Valeurs de la teneur en gluten sec des semoules

	Teneur en gluten sec %			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	
Semoule de blé dur	11,4 %	11,00%	11,20%	11-13%

Discussion :

Les résultats acquis sont conformes aux normes algériennes. La teneur en gluten sec peut varier de 11 à 13 %, mais la valeur optimale pour la fabrication des pates alimentaires est de l'ordre de 13%.

V.1.2.3.2. Teneur en gluten humide

Les valeurs de la teneur gluten humide sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau V.8 : Teneur en gluten humide sont regroupe dans le tableau suivant :

	Teneur en gluten humide %			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{eme} essai	Moyenne	
Semoule de blé dur	22,83%	23,03%	22,93%	< 100%

NA :

Les résultats sont conformes aux sont conformes aux normes algérienne, la teneur en gluten humide de la semoule de blé dur 100% local est de 22.93%.

Conclusion

CONCLUSION

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

Le blé dur a une importance capitale en Algérie, il est utilisé dans la production de la semoule dont la demande ne cesse d'augmenter.

L'objectif principal de notre travail était de connaître le processus de production de la semoule et les contrôles de qualité à partir de cette matière première.

On trouve dans ce mémoire l'état actuel de connaissances sur les mécanismes de transformation du blé dur pour obtenir de la semoule.

Ce stage a parfaitement répondu à mes attentes car il m'a permis de découvrir les différentes techniques du contrôle de qualité utilisées dans les moulins.

J'ai réussi à atteindre mes objectifs personnels durant ce stage, là où j'ai découvert le monde professionnel. J'ai acquis une expérience professionnelle et des compétences.

- [1] : document de l'entreprise.
- [2] : DJERMOUN A. La production céréalière en Algérie : principales caractéristiques, Revue Nature et science. 2009.
- [3] : Ministère de l'agriculture. , Statistiques du ministère de l'agriculture_2009.
- [4] : **Abberbach S, Ammouche Z et Merabti A.,** (Effet des monoglycerides sur le comportement des fractions lipidiques et protéines du couscous de blé dur. Mémoire Ing. INA.EL HARRACH. 1995.
- [5] : **Abecassis J et Feillet P.,** Pureté des semoules de blé dur ; taux de cendres et réglementation. Industrie des céréales. 1985.
- [6] : Benamor A.: La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. Ed. Lavoisier. P: 3, 4, 5, 6. (2007)
- [7] : Abecassis J. Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. Industries des céréales. 1993.
- [8] : "Guide pratique pour l'agriculture et l'industrie alimentaire - Traçabilité" - 2007 - 2ème édition Index phytosanitaire – 2010
- [9] : ADRAIN J. Composition et valeur nutritionnelle du pain .In : GUINET R., GODON B. La panification française. Paris, Lavoisier, 1996. p.p .481-489. (Collection sciences et technique agroalimentaires.
- [10] : BAR. Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Guide pratique. ITCF. Paris., 1995.
- [11] : ISO 21415-3. Méthode de détermination de la teneur en gluten sec à partir du gluten humide obtenu comme spécifié dans l'ISO 21415-1 ou dans l'ISO 21415-2., 2006

Résumé

Le présent travail concerne le suivi du procédé de transformation des céréales en la semoule, ainsi que le contrôle de qualité de la matière première et du produit fini.

Nous avons présenté en premier temps des généralités sur le blé dur et la semoule. Ensuite nous avons décrit le procédé de fabrication de la semoule à partir du blé dur. Enfin, les analyses de contrôle de qualité de la matière première et du produit obtenu qu'on a effectué au laboratoire d'analyse, sont détaillés et les résultats trouvés ont été discutés.

Mots clés : semoule, blé dur, le procédé de fabrication, procédé de transformation, contrôle de qualité.

Abstract

The present work concerns the monitoring of the process of transformation of cereals into semolina, as well as the quality control of the raw material and the finished product.

We first presented generalities on durum wheat and semolina. Then we described the process of making semolina from durum wheat. Finally, the quality control analysis of the raw material and the product obtained, which were carried out in the analysis laboratory, are detailed, and the results found were discussed.

Keywords : semolina, durum wheat, the process of making, transformation process, quality control.

ملخص

يتعلق العمل الحالي بمراقبة عملية تحويل الحبوب إلى دقيق، بالإضافة إلى مراقبة جودة المواد الخام والمنتج النهائي

قدمنا أولاً معلومات حول القمح الصلب والسميد. ثم وصفنا عملية صنع السميد من القمح الصلب. وأخيراً، تم تفصيل تحليلات مراقبة الجودة للمواد الخام والمنتج الذي تم الحصول عليه، والتي تم إجراؤها في مخبر التحاليل، ومناقشة النتائج التي تم التوصل إليها.

الكلمات المفتاحية: السميد - القمح الصلب - عملية التصنيع - عملية المعالجة - مراقبة الجودة