



Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen

**Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de
l'univers**

Département Des Sciences De L'Agronomie Et Des Forets

Projet de fin d'Etudes en vue d'obtention du diplôme D'ingénieur d'état

En Agronomie

Option : Technologie Des industries Agro-alimentaire



Thème

***ETUDE DE LA QUALITE DU BLE TENDRE UTILISE
EN MEUNIERE ALGERIENNE***

Présenté par :

Djelti Hicham

Soutenue le : 25 juin 2014

Devant les membres du Jury :

Président : Mr Amrani S.M

Promoteur : Mr Haitoum A

Examineur: Mr Tabet Helal M.A

Année universitaire : 2013/2014

remerciements

*Le grand merci pour le bon dieu, qui m'a donné la patience, la force
pour atteindre mes buts.*

*Je tiens d'abord à remercier mon promoteur: Dr. El Haitoum
Ahmed pour avoir accepté de diriger ce mémoire, ainsi que pour son aide
et ses conseils*

*Je présente aussi mes remerciements à l'ensemble des jurys qui ont
accepté d'examiner de travail.*

*Mes remerciements vont également à Mr. Didi (chef de la
production de la minoterie LA TAFNA) et son adjoint Mr. Hammadi S.
ainsi que Melle. Bouanani S. (Ingénieure de laboratoire)*

dedicace

Je tiens à dédier ce modeste travail à mes parents (Ahmed et Fatima) à qui je dois tout ce qui fait ce que je suis aujourd'hui : pour leur patience, leur encouragement, leur soutien morale et matériel, d'avoir toujours cru en moi et surtout de m'avoir donné tout leur amour sans se lasser.

A mon frère : **Abd el Hakim** et sa femme **F.Zohra**

A mes chères sœurs : **Siham ; Nadia** et ses enfants **Dilhan & Younes** et son marie **abd el samad**

A mes amis : **Ayoub ; Amour ; Mahi ; Yacine** et surtout **Anouar**

A tous mes collègues de la promotion d'agronomie 5^{eme} TIAA (2009/2014)

Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, je dis tout simplement merci

du fond de mon cœur.



DJELTJ Hicham

Sommaire

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION.....	01
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ SUR LE BLÉ	
1. Situation du blé dans le monde.....	02
2. Situation du blé en Algérie.....	02
3. Différentes caractéristiques du grain de blé	04
3.1. Caractéristiques botaniques.....	04
3.2. Caractéristiques morphologique.....	04
4. Composition chimique et biochimique du grain de blé.....	05
4.1. Composition chimique du grain de blé.....	05
4.2. Composition biochimique du grain de blé.....	06
4.2.1. Les éléments principaux.....	06
4.2.1.1. Les glucides.....	06
4.2.1.2. Les protéines.....	07
4.2.1.3. Les lipides.....	07
4.2.2. Les éléments secondaires.....	07
4.2.2.1. Les pigments et les vitamine.....	07
4.2.2.2. Les enzymes.....	08
4.2.2.3. Les minéraux.....	08
4.3. L 'eau.....	08
5. Différence entre un blé tendre et un blé dur.....	09
CHAPITRE II : QUALITÉ DE BLÉ	
1. Généralité.....	11
2. Critère de la qualité.....	11
2.1. La détermination de la qualité du blé « sain, loyal et marchand ».....	11
2.2. Critères de la qualité d'utilisation des grain.....	11

2.2.1. La qualité sanitaire.....	11
2.2.1.1. Les maladies et les insectes ravageurs des céréales.....	11
2.2.1.2. Les résidus des pesticides.....	14
2.2.2. La qualité nutritionnelle.....	14
2.2.3. La qualité technologique.....	15
2.2.3.1. Origines des impuretés et incidences sur la qualité.....	15
2.2.4. Analyses physico-chimiques et technologiques.....	19

CHAPITRE III : TECHNOLOGIE DE TRANSFORMATION DU BLÉ

1. Transport et réception.....	20
2. Nettoyage et préparation à la mouture.....	20
2.1. Nettoyage.....	20
2.2. Préparation à la mouture.....	21
3. La mouture du blé tendre.....	21
3.1. Principe de mouture.....	21
3.2. Le taux d'extraction.....	22
3.3. Le taux de blutage.....	22
3.4. Les étapes de la mouture.....	22
3.4.1. Le broyage.....	22
3.4.2. Le séchage.....	22
3.4.3. Le sassage.....	22
3.4.4. Le convertissage.....	22
4. Mélange et ensachage de farine.....	23
5. Les différents produits de la mouture.....	23
6. Les produits finis.....	25
6.1. Définition de farine.....	25
6.2. Composition biochimique de la farine.....	25
6.3. Les types de farines.....	26
6.4. La qualité des farines.....	26
6.5. Correction des farines.....	26

6.6. Les farines spéciales.....	27
6.6.1. Farine complète.....	27
6.6.2. Farine entière.....	27
6.6.3. Farine de biscuiterie.....	27
6.6.4. Farine de pâtisserie.....	27

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV : TECHNOLOGIE DE TRANSFORMATION DU BLÉ

(MINOTERIE LA TAFNA)

1. Présentation de la société.....	28
2. Fonctionnement de la minoterie.....	29
2.1. La réception des blés.....	29
2.2. Le nettoyage.....	31
2.3. Le mouillage des blés.....	32
2.4. La mouture.....	33

CHAPITRE V : ANALYSES MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

1. Analyses microbiologiques.....	37
1.1. Echantillonnage.....	37
1.2. Principe.....	37
1.3. Matériels et milieux utilisés.....	37
Protocole générale.....	38
1.3.1. Préparation des échantillons.....	38
1.3.2. Préparation de la suspension mère et dilution.....	38
1.4. Méthodes d'analyses.....	38
1.4.1. Recherche des moisissures.....	38
1.4.2. Recherche des Clostridium sulfite-réducteurs.....	39
1.5. Résultats microbiologiques et discussion.....	40
2. Les analyses physicochimiques.....	41
2.1. Les analyses chimiques.....	41
2.1.1. Détermination de la fraîcheur.....	41
2.1.2. Détermination de la teneur en eau.....	42
2.1.3. Détermination des cendres (méthode par incinération à 600°C).....	43

2.2. Analyses technologiques.....	44
2.2.1. Détermination de l'indice de chute.....	44
2.2.2. Détermination de la force boulangerie (w) –Test à l'alvéographe CHOPIN.....	45
2.2.3. Détermination de substances étrangères.....	47
2.3. Les analyses organoleptiques.....	47
2.3.1. Odeur.....	47
2.3.2. Couleur.....	47
2.4. Résultats physicochimiques.....	48
2.4.1. Les analyses chimiques.....	48
2.4.2. Les analyses technologiques.....	49
2.4.3. L'analyse physique.....	50
2.4.4. Les analyses organoleptiques.....	50
CONCLUSION.....	51

Liste des tableaux :

Tableau n°1 : Composition chimique du grain de blé.....	05
Tableau n°2 : Composition chimique moyenne des différentes parties du grain et des farines de blé tendre en g pour 100g de matières sèche.....	05
Tableau n°3 : Composition biochimique du grain de blé.....	09
Tableau n°4 : Différence entre le blé tendre et le blé dur.....	09
Tableau n°5 : Les maladies agissant sur la qualité du blé.....	11
Tableau n°6 : Composition biochimique d'une farine extraite à 75-76%.....	25
Tableau n°7 : Types des farines.....	26
Tableau n°8 : Des examens de correction correspondante.....	27
Tableau n°9 : Résultats des les analyses microbiologiques de 4 prélèvements de la farine panifiable.....	41
Tableau n°10: Résultats des analyses physicochimiques de 4 prélèvements de farine panifiable.....	48

Liste des figures :

Figure n°1 : Coupe longitudinale schématique d'un grain de blé.....	04
Figure n°2 : Différence entre les graines du blé tendre et celles du blé dur.....	10
Figure n°3 : Digramme de fabrication semoule et farine.....	24
Figure n°4 : Organisation de l'entreprise.....	28
Figure n°5 : Recherche des moisissures.....	39
Figure n°6 : Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs.....	40

Liste des photos :

Photo n°1 : Aimant.....	30
Photo n°2 : Nettoyeur / Séparateur.....	30
Photo n°3 : Canal d'aspiration verticale.....	31
Photo n°4 : Epierreur.....	31
Photo n°5 : Épointeuse.....	33
Photo n°6 : Broyeur / Convertisseur.....	33
Photo n°7 : Plansichter.....	34
Photo n°8 : Sasseur.....	34
Photo n°9 : conditionnement.....	35
Photo n°10 : Etuve.....	42
Photo n°11: Four à moufle.....	43
Photo n°12: Appareil de HAGBERG.....	44
Photo n°13 : Alvéographe de CHOPIN.....	46

INTRODUCTION

Introduction

INTRODUCTION

Dans tous les pays du monde, les céréales, originaires d'orient, constituent la base de l'alimentation humaine en tant que sources protéiques et énergétiques. Cueillies et consommées d'abord sous forme de grain entier, les céréales, notamment le riz, l'orge et le blé, furent progressivement exploitées en culture afin d'être utilisées sous forme de grains broyés pour l'alimentation humaine (**Armand et Germain, 1997**).

Le blé est à la fois la céréale la plus consommée dans le monde et la plus échangée sur les marchés internationaux. Il constitue ainsi un élément central du système alimentaire mondial.

Le blé est la matière première principale en semoulerie et en meunerie, pour produire la semoule à partir du blé dur et la farine à partir du blé tendre, cette dernière est utilisée pour la fabrication du pain qui constitue l'élément de base dans la structure de consommation de l'Algérien.

L'objectif de notre travail consiste à traiter la qualité microbiologique et physico-chimique du produit fini « farine panifiable ». Ce processus s'est déroulé au niveau de la minoterie « LA TAFNA ».

Notre travail est subdivisé en deux parties :

- Une première partie bibliographique regroupant un ensemble de définitions, de généralités sur le blé et de son produit fini (la farine).
- Une deuxième partie qui rassemble certaines analyses microbiologiques et physico-chimique.

Partie Bibliographie

CHAPITRE. I ***GÉNÉRALITÉ SUR LE BLÉ***

INTRODUCTION

Le Blé, est un terme générique qui désigne plusieurs céréales appartenant au genre *Triticum*. Ce sont des plantes annuelles de la famille des Graminées ou Poacées, cultivées dans de très nombreux pays. Le terme blé désigne également le grain (caryopse) produit par ces plantes.

Le blé est, dans la civilisation occidentale et au Moyen-Orient, un composant central de l'alimentation humaine. Il a été domestiqué au Proche-Orient à partir d'une graminée sauvage (égilope). Sa consommation remonte à la plus haute Antiquité. Les premières cultures apparaissent au VIII^e millénaire av. J.-C., en Mésopotamie et dans les vallées du Tigre et de l'Euphrate (aujourd'hui l'Irak), dans la région du Croissant fertile.

1. SITUATION DU BLÉ DANS LE MONDE

De nos jours ; la culture des céréales et particulièrement le blé a connu un véritable essor, ceci est dû à la forte croissance des populations consommatrices et donc à son intérêt majeur au niveau du marché mondial.

Cet essor est très remarquable au niveau de la production mondiale, qui a connu une évolution notable d'une décennie à une autre, elle était de 460 millions de tonnes en 1990 et a atteint les 582,7 millions de tonnes à 1990-2000 malgré cette augmentation pour l'année 2003 la production mondiale est situé aux alentours de 592,6 millions de tonnes, et s'élève pour la campagne 2010-2011 à 691,5 millions de tonnes, c'est-à-dire près de 100 kg par habitant, pour l'ensemble de la population mondiale.

Dans ce cadre, la Chine vient au premier rang avec (16,9 %) de la production mondiale, devant l'Inde (11,8 %), la Russie (9,1 %), les États-Unis (8,8 %) et la France (5,6 %) mais l'ensemble de l'Union Européenne à 27 est le premier producteur mondial avec 143 millions de tonnes en 2010.

2. SITUATION DU BLÉ EN ALGÉRIE

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. La filière céréalière représente une des principales filières de la production agricole en Algérie.

La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la Superficie Agricole Utile (SAU) de notre 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 (**Djermoun, 2009**).

L'Algérie a produit 4,9 millions de tonnes de céréales principalement les blés durant la saison 2012-2013 contre 5,12 millions de tonnes lors de la campagne 2011-2012, 4,24 millions de tonnes en 2010-2011 et 4,5 millions de tonnes en 2009-2010, alors qu'une production record de 6,12 millions de tonnes avait été enregistrée en 2008-2009.

De même, L'industrie de transformation occupe une place « leader » dans le secteur des industries agroalimentaires, en raison des capacités importantes de triturations dont elle dispose, (+230%) par rapport à la taille du marché domestique, réparties entre les moulins publics (95%) et privés (135%), soit respectivement une capacité detrituration de l'ordre de 19000 et de 27 000 T/jour (**Djermoun, 2009**).

La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab/an (**Chehat, 2007**). Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien, et elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire. C'est ainsi, au cours de la période 2001-2003, les disponibilités des blés représentent un apport équivalent à 1505,5 Kcal/personne/jour, 45,533 gr de protéine /personne/j et 5,43 gr de lipide/personne /J (Observatoire méditerranéens CEHEAM/IAMM).

Dans ce contexte, les besoins de l'Algérie en céréales sont estimés à environ 8 millions de tonnes par an. L'Algérie est l'un des premiers importateurs de blé au monde, notamment le blé tendre, la demande locale reste importante. En termes de valeur, la facture des importations de blé a connu une stagnation en 2013 pour atteindre 2,12 milliards/dollars, soit la même valeur des importations de 2012. A travers ces chiffres, il a été constaté que les quantités de blé (tendre et dur) importées ont atteint 6,30 mt, enregistrant un léger recul de -0,66% par rapport à l'année 2012 où ont été réceptionnées 6,34 mt. Alors que les détails montrent que les importations de blé dur ont atteint 433 millions/dollars pour une quantité de 1,08 mt, tandis que celles du blé tendre ont dépassé les 5,2 mt pour une valeur de 1,68 milliard/dollars, selon les chiffres du centre national de l'informatique et des statistiques (CNIS) des Douanes.

3. DIFFÉRENTES CARCTÉRISTIQUES DU GRAIN DE BLÉ

3. 1. Caractéristiques botanique :

Le blé est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *Tritium* de la famille des graminées. Les deux espèces dominantes sont le blé tendre et le blé dur. Ce fruit sec est constitué d'une graine unique intimement soudée à l'enveloppe du fruit qui la contient. Sur l'épi, le grain est entouré d'enveloppes qui n'adhèrent pas à la graine et qui sont éliminées au moment du battage (Surget et Barron, 2005).

3. 2. Caractéristique morphologique :

Le grain de blé a une forme ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur. A la base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse. Le grain de blé mesure entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris entre 20 et 50 mg. (Surget et Barron, 2005). Par ailleurs, selon (Calvel, 1983), la couleur de blé varie du roux au blanc. En rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture et le climat.

En outre, d'après (Emillie, 2007), le grain de blé se compose de trois parties (figure n° 1) :

- **L'enveloppe** : l'écorce représente à elle seule 20% du poids du grain, elle est formée de plusieurs couche et l'on observe, au microscope de l'extérieur vers l'intérieur les zones suivantes :

- Le péricarpe qui constitue l'enveloppe, il est formé de plusieurs cellules à membrane épaisse.
- Le tégument séminal : qui contient les colorants de blé (jaune ou roux), la bande hyaline qui est transparente lorsqu' on l'observe au microscope.
- L'assise protéique : qui est composée de cellule de taille moyenne, de forme cubique a paroi moins épaisse que celle du péricarpe et moins lignifiée.

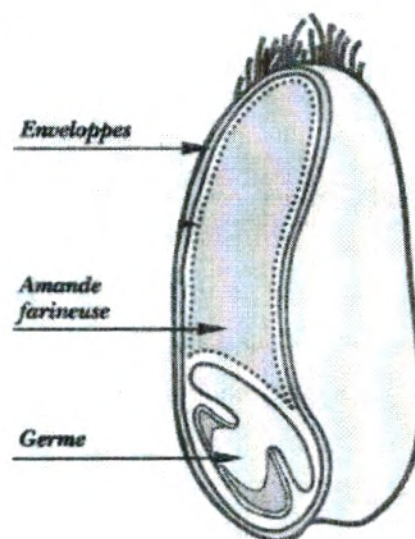


Figure n° 1 – Coupe longitudinale schématique d'un grain de blé

- **L'amande farineuse** : encore appelée albumen, représente la majeure partie de blé, 77 à 80% du poids du grain, elle est limitée à sa partie inférieure par le germe. Elle est constituée d'un ensemble de cellules renferment les grains d'amidon, réunis entre eux par un réseau de gluten. C'est ce dernier qui confère à la farine la propriété de former une pâte élastique lorsqu'on y ajoute de l'eau. Lorsque l'on va de la périphérie de l'amande vers le centre. Les grains d'amidon deviennent plus nombreux.
- **Le germe** : il représente environ 3% du poids de la graine, il constitue la future plante c'est un groupe riche en matière grasses, en sucres et vitamines (B et E) (Godon, 1982).

4. COMPOSITION CHIMIQUE ET BIOCHIMIQUE DU GRAIN DE BLÉ

4.1. Composition chimique du grain de blé

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%) ; les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines. (Tableau n°1).

Tableau n°1 -Composition chimique du grain de blé

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

Tableau n° 2 - Composition chimique moyenne des différentes parties du grain et des farines de blé fendre en g pour 100 g de matières sèche (Pilon & Mezerand, 1988).

	Matières minérales	Matières azotée totales	Matières grasses	Glucides totaux	Matières cellulosique
Grain entier	1,7-2,0	10-13	1,45-2,5	70-75	2-3
Enveloppes	8-10(80%)	18-22	3-5	65-68	15-20
Germe	5-6 (3 %)	25-30	15-19	35-45	0,1-0,2
Amande	0,4-0,6(17 %)	9-11	0,5-1	80-85	0,5-0,6
Farine	0,5-0,6	9-11	0,4-0,7	75-80	0,2-0,3

Le tableau n° 2 met en évidence l'importance pondérale des glucides dans le grain comme dans la farine par rapport aux autres constituants. Par ailleurs les matières azotées ont une teneur élevée notamment dans les enveloppes et le germe. Celle-ci diminue cependant au niveau de l'amande. Les protides blé confèrent à la graine une importance technologique notable par le biais du gluten, protéine aux caractéristiques plastiques permettant la fabrication d'une gamme variée de produits tels que les biscuits, le pain, les pâtes et le couscous.

Cependant, du point de vue qualitatif, les céréales renferment une faible proportion de protéines bien équilibrées (albumines, globulines) localisées dans les tissus périphériques (couche à aleurones, assise protéique, germe) (Adrian & Rabache, 1985). C'est ainsi que le blé, dont l'amande surtout des prolamines, présente un déficit en lysine.

Le grains de blé renferme une faible proportion de matières grasses dont la majorité se trouve dans le germe et les enveloppes. Dans le cas de mauvaises conditions de conservation, ces constituants du grain influent négativement sur la valeur boulangère par élévation de l'acidité grasse et sont à l'origine de phénomène de rancissement qui s'accroît tout au long de la période de la conservation de rancissement qui s'accroît tout au long de la période de la conservation du grain.

Le grain de blé comprend également des matières minérales en faible proportion et inégalement réparties. Ainsi 80% des cendres (matières minérales après incinération du produit) se trouvent dans les enveloppes contre 20% dans l'amande. Le potassium, le phosphore, le calcium et le magnésium possèdent les teneurs les plus élevées parmi les matières minérales contenues dans le blé. Le soufre a une certaine importance du fait qu'il entre dans la composition de certains acides aminés comme la méthionine et la cystéine.

4. 2. Composition biochimique de grain de blé

Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydraté, leur teneur en eau est aux environs de 14%. Les constituants des grains sont :

4. 2. 1. Les éléments principaux

4. 2. 1. 1. Les glucides

Les glucides sont présents sous la forme de sucre simple, mais surtout composé de l'amidon et substance énergétique par excellence facilement digestible, c'est le constituant majeur des céréales 60 à 65% du poids du blé.

4. 2. 1. 2. Les protéines

Ce sont des composés d'azote que l'on rencontre sous forme simple (acide amine) et sous forme plus complexe (protéine), on peut les classer d'après leur propriété de solubilité en :

1. Albumen soluble dans l'eau.
2. Globuline soluble dans les solutions saline diluée.
3. Prolamine soluble dans les solutions alcoolique.
4. Gluténine soluble dans les solutions dilue d'acides ou d alcalis.

Ainsi, La teneur en protéine des céréales varie suivant les espèces, elle est en moyenne de 12% pour le blé (**Niquet & Classeran, 1989**). Par ailleurs, le blé contient un ensemble particulier des composés solubles dans l'alcool (gliadine) et soluble dans l'eau (glutenine) appelé gluten dont les propriétés est de lever par fermentation (**Cruz et al, 1988**).

4. 2. 1. 3. Les lipides

Les lipides sont des biomolécules pratiquement insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants apolaires tels que chloroforme, le benzène ou l'éther (**Kessous, 1993**). Ils sont localisés surtout dans le germe et les enveloppes, la matière grasse qu'ils renferment est de 12,5% dans le germe, 5,6% dans les enveloppes, et 0.8 à 1% dans l'albumen. Les lipides sont des constituants mineurs du blé, ils représentent de 2 à 3% du grain sec (**Adrian, 1987**). C'est pour cela que le germe est éliminé de la farine pour éviter le vieillissement qui sera accéléré à cause de l'évolution des lipides (**Grandvoinet & Pratz, 1994**), les lipides des céréales sont riches en acides gras insaturé.

4. 2. 2. Les éléments secondaires**4. 2. 2. 1. Les pigments et les vitamines**

Ce sont des composés chimiques très complexes, concentre surtout dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles. Ils sont parfois associés à des vitamines (pigment caroténoïde) (**Niquet & Lasseran, 1989**). Ainsi, les grains de blé contiennent principalement trois vitamines, la vitamine B1, B2 et PP, les autres vitamines sont aussi présent mais avec une faible teneur (**Godon & Lasseran, 1989**).

4. 2. 2. 2. Les enzymes :

Ils sont présents en faible quantité dans le grain, les plus importants sont :

1- Les protéases trouvées en quantité relativement faible, dont l'une d'elles coupe les chaînes polypeptidiques en leur milieu avec une production de molécules de masses encore élevée. L'autre agit pré de l'extrémité de chaînes et libéré les acides aminés libres et les peptides.

2- Les amylases sont des hydrolases capables de dégrader spécifiquement les liaisons glucosidiques de l'amidon (amylase et amylopectine) et de ses produits de dégradation (malt, dextrine) jusqu'au stade oligosaccharide qui vont être utilisées par les levures durant le processus de la fermentation panair (Adrian & Poiffait, 1996).

3- La lipase qui est une enzyme lipolytique trouve son activité concentrée dans la couche à aleurone et augmente au cours de la germination. Dans la farine elle croit avec le taux d'extraction puisqu'elle augmente la production d'acides gras insaturés lors de la mouture et la conservation (Potus & al, 1994).

4. 2. 2. 3. Les minéraux

Ils sont présents dans le grain en faible quantité à raison de 2 à 3% de la matière fraîche du grain. Les principaux minéraux sont le potassium, le magnésium, le cuivre souvent associé à des sels (phosphate, chlorure ou sulfate).

4. 3. L'eau

L'eau dans le blé représente 8 à 9 % avec une valeur moyenne de 14% (Godon, 1991). Cette caractéristique de siccité des blés permet de faciliter les opérations de transport, de conservation et la possibilité de traitement par voie sèche. Du point de vue physique et chimique son action de solvant favorise les réactions enzymatiques et les attaques microbiennes lorsque sa teneur dans le grain dépasse un certain seuil (Niquet & Lasseran, 1989).

L'eau est présente dans le grain sous des formes différentes (Cruz *et al*, 1989) :

1. L'eau de dissolution dans les vacuoles des cellules ; c'est une eau que l'on qualifie « libre ».
2. L'eau d'inhibition associée aux colloïdes.
3. L'eau de constitution très fortement fixée à la molécule.

**Tableau n° 3. Composition biochimique de grain de blé
(En pourcentage de grain humide) (Godon, 1978).**

Eléments	Teneur en (%)
Eau	14
Amidons et petit glucides	65
Protides	12.5
Lipides	1.7
Cellulose, hémicellulose et pentosanes	4.9
Minéraux	1.9
Vitamines	9.49

5. Différence entre un blé tendre et un blé dur

Les différences qui existent entre un blé tendre et un blé dur sont résumées dans le tableau n°4. sachant que :

- A partir du blé tendre dont l'albumen est farineux on obtient de la farine. Cette dernière est utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits.
- A partir du blé dur dont l'albumen vitreux on obtient de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires.

Tableau n° 4 - Différence entre le blé tendre et le blé dur.

Caractère	Blé tendre	Blé dur
Aspect génétique	3 génomes A, B, et D $2n = 42 = 3. (2. 7)$	2 génomes A et B $2n = 28 = 2. (2. 7)$
Prédominance	De l'amidon	Des protéines
Aspect de la plante	Feuilles très étroites, maturation très rapide.	Feuilles large, maturation très longue, moisson tardive, exigeante du point de vue sol et climat.
Forme	Texture opaque, structure de l'amande farineuse	Texture vitreuse
Autres	Grain petit, germe arrondi, face dorsale aplatie, présence de brosse	Grain long, germe allongé, face dorsale pointue, absence de brosse.

Par ailleurs, le blé tendre et le blé dur se différencient au niveau de la couleur, de forme et du sillon. En effet, le blé tendre est de couleur blanchâtre, de forme ovale et de sillon moins profond, tandis que le blé dur est de couleur vitreuse, de forme large et de sillon profond.

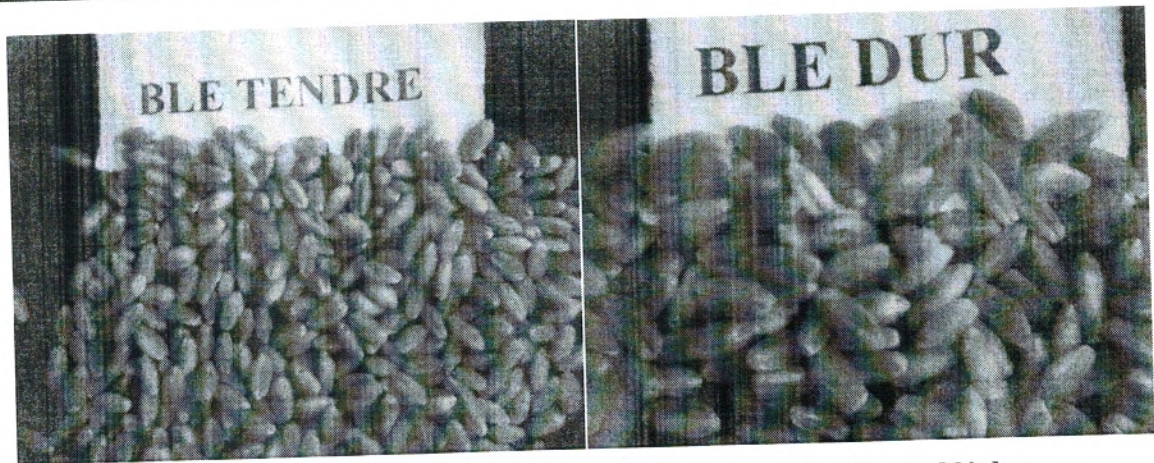


Fig. n° 2—différence entre les graines du blé tendre et celles du blé dur

N. B. Il existe des variétés de blé tendre présentant une texture vitreuse suite à une teneur excessive en azote. Ils sont dits blés « hard » contrairement aux blés « soft ».

CHAPITRE. II
QUALITÉ DE BLÉ

1. Généralité

La qualité d'un produit alimentaire est une notion en partie subjective, puisque le principal instrument d'évaluation est le consommateur, on peut déterminer objectivement la qualité.

2. Critère de la qualité

2.1. La détermination de la qualité du blé « sain, loyal et marchand »

Cette détermination de la qualité se fait sur l'échantillon à l'œil et au nez au moment de son épandage. Pour la prise de l'échantillon d'analyse, le lot de grain doit être d'odeur franche et de coloration normale.

2.2. Critères de la qualité d'utilisation des grains.

2.2.1. La qualité sanitaire :

2.2.1.1. Les maladies et les insectes ravageurs des céréales

- Les maladies

D'après Soltner (1990), les maladies du blé qui influent sur la qualité des grains sont illustrées au tableau suivant :

Tableau n° 5. Les maladies agissant sur la qualité du blé selon Soltner, (1990)

Maladies et champignons responsable	Description
Carie (<i>Tilletia caries</i>)	Grain vert olive, rempli de spores noires à odeur de poisson pourri
Charbons à contamination interne (<i>Ustilago spp. Ustilag tritici</i>)	Les grains au niveau des téguments contiennent le mycélium
Fusarioses (<i>Fusarium nivale</i> et <i>F. roseum</i>)	Echaudage des grains et la toxicité des grains contaminés
Pietin-verse (<i>Cercospora herpotrichoides</i>) Pietin -Echaudage (<i>Ophiobolus graminees</i>)	Echaudage des grains
Rouilles jaune (<i>Puccini glumarum</i>)	Cette maladie attaque les feuilles, l'épi et quelque fois les grains (glumes alors tapissées intérieurement de spores)
Oidium (<i>Erysiphe graminis</i>)	Feuilles et épis atteints se couvrent d'un feutrage défilement blanc à blanc grisâtre à la fin du cycle.

Ergot (<i>Claviceps purpurea</i>)	Les grains sont remplacé par des sclérotés brunes noires, l'ergot est très
Septorioses (<i>Septoria spp. stritici., S. nodorum</i>)	Attaquent les feuilles, tiges et l'épi Echaudage des grains Diminution de la quantité d'amidon dans les grains.

- **Influences des maladies sur la qualité des grains**

Le poids spécifique des grains est diminué par toutes maladies qui affectent les racines, les feuilles, les tiges et les glumes (exemple : Pietins, fusarioses, septorioses)

1. Les farines des grains de blé boutés, souillées par des spores de carie sont très dépréciées.
2. La qualité d'amidon dans les grains est diminuée par *Septoria nodorum*, et provoque aussi une moucheture de blé dur.
3. Dans le cas du blé dur le taux de mitadinage, et le taux de cendre sont augmentés alors que le rendement en semoule est réduit à la suite d'attaque de rouilles.

Les grains provenant des récoltes malades peuvent présenter un danger pour le consommateur :

1. Les lots ergotés peuvent provoquer des troubles chez l'homme et les animaux.
2. Un taux de contamination élevé des grains par les champignons responsables des fusarioses peut entraîner des risques de toxicité pour l'homme et les animaux (**Rapilly et al., 1972**).

- **Les insectes et les ravageurs des céréales**

- ✓ **La punaise**

Parmi les diverses espèces de punaises observées dans les céréales, celles qui ont une importance économique appartiennent au genre « *Eurygaster* et *Carpocoris* »

Les *Eurygasters* sont la punaise brunes et le *carporis* sont de grosse punaises vert-jaunâtre, on les trouve principalement dans les pays du pourtour méditerranéen ou les conditions climatiques sont favorables à leur population.

La punaise injecte dans le grain une salive riche en protéase et en amylases qui dégradent le gluten et en particulier l'amidon et rend le gluten filant, collant et peu résistant à la poussée des gaz lors de la fermentation panaire.

✓ La cécidomyie

La cécidomyie jaune (*Contarina tritici*) et cécidomyie orange (*Sitodiplosis mouselana*) leur larves sont immobiles, les larves de cécidomyie jaunes provoquent une diminution du nombre de grains par épi, la cécidomyie orange provoque des déformations de grain.

Les grains uniquement déformé n'ont pas d'incidence sur la qualité, en revanche, les attaques secondaires des grains provoquent une colonisation par des champignons qui donnent au grain un aspect noirâtre et rendent un lot inutilisable pour la panification et diminuent la qualité sanitaire d'un lot de blé n mais d'une façon général, les grains cécidomyie ont un gluten moins bonne qualité.

✓ Les microorganismes

A la récolte, le nombre de bactéries hébergées par le grain peut atteindre quelques milliers à plusieurs millions de germes par gramme provenant essentiellement du sol ou de l'air. Les entérobactéries sont les plus prépondérantes bien que les céréales contiennent une charge microbienne assez considérable, leur présence ne constitue pas un danger significatif car l'aw des céréales n'offre pas un milieu favorable au développement de ces bactéries, d'autant plus que des opérations de nettoyages et ou de monture réduisent à un niveau très bas leur nombre (Journal officiel, 2000).

➤ Levures et moisissures

Les levures sont des champignons microscopiques moins différenciés que les moisissures et se reproduisent par bourgeonnement.

Les grains ne sont pas des substrats très favorables pour ces micro-organismes qui préfèrent se multiplier sur des milieux liquides ou semi liquides de préférence riches en sucre, il n'existe pas de levure qui est toxigène.

La majorité des moisissures peuvent avoir une certaine incidence sur les grains en se reproduisant de façon végétative, en formant des spores et des conidies sur le grain, certaines d'entre elles appartiennent essentiellement au genre *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*, elles sont capables d'élaborer des métabolites toxiques pour l'homme (Journal officiel, 2000).

➤ Mycotoxines

Ces contamination présentent pour le consommateur un danger réel, les moisissures ou certaines d'entre elles sont aujourd'hui reconnues comme capables d'élaborer des mycotoxines, ont un faible poids moléculaire étant pas des protéines ni des micromolécules, elles ne sont donc thermorésistantes et d'une durée de vie dans l'aliment contaminé bien plus longue que les champignons les ayant synthétisés.

2. 2. 1. 2. Les résidus des pesticides

L'usage des pesticides agricoles revêt à l'heure actuelle une très grande importance car en évitant la destruction de la récolte par les prédateurs on augmente le rendement et on peut donc diminuer le prix des vivres. Malheureusement, la plupart des pesticides dont on dispose, exercent leur action toxique chez les consommateurs de produits traités, car les enzymes végétaux, peuvent agir sur les pesticides et les transformer en produits plus toxiques (Lederer, 1986).

2. 2. 2. La qualité nutritionnelle

Le grain de blé tendre se caractérise par le fait qu'il possède une quantité importante de réserve énergétique concentrée pour l'essentiel dans les liaisons intramoléculaires de l'amidon et d'autre part certaine aptitude à la panification dont sont responsables dans une large mesure, les protéines de réserve de l'albumen amylicée.

Les protéines de céréales ont une composition déficitaire en acides aminés essentiels, comme la lysine.

D'après Soltner (1990) les lipides sont peu représentés dans les graines de céréales notamment le blé, ils sont riches en acides gras insaturés, ces lipides sont concentrés au niveau du germe avec les vitamines A, E et B.

Selon Godon et Willm (1991), les vitamines les plus présentes dans les grains de céréale sont : la vitamine B₁ (thiamine), la vitamine B₂ (riboflavine) et la vitamine PP (niacine). Les matières minérales sont présentes dans les grains de blé surtout dans le péricarpe .

2. 2. 3. La qualité technologique :

Les critères de la valeur technologique des produits sont différents selon les industries de transformation auxquelles ils sont destinés. Parmi ces critères un est commun à tous les produits, c'est l'homogénéité des lots pour obtenir un produit (farine, semoule ...etc.) de qualité standardisée et constante, les industries de transformation ont besoins d'un produit de départ ayant une qualité homogène (**Cruz et al, 1988**).

2. 2. 3. 1. Origines des impuretés et incidences sur la qualité**▪ Les grains altérés**

Les grains présentant une altération sont les suivants :

➤ Les grains cassés

Cet inconvénient provient le plus souvent du battage, la cassure est le plus souvent transversale et irrégulière chez les blés durs et les tendres à grains vitreux et le plus souvent longitudinal suivant le sillon chez le blé tendre à texture farineuse.

Les blés secs et vitreux et surtout les blés durs sont les plus sensibles aux chocs, les grains dont l'endosperme est partiellement découvert sont considérés comme grain brisé.

Les grains endommagés par battage et les grains dont le germe a été enlevé appartiennent également à ce groupe.

La présence de grains cassés dans un lot de céréales engendre une perte plus ou moins sérieuse par la suite de leur élimination totale ou partielle au cours des opérations de nettoyage.

➤ Les grains germés

Se rencontrant dans les lots provenant de la récolte ayant reçu des pluies abondantes au moment de leur dernier stade de végétation, au cours de la moisson ou au cours de leur conservation en meules mal abritées.

Ils se caractérisent par une boursouffure du germe ou un développement plus ou moins accusé de l'embryon, et par une augmentation de l'activité amylasique qui dégradent l'amidon en sucre simple, une forte activité amylasique peut rendre un lot de blé inutilisable pour les panifications : pâte collant, difficile à travailler et le pain prend trop de coloration à la cuisson.

➤ Les grains échaudés

Il s'agit des grains desséchés avant la maturation à la suite d'un défaut d'alimentation

En eau, celui-ci peut être dû à un déséquilibre entre l'arrivée d'eau et l'évaporation à la suite d'une très forte chaleur (échaudage physiologique).

Il peut être cause par toutes maladies attaquent les racines, les feuilles, la tige et même les glumes on cite en particuliers : piétin, la septoriose, la fusariose, les rouilles (échaudage pathologique).

Les grains échaudés sont rabougris ; rides, déformés par la perte de substances, les grains échaudés à une incidence sur le rendement en mouture, du fait de l'élimination de ces grains lors de nettoyage.

➤ Les grains punaisés

La punaise de blé attaque le grain durant la croissance. Les plus grands dommages surviennent quand le blé est attaqué peu de temps avant la maturité. Ils se caractérisent par un gluten filant, collant et peu résistant à la poussée des gaz lors de la fermentation panaire, la qualité des blés est fortement dépréciée dès que le taux de grain punaisé est de 1% et devient non panifiable quand il atteint 4% à 5%.

➤ Les grains cécidomyies

Les incidences en meunerie et en semoulerie sont très diverses et dépendent de l'état dans lequel se trouve le grain attaqué par la cécidomyie, les grains uniquement déformés n'ont pas d'incidences sur la qualité, en revanche les attaques secondaires des grains diminuent la qualité sanitaire (moisissure), ou peuvent rendre un lot inutilisable en panification.

➤ Les grains attaqués par les prédateurs

Les grains sont légers, vides et s'écrasant par le doigt .Le grain est sans valeur et souillé par les excréments, il doit être soigneusement éliminé avant la mouture.

Les lots comportant des grains attaqués ont une valeur commerciale et technologique fortement dépréciée, le poids spécifique est faible ; la qualité sanitaire est diminuée.

➤ Les grains chauffés

Ils ont subi une température très élevée : soit à la suite de fermentation due aux micro-organismes, soit à la suite d'un séchage à température très élevée, les altérations sont principalement des modifications biochimiques des constituants de grain provoquée par les effets propres de la chaleur et par l'augmentation de l'activité enzymatique, les propriétés plastiques de gluten sont altérées, par une diminution de la qualité boulangère de blé tendre.

➤ Les grains caries ou boutés

Les grains caries sont globuleux, brun et très léger, ils sont remplis d'une poche noire (spore) à odeur de poisson pourri. Leur présence communique à la farine lors de la mouture une teinte grisâtre et une odeur fétide désagréable, ils sont reconnaissable à l'œil nu par une coloration noirâtre des poils de la brosse au sommet du grain et donnent une farine sale lors de la mouture.

➤ Les grains fusariés

Ce sont des grains contaminés par le mycélium d'un champignon du genre (Fusarium) des tests effectués sur des échantillons de blés très contaminés ont mis en évidence une dégradation importante de la valeur technologique.

Par ailleurs les fusariums peuvent synthétiser dans certaines conditions de température et de d'humidité des toxines dangereuses pour la santé de l'homme et de l'animal.

▪ Les grains étrangers non toxiques

Ce sont les gains de mauvaise herbes messicoles adventices ou commensale des céréales ainsi que les graines dites (farineuse) parmi les graines de mauvaise herbes on cite les suivantes :

Ravenelle (*Raphanus raphanistrum*), Rapiste (*Rapistrum linnéanum*) Bifora (*Bifora testiculata*). Krubera (*Krubera leptophylla*), Centaurée bleue (*Centaurea cyanus*) ; Gaillet (*Galium aparin*), Liseron (*Convolvulus arvensis*), Sainfoin (*Anobrichis sativa*), renoncule des champs (*Ranunculus arvensis*) et Emex epineux sous la dénomination des grains farineuses on groupe.

- Les grains de céréales autres que celle de l'espèce soumise à l'agrégage (sauf de blé dur dans le blé tendre ou inversement)
- Les grains de vesces (*Vicia calcarata* ; *V. sativa* ; *Vicia sp.*) auxquelles s'ajoutent les grains d'alpiste (*Phalaris Canariensis*).

Les grains étrangères constituent un déchet parfois important qui diminue la valeur commerciale et représente une perte pour l'utilisateur (**Laumont et Blanchard, 1964**).

▪ Les grains nuisibles et toxiques

Ce sont des grains toxiques pour l'homme /ou les animaux ou modifiant les caractères organoleptique des produits issu du grain ou gênant le procédé par lequel le grain est transformé. Ce sont les grains des sept plantes suivantes :

○ La nielle (*Agrostemma githago*)

Elle donne au pain une saveur amère et une couleur bleue noirâtre et peut provoquer des intoxications alimentaires appelées « githagisme » chez les animaux domestiques.

○ Mélampyre (*Melampyrum arvense*)

Elle donne une couleur bleu lilas au produit.

○ Cephalaire de Syrie (*Sephalaria syriaca*)

Il donne aux produits un arrière-gout amer ou acre.

- Fenugrec (*Trigonelle foenum graecum*) et mélilot (*Melilotus spp*)

Elles donnent une odeur de comarine (foin coupé) aux produits.

- Ail (*Allium sativum*)

Elle colle aux cannelures des cylindres lors de la mouture et donne aux produits une odeur et une saveur désagréable.

- Ivraie (*Iolium temulentum*)

Elle est toxique pour l'homme, sa toxicité provient principalement de l'action narcotique d'une substance (la temuline)

- Ergot (*Claviceps purpurea*)

C'est un mycélium condensé constituant l'organe de vie latente d'un champignon parasite des graminées « *Claviceps purpurea* » on trouve l'ergot sur le blé, le seigle et les triticales, l'ergot il contient aussi des alcaloïdes dont l'ergotisme auxquels ils doivent sa toxicité.

2. 2. 4. Analyses physico-chimiques et technologique :

Les analyses physico-chimiques permettent de déterminer la teneur en impuretés, la teneur en eau, la masse à l'hectolitre, le poids de 1000 grains, et le taux de centre. Les tests technologiques évaluent le taux de gluant sec, capacité d'hydratation, indice de chute, indice de sédimentation (test de Zeleny), taux de protéines, teneur en amidon et caractéristiques alveo-graphiques (W, G, P/L).

CHAPITRE. III
TECHNOLOGIE DE
TRANSFORMATION DU
BLÉ

- Objectif

La première transformation des céréales a pour but d'isoler l'albumen amylicé sans contamination par les parties périphériques du grain (enveloppe, couche aleurone). Avant d'être transformé en farine le blé passe par plusieurs étapes à savoir :

1. TRANSPORT ET RÉCEPTION

La réception du blé comprend le déchargement des blés arrivant par bateau, par wagons ou par camion, jusqu'à un silo de stockage après le pesage de la quantité reçue. Les cellules de stockage sont équipées d'un système de ventilation qui permet de renouveler l'air ambiant et éliminer la chaleur et l'humidité libérée par les grains. Le temps de stockage ne dépasse pas les 4-5 jours, à signaler qu'avant chaque réception d'un bateau de blé une étape de contrôle systématique est réalisée, elle vise l'agrégé par lot.

2. NETTOYAGE ET PRÉPARATION À LA MOUTURE

2.1. Nettoyage :

Après avoir quitté les cellules des blés sales, avant d'entrer au moulin ils passent dans la section de nettoyage, dans laquelle il est lavé, nettoyé et conditionné avant d'être envoyé au premier passage de broyage. L'ordre de nettoyage n'est pas absolument standardisé mais la marche générale est d'ordinaire la suivante (Lockwood, 1990) :

- L'aspiration : est un moyen de nettoyage permettant d'éliminer les poussières et particules légères, afin d'assurer un bon écoulement du produit dans les machines.
- Le passage : Il sert d'une part, à contrôler les quantités de blé provenant des cellules de mélange allant au nettoyage ou la qualité de blé est mise en œuvre, d'autre part de contrôler le débit des deux sections de nettoyage et mouture.
- Surface tamisante : le principe de travail de séparateur repose sur la différence de grosseur de blé et des impuretés.
- Surface magnétique : l'aimant a pour but de retenir les particules métalliques qui risquent d'endommager les machines.
- Densité : cette opération est effectuée à sec dont le but est d'éliminer les impuretés lourdes telle que les pierres.
- Surfaces alvéolées : cette opération est assurée par des trieurs à disques pour séparer les grains longs et ronds.

▪ Par friction : l'opération de friction est assurée par une brosse placée horizontalement afin d'enlever les poussières qui se trouvent dans la brosse du blé et dans le sillon, cette opération est souvent complétée par un lavage.

2.2. Préparation à la mouture

Cette préparation répond à un double objectif :

1. Assouplir l'écorce du grain et faire en sorte que son humidité soit légèrement supérieure à celle de l'amande.
2. Amener l'amande farineuse dans un état physique tel que sa réduction en farine fine soit obtenue le plus rapidement possible.

D'après **Calvel (1980)**, le blé subit les opérations suivantes avant qu'il soit broyé :

- Le mouillage : le mouillage doit porter le blé à une humidité de 16 à 16.5% et même à 17 % après la préparation, cette opération est réalisée par l'addition d'eau au blé.
- Après mouillage : le blé doit subir un temps de repos ou conditionnement, ce repos peut avoir lieu dans des « boisseaux de repos » ou dans des appareils spéciaux appelés conditionneurs-sécheurs, le lot de blé y séjourne de 18 à 36 h.
 - Un nouveau brossage vient immédiatement après le conditionnement.
 - Vient ensuite un deuxième pesage du blé par une bascule enregistreuse.
 - Pour finir, un magnétisme est utilisé comme dispositif de sécurité pour retenir toutes les pièces métalliques accidentelles.

3. LA MOUTURE DU BLÉ TENDRE

Le travail de mouture est une séparation anatomique et biochimique qui n'a pas une influence sur la qualité nutritionnelle et technologique.

3.1. Principe de mouture

Théoriquement on peut résumer la mouture de blé en deux phases (**Godon et Willm, 1991**) :

- Séparer l'amande farineuse du son et du germe.
- Réduire cette amande en granules suffisamment fins.

3. 2. Le taux d'extraction

Dans l'industrie meunière, le taux d'extraction correspond au pourcentage de grain entier qui est retrouvé dans la farine ; une farine blanche de blé un taux d'extraction de 70 %.

3. 3. Le taux de blutage

Cette opération consiste à séparer la farine de l'amande et les fractions périphériques du blé par tamisage. Le taux de blutage est le pourcentage du grain éliminé au cours de l'opération (Adrain *et al*, 1981).

3. 4. Les étapes de la mouture

3. 4. 1. Le broyage

Le broyage est la première opération de mouture qui s'exerce sur un blé nettoyé et conditionnés, le but de cette opération consiste à détacher l'endosperme de l'enveloppe sous forme de particules grosses, en laissant les écailles de son le mieux développées possible. Le broyage comporte généralement 4 à 5 passage de cylindres cannelés, il ne produit que relativement peu de farine en moyenne 25% de la farine totale. Environ 70% du blé mis en mouture et envoyé au claquage et au convertissage sous forme de semoules et des finots. Après le blutage propre des différents passages du broyage.

3. 4. 2. Le séchage

Le séchage est le blutage complémentaire son but est d'éliminés complètement la farine qui peut se trouver encor présente dans les semoules et les finots après le blutage propre de différents passages du broyage.

3. 4. 3. Le sassage

Le but de sassage est de séparer les particules pures d'endospermes qui peuvent êtres envoyés sur les appareils lisses.

3. 4. 4. Le convertissage

Le convertissage est alimenté en tête par les finots et les gruaux constitués de 95 à 98% d'amande farineuse. Le passage de ceux-ci entre les cylindres lisses donne la farine plus un refus au convertisseur est importante de l'ordre de 40 à 45% de la totale.

4. MÉLANGE ET ENSACHAGE DE FARINE

Les farine provenant du broyage, du convertissage et du curage sont collectés par une vis générale et sont conduite dans des boisseaux appelés chambre à farine, ces chambres complétés par des mélangeuses permettant d'obtenir une farine entière très homogène (Calvel, 1980).

5. LES DIFFÉRENTS PRODUITS DE LA MOUTURE

Selon (Calvel, 1980) les différents produits rencontrés au cours de la mouture sont :

- La farine : est le principal produit de la mouture.
- Les semoules : sont des morceaux d'amande, plus ou moins vêtus d'enveloppe, il y a des semoules grosse et des semoules fines.
- Les finots : sont des semoules très fines très pures, ils parviennent des passages du broyage.
- Les gruaux : sont des produits analogues aux finots, ils proviennent de la réduction des semoules en tête du claquage et de convertissage.

Les issues sont les produits finis autre que la farine dont on distingue :

- Le son (son gros et son fin) constitué par les enveloppes du grain.
- Le remoulage qui comprend un mélange d'enveloppes et d'amande farineuse, la encore en rencontre deux type de produit :
 - Le remoulage bis : les plus gros, couleur rouge qui constituent le refus finale claquage.
 - Le remoulage blanc : les plus fins, les plus riches en farine qui représente l'issue recueillie enfin de convertissage.
 - Les farines basses : farine de couleur bise, extrêmement piquées correspondant aux farines.

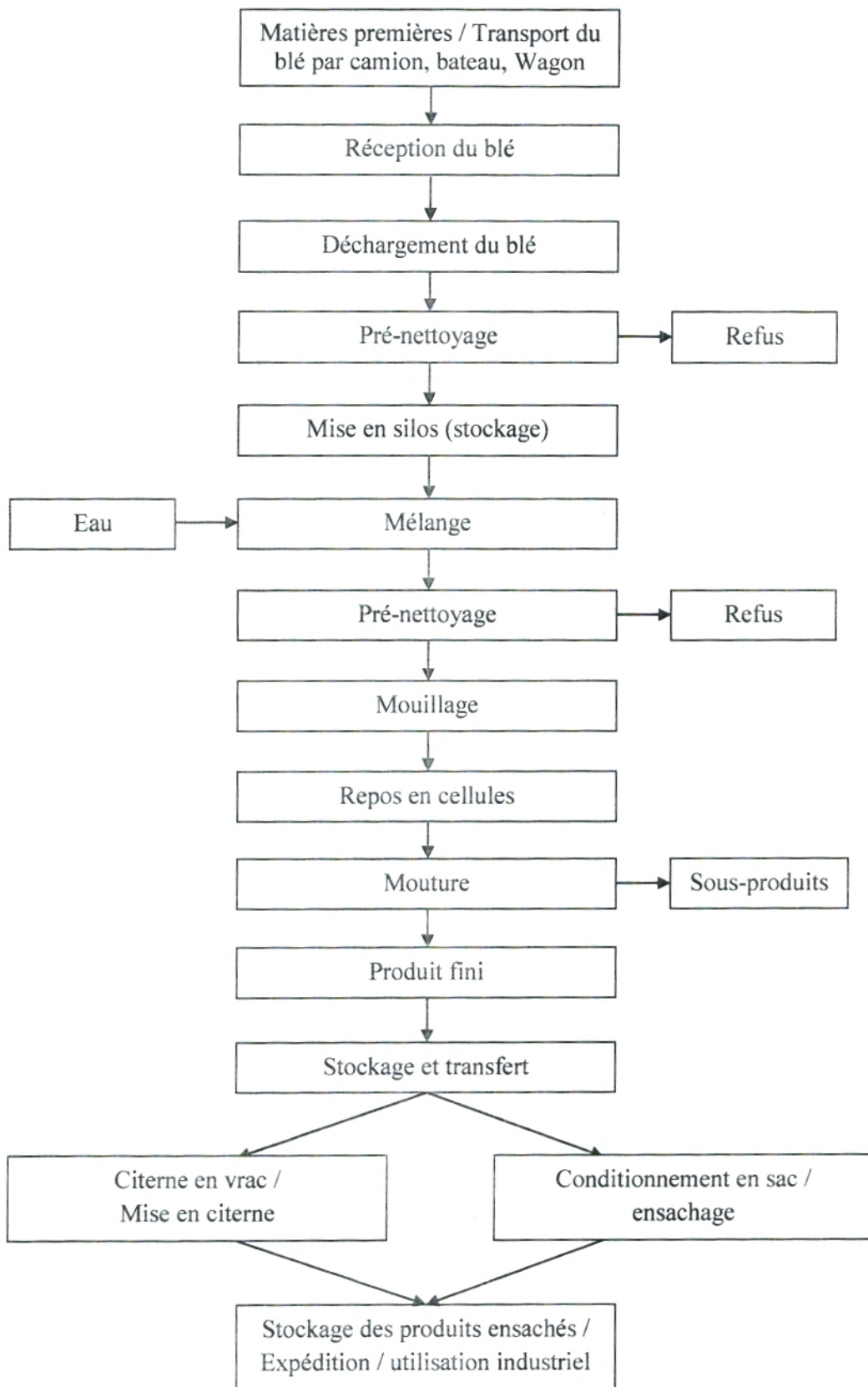


Figure n° 3 - Digramme de fabrication semoule et farine

6. Les Produits finis

Les farines constituent des produits finis de la première transformation des céréales, on peut les classer selon plusieurs catégories en fonction de certains paramètres.

6.1. Définition de farine

La farine est le produit de la mouture de grain de céréale apte à la panification et préalablement nettoyé sans autre modification que la soustraction partielle ou totale des grains et enveloppe.

- La teneur en eau doit être inférieure ou égale à 15.5%.
- L'indice de chute entre 180 et 280, le rapport de configuration P/L entre 0.45 et 0.65, l'indice de Zeleny de 22 à 30.
- Les blés tendres ou les coupages de blé tendre destiné à la farine de panification doivent présenter les spécifications suivantes :

- Travail de déformation W égale à 180
- Le rapport P/L entre 0.45 et 0.65

6.2. Composition biochimique de la farine

Les différents composants biochimiques de la farine sont portés sur le tableau suivant (exemple d'une farine extraite à 75-76 %).

Tableau n° 6. Composition biochimique d'une farine extraite à 75-76% (Calvel, 1980).

Composition	Proposition
Matière azotée	8 à 12 % dont (7 à 10 % de gluten)
Matière minérales	0,45 à 0,60 %
Matière grasses	1,2 à 0,05 %
Acidité	0,020 à 0,05 %
Sucres	1 à 2 %
Amidon	60 à 72 %
Diastases	B amylases est plus important
Vitamine	Du groupe B, PP et E

6. 3. Les types de farines

Depuis le début de la campagne, les types de farines sont déterminés d'après le taux de cendre, ce sont avec le pourcentage de l'humidité les seules normes fixe par l'autorité :

Tableau n° 7. Types de farines (Calvel, 1980)

Types	Taux de cendre en % de matière sèche	Taux d'humidité maximum	Taux d'extraction moyen correspondant
45	Moins de 0.5	15.5	65
55	0.5 à 0.6	15.5	75
65	0.62 à 0.75	15.5	78
80	0.75 à 0.90	15.5	80-85
110	1.00 à 1.2	15.5	85-90
150	Plus de 1.4	15.5	90-98

6. 4. La qualité des farines

La qualité d'une farine dépend de son utilisation future et il n'existe pas sur le marché une seule mais de plusieurs qualités de farines, cette dernière est définie par son aptitude à donner un bon produit fini, dans le cas de pain , c'est une farine qui permet d'obtenir bon et beau pain (Godon & Willem, 1991).

6. 5. Correction des farines

L'indice de chute mesuré de Hagberg est le temps exprimé en secondes que met un agitateur pour descendre de son propre poids, d'une distance fixe dans un empois d'amidon ; ce temps dépend de l'état de la farine, plus la farine est diastasique (riche en α -amylase) plus le gel est fluide et plus temps est court au contraire plus elle est pauvre en diastase plus il est consistant et plus le temps est long.

Si l'indice de chute d'une farine est plus élevé il convient d'ajouté du malt à la farine pour l'adapter à l'activité enzymatique en vue d'une panification optimal.

- un temps de chute égale ou inférieur à 150 secondes coïncidera avec une activité α -amylase élevé, mi- collante et croute rouge.
- de 220 à 300 s l'activité α -amylase est optimale, grain non germé, mi- correct.
- supérieure à 300 s de haut l'activité α -amylase mie sèche et volumes de faible.

Tableau n° 8. Des examens de correction correspondante (Calvel, 1980)

Temps de chute en secondes	Conditions d'utilisation de la farine	Addition en (%) de la farine malte
60-160	Impossible ou graves difficulté	-
160-190	Emploi problématique	-
190-280	Emploi normale	-
280-320	Correction judicieuse	0.1
320-360	Correction nécessaire	0.2
360-390	Correction nécessaire	0.25-0.3
Au-delà de 400	Correction nécessaire	0.35-0.4

6. 6. Les farines spéciales, d'après Lockoow (1950), les farines spéciales sont :

6. 6. 1. Farine complète

La véritable farine complète contient la totalité du grain de blé mais elle fournit un pain grossier et indigeste. La farine complète est généralement extraite vers 95 % après élimination de 5 % du son grossier. Elle donne un pain de faible volume, parce que les grosse particules de son empêche une bonne rétention des gaz au cours de la panification.

6. 6. 2 Farine entière

Une farine complète dont on a éliminé une certaine proportion de son devrait être appelé plus exactement farine entière mais leur couleur sont très différentes et leurs taux d'extraction varie (de 85 à 95 %).

6. 6. 3. Farine de biscuiterie

Les farines de biscuiterie sont d'ordinaire fabrique à partir de blé très tendre et peut glutineux, les variétés qui convient le mieux sont les blés anglais, les farines doit être très fines, elles doivent contenir peu de gluten et être très extensible. L'humidité doit être assez importante pour la plupart des types de biscuits.

6. 6. 4. Farine de pâtisserie

Les farines de force moyenne où supérieur conviennent à la pâtisserie, les farines pour cakes à aération chimique doivent être fabriquée a partir des blés australiens, anglais et des blés de côté américain du pacifique où a l'aide des blés de force moyennes où faible extraction a fine granulation, on préfère des farines tirées à faible extraction à fine granulation. Pour cela on la blute à nouveau sur tamis 15XX.

Partie Expérimentale

CHAPITRE. IV

Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

Chapitre IV - Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

1. PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ

La minoterie LA TAFNA est une société à responsabilité limitée, créée en 1999, spécialisée dans la transformation de blé tendre, située à la commune de CHETOUANE au nord de la wilaya de TLEMCEM, elle est considérée comme centre relais de toutes les communes de la wilaya du fait de son siège stratégique qui se situe sur un axe routier important.

Elle est implantée sur une surface d'environ 10 000 m², détient un capital social de 466 808 000 DA, employant de 60 à 100 travailleurs.

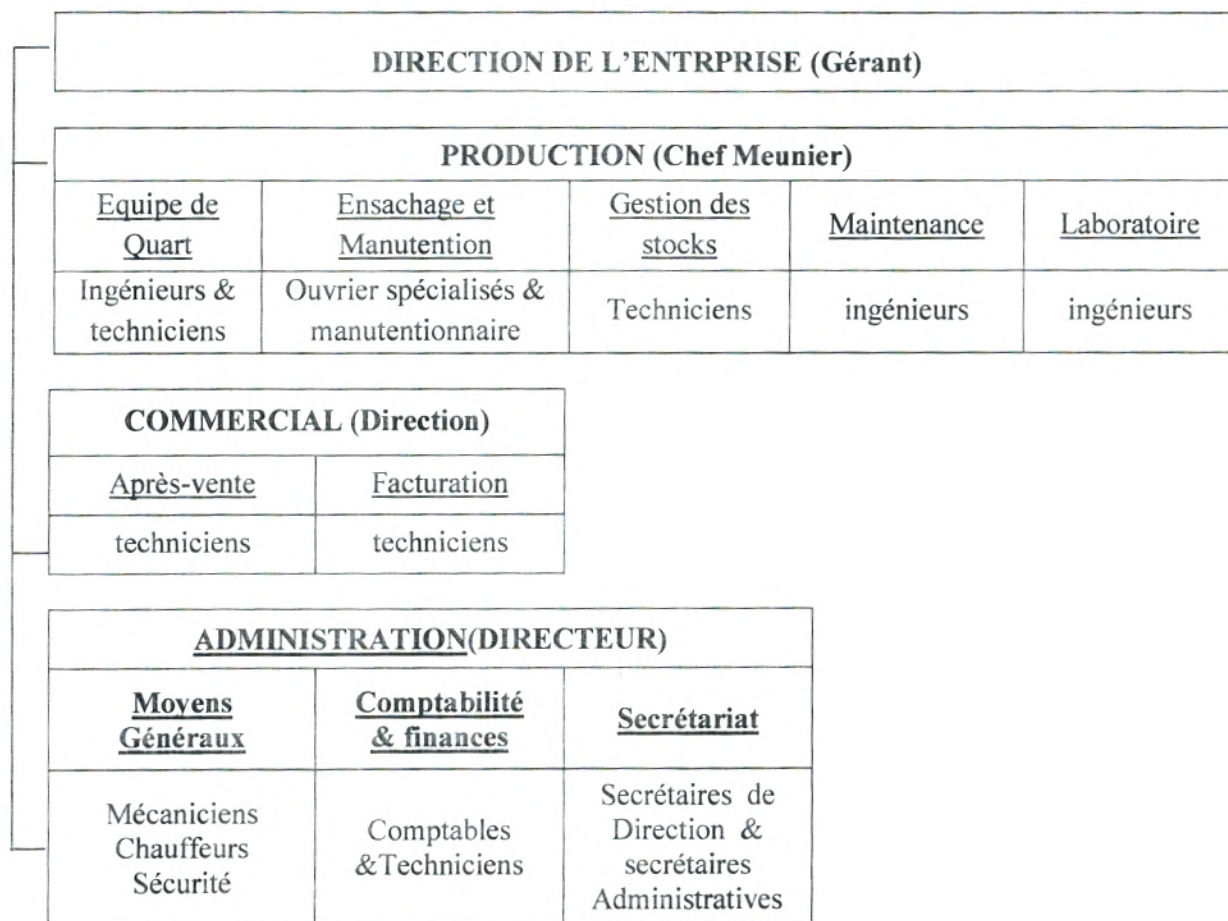


Figure n° 4 –Organisation de l'entreprise

La minoterie LA TAFNA est équipée de :

- 6 silos de stockages de capacité unitaire 10.000T.
- Magazines de produits finis.
- Un laboratoire d'autocontrôle physico-chimique.
- L'origine des équipements de production est d'une société suisse (BUHLER).
- Date de démarrage de construction : Mars 2000.

Chapitre IV - Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

- Date de démarrage de production : Janvier 2002.
- La capacité de production : 240T/j.

Ses activités consistent à :

- Achats de la matière première (blé tendre) auprès de la CCLS.
- Transformation des grains en farine.
- Conditionnement et vente de farine(en sacs de 50 kg) et de son(en sacs de 30kg).

2. FONCTIONNEMENT DE LA MINOTERIE

La production de la farine demande que le blé passe par plusieurs étapes, dans ce qui suit, nous allons résumer celles- ci en quelques points :

2. 1. La réception des blés

C'est la première partie du digramme du moulin (voir annexe). Une fois le blé arrivé au moulin, les camions seront pesés à l'aide d'un pont-bascule. Ils sont dirigés ensuite vers le poste de prise d'échantillon. On utilisera une sonde prévu à cet effet, garantissant ainsi un échantillon représentatif sur la hauteur totale du camion.

Le laboratoire fera sur les prélèvements les tests de contrôle rapide telles que :

- Teneur en eau ;
- Un calcul d'impureté ;
- Indice de chute.
- Mouture d'essai : pour le classement de blé et déterminer la force boulangère.

- Blé de force ≥ 200
- $130 \geq$ Blé de moyen ≥ 180 (unité : 10 E-4j).
- Blé faible ≥ 130

En fonction des résultats obtenus, on dirige le camion vers la fosse de réception ou il pourra vider son contenu. On effectue alors un pré-nettoyage afin d'enlever le plus gros des déchets. Cette opération est réalisée par le transport mécanique à l'aide des élévateurs.

▪ Le pré-nettoyage :

Il comporte : le séparateur magnétique et le nettoyeur séparateur.

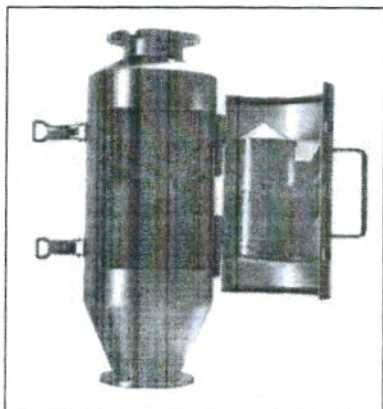


Photo n° 1 - Aimant

- **Aimant** : il a pour objectif d'éliminer les débris métallique que peut contenir le blé. En le plaçant dans un environnement chargé en poussière, ainsi, on limite le risque d'explosion. (Photo n° 1)



Photo n° 2 – Nettoyeur / Séparateur

- **Nettoyeur / séparateur** : c'est une machine qui permet d'éliminer toutes impuretés les plus grosses et les plus petites (photo n° 2). Le blé sale distribué sur toute la largeur de la machine tombe sur les tamis supérieurs. L'avancement et le secouage du blé sur les cadres sont déterminés par la vibration verticale exercée par le moteur vibrons. Les vibrations sont efficaces compte tenu de l'inclinaison des cadres.

Les tamis supérieurs permettent au blé et aux particules plus petites que le blé de passer à travers les tôles percées, puis de tomber sur les tamis inférieurs. Les parties plus grosses que le blé avancent le long des tamis supérieurs jusqu'à la trémie de déchargement des déchets de grosse dimension.

Le blé ainsi distribué sur les tamis inférieurs avance alors que, les particules de dimension plus petite passent à travers les Tôles percées des tamis et tombe sur le toboggan à l'extrémité du quel se trouve la trémie des déchets fins.

Le blé ainsi nettoyé avance sur les tamis inférieurs pour atteindre la bouche de déchargement à laquelle, on raccorde le toboggan d'entrée. En sortie du nettoyeur-séparateur on trouve un canal d'aspiration.

- **Canal d'aspiration** : Il est relié à une aspiration par laquelle sont aspirées toutes les impuretés plus légères que le blé (Photo n° 3). Ainsi, ces impuretés sont précipitées puis extraites à l'aide d'une vis sans fin.

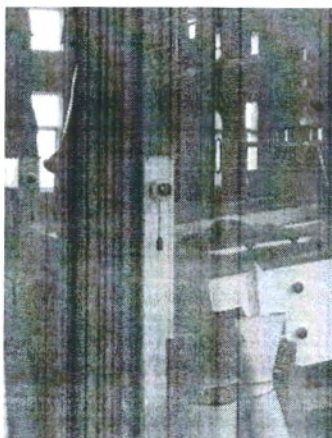


Photo n° 3 – Canal d'aspiration verticale

Le réglage du flux d'air est très important, on s'arrange pour qu'il soit assez puissant pour maintenir en suspension les grains de blé plus léger que la normal.

Une fois le pré-nettoyage effectué, le blé sera stocké dans ces silos de blé pré-nettoyé (6 silos de capacité unitaire 1000T). Une fois cette étape achevée, le blé est en attente pour une préparation au nettoyage. Qui se fait par un transport mécanique.

2. 2. Le nettoyage

Le digramme de nettoyage dans le moulin (figure09) est une partie très importante. Il détermine la qualité du blé qui va servir à la mouture. Pour cela, on élimine tout ce qui est plus petit, plus gros, plus léger et plus lourds que le grain de blé.

On a à notre disposition plusieurs machines qui sont indisponibles au digramme du nettoyage. Pour commencer, nous avons :

- ✓ **Le magnétique** : qui va retirer tous les éléments ferreux. Ensuite vient :
- ✓ **Le nettoyeur /séparateur** : (à petit débit) qui va écarter les impuretés plus grosses et plus petites que le blé. En suite :
- ✓ **Le canal d'aspiration** : qui élimine tous ce qui est plus léger que le grain et pour finir, nous disposons de :

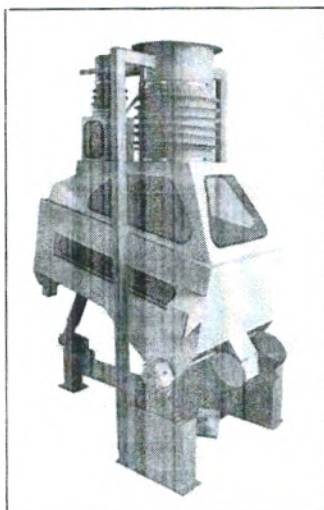


Photo n° 4 - Epierreur

- **L'épierreur** : qui écarte les impuretés plus lourdes que le blé. (Photo n° 4). Pour assurer un travail optimal de la machine, plusieurs réglages sont à prendre en compte comme l'action des vibrations et l'action de l'aspiration. L'action des vibrations a tendance à créer des ondulations de produits.

Ces ondulations sont accentuées par l'aspiration qui a un rôle de porteur. Ainsi, lors d'une onde, le produit reste plus

Chapitre IV - Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

longtemps en suspension. Sous l'action de ces 2 phénomènes, une stratification naturelle de produit s'effectue.

Ainsi, les produits légers ont tendance à descendre vers la goulotte de déchargement, alors que les produits plus lourds remontent et tombent dans un récipient pour déchet. Le réglage de cette machine n'est pas chose aisée. En effet, il faut régler :

- La fréquence des vibrations de la tôle du cadre supérieur ;
- Le choix des perforations de la tôle du cadre supérieur ;
- L'effet de suspension de l'air qui traverse le blé ;
- L'inclinaison des plans de travail.

Afin d'être sûr de retirer l'intégralité des pierres, il faut sortir avec une petite fraction de blé. Ce réglage est possible grâce à la vanne présente sur le conduit d'air.

A l'heure actuelle, pour obtenir un bon résultat, on a allongé ce digramme en y ajoutant une autre machine comme :

-Trieur : c'est une machine à tôle alvéolées, le 1^{er} cylindre supérieur dont les diamètres des composées des alvéoles sont plus petits que la taille du blé (diamètre = 4mm), dont lesquelles l'orge, les grains ronds, grains cassés... sont récupérées au niveau d'une vis pour déchet.

Le blé et les grains qui sont plus longs que le blé sont destinés vers le 2^{ème} cylindre dont le diamètre de alvéoles est supérieur à la taille du blé, ou on récupère les déchets, les grains plus grand que la taille du blé, ensuite ils sont collectés par une vis à déchet.

Nous pouvons dire enfin que cette machine effectue le tirage des graines rondes et des graines longues.

2. 3. Le mouillage des blés

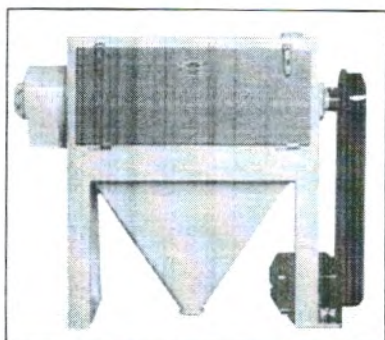
Cette opération est une étape très importante. Elle nécessite une connaissance parfaite de la matière première. La préparation des blés consiste à déterminer la quantité d'eau nécessaire au blé ainsi que son temps de repos. La quantité d'eau à incorporer au blé est en fonction de la nature du blé et de l'humidité de la farine désirée.

Pour incorporer l'eau, soit qu'on utilise le mouilleur automatique, soit qu'on mouille le blé manuellement en utilisant pour cela une formule : $[(HF-HI) / (100-HF)] \times D$

Chapitre IV - Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

Sachant que : HF= Humidité final ; HI= Humidité initial ; D= Débit en Kg/h.
Le temps de repos dépend du taux de vitrosité du blé. Au niveau de la minoterie TAFNA, on pratique : Un premier mouillage suivi d'un repos de 16h (dans des silos de repos). Puis un deuxième remouillage et un deuxième repos de 8h (silo de repos).

Au moyen d'un élévateur, le blé est acheminé vers une brosse à blé (épointeuse ou décortiqueuse) pour subir un deuxième nettoyage.



uns contre les autres.

Photo n° 5 - épointeuse

- 2^{ème} nettoyage (épointeuse) : le blé entre par la bouche d'entrée central. Il entre en contact avec les batteurs de la machine qui ont pour rôle d'agiter le blé et de l'entraîner vers la sortie. Pendant tout le parcours, le produit subit une action de battage provoquée par les batteurs, un frottement et un choc naturel des grains de blé les

Une fois que le produit arrive au bout de la machine (Photo n°5), il s'écoule dans une goulotte de déchargement pour tomber dans le canal d'aspiration.

Une aspiration sur l'épointeuse permet de retirer la poussière qui est restée coincée dans le sillon du blé. Une trémie sous la machine assure la collecte des grains cassés et toute autre impureté afin de faciliter la redirection des déchets.

Avant que le blé ne soit stocké dans la cellule 1ère coupure, on lui règle l'humidité au moyen d'un mouilleur.

2. 4. La mouture

Le blé est pesé au moyen d'une de circuit B₁, qui permet de calculer les rendements du moulin. Ensuite, le blé tombe par gravité au premier broyeur en passant à travers un aimant permanent pour éviter les dégâts sur les cannelures des cylindres. Le principe de la mouture consiste en un passage du produit dans une succession d'appareils à cylindre (Photo n°6) ayant des caractéristiques déférents. On note :



Photo n° 6 - Broyeur / Convertisseur

- Le broyage : il y a en générale 5 passages de broyage (B₁, B₂, B₃, B₄, B₅), le B₁ écrase le grain entier afin que les autres passages puissent gratter l'enveloppe. Une fois passé

Chapitre IV - Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

entre les cylindres (Photo n°6) on se retrouve avec un produit éclaté de grande taille. Les cylindres sont équipés d'un système qui permet de faire varier l'écartement entre 2 cylindres.

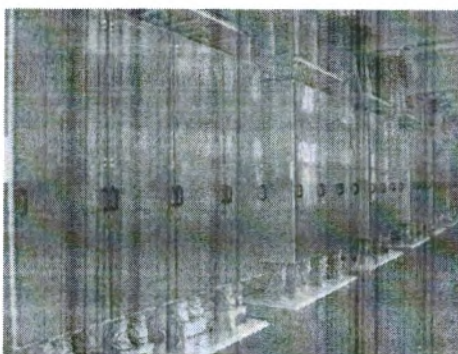


Photo n° 7 – Planschter

- **Le convertissage** : il ya 9 convertisseurs composés par des cylindres lisses qui tournent en sens inverse, à des vitesses différentes. Son but est de convertir les finots. Entre chaque passage, le produit est remonté par le pneumatique. Une fois en haut le produit passe dans une machine appelée planschter (Photo n° 7).

- **Blutage** : le produit circule sur une pile de tamis de planschter qui est composé de 10 caisses, chaque caisse contient 27 tamis animés d'un mouvement régulier de secouage. Le produit arrive à la partie supérieure et ressort tamisé à différents niveaux. L'acheminement des produits du planschter aux différents cylindres se fait par gravité.

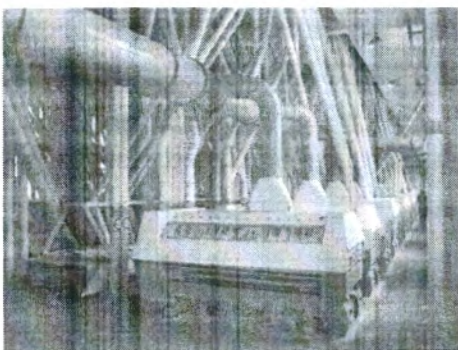


Photo n° 8 – Sasseur

- **Sassage** : les semoules passent sur des tamis très fins, animés d'un mouvement rapide.

La machine permanente ce tirage s'appelle sasseur (Photo n° 8). Les semoules les plus lourdes tombent ; et les plus légères sont aspirées vers le haut par un courant d'air qui souffle continuellement.

Les semoules ainsi chassées sont envoyées par catégories dans une nouvelle série d'appareils à cylindres dont les rouleaux sont lisses, et permettent d'obtenir des particules de plus fines.

A leur sortie de tamisage les parties grosses repassent dans les convertisseurs. Enfin de cycle ; il en résulte une farine de convertissage et les remoulages. Les issues sont des produits finis de la mouture autres que la farine, le plus important est le son. La course incessante des produits d'un appareil à l'autre exige des remontées continues qui sont assurées par un système pneumatique.

Chapitre IV - Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

Au fur et à mesure du travail des produits, on extrait la farine qui est dirigée vers une vis (à farine) qui permet le mélange des différentes farines obtenues au cours de la mouture. la farine est ensuite dirigée vers une bascule de circuit, puis vers les cellules de stockage farine.

- **Stockage** : Dans 4 silos de capacité unitaire T. la farine prend un temps de repos de 48h pour que les constituants des farines très perturbés par les traitements mécaniques de la mouture, commencent à reprendre un certain équilibre.

2. 5. Conditionnement

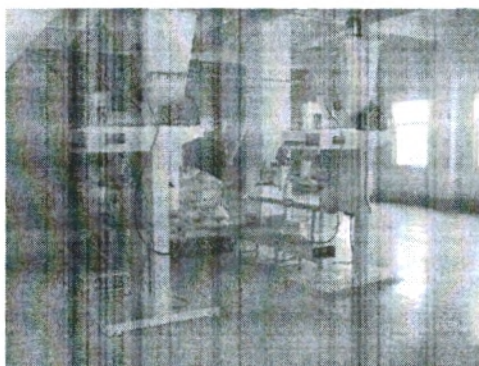


Photo n° 9 – Planschicht

- **Ensachage** : Le chargement (Photo n° 9) se fait en sac de 10, 25,50 kg. Puis il est acheminé vers le magasin de stockage sur des palettes en bois, généralement la farine prend un temps de repos (10 à 15 jours) pour faire augmenter sa force boulangère.

- **Durée et mode de conservation** : La farine de blé c'est un produit très stable et se conserve facilement jusqu'à 6 mois dans un endroit sec (45% humidité) et frais (16 °C).

▪ Qu'est-ce qu'un transport pneumatique ?

C'est un moyen de déplacer un produit grâce à un flux d'air. Il s'utilise pour remonter les produits, en sortie des cylindres jusqu'au plansichter pour le blutage. Il est composé de plusieurs éléments nécessaires à son fonctionnement : de la tuyauterie ; des micro-cyclones ; d'écluses ; de filtres ; de ventilateur.

Chapitre IV - Technologie de transformation du blé (Minoterie LA TAFNA)

▪ Qu'est-ce qu'un transport mécanique ?

On trouve couramment des élévateurs à godets, des transporteurs à vis et des transporteurs à chaînes. Ce type de transport est présent dans toutes les sections acceptées la partie mouture. L'utilisation de transport mécanique présente plusieurs avantages :

- Faible consommation électrique ;
- Robustesse des machines ;
- Possibilité de transport de très longue distance ;
- Maintenance de la machine.

CHAPITRE. V

*Analyses microbiologiques et
physico-chimiques*

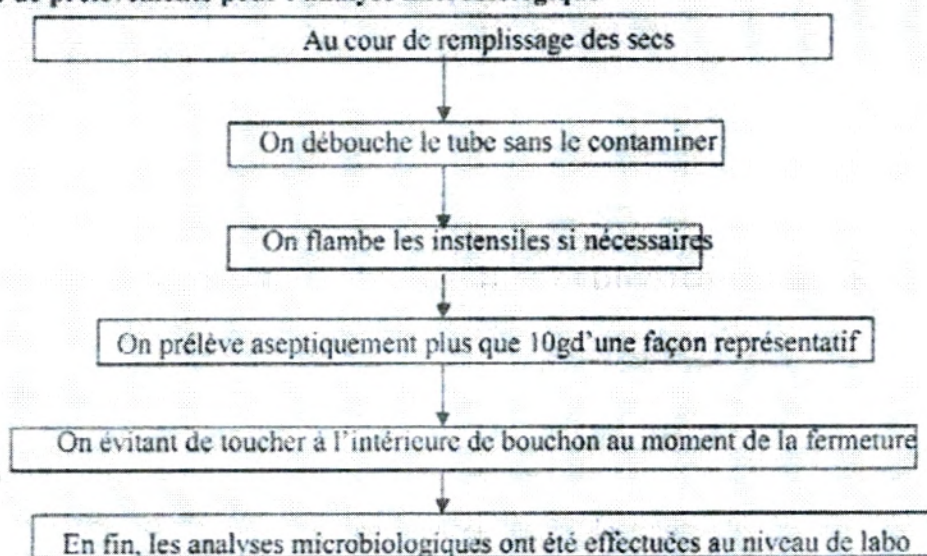
Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

1. Analyses microbiologiques

1.1. Echantillonnage

Nos prélèvements sont immédiatement placés dans des tubes pour les analyses microbiologiques (cinq prélèvements représentent un échantillon) sachant qu'on dispose de quatre échantillons.

Système de prélèvements pour l'analyse microbiologique



1.2. Principe

En se référant à la réglementation Algérienne à propos des denrées alimentaires, focalisée dans l'arrêté interministériel du 24/01/1998 relatif aux spécifications microbiologiques des denrées alimentaires ; le contrôle microbiologique de la farine (produit de mouture) consiste à un dénombrement des :

- Moisissures.
- Clostridiums sulfito-réducteurs à 46°C.

1.3. Matériels et milieux utilisés

✓ *Le matériel utilisé*

- Tubes et flacons stériles
- Boîtes de pétris.
- Bain marie.
- Etuve (30°C, 46°C)
- Balance de précision.
- Pipettes pasteurs.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

- Pipettes stériles (1 ml, 10 ml, 20 ml)
- Bec benzène.

✓ *Milieux de culture*

- Sabouraud
- T.S.N
- E.p

1. 4. Protocole générale

1. 4. 1. Préparation des échantillons

La première étape consiste à faire la pesée, la prise d'essai est effectuée à un endroit représentatif. Au près d'une flamme on pèse 10 g de la farine de blé préalablement misent dans des tubes stériles après avoir étalonné la balance de précision.

1. 4. 2. Préparation de la suspension mère et dilution

Elle est réalisée en homogénéisant 10g d'échantillon pour essai en présence de 40 ml d'une solution eau physiologique (E.P), à fin d'obtenir une suspension mère diluée au 1/5.

1. 5. Méthodes d'analyses

1. 5. 1. Recherches des moisissures

▪ **La technique**

Préparation de la gélose SABOURAD en la faisant fondre et refroidir à 45°C.
Ensuite nous la coulons sur les boites de pétris, après le séchage des boites nous portons aseptiquement 0.1ml d'inoculum de chaque tubes et nous le mettons sur la surface de la gélose. (Prend 05 boites de pétris pour chaque échantillons).

▪ **Incubation**

Incubation à température ambiante pendant 5 jours ($T^{\circ} = 30^{\circ}\text{C}$)

▪ **Lecture**

Après 5 jours, nous faisons la lecture des moisissures. Les moisissures apparaissent sous forme de colonies poilues.

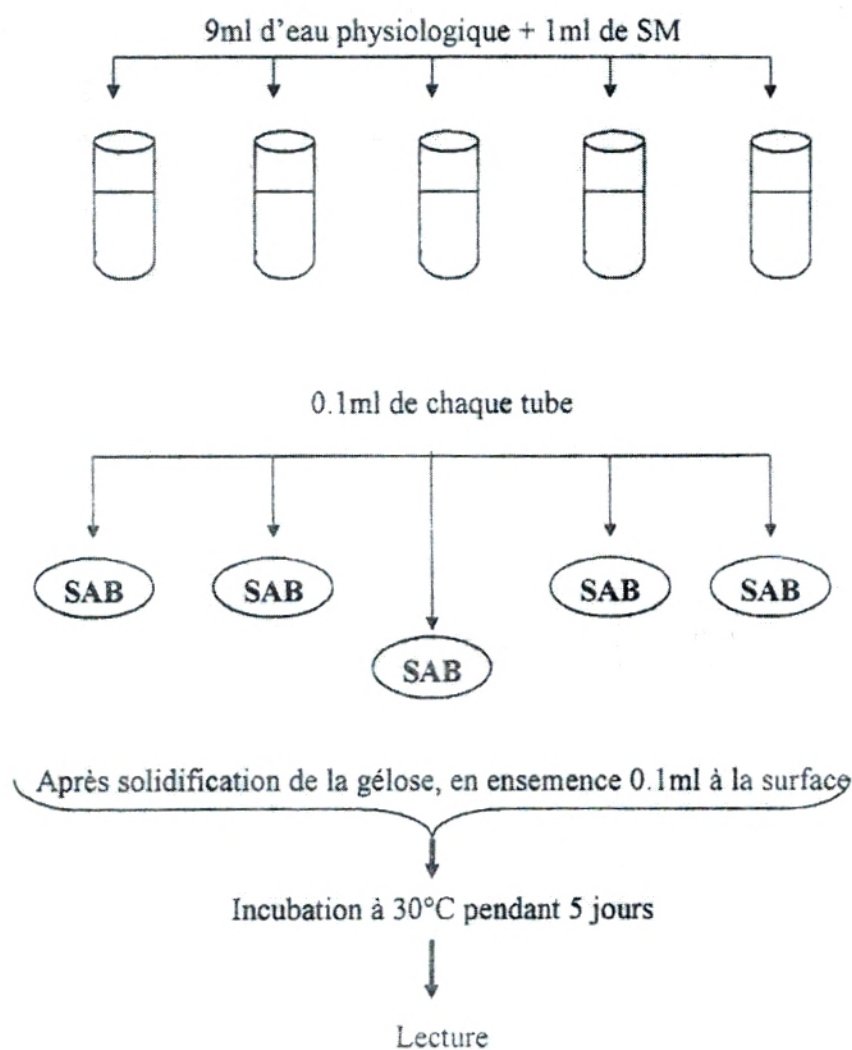


Figure n° 6 – Recherche des moisissures

1. 5. 2. Recherche des Clostridiiums sulfito-réducteurs

✚ Définition

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont anaérobies à gram positif sporulé responsables des toxi-infections alimentaires : *Clostridium perfringens* et *Clostridium botulinum* ou *welchi*. Clostridium sulfito-réducteurs sont parfois utilisés comme indice de contamination fécale.

✚ La technique

La recherche se fait comme suit :

- Nous remplissons les tubes 1/5.10-1 (A, B, C, D, E) par la gélose T, S, N jusqu'au bout du tube, puis en les met dans un bain marie pendant 10 min à 80°C.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

- Nous les passons sous un filet d'eau froide, afin d'éliminer la forme végétative, ne laisser que les spores bactériens résistes à la chaleur.
- Ensuite en mélangeant bien et en évitant la formation des bulles d'air.
- Après solidification, on incube à 46°C pendant 24/48 jusqu'à 72H.

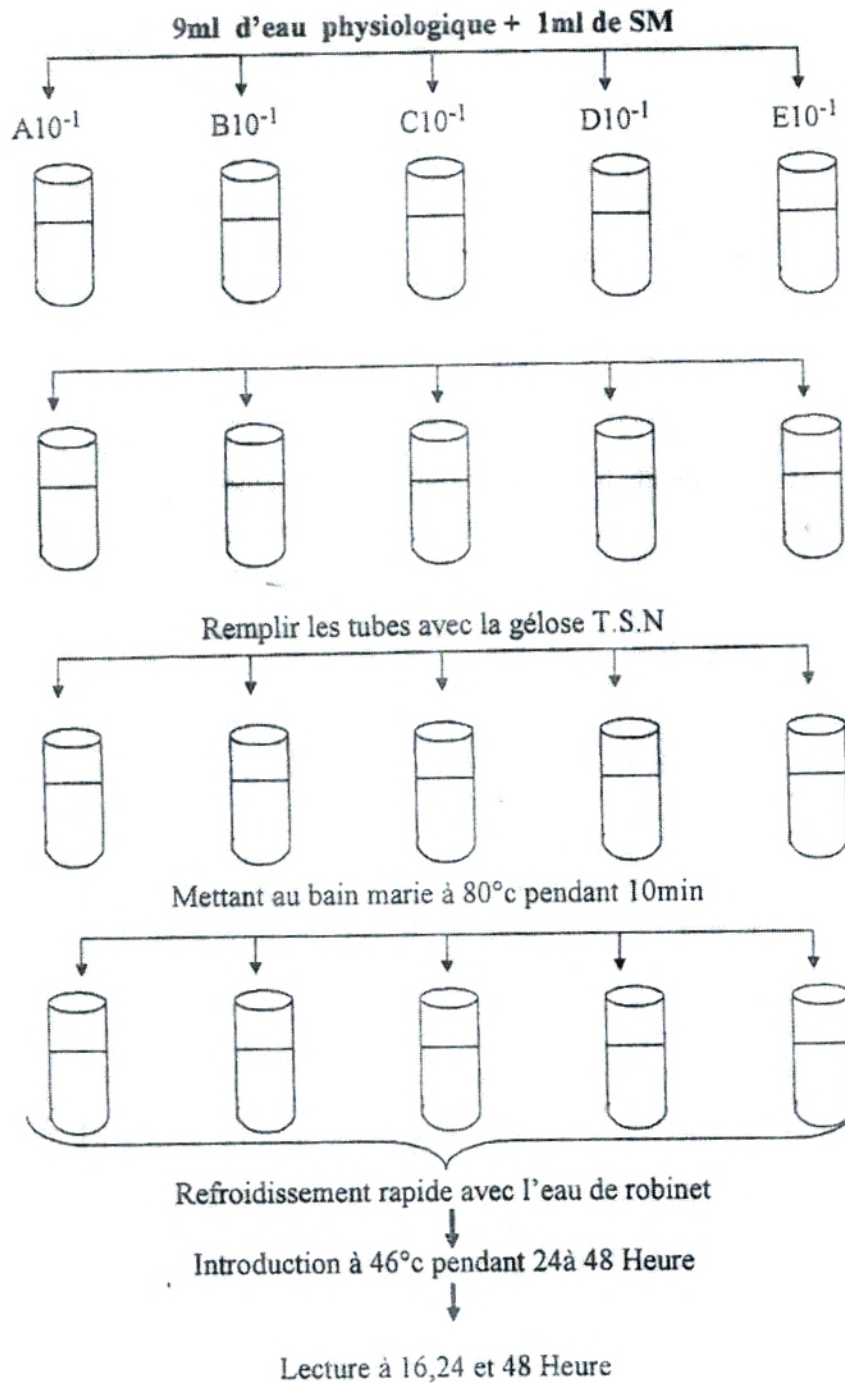


Figure n° 7 - Recherche des Clostridium sulfite-réducteurs

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

1. 6. Résultats microbiologiques et discussion

Les résultats des quatre prélèvements des farines provenant de la minoterie sont regroupés dans le tableau n° 9.

Tableau n° 9 - résultats des les analyses microbiologiques de 4 prélèvements de la farine panifiable. Résultats expérimentaux.

Ech.	Germe recherché	Prélèvements					Moyenne	Norme
		01	02	03	04	05		
01	- Moisissures	25	70	25	80	45	49	10 ²
	- Clostridium sulfito-réducteur	0	0	0	0	0	0	10 ²
02	- Moisissures	10 ²	15	80	0	45	60	10 ²
	- Clostridium sulfito-réducteur	0	0	0	0	0	0	10 ²
03	- Moisissures	175	5	25	25	30	52	10 ²
	- Clostridium sulfito-réducteur	0	0	0	0	0	0	10 ²
04	- Moisissures	65	15	70	10	45	41	10 ²
	- Clostridium sulfito-réducteur	0	0	0	0	0	0	10 ²

Nous remarquons que les quatre prélèvements, le taux des moisissures se situe dans la gamme satisfaisante. On note aussi l'absence de Clostridium sulfito-réducteurs. Ceci nous donne une idée sur le bon nettoyage au niveau de la minoterie.

Pour conclure nous pouvons dire que la totalité des prélèvements sont satisfaisants et répondent aux normes.

2. Les analyses physicochimiques

2. 1. Les analyses chimiques

2. 1. 1. Détermination de la fraîcheur

- Technique

Dans 5 ml de KOH à 10%, nous mettons 2g de farine et nous les faisons chauffer légèrement. Après nous ajoutons 5 gouttes d'acide sulfurique à 1/2.

- Résultats

La farine fraîche, dégage une odeur de celle de pâte (pain cuit) donc l'échantillon est frais.

Dans le cas contraire, l'odeur dégagée est celle des œufs pourris (dégagement de H₂S).

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

Notons que : cette méthode permet de déterminer l'émanation de gaz (sulfure d'hydrogène H_2S), mais pas d'autres gaz ou matières volatiles.

2. 1. 2. Détermination de la teneur en eau

- Principe

Séchage d'une prise d'essai à une $T^{\circ}C$ compris entre 130 et $133^{\circ}C$, dans les concordant permettant d'obtenir un résultat concordant avec celui qui est obtenu par la méthode de référence fondamentale.

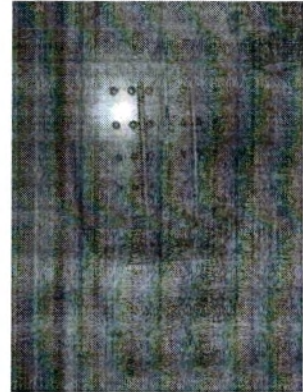


Photo n° 10 – étuve

- Appareillage

- Balance analytique.
- Capsule métallique, munie d'un couvercle.
- Etuve isotherme, à chauffage électrique, réglable de façon que la température de l'air et des plateaux porte-échantillon, au voisinage des prises d'essais, soit comprise entre 130° et $133^{\circ}C$ en régime normal.
- Dessiccateur à plaque métallique contenant un agent déshydratant efficace.
- Pince métallique.

- Mode opératoire

✓ Prise d'essai

Nous pesons, à 1 mg près une quantité légèrement supérieure à 5g de farine dans la capsule préalablement séchée et tarée.

✓ Séchage

Nous introduisons la capsule ouverte contenant la prise d'essai et son couvercle, dans l'étuve pendant 90min, temps composé à partir du moment où la $T^{\circ}C$ de l'étuve est à nouveau compris entre 130° et $133^{\circ}C$.

En opérant rapidement, nous retirons la capsule de l'étuve, nous la couvrons et nous la plaçons dans le dessiccateur (ne jamais superposer les capsules dans le dessiccateur).

Dès que la capsule est refroidie à la $T^{\circ}C$ du laboratoire (en générale entre 10 à 15min après la mise en place dans le dessiccateur), nous la pesons.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

- Expression des résultats

✓ Mode de calcul et formule

La teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse, du produit tel quel, est donnée par la formule suivant : $X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$ où :

m_0 : est la masse, en gramme, de la capsule et son couvercle

m_1 : est la masse, en gramme, de la prise d'essai et de la capsule avant séchage

m_2 : est la masse, en gramme, de la capsule et de la prise d'essai après séchage

Nous prenons comme résultat la moyenne arithmétique des trois valeurs obtenues.

2. 1. 3. Détermination des cendres (méthode par incinération à 600°C)

✓ Définition

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

✓ Appareillage

- Balance analytique
- Capsules à incinération nettoyée par immersion complète pendant 1h.
- Four électrique.
- Pince en acier inoxydable.
- Pipette graduée.
- Dessiccateur à plaque métallique contenant un agent déshydratant efficace.

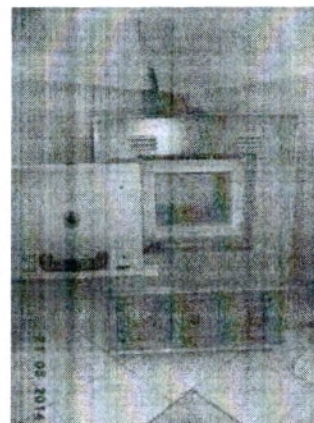


Photo n° 11 – Four à moufle

✓ Mode opératoire

En générale, le temps d'incinération est l'ordre de 12 heures quand l'incinération est terminée.

Nous restant progressivement la capsule du four et nous la mettons à refroidir dans le dessiccateur, après nous pesons les résidus.

✓ Expression de résultat

Le taux de cendre exprime en pourcentage en masse rapporté à la matière sèche, est donne par la formule suivant : $\frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \times \frac{100}{100 - H}$ Où :

m_0 : est la masse, en gramme, de la capsule vide.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

m_1 : est la masse, en gramme, de la capsule et de la prise d'essai (farine).

m_2 : est la masse, en gramme, de la capsule et du résidu (cendre).

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

2. 2. Analyses technologiques

2. 2. 1. Détermination de l'indice de chute

- **Définition**

Ce test permet de connaître l'activité diastasique qui intervient lors de fermentation. Il permet également de voir s'il s'agit d'un blé germe et renseigne le meunier sur la correction qu'il devra faire sur la farine, en apportant du malt (apport du sucre) ou des amylases fongiques.

- **Appareillage**

- Un bain-marie, équipé d'un couvercle muni d'un support de tubes viscosimétriques, et d'un réfrigérant pour réduire l'échappement de la vapeur d'eau.
- Une plaque électrique chauffante de 600w.
- Un agitateur viscométrique de précision, en verre spécial métallique.
- Des tubes viscométriques de précision, en verre spécial.
- Des bouchons en caoutchouc pour les tubes viscométriques.
- Pipette de 25 ml \pm 0,2 ml.
- Compteur automatique. avec signaux.
- Balance d'une précision minimale de 0,05g.
- Broyeur.

- **Mode opératoire**

Nous faisons la farine au travers d'un tamis de 0.8mm d'ouverture de façon à séparer les agglomérats.

On détermine la teneur en eau de la farine avant d'effectuer la prise d'essai.

- ✓ **Prise d'essai** : peser 7 g de l'échantillon préparé si la teneur en eau de 15%

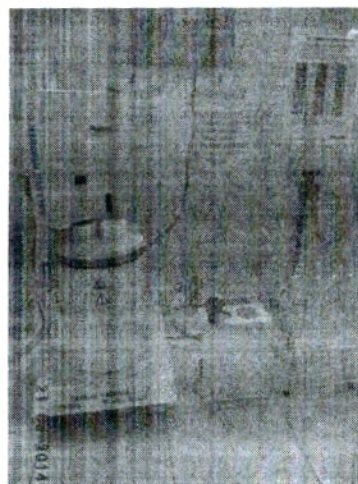


Photo n° 12 – Appareil de HAGBERG

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

✓ **Détermination** : nous remplissons le bain-marie d'eau distillé jusqu' à 2ou 3 cm du bord supérieure, nous portons à ébullition pendant toute le durée de l'essai.

Transvaser la prise d'essai dans le tube viscosimétrique et on introduire 25ml d'eau distillée à 20°C à l'aide de la pipette, aussitôt après boucher le tube.

Avec le bouchon de caoutchouc et agiter vigoureusement à la main 20 fois ou plus si nécessaire afin obtenir une suspension uniforme.

Nous raclant les parois de celui-ci de façon à en trainer dans la suspension les traces de la farine, nous déclenchons de compteur automatique des que le tube touche la bas du fond du bain-marie.

Nous fixons le tube et son bouchon à l'aide d'une attache tournante. Après 5 s à partir de l'immersion du tube viscosimétrique, chaque agitation correspondant à un mouvement descendant.

Après un total de 60 secondes ; l'agitateur libéré est exactement après 60 secondes le déclenchement du compteur automatique relever le temps total en secondes, effectuer deux détermination sur le même échantillon.

- **Expression des résultats**

Le temps total en secondes à partir de l'immersion du tube viscosimétrique dans le bain-marie, jusqu'à ce que se soit enfoncé complètement dans la suspension gélatinisée, représenté le temps de chute. Les résultats sont exprimés comme suit :

- * Moins de 150 S : farine hyper diastasique.
- * De 150 à 200 S : activité amylasique moyenne.
- * Entre 250 et 400 S : farine hypo diastasique.

2. 2. 2. Détermination de la force boulangerie (w) –Test à l'alvéographe CHOPIN

- **Principe**

Le facteur qualitatif d'une farine est estimé à l'aide de l'alvéographe de CHOPIN qui simule artificiellement et dans des conditions définies le travail de gaz carbonique produit par les levures lors de la fermentation panaiere.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

- **Appareillage**
 - Alvéographe de CHOPIN-NG.
 - Balance analytique.
 - Entonnoir.
 - Burette graduée ICC.



Photo n° 13 – Alvéographe de CHOPIN

- Préparation de l'échantillon et réglage du pétrin :

1- Nous mélangeons et homogénéisons l'échantillon de farine à l'aide d'un appareil.
2- Nous déterminons la teneur en eau de la farine en utilisant la méthode officielle actuelle étuvage 130°C à 90 min, dans les conditions fixées par la méthode.

3- Prise d'essai : nous pesons 250 g, de farine \pm 0,5g près.

4- Nous calculons la quantité d'eau s'allée à ajoutée à la farine, la quantité d'eau s'allée (2.5% NaCl) est indiquée :

- Par la burette spéciale graduée directement en % de la teneur en eau.

- Ou par un tableau d'addition d'eau au pétrissage de l'essai alvéographique (en respectant une précision inférieure à 1%)

5- nous réglons les T°C de consigne :

- pétrin NG : 24°C.

- alvéographe NG : 25°C

6- Nous réglons les chronomètres.

7- nous faisons le pétrissage.

8- Nous faisons l'extraction et la mise en forme des pâtons.

9- Préparation de l'essai : nous commençons par régler correctement le manomètre.

10- formation et développement de l'éprouvette.

- Expression des résultats

Les paramètres de la mesure alvéographique :

P : ténacité (pression maximum nécessaire à la déformation), il donne une bonne mesure de la ténacité. (Stabilité, résistance liée à l'élasticité).

La longueur (**L**) et indice de gonflement (**g**) expriment l'élasticité de la pâte, c'est un critère important de la qualité de la farine.

W : force boulangère (surface de la courbe).

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

P/L : rapport de configuration, il représente l'équilibre entre la ténacité de la pâte.

2. 3. Les analyses physiques

2. 3. 1. Détermination de substances étrangères

▪ Mode opératoire

Nous pesons 2g de farine et nous versons dans un tube à essai contenant 20 ml de chloroforme, on ferme le tube et on laisse au repos pendant quelques minutes, la farine reste suspendue, après décantation. Nous versons les résidus précipités sur un verre de montre et nous nous observons à l'aide d'une loupe binoculaire ou à l'œil nu.

▪ Expression des résultats

Si les substances étrangères existent, elles sont précipitées et la farine reste suspendue.

2. 4. Les analyses organoleptiques

2. 4. 1. Odeur

• Mode opératoire :

Nous pesons une quantité de 5 à 10g de farine qui est placée dans un bécher et arrosée d'eau chaude à 70 °C.

Nous couvrons le bécher avec un verre de montre après avoir été agité durant 2 à 3 minutes.

L'eau est ensuite décantée et nous déterminons alors l'odeur de la farine à l'aide de nez.

• Expression des résultats :

- Odeur agréable : farine normale sans moisissures.
- Odeur désagréable : farine anormal.

2. 4. 2. Couleur

• Mode opératoire :

Au moyen d'une spatule, on dispose plusieurs tas de farine, les uns à côté des autres, que l'on aplati ensuite à l'aide d'une épaisse plaque de verre.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

On mouille la planchette en la plongeant doucement(en position inclinée) dans un bac rempli d'eau.

L'examen des farines se fait alors à la lumière du jour, en prenant le soin de faire varier l'éclairage, car la blancheur d'une farine dépend de façon dont elle reçoit la lumière.

En séchant à l'air, les teintes se modifient peu à peu sous l'influence des oxydases, allant jusqu' au brun, les piqûres apparaissent alors plus nettement.

- **Expression des résultats**

- Fond jaune claire plus ou moins crème : farines à faines aux d'extraction.
- Fond clair plus ou moins rougeâtre tire parfois vers le violacé ou le gris bleu : farine à taux d'extraction élevée.
- Piqûres jaunes rougeâtres : débris plus ou moins gras d'enveloppes de blé.

2. 5. Résultats physicochimiques

Les résultats des analyses des 04 prélèvements des farines effectuées au niveau de la minoterie sont regroupés dans le tableau n° 10.

Tableau n° 10 : Résultats des analyses physicochimiques de 4 prélèvements de farine panifiable. Résultats expérimentaux

Ech.	La fraîcheur	Teneur en eau	Teneur en cendre	La force boulangère			Substance étrangère	Caractère organoleptique	
				W	P/L	G		Odeur	Couleur Pikar
01	Fraîche	14,85	0,67	229	0,91	20,9	Absence	Agréable	Fond jaune clair + crème
02	Fraîche	14,40	0,66	210	0,88	20,5	Absence	Agréable	
03	Fraîche	14,55	0,67	221	0,98	20,3	Absence	Agréable	
04	Fraîche	14,55	0,69	210	0,94	20,3	Absence	Agréable	
Moy	-	14,45	0,68	218,5	0,93	20,56	-	-	-
Norme	-	≤15,50 %	0,65 0,75	130- 180	0,45- 0,65	> 20	-	-	-

2. 5. 1. Les analyses chimiques

- **La fraîcheur**

Concernant le tableau n° 10, nous remarquons que la farine est caractérisée par des odeurs de pâtes cuites ce qui nous amène à conclure que la farine est fraîche.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

▪ Evolution de la teneur en eau

La teneur en eau est un facteur incontestable de la qualité aussi bien sur le plan technique que sur le plan commercial. Son intérêt analytique n'est pas négligeable non plus car on exprime les résultats des autres analyses sur la base de la matière sèche (Colas et al, 1988).

Nous remarquons d'après le tableau n° ainsi que la figure n°16 que pratiquement tous les prélèvements de farine sont conformes et présentent une moyenne de 14.45% résultats très satisfaisants comparés aux normes recommandées (15.5%).

▪ Taux de cendres

Plus le taux de cendre de la farine sera inférieur, plus la farine sera considérée comme supérieure.

Le seuil recommandé par ERIAD est compris entre 0.70 et 0.80 pour ce critère il n'y a pas de norme fixée, chaque pays possède à sa manière

En France, le critère est directement lié au type de la farine, par exemple celle panifiable est classée dans le type 62 c'est – à- dire un taux de 0.65 à 0.75%

Un taux d'extraction élevé donne un taux important de cendre puisque les minéraux sont localisés dans les segments.

D'après ERIAD (Groupe industriel des moulins et des minoteries) et comme nous la montre le tableau n° 10. Tous les résultats obtenus présentent un taux de 0.67% de cendre, ce qui nous permet de dire qu'ils sont convenables.

2. 5. 2. Les analyses technologiques

▪ Détermination de l'indice de chute

L'indice de chute est utilisé pour déterminer l'activité amylasique qui peut devenir excessive par la présence de grains germés. Cette activité est correcte entre 180 et 200 Sec. Au dessus de 250 Sec il y a un défaut qui peut être aisément corrigé.

A l'analyse de tableau n° 10 on remarque que nos farines présentent un défaut d'activité amylasique. Suivant les normes, c'est une farine hypo diastasique qui nécessite une correction par une farine maltée.

Chapitre V – Analyses microbiologiques et physico-chimiques

Il reste à noter que le manque d'enzyme d'hydrolyse d'amidon retarde la fermentation de la pâte. C'est pour cette raison que la plupart des boulangeries ajoutent des améliorants.

▪ Détermination de la force boulangère

A la lumière des valeurs trouvées dans le tableau n°10 nous constatons que le travail de déformation est dans les normes.

Ce travail provoque une amélioration des propriétés fonctionnelles des farines (propriétés liées à la formation d'une bonne pâte boulangère).

Cependant, on constate que le rapport de configuration (P/L) est élevé présente une moyenne de 0.93, le gonflement (G) est conforme au norme, il est comprise entre (20.3-21) ainsi que la force boulangère (W), elle révèle une moyenne de 218.5. Cela nous amène à dire que le blé utilisé est sain, marchand et loyal. (Blé de force)

2. 5. 3. L'analyse physique

▪ Les substances étrangères

Selon les résultats du tableau n° 10, aucune substance n'est apparue dans nos farines sauf le son fin. Donc les blés utilisés sont bien nettoyés et indemnisés d'impuretés.

2. 5. 4. Les analyses organoleptiques

▪ L'odeur

L'odeur du produit est fortement liée à son lieu de stockage, à la température ambiante et surtout à l'humidité relative de l'air.

Le tableau n° 10 montre que la farine est agréable sans odeur caractéristique des moisissures.

▪ La couleur

Le procédé le plus simple utilisé pour l'appréciation de la teinte des farines est prouvé par le paramètre qui est le PEKAR.

Les analyses sensorielles effectuées sur la farine (tableau n°10) présentent une couleur blanche pour tous les échantillons, c'est-à-dire un fond jaune clair plus au moins crème avec des piqûres jaune rougeâtre dues à la présence de son à cause du taux élevé d'extraction.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion

CONCLUSION GÉNÉRALE

La SARL Minoterie LA TAFNA est une société qui a choisi de tracer sa route dans l'industrie minotière par la mise en œuvre de machines avec une haute technologie de pointe.

Elle a réussi donc à participer au développement du secteur agro-alimentaire en produisant de la farine ayant de très hautes qualités, tant sur le plan alimentaire que sur le plan du respect de normes d'hygiène et de sécurité alimentaire.

Par ailleurs le stage qui s'est déroulé au niveau de cette société sur une durée d'une semaine, qui découlait d'une motivation ayant une relation avec l'importance du secteur meunier en Algérie et avec le métier désiré à savoir celui de transformation de céréales, m'a permis de faire les expériences suivantes :

- ✓ Tester et améliorer mes connaissances.
- ✓ Distinguer l'aspect théorique et l'aspect pratique des travaux effectués.
- ✓ M'imprégner du métier souhaité (transformateur de céréales).

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

ADRIAN ,1987 : La composition du blé in les apports du blé et les aliments céréaliers dans l'équilibre alimentaire. Ed fondation RONAC, Paris.,

ADRIAN et REBACHE ,1996 : Caractéristiques et intérêt des enzymes. Revue de l'apic, industries des céréales,

CALVEL.R ,1980 : La boulangerie moderne. Edition .Eyrolles,

CHEHAT, 2007 : La filière blés en Algérie. Projet PAMLIM ; Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation.

CRUZ et al, 1988: Conservation des grains en région chaudes, 2eme édition.

COLAS.et al 1988: Définition de la qualité des farines pour les différentes utilisations.

D.SOLTNER, 1990 : Les bases de la production végétale. Le sol et son amélioration Collection, Science et techniques culturales.

DJERMOUN, 2009 : La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques.

EMILLIE ,2007 : connaissance des aliments Base alimentaire et nutritionnelles de la diététique .ED : Tec et Doc, Lavoisier, paris

F.RAPILLY et al ,1972 : Contribution à l'étude de l'influence des lipides du blé en technologie de la panification. Thèse de Doctorat d'Etat. Technologie Alimentaire. ENSIA. Massy.

GODON et J.C.LASSERAN, 1989 : Guide Pratique d'analyses dans les industries des Céréales, Ed Tec & Doc-Lavoisier, Paris.

GODON et WILM.C, 1991 : Les industries de première transformation de céréales

GODON, 1978 : Matières minérales du grain de blé et de farine, Bulletin des Anciens Elèves de l'Ecole Française de Meunerie.

GODON, 1982 : Biotransformation des produits céréaliers, Tec & Doc-Lavoisier, Paris.

GRANDVOIMNET.P, PRATX, 1994 : Les ingrédients des pâtes .In la panification français. Ed : Tec et Doc, Lavoisier, Paris,

JEAN LEDERRER, 1986 : Encyclopédie de l'hygiène alimentaire, les intoxications alimentaires, Tome , 3eme édition,

JOURNAL OFFICIAL, 2000, JOURNAL OFFICIEL N°36,1991 : Décret exécutif n°91-572 du 31-12-1991 relatif à la farine de panification et au pain.

KESSOUS.C, 1993 : Biochimie structural : protéines, glucides, lipides, acide nucléique .Ed : polycopie à l'usage des étudiants du Tc, B, BM, et TCSNINA école vétérinaire, Alger.

LAUMONT ET BLANCHARD, 1964. Le blé, éléments fondamentaux et transformation.

LOCKWOOD, J. F., 1950 : La meunerie. N°145

NIQUET.G et LASSERAN, 1989 : Guide pratique, stockage et conservation des grains à la ferme.

PILON et MEZERAND, 1988 : Les céréales (encyclopédie des techniques agricoles), N° 25, Ed: Saita. Paris.

POTUS et al, 1994 : Les enzymes In La panification françaises. Ed : Tec et Doc Lavoisier, Paris.

SURGET.A, BARRON.C, 2005 : Histologie du grain de blé, industrie des céréales.

ANNEXE

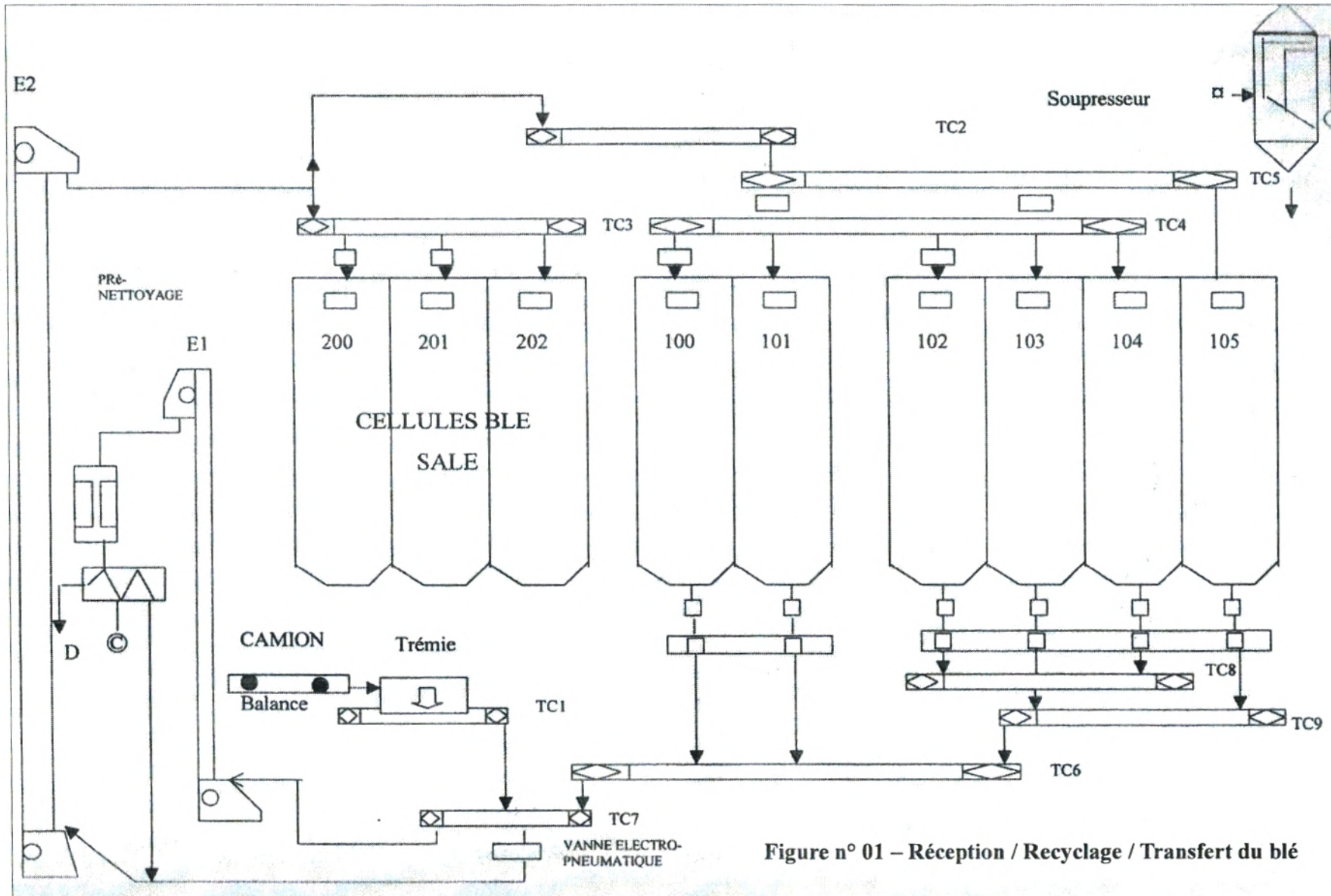


Figure n° 01 – Réception / Recyclage / Transfert du blé

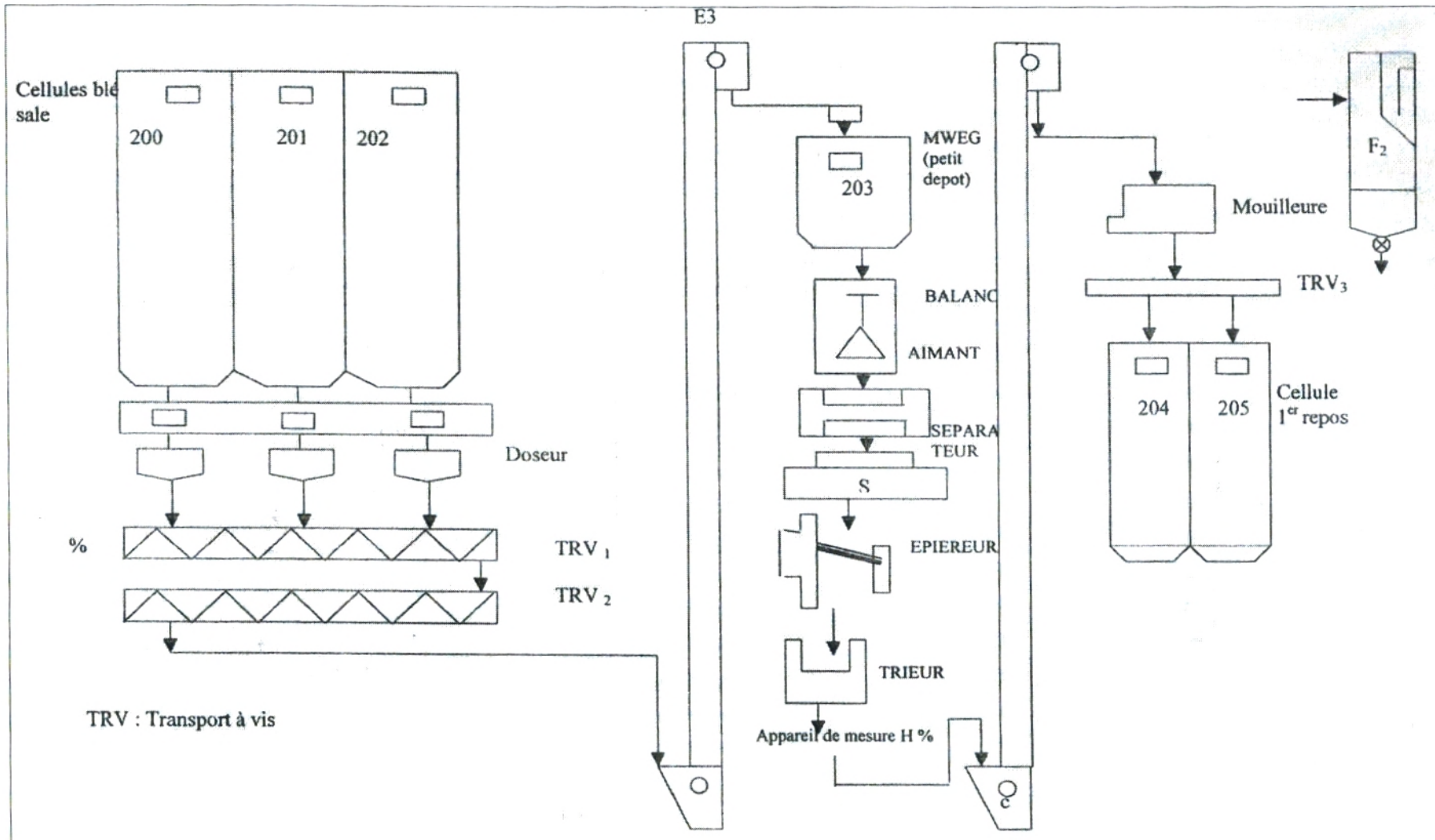


Figure n° 02 - 1^{er} Nettoyage / 1^{er} Mouillage

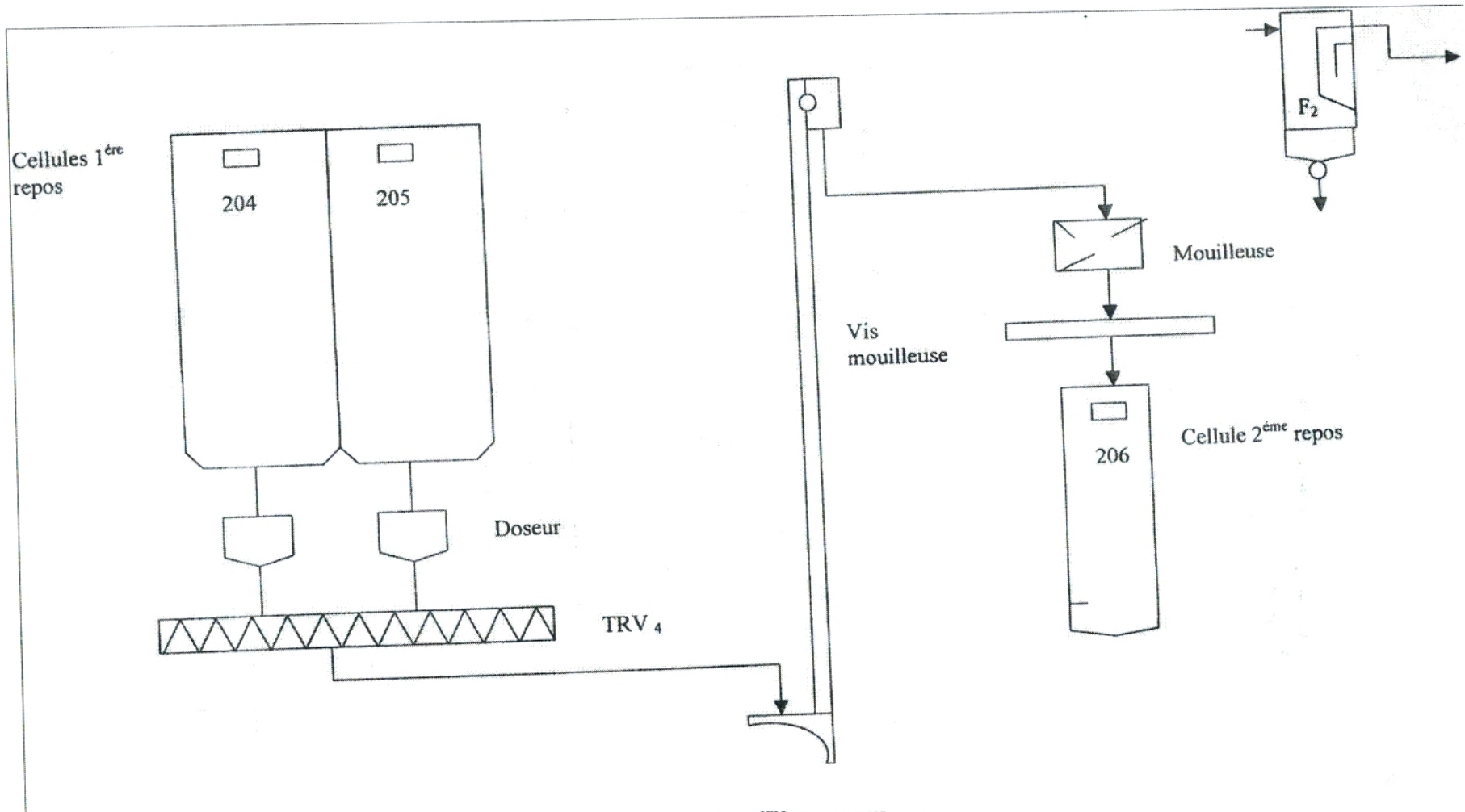
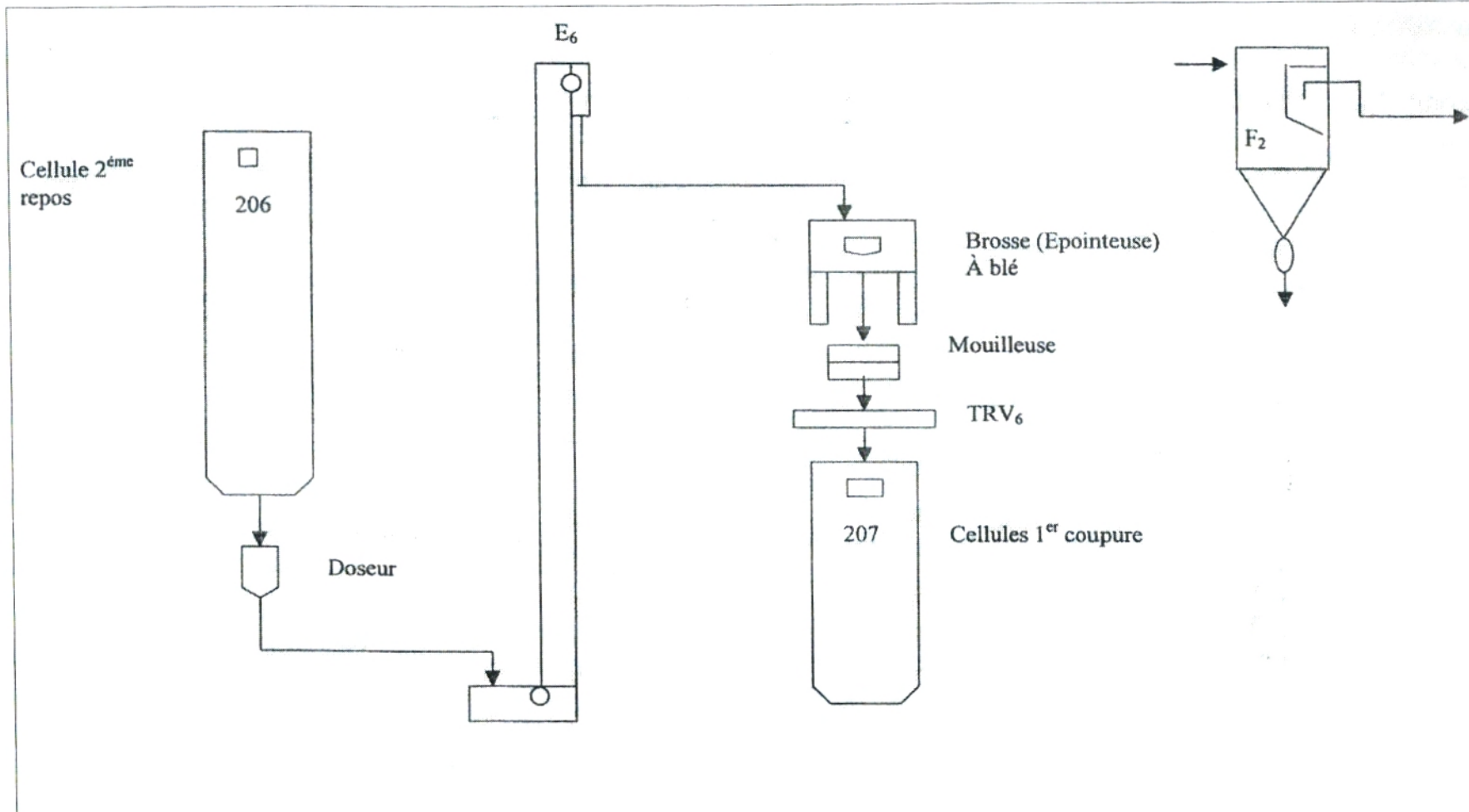


Figure n° 03 - 2^{ème} Remouillage

Figure n° 04 – 2^{ème} Nettoyage

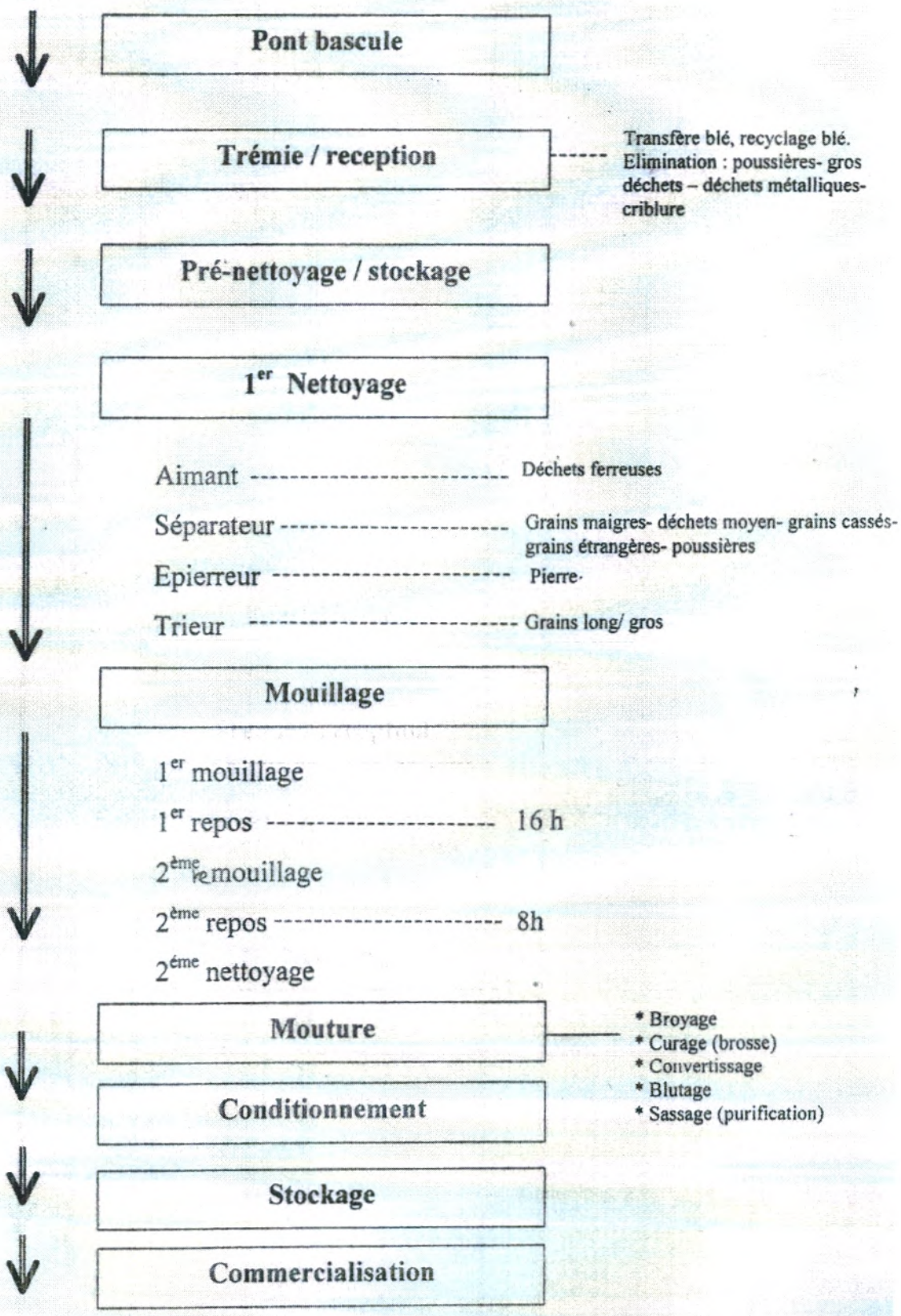


Figure n° 05 – Diagramme de transformation du blé tendre en farine au niveau de la minoterie la TAFNA

Résumé

Le blé est l'un des plus important produits alimentaires, il est l'aliment de base de la majorité des peuples du monde car il contient de nombreux éléments nutritionnels (protéines Carbohydrates, les vitamines . . . etc....).

La farine a été fabriquée à partir du blé tendre au niveau de l'unité (Minoterie LA TAFNA) et cela après quelques analyses qui nous permettent de contrôler la qualité de blé à utiliser.

Les analyses physico-chimiques et technologiques de la farine obtenue à partir du blé tendre sont globalement conforme aux normes en Algérie.

ملخص

يعتبر القمح من أهم المواد الغذائية الأكثر استهلاك في العالم ، فهو إذن الغذاء الرئيسي لمعظم الشعوب لأنه يحتوي على العديد من العناصر الغذائية (البروتينات والكربوهيدرات ، الفيتاميناتالخ) وقد تم صنع الفرينة من القمح اللين على مستوى وحدة مطاحن تافنة ، وهذا بعد القيام ببعض التحاليل التي تسمح لنا بمعرفة نوعية القمح المراد استعماله . التحاليل الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية التي تحصلنا عليها في عمومها مطابقة للمعايير المعتمدة في الجزائر.

Abstract

Wheat is one of the most important alimentation products, it is the basic food for the majority of people in the world, because it contains many nutria elements (proteins, carbohydrates, vitamins... etc).

Floor was produced from soft wheat at TAFNA mills unite, and this after doing some analysis that allows us to know the quality of wheat intended use.

Physical and chemical analyzes and technological for the Floor which have been prepared are in general conform to the standards adapted in Algeria.