

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun - Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Nutrition et Technologie Agroalimentaire



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de master académique
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : Développement Agricole et Agroalimentaire

Présenté par : Mahious Mohamed Redha

THEME :

Etude de l'influence du taux d'extraction de la farine sur
la rentabilité financière d'une minoterie
(cas d'une Sarl privée à Mahdia (Tiaret))

Soutenu publiquement le : 04/07/2018

Jury :

Président : Mr Ounes Mohamed

Encadreur : Mme ZOUBEIDI Malika

Co encadreur: Mr. Benbeguara Mourad

Examineur : Mr. Acem kamel

Année universitaire : 2017-2018

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu Le tout puissant de m'avoir donné courage, santé, souffle et Patience pour accomplir ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements pour mes encadreurs : Mme Zoubeidi M. et Mr Benbeguarra M.

Mes vifs remerciements également pour Le personnel de La minoterie de La Sarl :

« Complexe de transformation des céréales » de MAHDIA pour m'avoir faciliter La tâche.

Mes remerciements aussi pour toute personne ayant participé de près ou de loin à La réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la petite et grande famille et à toute personne qui m'a assisté et m'a soutenu pour arriver au terme de ce mémoire.

Table des matières

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux.....	ii
Liste des abréviations	iii

I- Introduction

II- Synthèse bibliographique

II.1. Céréales dans le monde	03
II.2. Blé tendre (Triticum Aestivum)	04
II.2.1. Généralités	04
II.2.2. Structure et composition chimique du grain de blé tendre	04
II.2.2.1. Structure du grain de blé tendre	04
II.2.2.2. Composition chimique d'un grain de blé tendre	05
II.3. Première transformation du blé tendre (meunerie)	06
II.3.1. Données sur la transformation des céréales en Algérie	06
II.3.2. Définition de la meunerie	06
II.3.3. Objectifs de la meunerie	06
II.3.3.1. Farine	07
II.3.3.2. Coproduits de la mouture (Son & Remoulage)	07
II.3.3.2.1. Son de blé	07
II.3.3.2.2. Remoulage de blé	07
II.3.4. Mouture du blé tendre	08
II.3.4.1. Organigramme général de la mouture	08
II.3.4.2. Principe de la mouture	09
II.3.5. Taux d'extraction de la farine	09
II.3.6. Taux de cendres	10
II.3.6.1. Définition	10
II.3.6.2. Valeur nutritionnelle des cendres de la farine	10
II.3.6.2.1. Bienfaits additionnels des farines complètes.....	10
II.3.6.2.2. L'importance des fibres	10
II.3.6.2.3. Apport en minéraux et vitamines	10

II.3.7. Relation entre le taux d'extraction et le taux de cendres	11
II.4. Rentabilité économique d'une minoterie	11
II.4.1. Généralités	11
II.4.2. Diagnostic financier	12
II.4.3. Rentabilité financière	12

III- Matériel et méthode

III.1. Lieu et période de notre étude	13
III.1.1. Présentation de l'entreprise	13
III.1.2. L'organisation de la minoterie.....	14
III.1.3. Période de notre travail	14
III.2. Matériels utilisés	15
III.2.1. Provenance de la matière première	15
III.3. Processus technologique de la minoterie	16
III.3.1. Réception	16
III.3.2. Pré nettoyage	16
III.3.2.1. Stockage du blé	17
III.3.3. Préparation du blé pour la mouture	17
III.3.4. Mouture du blé.....	20
III.3.5. Stockage et ensachage des produits finis (farine et coproduits)	21
III.4. Protocole expérimental	22
III.5. Les analyses physico-chimiques du blé	23
III.5.1. Poids à l'hectolitre (PHL)	23
III.5.1.1. Définition	23
III.5.1.2. Principe	23
III.5.1.3. Appareillage	23
III.5.1.4. Mode opératoire	23
III.5.1.5. Expression des résultats	23
III.5.2. L'humidité du blé	24
III.5.2.1. Définition	24
III.5.2.2. Principe	24

III.5.2.3. Appareillage	24
III.5.2.4. Mode opératoire	24
III.5.2.5. Expression des résultats	24
III.5.3. Taux de cendres	24
III.6. Détermination du taux d'extraction (T.E) de la farine	25
III.7. Estimation du manque à gagner, due aux variations du T.E	25
III.7.1. Estimation en (Da) de la quantité de farine (D) en perte vers les issues	27

IV- Résultats et discussion

IV.1. Caractérisation du blé	28
IV.1.1. Poids à l'hectolitre	28
IV.1.2. Humidité du blé à l'état brut	31
IV.1.3. Humidité du blé préparé pour la mouture	34
IV.1.4. Taux de cendres	34
IV.2. Taux d'extraction de la farine	35
IV.3. L'estimation des pertes financières (Avril 2018)	38
IV.3.1. Détermination de la quantité de farine en perte vers les issues	38
IV.3.2. Estimation des pertes financières dues à la diminution du T.E	40

V- Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

- ❖ **Figure N° 1.** Le grain de blé tendre 04
- ❖ **Figure N° 2.** Coupe longitudinale et transversale d'un grain de blé tendre 04
- ❖ **Figure N° 3.** Organigramme représentatif de la mouture du blé tendre 08
- ❖ **Figure N° 4.** Organigramme fonctionnel de la minoterie 14
- ❖ **Figure N° 5.** Organigramme représentatif de la phase de réception du blé tendre..... 16
- ❖ **Figure N° 6.** Organigramme représentatif du pré nettoyage..... 16
- ❖ **Figure N° 7.** Organigramme représentatif du stockage de blé à l'état brut 17
- ❖ **Figure N° 8.** Organigramme représentatif de la phase de préparation du blé tendre18
- ❖ **Figure N° 9.** Organigramme de la phase de mouture 20
- ❖ **Figure N° 10.** Organigramme de la phase de stockage et ensachage 21
- ❖ **Figure N° 11.** Organigramme du protocole expérimental 22
- ❖ **Figure N° 12.** Graphique du PHL de blé pour le mois d'Avril 29
- ❖ **Figure N° 13.** Graphique de la variation de l'humidité de blé brut 32
- ❖ **Figure N° 14.** Graphique du taux d'extraction de la farine pour le mois d'Avril 36
- ❖ **Figure N° 15.** Graphique des pertes en farine dues à la variation du T.E 39
- ❖ **Figure N° 16.** Graphique des pertes financières dues à la diminution du T.E 41

Liste des tableaux

- ❖ **Tableau N° 01.** Composition chimique différentes parties du grain de blé tendre 05
- ❖ **Tableau N° 02.** Evolution de l'industrie de transformation des céréales 06
- ❖ **Tableau N° 03.** Relation entre le taux de cendres et le taux d'extraction de la farine....11
- ❖ **Tableau N° 04.** Fiche technique de la Sarl 13
- ❖ **Tableau N° 05.** Matériels utilisés pour l'étude15
- ❖ **Tableau N° 06.** Prix à la commercialisation des dérivées des céréales en Algérie..... 27
- ❖ **Tableau N° 07.** PHL du blé au cours du mois d'Avril 2018 28
- ❖ **Tableau N° 08.** Classification des blés selon PHL 30
- ❖ **Tableau N° 09.** Humidité du blé à l'état brut au cours du mois d'Avril 2018 31
- ❖ **Tableau N° 10.** Variation du T.E au cours du mois d'Avril 2018 35
- ❖ **Tableau N° 11.** Pertes de farine due à la diminution du T.E 38
- ❖ **Tableau N° 12.** Pertes financières provoquées par la diminution du T.E..... 40

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
B	Broyeur
B1	Premier broyeur
C	Convertisseur
CCLS	Coopérative des céréales et légumes secs
Da	Dinar algérien
H %	Taux d'humidité
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
M.S	Matière sèche
O.A.I.C	Organisme algérien interprofessionnel des céréales
P.S	Poids spécifique
R	Réducteur
Sarl	Société à responsabilité limitée
Sarl C.T.C.Mahdia	Sarl complexe de transformation des céréales de Mahdia
T.E	Taux d'extraction

I- Introduction

INTRODUCTION

En Algérie, les céréales et dérivés constituent la base du système alimentaire, et fournissent plus de 60% de l'apport calorique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (**Izri, 2008**).

Suite aux réformes par l'état algérien, l'industrie de transformation des céréales a connu des bouleversements importants tant du point de vue structurel, managérial mais surtout en termes de capacités de production.

Le secteur privé a investi en force ce créneau, puisqu'à côté des entreprises publiques, se sont développées des minoteries issues du capital privé souvent d'origine familiale ; par ailleurs les privatisations qui connaissent une relance depuis le début des années 2000 profitent davantage au secteur privé local qu'au capital privé étranger bien que ce dernier soit fortement souhaité.

Le segment de la farine occupe une place importante dans l'industrie de transformation des céréales en raison de l'importance de ses capacités de trituration, de son réseau de distribution qui mobilise plus de 2000 dépôts de vente et plus de 5000 unités de transport, mais également et surtout en raison de la progression rapide de la consommation des farines en Algérie (**Izri, 2008**).

Ainsi dit, l'importance de ce créneau nous a motivé pour nous intéresser aux contraintes techniques qui peuvent influencer son développement ; pour cela, la présente étude a pour objectif principal la détermination des éléments de réponse à la question suivante :

Quel est l'impact financier d'une éventuelle variation du taux d'extraction de la farine et quelles en sont les causes ?

Sachant que :

- La valeur meunière d'un Blé représente son aptitude au rendement en farine. Ce rendement en farine se caractérise par le taux d'extraction (par rapport au à l'état brut).

Taux d'extraction = (poids de farine / poids de grain moulu) x 100 % (Rousset, 1978).

- Les éléments classiques de la valeur meunière sont :

*La teneur en eau : on recherchera une teneur assez faible pour éviter des accidents de conservation.

* Le poids à l'hectolitre ou poids spécifique : caractéristique dont la signification est très discutée.

Le poids à l'hectolitre (PHL) se définit comme le poids de grains remplissant un volume donné, résultant de la densité du grain et de l'efficacité de conditionnement. Le PHL est utilisé depuis des décennies comme critère de qualité et reste employé dans nombre de pays pour déterminer le prix **(Ghaderi, 1971)**.

- Après l'analyse de centaines d'échantillons de blé présentant des PHL de 50 à 82 kg/hl (moyenne 74 kg/hl), une corrélation élevée entre ce critère et le rendement en farine. Ils en ont conclu que le classement des lots par le PHL était justifié **(Mangels & Sanderson, 1925)**.

- En matière de transformation du blé, le premier critère de qualité appréhendé par la filière est sa valeur d'utilisation en meunerie. La Valeur Meunière est associée au taux d'extraction, c'est à dire au rendement maximum obtenu en farine d'une qualité donnée, définie très souvent par le taux de cendres. Il s'agit d'un critère important car un écart de rendement même faible a des conséquences économiques importantes **(Anonyme, 2008)**.

- Le volume de la production des farines à partir de la trituration des blés tendres, fluctue dans des proportions très élevées et dépend de la qualité de la trituration mais également et surtout de la valeur meunière du blé (qualité & poids spécifique **(Godon & Wilm, 1991)**). Ainsi dit, nos hypothèses peuvent être formulées comme suit :

1- Les caractéristiques générales du blé telles que teneur en eau, poids à l'hectolitre, taux de cendres, préparation du blé (mouillage et conditionnement).

2- La Conduite anormale de la mouture.

Pour entreprendre notre étude, le choix du terrain expérimental a porté sur une minoterie au niveau de la Sarl privée :

« **COMPLEXE DE TRANSFORMATION DES CEREALES DE MAHDIA** », qui se situe dans la zone d'activités de MAHDIA, en ciblant des objectifs suivants :

- Suivre la variation du taux d'extraction de la farine ;
- Evaluer les éventuelles pertes de farine vers les issues de meunerie, en cas d'une diminution du taux d'extraction
- Estimer les pertes financières probables
- Donner des recommandations générales, après localisation du problème.

II- Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur les céréales

II.1. Céréales dans le monde

Les céréales sont des graines alimentaires appartenant à 10 espèces végétales, les trois (03) les plus employées actuellement sont : blé, riz et maïs ; à cela s'ajoute l'orge, le seigle, l'avoine, le méteil (mélange de blé et de seigle), le triticale (hybride de blé et de seigle).

Les blés se présentent partout dans le monde où deux (02) espèces sont particulièrement cultivées :

- Le blé dur (*Triticum Durum*)
- le blé tendre (*Triticum Aestivum*)

La récolte de blé est lieu à différentes époques de l'année quelque part dans le monde par exemple :

- En mars : l'inde
- En mai : la chine
- En juillet et aout : USA, Europe, l'Algérie, le canada.
- En hiver : l'argentine, et l'Australie.

Le riz, c'est la culture céréalière la plus importante dans le monde en développement ; il constitue la denrée alimentaire de base de plus de la moitié de la population du globe.

Parmi les céréales, la production du riz est celle qui utilise la plus forte proportion de terre, le maïs fournit les éléments nutritifs aux humains et aux animaux et sert de matière première à l'industrie pour la fabrication de l'amidon.

Les farines de céréales contiennent à côté de l'amidon, des protéines de réserves insolubles dans l'eau, les prolamines et les glutenines que l'on ne trouve pas ailleurs. Lorsqu'elles sont présentes en bonnes proportions elles permettent l'obtention d'une pâte extensible (propriétés des prolamines), et élastique (propriétés des glutenines). Seules deux céréales se prêtent à la panification : Le blé et le seigle, les autres céréales ont des emplois alimentaires variés, le plus commun c'est la préparation de boissons alcoolisées, mais les usages les plus courants des céréales concernent la cuisine soit directement en grain, soit en farine, soit en amidon ou en semoule (**Mme. Gharib, 2007**).

II.2. Blé tendre (*Triticum Aestivum*)

II.2.1. Généralités

Comme les autres céréales, Le blé tendre (**Figure 01**) est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité, c'est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Graminées. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments (**Feuillet, 2000**).



Figure 01 : le grain de blé tendre (**Feuillet, 2000**)

II.2.2. Structure et composition chimique du grain de blé tendre

II.2.2.1. Structure du grain de blé tendre

Le grain de blé a une forme ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur (**Figure 02**). Il est obtenu après le battage, c'est-à-dire une fois que les balles enveloppant le grain ont été supprimées. A la base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse, et il 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, 2000**).

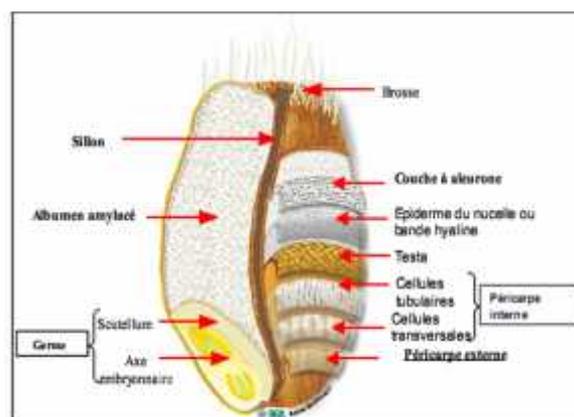


Figure 02 : Coupe longitudinale et transversale d'un grain de blé tendre (**Surget et Barron, 2005**)

II.2.2.2. Composition chimique d'un grain de blé tendre

Le tableau N° 01 montre la composition chimique d'un grain de blé tendre.

Tableau N° 01 : Composition chimique moyenne des différentes parties du grain de blé tendre, en g par M.S

	Matières minérales	Matières azotées totales	Matières grasses	Total Glucides	Matières cellulosiques
Enveloppes	8 – 10	18 – 22	3 – 5	65 – 68	15 – 20
Germe	5 – 6	25 – 30	15 – 19	35 – 45	0.1 – 0.2
Amande	0.4 – 0.6	9 – 11	0.5 – 1	80 – 85	0.5 – 0.6
Grain entier	1.7 – 2.0	10 – 13	1.45 – 2.5	70 – 75	2 – 3

(Source : Doumandji, 2003)

* L'eau est un constituant instable et son taux susceptible de varier dans le temps, par suite des échanges avec l'atmosphère, ou entre les particules constituant le produit.

II.3. Première transformation du blé tendre (meunerie)

II.3.1. Données sur la transformation des céréales en Algérie

Le tableau N° 02 donne un premier aperçu de l'évolution de l'industrie durant la période (1997- 2004).

Tableau 02 : Evolution de l'industrie de transformation des céréales « segment des farines »

Secteur	1997		2004	
	Nombre d'unités	Capacité (* 10 ⁶ tonnes)	Nombre d'unités	Capacité (* 10 ⁶ tonnes)
Public	37	2.01	47	2.29
Privé	-	-	220	6.34
TOTAL	37	2.01	267	8.63

(Source : Izri, 2008)

II.3.2. Définition de la meunerie

La première transformation du blé tendre (meunerie) est l'opération qui a pour but de séparer les diverses parties du grain de blé pour en isoler la farine (**Gharib, 2007**).

II.3.3. Objectifs de la meunerie

- L'objectif est d'isoler l'album en amylicé des parties périphériques (à savoir les enveloppes, la couche à aleurone et le germe). (**Godon &Wilm, 1991**).

- Le grain de blé a une certaine caractéristique puisque les enveloppes s'incrudent dans le sillon par conséquent l'élimination des enveloppes s'effectue de l'intérieur vers l'extérieur selon le procédé de mouture.

Le but à atteindre par la mouture est l'obtention sous forme de farine, du maximum de l'amande farineuse présente dans le grain (**Doumandji, 2003**).

II.3.3.1. Farine

La farine de blé tendre obtenue par simple broyage du grain de blé tendre constitue une réserve naturelle de vitamines.

Elle contient toutes les vitamines du groupe B, la vitamine E (Alpha tocophérol), les provitamines A et D et des acides gras non saturés (vitamine F). (**Schneider, 1972**).

II.3.3.2. Coproduits de la mouture (Son & Remoulage)

II.3.3.2.1. Son de blé

Coproduit obtenu lors de la fabrication de farine. Il est constitué principalement de fragments d'enveloppes et aussi de particules de grains dont la plus grande partie de l'endosperme a été enlevée (**Anonyme 1. 2011**).

II.3.3.2.2. Remoulage de blé

Coproduit obtenu lors de la fabrication de farine. Il est constitué principalement de fragments d'enveloppes et aussi de particules de grains dont on a enlevé moins d'endosperme que dans le son de blé (**Anonyme 1. 2011**).

II.3.4. Mouture du blé tendre

II.3.4.1. Organigramme général de la mouture

La figure N° 03 représente l'organigramme d'une manière générale le processus de la mouture de blé tendre, avec un bilan de mouture.

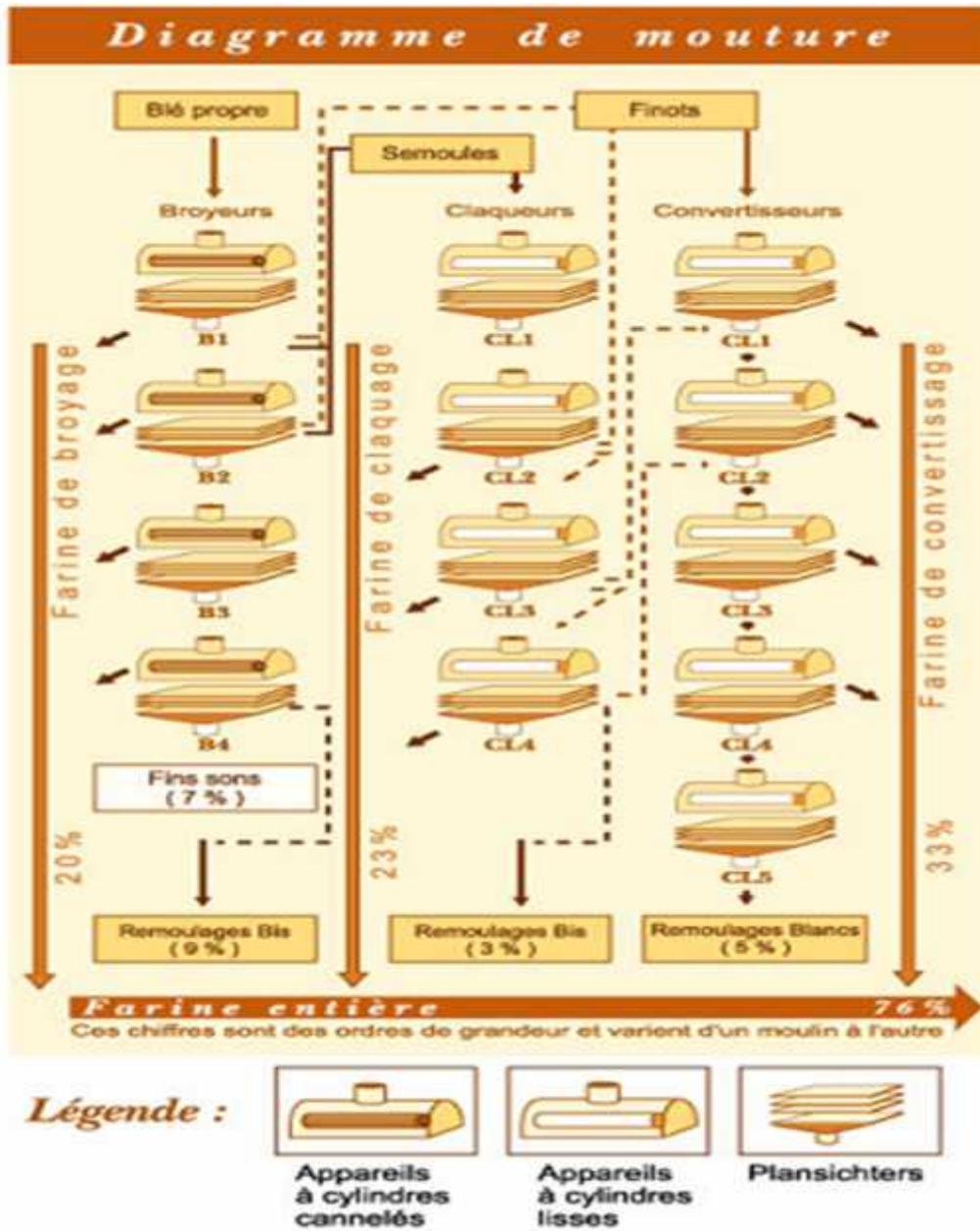


Figure 03 : Organigramme représentatif de la mouture (Anonyme 2. 2012)

II.3.4.2. Principe de la mouture

- La mouture est l'opération centrale de la transformation du blé en farine. Elle repose sur la mise en œuvre de deux opérations unitaires :

- Une opération de fragmentation-dissociation des grains de blé,
- Une seconde opération qui assure la séparation des sons et des enveloppes sur la base de leur granulométrie (**Feillet, 2000**).

- Au cours de la mouture, on reçoit deux sortes de produits granulés appelés « série blanche » et « série bise ». Le produit de la série blanche contient plus d'éléments de l'amande que des enveloppes ; par contre celui de la série bise contient plus de fragments de l'enveloppe que d'amande. La mouture du blé est définie par le taux d'extraction (par rapport au B1) :

$$T.E = (\text{Poids de la farine extraite (U)} / \text{poids de blé mise en œuvre au B1 (U)}) * 100 \%$$

U : c'est l'unité de mesure du poids (**Mme. Gharib, 2007**).

II.3.5. Taux d'extraction de la farine

- La valeur meunière d'un lot de blé peut être définie comme étant l'ensemble des qualités qu'il présente lors de sa mouture ; celles-ci sont directement liées au rendement en farine et à la faculté de séparation de l'amande farineuse des enveloppes qui la recouvrent.

Cette notion est associée au rendement maximum en farine obtenue à partir d'un lot de blé pour un type de farine déterminée, et elles se distinguent les unes des autres par des comportements différents en mouture (**Calvel, 1980**).

- Une farine est caractérisée par :

➤ **Son taux d'extraction**

C'est-à-dire le rendement en farine pour 100 kilos de grains.

La blancheur de la farine et sa pureté varient en rapport inverse avec le taux d'extraction, ainsi plus le taux d'extraction est élevé moins la farine est pure et par conséquent sa couleur est grise (**Brule, 2007**).

➤ **Son taux de blutage (affleurement)**

Qui représente à l'inverse, le pourcentage d'issues éliminées (**Brule, 2007**).

II.3.6. Taux de cendres

II.3.6.1. Définition

Le taux de cendres est la quantité de résidus minéraux, principalement contenus dans le son, et encore mélangés à la farine. Plus ce taux est faible dans la farine, plus cette dernière est blanche et ne contient pas de débris (Soazig & Nisrine & Rachel, 2015).

II.3.6.2. Valeur nutritionnelle des cendres de la farine

II.3.6.2.1. Bienfaits additionnels des farines complètes

La farine complète ou semi complète, enrichie au son, est plus adaptée à une alimentation saine. Elle est plus riche en fibres alimentaires et en vitamines et minéraux. Les principes vitaux sont contenus dans l'enveloppe du grain de blé (le son) donc plus la farine est complète (enrichie en son) et plus elle sera riche en fibres, minéraux et vitamines (Anonyme 3, 2010).

II.3.6.2.2. L'importance des fibres

Les fibres alimentaires agissent sur la constipation en régularisant le transit intestinal, diminuant ainsi les risques de cancers intestinaux. Par sa richesse en fibres la farine enrichie au son de blé est aussi d'un grand intérêt dans l'alimentation de ceux souffrant de maladies non transmissibles (diabète, obésité, cholestérol...). Chez les diabétiques et chez ceux souffrant d'un excès de poids. Les fibres ralentissent l'absorption de sucres et évitent les pics d'hyperglycémies. Et d'autre part les fibres donnent aussi un effet coupe faim diminuant la quantité absorbée (Anonyme 3, 2010).

II.3.6.2.3. Apport en minéraux et vitamines

Les produits à base de farine enrichie au son de blé sont en effet plus riches en potassium et magnésium ainsi qu'en vitamines du groupe B (Anonyme 3, 2010).

II.3.7. Relation entre le taux d'extraction et le taux de cendres

Les différents types de farines obtenus sont destinés, à titre d'exemples, à la fabrication de : pains spéciaux, pains bis, pains blancs ou de pains complets.

Par exemple, pour fabriquer le pain courant, le boulanger utilise la farine type 55, ce qui revient à dire que le taux de résidus minéraux (cendres) est compris entre 0,5 et 0,6% (Tableau N° 03).

En fait, plus le taux de cendres et la valeur du type de farine sont faibles ; plus la farine et le pain seront blancs (**Boumahrou & Perrot, 2002**).

Tableau N° 03 : Relation entre le taux de cendres et le taux d'extraction de la farine

Types de farine	Cendres (en %)	Humidité maximale (en %)	Taux d'extraction (en %)
45	Moins de 0,50	15,5	67
55	De 0,50 à 0,60	15,5	75
65	De 0,62 à 0,75	15,5	78
80	De 0,75 à 0,90	15,5	80 - 85
110	De 1,00 à 1,20	15,5	85 - 90
150	Plus de 1,40	15,5	90 - 98

(Source : Boumahrou & Perrot, 2002)

II.4. Rentabilité économique d'une minoterie

II.4.1. Généralités

Sachant que la matière première représente environ 65 à 70 % du coût de production l'objectif économique est d'obtenir de la farine dans les conditions économiques les plus favorables, avec un investissement minimal et une consommation énergétique minimale. En conséquence, il faut, dans une certaine mesure, acheter le blé au bon moment (on parle de profiter d'achats de blé lorsque les prix sont les plus bas. Ce n'est pas le cas en Algérie puisque les prix et les quotas sont fixés par l'état). Même s'il est vrai que le gain d'énergie peut augmenter ou diminuer le coût de production, un bon réglage des machines de production peut économiser beaucoup d'électricité. Par exemple réglage du débit d'air des sasseurs (**Yvon, 2009**).

II.4.2. Diagnostic financier

Le diagnostic financier constitue pour le dirigeant un outil de gestion indispensable à tous les stades de prise de décision.

D'abord, il contribue à déterminer si la situation financière de l'entreprise est dangereuse et si elle tend à s'améliorer ou à se dégrader (**Ramage, 2001**).

II.4.3. Rentabilité financière

- La rentabilité financière est la capacité d'un capital placé ou investi à procurer des revenus exprimés en termes financiers. Cette définition nous montre que la rentabilité est un retour sur investissement.

Une autre définition qui intègre la dimension de performance de l'entreprise comme objectif de l'évaluation de la rentabilité (**Lexique d'économie DALLOZ, 2016**).

Evaluer la rentabilité d'une entreprise revient à déterminer sa performance ; cette dernière se définit par le degré de réalisation des objectifs que les propriétaires assignent à l'entreprise (**Tournier, 2002**).

III- Matériels et méthodes

III.1. Lieu et période de notre étude

III.1.1. Présentation de l'entreprise

L'entreprise dite « Sarl COMPLEXE DE TRANSFORMATION DES CEREALES - MAHDIA » est une unité de production de produits céréaliers, dont la construction de l'unité de production est en ossature métallique (tableau N° 04 : Fiche technique).

Tableau N° 04 : Fiche technique de la Sarl

<u>Entreprise</u> : Sarl COMPLEXE DE TRANSFORMATION DES CEREALES- MAHDIA		
<u>Localisation</u> : la zone d'activités de Mahdia.		
<u>Superficie</u> : 5000 m²		
<u>Effectif</u> : 73 employés (07 cadres, 15 agents de maîtrise, 51 agents d'exécution).		
<u>Composition</u>		
Compartment	Capacité de trituration	entrée en production
Petite minoterie en horizontal	700 Qx/jour	Année 2010
Nouvelle minoterie (extension) en vertical Marque turque : ANA MILLING	2500 Qx/jour	17 mars 2017
Projet en construction : Semoulerie – Unité de fabrication des pâtes alimentaires		

(Source : Administration de la minoterie Sarl C.T.C.Mahdia – Avril 2018)

III.1.2. L'organisation de la minoterie

L'organigramme suivant (Figure 04) schématise l'organisation des différents services de la minoterie :

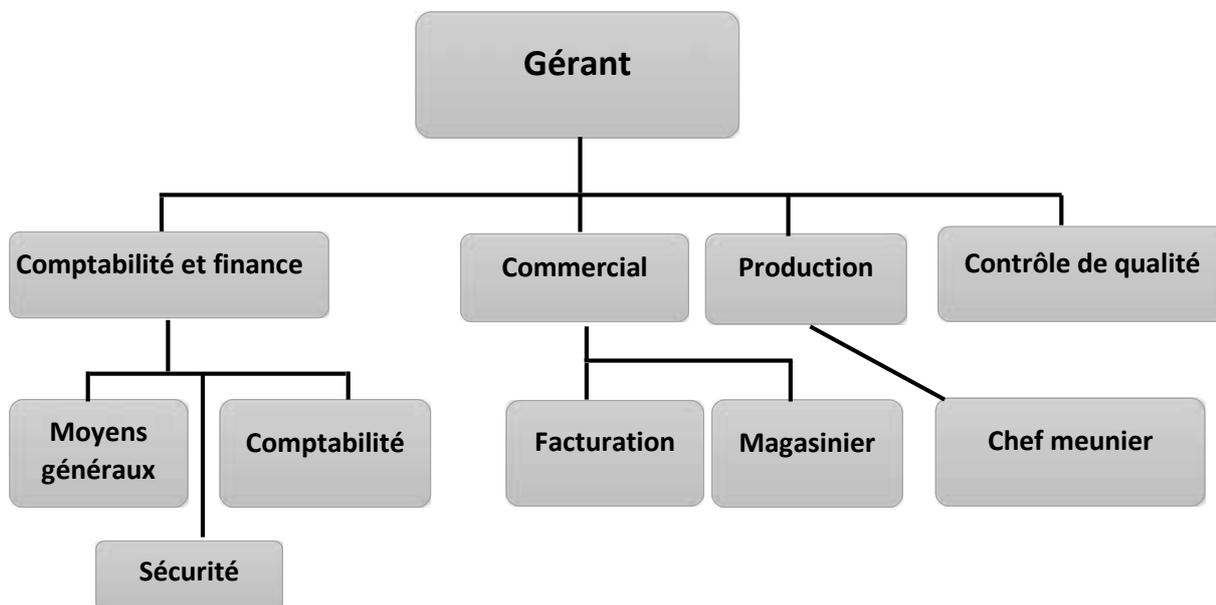


Figure 04 : Organigramme fonctionnel de la minoterie

(Source : Administration de la minoterie Sarl C.T.C.Mahdia – Avril 2018)

III.1.3. Période de notre travail

Sachant que notre étude concerne la nouvelle minoterie (2500 Qx/jour), elle repose sur un suivi de 30 jours, à partir du 01/04/2018 jusqu'au 30/04/2018,

Pour les week-ends le moulin est à l'arrêt ;

Ce qui nous donne exactement 22 jours de suivi :

➤ Les Week-ends sont :

06 et 07/04/2018 13 et 14/04/2018

20 et 21/04/2018 27 et 28/04/2018.

III.2. Matériels utilisés

Le tableau (N° 05) montre les différents matériels utilisés pour notre étude :

Tableau N° 05 : Matériel utilisé pour notre étude

Type du matériel	Nature	Caractéristiques
Matériel biologique	Blé tendre d'importation Origine : CANADA Variété : Blé roux de l'ouest canadien) Blé roux de force de printemps) Qualité meunière et boulangère supérieure) Production de pain moulé de grand volume utilisé seul ou en mélange avec d'autres blés (Voir annexe A)
Matériels de laboratoire	Niléma-litre avec romaine réglable	(Voir annexe B)
	Etuve iso thermique à chauffage électrique	(Voir annexe B)
	Moulin d'essai (Broyeur)	(Voir annexe B)
	Balance analytique.	(Voir annexe B)
	Four à moufle 900°C	(Voir annexe B)
	<u>Autres :</u> Vase métallique - Capsule métallique Dessiccateur à plaque métallique - Pince de laboratoire métallique	

(Source : Service de contrôle de qualité de la minoterie Sarl C.T.C.Mahdia – Avril 2018)

II.2.1. Provenance de la matière première

L'approvisionnement en blé tendre de la minoterie est assuré par l'organisme étatique : OAIC de MAHDIA (CCLS : Filiale de production).

III.3. Processus technologique de la minoterie

Suivant le diagramme opérationnel de la minoterie (mis par la firme turque **ANAMILLING**), et Selon le processus technologique de la minoterie (**Arthur W. Rohner, 1986**) nous avons :

III.3.1. Réception

La figure N° 05 nous montre l'arrivée du blé tendre et son déversement.

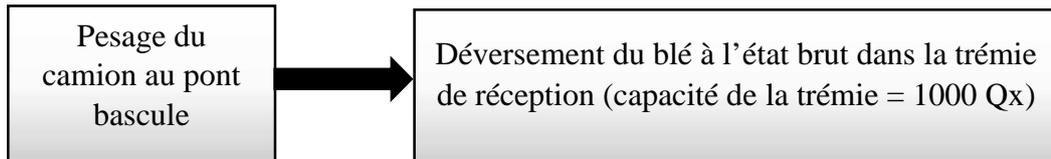


Figure N° 05 : Organigramme représentatif de la phase de réception de blé tendre

III.3.2. Pré nettoyage

A partir de là, le blé subit pour première phase de traitement, le pré nettoyage (**Figure 06**).

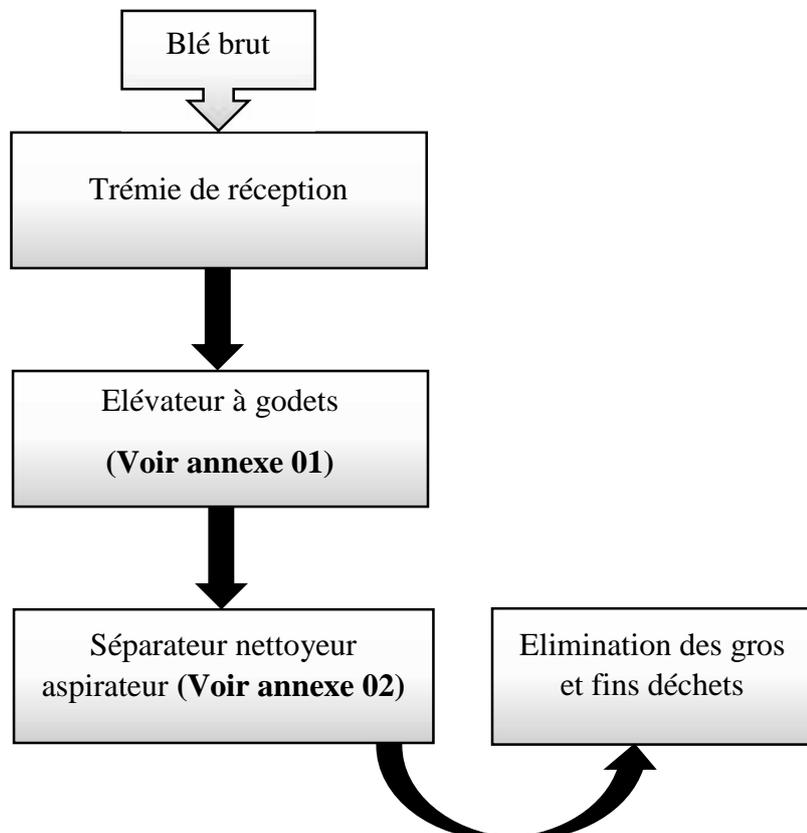


Figure N° 06 : Organigramme représentatif du pré nettoyage

III.3.2.1. Stockage du blé

Après le pré nettoyage, le blé doit être stocké pour entrer dans le processus de préparation (Figure 07).

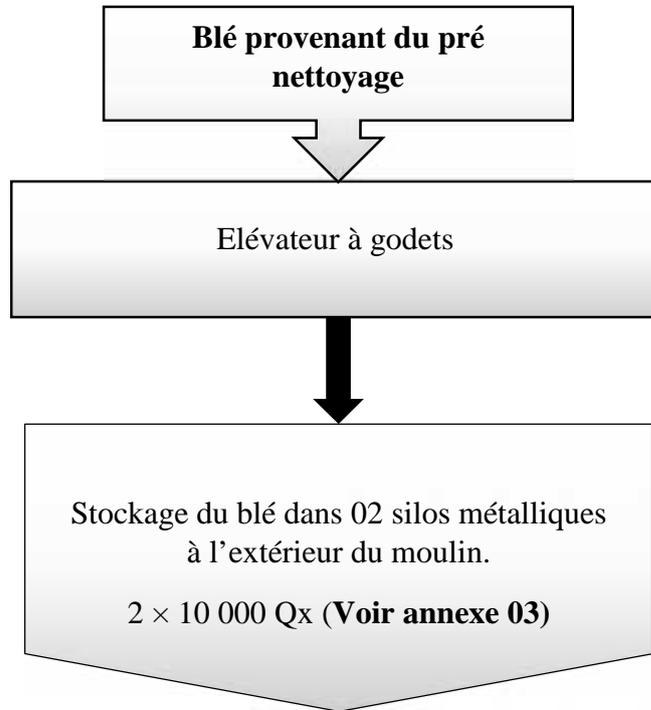
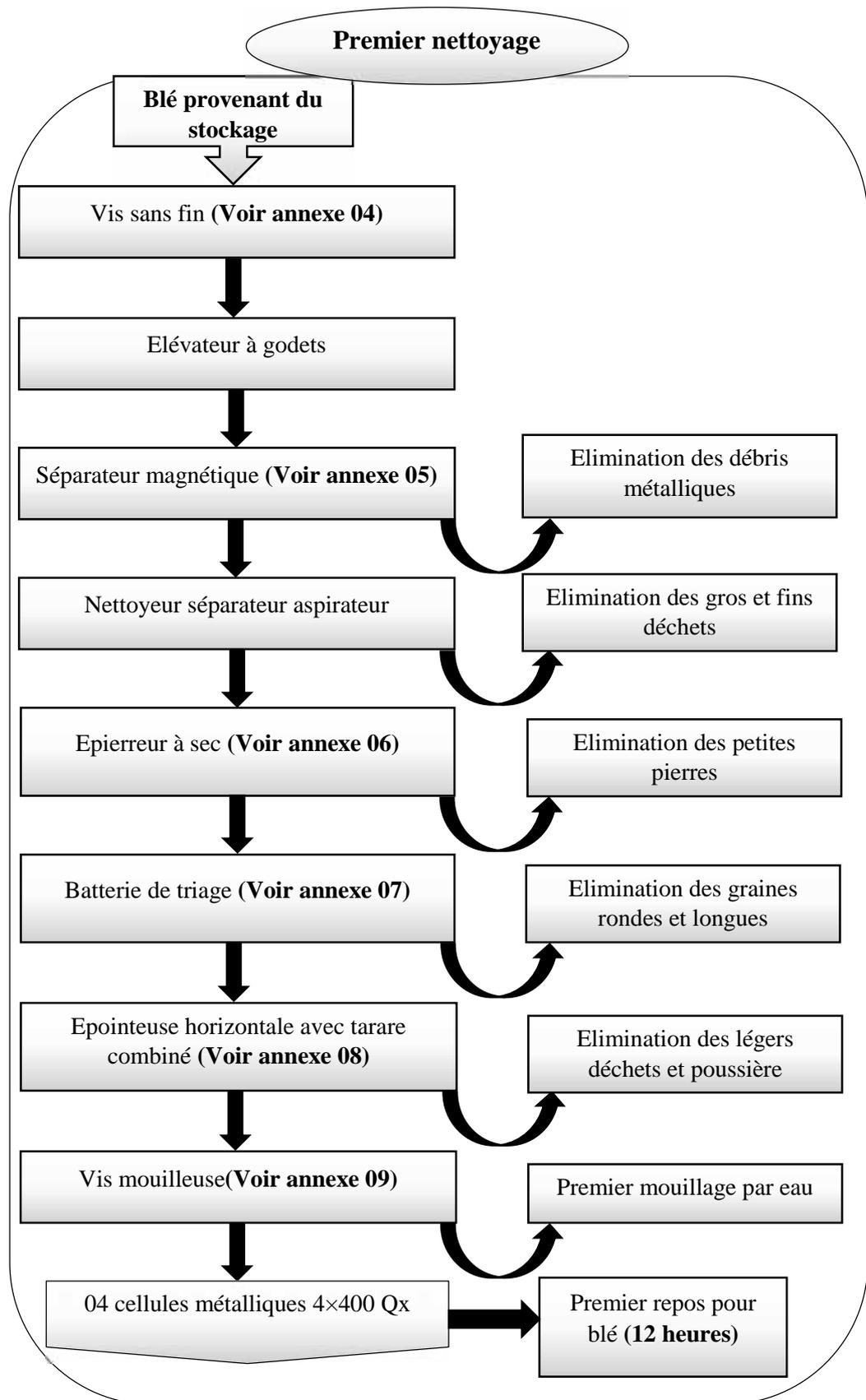


Figure N° 07 : Organigramme représentatif du stockage du blé à l'état brut

III.3.3. Préparation du blé pour la mouture

On dit aussi la phase de nettoyage et conditionnement du blé tendre pour la mouture, elle est composée d'un premier et deuxième nettoyage (Figure N° 08).



Le blé sortant du premier nettoyage entre directement en deuxième jusqu'au B1, pour traitement :

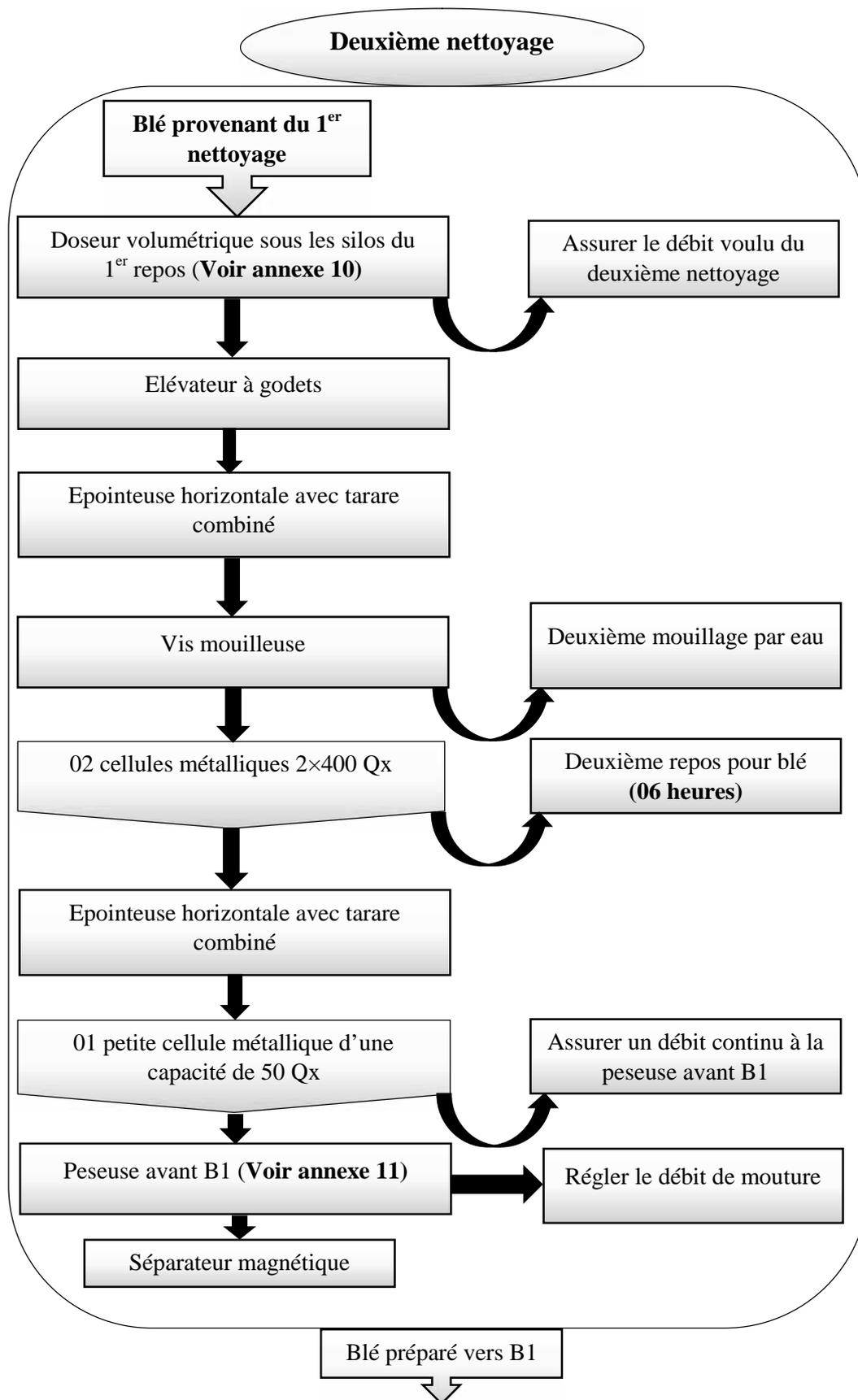
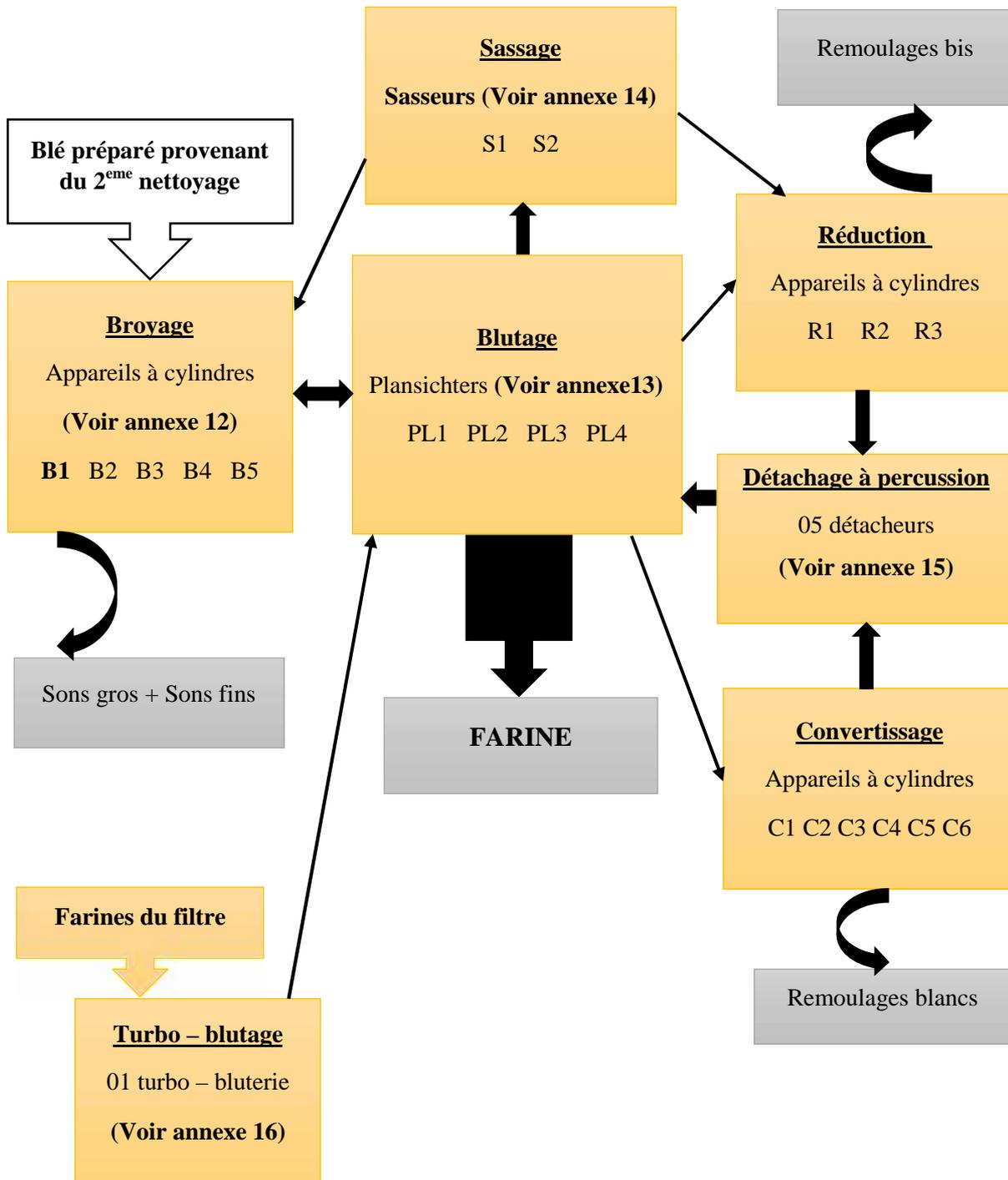


Figure N° 08 : Organigramme représentatif de la phase de préparation du blé pour la mouture

III.3.4. Mouture du blé

Après un temps de repos global de 18 heures, le blé arrive au B1 comme première étape de la mouture (Figure 09).



➤ **Issues de meunerie = Son gros + Son fin + Remoulages (bis et blancs)**

Figure N° 09 : Organigramme de la phase de mouture, avec les équipements existants

III.3.5. Stockage et ensachage des produits finis (farine et coproduits)

La figure (N° 08) nous montre, le procédé de stockage des produits finis puis leur ensachage.

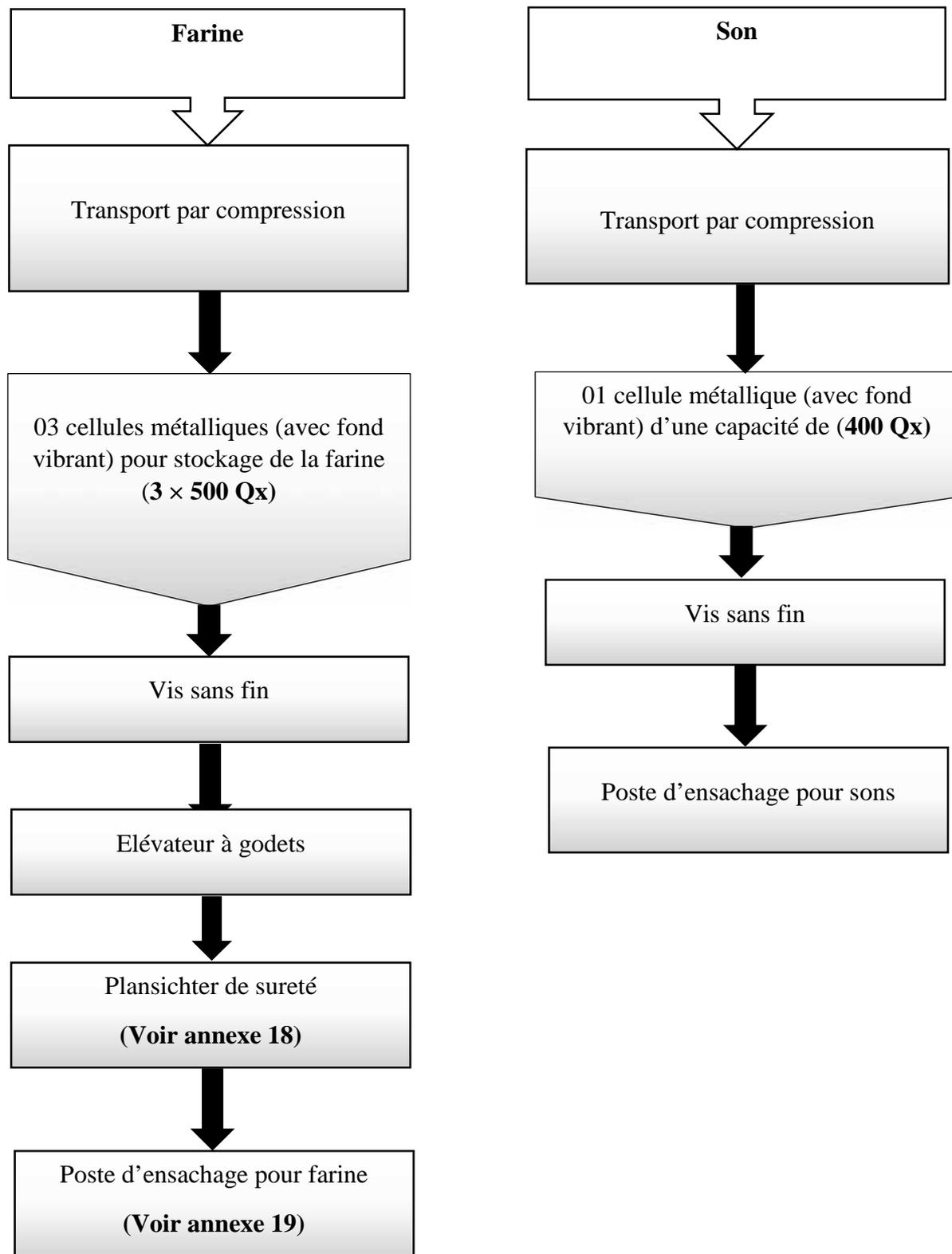


Figure N° 08 : Organigramme représentatif de la phase de stockage et ensachage des produits finis

III.4. Protocole expérimental : Il est résumé par l'organigramme suivant (Figure N° 09)

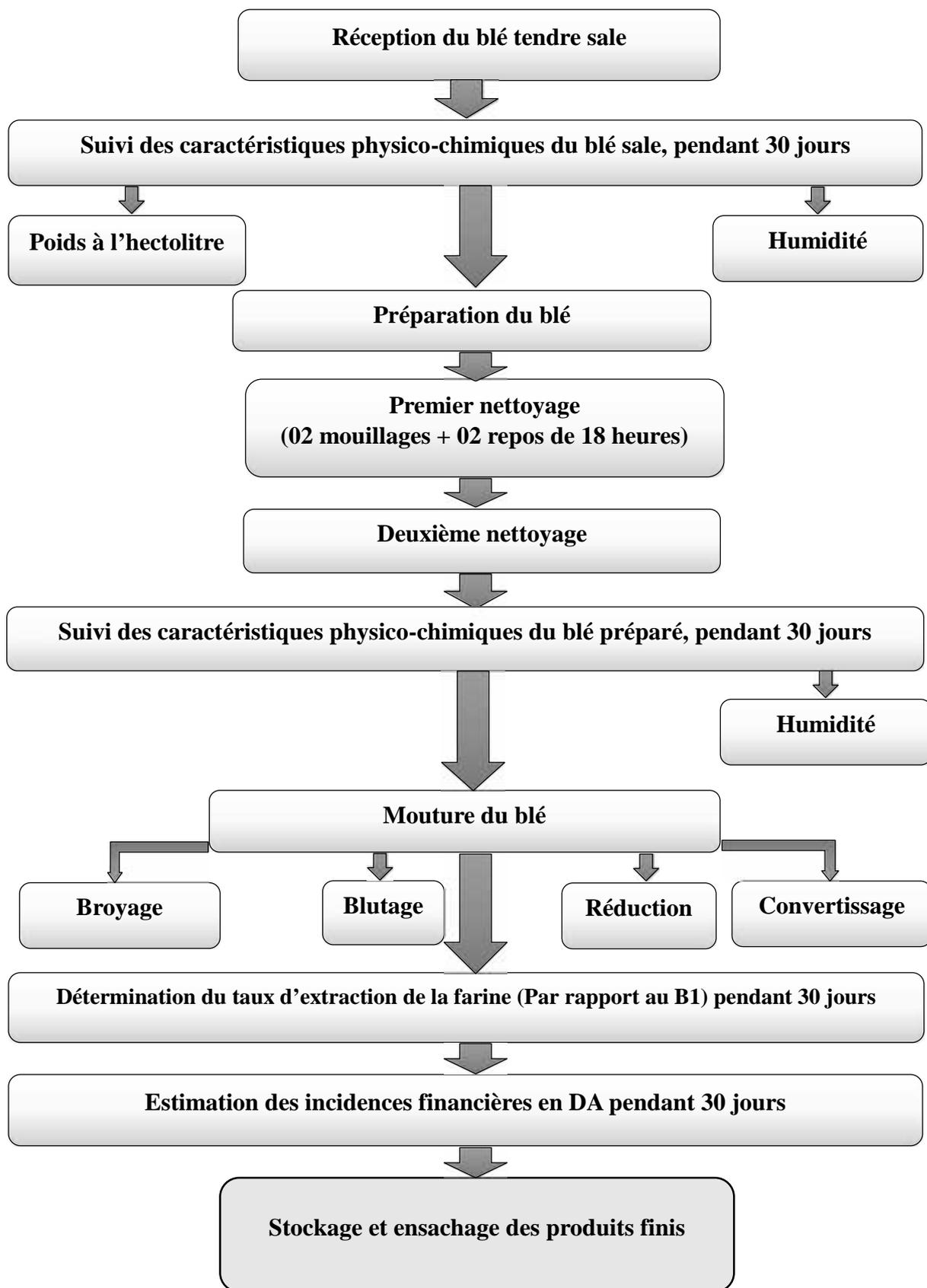


Figure N° 09 : organigramme de notre protocole expérimental

III.5. Les analyses physico-chimiques du blé

D'après les hypothèses émises au début du mémoire sur les paramètres qui peuvent créer une variation du T.E ; on procède au suivi de la qualité physico-chimique du blé tendre arrivant à la minoterie jusqu'à sa préparation, par la récupération des analyses auprès du service de contrôle de la qualité.

Ces analyses concernent : le poids à l'hectolitre (PHL), l'humidité (H%) pour blé à l'état brut, l'humidité (H%) pour blé préparé à la mouture, et cela pour une période de 30 jours (Voir période de travail).

Les méthodes d'analyses au laboratoire sont les suivantes :

III.5.1. Poids à l'hectolitre (PHL)

III.5.1.1. Définition

La masse ou poids à l'hectolitre (PHL) correspond à la masse de blé contenu dans un hectolitre rempli de grains d'impuretés et d'air interstitiel.

III.5.1.2. Principe

Ecoulement libre d'un échantillon au moyen d'une trémie dans un récipient d'un demi-hectolitre.

III.5.1.3. Appareillage Voir Tableau N° 05(Matériel utilisé).

III.5.1.4. Mode opératoire

D'après la norme ISO – DIS – 7971 ;

Sachant que le Niléma-litre a un volume d'un litre, Il s'agit de :

- ✓ Remplir largement la trémie d'un échantillon de blé débarrassé manuellement des grosses impuretés,
- ✓ Ouvrir l'obturateur et laisser couler les grains dans la mesure d'un litre,
- ✓ Enfoncer le couteau raseur à fond, et enlever la trémie,
- ✓ Faire suspendre la mesure à la balance pour la peser avec précision. Chaque échantillon est traité en double essai et l'on obtient deux valeurs M1 et M2.

III.5.1.5. Expression des résultats

La masse à l'hectolitre de l'échantillon, exprimée en kilogrammes est égale à la moyenne M des deux valeurs M1 et M2 retenues. Le résultat s'exprime avec deux décimales, selon l'indication donnée par la norme : $M = (M1 + M2) / 2$

III.5.2. L'humidité du blé

III.5.2.1. Définition

La teneur en eau est la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit dans les conditions décrites dans la présente norme.

III.5.2.2. Principe

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

III.5.2.3. Appareillage Voir Tableau N° 05 (Matériels utilisés).

III.5.2.4. Mode opératoireD'après la norme ISO 712 ;

- ✓ Régler le broyeur pour obtenir des particules ayant les dimensions inférieures à 1.7 mm
- ✓ Broyer une quantité triée de l'échantillon globale, soit environ 10 g.
- ✓ Verser la totalité du produit de la mouture dans la capsule métallique, tarée à 1 mg près, (Peser 5 grammes).
- ✓ Introduire la capsule (vase) contenant la prise d'essai, dans l'étuve pendant 90 min (Compter le temps à partir du moment où à la température de l'étuve atteint 130°C à 133°C)
- ✓ Opérer rapidement à retirer la capsule de l'étuve, puis la placer dans le dessiccateur,
- ✓ Quand la capsule atteint la température ambiante de laboratoire, il faut procéder au pesage (à 1 mg près).
- ✓ Effectuer deux analyses pour chaque test.

III.5.2.5. Expression des résultats

Le pourcentage d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H \% = (M_0 - M_1) / M_0 \times 100$$

M₀ : masse en gramme de la prise d'essai

M₁ : masse en gramme de la prise d'essai après séchage.

III.5.3. Taux de cendres (méthode : voir annexe c)

II.6. Détermination du taux d'extraction (T.E) de la farine

La mouture du blé est définie par le taux d'extraction (par rapport au B1) :

$$T.E = (\text{Poids de la farine extraite (U)} / \text{poids de blé mise en œuvre au B1 (U)}) * 100 \%$$

U : c'est l'unité de mesure du poids.

Notre pratique de suivi du T.E consiste à prélever parallèlement (en même temps) les quantités de blé trituré par semaine (peseuse au Broyeur 1), et les quantités produites de farine (peseuse pour farine) et les quantités produites des issues de meunerie (peseuse pour sons) par semaine toujours

(Mme. GHARIB, 2007).

) Prélèvement des quantités

On procède au prélèvement des quantités à partir des peseuses en prenant le nombre de pesées affichées par la peseuse et on multiplie le nombre par le poids d'une pesée **(Arthur et Rohner, 1986)**

Exemple : 1000 pesée de 50 kg = $1000 \times 50 = 50\,000$ kg passée par la peseuse

III.7. Estimation du manque à gagner, due aux variations du T.E

A partir d'un blé tendre de bonne qualité, on extrait 75 à 77 % de farine. Il en résulte 5 à 8 % de farine non extraite est laissée dans les produits dits finis, constitués par les sons et les remoulages **(Doumandji A. 2003).**

En se basant sur le T.E théorique moyen : $(75 \% + 77 \%) / 2 = 76 \%$

Par déduction, on peut calculer l'impact financier dû à une possible variation du taux d'extraction, en se référant au taux d'extraction (théorique), qui est 76 %.

1- Hypothèse (le problème probable)

On propose une diminution du taux d'extraction de la farine (T.E réel de la minoterie), pour une semaine de production. Ainsi on procède comme suit :

1. On calcule la quantité de farine produite par semaine, par rapport au T.E théorique 76 %, en utilisant la règle de trois, et on aura :

76 Q_x de farine **—————→** 100 Q_x (blé trituré par rapport au B1)

X (Q_x) **—————→** Poids en Q_x (blé trituré par semaine).

X : (quantité de farine extraite à 76 %) = (poids de blé trituré par semaine × 76) / 100

2. On calcule la différence des quantités de farine comme suit :

$$\mathbf{D = X - R}$$

D : différence de poids entre farine extraite à 76 % (théorique) et farine extraite au T.E réel.

X : Poids de farine extraite à 76 %. (Théorique)

R : Poids de farine extraite par rapport au T.E réel.

III.7.1. Estimation en (Da) de la quantité de farine (D) en perte vers les issues

Selon le décret du 13/04/1996, Les prix de vente en Algérie sont fixés par l'état pour le secteur étatique et privé (**Tableau N° 06**).

Tableau N° 06 : Prix à la commercialisation des dérivées des céréales en Algérie (DA/quintal).

Produit	Sortie usine	Détaillants	Consommateurs
Farine courante	2000	2080	2180
Issues de meunerie	Cédées aux éleveurs au prix officiel 1500		

(Source : Rastoin & Benabderrazik, 2014)

Prix de vente actuels, appliqués par la minoterie (voir annexe D)

- Prix de vente de la farine = 1950 Da
- Prix de vente des issues = 1900 Da

En exploitant ces prix on aura :

M1 : Montant de la perte X (en farine) = X (Qx) × prix de vente de farine au moulin (1950 Da)

M2 : Montant de la perte X (en issues) = X (Qx) × prix de vente des issues de meunerie au moulin (1900Da)

Perte financière (Y) due à la diminution du taux d'extraction : Y (Da) = M1 – M2

Partie expérimentale

IV- Résultats et discussion

IV.1. Caractérisation du blé

Après la période de suivi (Voir période de travail), on a pu prélever auprès du laboratoire les résultats d'analyses des paramètres physico – chimiques suivants :

PHL (tableau N° 07), Humidité du blé à l'état brut (Tableau N° 09), Humidité du blé préparé, Taux de cendres,

IV.1.1. Poids à l'hectolitre

Les PHL du blé enregistré durant le mois d'avril 2018, présentés dans le tableau N° 07

Tableau N° 07 : PHL du blé au cours du mois d'Avril 2018

Jour	Variété du blé tendre	PHL (kg/hl)
01/04/2018	Blé d'importation (canada)	78.9
02/04/2018	//	78.4
03/04/2018	//	79.1
04/04/2018	//	78.3
05/04/2018	//	77.9
06/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
07/04/2018		
08/04/2018	Blé d'importation (canada)	78.4
09/04/2018	//	79.1
10/04/2018	//	78.5
11/04/2018	//	78.6
12/04/2018	//	78.4
13/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
14/04/2018		
15/04/2018	Blé d'importation (canada)	79.1
16/04/2018	//	78.4
17/04/2018	//	78.3
18/04/2018	//	77.6
19/04/2018	//	77.9
20/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
21/04/2018		

22/04/2018	Blé d'importation (canada)	78.8
23/04/2018	//	78.6
24/04/2018	//	78.4
25/04/2018	//	78.2
26/04/2018	//	79.1
27/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
28/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
29/04/2018	Blé d'importation (canada)	79.0
30/04/2018	//	78.6
Moyenne (PHL) = 78.5 kg/hl		

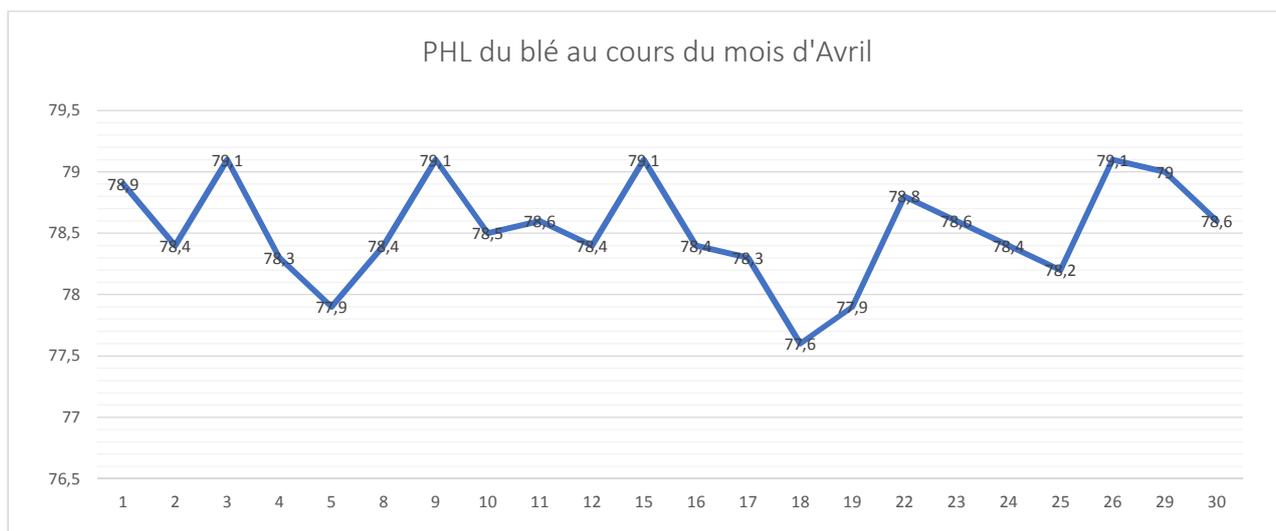
(Source : Registre des analyses du laboratoire de la minoterie C.T.C.Mahdia)

(Avril 2018)

Discussion

A- En présentant les résultats du tableau N°07 par un graphique (Figure N° 12), on peut bien commenter l'évolution du PHL ;

Figure N° 12 :Graphique du PHL de blé pour le mois d'Avril2018



(Source : Tableau N° 07)

B- D'après le graphique N° 12, on peut voir que notre blé tendre a un PHL presque stable, puisque les valeurs au cours du mois sont très rapprochées :

Valeur minimale = 77.6 kg/hl Valeur maximale = 79.1 kg/hl

C- Les blés sont classés selon la valeur de leur poids spécifique (PHL), suivant le tableau (N° 08) :

◀ **Tableau N° 08 : Classification des blés selon PHL**

PHL (kg/hl)	Classification
60 – 64	Blé extra léger
64 – 68	Blé très léger
68 – 72	Blé léger
72 – 76	Blé moyennement lourd
76 – 80	Blé lourd
80 – 84	Blé très lourd

(Source : WILLIAMS. 1998)

- Selon cette classification, on peut dire que notre blé tendre est de la classe des blés lourds, pendant tous les jours du mois puisque toutes les valeurs du PHL sont comprises entre 76 et 80 kg/hl.

IV.1.2. Humidité du blé à l'état brut

Tableau N° 09 : Taux d'humidité du blé à l'état brut, au cours du mois d'Avril 2018

Jour	Variété du blé tendre	Humidité (%)
01/04/2018	Blé d'importation (canada)	13.1
02/04/2018	//	12.9
03/04/2018	//	13.2
04/04/2018	//	12.8
05/04/2018	//	12.7
06/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
07/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
08/04/2018	Blé d'importation (canada)	12.5
09/04/2018	//	13.1
10/04/2018	//	13.0
11/04/2018	//	12.9
12/04/2018	//	13.4
13/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
14/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
15/04/2018	Blé d'importation (canada)	12.7
16/04/2018	//	12.9
17/04/2018	//	13.1
18/04/2018	//	12.7
19/04/2018	//	12.9
20/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
21/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
22/04/2018	Blé d'importation (canada)	12.6
23/04/2018	//	13.2
24/04/2018	//	13.0
25/04/2018	//	12.9
26/04/2018	//	13.0
27/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	
28/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)	

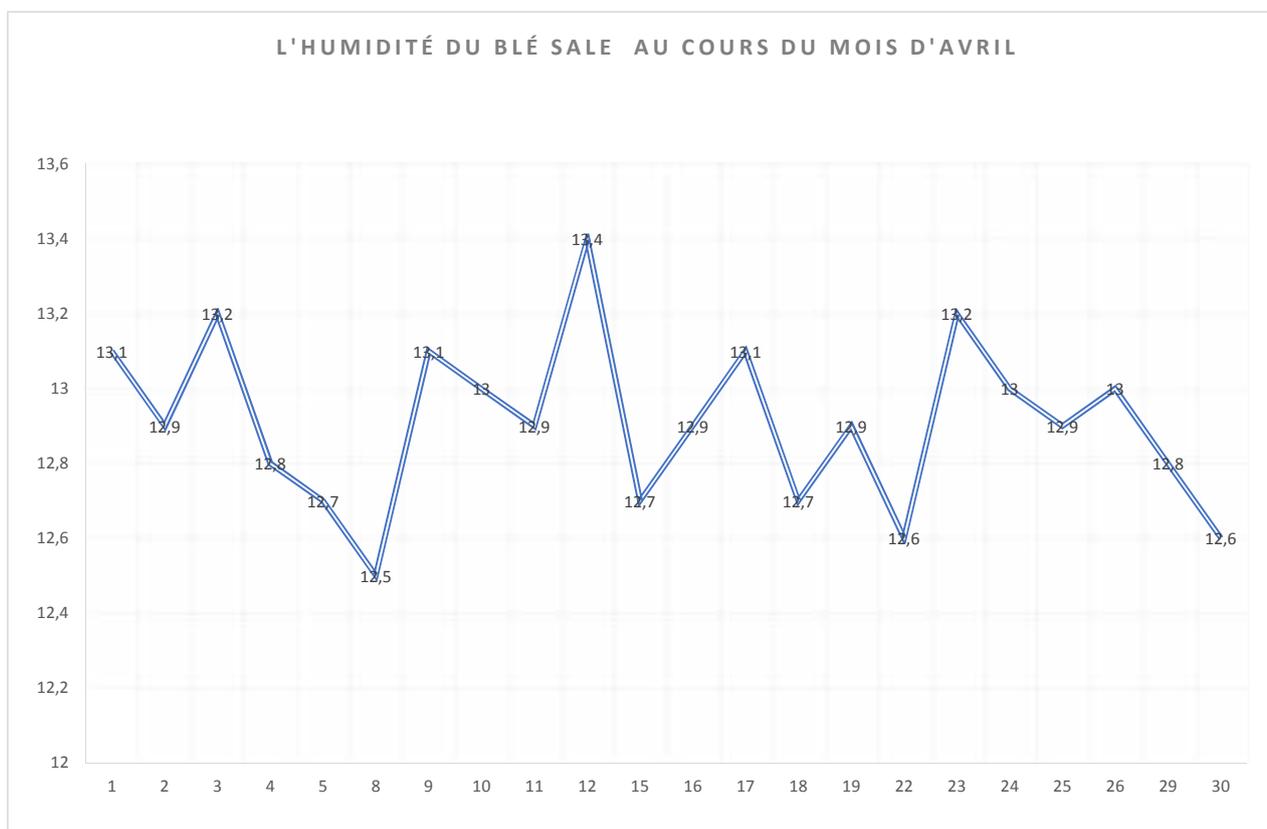
29/04/2018	Blé d'importation (canada)	12.8
30/04/2018	//	12.6
Moyenne (humidité) = 12.9 %		

(Source : Registre des analyses du laboratoire de la minoterie C.T.C.Mahdia)
(Avril 2018)

Discussion

A- Le graphique ci-dessous (Figure N° 13), représente clairement les résultats du tableau N° 09

Figure N° 13 : Graphique de la variation de l'humidité du blé (brut) au cours du mois d'Avril



(Source : Tableau N° 09)

B- En observant le graphique (N° 16), on peut dire que l'humidité du blé à l'état brut était presque constante pendant la période de notre étude Puisque l'écart entre l'humidité maximale et minimale :

$$13.4 \% - 12.5 \% = 0.9 \%$$

C- La détermination de la teneur en eau des blés est une opération capitale qui présente un triple intérêt :

✓ Intérêt technologique : pour la détermination et la conduite rationnelle de l'opération de récolte, de stockage ou de transformation industrielle.

✓ Intérêt analytique : pour rapporter le résultat des analyses de toute nature à base fixe (Matière sèche ou teneur en eau standard).

✓ Intérêt commercial : elle renseigne sur la quantité d'eau à ajouter pour ramener l'humidité du grain à 16,5%, dans le but d'avoir un bon taux d'extraction, et elle permet aussi d'évaluer les risques lors du stockage (**Martin, 1998**).

- (14%) est le taux d'humidité maximum pour une conservation correcte des grains (**Dubois, 1996**).

Ce qui fait sortir :

1- Les humidités du blé sale pendant tous les jours du mois d'Avril sont dans les normes (< 16.5 %), et elles permettent la préparation (une humidification jusqu'à 16.5 à 17 % + repos) pour avoir une bonne mouture ainsi un taux d'extraction dans les normes.

2- Notre blé est conforme du point de vue humidité initiale (< 14 %), puisque cette humidité permet une conservation correcte dans les silos de stockage.

IV.1.3. Humidité du blé préparé pour la mouture

D'après les résultats recueillis du service de contrôle de qualité, l'humidité du blé avant B1 mesurée par l'humidimètre (voir annexe 20), est comprise entre 16.5 et 17 %, tout au long du mois d'avril ; sachant que le mouillage du blé (phase de préparation) est suivi par le chef meunier en personne.

A- On peut dire que l'humidité du blé avant la mouture est presque constante.

B- le conditionnement (mouillage et repos) est une opération qui répond à un double objectif :

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

Dans le plus simple des cas, on conditionne avec de l'eau normale et pendant une période strictement fixée à 24 à 36 heures avec une humidité de 17% : c'est le conditionnement froid ou passif (**Mme. Gharib, 2007**).

- Notre blé a une humidité avant broyeur B1 dans les normes (entre 16.5 et 17%), sauf que son temps de repos de 18 heures (Voir processus technologique) est insuffisant par rapport aux normes théoriques.

IV.1.4. Taux de cendres (Voir références sur annexe C)

Déterminé par le service de contrôle de qualité deux fois pendant la période de notre étude, le résultat était le suivant :

Taux de cendres = 1.62 %

IV.2. Taux d'extraction de la farine

Après 01 mois de suivi, on a pu déterminer le taux d'extraction de la farine (Voir méthodes d'analyses) par rapport au B1, par la prise des différentes productions (trituration, farine, son), et cela pour chaque semaine (Tableau N° 10).

Tableau N° 10 : Variation du T.E au cours du mois d'Avril 2018

Jour	Trituration par semaine (blé au B1 en Qx)	Production par semaine de la farine (Qx)	Production par semaine du son (Qx)	Taux d'extraction correspondant (%)
Du 01/04/2018 au 05/04/2018	7066.3	4779.0	2146.0	67.6
06/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)			
07/04/2018				
Du 08/04/2018 au 12/04/2018	7091.3	5095.5	1854.0	71.3
13/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)			
14/04/2018				
Du 15/04/2018 au 19/04/2018	7051.0	4802.0	2108.0	68.1
20/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)			
21/04/2018				
Du 22/04/2018 au 26/04/2018	6661.7	4832.5	1696.0	72.5
27/04/2018	Moulin à l'arrêt (week-end)			
28/04/2018				
29/04/2018 et 30/04/2018	4061.2	2945.0	1035.2	72.5
TOTAUX	31 931.5 Qx	22 454 Qx	8839.2 Qx	Moyenne du T.E= 70.4 %

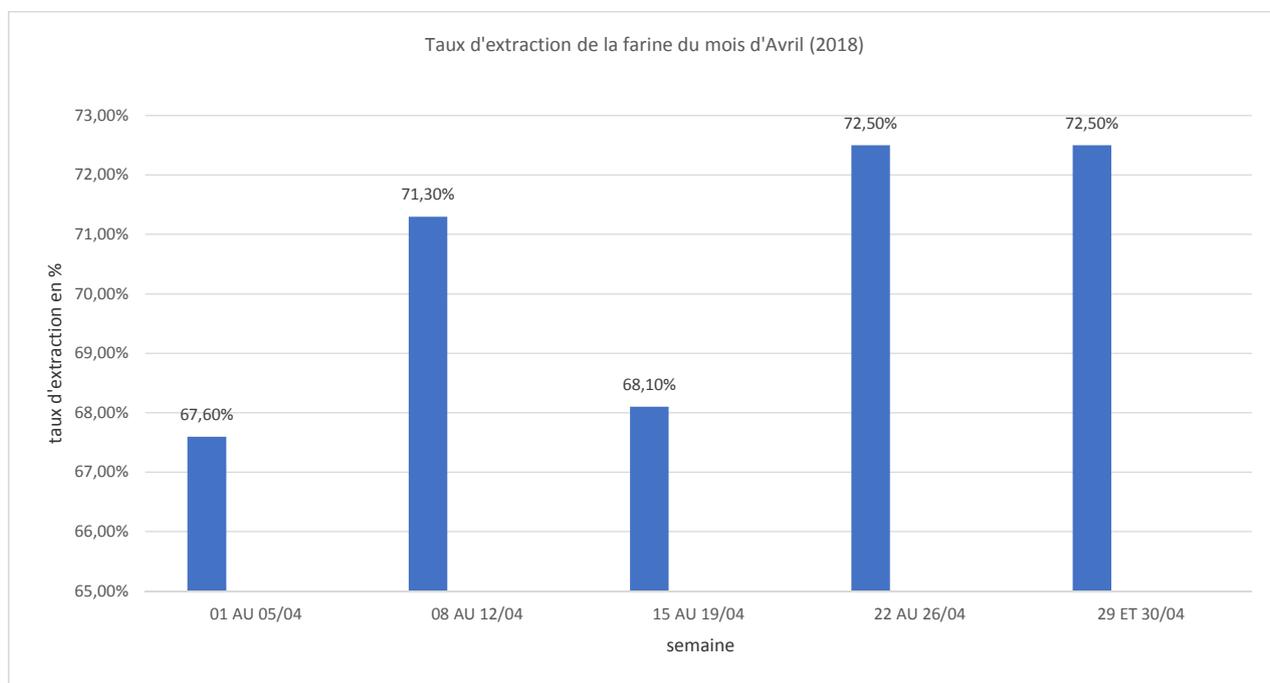
(Source : Registre de production de la minoterie C.T.C.Mahdia)

(Avril 2018)

Discussion

A- Le graphique (Figure N° 14) nous montre par un histogramme, les résultats du tableau (N° 10)

Figure N° 14 : Variation du taux d'extraction de la farine pour le mois d'Avril



(Source : Tableau N° 10)

B- On commente la figure N° 14, comme suit :

- La première semaine d'Avril : le taux d'extraction le plus bas du mois 67.6 %
- La deuxième semaine d'Avril : amélioration du T.E jusqu'à 71.3 %
- La troisième semaine d'Avril : une diminution du T.E 68.1 %
- La quatrième semaine d'Avril : une nette amélioration atteignant 72.5 %
- Les deux derniers jours du mois : stabilité du taux d'extraction, toujours 72.5 %

C- On peut interpréter ces résultats en se référant aux théories suivantes :

1- A partir d'un blé de bonne qualité, on extrait 75 à 77 % de farine. Il en résulte 5 à 8 % de farine non extraite est laissée dans les produits dits finis, constitués par les sons et les remoulages (**Doumandji, 2003**).

2- Quelques paramètres techniques de mouture peuvent déstabiliser le T.E tel que :

- Mauvais réglage des appareils à cylindres
- Cannelures des rouleaux de mouture usées
- Tamis des plansichters perforés
- Sasseurs mal réglés (aspiration, et blutage)
- Problème au niveau des brosses à son
- Le poids des pesées de farine et coproduits, est anormal (**Nuret, 1986**).

➤ Ce qui signifie pour notre expérimentation :

- Le taux d'extraction (70.4 %) présente une anomalie, et il est largement inférieur au T.E Théorique (76 %).

- Une anomalie dans le processus de la mouture, a provoqué cette chute de T.E.

Pour la caractérisation du blé

D'après nos interprétations précédentes, le problème de diminution du taux d'extraction est dû au temps de repos de blé qui est insuffisant (phase de préparation), ce qui confirme l'hypothèse de départ (caractéristiques de blé).

Pour la conduite de la mouture

Cette hypothèse est une cause de la chute du T.E, justifiée par :

1- Mauvais réglage des appareils à cylindres ; vu que les produits (provenant du broyage) qui alimentent les sasseurs ne sont pas homogènes du point de vue qualité.

2- Les produits de mouture qui alimentent les appareils à cylindres (passages lisses) ne sont pas homogènes en qualité.

IV.3. L'estimation des pertes financières (Avril 2018)

IV.3.1. Détermination de la quantité de farine en perte vers les issues

En appliquant la formule de calcul (Voir méthodes d'analyses), le tableau (N° 11) fait sortir les résultats obtenus.

Tableau N° 11 : Pertes de farine dues à la diminution du T.E

Jour	Taux d'extraction de la farine (%)	Trituration par semaine (Qx)	Différence (perte) par rapport au T.E théorique= 76 %
			Pertes de farine (Qx)
Du 01/04/2018 au 05/04/2018	67.6	7066.3	591.4
Du 08/04/2018 au 12/04/2018	71.3	7091.3	293.8
Du 15/04/2018 au 19/04/2018	68.1	7051.0	556.8
Du 22/04/2018 au 26/04/2018	72.5	6661.7	230.4
29/04/2018 et 30/04/2018	72.5	4061.2	141.5
Totaux et moyennes	Moyenne du T.E =70.4 %	Total trituration = 31 931.5 Qx	Total pertes en farine = 1813.9 Qx

(Calcul : Voir matériel et méthode)

Discussion

A- La figure (N° 15) nous montre par un histogramme, les résultats du tableau (N° 11)

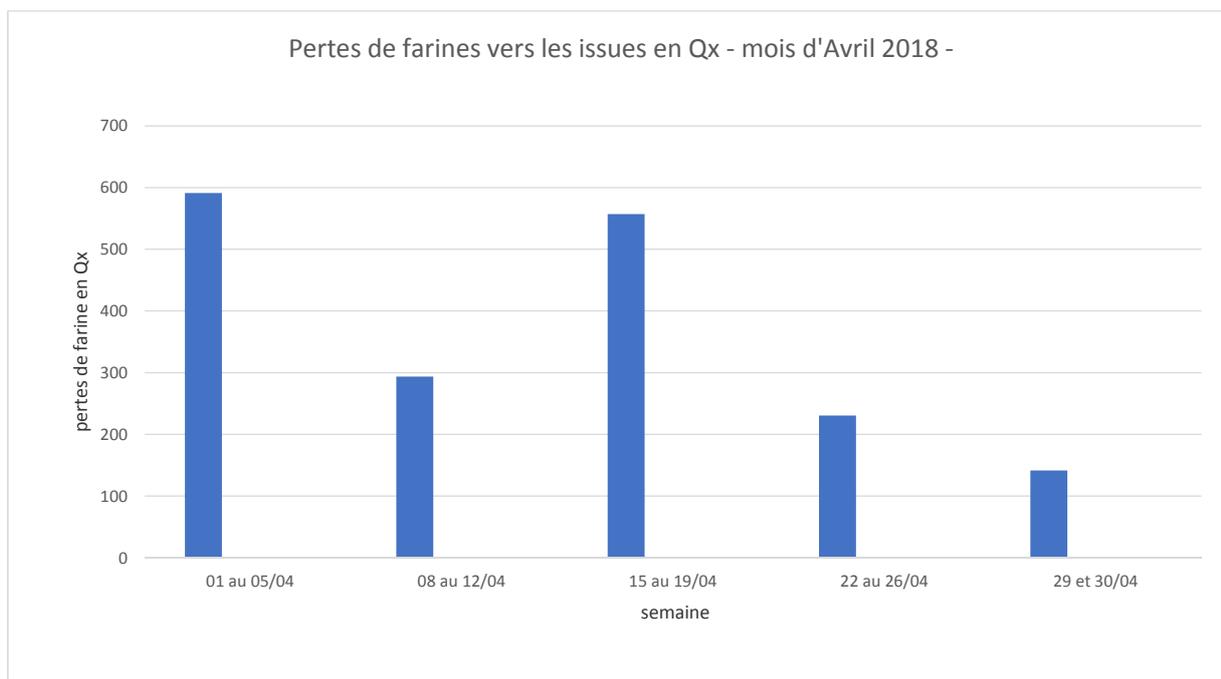


Figure N° 15 : Evolution des pertes de farines (en Qx), due à la variation du T.E
(Source : Tableau N° 11)

B- La figure N°15, nous permet de voir que la première et troisième semaine d'Avril présentent les périodes les plus touchées par la perte des farines vers les issues de meunerie. Puisque les grandes quantités perdues sont enregistrées dans cette période.

Par contre pour la deuxième et quatrième, semaines ainsi les deux derniers jours du mois, ces temps présentent une diminution des pertes de farine vers les issues.

C- La seule interprétation de cette perte de farine est :

- Pour la première et troisième semaine : La baisse du taux d'extraction a provoqué des pertes considérables de farine vers les issues (Voir figure N° 14).
- Pour la deuxième et quatrième semaine ainsi les deux derniers jours du mois : la petite amélioration du T.E a déclenché une diminution des pertes de farine (Voir figure N° 14).

IV.3.2. Estimation des pertes financières dues à la diminution du T.E

Suivant la méthode de calcul, on a pu ressortir l'estimation des pertes financières dues à la diminution du T.E (Tableau N° 12).

Tableau N° 12 : Pertes financières provoquées par la diminution du T.E

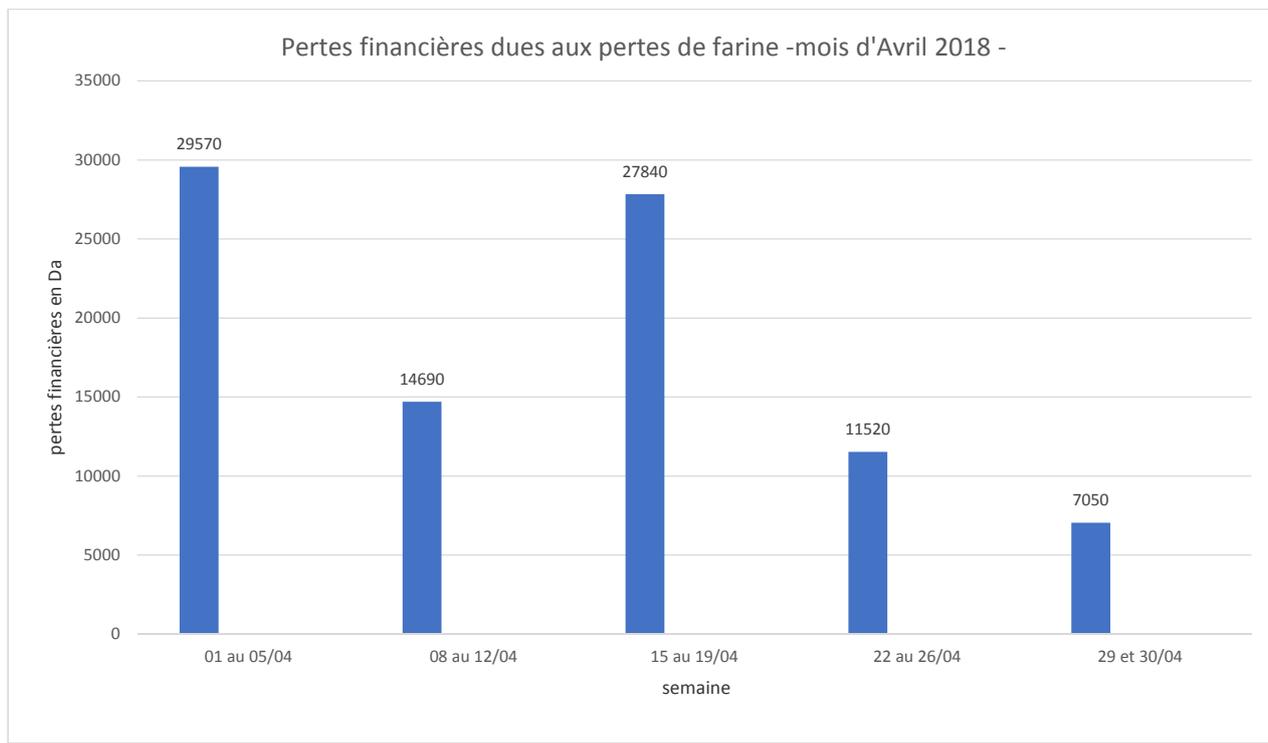
Jour	T.E (%)	Pertes de farine en (Qx)	Pertes financières en Da
Du 01/04/2018 au 05/04/2018	67.6	591.4	29 570,00
Du 08/04/2018 au 12/04/2018	71.3	293.8	14 690,00
Du 15/04/2018 au 19/04/2018	68.1	556.8	27 840,00
Du 22/04/2018 au 26/04/2018	72.5	230.4	11 520,00
29/04/2018 et 30/04/2018	72.5	141.5	7050,00
Totaux et moyennes	T.E moyen = 70.4 %	Total pertes en farine = 1813.9 Qx	Total pertes financières = 90 670,00

(Calcul : Voir matériel et méthode)

Discussion

A- La figure (N° 16) nous montre par un histogramme, les résultats du tableau (N° 12)

Figure N° 16 : Evolution des pertes financières dues à la diminution du T.E



(Source : Tableau N° 12)

B-En observant la figure N° 19, on remarque :

- Les grosses pertes sont enregistrées dans la première semaine et troisième semaine du mois d'Avril,
- Une diminution des pertes dans la deuxième semaine et quatrième semaine.
- La petite perte est enregistrée dans les deux derniers jours du mois.

C- Puisque la perte financière est la conséquence directe de la perte de farine (la baisse du taux d'extraction), vers les issues de meunerie, la figure N° 18 nous montre par preuve ce manque à gagner.

➤ Ce qui nous donne :

1- Le taux d'extraction de la farine (par rapport au B1) a enregistré des diminutions par rapport au T.E théorique, tout au long du mois d'Avril, impliquant des pertes de farines considérables, et par conséquence des pertes financières.

2- Si on veut voir la répercussion de ces pertes financières (90 670 Da) sur la charge des salaires, on prend l'exemple du salaire moyen d'un agent d'exécution (SNMG) qui est de 18 000 Da, et on aura : Les pertes représentent : $90\,670 / 18\,000 = 5.03$ (05 personnes)

Ce qui veut dire le salaire mensuel de 05 agents d'exécution est perdu pour un seul mois.

3- En trouvant comme résultat final l'estimation financière des pertes (90 670 Da), dues à une diminution du T.E pour le mois d'Avril 2018 (période de notre étude),

On peut déduire l'impact financier de cette perte (T.E mensuel = 70.4%), pour une année d'activité, comme suit :

$$90\,670 \times 11 \text{ mois} = 997\,370 \text{ Da} \quad (01 \text{ mois de congés annuel – moulin à l'arrêt})$$

Ce qui montre l'ampleur du problème de diminution du T.E, ainsi les pertes colossales causées surtout pour des longues périodes d'activité (05 années et plus) ;

Exemple pour 05 années d'exercices, les pertes sont :

$$\text{Pertes} = 997\,370 \times 5 = 4\,986\,850 \text{ Da}$$

On peut dire que le dernier montant (4 986 850) lui-même est un investissement soit pour un achat d'autres équipements (exemple : prix d'un filtre à jet d'air), ou bien et tout simplement l'achat d'une quantité de blé tendre suivant :

On prend le prix d'achat auprès de l'OAIC qui est 1285 Da/quintal (voir annexe D), ce qui donne :

$$4\,986\,850 / 1285 = 3880.81 \text{ Qx.}$$

V- Conclusion générale

Conclusion

La présente étude nous a permis de constater en termes de valeur monétaire, l'impact financier que peut provoquer une telle diminution du T.E de la farine dans une minoterie.

Cette diminution aura d'énormes répercussions financières sur le rendement d'un moulin industriel, surtout à long termes.

Ce constat donnera certainement au gérant et au personnel de production en deuxième lieu une idée bien précise sur la gravité du problème, et aussi la situation générale de ce qui cause ce phénomène désastreux et onéreux, afin de procéder à une intervention technique par le chef meunier, pour remédier au problème, car tout retard d'intervention est une perte financière accumulée aux précédentes

Notre objectif final et crucial à atteindre est la sensibilisation de tout le personnel de la minoterie de la grande importance économique du T.E de la farine.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Anonyme. (2008).** Station de recherche Agro scope Changins-Wädenswil ACW. Relation entre le PHL et plusieurs paramètres de la qualité dans le blé (revue suisse)
- Anonyme 1 (2011).** (Dewalque M. Documentation : site web. Boulangerie française).
- Anonyme 2 (2012).** (Documentation : site web. Meunerie française).
- Anonyme 3 (2010).** (Documentation : site web.).
- Behania Z. (2013).** Etude de la fabrication de la farine et contrôle de sa qualité. Thèse de magistère en science et technique. Université KasdiMerbah. Ouargla, 49 p.
- Boudreau A. , Menard G. (1992).** Le blé : éléments fondamentaux et .Ed . Les presses de l'université de laval. Québec et Ottawa 118 p.
- Bar C. (2005).** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Guide pratique ITCF, paris, 253 p.
- Doumandji A. ,Doumandji S. , Doumandji B. (2003).** Cours de technologie des céréales, 67 p.
- Deleau J. (1972).** Guide pratique d'agrégage des blés. (Institut technique des céréales et des fourrages. Paris), 175 p.
- François M. (1998).** Du grain à la farine. Le décorticage et la mouture des céréales en Afrique de l'ouest. Ed. Altersial, G.R.E.T, documentation française, Paris, Coll. « le point sur les technologies », 279 p.
- Ghaderi et al. (1971).** Amélioration du blé tendre pour sa valeur d'utilisation.
- Godon B. et Wilm C. (1991).** Les industries de première transformation des céréales. Ed. APARIA, Paris, Coll. « Sci. Et techn. Agro – alim. », 679 p.
- ISO 2174 ; NA ; 733. (1991).** Détermination des cendres
- ISO 712 ; NA ; 1132. (1990).** Détermination du taux d'humidité
- ISO 7971 - 3. (2009).** Détermination du poids spécifique
- Izri F. (2008).** La Compétitivité de l'industrie algérienne de transformation des céréales - Segment des Farines. (Thèse .magistère), 159 p.
- Mme. Gharib (2007).** Cours de céréales de Mme. Gharib présentés par Mr. Bouasla A. , 67 p.
- Multon David. (1982).** Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris 455p
- Nuret H. (1986).** Moutures sèches

Rohner A W. (1986). Technologie des machines (pour l'enseignement professionnel dans les classes d'apprentis meuniers). 344 p.

Rastoin J.L & Benabderrazik H. (2014). Céréales et oléo protéagineux au Maghreb (institut de prospective économique d monde méditerranéen), 30 p.

Rousset M. (1978). Valeur meunière et comportement en mouture des blés.

Surget&Barron (2005). Histologie de grain de blé – industries des céréales.

Yvon B. (2009). (Documentation site web. Techniques de l'ingénieur)

ANNEXES



Blé roux de printemps, Ouest canadien n° 2 - Données qualitatives des échantillons composites par région

Région productrice ¹	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Paramètres qualitatifs ²	MB s-o	MB n-o	MB est	SK s-e	SK s-o	SK n-e	SK n-o	AB sud	AB central	AB nord
Blé										
Poids spécifique, kg/hL	79,7	80,1	80,1	80,4	78,4	79,3	79,7	78,4	79,4	78,6
Poids de 1 000 grains, g	33,4	34,8	32,3	34,3	31,4	34,2	34,1	35,9	36,8	34,5
Teneur en protéines, %	14,3	13,9	13,8	13,3	13,1	13,3	12,9	13,3	13,5	12,6
Teneur en protéines, % (base de la matière sèche)	16,6	16,1	16,0	15,4	15,1	15,3	14,9	15,3	15,6	14,6
Teneur en cendres, %	1,65	1,63	1,64	1,60	1,67	1,55	1,57	1,61	1,63	1,51
Indice de chute, s	430	390	410	380	420	400	425	400	355	335
Rendement de la farine à la mouture										
Blé propre, %	77,0	76,3	76,5	76,2	75,7	76,0	75,6	75,4	76,0	75,0
0,50 % de cendres, %	79,5	78,3	79,0	78,7	76,7	78,0	78,1	77,9	78,5	78,5
Farine										
Teneur en protéines, %	13,2	12,9	12,8	12,4	12,3	12,6	12,2	12,4	12,6	11,9
Teneur en gluten humide, %	36,4	35,4	34,9	34,4	34,1	35,4	33,5	33,8	35,3	32,1
Indice de gluten, %	92,4	93,2	96,2	95,6	93,0	96,1	95,7	92,1	94,8	96,1
Teneur en cendres, %	0,45	0,46	0,45	0,45	0,48	0,46	0,45	0,45	0,45	0,43
Dégradation de l'amidon, %	7,9	7,9	7,9	7,8	7,8	7,9	7,6	8,0	7,5	7,8
Viscosité maximale à l'amylographe, U.B.	640	560	700	580	545	510	605	450	420	250
Farinogramme										
Absorption, %	64	64,1	63,5	64,1	63,1	64,2	63,8	64,6	64,7	64,3
Temps de développement, min	5,50	6,00	5,50	4,50	5,25	5,50	5,0	5,25	5,25	2,75
Indice de tolérance au pétrissage, U.B.	35	30	30	35	35	40	35	35	40	30
Stabilité, min	7,5	9,0	9,0	7,0	8,0	6,5	8,0	7,5	6,0	6,5
Extensogramme										
Hauteur maximale, U.B.	400	436	406	377	437	377	439	431	400	388
Longueur, cm	23,9	23,5	23,5	23,5	22,3	24,8	22,8	22,9	23,4	24,7
Surface, cm ²	124	130	125	115	122	122	126	125	122	128

¹ Régions productrices du Manitoba : 1 (Sud-Ouest du Manitoba), 2 (Nord-Ouest du Manitoba), et 3 (Est du Manitoba); régions productrices de la Saskatchewan : 4 (Sud-Est de la Saskatchewan), 5 (Sud-Ouest de la Saskatchewan), 6 (Nord-Est de la Saskatchewan), et 7 (Nord-Ouest de la Saskatchewan); régions productrices de l'Alberta : 8 (Sud de l'Alberta), 9 (Centre de l'Alberta), et 10 (Nord de l'Alberta).

² Les données sont basées sur 13,5 % d'humidité pour le blé et 14,0 % pour la farine.

Annexe A : caractéristiques du blé tendre mis en œuvre



Niléma – litre (CHOPIN)



Etuve multicellulaire - CHOPIN



Four à moufle - BUHLER



Broyeur - CHOPIN

Annexe B : Matériel de laboratoire

1. Appareillage (four à moufle - Voir annexe B)

2. Mode opératoire

D'après la norme **ISO 2171 (2007)**, le taux de cendres du blé est déterminé comme suit :

- ✓ Peser à 0.01 Mg près, la totalité du produit (5g ± 0.1g, du blé moulu), dans un creuset en porcelaine préalablement sèche à 130°C pendant 09 minutes ;
- ✓ Faire le creuset de l'étuve immédiatement avant emploi et laisser refroidir dans un dessiccateur 15 min ;
- ✓ Ajouter à l'aide d'une pipette graduée, 01 ml d'éthanol goutte à goutte répartie sur toute la surface externe de la prise d'essai ;
- ✓ Placer le creuset et son contenu imbibé d'alcool à l'entrée du four à moufle (porté à la température d'incinération), en laissant sa porte ouverte le temps que la pré incinération s'achève ;
- ✓ Une fois que la flamme s'éteint, introduire le creuset à l'intérieur à l'intérieur du four et poursuivre l'incinération pendant 04 min à 55°C ;
- ✓ Une fois l'incinération retirer le creuset du four et le mettre refroidir dans un dessiccateur 60 min (pour maintenir l'efficacité de la dessiccation, à ne pas superposer les creusets) ;
- ✓ Peser le creuset à 0.1 mg près, une fois refroidi.

3. Expression des résultats

Le T.C par rapport à la matière sèche est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Taux de cendres (\%)} = ((M2 - M0) / M1) \times 100 \times (100 / (100 - H))$$

M0 : poids du creuset vide (en g). **M1** : poids de la prise d'essai (en g)

M2 : poids du creuset contenant la prise d'essai après incinération (en g). **H** : taux d'humidité de la prise d'essai

Annexe C : Référence de la méthode d'analyse (Taux de cendres)

ANNEXE
**PRIX SORTIE-RAFFINERIE ET MARGES
 DE DISTRIBUTION DE GROS DES
 PRODUITS PETROLIERS RAFFINES
 DESTINES AU MARCHÉ NATIONAL**

PRODUITS	PRIX SORTIE RAFFINERIE (DA/TM) HT	MARGE DE DISTRIBUTION DE GROS (DA/TM) HT
Buzane	2.030	1.890
Propane	2.030	2.268
GPL - Vrac	2.030	1.099
GPL - Carburant	2.030	1.099
Essence super	9.609	1.280
Essence normale	9.609	1.260
Gas-oil	7.550	1.036
Fuel lourd	7.139	864

Décret exécutif n° 96-132 du 25 Dhou El Kaada 1416 correspondant au 13 avril 1996 portant fixation des prix aux différents stades de la distribution des farines et des pains.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre du commerce,

Vu la Constitution, notamment ses articles 81-4° et 116 (alinéa 2);

Vu l'ordonnance du 12 juillet 1982 relative à l'organisation du marché des céréales en Algérie et de l'office algérien interprofessionnel des céréales;

Vu l'ordonnance n° 82-01 du 6 mars 1982 portant dispositions complémentaires à la loi n° 81-13 du 27 décembre 1981 portant loi de finances pour 1982;

Vu la loi n° 89-02 du 7 février 1989 relative aux règles générales de protection du consommateur;

Vu la loi n° 89-23 du 19 décembre 1989 relative à la réalisation;

Vu l'ordonnance n° 95-06 du 23 Chaâbane 1415 correspondant au 25 janvier 1995 relative à la concurrence, notamment son article 5;

Vu l'ordonnance n° 95-27 du 8 Chaâbane 1416 correspondant au 30 décembre 1995 portant loi de finances pour 1996;

Vu le décret n° 85-65 du 23 mars 1985 relatif aux modalités de péremption des frais de transport et des frais accessoires liés au transport des céréales, des produits dérivés des céréales et des légumineuses;

Vu le décret n° 86-168 du 29 juillet 1986 relatif aux conditions de fixation du taux d'extraction et aux prix des farines, semoules, pâtes, couscous et pâtes, modifié par le décret exécutif n° 91-40 du 16 février 1991;

Vu le décret présidentiel n° 95-450 du 9 Chaâbane 1416 correspondant au 31 décembre 1995 portant nomination du Chef du Gouvernement;

Vu le décret présidentiel n° 95-01 du 14 Chaâbane 1416 correspondant au 5 janvier 1996 portant nomination des membres du Gouvernement;

Vu le décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990 relatif au contrôle de la qualité et de la répression des fraudes;

Vu le décret exécutif n° 90-367 du 10 novembre 1990 relatif à l'étiquetage et à la présentation des denrées alimentaires;

Vu le décret exécutif n° 91-53 du 23 février 1991 relatif aux conditions d'hygiène lors du processus de la mise à la consommation des denrées alimentaires;

Vu le décret exécutif n° 91-572 du 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain;

Vu le décret exécutif n° 96-31 du 24 Chaâbane 1416 correspondant au 18 janvier 1996 portant modalités de fixation des prix de certains biens et services stratégiques;

Vu le décret exécutif n° 96-36 du 24 Chaâbane 1416 correspondant au 15 janvier 1996 portant fixation des prix aux différents stades de la distribution des farines et des pains;

Après avis du conseil de la concurrence;

Décète :

Article 1er. — Les prix de cession aux différents stades de la distribution, des farines courantes en vrac et conditionnées, sont fixés à partir du 3 janvier 1996 comme suit :

1°) Farine courante en vrac :

U : DA/Quintal

DESIGNATION	PRIX
* Prix de cession à boulangers.....	2000,00
* Prix de cession à détaillants, collectivités, industries de transformation et autres utilisateurs...	2080,00
* Prix de vente à consommateurs.....	2180,00

Les prix ci-dessus s'appliquent sur l'ensemble du territoire national et s'entendent :

— produits rendus porte boulanger ou commerçant détaillant;

— produits logés en sacs consignés, facturés en sus des prix fixés conformément à la réglementation en vigueur.



(01) : Elévateur à godets



(03) : Silos de stockage



Séparateur nettoyeur

Canal d'aspiration

(02) : Ensemble séparateur nettoyeur aspirateur



(04) : Vis sans fin



(05) : Séparateur magnétique



(06) : Epierreur



(07) : Batterie de triage



Epointeuse



Tarare vertical

Annexe (08) : Epointeuse combinée au tarare



(09) : Vis mouilleuse



(10) : Doseur volumétrique



(11) : Peseuse automatique pour blé avant B1



(12) : Appareil à cylindres



(13) : Plansichter



(14) : Sasseur



(15) : Détacheur à percussion



(16) : Turbo – bluterie



(17) : Pesseuse automatique pour farine



(18) : Plansicheter de sureté



(19) : Station d'ensachage