

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité/Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire
Département : Biologie

Thème :

HAACP et maîtrise des risques alimentaires dans la fabrication des pâtes

Présenté par :

BENKRIBA Ahlem

TOUBI Yassamine

Devant le jury composé de :

Président : Dr. MOKHTARI A.

Examineur : Pr. SOUMATI SOUIKI L.

Encadreur : Dr. GUEROUI Y.

Université de Guelma

Université de Guelma

Université de Guelma

Juillet 2019

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a prêté aide, courage et patience pour mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre respectueuse gratitude à Mr. MOKHTARI A. d'avoir bien voulu présider le jury ainsi qu'à Mme. SOUMATI SOUIKI L. pour nous avoir honoré en acceptant d'examiner et juger ce travail.

Nous exprimons nos sincères remerciements à notre encadreur Mr. GUEROUI Y. d'avoir accepté avec toute modestie de nous encadrer et nous avoir accordé sa confiance. Nous lui remercions également pour tout le savoir qu'il nous a transmis durant notre cursus universitaire.

Notre reconnaissance s'adresse aussi au PDG des Moulin Amor Benamor qui a accepté de nous accueillir au sein de son entreprise ainsi qu'au directeur QHSE Mr. TABET K. pour ses remarques et informations qu'il nous a généreusement prodigué.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à Melle. BOUGHOULA R. pour sa présence, sa gentillesse et toute l'attention avec laquelle elle nous a entouré.

Nos vifs remerciements vont également à tous le personnel des Moulins Amor Benamor particulièrement Quassem, Zaki et Hassen qui nous ont apporté leurs expériences pour nous guider et conseiller tout au long de ce travail.

Enfin, nous remercions tous ceux ou celles qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

A vous tous, un grand MERCI

Glossaire

- **Action préventive** : Action visant à éliminer la cause d'une non-conformité potentielle ou d'une autre situation potentielle indésirable.
- **Action corrective** : Procédure à suivre quand une déviation a lieu et que la surveillance révèle que le point critique à maîtriser ne l'est pas.
- **Analyse des risques** : Identification des dangers, évaluation de leur probabilité d'apparition ou de leur fréquence et de leur sévérité ou gravité.
- **Arbre de décision** : Diagramme permettant de faire émerger les points critiques à maîtriser.
- **Causes** : Situations susceptibles d'introduire le danger considéré ou d'en permettre l'accroissement jusqu'à un niveau inacceptable.
- **CCP (Point critique de maîtrise)** : Tout point, lieu, personnel, opération ou protocole auquel une mesure de maîtrise peut être exercée pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la sécurité des aliments ou le ramener à un niveau acceptable.
- **Codex Alimentarius** : Est un programme commun de l'organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'organisation mondiale de la santé (OMS) consistant en un recueil de normes, codes d'usages, directives et autres recommandations relatifs à la production et à la transformation agroalimentaires qui ont pour objet la sécurité sanitaire des aliments, soit la protection des consommateurs et des travailleurs des filières alimentaires, et la préservation de l'environnement.
- **Danger** : Agent biologique, chimique ou physique présent dans un aliment ou état de cet aliment pouvant entraîner un effet néfaste sur la santé.
- **Diagramme d'Ishikawa** : Diagramme destiné à faire émerger les dangers liés aux 5M (matière, main d'œuvre, matériel, milieu, méthode).
- **Equipe HACCP** : Groupe de personnes responsable du développement d'un plan HACCP.
- **ISO 22000** : Est une norme internationale, relative à la sécurité des denrées alimentaires. Elle est applicable pour tous les organismes de la filière agroalimentaire.
- **Limite critique** : Valeurs extrêmes d'un critère donné qui ne doit pas être franchie pour s'assurer que la maîtrise est effective.
- **Maîtrise** : Situation dans laquelle les procédures sont suivies et les critères sont satisfaits.
- **Risque** : Fonction de la probabilité d'un effet néfaste sur la santé et de la gravité de cet effet résultant d'un ou de plusieurs dangers dans un aliment.
- **Sécurité des aliments** : Assurance que les aliments sont sans danger pour le consommateur quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés.

Liste des abréviations

ACIA : Agence Canadienne d'Inspection des Aliments

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances et leurs Effets et de leur Criticité

Aw : Activité de l'eau

BPA : Bonnes Pratiques Agricoles

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène

CCP : Points critiques pour la maîtrise (Critical Control Point)

DFC : Direction des Finances et Comptabilité

DLUO : Date Limite d'Utilisation Optimale

DRH : Direction des Ressources Humaines

°f : Degré Français

FAO : Food and Agriculture Organization

FIFO : First In First Out

GH : Gluten Humide

GS : Gluten Sec

H : Humidité

HACCP : Hazard Analyses Critical Control Point (analyse des risques - points critiques pour leur maîtrise)

HSE : Hygiène, Sécurité et environnement

ISO : Organisation international de standardisation

MAB : Moulins Amor Benamor

MP : Matière Première

NASA : National Aeronautics and Space Administration

NET : Noir Eriochrome T

NF : Norme Française

PASA : Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments

pH : Potentiel d'hydrogène

PRP : Programme Prérequis

PRPo : Programme Prérequis Opérationnels

QHSE : Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement

SARL : Société À Responsabilité Limitée

SG : Semoule Grosse

SGM : Semoule Grosse Moyenne

SSSE (3SE) : Semoule Sassée Super Extra

SSSF : Semoule Sassée Super Fine

TH : Titre Hydrométrique

TOC : Temps Optimal de Cuisson

Tr/min : Tour par minute

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Classification botanique du blé dur	2
2	Composition chimique de la semoule	6
3	Produits des Moulins Amor Benamor	21
4	Dates d'analyses	22
5	Membres de l'équipe HACCP	44
6	Fiche technique comportant les données relatives à la semoule SSSE	46
7	Fiche technique comportant les données relatives à l'eau de mélange	46
8	Description du produit fini (Coudes 04)	47
9	Utilisation prévue des pâtes (Coudes 04)	47
10	Liste des dangers	51
11	Analyse des dangers associés à la production des pâtes alimentaires « Coudes 04 »	52
12	Fiche CCP 1	56
13	Fiche CCP 2	56
14	Fiche PRPo 1	57
15	Fiche PRPo 2	57
16	Plan de maintenance	58
17	Plan de nettoyage	58
18	Plan de contrôle	59

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Composition histologique du grain de blé	3
2	Programmes prérequis (PRP)	12
3	Diagramme d'Ishikawa (méthode des 5M)	17
4	Fiche technique de l'entreprise Amor Benamor	20
5	Présentation du site d'étude (les Moulins Amor Benamor)	21
6	Dessiccateur halogène pour mesurer l'humidité	23
7	Analyse de la granulométrie	24
8	Détermination de taux de cendres de la semoule	26
9	Analyse colorimétrique des pâtes	28
10	Principe de la méthode gluten index	30
11	Détermination de taux de gluten	31
12	Détermination de temps de cuisson	33
13	Détermination de la taille de produit	34
14	Variation d'humidité dans les différents échantillons analysés	35
15	Résultats de la granulométrie de la semoule SSSE de blé dur	36
16	Résultats de taux de cendres des différents échantillons analysés	36
17	Résultats de la colorimétrie des différents échantillons analysés	37
18	Variation de l'indice de gluten des échantillons analysés	38
19	Variation du TH des échantillons analysés	38
20	Variation du temps de cuisson des différents échantillons analysés	39
21	Variation d'humidité dans les différents échantillons analysés	40
22	Résultats de la colorimétrie des différents échantillons analysés	40
23	Taille des différents échantillons analysés	41
24	Diagramme de fabrication des pâtes courtes Amor Benamor	48

Sommaire

Glossaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

ملخص

Abstract

Introduction

1

Chapitre I : Généralités

1. Blé	2
1.1. Définition	2
1.2. Classification botanique	2
1.3. Composition histologique	2
1.4. Composition biochimique	4
2. Pâtes alimentaires	5
2.1. Origine	5
2.2. Définition	5
2.3. Constituants	5
2.3.1. Eau	5
2.3.2. Semoule	6
2.4. Classification	7
2.5. Aspect	7

Chapitre II : Qualité et système HACCP

1. Concept de la qualité	8
1.1. Définition	8
1.2. Composantes de la qualité	8
1.3. Management qualité	9
1.4. Assurance qualité	10
2. Système HACCP	10
2.1. Définition	10
2.2. Historique du système HACCP	10
2.3. Objectifs	11
2.4. Bonnes pratiques	11
2.5. Programmes prérequis du système HACCP (PRP)	12
2.6. Les principes de l'HACCP	14
2.7. Les étapes de l'HACCP	15
2.7.1. Définir le champ d'étude	15
2.7.2. Constituer l'équipe HACCP	15
2.7.3. Décrire le produit fini	15
2.7.4. Identifier l'utilisation prévue du produit fini	15

2.7.5. Etablir un diagramme de fabrication	16
2.7.6. Vérifier le diagramme de fabrication	16
2.7.7. Analyser les dangers	16
2.7.8. Evaluer les dangers	17
2.7.9. Identifier des mesures préventives	17
2.7.10. Etablir des limites critiques pour chaque CCP	18
2.7.11. Mettre en place un système de surveillance des CCP	18
2.7.12. Etablir des actions correctives en cas de déviation	18
2.7.13. Etablir des procédures de vérification	18
2.7.14. Etablir un système documentaire	19

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. Présentation de l'unité	20
1.1. Fiche technique de l'entreprise	20
1.2. Historique des Moulins Amor Benamor	20
1.3. Situation géographique	21
1.4. Produits de l'unité	21
2. Plan d'analyse et contrôle	21
2.1. Points de prélèvement	22
2.1.1. Prélèvement des matières premières	22
2.1.2. Prélèvement du produit fini	22
2.2. Analyse de la semoule	23
2.2.1. Taux d'humidité	23
2.2.2. Taux d'affleurement	24
2.2.3. Taux de cendres	25
2.2.4. Colorimétrie	27
2.2.5. Indice de gluten	28
2.3. Analyse de l'eau de mélange	32
2.3.1. Dureté ou titre hydrométrique (TH)	32
2.4. Analyse des pâtes	32
2.4.1. Temps de cuisson	32
2.4.2. Taille du produit	33
3. Application du plan HACCP	34
3.1. Evaluation de l'état actuel des programmes prérequis au niveau de l'entreprise	34
3.2. Révision de l'ancien manuel HACCP	34

Chapitre IV : Résultats et Discussion

1. Résultats d'analyse des matières premières	35
1.1. Semoule	35
1.1.1. Taux d'humidité (Teneur en eau)	35
1.1.2. Taux d'affleurement (Granulométrie)	36

1.1.3. Taux de cendres	36
1.1.4. Colorimétrie	37
1.1.5. Indice de gluten	37
1.2. Eau de mélange	38
1.2.1. Dureté totale (TH)	38
2. Résultats d'analyse du produit fini (pâtes alimentaires)	39
2.1. Temps de cuisson	39
2.2. Taux d'humidité	39
2.3. Colorimétrie	40
2.4. Taille du produit	41
3. Mise en œuvre du système HACCP	41
3.1. Diagnostic des programmes prérequis	41
3.2. Résultats de l'application des principales étapes du système HACCP	43
3.2.1. Définition du champ d'étude	43
3.2.2. Constitution de l'équipe HACCP	43
3.2.3. Description du produit	46
3.2.4. Utilisation prévue	47
3.2.5. Diagramme de fabrication	48
3.2.6. Vérification du diagramme de fabrication	50
3.2.7. Analyse des dangers	50
3.2.8. Identification des points critiques	56
3.2.9. Etablissement des limites critiques, système de surveillance et action correctives pour chaque CCP et PRPo	56
3.2.10. Etablissement de la documentation	57
4. Résultat de la révision de l'ancien manuel HACCP	60
Conclusion	61
Références bibliographiques	62
Annexes	

Résumé

Au terme de cette étude réalisée au niveau des Moulins Amor Benamor, la mise en œuvre du système HACCP a permis de comprendre son fonctionnement ainsi que sa nécessité pour assurer un développement durable, et d'aider à évaluer les dangers associés à la fabrication des pâtes alimentaires afin de les maîtriser et garantir le plus possible une production de qualité.

L'objectif de ce travail est d'adopter les principes de la démarche HACCP dans la ligne de fabrication des pâtes courtes au sein de l'unité des pâtes Amor Benamor, ainsi que d'évaluer et suivre les paramètres physico-chimiques des matières premières et du produit fini.

L'application du système HACCP pour la ligne « G » des pâtes courtes a pu mettre en évidence 2 points critiques (2 CCP) et deux programmes prérequis opérationnels (2 PRPo), suite à cette évaluation, des mesures de maîtrise ont été fixées pour chacun d'eux. Et les résultats obtenus, avèrent que les pâtes courtes étudiées sont de bonne qualité et répondent aux normes.

Mots clés : Qualité, HACCP, Pâtes alimentaires, Dangers, Points critiques, Paramètres physico-chimiques.

ملخص

في نهاية هذه الدراسة التي أجريت في مطاحن عمر بن عمر، مكن تنفيذ نظام تحليل المخاطر ونقاط المراقبة الحرجة من فهم كيفية عمله وحاجته إلى ضمان التنمية المستدامة، والمساعدة في تقييم المخاطر المرتبطة بإنتاج العجائن الغذائية. من أجل السيطرة عليها وضمان أكبر قدر ممكن من جودة الإنتاج.

الهدف من هذا العمل هو اعتماد مبادئ نهج تحليل المخاطر ونقاط التحكم الحرجة في خط إنتاج العجائن الغذائية القصيرة في وحدة عمر بن عمر للعجائن، وكذلك لتقييم ومراقبة العوامل الفيزيوكيميائية للمواد الأولية والمنتج النهائي.

تمكن تطبيق نظام تحليل المخاطر ونقاط المراقبة الحرجة على خط الإنتاج «G» من تسليط الضوء على نقطتين حرجتين وبرنامجين للشروط التشغيلية، وبعد هذا التقييم، تم وضع تدابير لإتقان كل واحد منهم. والنتائج المتحصل عليها، تبين أن العجائن القصيرة التي تمت دراستها جيدة النوعية وتفي بالمعايير.

الكلمات المفتاحية: الجودة، نظام تحليل المخاطر لإدارة السلامة والجودة، العجائن الغذائية، المخاطر، النقاط الحرجة، العوامل الفيزيوكيميائية.

Abstract

At the end of this study carried out at the Amor Benamor Mills, the implementation of the HACCP system made it possible to understand how it works and its need to ensure sustainable development, and to help assess the hazards associated with pasta production in order to control them and guarantee as much quality production as possible.

The objective of this work is to adopt the principles of the HACCP approach in the short pasta production line within the Amor Benamor pasta unit, as well as to evaluate and monitor the physico-chemical parameters of raw materials and final product.

The application of the HACCP system for the «G» line of short pasta has highlighted 2 critical points (2 CCP) and two operational prerequisite programs (2 PRPo), following this evaluation, control measures have been set for each of them. And the results obtained show that the short pasta studied is of good quality and meets the standards.

Keywords: Quality, HACCP, Pasta, Hazards, Critical points, Physicochemical parameters.

INTRODUCTION

Introduction

A l'heure où le secteur alimentaire souffre d'une crise de confiance majeure qui touche l'opinion publique, la maîtrise de la qualité des aliments est un souci majeur et permanent dans l'industrie agroalimentaire. De cet effet, les industriels ont besoin de démontrer leur aptitude à maîtriser les dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires.

La sécurité des denrées alimentaires concerne la présence de dangers liés aux aliments au moment de leur consommation. L'introduction de ces dangers peut survenir à n'importe quelle étape de la chaîne de fabrication. Ces dangers peuvent avoir des conséquences négatives, aussi bien au niveau de la santé publique qu'au niveau économique, il est donc essentiel de maîtriser de façon adéquate l'intégralité de cette chaîne (ISO, 2005).

L'introduction d'une approche préventive telle que le système d'analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise : HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*), a conduit l'industrie à accroître la maîtrise des risques en matière de sécurité sanitaire des aliments.

Le HACCP est un système qui constitue une approche multidisciplinaire, structurée et documentée. Son rôle est d'assurer la sécurité et la salubrité de tout type d'aliment ou de matière première destinée à leur fabrication (Guiraud, 2003).

« Amor Benamor », conscient de l'ampleur de la sécurité alimentaire sur la santé du consommateur, il s'est fixé comme objectif la mise en place d'une démarche HACCP pour que tous ses produits soient de qualité nutritionnelle et sanitaire irréprochable.

Dans cette optique, la présente étude constitue une contribution à la mise en œuvre de la démarche du système HACCP au niveau des Moulins Amor Benamor d'El Fedjoudj – Guelma, sur le processus de fabrication et plus précisément sur une ligne de production des pâtes courtes au sein de l'entreprise étudiée.

Ce travail portera sur deux parties majeures, successivement éclairées :

- La première partie comporte une étude bibliographique présentant en premier chapitre le blé d'une façon générale et les pâtes alimentaires d'une façon particulière, alors que le deuxième chapitre s'articule sur la qualité et le système HACCP dans sa globalité en précisant ses objectifs, ses principes ainsi que les étapes qui le constituent et la manière dont ces dernières doivent être réalisées ;
- La seconde partie est expérimentale comprend deux chapitres, l'un vise à présenter le matériel et les différentes méthodes utilisées pour contrôler la qualité des matières premières et du produit fini, l'autre sert à discuter les différents résultats trouvés et appliquer le système HACCP.

CHAPITRE I

Généralités

1. Blé

1.1. Définition

Le blé est une monocotylédone appartenant au genre de *Triticum* de la famille des Gramineae. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments (Šramkova *et al.*, 2009). Il existe deux espèces de blé : le blé tendre et le blé dur. Ils se différencient par la friabilité de l'amande, qui est plus importante pour le blé tendre et permet sa transformation en farine, alors que pour le blé dur la transformation se fait en semoules.

Le blé tendre (*Triticum aestivum*) est utilisé pour la panification, la pâtisserie, la biscuiterie car il est panifiable. Alors que le blé dur (*Triticum durum*) est utilisé pour le roulage de couscous, la fabrication de galette, de certains pains traditionnels et des pâtes alimentaires. Il est pastifiable et panifiable (Calvel, 1984).

1.2. Classification botanique

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille qui sont caractérisées par des critères morphologiques particuliers. Le blé dur obéit à la classification détaillée donnée par le tableau 1 (Feillet, 2000).

Tableau 1. Classification botanique du blé dur (Feillet, 2000).

Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Commélimiflorales
Sous-ordre	Poales
Famille	Graminae ou Poaceae
Genre et Espèce	<i>Triticum durum</i>

1.3. Composition histologique

Les graines de blé ont une forme ovoïde, possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale (le sillon) et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils (la brosse). Le grain de blé se compose de trois parties principales (Fig. 1) :

- **Enveloppes** : Les enveloppes sont de nature cellulosique qui protège le grain et représentent 14-16% de la masse du grain. Elles renferment une teneur importante en protéines, en matières minérales et en vitamine du groupe B, elles contiennent en outre les pigments qui donnent la couleur des grains. Les enveloppes ont une épaisseur variable et sont formées de trois groupes de téguments soudés :
- **Le péricarpe** ou tégument du fruit constitué de 3 assises cellulaires :
 - Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
 - Mésocarpe, formé de cellules transversales.
 - Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires.
 - **Le testa** ou tégument de la graine constitué de deux couches de cellules.
 - **L'épiderme du nucelle** appliqué sur l'albumen sous-jacent (Ait et Ait, 2008).
- **Endosperme (amande ou albumen)** : représentant 83 à 85 % du poids du grain, il est composé de 70% d'amidon et de 7% de gluten. Chez le blé dur l'albumen est corné et vitreux, un peu comme celui du riz.
- L'albumen joue un rôle essentiel dans la composition de la semence, il sert de réserve et ne sera complètement utilisé qu'au moment de la germination (Guergah, 1997).
- **Germe (embryon)** : Il constitue un organe de réserve, riche en protéines, en lipides, en vitamine B1 et B6 et forme environ 2,5% à 3% du grain de blé. Le germe comprend deux parties : la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture facilement assimilable, destinée à la plantule) qui contient l'essentiel des matières grasses du grain. (Surget et Barron, 2005).

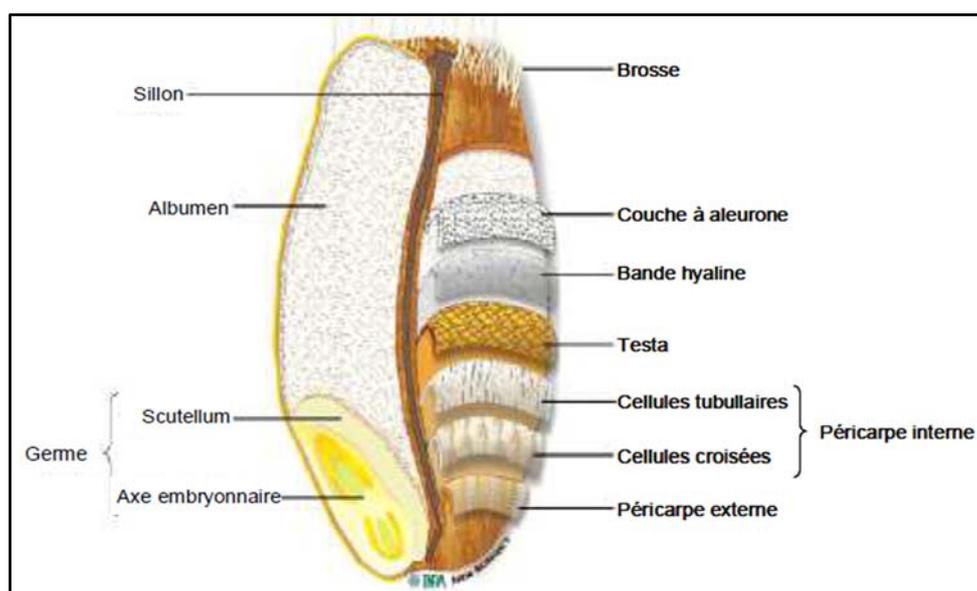


Figure 1. Composition histologique du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

1.4. Composition biochimique

➤ Eau

Le pourcentage en eau du blé varie selon la variété et le temps de récolte, il est d'environ 13,5%, ce pourcentage a deux effets différents, il permet d'une part une aptitude de stockage à long durée et inhibe d'autre part le développement des micro-organismes notamment les moisissures (**Fredot, 2005**).

➤ Glucides

La fraction importante des glucides est représentée par l'amidon d'environ 60 à 70% du grain et ainsi d'autres pentoses et matières cellulosiques (**Patrick, 2006**).

➤ Lipides

Les grains de blé sont pauvres en lipides, avec une teneur d'environ 2,7%. Certains types ont un pouvoir moussant et contribuent à la fabrication d'un pain bien enveloppé (**Patrick, 2006**).

➤ Minéraux et vitamines

Les grains de blé sont très variés en matière de minéraux à savoir : le potassium (340mg/100g), le phosphore (400mg/100g), le calcium (45mg/100g) et le sodium (8mg/100g). Le grain de blé est également riche en vitamines notamment celles du groupe B à savoir B1, B2, B3, B6 et B9 (**Roudaut et Lefrancq, 2005**).

➤ Protéines

Les protéines sont la base de la qualité technologique du blé. Le grain de blé contient entre 10 et 15% de protéines selon la variété.

Elles sont classées suite à leur solubilité en protéines solubles et protéines de réserves.

- **Albumines** : solubles dans l'eau.
- **Globulines** : solubles dans les solutions salines diluées.
- **Gliadines** : solubles dans une solution eau/éthanol.
- **Gluténines** : partiellement solubles dans les solutions diluées d'acide et dans certains détergents ou dissociant (**Battais et al., 2007**).

➤ Enzymes

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

- **Protéases** : trouvées en quantité relativement faible.
- **Amylases** : sont des hydrolases capables de dégrader spécifiquement les liaisons glucidiques de l'amidon (amylose et amylopectine) (**Adrian, 1996**).
- **Lipase** : est une enzyme lipolytique qui augmente au cours de germination (**Potus et al., 1994**).

2. Pâtes alimentaires

2.1. Origine

Contrairement à ce qui est répondu, les pâtes alimentaires ne sont pas originaires d'Italie. La technique rudimentaire de la fabrication des pâtes alimentaires débute en Mésopotamie (qui constitue la majeure partie de l'Iraq actuel) pour être transmise à l'Inde, puis à la Chine 5000 ans avant J.C. et au Japon 600 ans après J.C. d'où elles gagnent les pays méditerranéens via la Grèce et l'Italie en 1279 (**Boudreau et Ménard, 1992**).

2.2. Définition

Les pâtes alimentaires peuvent être décrites comme des produits prêts à l'emploi culinaire, préparés par pétrissage sans fermentation de semoule de blé dur additionnée d'eau potable, et soumis à des traitements physiques appropriés tels que le tréfilage, le laminage et le séchage, ce qui leurs donnent l'aspect souhaité par les usagers (**Feillet, 2000**).

Les pâtes alimentaires sont universellement consommées et appréciées, leur excellente aptitude à la conservation et au stockage et leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, sont autant d'atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation (**Petitot et al., 2009**).

2.3. Constituants

2.3.1. Eau

L'eau joue un rôle majeur au cours de la confection de la pâte. C'est un liquide incolore, inodore, agréable au goût, ne renferme que des traces de matière organiques pas d'ammoniac et pas de germes pathogènes. Elle gonfle le grain d'amidon et favorise l'assouplissement et l'allongement du gluten ce qui donne à la pâte ses propriétés de plasticité. Elle fournit aux protéines et enzymes la mobilité nécessaire pour réagir et elle participe elle-même aux réactions (**Guinet et Godon, 1994**).

Selon de nombreuses observations faites par les industriels, il ressort que la qualité de l'eau utilisée peut influencer l'aspect des produits finis au cours de la cuisson. Des eaux de faible dureté hydrotimétrique sont généralement recommandées (**Feillet, 2000**).

2.3.2. Semoule

La semoule est le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum*) par un procédé de broyage ou de mouture au cours duquel le son et les germes sont essentiellement éliminés et le reste est réduit en poudre suffisamment fine (**FAO, 1996**).

Les semoules sont classées en fonction du diamètre des mailles des tamis qui les retiennent. Il y a des semoules grosses, des semoules moyennes et des semoules fines dites propres ou vêtues (**Selselet, 1991**).

Au plan chimique, la semoule est composée d'une quantité de substances qui y ajoutent des qualités propres (**Tab. 2**). Parmi les principaux composants : les glucides avec une teneur très élevée (83,55 - 90,35%), les matières azotées (8 - 14%), les matières grasses (1,2 - 1,8%) et les matières minérales tel que le sodium, le potassium et le phosphore (0,45 - 0,65%).

Tableau 2. Composition chimique de la semoule (**Selselet, 1991**).

Composition	Glucides	Matières azotées	Matières grasses	Matières minérales
Teneurs (%)	83.55-90.35	8-14	1.2-1.8	0.45-0.65

A. Types de semoule

Les semoules sont classées selon deux critères : la pureté et la granulation.

➤ Pureté

Selon (**Apfelbaum et al., 1981**), il existe deux types de semoules :

- **Semoule supérieure** : Elle provient de la partie centrale de l'amande du grain de blé dur et contient un faible taux de matières minérales. Elle sert à fabriquer les pâtes alimentaires dites supérieures.
- **Semoule courante** : Elle contient plus de parties périphériques et ayant un plus fort taux de matières minérales, elle sert à faire les pâtes dites courantes.

➤ Granulation

Il existe différentes catégories de semoules, chaque catégorie est obtenue par une succession de plusieurs broyages et classées en fonction de leur grosseur. Les différentes catégories de semoules sont :

- **Semoules grosses (SG)** : la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 900 à 1100 μm . Elles sont considérées comme une semoule très pure du point de vue présence des débris du grain et vendues au commerce pour être consommées en l'état ou encore à la fabrication du couscous (**Matveef, 1969 ; Madani, 2009**).
- **Semoules grosses moyennes (SGM)** : la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 550 à 900 μm , elles sont vendues en l'état. Elles sont destinées à la fabrication de la galette et le couscous (**Madani, 2009 ; Hamel, 2010**).
- **Semoules sassées super extra (SSSE)** : elles proviennent de la partie centrale de l'amande de grain de blé dur et elles ont un faible taux de matières minérales. La dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 180 à 500 μm , elles sont

destinées à la fabrication des pâtes alimentaires de qualité supérieure (**Matveef, 1969 ; Hamel, 2010**).

- **Semoules sassées super fines (SSSF)** : la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 140 à 250 μm , elles servent à la fabrication des pâtes dites courantes. Elles proviennent des couches périphériques du grain, comparé à la semoule SSSE, la semoule SSSF contient plus de parties périphériques et elle a un taux de cendres plus élevé (**Madani, 2009 ; Hamel, 2010**).

2.4. Classification

Les pâtes alimentaires sont classées en deux groupes selon les machines utilisées pour la fabrication.

➤ Pâtes pressées ou tréfilées

Ce sont des pâtes comprimées par une presse à travers une filière qui sert de moule dont on obtient les formes classiques telles que le spaghetti, macaroni, coquillettes ou coupées à volonté de manière à obtenir des pâtes longues ou courtes (**Tremoliere et Serviles, 1984**).

➤ Pâtes laminées

Elles sont préalablement fabriquées par des presses munies d'une filière à fente ou par des malaxeurs spéciaux capables de produire des pâtes sous forme de feuille large et mince, les pâtes entrent dans cette catégorie sont les pâtes en ruban, les pâtes à farcir et autre pâtes (**Tremoliere et Serviles, 1984**).

2.5. Aspect

L'aspect des pâtes comprend :

- **Gerçures** : ce sont des fêlures de la pâte sèche. Elles sont dues à un mauvais réglage du séchoir ;
- **Piqûres** : elles peuvent être blanches, brunes ou noires ;
- **Texture superficielle des pâtes** : qui dépend de la nature des moules utilisés ;
- **Couleur des pâtes** : elle doit être uniforme (**Morancho, 2000**).

CHAPITRE II
Qualité et système HACCP

1. Concept de la qualité

La qualité, moteur de la compétitivité moderne est devenue pour les entreprises, l'enjeu stratégique majeur des années 90. Pour que la notion de la qualité ne soit pas mal comprise et pour qu'il n'y ait pas de confusion entre ses différentes composantes ainsi qu'entre les notions relatives à cette qualité, une série de définitions qui éclaircissent le sujet a été proposée (**Multon et Davenas, 1994**).

1.1. Définition

D'après la norme ISO 8402 : « la qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés (organoleptiques) ou implicites (par exemple la sécurité) » (**Flaconnet et Bonbled, 1994**).

Selon (**Bariller, 1997**), Pour un produit alimentaire, elle peut se décrire par la règle des 4S :

- **Satisfaction** : le produit alimentaire doit satisfaire le consommateur au niveau des sens : aspect, goût, odeur, du prix, etc. ;
- **Service** : ce critère englobe la praticité d'utilisation du produit, son type de conditionnement, son mode de distribution, etc. ;
- **Santé** : ce critère se traduit par le besoin d'une nourriture plus nature et plus saine
 - Produits biologiques, sans conservateur, sans pesticide ;
 - Produits plus riches : produits diététiques, produits enrichis en vitamines et en Minéraux, etc. ;
- **Sécurité** : la sécurité alimentaire se définit comme étant la maîtrise de la santé et de la sécurité du consommateur par :
 - L'absence des contaminants naturels ou exogènes ;
 - L'absence de pathogènes ;
 - L'absence d'additifs à risque toxique.

1.2. Composantes de la qualité

La qualité de tous les produits destinés à l'homme, est l'aptitude à satisfaire ses besoins. Ces dernières sont issues de différentes considérations (goût, santé, service, etc.) et donc la qualité ne peut pas être prise comme une seule unité, elle peut contenir différentes composantes chacune répondant à une certaine exigence du consommateur (**Vierling, 2004**). Les six composantes essentielles sont :

➤ **Qualité sensorielle ou organoleptique**

Cette qualité est fondée sur :

- La couleur, l'aspect général, le toucher, la saveur, l'odeur, la flaveur, résultante de réception olfactives et gustatives et de l'effet physique du contact au niveau buccal.
- La relation entre le produit et l'image du produit par exemple : l'impact des produits biologiques diffère selon l'origine socioculturelle (**Vierling, 2004**).

➤ **Qualité nutritionnelle**

C'est l'aptitude de l'aliment à bien nourrir. Elle a un aspect quantitatif et qualitatif, ces deux aspects sont fixés par voie réglementaire et dont les seuils dépendent de l'usage envisagé et des besoins ou du régime alimentaire (**Sylvander et Lassaut, 1994**).

➤ **Qualité hygiénique**

La sécurité et la salubrité de l'aliment sont caractérisés par :

- La non toxicité intrinsèque, c'est-à-dire l'absence de tout toxique naturellement présent dans une denrée alimentaire nécessitera l'élimination de cette denrée s'il n'existe pas de traitement adapté pour la rendre comestible.
- La non toxicité extrinsèque, c'est-à-dire l'absence de contamination par des constituants chimiques de contamination ou substances volontairement utilisées, tel que les additifs et les auxiliaires de fabrication non conformes (**Vierling, 2004**).

➤ **Qualité d'usage**

C'est la commodité d'utilisation d'un aliment. Praticité et utilisation, mode et durée de conservation et cuisson, information portée sur le contenant (**Lagrange, 1995**).

➤ **Qualité technologique**

Elle concerne plus spécialement les opérateurs de la chaîne alimentaire. L'industriel cherche des matières premières ou des produits qui s'adaptent mieux à un processus de fabrication ou à une technologie déterminée (**Sylvander et Lassaut, 1994**).

➤ **Qualité financière**

Le coût s'oppose souvent aux autres critères, il s'agit donc d'optimiser le rapport coût-qualité (**Sylvander et Lassaut, 1994**).

1.3. Management qualité

Toute entreprise, quelle que soit son activité, doit répondre et s'adapter au contexte économique dans lequel elle évolue. Certes, elle doit répondre aux prescriptions réglementaires,

mais elle ne peut ignorer les exigences de ses partenaires économiques pour autant. Dans ce contexte, il conviendra, pour un exploitant du secteur alimentaire de gagner et de garder la confiance de ses clients tout en améliorant sa rentabilité.

La réalisation de ces objectifs dépasse largement le seul stade de la fabrication proprement dite d'un produit, ces performances ne peuvent être atteintes que par la mise en œuvre d'une organisation et d'une gestion performante de l'ensemble des activités internes de l'entreprise, ou ce qu'il est convenu d'appeler aujourd'hui « un système de management de la qualité » (Levrey, 2002).

1.4. Assurance qualité

L'assurance qualité est « l'ensemble des actions préétablies et systématiques nécessaires pour donner la confiance appropriée à ce qu'un produit ou service satisfera aux exigences données relatives à la qualité », cette démarche vise à promouvoir la qualité de l'entreprise en donnant des garanties sur la prise en compte effective de la préoccupation « qualité » dans tous les domaines depuis l'élaboration du produit, sa production, y compris jusqu'à l'assistance après-vente (Feinberg, 1996).

Le système HACCP est l'un des moyens qui permet d'assurer la qualité et la salubrité des aliments, il est le but de ce travail et il va être développé dans la suite de ce chapitre.

2. Système HACCP

2.1. Définition

HACCP est l'abréviation de « **Hazard Analysis Critical Control Point** » qui signifie en français : analyse des risques - points critiques pour leur maîtrise. L'HACCP est intimement lié à la sécurité des denrées alimentaires. Cependant, son application ne se limite pas au secteur agroalimentaire uniquement, il est aussi utilisé dans autres domaines d'activité comme l'industrie aéronautique, l'industrie chimique ou encore l'industrie nucléaire (Fédali, 2014).

2.2. Historique du système HACCP

Le système HACCP existe depuis assez longtemps dans l'industrie agroalimentaire (depuis 1960), dont le concept original a été établi par la société *Pillsbury* avec la NASA et les laboratoires de l'armée américaine lors des programmes aéronautiques. Il consistait à l'Analyse des Modes de Défaillances et leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) en postérité des procédés de fabrication.

Passant par une phase de transition, le système HACCP a subi une mise à jour pour devenir aujourd'hui l'outil référentiel en agroalimentaire en particulier quand il s'agit de la sécurité sanitaire des aliments (**Bouali, 2010**).

2.3. Objectif

L'objectif essentiel de la méthode est de promouvoir le choix raisonné des moyens adaptés à la prévention de dangers identifiés, la définition des modalités optimales de leur utilisation et la vérification de leur efficacité sans préjuger, à priori, de la nature de ces moyens :

- Accroître l'efficacité des processus en les améliorant à tous les niveaux de la chaîne : traçabilité, transformation, distribution, risques associés, mesures correctives, etc.
- Mettre à la disposition de tous les opérateurs des méthodologies permettant l'accès en temps réel et en tout point à l'information ainsi qu'une aide à la décision.
- Accroître le professionnalisme des différents intervenants en améliorant leur compétence, la cohérence de leurs actions ainsi que leur accès à l'information.
- L'HACCP doit permettre de prendre en compte toute évolution du marché, de la technologie ou des connaissances scientifiques.
- Être capable de planifier une démarche HACCP et de mettre en œuvre une organisation conforme à ses principes et à la norme ISO22000 (**Cole, 2004**).

2.4. Bonnes pratiques

Les règles et guides des bonnes pratiques existent dans les trois domaines clés de la chaîne alimentaire se sont : les bonnes pratiques agricoles ou BPA, les bonnes pratiques de fabrication ou BPF, et les bonnes pratiques d'hygiène ou BPH.

Ces règles couvrent l'ensemble des activités nécessaires pour une gestion efficace, propre et saine de la chaîne alimentaire (**Codex alimentarius, 1997**).

➤ Bonnes pratiques de fabrication (BPF)

Il est requis que les lieux de fabrication soient propres et que les équipements soient maintenus en bon état. Les bonnes pratiques s'appliquent aux programmes d'approvisionnement, au transport, au nettoyage, à la désinfection, au calibrage, à l'entretien de routine, l'approvisionnement en eau, à la mise en place d'une politique en matière de gestion des nuisibles, et la tenue d'un cahier d'enregistrement des opérations (**Moll et Manfred, 1998**).

➤ Bonnes pratiques d'hygiène (BPH)

Les bonnes pratiques d'hygiène concernent l'ensemble des opérations destinées à garantir l'hygiène, c'est-à-dire la sécurité et la salubrité des aliments. Les BPH comportent des opérations dont les conséquences pour le produit fini ne sont pas toujours mesurables. Elles s'appliquent à la chaîne alimentaire depuis la production primaire jusqu'à la consommation finale, en indiquant les contrôles d'hygiène à exercer à chaque stade (Moll et Manfred, 1998).

➤ Relation HACCP et BPH

Les dangers (physiques, chimiques ou biologiques) potentiellement présents dans les denrées alimentaires peuvent provenir de 5 sources possibles de contamination, ces dernières peuvent être étudiées à partir de la méthode dite « des 5M » ou « méthode d'Ishikawa ».

Si un établissement lance dans l'analyse des dangers sans avoir mis en place au préalable les BPH, trop de dangers sont identifiés. C'est dans ce contexte et pour cette raison que les BPH liées à la production doivent être mises en place avant d'aborder l'analyse des dangers et la détermination des points critiques de contrôle (CCP) (Quittet et Nelis, 1999).

2.5. Programmes prérequis du système HACCP (PRP)

Les programmes prérequis sont établis par l'entreprise concernée avant la mise en place du système HACCP. Des exigences des programmes prérequis correspondent à des pratiques connues aussi sous d'autres noms : « bonnes pratiques d'hygiène », « bonnes pratiques de fabrication », « bonnes pratiques alimentaires » et « bonnes pratiques industrielles ».

Les PRP sont conçus pour créer un environnement sûr, adapté à la fabrication d'aliments, qui ne comporte pas de source de contamination, c'est sur eux que reposent les plans HACCP. Les programmes prérequis (Fig. 2), au nombre de six selon le PASA (Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments) de l'ACIA (Dupuis et al., 2002) sont :

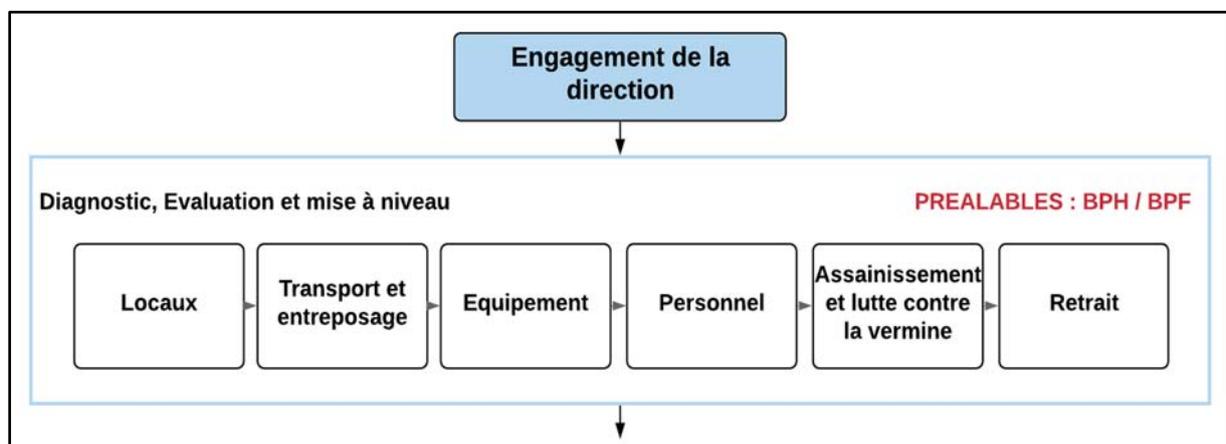


Figure 2. Programmes prérequis (PRP).

➤ Locaux

L'emplacement des établissements de production alimentaire devrait être loin de toute contamination (zones polluée, à risque d'inondations, infestée par les ravageurs).

Ils doivent être bien construits et ne doivent présenter aucun danger biologique, chimique, ou physique pour les aliments. Ils doivent être conçu pour offrir les conditions ambiantes voulues, permettre un entretien satisfaisant, prévenir l'accès des nuisibles et offrir un espace suffisant à l'exécution satisfaisante de toutes les opérations (**Codex Alimentarius, 2003**).

➤ Transport et stockage

Les établissements doivent s'assurer que les ingrédients, les matériaux d'emballage et autres matériaux reçus de l'extérieur sont transportés, manutentionnés et entreposés d'une façon qui permet de prévenir des conditions susceptibles d'entraîner la contamination des aliments. Les établissements doivent avoir en place un programme satisfaisant de contrôle et de maîtrise de tous les éléments visés par la présente section et doivent tenir les dossiers nécessaires (**Dupuis et al., 2002**).

➤ Equipements

Le matériel et les conteneurs qui entrent en contact avec le produit alimentaire devraient être conçus et construits de manière à garantir, au besoin qu'ils peuvent être convenablement nettoyés, désinfectés et entretenus afin d'éviter la contamination du produit alimentaire. Le matériel et les conteneurs devraient être fabriqués par des matériaux n'ayant aucun effet toxique pour l'usage auquel ils sont destinés. Au besoin, le matériel devrait être durable et amovible ou pouvoir être démonté afin d'en permettre l'entretien, le nettoyage, la désinfection, le contrôle et faciliter la détection éventuelle de ravageurs (**Codex Alimentarius, 2003**).

➤ Personnels

Toutes les personnes qui travaillent dans des zones de manutention des aliments doivent veiller à leur hygiène personnelle pendant les heures de travail. Elles font l'objet d'un suivi médical régulier. Les personnes qui manipulent les aliments doivent recevoir une formation continue sur les bonnes pratiques de l'hygiène alimentaire, notamment :

- L'importance du lavage des mains ;
- L'hygiène corporelle et vestimentaire ;
- Le port de la tenue spécifique aux activités, comportant : blouse, pantalon, chaussures, bottes et une charlotte enveloppant la chevelure de façon efficace (**Harami, 2009**).

➤ **Assainissement et la lutte contre les vermines**

L'établissement doit avoir un programme pour le nettoyage et l'assainissement des équipements et des locaux. Ce programme définit les exigences applicables aux équipements et locaux à nettoyer, les produits chimiques utilisés et la concentration nécessaire, les instructions de démontage et de remontages s'il y a lieu. Il prévoit des précautions à prendre pour éviter la contamination des aliments et des surfaces alimentaires avec les résidus des produits chimiques et, lorsque cela s'applique, les activités de transformation ne commencent que lorsqu'on a l'assurance de respecter les exigences d'assainissement (Da Cruz et al., 2006).

➤ **Retrait du produit fini**

Le programme écrit de retrait doit indiquer les procédures que l'entreprise mettrait en œuvre en cas de rappel. L'objectif de retrait est de veiller à ce que le produit fini puisse être rappelé du marché le plus efficacement et rapidement possible (Codex Alimentarius, 2003).

2.6. Principes de l'HACCP

Le système HACCP comprend sept principes qui expliquent comment établir ce plan pour chaque secteur d'étude. Les détails de l'approche HACCP ont été publiés par le *Codex Alimentarius* (Mortimore and Wallace, 2013).

Selon la définition littérale du (FAO/OMS, 1995) et (Bariller, 1998), les sept principes du système HACCP sont :

➤ **Principe 1** : Procédé à l'analyse des dangers

- Identifier les dangers associés à une production alimentaire ;
- Evaluer la probabilité d'apparition de ces dangers ;
- Identifier les mesures de maîtrise nécessaires ;

➤ **Principe 2** : Déterminer les points critiques pour la maîtrise de ces dangers (CCP) ;

➤ **Principe 3** : Etablir les critères et les limites critiques dont le respect atteste de la maîtrise effective des points critiques ;

➤ **Principe 4** : Etablir un système de surveillance permettant la maîtrise effective des CCP ;

➤ **Principe 5** : Etablir des actions correctives à mettre en œuvre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est plus maîtrisé ;

➤ **Principe 6** : Etablir les procédures spécifiques pour la vérification destinée à confirmer que le système fonctionne efficacement ;

➤ **Principe 7** : Etablir un système documentaire approprié couvrant l'application des six principes précédents.

2.7. Étapes de l'HACCP

La mise en application des sept principes de la méthode HACCP passe par la réalisation d'une série d'activités se succédant dans un ordre logique et correspondant à un véritable « plan de travail » comprenant, selon l'indication du *Codex Alimentarius*, 14 étapes de base :

2.7.1. Définir le champ d'étude

Il est très important de délimiter l'application de l'étude pour éviter de s'éparpiller lors de l'analyse des dangers. Le champ d'étude est défini par rapport :

- Au couple produit/procédé de fabrication (un produit, une ligne de fabrication dans un environnement donné) ;
- À la nature des dangers définis auparavant : physique, chimique et/ou biologique ;
- À l'application des exigences spécifiques : procédé, traitement, conditionnement, stockage, expédition, transport, livraison et distribution (**Bariller, 1997**).

2.7.2. Constituer l'équipe HACCP

Il s'agit de réunir un groupe de participants dont ils sont choisis en fonction de l'expérience dans l'entreprise, des produits et des procédés utilisés, cette équipe doit être pluridisciplinaire, motivée, collective et non hiérarchique (**Bariller, 1997**).

2.7.3. Décrire le produit fini

Il faut définir tous les paramètres pour l'obtention du produit fini : matières premières, ingrédients, formulation et composition du produit : volume, forme, structure, texture, caractéristiques physico-chimiques (pH, Aw, conservateurs) et températures de stockage, de cuisson et de distribution ainsi que l'emballage (**Jeantet et al., 2006**).

2.7.4. Identifier l'utilisation prévue du produit fini

L'utilisation attendue du produit se réfère à son usage normal par le consommateur qui constitue un aspect dont il importe de tenir compte. Il est à :

- **Préciser** : Les modalités normales d'utilisation (en l'état, après réchauffage, après cuisson...) et les instructions données pour l'utilisation.
- **Considérer** : Les groupes de consommateurs visés ;
 - L'adaptation du produit à certains groupes de consommateurs, (femme enceintes, personnes âgées...) ;
 - Les possibilités raisonnablement prévisibles d'utilisation fautive (**Jouve, 1996**).

2.7.5. Etablir un diagramme de fabrication

L'établissement de ce diagramme est spécifique aux exigences de l'unité de production. Il est destiné à servir de guide pour l'étude :

- Représenter de façon séquentielle les principes des opérations techniques (étapes du procédé) depuis les matières premières et leur réception jusqu'à l'entreposage final et la distribution ;
- Etablir un diagramme des flux, des locaux, de circulation des produits, du matériel, de l'air, de l'eau, des personnels, la séparation des secteurs (propres - souillé, faible risque, haut risque) ;
- Recueillir des données techniques pour l'organisation des locaux, la disposition des équipements, les paramètres techniques des opérations en particulier temps, température, la procédure de nettoyage et de désinfection (**Jouve, 1996**).

2.7.6. Vérifier le diagramme de fabrication

➤ Confirmation sur la ligne de fabrication

L'équipe HACCP confronte les informations dont elle dispose à la réalité du terrain. Ces vérifications qui concernent la totalité des étapes de la fabrication, se font aux heures de fonctionnement de l'atelier en vue de s'assurer que le diagramme et les informations complémentaires recueillies sont complètes et fiables. Cette étape ne doit pas être négligée car elle conditionne toute la suite de l'étude du système HACCP (**Quittet et Nelis, 1999**).

➤ Corrections éventuelles

Lors de la vérification, les erreurs ou oublis doivent être mentionnés afin de pouvoir corriger les documents incorrects ou incomplets (**Quittet et Nelis, 1999**).

2.7.7. Analyser les dangers

Conduire une analyse des dangers se décompose en trois phases importantes : l'identification des dangers et des causes associées, l'évaluation du risque et l'établissement des mesures préventives.

Sous le terme danger, il faut considérer les agents biologiques, chimiques ou physiques susceptibles de représenter un danger potentiel à l'égard de la santé publique, pour l'utilisateur ou le consommateur final (**Jeantet et al., 2006**).

➤ Identifier les dangers

Il convient d'énumérer tous les dangers biologiques, chimiques et physiques vu la nature et les caractéristiques du produit fini et de son procédé de fabrication.

L'équipe doit reprendre l'analyse étape par étape pour chaque danger afin d'identifier les conditions de sa présence à chaque étape. En ce qui concerne les dangers biologiques, les conditions à étudier sont la présence, la contamination, la multiplication ou la survie. Il est nécessaire de déterminer à chaque étape les facteurs ou activités (Matières premières, ingrédient, façon de faire, etc.) susceptibles de conduire à la présence, la contamination, la multiplication ou la survie de chaque danger (Jouve, 1996).

2.7.8. Evaluer les dangers

L'évaluation des dangers consiste à apprécier qualitativement, ou de préférence quantitativement, pour chaque danger et pour chaque condition identifiée (présence, contamination, multiplication ou survie pour les dangers biologiques).

Il est recommandé de déterminer les causes en utilisant la méthode des « 5M », et une représentation figurée (Fig. 3) puis d'identifier les conditions d'apparition des dangers (Chauvel, 1994).

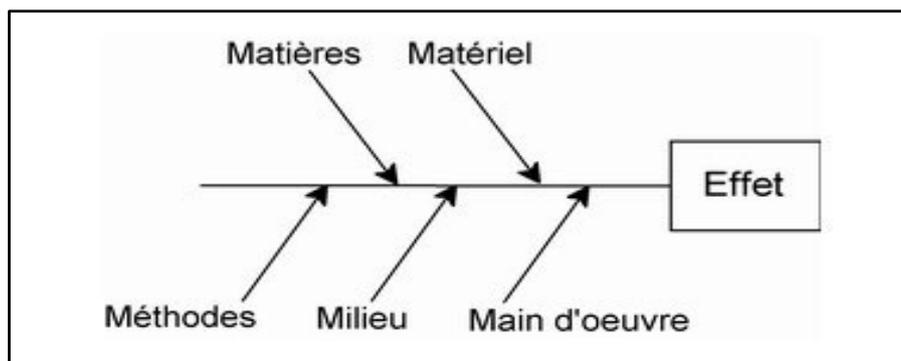


Figure 3. Diagramme d'Ishikawa (méthode des 5M) (Chauvel, 1994).

Dans ce diagramme, il faut relever toutes les causes concevables et les mettre en relation de cause à effet pour constituer un système (Chauvel, 1994).

2.7.9. Identifier des mesures préventives

Les mesures préventives correspondent aux actions, moyens, techniques ou activités qui existent ou qui doivent être mises en place pour prévenir chaque danger et/ou condition identifiés, l'éliminer ou seulement en réduire l'impact (gravité, fréquence, probabilité d'apparition) à un niveau acceptable (Chauvel, 1994).

➤ Bilan d'analyse des dangers

Cette étape permet de comprendre un procédé, d'identifier les dangers significatifs à considérer spécifiquement pour garantir la sécurité du produit, d'identifier les facteurs qui ont une influence sur celle-ci afin de déterminer les mesures nécessaires (Quittet et Nelis, 1999).

➤ Déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP)

La détermination d'un CCP dans le cadre du système HACCP peut être facilitée par l'application d'un arbre de décision (**Annexe 1**) recommandé par le *Codex Alimentarius*.

2.7.10. Etablir des limites critiques pour chaque CCP

Un seuil critique représente les limites utilisées pour juger si une opération permet d'obtenir des produits sains à la suite de l'application correcte des mesures préventives.

Les seuils critiques devraient satisfaire les exigences des réglementations gouvernementales et/ou des normes des compagnies et/ou être soutenus par d'autres données scientifiques. Il est essentiel que les responsables de la définition des seuils critiques connaissent les normes exigées pour les produits en question (**Quittet et Nelis, 1999**).

2.7.11. Mettre en place un système de surveillance des CCP

Une surveillance en continue permettant d'avoir des informations en temps réel, il est nécessaire de définir le nombre et la fréquence des opérations de surveillance. Il peut s'agir d'observations visuelles, de mesures physico-chimiques ou d'analyses microbiologiques. Cette surveillance doit être décrite par des procédures opérationnelles avec une définition des responsabilités. Les résultats doivent être enregistrés et interprétés (**Jeantet et al., 2006**).

2.7.12. Etablir des actions correctives en cas de déviation

Les actions correctives doivent être prévues pour chaque CCP, et leur description doit comprendre la nature et la cause de la déviation, les méthodes et les techniques pour établir l'action corrective, les modes opératoires, le traitement des produits défectueux, la responsabilité d'exécution et de décision et l'enregistrement des résultats.

Lorsque l'action corrective est mise en œuvre et que le CCP est à nouveau maîtrisé, il peut être nécessaire de déclencher une revue du système pour prévenir son renouvellement (**Jouve, 1996**).

2.7.13. Etablir des procédures de vérification

L'équipe HACCP évalue en interne tous les résultats des contrôles, de la surveillance et des mesures correctives à chaque fois que c'est nécessaire et au moins une fois par semaine afin d'en tirer des conclusions pour les semaines suivantes de production.

A plus long terme, l'équipe HACCP peut, sur base annuelle :

- Évaluer les données relatives à la surveillance et aux mesures correctives pour évaluer les résultats et analyser les raisons d'une éventuelle perte de maîtrise ou de réclamation des clients et/ou des autorités de contrôle ;

- Utiliser les résultats de ces analyses pour mettre à jour le manuel HACCP, identifier tous les besoins internes en matière de formation future et améliorer les pratiques, les résultats et la maintenance, modifier la fréquence d'une surveillance particulière, revoir la liste des fournisseurs agréés ;
- Demander à un consultant de réaliser un audit pour évaluer le résultat de chaque surveillance ou de chaque mesure corrective. Les activités de vérification devraient être documentées dans le plan HACCP (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

2.7.14. Etablir un système documentaire

La tenue de registres est essentielle pour reconsidérer l'adéquation du plan HACCP et la fidélité du système HACCP à ce dernier. Il est impératif de conserver des registres complets, en cours, correctement remplis et exacts.

Plusieurs types de registres devraient être pris en considération parmi ceux qui sont pertinents dans un programme HACCP :

- Guides permettant le développement d'un plan HACCP ;
- Registres relatifs au suivi des CCP ;
- Registres des écarts et des mesures correctives adoptées ;
- Dossiers sur les méthodes et les procédures adoptées ;
- Registres sur les programmes de formation des employés (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

CHAPITRE III

Matériel et Méthodes

1. Présentation de l'unité

1.1. Fiche technique de l'entreprise

Ce sont les Moulins Amor Benamor, entreprise de fabrication des aliments de base dérivés du blé dur qu'on a choisi, et qui nous a permis a accepté pour réaliser ce travail.

	Fiche technique de l'entreprise	Date : 29-04-2019
<p>Raison sociale : MAB</p> <p>Nom et prénom du gérant : Mohamed Laïd Benamor</p> <p>Adresse du siège social : BP 63 Zone industrielle El-Fedjoudj -Guelma</p> <p>Adresse de l'activité : Zone industrielle El-Fedjoudj</p> <p>Site Web : www.amorbenamor.com</p> <p>Statut juridique : S.A.R.L</p> <p>Superficie totale : 42500m²</p> <p>Branche d'activité : Agroalimentaire</p>		
<p>Rédigé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - BENKRIBA Ahlem - TOUBI Yassamine 	<p>Approuvé par :</p> <p>Mr. TABET K.</p>	

Figure 4. Fiche technique de l'entreprise Amor Benamor.

1.2. Historique des Moulins Amor Benamor

Les Moulins Amor Benamor font partie du groupe Benamor spécialisé dans l'agroalimentaire. C'est un groupe familial fondé par le défunt père (Amor Benamor) en 1984.

Les Moulins Amor Benamor, est un complexe industriel céréalier implanté en septembre 2000 sur un terrain d'une superficie de 42500m². Situés dans la zone industrielle d'El-Fedjoudj de la wilaya de Guelma (Nord-Est de l'Algérie).

L'entreprise compte actuellement plus de 770 travailleurs répartis comme suit :

- 13 cadres supérieurs ;
- 130 cadres ;
- 148 agents de maîtrise ;
- 479 agents d'exécution.

1.3. Situation géographique

Les Moulins Amor Benamor (**Fig. 5**) sont implantés à la zone industrielle d'El Fedjoudj-Wilaya de Guelma. À 2 kilomètres au Nord-Ouest de cette ville.

Ils sont limités au Nord par la laiterie Beni Foughal, au Sud par la pépinière expérimentale Amor Benamor et à l'Est et l'Ouest par des terrains agricoles.



Figure 5. Présentation du site d'étude (les Moulins Amor Benamor) (**Google Earth, 2019**).

1.4. Produits de l'unité

Les Moulins Amor Benamor disposent de deux unités de production. Chacune de ces unités se charge de l'approvisionnement du marché en un produit donné (**Tab. 3**), la production est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 3. Produits des Moulins Amor Benamor.

Produits	Capacité de production
Semoule	750000 kg/j (750 Tonnes)
Couscous	9600 kg/h
Pâtes alimentaires	22000 kg/h

2. Plan d'analyse et contrôle

Cette partie du chapitre résume le protocole analytique suivi ainsi que le matériel utilisé durant la partie pratique de ce mémoire. Tous les essais expérimentaux ont été menés aux laboratoires de contrôle de qualité des Moulins Amor Benamor (MAB) durant la période allant du 02/ 2019 jusqu'à 05 /2019.

Tableau 4. Dates d'analyses.

Produits analysés	Dates	
Semoule	17 24	Mars 2019
	14 21	Avril 2019
Eau de mélange	14 20	Mars 2019
	08 14	Avril 2019
Pâtes alimentaires	14 20	Mars 2019
	08 14	Avril 2019

2.1. Points de prélèvement

2.1.1. Prélèvement des matières premières

➤ Semoule

La semoule de blé dur constitue la base de référence de ce travail. L'essai a porté sur un échantillon de semoule SSSE prélevé au niveau des silos de stockage, cette semoule est issue de la mouture de Mars et Avril 2019 de l'unité de transformation Amor Benamor (Guelma).

L'ensemble des essais relatifs aux pâtes ont été réalisés avec le même lot de semoule.

➤ Eau de mélange

Les prélèvements sont effectués au niveau des tanks de la station de traitement des eaux de l'unité. Des flacons en verre de 250ml, étiquetés, sont remplis après avoir laissé couler l'eau durant quelques minutes afin de garantir qu'il n'y ait pas de désinfectant pénétré dans les flacons d'échantillonnage.

2.1.2. Prélèvement du produit fini

➤ Pâtes alimentaires

La méthode d'échantillonnage utilisée est l'échantillonnage au hasard par prélèvement de deux sacs de produit (Coudes 04). Ces échantillons sont issus de la production du mois de Mars et Avril 2019. Les prélèvements sont effectués au niveau de conditionnement du produit.

2.2. Analyse de la semoule

2.2.1. Taux d'humidité (teneur en eau)

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

La mesure de l'humidité des céréales et des produits dérivés présente trois intérêts principaux :

- **Intérêt technologique** : Pour la détermination de la conduite rationnelle des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle.
- **Intérêt analytique** : Pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard).
- **Intérêt commerciale et réglementaire** : Les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneur en eau à partir des quels sont appliquées des bonifications et des réfections (ITCF, 2001).

➤ Appareillage

Le taux d'humidité est mesuré à l'aide d'un dessiccateur METTLER TOLEDO HG63.

➤ Mode opératoire

Cette mesure consiste à un séchage dans un dessiccateur halogène (Fig. 6) d'une prise d'essai de 3g à une température comprise entre 130° et 133°C durant 25 minutes.

➤ Expression des résultats

Les résultats sont obtenus par une lecture directe sur l'appareil, ils sont exprimés en pourcentage (%) de masse.



Figure 6. Dessiccateur halogène pour mesurer l'humidité.

2.2.2. Taux d'affleurement (granulométrie)

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules. C'est une caractéristique fondamentale en relation directe avec toutes les opérations unitaires de broyage, de séparation, de mélange et de transfert. L'intérêt de ce test est de classer les semoules selon leur utilisation finale.

➤ Appareillage

- Balance de précision ;
- Pelle de prélèvement ;
- Tamiseur Rotachoc CHOPIN ;
- Tamis granulométriques.

➤ Mode opératoire

- Peser 100 grammes d'échantillon à l'aide d'une balance de précision.
- Classer les tamis utilisés selon l'ordre décroissant des ouvertures des mailles du haut vers le bas comme suit : 0.6/ 0.5/0.45/0.355/0.25/0.2/0.15/0.15 μm .
- Mettre la prise d'essai dans le tamiseur pendant 7 minutes.
- Après le tamisage de la prise d'essai, peser le refus de chaque tamis par la balance de précision.

➤ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés par pourcentage représentant le refus de chaque tamis.



Figure 7. Analyse de la granulométrie.

2.2.3. Taux de cendres

Les cendres sont le résidu minéral incombustible obtenu après incinération (**Godon et Loisel, 1997**). Elles se composent :

- Des éléments métalliques présents dans le grain ou la semoule sous forme de sels et qui ne sont pas volatilisés lors de l'incinération.
- Des résidus minéraux incombustibles provenant de la décomposition de la matière organique. La teneur en matière minérale est déterminée selon la norme NF V03-720.

Le taux des cendres reste le moyen officiel utilisé pour contrôler la pureté des produits de mouture (**Feillet, 2000**). Cette détermination est indispensable au classement des semoules de blé dur pour la fabrication des pâtes alimentaires (**Bar, 2001**).

➤ Appareillage et réactif

- Balance analytique ;
- Four électrique à moufle ;
- Nacelles à refroidissement (dessiccateur) ;
- Pince en acier inoxydables ;
- Pipete graduée ;
- **Réactif** : éthanol à 95%.

➤ Mode opératoire

- Chauffer durant environ 15 min les nacelles dans le four réglé à 900°C +/- 25°C
- Laisser ensuite refroidir à la température ambiante dans l'appareil de refroidissement pendant une heure environ.
- Peser à 0.1 mg près les nacelles.
- Peser à 0.1 mg près 5 grammes de l'échantillon, et répartir la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans tasser.
- Humecter la prise d'essai dans la nacelle immédiatement avant le pré incinération au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.
- Placer la nacelle et son contenu à l'entrée du four ouvert préalablement chauffé à 900°C+25°C jusqu'à ce que la matière s'enflamme.
- Aussitôt que la flamme est éteinte, placer avec précaution la nacelle dans le four pour suivre l'incinération pendant 1h30min à 2h.
- Retirer progressivement la nacelle du four, et la mettre à refroidir pendant une minute puis dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante (une heure environ).
- Peser les nacelles.

➤ Expression des résultats

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière humide exprimé en pourcentage, est donné par l'équation suivante :

$$TC (\%) = m1 \times 100/m0$$

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en pourcentage, est donné par l'équation suivante :

$$TC (\%) = m1 \times 100/ m0. (100/100-H)$$

Où

TC : taux de cendres.

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

m1 : la masse, en grammes, des cendres.

H : la teneur en eau de l'échantillon.



Figure 8. Détermination de taux de cendres de la semoule.

2.2.4. Colorimétrie

La couleur se caractérise par l'indice de jaune et l'indice de brun, dans tous les cas, plus l'indice de jaune est élevé et l'indice de brun est faible, le résultat est meilleur (ITCF, 2001). L'intérêt de cette mesure est essentiellement commercial, Le consommateur recherche des pâtes claires et de belle couleur jaune ambrée et qui ne présente pas de pique.

Les indices de couleur donnent une valeur chiffrée pour caractériser le jaune et la clarté des pâtes fabriquées à partir du blé. La mesure se fait avec un colorimètre qui fournit 3 paramètres :

- **La clarté ou L^*** : cet indice varie de 0 (noir parfait) à 100 (blanc parfait). L'indice de brun est égal à $100 - L^*$.
- **L'indice de rouge ou a^*** : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le rouge et le vert. Les valeurs positives correspondent à du rouge et les valeurs négatives à du vert. Cet indice n'est généralement pas exploité sur blé dur.
- **Indice de jaune ou b^*** : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le jaune et le bleu. Les valeurs positives correspondent à du jaune et les valeurs négatives à du bleu. Plus l'indice est élevé en valeur absolue, plus la couleur est intense. L'indice de jaune est égal à b^* (Kallou, 2008).

➤ Appareillage

- Colorimètre CR-410 ;
- Tube de projection lumineuse CR-A33e ;
- Verre en verre.

➤ Mode opératoire

Effectuer cette analyse en utilisant le colorimètre, enlever le capuchon de la tête de mesure, mettre le produit à analyser dans le verre en verre et placer dessus le tube de projection de lumière ensuite placer la tête de mesure à la verticale au-dessus de ce tube et appuyer sur la touche mesure (il ne faut pas bouger la tête au cours de la mesure). Une fois la mesure est terminée, les résultats s'affichent et les données mesurées sont automatiquement mises en mémoire (NF ISO 11664-4, 2008).



Figure 9. Analyse colorimétrique des pâtes.

2.2.5. Indice de gluten

Le gluten est le composant fonctionnel des protéines qui détermine les caractéristiques du procédé de la pâte pour le blé et la semoule. Le réseau gluténique est composé de protéines insolubles : gliadine et gluténines. La qualité des gliadines influence l'extensibilité de la pâte alors que les gluténines lui donnent des propriétés d'élasticité.

Les propriétés d'élasticité, de ténacité et d'extensibilité du gluten sont utilisées pour renforcer la semoule dans des utilisations spécifiques.

- Il augmente l'hydratation de la pâte car il est capable de fixer environ deux fois son poids d'eau ;
- Il augmente la tenue au pétrissage et au façonnage ;
- Il permet une meilleure rétention gazeuse au cours de la fermentation.

➤ Principe

Le gluten est obtenu par une lixiviation d'une pâte et élimination des substances solubles dans l'eau salée (amidon, protéines solubles) (Belaid, 2012).

La totalité du gluten obtenu est le gluten humide, le gluten index correspond au rapport entre le gluten n'ayant pas traversé la grille et celui qui l'a traversé. Le gluten sec est obtenu après élimination de l'eau du « *glutork* ».

- **Appréciation de la quantité de gluten**

Les protéines qui composent le gluten ne sont pas solubles dans l'eau salée. Pour obtenir le gluten, il suffit de pétrir et de rincer une quantité de gluten humide obtenu. Cette mesure se fait à l'aide du « *glutomatic* » (ITCF, 2001).

- **Appréciation de la qualité de gluten**

Elle est appréciée par la mesure de caractéristiques viscoélastiques du gluten par centrifugation à travers une grille perforée et la mesure du pourcentage restant sur tamis à la fin de l'opération. Cette quantité est en fonction des caractéristiques de gluten (ITCF, 2001). Plus le gluten est tenace et élastique plus la quantité de gluten passant à travers du tamis lors de la centrifugation est faible et plus le gluten est élevé. Ces deux opérations sont réalisées automatiquement en duplicate avec l'appareil Glutamate (ITCF, 2001).

➤ **Appareillage**

- Balance de précision (0,01 mg) ;
- Bêcher de récupération de l'eau de lavage 600 ml ;
- Casette tamis gluten indice 88 µm ;
- Centrifugeuse à vitesse de rotation fixée avec précision (gluten index centrifuge 2015) ;
- Cercle plexiglas pour chambre de lavage séparée ;
- Distributeur réglable (utilisé à 4,8 ml) ;
- Glutomatic 2200 ;
- Glutork 2020 ;
- Pince à épiler ou brucelles ;
- Réservoir avec couvercle contenant 10 litres ;
- Spatule inoxydable.

➤ **Mode opératoire**

Le mode opératoire se réalise en plusieurs étapes :

Le gluten humide est préparé à partir de la semoule avec l'extracteur de gluten Glutomatic 2200. Le Gluten Index Centrifuge 2015 est utilisé afin de faire passer le gluten humide à travers un tamis spécialement conçu à cet effet. La quantité relative du gluten tamisé indique les caractéristiques du gluten. Le séchage du gluten se poursuit dans Glutork 2020 qui calcule la teneur sèche et la capacité de fixation de l'eau du gluten humide.

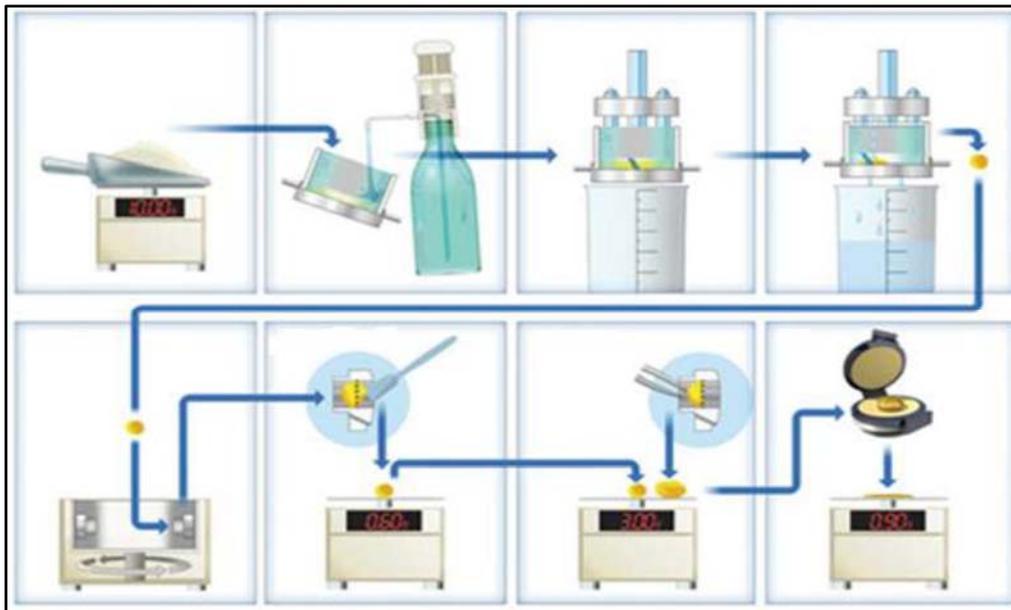


Figure 10. Principe de la méthode gluten index.

- **Pesée**

10 g \pm 0,01 g de semoule est pesée et placée dans la chambre de lavage du Glutomatic doté d'un tamis en polyester 88 μ m. Lorsque le gluten vital est mesuré : 1,5 \pm 0,01 g est pesé.

- **Distribution**

4,8 ml d'une solution salée sont ajoutés aux échantillons de semoule. Aucune solution salée n'est ajoutée aux échantillons de gluten vital.

- **Mélange**

La semoule et la solution salée sont mélangées pendant 20 secondes de manière à former une pâte.

- **Lavage**

Après la phase de mélange, le lavage débute automatiquement et se poursuit pendant 5 minutes. L'échantillon de semoule de blé est transféré vers la chambre équipée d'un tamis grossier de 840 μ m permettant aux particules d'être lavées.

- **Centrifugation**

30 secondes précisément après la fin du lavage, le morceau entier de gluten humide est transféré vers le tamis spécial et centrifugé pendant une minute dans la centrifugeuse à 6000 tr/min.

- **Pesée**

La fraction qui est passée à travers le tamis est grattée avec une spatule puis pesée. La fraction qui reste dans le tamis est recueillie puis ajoutée à la balance. On obtient le total du gluten humide.

- Séchage

La totalité du gluten humide est séché à 150 °C minimum pendant 4 min dans le Glutork 2020. Après le séchage, on pèse le gluten.

- Calcul

Le Gluten Index est la quantité de gluten qui reste dans le tamis de la centrifugeuse par rapport au poids total du gluten humide.

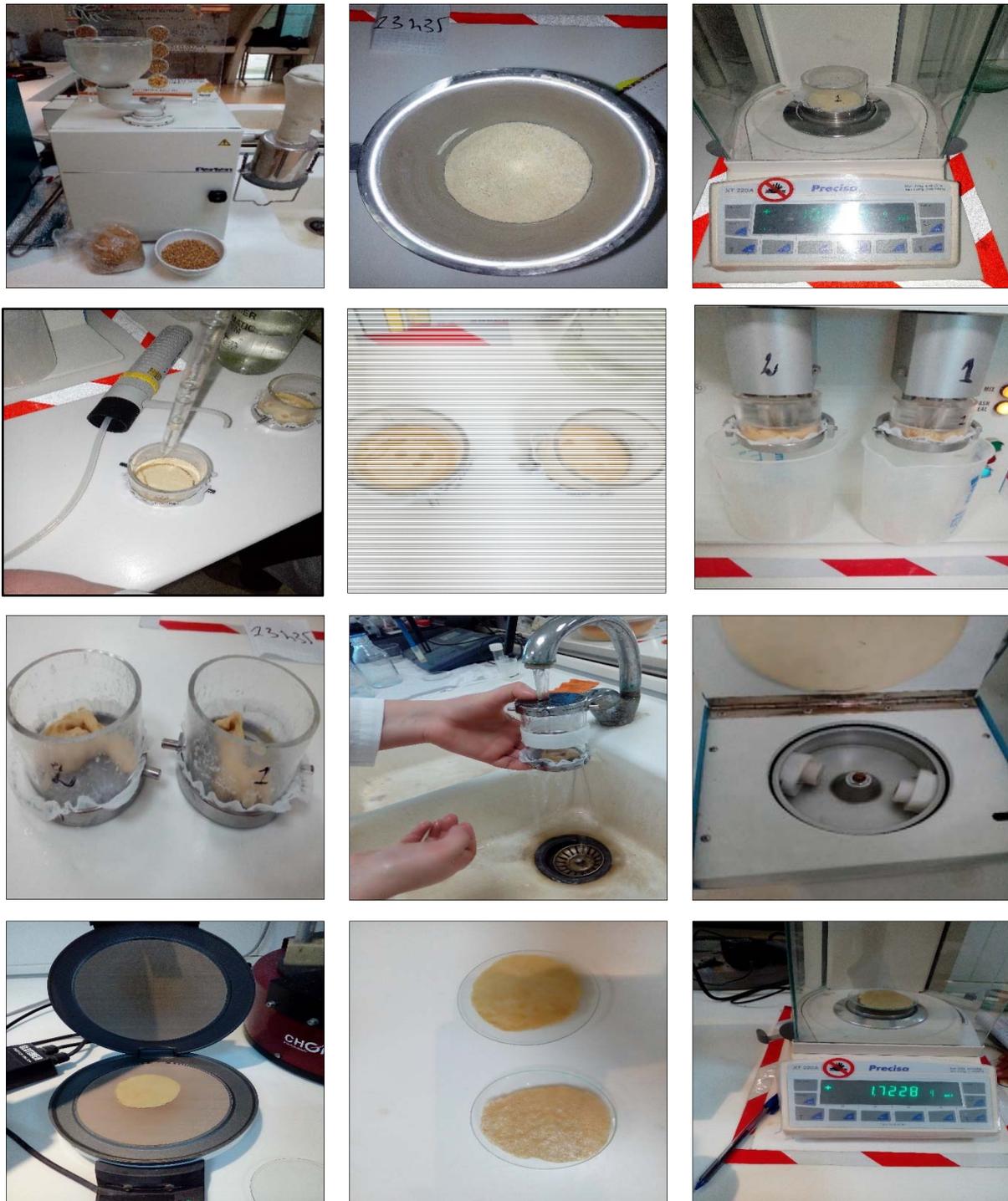


Figure 11. Détermination de taux de gluten.

2.3. Analyse de l'eau de mélange

2.3.1. Dureté ou titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrométrique est la concentration de tous les minéraux contenus dans une solution d'eau. Plus cette concentration est forte, plus l'eau est dure, au contraire plus cette concentration est faible, plus l'eau est douce.

TH : c'est la somme des concentrations de calcium et de magnésium contenue dans l'eau. Et appelée aussi la dureté totale de l'eau :

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]$$

➤ Appareillage et réactifs

- Erlenmeyer ;
- Firole jaugée ;
- Pipette graduée ;
- Tampon K 10 (**Annexe 2**) ;
- Indicateur NET (Noir Eriochrome T).

➤ Mode opératoire

Mesurer 25 ml de l'échantillon à l'aide d'une firole jaugée puis le verser dans un erlenmeyer, ajouter 4 gouttes de Noir Eriochrome (NET) : virage de la couleur vers le rose puis ajouter goutte à goutte à l'aide d'une pipette 10 gouttes de tampon K10 jusqu'à l'obtention d'une couleur bleue.

➤ Expression des résultats

La dureté de l'eau s'exprime en titre hydrotimétrique (TH) ou en degré français (°f) qui correspond à une concentration de 10 mg de carbonate de calcium (CaCO₃).

2.4. Analyse des pâtes

2.4.1. Temps de cuisson

Le temps minimal, optimal et maximal de cuisson correspond respectivement à la durée à partir duquel l'amidon est gélatinisé, au temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée et au temps au-delà duquel le produit se désintègre dans l'eau de cuisson (**Frank et al., 2002 ; Abecassis, 2011**).

➤ Appareillage

- Balance ;
- Casserole ;
- Chronomètre ;

- Deux plaques en verre plexiglas ;
- Plaque chauffante.

➤ **Mode opératoire**

Un échantillon de 100 g de pâtes est plongé dans 2 litres d'eau bouillante, en les remuant de temps en temps. A des intervalles de temps réguliers soit toutes les 30 s, une petite quantité est prélevée puis immédiatement écrasée entre deux plaques de plexiglas afin de visualiser la ligne blanche correspondant à l'amidon non gélatinisé. Le temps optimal de cuisson (TOC) correspond au temps à partir duquel l'amidon est complètement gélatinisé (disparition totale de la ligne blanche).



Figure 12. Détermination de temps de cuisson.

2.4.2. Taille du produit

Elle permet de mesurer les dimensions (la longueur, la largeur et l'épaisseur) des pâtes alimentaires et détecter les malformations et les irrégularités dans la fabrication.

➤ **Appareillage**

La taille des pâtes est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse TACTIX (appareil de mesure directe, entièrement en acier inoxydable).

➤ **Mode opératoire**

Le mode opératoire avec l'appareil est montré dans la (Fig. 13).



Figure 13. Détermination de la taille du produit.

3. Application du plan HACCP

3.1. Evaluation de l'état actuel des programmes prérequis au niveau de l'entreprise

La mise en œuvre du système HACCP au sein des Moulins Amor Benamor consisté d'abord à évaluer les programmes préalables, les surveiller et vérifier qu'ils respectent toutes les exigences prévues afin de maîtriser les conditions opérationnelles de l'établissement de transformation.

L'état actuel de l'entreprise a été vérifié, et un diagnostic des PRP se rapportant aux BPH est élaborée sur les recommandations des textes de base du *Codex Alimentarius*.

3.2. Révision de l'ancien manuel HACCP

La contribution de la mise en œuvre du système HACCP aux Moulins Amor Benamor consiste à évaluer le manuel HACCP préexistant au niveau de l'entreprise, le comparer et le faire correspondre au terrain par le focus sur une ligne « ligne G des pâtes courtes » pour identifier tous ce qui manque et essayer de le compléter.

Cette évaluation a pour objectif de déterminer les procédures manquantes relatives aux quatorze étapes exigées et à corriger certaines procédures déjà existantes.

CHAPITRE IV

Résultats et Discussion

Les résultats des analyses réalisées pour les matières premières et le produit fini des pâtes courtes Amor Benamor sont représentés ci-après :

1. Résultats d'analyse des matières premières

1.1. Semoule

1.1.1. Taux d'humidité (Teneur en eau)

Le taux d'humidité de l'ensemble des échantillons de semoule utilisée pour la fabrication des pâtes courtes est compris entre 14,07% et 14,48% avec une moyenne de 14,22% (**Fig. 14**). Ces teneurs en eau sont sensiblement identiques, et sont conformes aux normes du *Codex Alimentarius* (**CODEX STAN, 202-1995**) qui exige un taux d'humidité égale à 14,50%.

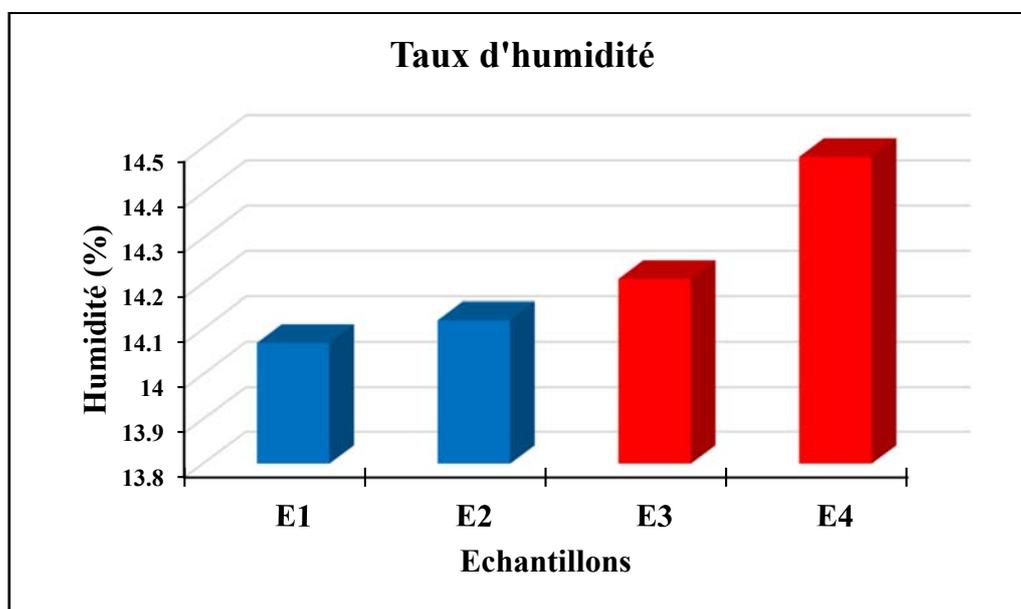


Figure 14. Variation d'humidité dans les différents échantillons analysés.

1.1.2. Taux d'affleurement (Granulométrie)

La distribution granulométrique de la semoule est un facteur déterminant du fait qu'elle affecte les propriétés d'absorption des pâtes et par conséquent elle influe sur la qualité du produit fini.

Le *Codex Alimentarius* (**CODEX STAN 178-1991**) indique que pour obtenir une semoule de bonne granulométrie, elle doit répondre à la norme suivante :

- La semoule SSSE : 75% de la somme des refus des tamis 4, 5 et 6

Les résultats obtenus de la granulométrie de la semoule SSSE sont illustrés dans la (**Fig. 15**), sont conforme aux normes ce qui montre une bonne maîtrise du diagramme de mouture.

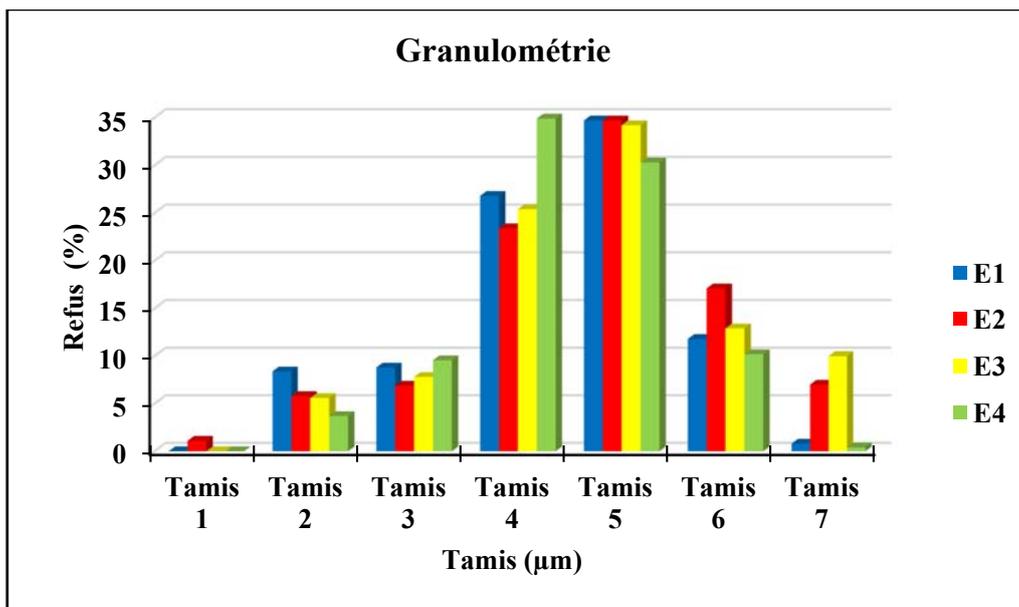


Figure 15. Résultats de la granulométrie de la semoule SSSE de blé dur.

1.1.3. Taux de cendres

La (Fig. 16) présente les résultats de la fraction minérale de la semoule SSSE. Le taux de cendres de l'ensemble des échantillons de semoule est compris entre 0,65% et 0,74%. Avec une moyenne de 0,69%. Ces résultats sont inférieurs à la teneur en cendres (1,3%) indiquée par le *Codex Alimentarius* (CODEX STAN, 202-1995) et se situe dans l'intervalle des semoules de qualité supérieure (< 1,1 %) donné par (Bar, 2001).

Les résultats de taux de cendres sont conformes aux normes, cela pourrait s'expliquer par la bonne maîtrise du diagramme de mouture.

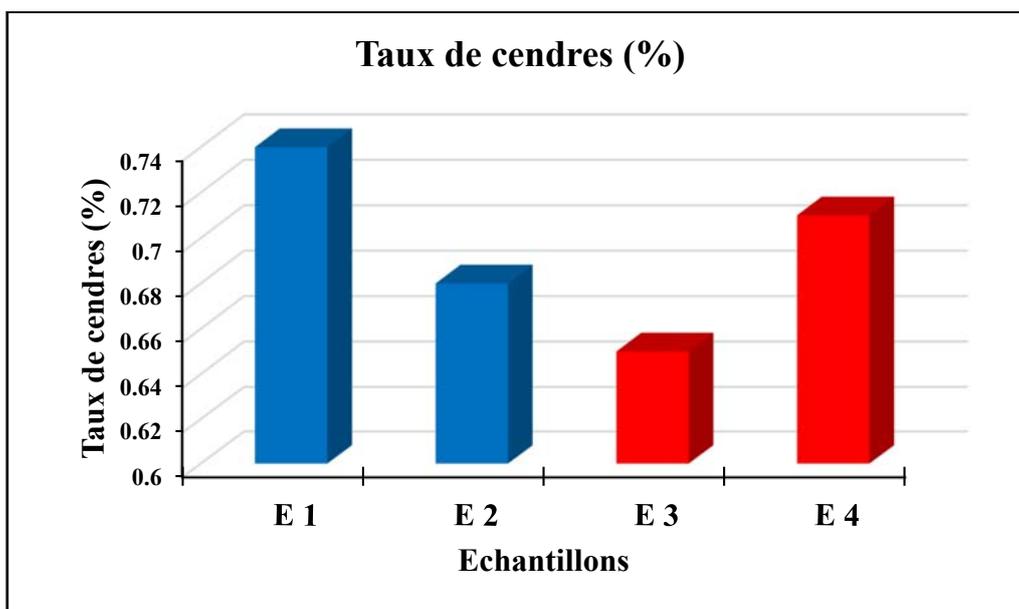


Figure 16. Résultats de taux de cendres des différents échantillons analysés.

1.1.4. Colorimétrie

L'indice de couleur peut déterminer la quantité de pigments présents et par conséquent la pureté du produit à analyser. La norme de *Codex Alimentarius* (CODEX STAN 202- 1995) indique que l'analyse colorimétrique correspond à l'indice de jaune (b^*) qui doit être 40. Les résultats de l'analyse colorimétrique des quatre échantillons sont conformes aux normes car ils ont donné un indice de jaune (b^*) proche à la valeur spécifiée ce qui permet d'apprécier la qualité de la semoule (Fig. 17).

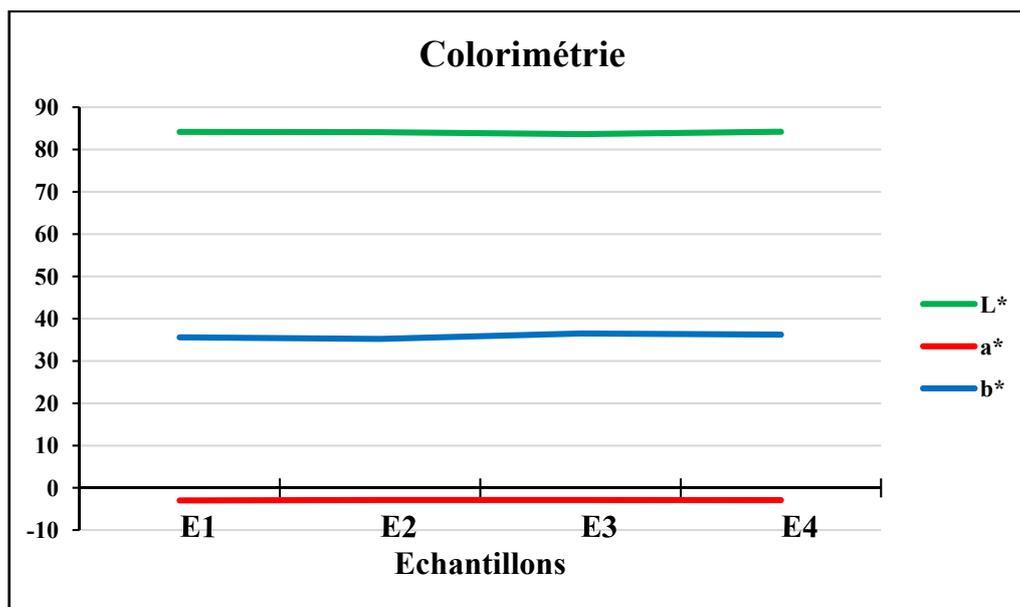


Figure 17. Résultats de la colorimétrie des différents échantillons analysés.

1.1.5. Indice de gluten

Cette analyse enseigne sur la qualité des protéines insolubles dans l'eau. Les résultats du gluten humide (GH) et gluten sec (GS) des échantillons de la semoule analysée sont présentés dans la figure 18.

- L'indice de gluten sec de l'ensemble des échantillons de semoule est compris entre 15% et 16% avec une moyenne 15,5 %.

D'après les résultats obtenus, les teneurs en gluten sec des échantillons de semoules sont acceptables, car d'après (Lecoq, 1965), la teneur en GS des semoules varie entre 9 et 17%.

- L'indice de gluten humide est compris entre 71% et 73% avec une moyenne 71,75%.
- Du point de vue quantitatif, selon (Godon, 1991) la teneur en gluten humide doit être comprise entre 80% et 85%.

Donc, les résultats obtenus montrent que la semoule est de bonne qualité et conforme aux normes, cela est dû à la qualité de blé réceptionné.

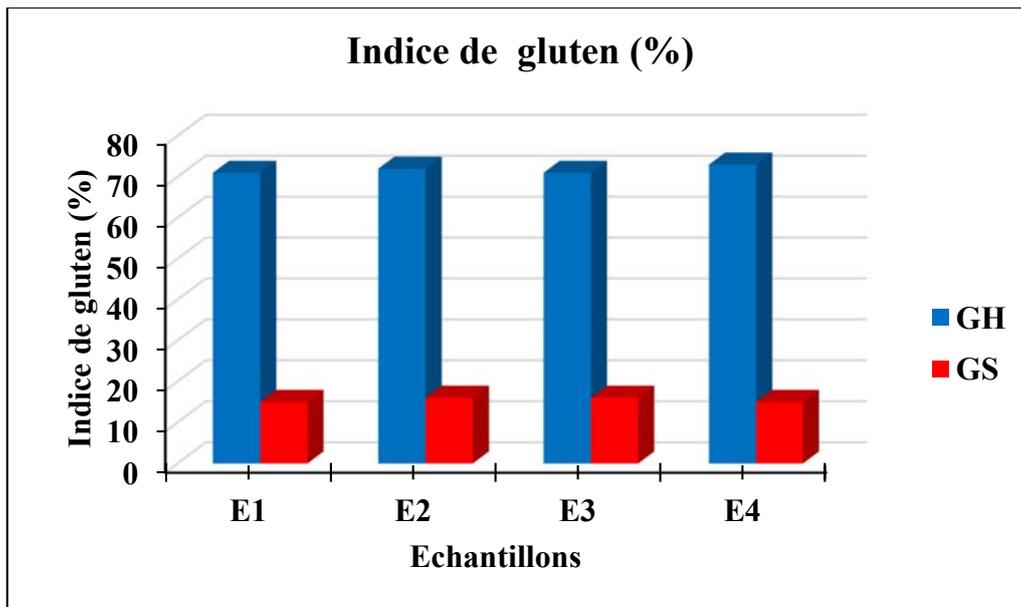


Figure 18. Variation de l'indice de gluten des échantillons analysés.

1.2. Eau de mélange

1.2.1. Dureté totale (TH)

Les résultats obtenus concernant le titre hydrotimétrique de l'eau de mélange analysée sont présentés dans la (Fig. 19), Ils présentent des valeurs oscillantes entre 14 et 16 °f, ce qui répond aux exigences de qualité propres à l'entreprise qui doivent être inférieure à (< 30 °f).

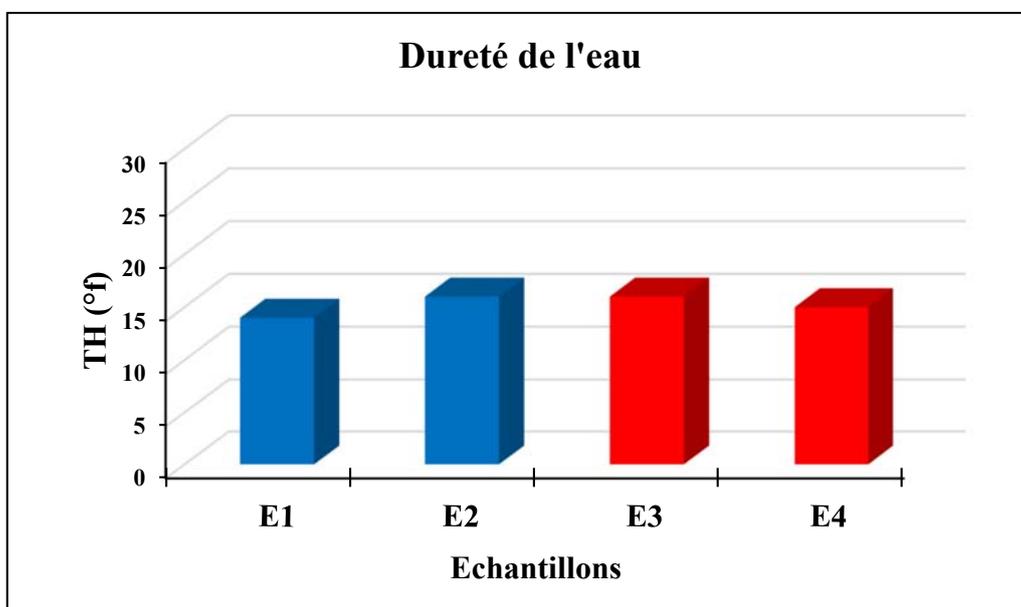


Figure 19. Variation du TH des échantillons analysés.

2. Résultats d'analyse du produit fini (pâtes alimentaires)

2.1. Temps de cuisson

Le temps de cuisson enregistré pour les pâtes alimentaires (Coudes 04) varie entre 7 min et 7,45 min ce qui ne montre aucune différence significative entre les quatre échantillons analysés vis-à-vis de ce même paramètre.

Cette différence pourrait s'expliquer par la stabilité du processus de fabrication.

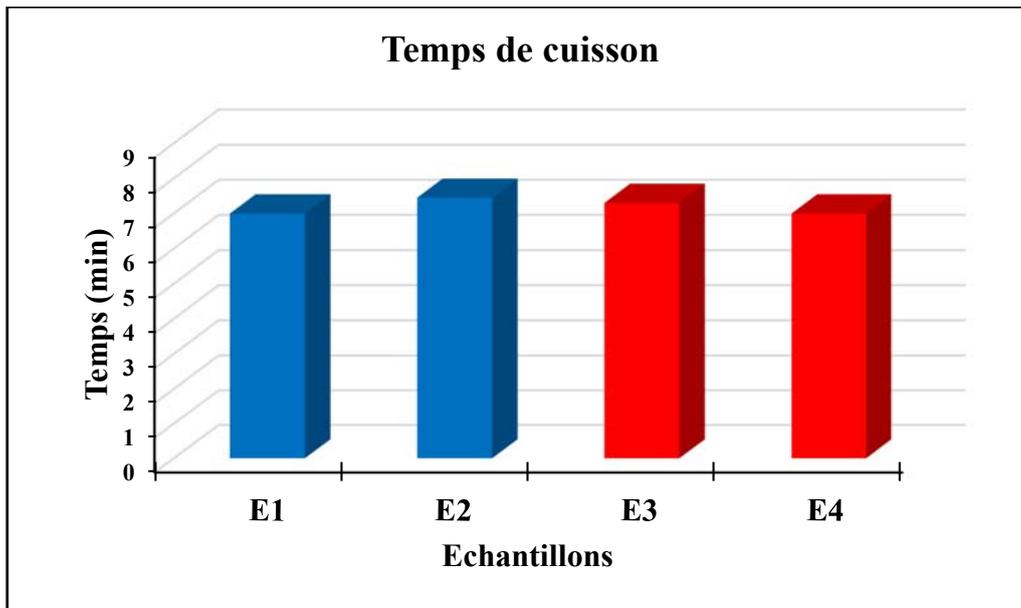


Figure 20. Variation du temps de cuisson des différents échantillons analysés.

2.2. Taux d'humidité

La mesure de l'humidité des pâtes alimentaires est une opération capitale, car elle permet de savoir si le produit peut être stocké sans risque d'altération par les moisissures.

Les résultats de l'humidité obtenus sur les échantillons des pâtes analysées oscillent entre 11,73% et 12,04% avec une moyenne de 11,89%. Ces résultats restent conformes et ne dépassent pas la limite (12,5%) tolérée par la norme algérienne (JORA, 2007).

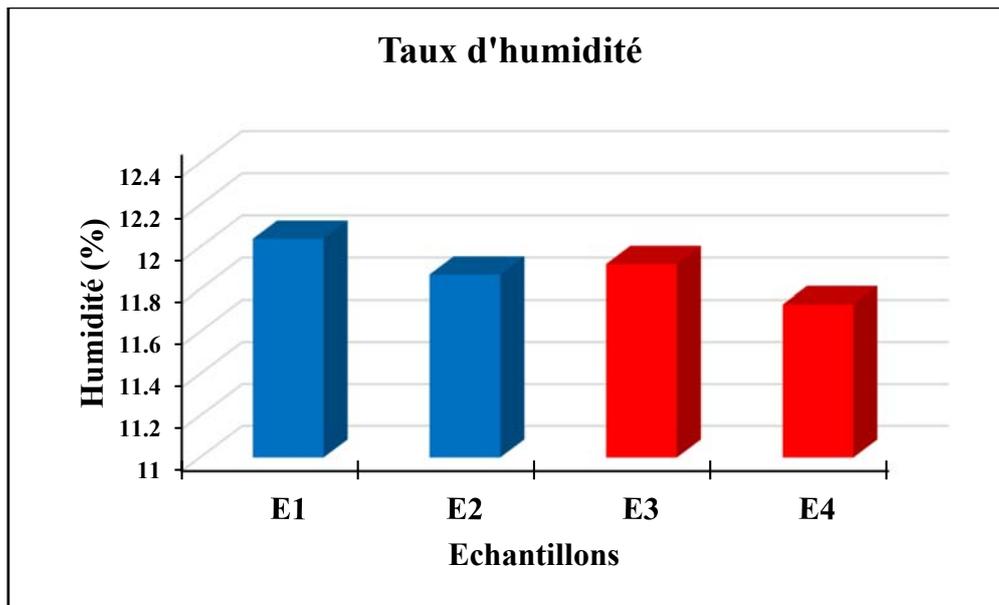


Figure 21. Variation d'humidité dans les différents échantillons analysés.

2.3. Colorimétrie

La couleur est un paramètre primordial et très important qui permet d'apprécier la qualité des pâtes alimentaires. Les résultats obtenus montrent d'une manière générale des valeurs très contrastées pour les différents échantillons analysés.

Les résultats obtenus de l'analyse colorimétrique des pâtes courtes (Coudes 04) (Fig. 22) sont dans l'intervalle des normes fixées par l'entreprise.

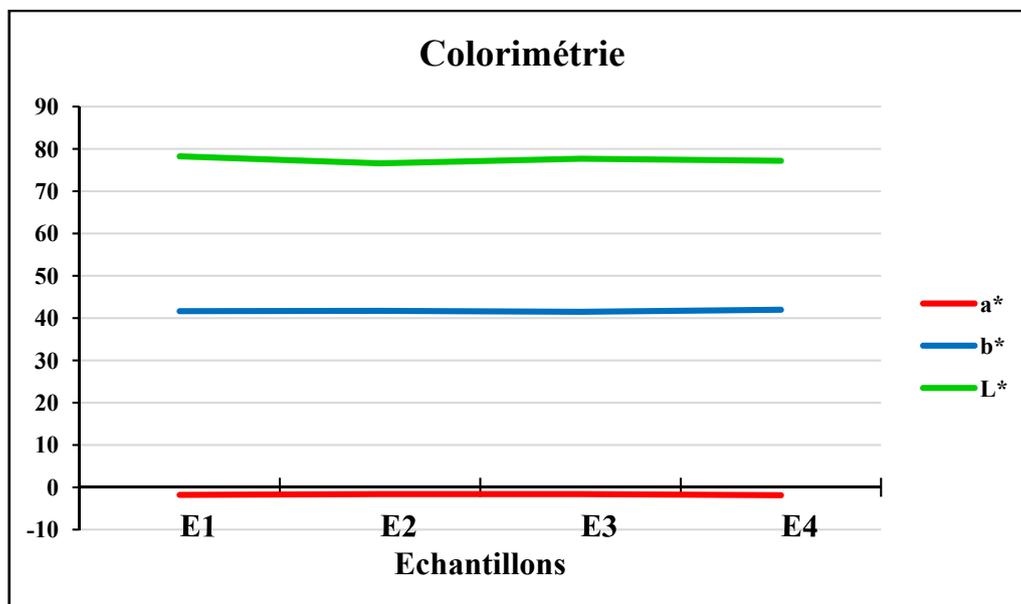


Figure 22. Résultats de la colorimétrie des différents échantillons analysés.

2.4. Taille du produit

Les résultats de la taille (longueur et largeur) des échantillons analysés sont illustrés sur la figure 23. La longueur des pâtes (Coudes 04) se situe entre 11,43 et 11,89 mm avec une moyenne de 11,67mm, alors que la largeur est de 6,1 à 6,18 mm avec une moyenne de 6,14mm. Ce qui témoigne de la stabilité du processus de fabrication durant toute la période d'expérimentation.

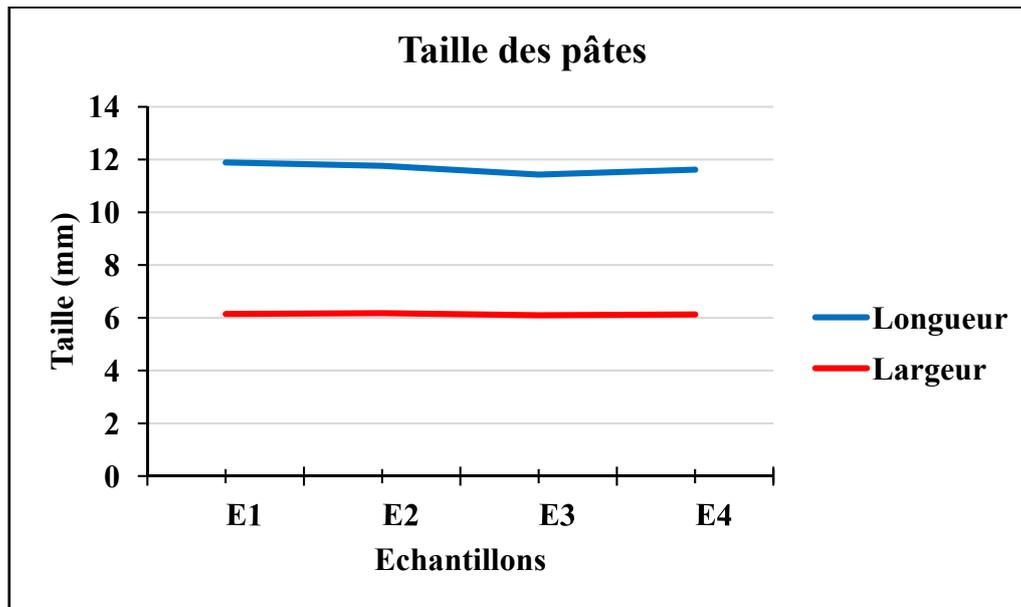


Figure 23. Taille des différents échantillons analysés.

3. Mise en œuvre du système HACCP

3.1. Diagnostic des programmes prérequis

L'inspection réalisée au sein de l'établissement pour évaluer les programmes préalables a permis d'avoir une photographie instantanée donnant une évaluation réaliste des conditions à la fois positives et négatives dans l'unité de production des pâtes alimentaires Amor Benamor. Pour atteindre cet objectif, on s'est appuyés sur les six rubriques des programmes préalables basées sur l'ensemble des exigences du *Codex Alimentarius* présentées ci-après :

➤ Locaux

• Extérieur du bâtiment :

L'unité de production est située dans une zone non polluante loin de toute source de contamination environnementale (gaz toxiques et autres), les limites du site sont clairement identifiées et l'accès est contrôlé par un poste de garde équipé des dispositifs de surveillance.

• Intérieur du bâtiment :

Cette rubrique a relevé un nombre d'anomalies techniques, concernant les surfaces qui constituent le bâtiment, tels que les sols, murs, plafond, jonctions, portes, fenêtres, etc.

Parmi ces anomalies on peut citer :

- Le sol défectueux de la moitié de la zone de production ;
- Le raccordement des murs avec le sol en angles droits ;
- Le plafond non entretenu.

➤ Transport et entreposage

Les résultats obtenus sur l'ensemble des exigences de transport et entreposage indiquent que le système de rotation de stock spécifié (FIFO) est respecté et les produits non conformes sont isolés et identifiés pour éviter leur utilisation.

➤ Equipements

Les matériaux des équipements et toutes surfaces qui entrent en contact avec le produit ainsi que les produits nécessaires à la maintenance de ces équipements (ex : lubrifiants) sont garantis au contact alimentaire.

➤ Personnels

Les résultats obtenus sur l'ensemble des exigences de cette rubrique sont à l'origine des comportements du personnel. La société a bien travaillé sur l'organisation en continu des formations sur les bonnes pratiques d'hygiène, de fabrication et de sécurité au travail mais quelques comportements peuvent être à l'origine de contaminations des produits, notamment :

- Le déplacement non-organisé du personnel au sein des lieux de production, ce qui présente un risque éventuel d'une contamination croisée ;
- Le non-respect des règles d'hygiène (vêtements, gants, charlottes, bottes).

➤ Assainissement et lutte contre les vermines

L'établissement dispose d'un programme pour le nettoyage et l'assainissement des équipements et des locaux, principalement pour la zone de production, ainsi qu'un programme de maîtrise des nuisibles, surveillé mensuellement et à chaque fois si nécessaire par une équipe chargée de cette activité.

➤ Retrait

L'établissement met en place une procédure écrite lui permettant de rappeler rapidement et complètement tous les lots d'aliments mis en marché.

3.2. Résultats de l'application des principales étapes du système HACCP

3.2.1. Définition du champ d'étude

La présente étude a porté sur l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan HACCP au sein de l'unité de production des pâtes Amor Benamor. Elle a englobé les processus depuis la réception des matières premières, en passant par le mélange, le séchage et se termine par l'expédition des produits conditionnés.

L'étude a concerné la ligne de production des pâtes courtes « Ligne G », cette ligne à une capacité de produire 3000 à 4000 Kg/heure, elle fabrique plusieurs formats tels que les torsades, penne, coudes, tlitli, vermicelle, plomb, coquillage, etc.

3.2.2. Constitution de l'équipe HACCP

L'équipe est pluridisciplinaire et composée de plusieurs personnes provenant des différents services de l'entreprise. Les membres de l'équipe (**Tab. 5**) sont choisis en fonction de leurs postes et de leur service dans l'entreprise. Les membres de l'équipe avec leurs responsabilités sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Membres de l'équipe HACCP.

Structure	Fonction	Rôle															
		pilotage	Veille réglementaire (SA)	Traçabilité	BPH	Ressources humaines	Nettoyage et désinfection	Validation étude HACCP	Système documentaire	Etude des dangers	Etablissement PRP	Sensibilisation	Formation	Communication Interne	Contribution HACCP	Auditeurs internes	Membre
Approvisionnement blé	Senior manager approvisionnement blé			✓	✓					✓		✓			✓	✓	
Approvisionnement	Senior manager achat				✓							✓			✓	✓	
Approvisionnement	Superviseur contrôle qualité emballage pâtes et semoule			✓	✓							✓			✓	✓	
Production moulins	Senior manager procès			✓	✓		✓					✓			✓	✓	
Production pates	Chef de service production pates			✓	✓		✓					✓			✓	✓	
Conditionnement pâtes	Adjoint chef de service conditionnement pâtes				✓		✓					✓			✓	✓	
Commerciale	Manager senior service client et logistique		✓	✓	✓					✓		✓			✓	✓	✓
Maintenance moulins	Chargé méthode moulins			✓	✓							✓			✓	✓	
Maintenance utilités	Méthodiste				✓					✓		✓			✓	✓	
Maintenance conditionnement	Chargé méthode maintenance production pates				✓							✓			✓	✓	
Maintenance conditionnement	Chargé méthode maintenance conditionnement				✓							✓			✓	✓	
Qualité	Manager junior management qualité		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

QHSE	Directeur QHSE							✓									
Qualité	Manager HSE			✓	✓		✓			✓		✓		✓	✓	✓	✓
Qualité	Manager assurance qualité et sécurité alimentaire	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Qualité	Responsable contrôle qualité			✓	✓							✓		✓	✓	✓	
Qualité	Superviseur qualité moulins			✓	✓							✓		✓	✓	✓	
Qualité	Superviseur qualité pâtes			✓	✓							✓		✓	✓	✓	
DFC	Juriste		✓														
DRH	Senior manager RH et administration générale					✓						✓	✓	✓	✓	✓	

3.2.3. Description du produit

A. Matières premières

Les matières premières utilisées par l'unité sont la semoule de blé dur (SSSE) et l'eau de mélange. Leurs caractéristiques sont indiquées dans les tableaux 6 et 7.

Tableau 6. Fiche technique comportant les données relatives à la semoule SSSE.

Objet	Description
Nom de la matière première	Semoule de blé dur SSSE
Composition y compris les additifs	Absent
Origine	50% silo 09+ 50 % silo 10
Méthode de transfert	Par refoulement
Condition de stockage	Silos de stockage à température ambiante

Tableau 7. Fiche technique comportant les données relatives à l'eau de mélange.

Objet	Description
Nom de la matière première	Eau de mélange
Caractéristique chimiques et physiques	TH (°F) :15
Origine	Oued
Méthode de production	Pompage

B. Produit fini

Les pâtes courtes Amor Benamor (Coudes 04) sont décrites dans le tableau 8.

Tableau 8. Description du produit fini (Coudes 04).

Nom du produit	Pâtes courtes AMOR BENAMOR à base de blé dur
Description	Les pâtes courtes ont une teinte uniforme ambrée, jaune, clair, sans odeur, franche et saine.
Composition	100% semoule de blé dur
Humidité	Max 12.5%
D.L.U.O	2 ans
Etiquetage	Le mois et l'année de production et d'expiration, précédés de la mention : (à consommer de préférence avant le ...) en arabe, en français et en anglais
	Mention obligatoire que le produit contient du gluten.
Conditions de conservation	A l'abris de l'humidité, et de la chaleur
Emballage et conditionnement	Sac en polypropylène (500g)
	

3.2.4. Utilisation prévue

Les pâtes courtes (Coudes 04), fabriquées par Amor Benamor, sont destinées à la consommation humaine pour toutes les catégories à l'exception des personnes qui ont une intolérance au gluten comme il est indiqué dans le tableau 9.

Tableau 9. Utilisation prévue des pâtes (Coudes 04).

Identification de l'utilisation attendue	<p>Consommateurs visés : Toute la population, à l'exception des intolérants au gluten</p> <p>Lieux de la vente du produit : Commercialisation à travers le territoire national (grossistes, détaillants, ...) et international.</p>
---	---

3.2.5. Diagramme de fabrication

Le diagramme de fabrication des pâtes Amor Benamor est illustré dans la figure suivante :

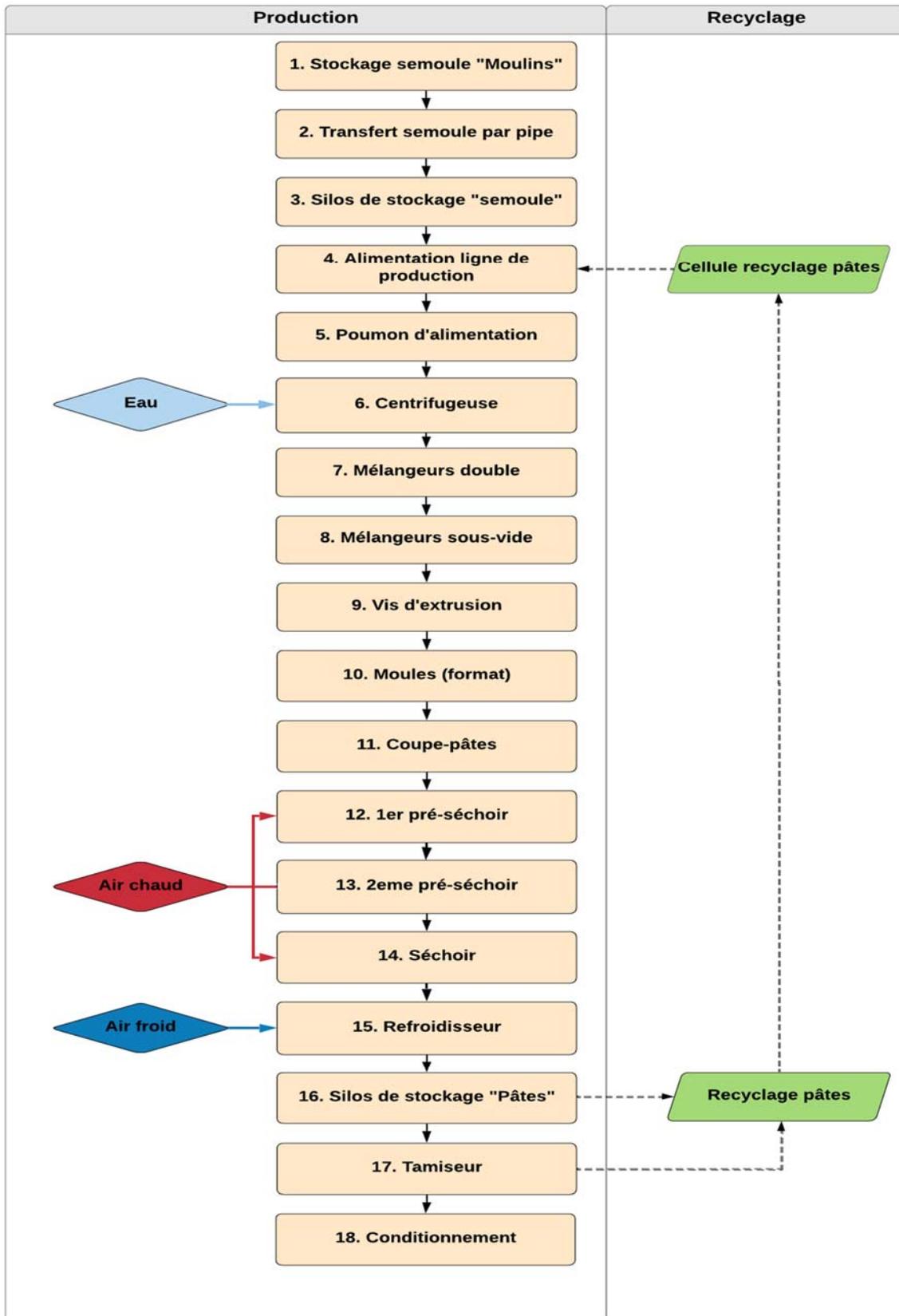


Figure 24. Diagramme de fabrication des pâtes courtes Amor Benamor.

A. Description du processus de fabrication

L'obtention des pâtes alimentaires prêtes à consommer nécessite une succession d'opérations unitaires qui doivent être optimisées pour assurer un niveau de production suffisant sans nuire ni à la qualité, ni à la sécurité. La fabrication des pâtes alimentaires telle qu'elle est pratiquée au niveau industriel passe par trois grandes étapes successives de la production.

- L'hydratation/ malaxage de la semoule ;
- Le moulage ou façonnage ;
- Le séchage.

Les étapes préalables à la fabrication des pâtes alimentaires incluent la réception de la semoule, le stockage en silos et le transfert jusqu'à l'emplacement de fabrication.

➤ Hydratation/ malaxage de la semoule

Les pâtes alimentaires sont fabriquées en mélangeant de l'eau, éventuellement de la semoule dans un mélangeur. La quantité d'eau ajoutée à la semoule est généralement de 30% qui est l'équivalent de 1200L pour 4000Kg de semoule. Elle dépend de la teneur initiale en humidité de la semoule et de la forme finale des pâtes.

➤ Mélangeur sous vide

Cette étape permet d'extraire les bulles d'air se trouvant à l'intérieur de la pâte, elle permet aussi la distribution uniforme de la pâte. (Walsh and Gilles, 1977) affirment que si l'air n'est pas éliminé avant l'extrusion, des petites bulles seront formées dans les pâtes, ce qui diminue la force mécanique et donne au produit fini un aspect blanc et crayeux.

➤ Moulage ou façonnage

Le façonnage de la pâte est assuré par le principe d'extrusion (le plus couramment utilisé).

➤ Extrusion

La semoule hydratée est reprise par une vis sans fin dont la fonction est d'assurer l'avancement des pâtes tout en les comprimant de manière à provoquer leur extrusion à travers un moule situé en tête de vis. Les pressions auxquelles est soumis la pâte au cours de cette opération peuvent dépasser 100 kg/cm² (Kruger et al., 1996).

➤ Moulage

La pâte est extrudée par la vis d'extrusion vers la tête de presse à travers le moule, ceci se fait avec une pression entre 50 et 100 bars (Kruger et al., 1996). La vitesse d'extrusion et la condition de découpe détermine le format des produits finis.

➤ Séchage

Le séchage des pâtes se fait immédiatement après les opérations de mélange et d'extrusion. Il a pour objectif de réduire la teneur en humidité finale de produit qui ne doit pas dépasser 12.5% (Feillet, 2000).

Le séchage stabilise les qualités de la matière première. Il ne doit altérer ni la forme ni l'aspect des pâtes, des températures élevées de séchage conduisent à la meilleure qualité culinaire du produit final avec une fermeté élevée, une diminution des pertes à la cuisson et le caractère collant (Aktan and Khan, 1992 ; Zweifel et al., 2003).

➤ Conditionnement

Le produit fini est finalement conditionné dans des sacs en polyéthylène. Le conditionnement est désigné pour protéger le produit contre la contamination, l'endommagement pendant le chargement et le stockage et pour afficher favorablement le produit parmi d'autres produits (Sissons, 2004).

3.2.6. Vérification du diagramme de fabrication

Après la vérification sur site. Et la comparaison en permanence du déroulement des activités au diagramme des opérations, on a conclu qu'il n'y a aucune modification à faire sur le diagramme de fabrication, donc le diagramme de fabrication est validé.

3.2.7. Analyse des dangers

L'analyse des dangers est nécessaire lors de l'élaboration d'un plan HACCP afin de cibler les dangers dont l'élimination ou la réduction à des niveaux acceptables est essentielle pour la production d'aliments sains.

Quatre types de dangers ont été distingué :

Tableau 10. Liste des dangers.

Type des dangers	Dangers
Physique	<ul style="list-style-type: none"> - Métaux ferreux (limaille et débris de fer...) - Autres corps étrangers (verre, pierres, bois...)
Chimique	<ul style="list-style-type: none"> - Résidus des produits antiparasitaires à usage agricole (pesticides, herbicides et insecticides) - Produits de nettoyage et leurs résidus (solvants, lubrifiants) - Produits de la lutte contre les rongeurs et autres nuisible
Biologique	<ul style="list-style-type: none"> - Rongeurs, volatiles et leurs traces macroscopiques - Insectes des céréales et leurs traces macroscopiques - Flore banale : bactéries, levures, et moisissures - Mycotoxines
Allergène	<ul style="list-style-type: none"> - Gluten

Le tableau 11 regroupe les différents mesures prises en compte pour prévenir les dangers associés à la chaîne de production des pâtes alimentaires (Coudes 04) depuis la matière première jusqu'au conditionnement.

Tableau 11. Analyse des dangers associés à la production des pâtes alimentaires « Coudes 04 ».

N°	Etape	Dangers	Origine (5M)					Cause	Mesure de maîtrise
			M 1	M 2	M 3	M 4	M 5		
1	Stockage semoule Moulins	P	X					Chute des boulons, vis, débris de fer	-Présence d'un aimant au niveau des planchisters -Surveillance de l'aimant de façon continue.
		C		X				-Contamination initiale -Non-respect des normes en matière des traitements phytosanitaires	Effectuer des analyses de la MP
		B		X	X			Présence des insectes ou reste d'insecte	-S'assurer de l'application d'un plan de lutte contre les nuisibles -S'assurer du bon déroulement des actions de nettoyage et désinsectisation
2	Transfert semoule par pipe	P	X					Présence des boulons, débris de fer	Maintenance préventive
		C		X				Contamination initiale (pesticide)	Effectuer des analyses de la matière première
		B		X	X			Présence des insectes ou reste d'insecte	-S'assurer de l'application d'un plan de lutte contre les nuisibles -S'assurer du bon déroulement des actions de nettoyage et désinsectisation
3	Silos de stockage semoule	P	X					Présence des boulons, débris de fer	Maintenance préventive des silos de stockage semoule
		C		X				Contamination initiale (Pesticides)	Effectuer des analyses de la matière première
		B		X	X			Présence des insectes ou reste d'insecte	-S'assurer de l'application d'un plan de lutte contre les nuisibles -S'assurer du bon déroulement des actions de nettoyage et désinsectisation

4	alimentation ligne de	P	X				Présence des boulons, débris de fer	Maintenance préventive
		C		X			Contamination initiale (Pesticides)	Effectuer des analyses de la matière première
		B			X		Présence des insectes ou reste d'insecte	S'assurer du bon déroulement des actions de nettoyage et désinsectisation
5	Poumon d'alimentation	P	X				Présence des boulons, débris de fer	Maintenance préventive
		C		X			Contamination initiale (Pesticides)	Effectuer des analyses de la matière première
		B		X	X		Présence des insectes ou reste d'insecte	S'assurer de l'état d'hygiène du poumon d'alimentation
6	Centrifugeuse	P	X				Chute d'un corps métallique (vis, boulons ...)	Maintenance préventive de la centrifugeuse
		B				X X	-Mauvais traitement de l'eau -Etat hygiénique de la centrifugeuse	-Effectuer des analyses physicochimiques et microbiologiques de l'eau -Diminuer le temps d'arrêt- démarrage -S'assurer de l'état d'hygiène de la centrifugeuse -Nettoyage périodique
7	Mélangeurs double	P	X				-Chute des boulons, vis, organes en mouvement -Usure et/ou détérioration des racleurs du mélangeur	Maintenance préventive du mélangeur double
		C				X X	-Surdosage des produits nettoyants et désinfectants -Non-respect des BPH	-Rinçage conforme du mélangeur double -Sensibilisation du personnel en BPH
		B				X X	Présence de dépôts dans les angles morts	-S'assurer de l'état d'hygiène du mélangeur-Nettoyage périodique -Formation sur les instructions de travail pour assurer un autocontrôle
8	Mélangeurs sous-vide	P	X				Chute des boulons, vis ...	Maintenance préventive du mélangeur sous-vide
		C				X X	Surdosage des produits nettoyants et désinfectants	-Rinçage conforme du mélangeur sous vide -Qualification des opérateurs

9	Vis d'extrusion	P	X				Chute des débris de fer, frottement	Maintenance préventive de la vis d'extrusion	
		C				X	X	Excès de graissage	Mode opératoire de graissage expliqué et connu de tous.
		B				X	X	Présence des dépôts	-Diminuer le temps d'arrêt-démarrage pour éviter la formation des blocs de pâte fraîche
10	moules "format"	P	X				Chute des débris de fer	Vérification de l'état des pastilles	
		B				X	X	Présence des dépôts	-S'assurer de l'état d'hygiène des moules - Nettoyage périodique -Formation sur les instructions de travail pour assurer un autocontrôle
11	Coupe-pâtes	P	X				Chute des boulons, vis ...	Maintenance préventive des coupe-pâte	
		B				X	X	Présence des dépôts	-S'assurer de l'état d'hygiène des coupe-pâte- Nettoyage périodique -Formation sur les instructions de travail pour assurer un autocontrôle
12	1er pré-séchoir	P	X				Chute des boulons, vis,	Maintenance préventive du 1er pré-séchoir	
		C				X	X	Excès de graissage	-Mode opératoire de graissage expliqué et connu de tous. -Formation et qualification des personnels
		B				X	X	Non-respect du barème de séchage (Temps/T°)	-Contrôle du barème température/temps -Contrôle de l'humidité
13	2em pré-séchoir	P	X				Chute des boulons, vis	Respect du plan de maintenance préventif	
		C				X	X	Excès de graissage	Mode opératoire de graissage expliqué et connu de tous.
		B				X	X	Non-respect du barème de séchage (Temps/ T°)	-Contrôle du barème température/temps -Contrôle de l'humidité

14	Séchoir	P	X				Chute des boulons, vis,	Respect du plan de maintenance préventif	
		C				X	X	-Surdosage des produits désinfectants -Non-respect des BPH	Nettoyage conforme du séchoir et sensibilisation du personnel en BPH
15	Refroidisseur	P	X				Chute des boulons, vis	Respect du plan de maintenance préventif	
		B				X	X	-Non-maitrise des paramètres temps/T° de refroidissement -Air utilisé est contaminé -Plaque de l'échangeur de l'eau glacée trouées	-Contrôle du barème temps température -Contrôle des filtres -Maintenance préventive des plaques de refroidisseur
16	Stockage pâtes	P	X				Chute des boulons, vis	Respect du plan de maintenance préventif	
		C				X	X	Concentration excessive des produits de traitement et de désinsectisation	Vérification des concentrations des produits utilisés avant utilisation.
		B				X	X	-Non-respect de la T° de stockage -Stockage prolongé causant la multiplication des moisissures	Respect de la T° et durée de stockage
17	tamisage	P	X				Chute des boulons, vis	Respect du plan de maintenance préventif	
		B				X		-Présence des poils et cheveux -Entretien insuffisant des tamis	-Instruction et règles d'obligation de port de la tenue cible. -S'assurer de l'état d'hygiène des tamis - Nettoyage périodique
18	conditionnement	P	X				Chute des boulons, vis	Maintenance préventive du détecteur de métaux	
		C		X				Contaminant chimique contenus dans les matériaux d'emballage	Vérification de la conformité de l'emballage

P : Danger physique, **C** : Danger chimique, **B** : Danger biologique

M1 : Matériel, **M2** : Matière première, **M3** : Milieux, **M4** : Méthode, **M5** : Main d'œuvre

3.2.8. Identification des points critiques

En suivant l'analyse des dangers et à l'aide de l'arbre de décision (**Annexe 1**), les CCP et les PRPo illustrés ci-après ont été identifiés et synthétisés.

3.2.9. Établissement des limites critiques, système de surveillance et actions correctives pour chaque CCP et PRPo

Les limites critiques, le système de surveillance, les actions correctives établis suite à la détermination des CCP et PRPo sont rapportés dans les tableaux suivants. L'étape de vérification et validation vise à s'assurer que le système est conforme et efficace.

Tableau 12. Fiche CCP 1.

Étape	De l'étape 4 à 17	
Danger	Physique	
Limite critique	Absence	
Surveillance	Qui	Conducteur
	Comment	Contrôle visuel
	Matériel	/
	Fréquence	Chaque jour
Action corrective	Changement de l'aimant	
Enregistrement	Cahier de consigne production	

Tableau 13. Fiche CCP 2.

Etape	12 à 15	
Danger	Biologique	
Limite critique	Absence	
Surveillance	Qui	Laborantin
	Comment	Analyse laboratoire
	Matériel	Dessiccateur
	Fréquence	Chaque 4 heures
Action corrective	Analyse de confirmation Renforcer la fréquence des analyses	
Enregistrement	Bilans d'analyses	

Tableau 14. Fiche PRPo 1.

Etape	1 à 3	
Danger	Physique	
Limite critique	Absence	
Surveillance	Qui	Conducteur
	Comment	Contrôle visuel
	Matériel	/
	Fréquence	Chaque jour
Action corrective	Changement de l'aimant	
Enregistrement	Fiche de suivi	

Tableau 15. Fiche PRPo 2.

Etape	7-8-14	
Danger	Chimique	
Limite critique	Absence	
Surveillance	Qui	Opérateur
	Comment	Contrôle sensoriel
	Matériel	/
	Fréquence	Après chaque nettoyage
Action corrective	Ne pas démarrer la machine. Refaire le rinçage	
Enregistrement	Check liste de démarrage machine	

3.2.9. Établissement de la documentation

L'élaboration d'un manuel d'autocontrôle conforme au système HACCP nécessite la rédaction de plusieurs documents que ce soit des procédures, des fiches de contrôles ou autres. La contribution au système de documentation est inscrite dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 16. Plan de maintenance.

Machine /Localisation	Objet de l'intervention	Fréquence	Opérateur	Enregistrement
Mélangeur et centrifugeuse	Vérification de l'état de machine	Une fois par mois	Conducteur	Fiche d'entretien machine
Moule	Entretien et lavage	Chaque format	Conducteur de ligne	Fiche d'entretien machine
Pré-séchoir et séchoir	Vérification et entretien	Une fois par mois	Groupe de maintenance	Fiche d'entretien machine

Tableau 17. Plan de nettoyage.

Localisation	Objet	Fréquence	Responsable	Enregistrement
Machine de production et installation de transfert	Elimination des résidus de produits	A chaque arrêt d'activité	Opérateur	Enregistrement d'arrêt
Conditionnement des pâtes	Nettoyage des lignes d'ensachage	Une fois par jour	Manutentionnaire	Enregistrement des nettoyages à l'ensachage
Silos de stockage	Enlèvement des poussières et des corps étrangers	Une fois par jour	Opérateur	Enregistrement de nettoyage des silos

Tableau 18. Plan de contrôle.

Type de produit	Lieux de prélèvement	Nature de l'analyse	Fréquence	Opérateur	Enregistrement
Semoule de blé dur	A la réception	Contrôle visuel et analyse physicochimique	A chaque réception	Laborantin	Fiche d'enregistrement du contrôle à la réception
Eau	Tanks d'eau de mélange	Analyse physicochimique et microbiologique	A chaque mélange	Laborantin	Résultats des analyses
Au cours de la fabrication	Pré-séchage et séchage	Mesure de l'humidité	A chaque séchage	Laborantin	Résultats des analyses

4. Résultat de la révision de l'ancien manuel HACCP

La révision du plan HACCP est nécessaire car, en effet, les conditions habituelles de travail peuvent changer. Par conséquent, il sera nécessaire de le réactualiser pour se rendre compte de la valeur de sa conception et de son efficacité.

Dans ce cadre, le manuel HACCP préexistant au niveau de l'entreprise a été évalué et comparé. Cette comparaison a révélé les points suivants :

- Absence d'une équipe HACCP ;
- Champs d'étude non-déterminé ;
- Diagramme de fabrication non-identique ;
- Programmes prérequis opérationnels et points critiques identifiés non- actualisés.

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude effectuée au niveau des Moulins Amor Benamor d'El-Fedjoudj - Guelma, avait pour objectif l'évaluation du système HACCP et sa mise en œuvre ainsi que l'évaluation de la qualité des pâtes courtes, par la réalisation des analyses physico-chimiques des matières premières et du produit fini.

Les résultats confirment clairement que tous les paramètres sont retenus aux normes Algériennes et internationales ce qui prouve que le produit fini des Moulins Amor Benamor est de bonne qualité et apte à la consommation.

L'efficacité d'une démarche HACCP repose sur la bonne maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène et des dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires. L'industrie de fabrication des pâtes est sensible aux risques potentiels de contamination biologiques, physiques et chimiques. La prévention de ces risques reste la meilleure solution qui puisse garantir la salubrité des pâtes fabriquées. Les programmes prérequis demeurent l'assise de base nécessaire pour maintenir tout au long de la chaîne de fabrication un environnement hygiénique approprié.

Pour cela, la démarche de la mise en œuvre du système HACCP a commencé par le diagnostic de l'état des lieux des PRP, les résultats de l'évaluation de la situation de l'entreprise ont donné des résultats satisfaisants à savoir :

- ✓ Absence de source de contamination externe grâce à la situation géographique de l'entreprise.
- ✓ Matière première et matériel de l'usine protégés contre les dangers physiques, chimiques et biologiques.

Cependant, durant la vérification il est constaté que la formation du personnel sur le système HACCP est insuffisante, notamment, sur le concept CCP et PRPo. Afin de développer les compétences voulues, la formation et la sensibilisation du personnel à la méthode HACCP, doivent être planifiées pour lui faciliter la tâche de reconnaître le danger encouru sur le terrain.

Au terme de la présente étude, deux CCP et deux PRPo ont été identifiés pour l'ensemble de la chaîne de fabrication. Afin de maîtriser chacun d'eux, un ensemble de mesures préventives et plans de surveillances sont mis en place.

Nous pouvons conclure que le développement d'une démarche HACCP au sein des Moulins Amor Benamor est un projet à long terme. Il suppose l'appropriation progressive des principes de la gestion de la qualité et la sécurité alimentaire par l'ensemble du personnel. Finalement, toutes les entreprises agroalimentaires sont censées d'adopter les principes de ce système afin d'offrir des produits sains et de qualité, et garantir ainsi la sécurité et la satisfaction des consommateurs.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- **Abecassis, J. (2011)**. Innovations pour améliorer la qualité des productions et des produits céréaliers. UMR-IATE. Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes, INRA.
- **Adrain, J. (1996)**. Composition et valeur nutritionnelle du pain. Collection sciences et technique agroalimentaires, Lavoisier, Paris, 481-489 p.
- **Ait, S. et Ait, K. (2008)**. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologique chez le blé dur en Algérie. Thèses de doctorat, Département de Biologie, Université BADJI Mokhtar, Annaba, 19-23p.
- **Aktan, B. and Khan, K. (1992)**. "Effect of high-temperature drying of pasta on quality parameters and on solubility, gel electrophoresis, and reversed-phase high-performance liquid chromatography of protein components". Cereal chemistry (USA).
- **Apfelbaum, A., Pertmuler, L., Forat, G., Begon, M. et Nillus, P. (1981)**. Dictionnaire pratique de diététique et de nutrition. Edition Masson, Paris, 484-615 p.
- **Bar, C. (2001)**. Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux, Guide pratique. Edition ITCF, Paris, 268 p.
- **Bariller, J. (1997)**. Sécurité alimentaire et HACCP. Ed. TEC et DOC, Paris, 37-58 p.
- **Bariller, J. (1998)**. Sécurité alimentaire et HACCP. Ed. TEC et DOC, Paris, 37-52 p.
- **Battais, F., Richard, C. et Leduc, V. (2007)**. Les allergènes du grain du blé. Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique, 47(3), 171-174 p.
- **Belaid, C. (2012)**. Etude comparative de quelques caractéristiques technologiques des blés durs locaux et importés destinés à la fabrication de semoule. Mémoire de Master, Université 08 MAI 1945, Guelma, pp.
- **Bouali, W. (2010)**. Contribution à la mise en place d'un plan HACCP dans une unité de fabrication des aliments pour animaux. Mémoire de magister, Université Es-Senia, Oran, pp.
- **Boudreau, A. et Ménard, G. (1992)**. Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Presses Université Laval.
- **Bourgeois, C. et Leveau, J. (1991)**. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 439-448 p.
- **Calvel, R. (1984)**. La boulangerie moderne. Ed. Eyrolles, 10^{ème} Édition, Paris, 460 p.
- **Chauvel, A.M. (1994)**. Les outils de résolution de problème, La qualité des produits alimentaires : Politique, incitation, gestion et contrôle. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 440-475 p.

- **Codex alimentarius, (1997).** Disposition générales (hygiène alimentaire). Codex alimentarius. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture organisation mondiale de la santé, Rome.
- **Codex Alimentarius, (2003).** La Commission Du Codex Alimentarius Et Le Programme FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Code D'usages International Recommandé – Principes Généraux D'hygiène Alimentaire. CAC/RCP 1- 1969, Rév. 4, Rome (Italie).
- **Cole, M. (2004).** Food safety objectives - Concept and current status. Mitt. Lebensm. Hyg. 97,13-20 p.
- **Dupuis, L., Tardif, R., Verge, J., Drapeau, R., Ducharme, B. et Hébert, J. (2002).** Hygiène et salubrité dans l'industrie laitière. Ed. Polytechnique, Canada, 527-573 p.
- **Da Cruz, A., Cenci, S. and Maia, M. (2006).** Quality assurance requirements in produce processing. Trends in Food Science and Technology, 406-411 p.
- **FAO., Food and Agriculture Organization (1996).** Codex alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales. FAO. Vol. 7. Ed. 2, Rome, 164 p.
- **FAO., Food and Agriculture Organization/ OMS., Organisation Mondiale de la Santé (2007).** Orientations FAO/OMS à l'usage des gouvernements concernant l'application du HACCP dans les petites entreprises moins développées du secteur alimentaire. Rome, 1-10 p.
- **Fedali, Y. (2014).** Contribution au management des risques dans certains secteurs d'activité en Algérie, cas de l'agroalimentaire. Thèse de doctorat en hygiène et sécurité industrielle, Université d'El hadj lakhdar, Batna, 108 p.
- **Feillet, P. (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. Institut national de la recherche agronomique, INRA, Paris, 308 p.
- **Feinberg, M. (1996).** La validation des méthodes d'analyse : une approche chimio métrique de l'assurance qualité au laboratoire. Ed. Masson, Paris, 390 p.
- **Flaconnet, F. et Bonbled, P. (1994).** La certification des systèmes d'assurance qualité dans l'agro-alimentaire français. Ed.2 Lavoisier TEC et DOC, Paris, 529-552 p.
- **Frank A, Manthey LS, and Anton, L.S. (2002).** Physical and Cooking Quality of Spaghetti Made From Whole Wheat Durum. Cereal Chemistry, 79(4), 504-510 p.
- **Fredot, E. (2005).** Connaissance des aliments. TEC et DOC, Paris, 397p.
- **Godon, B. (1991).** Biotransformation des produits céréaliers. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 221 p.
- **Godon, B. et Loisel, W. (1997).** Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 819 p.

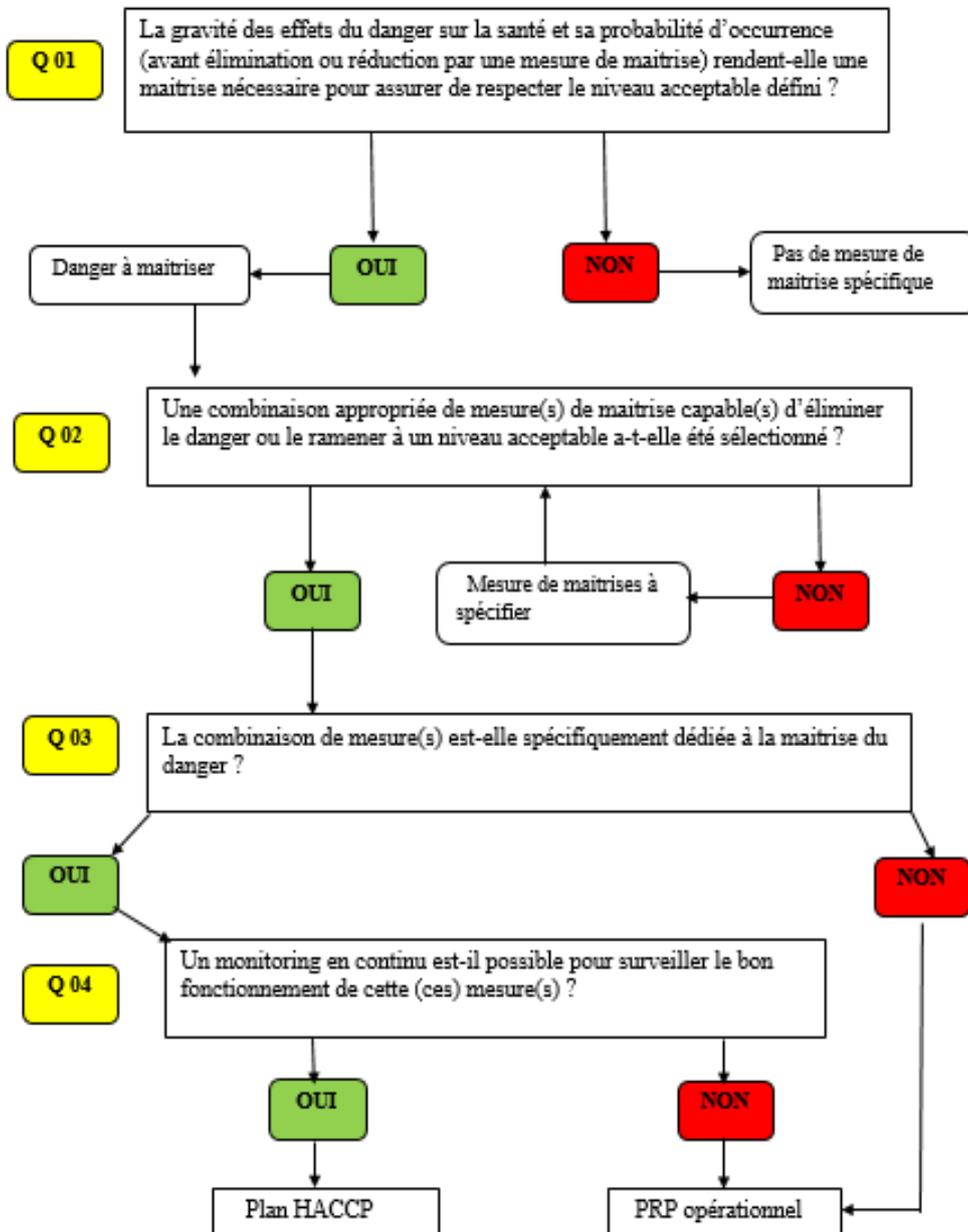
- **Guergah, N. (1997).** Contribution à l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur le comportement d'un génotype de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en pot et en plein champs dans la région d'El-Khroub. Mémoire d'Ingénieur, Université d'El Hadj Lakhdar, Batna, 69 p.
- **Guinet, R. et Godon, B. (1994).** La panification française. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 552 p.
- **Guiraud, J.P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Ed. DUNOD, Paris, 615 p.
- **Hamel, L. (2010).** Appréciation de la variabilité génétique des blés durs et des blés apparentés par les marqueurs biochimiques. Thèse de magister en Biologie végétale et d'écologie, Université Mentouri, Constantine, 83 p.
- **Harami, A. (2009).** Etude préliminaire pour la mise en place du système HACCP au sein de la laiterie " NUMIDIA ". Post graduation spécialisé, Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agroalimentaires (INATAA), Constantine, 32 p.
- **ISO., International Organization for Standardization (2005).** Système de management de la sécurité des denrées alimentaires—exigence pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire. Ed. AFNOR ,35 p.
- **ITCF., Institut Technique des Céréales et des Fourrages (2001).** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Lavoisier, France, 268 p.
- **Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P. et Brule, G. (2006).** Science des aliments : biochimie - microbiologie - procédé – produits : stabilisation biologique et physico-chimique. Ed. TEC et DOC, Paris, 383 p.
- **JORA., Journal Officiel de la République Algérienne (2007).** Les prix à la production et aux différents stades de la distribution des semoules de blé dur.
- **Jouve, J.L. (1996).** Le HACCP un outil pour l'assurance de la sécurité des aliments. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 672 p.
- **Kellou, R. (2008).** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité qualité-méditerranéen le cas coopérative sud céréales, groupe coopératif accitan et Auecoop. Mémoire de master en science IAAMM, Université de Montpellier,160 p.
- **Kruger, J.E., Mastuo, R. and Dick, J.W. (1996).** Pasta and noodle technology. St. Paul: American association of cereal chemists.
- **Lagrange, L. (1995).** La différenciation de la qualité. Ed. 2 Lavoisier TEC et DOC, Paris, 77 p.
- **Lecoq, R. (1965).** Manuel des analyses alimentaires et d'expertise usuelle, Ed. DOIN, Paris, 938 p.

- **Levrey, P. (2002)**. Démarche HACCP et management de la qualité : application en industrie des surgelés. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine de Créteil, France, 117 p.
- **Madani, M. (2009)**. Qualité technologique de quelques céréales (blé tendre, blé dur, orge et triticale) C/S du laboratoire de technologie de l'ITGC, 20 p.
- **Matveef, M. (1969)**. Etude granulométrique et physicochimique des semoules industrielles. Burll, ENSMIC, 230 p.
- **Moll, N. et Manfred, M. (1998)**. Additifs alimentaires et les auxiliaires technologiques. Ed. 2 Dunod, 218 p.
- **Morancho, J. (2000)**. Production et commercialisation du blé dur dans le monde. Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New Challenges; Options Méditerranéennes, 40, 29-33. 12-14 p.
- **Mortimore, S. and Wallace, C. (2013)**. HACCP, A practical approach. Ames, IA: Blackwell Science, 475 p.
- **Multon, J.L. et Davenas, J. (1994)**. Qu'est-ce que la qualité d'un produit alimentaire et quels sont les opérateurs. Ed. 2 Lavoisier TEC et DOC, Paris, 5-11 p.
- **Patrick, J.F. (2006)**. Influence des fractions de mouture de blé tendre (farines patente, de coupure et basse) sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits. Thèse de doctorat en sciences et Technologie des Aliments, Université Laval-Québec, 293 p.
- **Petitot, M., Abecassis, J. and Micard, V. (2009)**. Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. Food Science technology 20, 521-532 p.
- **Potus, J., Galey, C., Vignau, C., Garcia, R., Poiffait, A. et Nicolas, J. (1994)**. Les oxydoréductases en panification. Industries des céréales, n° 115, 3-10 p.
- **Quittet, C. et Nelis, H. (1999)**. HACCP pour PME et artisans : Secteur produits laitiers. Ed. Kuleuven et Gembloux, Bruxelles, 495 p.
- **Roudaut, H. et Lefrancq, E. (2005)**. Alimentation théorique, Série science des aliments. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, Editions Doin, 305 p.
- **Selselet, A. (1991)**. Technologies des céréales et produits dérivés. Document à l'usage des étudiants. Option technologie agroalimentaire, Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 147 p.
- **Sissons, M. (2004)**. "Pasta." Encyclopedia of Grain Science, Three-Volume Set, 409-418 p.
- **Šramkova, Z. Gregova, E and Sturdik, E. (2009)**. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. Acta chimica slovacica, vol.2, No.1, 115-138 p.
- **Surget, A. et Barron, C. (2005)**. Histologie du grain de blé. Industrie des céréales 145, 4-7p.

- **Sylvander, B. et Lassaut, B. (1994)**. L'enjeu économique de la qualité sur les marchés des produits agroalimentaires. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Paris, 30-59 p.
- **Tremoliere, J. et Serviles, Y. (1984)**. Manuel d'alimentation humaine : les aliments. 540 p.
- **Vierling, E. (2004)**. Aliments et boissons, technologie et aspects réglementaire. Ed. 2 Centre régionale de documentation pédagogique d'aquitaine. 29 p.
- **Walsh, D.E. and Gilles, K.A. (1977)**. Pasta technology. Elements of Food Technology. Desrosier, NW (Ed.). AVI Publishing Company, Inc. 5-20 p.
- **Zweifel, C., Handschin, S., Escher, F. and Cond-Petit, B. (2003)**. Influence of high temperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta. Cereal Chemistry: 80 (2), 159-167 p.

ANNEXES

Annexe 1. Arbre de décision *Codex Alimentarius* (FAO/OMS, 2007).



Annexe 2. Composition du tampon K10.

La solution **tampon K10** (solution $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$) permettant la complexation totale des ions calcium et magnésium à $\text{pH} = 10$.

Préparation d'une solution tampon K10

- Mettre dans une éprouvette graduée de 1 L :
- 570 ml d'**ammoniaque** du commerce de masse volumique 900 kg/m^3 de concentration molaire 15 mol/L (ou 725 ml si 920 kg/m^3 et $11,8 \text{ mol/L}$).
- 70 g de **chlorure d'ammonium** NH_4Cl solide.
- de l'**eau distillée** pour compléter à 1 L.
- contrôler le pH.