

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET  
DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité/Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

---

**Thème : Contribution à l'étude de la qualité des pâtes alimentaires « Amor Benamor ».**

---

**Présenté par :**

Benteboula mohammed nidhal

Boudra rayane

Kolli mouad

**Devant le jury composé de :**

**Président (e) : Dr. MOKHTARI A**

**M.C.B**

**Université Guelma**

**Examineur : Dr. ALIOUI N**

**M.A.A**

**Université de Guelma**

**Encadreur : Pr. SOUIKI L**

**Pr**

**Université de Guelma**

**Septembre 2021**

## **Remerciement**

Nous remercions tout d'abord Allah tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour réaliser ce mémoire.

Nos sincères remerciements vont à Mr MOKHTARIA, Docteur à l'université de Guelma, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Nous remercions également Mme ALIOUIN, Docteur à l'université de Guelma pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur SOUIKIL pour ses remarques pertinentes, ses conseils et sur tout sa patience.

Nous adressons nos vifs remerciements et notre grande reconnaissance au personnel du laboratoire des moulins Amor Benamor qui nous ont orientés, aidé et mise à notre disposition tout le nécessaire pour mener à bien nos expérimentations.

Toute notre gratitude va à nos parents, qui tout au long de nos études nous ont accordé confiance, soutien et surtout ont toujours cru en nous.

Une amicale reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.

# **Introduction**

## Introduction

---

Les céréales occupent une place très importante comme source d'alimentation humaine et animale dans le monde (**Allaya et Rucheton, 2006**). Elles constituent la principale denrée car elles peuvent croître dans les sols et sous les climats les plus variés. De plus, elles peuvent être entreposées pendant de longues périodes et transportées de manière économique sur de longues distances sans occuper beaucoup d'espace (**Bourdreau et Menard, 1992**).

Le grain de blé constitue un produit de base dans l'alimentation des algériens (couscous, pain...), il est considéré aussi comme une très grande ressource de protéines et hydrate de carbone. Il renferme également des acides aminés, des lipides et des vitamines. En outre, ses sous-produits (pailles) servent d'aliments pour le bétail (**Godon, 1998**).

Le blé dur est en effet la céréale la plus consommée en Algérie, se distingue du blé tendre par un ensemble de caractéristiques qui font de lui la matière la plus appropriée pour la fabrication de semoules, de pâtes alimentaires et de couscous (**Zaghouane et al., 2003**).

Les pâtes représentent un aliment très largement apprécié par toutes les catégories de consommateurs, pour leurs qualités gustatives, leur facilité de préparation et leur prix raisonnable. Les pâtes alimentaires est également l'un des aliments céréaliers les plus simples, fait traditionnellement de deux ingrédients, la semoule de blé dur complet et l'eau, ce qui aboutit à un aliment aux propriétés nutritionnelles d'intérêt, vu que sa teneur en fibre est deux fois plus importante que celle la pâte classique (**Foster –Powell et al., 2002**).

Enfin, l'Algérie qui dans un premier temps pratiquait le modèle socialiste (économie dirigée), est passée progressivement au modèle libéral (économie de marché), aussi, la production nationale se doit d'être concurrentielle particulièrement avec des produits qualitatifs. Pour ce faire, les industriels nationaux doivent se doter non seulement d'équipements de pointe mais aussi d'instruments de contrôle performants comme nous avons eu l'occasion de constater au niveau des moulins Amor BENAMOR.

En effet lors des différentes étapes de contrôle auxquelles nous avons assisté et participé nous avons pu évaluer la qualité de leurs produits par la réalisation d'un ensemble d'analyses physico-chimiques et technologiques sur la matière première (blé dur et semoule SSSE) et sur le produit fini (pâtes alimentaires).

Cette étude est structurée de la manière suivante :

## **Introduction**

---

- Première partie : Du blé dur aux pâtes alimentaires. Elle traite les étapes de la première transformation du blé dur en semoule puis en pâtes alimentaires en incluant les critères de la qualité de chaque matière.
- Deuxième partie : Matériel et méthode. Elle expose le matériel utilisé et décrit les méthodes adoptées pour la réalisation des essais.
- Troisième partie : Résultats et discussion. Elle reflète et discute les résultats obtenus

# **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

### **1. La production du blé dur dans le monde et en Algérie**

#### **1.1 Dans le monde**

Le blé dur est relativement peu produit dans le monde. La production mondiale de blé dur ne constitue en moyenne que quelques 5% de la production totale mondiale au cours des dix dernières années, 20% de la production de blé dur est essentiellement échangée dans le monde (**Kellou, 2008**). On estime actuellement, que la superficie mondiale de blé dur est comprise entre 15 et 20 millions d'hectares dont plus de la moitié est concentrée autour du Bassin méditerranéen et dans les pays du Moyen Orient. La production mondiale de blé dur a atteint 40 millions de tonnes en 2009, en 2010 elle a connu une baisse avec une production de 34,4 Mt. L'Europe hors communautés des états indépendants (CEI), a produit en moyenne au cours des 10 dernières années 26% de la production mondiale. Viennent ensuite l'Amérique du Nord et centrale (24%), le Moyen-Orient (avec en particulier la Turquie et le Syrie) (18%), puis la CEI (12%) et l'Afrique du Nord (11%).

Le Canada est le premier exportateur mondial de blé dur et l'Algérie le premier importateur.

En 2010, la consommation mondiale a atteint 36 millions de tonnes (Mt) selon le Conseil internationales des céréales (CIC).

La zone méditerranéenne dans son ensemble consomme 62% du blé dur mondial et est la principale zone importatrice de la planète.

#### **1.2 En Algérie**

Selon le ministère de l'agriculture et du développement rural l'Algérie a produit 20 millions de quintaux de blé dur Durant la période 2010-2017.

La récolte de blé dur a atteint 1.8 millions de tonnes en 2014, et a reculé de 21% en raison des précipitations insuffisantes en certains endroits du pays. Sa consommation en 2015 a même été estimée à 178,6 kg / an / habitant (**Kebbab et Ogal, 2015**).

### **2. La première transformation du blé dur « la semoule »**

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires

### 2.1 Définition de la semoule

On obtient de la semoule par la mouture grossière de grains humidifiés de céréales, le plus souvent de blé dur. Suivent à ce broyage des étapes de tamisage. La semoule de blé dur est riche en gluten et s'utilise dans de très diverses préparations en cuisine. Mais elle est surtout la base de la confection des pâtes alimentaires. Quelle que soit la céréale dont la semoule est issue, elle fait partie de la famille des féculents. Déjà à l'Antiquité, Grecs, Romains et Egyptiens étaient férus de cette petite graine. Véritable nourriture de base pour certains peuples, la semoule est, dans tous les cas, largement utilisée et appréciée à travers le monde.

D'après le journal officiel de la république algérienne (**JORA, 2007**) les semoules du blé dur sont les produits obtenus à partir des grains de blé dur nettoyé et industriellement pur. (**Tab. 1**)

**Tableau 1** : Les différents semoules consommées en Algérie (**Benbelkacem et al ; 1995**).

| Types de semoule             | Granulométrie ( $\mu\text{m}$ ) | Destinations  |
|------------------------------|---------------------------------|---|
| SE (semoule extra)           | 150 à 500                       | Fabrication des pâtes alimentaires.                               |
| SGM (semoule grosse moyenne) | 500 à 800                       | Vendue en l'état pour l'utilisation ménagère (couscous, galette). |
| SG (semoule grosse)          | Plus de 800                     | Destinée essentiellement à la fabrication du couscous gros.       |

### 2.2 Composition Biochimique

La semoule est issue de l'endosperme amylicé (albumen) de grain de blé dur (**Boudreau et al., 1992**) donc sa composition chimique est étroitement liée à celle du blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction) (**Christeleicard, 2000**).

#### 2.2.1 Protéines

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

Les protéines sont le deuxième élément en importance dans la semoule de blé dur. leur teneur varie de 8% à 16% selon l'espèce et le degré de maturité du grain (**Boudreau et al., 1992**).

On peut classer les protéines de blé selon leurs caractères de solubilité. D'une part, les albumines et les globulines (15 à 20% des protéines totales) solubles dans les solutions salines diluées et d'autre part, les protéines du gluten (gliadines et gluténines) 80 à 85% restent insolubles (**Virling, 2008**).

La teneur en protéines est la partie responsable de la qualité culinaire, plus le pourcentage des protéines est élevé, plus la qualité des pâtes cuites sera meilleure (**Feillet, 1986**).

- Les gliadines sont des protéines monomériques associées par des liaisons hydrogène et des interactions hydrophobes. Ils apportent au gluten des caractéristiques visqueuses. Ils confèrent à la pâte son extensibilité, sa viscosité et sa plasticité (qui posséderaient des propriétés plastifiantes) (**Jintet et al., 2007**).
- Les gluténines sont des agrégats de monomères de haut poids moléculaire, liés par des liaisons hydrogène, des interactions hydrophobes et des ponts disulfures intermoléculaires. La ténacité et l'élasticité de la pâte s'expliquent par les propriétés très particulières des gluténines pour maintenir les granules d'amidons gélatinisés emprisonnés au cours de la cuisson (**Wrigley et al., 2006**).

La quantité de gluten et la qualité de ses protéines sont des facteurs prédéterminant de la valeur pastière de la semoule (**Feillet, 2000**) et de la texture de la pâte (**Sissons et al., 2007**).

### **2.2.2 Glucides**

Amidon: représente la majeure partie des glucides de l'albumen ; la zone centrale de l'amande en est plus riche que la partie périphérique (**Virling, 2003**), et peut atteindre 82% de la matière sèche de la semoule de blé (**Bornet, 1993**).

C'est l'un des polymères fonctionnels les plus importants des aliments en raison de son pouvoir gélifiant, viscosifiant et fixateur d'eau, l'amidon absorbe environ 45 % de l'eau ajoutée à la semoule. Par son pouvoir fixateur d'eau, variable selon le degré d'endommagement des granules, et sa capacité à former des liaisons non covalentes avec

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

les protéines, l'amidon contribue de manière active à la formation de la pâte (**Feillet, 2000**).

D'après **Kiger(1967)** du point de vue technologique, cette fraction glucidique joue un triple rôle :

- Elle constitue la source d'aliments hydrocarbonés nécessaires à la levure, au cours de la fermentation.
- Elle intervient, par sa réaction avec les protides, dans la formation de la couleur, de l'odeur, de la saveur des produits cuits ; c'est l'un des éléments de la réaction de Maillard.
- Elle joue un rôle non négligeable dans les caractéristiques mécaniques et la texture des produits cuits

### **3.2.3 Pentosanes**

Sont souvent appelés gommés ou mucilages. Ce sont les molécules les plus hydrophiles de la pâte. Ils agissent par leur capacité de fixation d'eau, leurs propriétés viscosifiantes, tensioactives et leur aptitude à réagir avec d'autres constituants de la pâte, en particulier les protéines (**Feillet, 2000**). Ils possèdent des propriétés épaississantes et contribuent également à donner des gels assez résistants. Les caractéristiques visqueuses de ces gels interviennent sur la tenue, l'extensibilité et l'aptitude au développement des pâtes en stabilisant les alvéoles gazeuses (**Jeantet et al., 2007**).

### **2.2.3 Lipides**

Les principales matières grasses de la semoule sont des acides gras (acide palmitique, stéarique, oléique, linoléique), des glycérides simples (principalement des triglycérides, mais également des mono et des di-glycérides) et phospholipides (**Feillet,2000**).

Les lipides représentent environ 3,8% de la matière sèche de la semoule de blé (**Ounane et al., 2006**). Ils sont essentiellement localisés dans le germe de blés, Il sont éliminés à la mouture pour éviter le rancissement et permettre d'augmenter la durée de conservation.(**Feillet ,2000 ; Srivastava ,2007 ; Kumaret al.,2011**)

Ils constituent un facteur déterminant de la couleur de la pâte. Cette dernière est due à l'oxydation des pigments jaunes sous l'action des lipoxygénases principalement au cours de l'hydratation et du malaxage (**Sissons, 2008**).

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

Les lipides libres (lipides apolaires) agissent principalement sur la viscosité des pâtes et sur leur temps de relaxation, ils affectent peu l'élasticité. Ce sont de très bons agents moussants (Feillet, 2000).

Les lipides polaires (lipides liés) (glycolipides et phospholipides) jouent le rôle d'agent lubrifiant et tensioactif en association avec le gluten et l'amidon par des liaisons hydrogènes créées lors du pétrissage (Vierling, 2003). Ils stabilisent les alvéoles gazeuses de la pâte et améliorent le volume du produit (Feillet, 2000).

### **2.2.4 Enzymes**

Les enzymes sont présents en petite quantité dans les semoules, les plus courantes sont les protéases, les lipases, les lipoxygénases et les amylases aussi la présence de phytases (une phosphatase), de peroxydase et de catalyses (Boudreau et al., 1992).

Les enzymes les plus importantes sont les amylases, qui permettent la transformation de l'amidon en sucres qui pourront servir de substances nutritives pour les levures lors de la fermentation (Cherdouh, 1999).

### **2.2.5 Vitamines**

La semoule contient beaucoup de vitamines intéressantes, la composition de la semoule en vitamines est récapitulée dans le tableau suivant (Tab.02) :

**Tableau 2 : Composition de la semoule en vitamines (Virling, 2003).**

| <b>Vitamines</b>              | E  | B1   | B2   | B3  | B6  | B9            | C |
|-------------------------------|----|------|------|-----|-----|---------------|---|
| <b>Quantité<br/>(mg/100g)</b> | 14 | 0,48 | 0,20 | 5,1 | 0,5 | 0,05mg/100g / |   |

### **2.2.6 Minéraux**

La semoule contient 20% de matière minérale totale du blé (Tab. 3) à savoir : le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium et le soufre ; ce dernier est d'une certaine importance parce qu'il entre dans la composition de certains acides aminés comme la méthionine et la cystéine (Doumandji et al., 2003). La mouture permet donc d'éliminer une grande partie (2/3 environ) (Fredot, 2005).

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires

**Tableau 3 :** Composition moyenne en minéraux de la semoule (en mg/100g de matières sèche) (Messaadi et Samai, 2016).

| /       | Potassium | Phosphore | Fer | Calcium | Magnésium |
|---------|-----------|-----------|-----|---------|-----------|
| Semoule | 193       | 143       | 0,1 | 20      | 40        |

### 2.3 Classification des semoules

Suivant leur granulation, les semoules sont classées en 4 types (Tab.4)

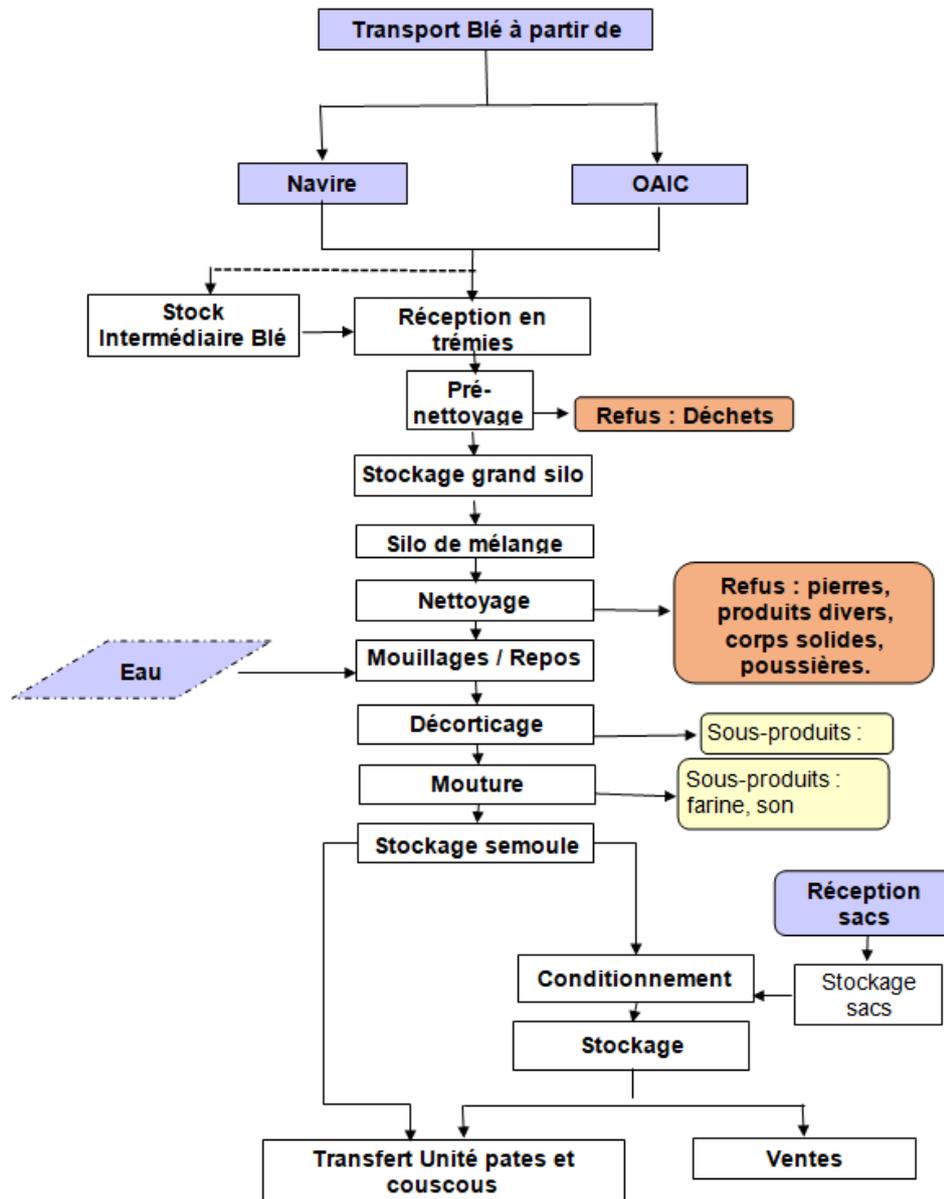
**Tableau 4 :** Classification des semoules en fonction de la granulométrie. (Godon et willms, 1998).

| Types de semoules                       | Entendue granulométrique (µm) | Utilisation                            |
|---|-------------------------------|--|
| La semoule grosse (S.G)                 | 910 à 1100                    | Gâteaux traditionnels                  |
| La semoule grosse moyenne (S.G.M)       | 550 à 910                     | Couscous industriel                    |
| La semoule sassée super extra (S.S.S.E) | 190 à 550                     | Pâtes alimentaires                     |
| La semoule sassée super fine (S.S.S.F)  | 140 à 190                     | Pâtes alimentaires de qualité courante |

### 2.4 Procédé de transformation du blé en semoule

Le schéma suivant représente le procédé de transformation du blé en semoule (Fig. 1)

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires



**Figure 1 :** Diagramme du procédé de la première transformation de blé dur (Benteboula et al., 2021).

### 2.5 Qualité technologique du blé dur

La qualité d'un blé dur est fonction de l'utilisation que l'on en fait. Les produits fabriqués sont surtout les pâtes alimentaires (industries de deuxième transformation) et la semoule (industries de première transformation). La qualité doit répondre à des critères nutritionnels, hygiéniques et organoleptiques (Trenteseaux, 1995). La qualité du produit fini dépend de celle de la matière première. Ainsi, la connaissance précise des constituants du grain de blé détermine sa qualité technologique, la définition de leurs déterminants génétiques et le rôle des paramètres agro climatiques constituent des clés indispensables

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

à l'ensemble des agents de la filière : sélectionneurs, agriculteurs et transformateurs (**Benbelkaacem et Kellou, 2000**). Des travaux déjà anciens ont montré l'importance des protéines du gluten - gliadines et gluténines - ainsi que certaines enzymes et lipides, dans l'aptitude des blés à être transformés en pain ou en pâtes (**Abecassis et al., 1990**). La qualité technologique du blé dur englobe donc toute une série de caractéristiques qui vont du rendement en semoule jusqu'à l'aptitude à la transformation de cette semoule en pâtes (**Nottin et al., 1949**). Les caractères technologiques d'un blé sont fortement liés à sa variété. Et sont susceptibles de fluctuations sous l'influence des conditions environnantes, ces écarts peuvent aller jusqu'à déprécier complètement le blé vis à vis de l'industrie.

### **3. La deuxième transformation du blé dur « Pâtes alimentaires »**

#### **3.1 Définition des pâtes alimentaires**

Selon une définition généralement admise, 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. L'ajout de gluten, des légumes et des aromates est également autorisé (**Feillet, 2000**).

Les pâtes alimentaires sont universellement consommées et appréciées : la simplicité de leur fabrication, leur facilité de transport, leur excellente aptitude à la conservation et au stockage, leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, la diversité des modes de préparations sont autant d'atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation (**Petitot et al., 2009**).

#### **3.2 Les constituants de la pâte**

Les pâtes alimentaires sont probablement le produit alimentaire le plus naturel et ceci est dû à ses ingrédients et ses méthodes de production.

Les ingrédients de base sont la semoule de blé dur et l'eau.

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

### **3.2.1 La semoule**

Il est possible de fabriquer des pâtes à partir des trois espèces commerciales de blé (dur, tendre vitreux et tendre). Il est cependant reconnu que la semoule de blé dur constitue la matière première de choix pour préparer les pâtes alimentaires (**Boudreau et Menard., 1992**), en raison de sa teneur en gluten ce qui donne une pâte mieux résistante à la cuisson, plus ferme et peu collante (**Fortin, 1999**), en plus de sa dureté, sa couleur unique et sa saveur (**Petitot et al., 2009**).

Dans les pays où l'on n'est pas tenu d'utiliser la semoule de blé dur pour préparer des pâtes alimentaires, la matière première servant à la fabrication peut être de blé tendre vitreux ou du blé tendre ou les deux selon les ressources et les habitudes alimentaires.

#### **3.2.1.1 Le rôle des constituants de la semoule en pastification**

##### **3.2.1.1.1 Le Rôle des protéines**

Les gliadines et les gluténines forment le réseau de gluten dont le comportement affecte considérablement les propriétés rhéologiques des pâtes (**Bloksma, 1990**). Très extensibles quand elles sont hydratées, les gliadines confèrent à la pâte son extensibilité, sa viscosité et sa plasticité. La ténacité et l'élasticité de la pâte s'expliquent par les propriétés très particulières des gluténines pour maintenir les granules d'amidons gélatinisés au cours de la cuisson (**Wrigley et al., 2006**).

Des études ont montré qu'il y a une forte corrélation entre le rapport des gluténines /gliadines et la force de la pâte (**Wasik et Bushuk 1975 ; Dexter et Mastuo 1978**). Les propriétés fonctionnelles du gluten lui permettent au cours de la pastification, de former un réseau tridimensionnel imperméable, la quantité de gluten et la qualité de ses protéines sont des facteurs prédéterminant de la valeur pastière de la semoule et de la texture de la pâte (**Feillet, 2000**).

D'autre part, la teneur en protéines affecte considérablement la qualité culinaire des pâtes produites. La matrice de protéines tient les granules d'amidon pendant la cuisson pour diminuer les pertes à la cuisson et par conséquent diminuer la viscosité (**Dexter et al., 1983**).

##### **3.2.1.1.2 Le rôle des glucides et polysides**

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

L'amidon et ses composants interviennent de différentes manières au cours de la fabrication des pâtes :

- C'est un fixateur d'eau : l'amidon absorbe environ 45 % de l'eau ajoutée à la semoule, variable selon le degré d'endommagement des granules et sa capacité à former des liaisons non covalentes avec les protéines, l'amidon contribue de manière active à la formation de la pâte **(Feillet, 2000)**.

- Les carbohydrates solubles comme l'amylose exsudés à partir des granules d'amidon au cours de la cuisson peuvent être responsable de la viscosité des pâtes **(Grant et al.,1993)**.

Egalement la teneur en amylose influence les propriétés d'élasticité et d'extensibilité de la pâte qui traduit les modifications et le comportement à la cuisson; ainsi avec l'augmentation de niveau d'amylose, la pâte a des grandeurs d'extensibilité et d'élasticité réduits, et donc une tendance à l'augmentation de la fermeté de la pâte **(Hung et al.,2005)**.

### **3.2.1.1.3 Le rôle des lipides**

Bien que leur teneur dans les semoules ne dépasse pas 2 à 3 %, les lipides jouent un rôle important en pastification, du moins ceux qui ne sont pas liés à l'amidon. Les lipides constituent un facteur déterminant de la couleur de la pâte **(Sissons, 2008)**.

Au cours de l'étape de malaxage, les lipides libres interagissent avec les composants de la semoule essentiellement les protéines ce qui conduit à l'amélioration de la force du gluten **(Chung, 1986)**.

### **3.2.2 L'eau**

L'eau de fabrication doit être exempte de matières organiques et laisser, après évaporation, un résidu inférieur à 400 ou 500 milligrammes de matières minérales par litre.

L'utilisation d'une eau de faible dureté est recommandée. De plus, l'eau doit être tiède et de température ne dépassant pas 35 C ° et uniforme tout au long du malaxage. **(Boudreau et Menard, 1992)**.

## **3.3 Classification des pâtes alimentaires**

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

### **3.3.1 Pâtes pressées ou tréfilées ou extrudées**

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires

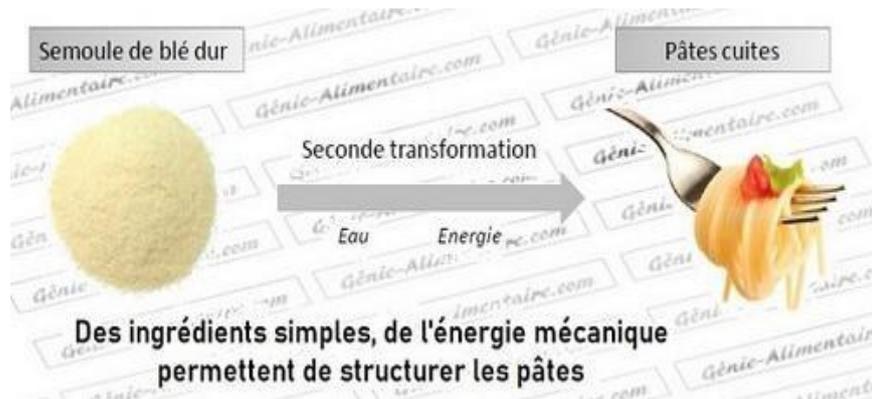
C'est une pâte comprimée par une presse à travers une filière qui sert de moule dont on obtient les formes classiques telles que le spaghetti, macaroni, coquillettes ou coupées à volonté de manière à obtenir des pâtes longues ou courtes. Ces presses encore appelées extrudeuses. (Amrouche, 2020).

### 3.3.2 Pâtes laminées

Ce type est abaissé par laminage entre deux cylindres et réduit en feuilles larges et minces. Celles-ci sont soit divisées en rubans, soit amenées sur des machines munies d'emporte-pièces ce qui donne la forme désirée. (Amrouche, 2020).

### 3.4 Le processus de fabrication des pâtes alimentaires « la pastification »

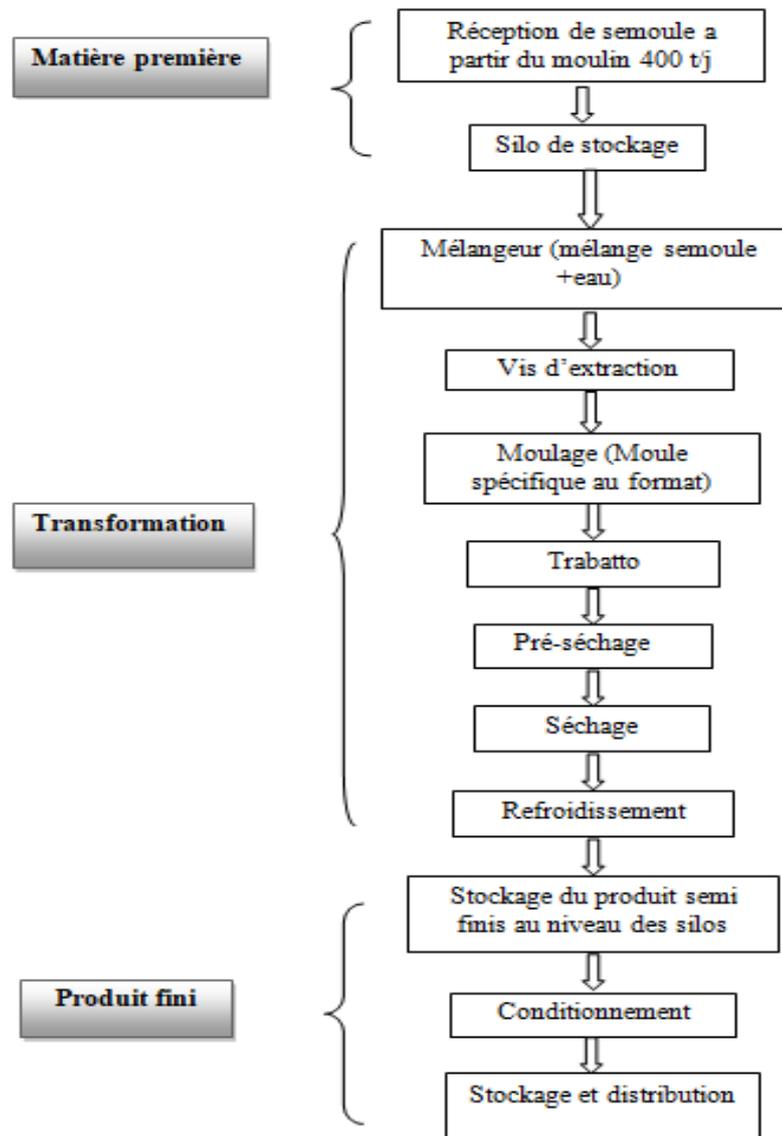
La figure suivante représente la transformation du blé en pâtes alimentaires



**Figure 2 :** La transformation du blé en pâtes alimentaires (Amrouche, 2020).

Les étapes préalables à la fabrication des pâtes incluent la réception de la semoule, le stockage en silos où la température extérieure et celle du produit sont rigoureusement surveillées afin d'éviter la condensation de l'eau à l'intérieur du silo, le dosage de la semoule selon le volume ou la masse, le mélange (dans le cas de semoule et de farine) et le transport jusqu'à l'emplacement de fabrication. (Fig. 3)

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires



**Figure 3 :** Les étapes de fabrication des pâtes alimentaires

La pastification comprend un certain nombre d'opérations successives comme suit :

### 3.4.1 L'épuration

Avant la mise en œuvre de la fabrication, il est nécessaire de procéder à une dernière épuration de la semoule afin de la débarrasser des poussières de farine et de quelques impuretés

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

qu'elle peut encore contenir (petits éclats de bois, morceaux d'étiquettes, petits grumeaux constitués de granules de semoule, larves d'insectes...etc.). L'élimination de ces corps étrangers est d'une extrême importance, car leur présence est susceptible d'occasionner des défauts de fabrication. Cette opération est généralement effectuée par le tamisage.

### **3.4.2 L'hydratation et malaxage**

La première étape consiste à pulvériser d'environ 25 à 34 kg de l'eau sur 100 kg de semoule, de manière à ce que la teneur en eau finale soit voisine de 44 à 49 % de la matière sèche.

Cette quantité d'eau tient compte de l'humidité initiale de la semoule qui se situe généralement aux environs de 14 %.

La semoule est mélangée avec un minimum d'eau, et le manque d'eau est compensé par un travail énergétique qui permet aux particules de la semoule de se souder. La température de l'eau est de l'ordre de 35°C, quant à la durée de cette opération, elle est de 7 min environ (**Amrouche, 2020**).

Les granules de semoule s'agglomèrent en boulettes friables, le malaxage étant assuré par des pales sur un axe horizontal tournant à une vitesse de 120 tours/minute, Contrairement au pétrissage, le malaxage ne développe pas la pâte.

D'une durée de 15 minutes, cette étape permet une hydratation progressive et constante de la semoule afin d'obtenir des boulettes ou agglomérats de dimensions variables pouvant atteindre de 1 à 1.5 cm de diamètre ; on parle de pâte granulaire sableuse ou agglomérats.

Dans les presses les plus récentes, l'eau et la semoule sont mélangées à l'aide d'un malaxeur à grande vitesse (quelques minutes seulement).

A la sortie du malaxeur, le mix est envoyé dans la presse à vis pour être extrudé à travers une filière.

### **3.4.3 Le pétrissage**

Cette étape qui va former une pâte homogène n'existe que dans le formage par laminage (n'existe pas dans le procédé d'extrusion).

### **3.4.4 Le formage**

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires

Le façonnage de la pâte est assuré soit par le laminage, soit par l'extrusion qui est le procédé le plus couramment utilisé.

### ➤ Le procédé d'extrusion ou tréfilage

Après pétrissage, la pâte est poussée à travers une chambre à vide pour éviter que l'air soit extrudé dans la pâte et pour prévenir l'oxydation des pigments caroténoïdes et phénoliques des acides gras.

La pâte est poussée dans la vis d'Archimède pour être acheminée au moule appelé aussi filière. Les filières déterminent uniquement la forme et l'aspect, et non pas la longueur.

Les filières sont en bronze ou en téflon ; ce dernier matériau de filière favorise la formation d'une surface bien lisse des pâtes, contrairement au bronze qui forme une texture de surface parsemée de picots qui peuvent être intéressants pour mieux retenir la sauce après la cuisson.

Les pâtes sortent par extrusion à une pression de 80 et 140 bars ce qui occasionne aussi un échauffement des pâtes.

La température d'extrusion ne doit pas atteindre plus de 40°C, car à cette température la structure protéique sera trop compacte et à plus de 40°C, il y a risque de gélatinisation de l'amidon. C'est pour cette raison que la filière est refroidie par une circulation d'eau froide (Amrouche, 2020). (Fig.4)



Figure 4 : Le procédé d'extrusion (AMROUCHE, 2020).

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

### **➤ Le procédé de laminage**

Dans le processus de laminage, la pâte est pétrie et laminée en feuille entre deux cylindres rotatifs jusqu'à ce que la feuille atteigne l'épaisseur désirée. La feuille est ensuite coupée en brins de largeur et de longueur souhaitée.

Les deux techniques utilisées sont différentes au niveau de l'énergie mécanique employée pour le formage. L'énergie transférée à la pâte est plus élevée avec le procédé d'extrusion qu'à celui de laminage et une partie de celle-ci est dissipée sous forme de chaleur. En outre, lors de l'extrusion, la pâte est soumise à un stress de cisaillement alors que pendant le laminage, un stress élongationnel a été appliqué. Ces différences de paramètres (le stress, la chaleur et la pression) peuvent entraîner la formation de pâtes de structures différentes.

### **3.4.5 Le séchage**

Les pâtes obtenues par extrusion ont un taux d'humidité de 29 à 31 %. Elles doivent être séchées jusqu'à un taux d'humidité de 12,5 % maximum. Puisque c'est à partir de ce taux-là que les pâtes alimentaires sont parfaitement conservables.

Le séchage des pâtes alimentaires se fait immédiatement après les opérations de malaxage et d'extrusion. C'est l'opération la plus importante et certainement la plus délicate de la fabrication, et comprend deux phases : le pré séchage et le séchage final. Le séchage stabilise les qualités de la matière première et du traitement mécanique précédent. Il ne doit altérer ni la forme, ni l'aspect de la pâte (**Amrouche, 2020**).(Fig.6)

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires

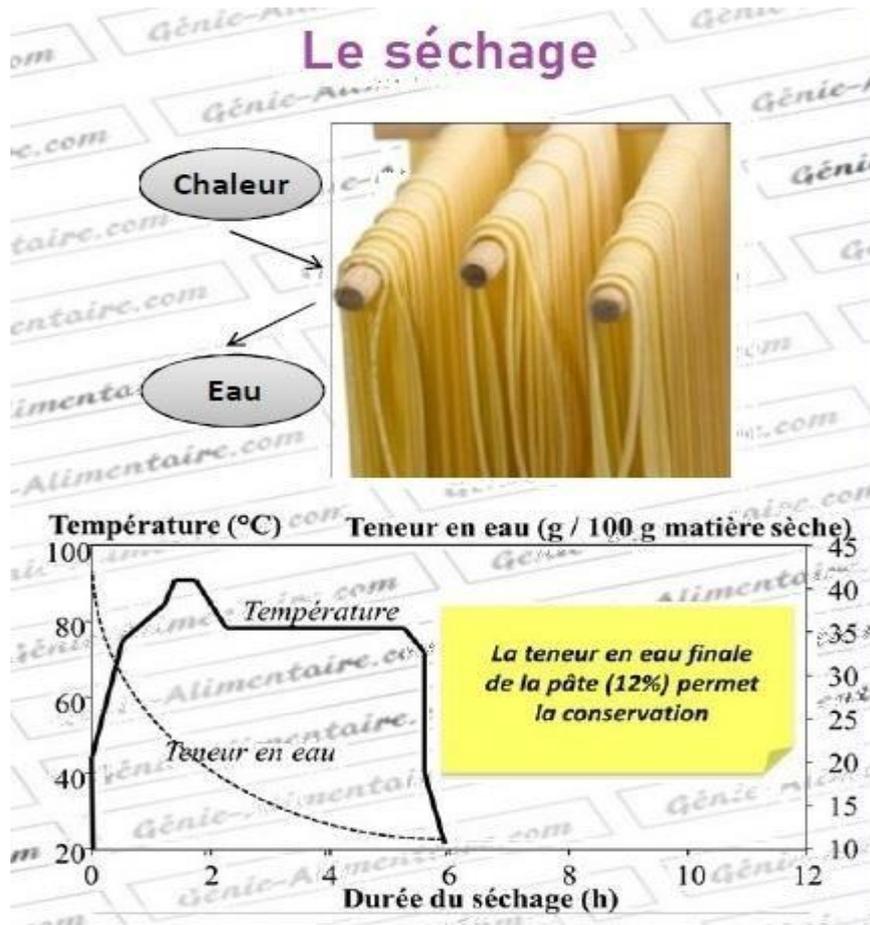


Figure 5 : Le procédé de séchage (Amrouche, 2020).

### ➤ Le pré séchage

L'opération doit se faire en faisant circuler de l'air chaud (55 °C à 75°C) avec une durée qui varie avec le format de la pâte, mais reste généralement comprise dans les limites d'une heure pour les pâtes coupées et estampées et deux heures et demie pour les pâtes longues.

### ➤ Le séchage final

Les industriels utilisent deux sortes de séchoirs ; les séchoirs traditionnels et les séchoirs modernes :

- En séchoirs traditionnels

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

La dernière phase du séchage doit amener graduellement la pâte longue (17 % d'humidité) et les pâtes coupées et estampées (21% d'humidité) à un taux normal d'humidité de 12.5%. Cette opération délicate est faite de manière à maintenir pendant le séchage un écart uniforme du gradient d'humidité entre les parties périphériques et internes de la pâte.

Les températures usuelles varient de 35°C à 55°C, elles doivent être suffisamment basses pour éviter la dénaturation des protéines et la gélatinisation de l'amidon. La durée de séchage requise pour les pâtes longues varie de 12 à 15 heures et pour les pâtes coupées et estampées, de 5 à 10 heures.

- **En séchoirs modernes**

Pour réduire la durée du séchage et les coûts énergétique, les grandes sociétés de fabrication des pâtes alimentaires préfèrent les barèmes de séchage à température élevée et à durée de séchage court ; « haute température » (H.T), entre 70°C et 90°C, et « très haute température » (T.H.T) entre 95 °C et 105°C.

Ces nouveaux séchoirs offrent les avantages d'améliorer la couleur et la tenue de la pâte à la cuisson, d'occuper moins d'espace à l'usine, d'augmenter la capacité de production et de réduire les coûts d'énergie, mais l'inconvénient en ce qui concerne la nutrition est qu'ils diminuent la disponibilité de la lysine de manière plus accentuée que les séchoirs traditionnels (Amrouche, 2020).

### **3.4.6 L'emballage**

Une fois refroidies à une température de 25° C et après un contrôle de qualité, les pâtes sèches sont emballées avec soin dans des feuilles de polypropylène ou dans des boîtes pliantes ou sous cellophane (Amrouche, 2020).

### **3.5 Types et formes des pâtes alimentaires**

En Algérie, la consommation de pâtes alimentaires est de l'ordre de 3 kg par an et par habitant, cette quantité est relativement faible en comparaison à celle de la Tunisie (15.26 kg), (Kellou, 2008).

Les principales variétés produites par l'industrie sont :

- Les pâtes pleines : préparées par extrusion (vermicelles, spaghetti, nouilles, tagliatelles)

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

- Les pâtes creuses extrudées (coudes, coquilles, coquillettes)
- Les pâtes roulées ou découpées (langue d’oiseau, lettres, caractères, etc.) Ces variétés de pâtes sont classées en 3 familles qui sont :Les pâtes longues, courtes et pâtes potages avec une production de 20%, 45%, 35% respectivement (Kellou, 2008).

Certains fabricants de pâtes alimentaires mélangent les grains ou semoules de différentes variétés de blé dur pour maintenir une force de gluten et des produits finis à des coûts de productions moindres (Dexter, 2008).

### **3.6 Qualité des pâtes alimentaires**

Les pâtes alimentaires doivent présenter une facilité de fabrication (malaxage, séchage etc.) qui est en relation avec la qualité et la quantité de gluten. Elles doivent également posséder une belle couleur ambrée, saveur et odeur agréables, fermes et ne collent pas après cuisson (Boudreau et al.1992).Ce qui donne un aliment universellement apprécié et peu coûteux (Icard et *al.*, 1997). En plus de leurs propriétés technologiques favorables (simplicité de fabrication, excellente aptitude à la conservation, au transport et au stockage), les pâtes possèdent de bonnes qualités nutritionnelles et hygiéniques.

#### **3.6.1 Qualité nutritionnelle**

Sur le plan nutritionnel, les pâtes alimentaires sont considérées comme étant un aliment énergétique.

L’apport protéique est également loin d’être négligeable : 100g de pâtes alimentaires contiennent de 11,5 à 13g de protéines, mais ces dernières sont malheureusement déficientes en acides aminés essentiels, notamment en lysine. Il en est de même pour ce qui est des vitamines A et B qui font totalement défaut dans les pâtes alimentaires et les matières minérales dont la teneur est relativement basse, du fait que la plus grande part d’elles est concentré dans les parties périphériques (péricarpe, couche aleurone) et que celles-ci sont séparées des semoules durant la mouture (**Deghmoun, 2013**).

Pour ce qui est de l’apport calorique, les pâtes sont supérieures au pain, pommes de terre et à la viande. Cent grammes (100 g) de pâtes produisent 300 à 350 calories, alors que la même quantité de pommes de terre n’en produit que 100 calories, la viande de bœuf 200 calories et le pain 250 calories (**Feillet, 2000**).

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

Selon **Woods** et **Snyder**, le coefficient de digestibilité des pâtes est le suivant :

- Protéine : 86,80%.
- Matières grasses : 90%.
- Hydrates de carbone : 97,4%.
- Calories utilisées : 92,10%.

La ration journalière d'un homme doit fournir 3500 calories et comprendre les constituants suivants :

- 100 g de protéine.
- 0.70 g de calcium.
- 0.130 g de phosphore.
- 15 mg de fer.

Le tableau ci-dessous nous renseigne sur les quantités (en %) de protéine et de minéraux contenues dans quelques aliments :

**Tableau 5** : les quantités (en %) de protéine et de minéraux contenues dans quelques aliments  
(Feillet, 2000).

| <b>Aliments</b> | <b>Protéine</b> | <b>Calcium</b> | <b>Magnésium</b> | <b>Potassium</b> | <b>Sodium</b> |
|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------|
| Macaroni        | 43.4            | 0.022          | 0.037            | 0.130            | 0.008         |
| Pomme de terre  | 2.2             | 0.014          | 0.028            | 0.429            | 0.021         |
| Pain            | 9.1             | 0.027          | 0.023            | 0.108            | 0.394         |
| Riz             | 8.0             | 0.009          | 0.033            | 0.070            | 0.025         |
| Farine          | 11.4            | 0.020          | 0.018            | 0.115            | 0.060         |
| Gruau de maïs   | 9.2             | 0.018          | 0.084            | 0.213            | 0.039         |

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires

|                |      |       |       |       |       |
|----------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Gruau d'avoine | 16.1 | 0.069 | 0.110 | 0.344 | 0.062 |
| Beurre         | 1.1  | 0.015 | 0.001 | 0.014 | 0.788 |
| Œufs           | 11.9 | 0.067 | 0.011 | 0.140 | 0.143 |
| Viande         | 14.7 | 0.012 | 0.024 | 0.338 | 0.084 |
| Lait           | 3.3  | 0.120 | 0.012 | 0.143 | 0.051 |
| Fromage        | 28.8 | 0.931 | 0.037 | 0.089 | 0.606 |

L'appréciation de la qualité nutritionnelle des pâtes alimentaires dépend de leur composition biochimique qui doit tenir compte des éléments suivants :

- Une assiette bien remplie de pâtes cuites est l'équivalent de 60 à 70g de pâtes crues.
- Au cours de la cuisson, les pâtes absorbent près de deux fois leur poids d'eau et perdent de 6 à 10% de matière sèche dans les eaux de cuisson.
- Les pâtes alimentaires sont rarement consommées nature, on y ajoute souvent des matières grasses (beurre) et parfois du fromage et de la viande hachée.
- Dans certains pays, les pâtes aux œufs sont les plus consommées. Elles peuvent contenir cinq ou six œufs par kilogramme de semoule, ce qui modifie profondément leur valeur nutritionnelle (Feillet, 2000).

Suspectées d'être très caloriques et de faire grossir, les pâtes alimentaires ont souvent été bannies de nos assiettes, pourtant pauvres en graisses et riches en glucides complexes du type amidon et en protéines végétales, elles s'intègrent parfaitement dans une alimentation équilibrée, comme on peut le constater dans le tableau suivant :

**Tableau 6 :** Composition des pâtes alimentaires issues du blé dur (Fredot, 2006).

| Nutriments (100g/ms) | Pâtes qualité supérieure |        |
|----------------------|--------------------------|--------|
|                      | Crues                    | Cuites |
| Eau (%)              | 12,5                     | 69     |
| Energie (Kcal)       | 360                      | 125    |
| Protéines (g)        | 11,5                     | 4      |
| Glucides (g)         | 74                       | 26     |

## I. Du blé dur aux pâtes alimentaires

---

|                        |      |      |
|------------------------|------|------|
| Lipides (g)            | 1,5  | 0,5  |
| Calcium (mg)           | 20   | 7    |
| Fer (mg)               | 1,5  | 0,5  |
| Thiamine (mg)          | 0,15 | 0,05 |
| Riboflavine (mg)       | 0,09 | 0,03 |
| Acide nicotinique (mg) | 1,5  | 0,05 |
| Vitamines A (U,I)      | 0    | 0    |

### 3.6.2 Qualité hygiénique

La qualité hygiénique des pâtes alimentaires, considérée comme excellente, ne pose pas de problème particulier, bien qu'en raison de la composition des semoules et des conditions de fabrications des pâtes, le séchage notamment, les micro-organismes ne trouvent pas de lieu favorable à leur développement (**Deghmoun, 2013**).

Généralement, seules les bactéries saprophytes, dont la présence ne constitue aucun danger.

En fait, et compte tenu de l'élimination des parties périphériques du grain lors de la fabrication des semoules, ce risque est très minime. Il en va de même des résidus de pesticides. Enfin, des contaminations d'origine animale (poiles de rongeurs, débris d'insecte etc.) présents dans les semoules, peuvent se retrouver dans les pâtes (**Deghmoun, 2013**).

Les bons résultats ne s'obtiennent qu'en observant, durant la fabrication, des règles strictes d'hygiène et ce, pour diminuer les risques de contamination microbiennes.

Le risque le plus important d'altération des qualités hygiéniques des pâtes alimentaires existe dans les pâtes aux œufs en raison de leur possible contamination par salmonelles (**Feillet, 2000**).

La qualité microbienne des pâtes alimentaires ne se suscite pas de difficulté. Cependant, la possibilité de contamination ne doit pas être sous-estimée. Il existe un risque non négligeable de présence de salmonelles et de staphylocoques, notamment dans les pâtes aux œufs, même si ces derniers sont ajoutés à l'état poudre. La présence de mycotoxines et de résidus de produits phytosanitaires peut être une autre source de toxicité. Le contrôle rigoureux de la qualité du blé sur le marché et à l'entrée de la semoulerie élimine ce risque (**Boudreau et Menard, 1992**).

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

### **3.6.3 Qualité organoleptique :**

Les qualités organoleptiques des pâtes alimentaires concernent non seulement leur aspect à l'état cru mais aussi leur comportement durant et après la cuisson. Quatre groupes caractéristiques déterminent l'aspect des pâtes alimentaires : les gerçures, les piqûres, la texture superficielle et la coloration.

- **Les gerçures**

C'est un accident de fabrication ; il se produit sous l'effet de tension interne qui se manifeste lorsque le séchage est mal conduit ; elle se traduit par l'apparition de fêlures dans la pâte sèche.

- **Les piqûres**

Il existe trois types de piqûres dont chacun a une origine spécifique.

- Blanches : elles sont dues à une insuffisance d'hydratation lors de malaxage
- Brune : ce sont les signes d'une purification insuffisante des semoules au cours de la mouture
- Noires : elles s'expliquent par la présence des grains mouchetés ou par les contaminations des lots par des blés ergotés (ce qui est très rare) ou des grains étrangères fortement colorées.
- **La texture superficielle**

Lisse et rugueuse, la texture superficielle des pâtes alimentaires dépend de la nature des moules utilisés : les moules en téflon confèrent aux pâtes un aspect lisse et brillant, les moules en bronze favorisent le développement d'une surface rugueuse et hétérogène.

- **La coloration**

La couleur est un facteur important de la qualité, elle est influencée par les caractéristiques agronomiques, biochimiques et technologiques des blés mis en œuvre.

Une pâte alimentaire doit être de claire et de couleur jaune ambrée.

On peut considérer que la coloration est la somme d'une composante jaune que l'on souhaite élevée et d'une composante brune ou gris qui doit être faible.

La coloration peut être améliorée en agissant soit au niveau de la mouture

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

(réduction de la contamination des semoules par des parties périphériques du grain), soit par la sélection de nouvelles variétés riche en pigments et possédant de faible activité enzymatique ou bien par l'utilisation de traitements thermiques de hautes températures appliqués au début du séchage (lorsque l'humidité de l'air est élevée) (Daghmoun, 2013).

### **3.6.4 Qualité culinaire :**

La cuisson d'une pâte alimentaire répond à un triple but :

- Gélatinisation de l'amidon pour le rendre digestible et assimilable.
- Modifier la texture des pâtes de manière à leur conférer les caractéristiques souhaitées par le consommateur.
- Amener les produits à la température désirée.

La qualité culinaire rend compte du comportement de la pâte pendant et après la cuisson (Daghmoun, 2013).

Son évaluation peut se faire à travers l'examen des paramètres suivants :

#### **\*Le temps minimal, optimal et maximal de cuisson**

Ils correspondent respectivement au temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé, le temps nécessaire pour donner à la pâte la texture souhaitée et le temps au-delà les produits se dégradent dans l'eau de cuisson.

#### **\*Gonflement ou absorption d'eau pendant la cuisson**

Le gonflement déterminé par la mesure de poids des pâtes avant et après cuisson.

#### **\*La texture de produits cuits**

Elle rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson, que l'on peut déterminer par des mesures à caractère rhéologique (fermeté, viscoélasticité etc.).

#### **\*L'état de surface ou de désintégration des produits cuits**

L'état de surface dépend du degré d'adhésion des bris entre eux (notion de collant) et l'aspect plus ou moins lisse des produits cuits (notion de délitescence).

## **I. Du blé dur aux pâtes alimentaires**

---

### **\* Les pertes à la cuisson**

Elles sont déterminées par la quantité de matières organiques entraînées dans l'eau de cuisson.

### **\*Arôme et goût**

Arôme et goût peuvent dépendre en partie

Des conditions de séchage (**DEGHMOUN, 2013**).

# **II. Matériel et méthodes**

## II. Matériel et méthodes

### 1. Présentation des moulins Amor Benamor (AB)

Notre étude a été réalisée au niveau des moulins AB à El-Fedjoudj, wilaya de Guelma pendant une période de 15 jours (entre 07 mars et 11 avril) au cours de laquelle, nous avons essayé de mettre un volet de recherche concernant la qualité des pâtes alimentaires.

Les moulins AB font partie d'un groupe spécialisé dans l'agroalimentaire qui est le groupe BENAMOR. C'est un groupe familial fondé par le défunt père (Amor BENAMOR) en 1984 ([amorbenamor-group.com](http://amorbenamor-group.com))



**Figure 6 :** Présentation satellite des moulins Amor BENAMOR (Benteboula et al., 2021)



**Figure 7 :** L'unité de production pâtes et Couscous Amor BENAMOR  
-El-Fedjoudj- Guelma (Benteboula et al., 2021)

## **II. Matériel et méthodes**

---

En 2009, MAB a enrichi ses activités de transformation en mettant en place l'unité de production des pâtes alimentaires et couscous pour proposer une offre variée répondant aux besoins de consommation du marché national : semoules, pâtes alimentaires et couscous.

Les moulins AB sont caractérisés par :

- Une capacité de trituration de blé dur : 750 tonnes/jour
- Une capacité de stockage de blé : 60000 tonnes
- Une capacité de production des pâtes alimentaires : 19200 kg/h
- Une capacité de production de couscous : 9600kg/h
- plus de 1000 employés.

### **2. Origines des échantillons**

Notre étude s'appuie sur les échantillons suivants :

Matières premières :

- Blé dur transformé d'origine Canadien
- Échantillon de semoule SSSE de AB

Produits finis :

- Pâtes courtes (Langue d'oiseau, Tliltli)

### **3. Analyses physico-chimiques et technologiques**

Notre étude expérimentale a été faite au niveau du laboratoire centrale et laboratoire II de l'entreprise qui dispose tout le matériel et les modes opératoire.

Parmi les analyses établies au laboratoire sur les produits prélevés, on trouve :

#### **3.1 Analyses du blé dur**

##### **3.1.1. Taux d'humidité et protéine**

L'humidité est la teneur en eau du grain, connaître le taux d'humidité permet aux meuniers de savoir la quantité d'eau à rajouter avant la mouture pour une meilleure séparation des couches des grains.

## II. Matériel et méthodes

---

Le taux de protéines est l'un des critères qui détermine la bonne qualité des grains, notamment celles qui sont destinés à la fabrication des pâtes.

### Intérêt

La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente trois intérêts principaux :

- intérêt technologique, pour la détermination et 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 desquels sont appliquées des bonifications et des réfections.

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

Cette détermination est presque toujours spécifiée dans les contrats et compte tenu des relations qui existent entre la teneur en protéines et la valeur d'utilisation des variétés, c'est un critère intéressant à prendre en compte dans le classement des lots à la réception.

### Principe

Le taux d'humidité et de protéines des grains de blé ont été déterminés par un analyseur spécifique : Infratec 1241 qui représente un instrument d'analyse de grains entiers utilisant la technologie de transmission Proche-Infrarouge reposant sur l'absorption de la lumière par l'eau et d'autres molécules organiques et inorganiques. Il est utilisé pour tester de nombreux paramètres (humidité, protéines, huile, amidon, etc.) dans une large gamme de céréales et d'oléagineux. Il est rapide, fiable et facile d'utilisation (**Kalarasse Assia, 2018**).

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 1et 5.

## II. Matériel et méthodes

---

### 3.2. Analyse de la semoule

#### 3.2.1 La granulation

La granulométrie mesure la forme, la dimension et répartit les graines en différentes classes. Elle est liée aux opérations de broyage, de séparation, de mélange et transfert. Vu l'irrégularité des particules, leur mesure est exprimée en rapport avec des sphères dites équivalentes dans différentes échelles de dimensions. Le diamètre médian ou moyen caractérise la finesse de la semoule. On utilise le tamisage à sec ou en milieu liquide, la diffraction de la lumière laser l'imagerie. La texture et l'humidité des matières à broyer déterminent la granulométrie. Elle peut être modulée en agissant sur les broyeurs ou séparateurs en fonction des résultats désirés. **(Melcion Jp, 2000)**

#### Intérêt

- classer les semoules selon leur utilisation finale.

#### Principe

La détermination de la taille et les dimensions des particules et leurs homogénéités par un tamiseur (ROTACHOC) qui est constitué d'un empilement de tamis (diamètre décroissant : 600 $\mu$ m, 500  $\mu$ m, 450 $\mu$ m, 355  $\mu$ m, 250  $\mu$ m, 200  $\mu$ m, 150  $\mu$ m) il permet un tamisage efficace des semoules selon la norme AFNOR.

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 2 et 6.

#### 3.2.2 La teneur en eau

La teneur en eau (Humidité) (Selon le Journal Officiel N°08/2013)

L'humidité (H) est la perte de masse exprimée en pourcentage, subie par le produit dans les conditions spécifiées dans la présente méthode.

#### Intérêt

- Intérêts technologique, joue un rôle très important pour une bonne conservation des semoules par la détermination des conditions de stockage.
- Intérêt analytique, pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard).

## II. Matériel et méthodes

---

- Intérêt commerciale et réglementaire, les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneur en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections. **(I.T.C.F, 2001)**

### Principe

L'humidité est déterminée par l'assèchement progressif de la semoule grâce à une lampe halogène. Le poids de l'échantillon est enregistré régulièrement jusqu'à la fin de la procédure de dessiccation. Pour terminer la mesure, la différence entre le poids de l'échantillon initial et le poids de cet échantillon une fois déshydraté correspond à sa perte en eau. La proportion de ce poids par rapport au poids initial correspond au taux d'humidité de l'échantillon. **(Kalarasse Assia, 2018).**

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 2 et 6.

### 3.2.3 La couleur

Coloration La mesure de coloration de la semoule est d'un intérêt surtout commercial. Elle est considérablement influencée par les blés mis en œuvre et les conditions de mouture. La couleur de la semoule se caractérise essentiellement par l'indice de jaune et l'indice de brun. Dans tous les cas, lorsque l'indice de jaune est élevé et l'indice de brun est faible on obtient un meilleur résultat.

### Intérêt

Le consommateur cherche des produits de belle couleur (jaune ambrée) qui ne présente pas des piqures.

### Principe

Repose sur l'analyse de l'énergie lumineuse réfléchiée par un échantillon de semoule de granulométrie homogène. La coloration est caractérisée par trois composantes : l'indice de jaune, de brun et de clarté, qui sont déterminés à l'aide d'un colorimètre de type Konica Minolta.

- Indice de clarté ( $L^*$ ) : il varie de 0 (noir parfait) à 100 (blanc parfait).
- Indice de brun ( $a^*$ ) : sa 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.

## II. Matériel et méthodes

---

• Indice de jaune ( $b^*$ ) : sa 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.

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 2 et 6.

### 3.2.4 La teneur en gluten

Fraction insoluble des protéines dans une solution saline, obtenu en pétrissant la semoule de blé dur. Le gluten résulte d'une association entre les protéines de réserve insolubles des grains de blé et d'autres constituants. Formé lors du pétrissage, le gluten est le responsable majeur de la qualité rhéologique des pâtes alimentaires c'est-à-dire l'extensibilité, l'élasticité et la ténacité, qui ont une influence sur le comportement des pâtes au cours de la fabrication et sur la qualité du produit fini. (**Larousse agricole, 2002**)

#### Intérêt

Pour des raisons techniques, il est bon d'apprécier le gluten en quantité et en qualité. Avec la fraction insoluble des protéines qui le constituent, le gluten a le pouvoir de former un réseau viscoélastique qui influence le comportement des pâtes lors de la fabrication et sur le produit fini. Ce qui peut constituer un moyen de sélection du blé dans le procès de l'amidonnerie.

#### Principe

Une mouture mélangée à une solution d'eau salée, après malaxage mécanique et lavage, permet l'extraction du gluten. Par centrifugation on peut mesurer les caractéristiques viscoélastiques du gluten. La quantité recueillie sur le tamis est fonction des caractéristiques de ténacité et d'élasticité du gluten, plus cette quantité est élevée, plus le Gluten Index est élevé. L'appareil GLUTOMATIQUE réalise automatiquement ces deux opérations et de façon répétitives. (**I.T.C.F.**)

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 2 et 6.

## **II. Matériel et méthodes**

---

### **3.2.5 La teneur en cendre**

Les cendres sont des résidus incombustibles obtenus après incinération à 900°C dans les conditions décrites dans la présente méthode et exprimée en (%) massique par rapport à la matière sèche. **(JORAN° 35)**

#### **Intérêt**

La mesure de la teneur en cendres a un intérêt essentiellement réglementaire. **(I.T.C.F, 2001).**

#### **Principe**

Incinération d'une prise d'essai jusqu'à combustion complète des matières organiques puis pesée du résidu obtenu. Le résidu obtenu est floconneux après incinération à 550 °C et vitrifié après incinération à 900 °C. De façon générale, les produits contenant des sels (chlorure de sodium, pyrophosphate par exemple) doivent être incinérés à  $(550 \pm 10)$  °C. **(JORAN° 35)**

**Matériel :**(annexe 2)

**Mode opératoire :**(annexe 6)

### **3.3. Analyse de l'eau**

#### **3.3.1 L'alcalinité**

L'alcalinité totale mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides. Elle est définie par la somme des différentes formes d'alcalinité existantes, soit, par la concentration des hydroxydes, des carbonates et des bicarbonates, exprimée en termes de carbonate de calcium.

Lorsque l'alcalinité est trop faible ou inexistante, il est nécessaire de provoquer une alcalinité artificielle ; afin d'atteindre cet objectif on applique des substances alcalines, comme la chaux hydratée ou la soude (carbonate de sodium).

Lorsque l'alcalinité est trop élevée, on procède à l'inverse, à l'acidification de l'eau jusqu'à obtention d'une teneur en alcalinité suffisante **(Manuel pratique d'analyse de l'eau, 2013).**

## II. Matériel et méthodes

---

### Principe

La détermination de l'alcalinité est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. L'unité utilisée est le degré français ( $1^{\circ}f = 10\text{mg.L}^{-1}$ ) (Rodier et al., 2009).

### Intérêt

La mesure de l'alcalinité est d'une importance fondamentale dans le processus de traitement de l'eau, car c'est en fonction de sa teneur que s'établit le dosage des produits chimiques utilisés.

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 3 et 7.

### 3.3.2 La dureté

La dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) et magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium.

La dureté d'une eau peut être temporaire ou permanente

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 3 et 7.

### 3.3.3 La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau s'effectue à l'aide d'un conductimètre. Celui-ci mesure le passage de l'électricité entre deux électrodes métalliques plongées dans l'eau. La mesure est exprimée en micro ou milli Siemens par centimètre ( $\text{m } \mu\text{S/cm}$  ou  $\text{mS/cm}$ )

### Principe

Le dosage des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  se fait par complexométrie avec l'EDTA en milieu basique. Vers  $\text{pH} = 10$ , on dose simultanément les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  en présence de NET. Vers  $\text{pH} = 12$ , l'hydroxyde de magnésium précipite ; seul l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  est dosé. A ce pH, le NET n'est plus utilisable ; on choisit alors un autre indicateur de fin de réaction : Patton et Reeder. La dureté magnésienne s'obtient par différence entre la dureté totale et la dureté calcique

## II. Matériel et méthodes

---

### 3.3.4 Potentiel D'Hydrogène (pH)

Le terme pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution. C'est l'un des paramètres les plus importants des propriétés de l'eau. Le résultat d'une mesure de pH est défini par les quantités d'ions H<sup>+</sup> et d'ions OH<sup>-</sup> présentes dans la solution. (**lenntech.fr**)

#### Principe

pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée. Il consiste à tremper l'électrode dans le bûcher de l'échantillon et laisser stabiliser un moment puis noter le pH.

#### Intérêt

Ce facteur est d'une importance exceptionnelle, en particulier dans les procédés de traitement. Il est mesuré et ajusté si nécessaire pour améliorer la coagulation/ floculation ainsi que pour contrôler la désinfection de l'eau (**Manuel pratique d'analyse de l'eau,2013**).

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 3 et 7.

### 3.4 Analyse des pâtes alimentaires

#### 3.4.1 Taux d'humidité.

L'humidité (H) est la perte de masse exprimée en pourcentage, subie par le produit dans les conditions spécifiées dans la présente méthode.

#### Intérêt

Intérêts technologique, joue un rôle très important pour une bonne conservation des pâtes alimentaires.

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 desquels sont appliquées des bonifications et des réfactations. (**I.T.C.F.**)

## II. Matériel et méthodes

---

### Principe

L'humidité est déterminée par l'assèchement progressif de la pâte broyée grâce à une lampe halogène. Le poids de l'échantillon est enregistré régulièrement jusqu'à la fin de la procédure de dessiccation. Pour terminer la mesure, la différence entre le poids de l'échantillon initial et le poids de cet échantillon une fois déshydraté correspond à sa perte en eau. La proportion de ce poids par rapport au poids initial correspond au taux d'humidité de l'échantillon.

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 4 et 8.

### 3.4.2 Coloration

La couleur se caractérise par des composantes : 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 (**I.T.C.F. 2001**).

### Intérêt

Le consommateur cherche des pâtes claires de belle couleur jaune ambrée qui ne présente pas des piqures (**I.T.C.F. 2001**).

### Principe

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 chroma mètre qui fournit 3 paramètres :

- La clarté ou L\*: cet indice varie de 0 (noir parfait) à 100 (blanc parfait).
- L'indice de brun calculé par l'équation :  $100 - L$   
L'indice de brun 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 le blé dur.
- L'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.

## II. Matériel et méthodes

---

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 4 et 8.

### 3.4.3 Temps optimal de cuisson

Dans son acception la plus large, la qualité culinaire des pâtes alimentaires intègre un ensemble de caractéristiques parmi lesquelles les temps de cuisson : le temps minimal, optimal et maximal qui correspond respectivement au :

- Temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé.
- Temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée.
- Temps au-delà duquel les produits se désintègrent dans l'eau de cuisson. (Abecassis J., 1991)

### Définition

Le temps optimal de cuisson est le temps à l'issue duquel la ligne blanche continue et visible au centre d'une pâte disparaît pendant la cuisson, une plaquette d'écrasement détermine sa disparition.

### Intérêt

Savoir l'état de délitescence des pâtes (état de désagrégation superficielle de la pâte cuite).

### Principe

Ecraser la pâte cuites entre deux plaques en verre (plexiglas). La disparition d'une ligne centrale blanche est révélatrice de l'état de cuisson minimum.

- ❖ Le matériel utilisé et le mode opératoire sont présentés respectivement dans les annexes 4 et 8.

## 4. Démarche pour la mise en place du système HACCP :

Compte tenu de l'évolution de l'environnement réglementaire et concurrentiel du secteur agroalimentaire ainsi que les consommateurs devient plus exigeants en matière de qualité. Les entreprises qui manipulent, transforment et conditionnent les différents types des produits agroalimentaire doivent assurer la maîtrise de la qualité au sein de leurs unités de production pour garantir la salubrité de leurs produits et la conformité aux exigences réglementaires.

## II. Matériel et méthodes

---

Il est évident que toute détérioration de la qualité à n'importe quel stade du cycle de production aura des conséquences sur le produit fini. Donc il est nécessaire d'appliquer un système qui aide les unités de production à s'autocontrôler au cours des différentes étapes de sa chaîne de fabrication et de maîtriser les conditions de production qui sont essentielles pour garantir la salubrité des produits finis et répondre aux exigences réglementaires.

Il existe plusieurs systèmes de contrôle, de surveillance et de veille sur la qualité des produits alimentaires. Le plus reconnu comme étant un système efficace est le système HACCP. Nous présenterons dans ce qui suit sa définition, ses principes ainsi que les précautions qu'il faut prendre et les conditions qu'il faut réunir pour sa mise en place au niveau d'une unité de transformation de blé dur en : semoule, pâtes alimentaires et couscous.

### 4.1 Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) ou programme de pré requis (PRP)

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) doivent être traitées avant de commencer l'analyse des dangers et la définition des mesures préventives qui leur sont associées. Ces BPH permettent de minimiser l'apparition des dangers qui menacent la salubrité des aliments à travers l'environnement du travail, le processus de production, les équipements, l'hygiène du personnel et la contamination croisée entre les produits. **(IFIM)**

#### 4.1.1 Définition

Les conditions et activités de base permettant de maintenir un environnement hygiénique approprié à la production de denrées alimentaires sûres jusqu'au consommateur final. **(JORA N° 07)**

Lors de l'élaboration des programmes pré requis, l'organisme doit prendre en compte les éléments suivants :

- **la construction et la disposition des bâtiments et des installations associées :**
  - les unités de production agroalimentaire doivent être implantées dans une zone exempte de toute source polluante
- **la disposition des locaux, notamment l'espace de travail et les installations destinées aux employés :**
  - l'unité de production des pâtes alimentaires doit disposer d'un plan de flux qui permet de maîtriser l'état d'hygiène, notamment :

## II. Matériel et méthodes

---

- Flux des produits : La séparation des différentes sections de fabrication, à savoir : réception de la matière première, production, conditionnement, stockage et transport.
- Flux des personnes : Circuit pour le personnel et les personnes étrangères à l'établissement ; autorisation d'accès.
- Flux des produits : Circuit pour les déchets.
- Flux des eaux (usée, pluie)
- **l'alimentation en air, en éclairage et autres :**
  - il est nécessaire d'assurer un éclairage adéquat (naturel ou artificiel) dans toutes les installations de l'unité de production.
  - Les dispositifs d'éclairage doivent être adaptés pour éviter toute contamination par bris de verre.
  - Les prises d'air doivent être éloignées des sources de pollution et protégées de façon à éviter toute aspiration de poussières et accès des nuisibles.
- **élimination des déchets et des eaux usées :**
  - Les déchets doivent être bien identifiés, stockés hors de la zone de production, éliminés régulièrement.
  - Les matériels utilisés dans l'élimination des déchets doivent être nettoyés et désinfectés à des intervalles adéquats pour réduire au minimum les risques de contamination.
- **le caractère approprié des équipements et leur accessibilité en matière de nettoyage, de l'entretien et de maintenance préventive :**
  - les équipements de transformation ou de production des produits alimentaire doivent être conçus avec des matériaux destinés aux utilisations alimentaires avec une peinture alimentaire, nettoyables et accessible pour leur entretien.
  - les balances et tous les dispositifs servant au contrôle de mesure nécessitent un plan de maintenance préventif et étalonnage pour assurer qu'ils fonctionnent comme prévu et donnent des résultats fiables.
- **Spécification et contrats fournisseurs (cahiers des charges) :**
  - Les emballages utilisés pour le conditionnement des pâtes alimentaires doivent être conformes à la réglementation relative aux matériaux au contact des aliments.
  - Le fabricant doit disposer de spécifications écrites pour les matériaux d'emballage et obtenir un certificat du fournisseur attestant la conformité auxdites spécifications.

## II. Matériel et méthodes

---

- **gestion de stocke (la manutention des produits par exemple, stockage et transport) :**
  - l'unité de production des pâtes alimentaires doit disposer des rayonnages de stockage des produits finis, propres et distinctes de celles des issues en vue de minimiser les risques de contamination. Les produits finis doivent être stockés dans sans aucun contact contre les murs.
  - Il est recommandé d'utiliser la méthode de la gestion de stocke « FIFO » qui donne la priorité à la distribution des produits qui sont stockés depuis longtemps pour éviter l'expiration des produits. (first in first out).
- **le nettoyage et la désinfection ;**
  - la mise en place d'un plan de nettoyage quotidien est obligatoire pour minimiser les risques de contaminations (croisées, physiques et chimiques) Ce plan doit concerné :
    - Les silos et stockage de la matière première et des produits finis
    - Les équipements ;
    - Le sol, les plafonds, les murs.
- **la lutte contre les ravageurs et nuisibles :**
  - il est nécessaire de définir et maitre en place un plan de lutte contre les ravageurs et les nuisibles afin de prévenir la contamination des produits.
  - Maitre en place un plan de contrôle avant et après le traitement chimique (les produits chimiques utilisés doivent être conformes aux exigences réglementaire), afin d'évaluer l'efficacité du traitement.
- **l'hygiène des membres du personnel (être pro et propre) :**
  - la propreté est une obligation au niveau des zones de production.en revanche, le professionnel au sens de « vrai pro » est celui qui aura réussi à intégrer dans son organisation l'hygiène et la sécurité sanitaire, quelle que soit sa place dans l'entreprise, de l'opérateur au directeur.
- **Etiquetage des produits choisis appropriés :**
  - pour assurer la traçabilité par l'identification des lots ce qui facilité
  - pour informer le consommateur par un étiquetage adéquat.
- **formation du personnel :**
  - La formation hygiène du personnel est un excellent moyen de communication des PRP liés à la main-d'œuvre (hygiène corporelle, port de la tenue, absence

## II. Matériel et méthodes

de bijou...) et aux méthodes (marche en avant, respect des procédures de travail...). la formation porte sur :

- sur la législation et la réglementation relative à l'hygiène ;
- Les règles générales d'hygiène (lavage des mains, tenu de travail, porte de bijoux interdits, marche en avant...etc.)
- Les sources de contamination.
- Les formations sur l'hygiène et la sécurité sanitaire, et la transmission des instructions au personnel, doivent être enregistrées ; ces dispositions doivent être appliquées également pour le personnel intérimaire et les stagiaires.

### 4.2 Le diagramme d'Ishikawa

Il faut commencer à comprendre les problèmes qui se révèlent quotidiennement dans l'environnement de production. Une analyse de causes sous forme d'un diagramme d'Ishikawa ou 5M (Milieu, Matériel, Main d'œuvre, Machine, Méthode) peut être réalisée. Elle permettra, à la suite, de trouver des solutions plus concrètes et plus ciblées quant aux problèmes rencontrés.

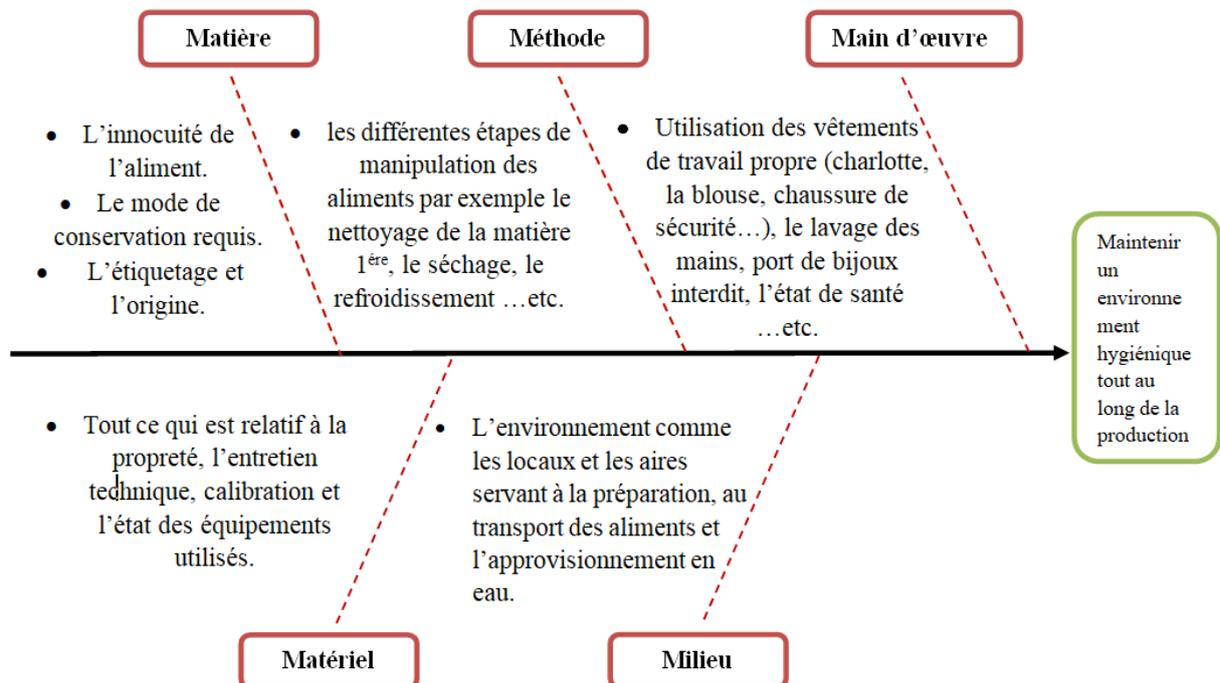


Figure 8 : le diagramme d'Ishikawa ou 5M (analyse des causes)

## II. Matériel et méthodes

---

### 4.3. HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point

Ce qui signifie en français : Analyse des dangers, maîtrise des points critiques.

#### 4.3.1 Définition

Il s'agit d'une méthode servant à identifier, évaluer et contrôler les dangers qui menacent la salubrité des produits alimentaires. Reposant sur des bases scientifiques et cohérentes, le système HACCP permet d'évaluer les dangers et de mettre en place des systèmes de maîtrise axés davantage sur la prévention que sur l'analyse du produit fini. Cette méthode n'a pas pour seul avantage d'améliorer la sécurité des aliments : grâce aux moyens de documentation et de maîtrise qu'elle propose, elle permet aussi de démontrer une certaine compétence aux consommateurs et de satisfaire les exigences législatives des autorités. (FAO)

#### 4.3.2 Principes

Le codex Alimentarius définit les sept principes du système HACCP qui permettent d'établir, de mettre en œuvre et d'achever un plan HACCP.

**Principe 1 :** Procéder à une analyse des dangers :

Consiste à analyser et identifier les dangers éventuels qui peuvent détériorer la qualité au niveau de différents stades de la production.

Déterminer la probabilité de manifestation des dangers et évaluer la gravité de leurs effets.

**Principe 2 :** Déterminer les points critiques pour la maîtrise :

Identifier les points critiques pour la maîtrise (CCP). Déterminer quels sont les stades auxquels une surveillance peut être exercée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la salubrité de l'aliment.

**Principe 3 :** Fixer les seuils critiques :

Ils doivent impliquer un paramètre mesurable et peuvent être considérés comme le seuil ou la limite d'acceptabilité des CCP.

**Principe 4 :** Mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP :

## **II. Matériel et méthodes**

---

Mettre en place un système d'autocontrôle permettant de maîtriser les CCP l'aide d'observations et d'essais programmées.

**Principe 5 :** Déterminer les mesures correctives :

Déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance indique qu'un CCP donné est hors l'intervalle d'acceptabilité. Les procédures et les responsabilités relatives aux mesures correctives doivent être spécifiées.

**Principe 6 :** Appliquer des procédures de vérification :

Appliquer des procédures de vérification afin de confirmer l'efficacité du système HACCP.

**Principe 7 :**

Constituer un dossier dans lequel figureront toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en œuvre. **(Olivier Boutou, 2014)**

### **4.3.3 Les étapes du HACCP :**

Une méthode HACCP se construit en 14 étapes **(FAO, 2003)** :

**Etape 1 :** Définir le champ de l'étude ;

**Etape 2 :** Constituer l'équipe ;

**Etape 3 :** Décrire le produit ;

**Etape 4 :** Utilisation du produit ;

**Etape 5 :** Elaborer un diagramme de fabrication ;

**Etape 6 :** Vérifier le diagramme de fabrication sur place ;

**Etape 7 :** Analyser les dangers et les risques ;

**Etape 8 :** Déterminer les CCP ;

**Etape 9 :** Etablir les critères, valeurs limites et tolérance pour le contrôle ;

**Etape 10 :** Mettre en place une surveillance des ccp pour leur maîtrise ;

## **II. Matériel et méthodes**

---

**Etape 11** : Identifier des actions correctives ;

**Etape 12** : Etablir la documentation ;

**Etape 13** : Vérifier le système ;

**Etape 14** : Actualiser le système;

# **III. Résultats et discussions**

### III. Résultats et discussions

#### 1. Analyses des matières premières

##### 1.1 Blé dur

L'analyse de la matière première est indispensable car la qualité des produits finis est due à la qualité de la matière première

##### 1.1.1 Taux d'humidité

Le taux d'humidité du blé dur est analysé à la réception pour déterminer la durée optimale de stockage et la quantité d'eau ajoutée lors du mouillage.

L'Infratec <sup>TM</sup>1241 offre la solution ultime pour l'analyse du taux d'humidité des céréales dans un temps record (40 secondes). Les résultats obtenus sur les échantillons analysés sont présentés dans le tableau ci-dessous (tableau 07) :

**Tableau 07** : le taux d'humidité du blé aux différentes étapes de mouillage

| Echantillon | Blé sec | Blé 1 <sup>er</sup> repos (80l pendant 4H) | Blé 2 <sup>ème</sup> repos (240L pendant 8H) |
|-------------|---------|--|--|
| 01          | 12,2 %  | 15,1 %                                     | 16,4 %                                       |
| 02          | 12,2 %  | 15,3 %                                     | 16,4 %                                       |
| 03          | 12,4 %  | 15,4 %                                     | 16,6 %                                       |

On constate que les résultats de taux d'humidité obtenus pour trois échantillons de blé dur d'origine Canadien (blé sec, blé 1<sup>er</sup> repos, blé 2<sup>ème</sup> repos) sont proches et variés dans l'intervalle d'acceptabilité, ce taux d'humidité est idéal pour la qualité des grains (bonne maîtrise du taux de casse). Le taux d'humidité est un repère pour déterminer la quantité d'eau qui doit être ajoutée au blé dur lors de l'étape de mouillage. Cette quantité d'eau ajoutée varie selon les changements climatiques à fin qu'il influence directement sur l'humidité de la semoule.

##### 1.1.2. Taux de protéine

Le blé Canadien a une forte teneur en protéine, la richesse en protéines est un facteur prédéterminant de la valeur pastière de la semoule et de la texture des pâtes.

### III. Résultats et discussions

L'équipement utilisé pour la mesure du taux de protéine est l'Infratec <sup>TM</sup>1241. Les résultats obtenus sur les échantillons analysés sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tab, 08) :

**Tableau 08** : taux de protéine du blé dur

| Echantillon | Taux de protéine (%) |
|-------------|----------------------|
| 01          | 16,5                 |
| 02          | 16,3                 |
| 03          | 15,9                 |

#### 1.2 Analyse de la Semoule (SSSE)

##### 1.2.1. Taux d'humidité

La teneur en eau des semoules a une importance capitale sur le plan économique, et dans la conservation de l'aliment. D'après le tableau ci-dessous (Tab, 09) les valeurs mesurées de l'humidité des trois échantillons de la SSSE sont variées entre 14.00 et 14.45%, ces teneurs sont conformes à la norme algérienne et internationale qui exige un taux d'humidité  $\leq 14.50\%$ . Ce résultat confirme que la semoule SSSE est appropriée pour la fabrication des pâtes et peut être stockée sans aucun risque d'endommagement.

**Tableau 09** : taux d'humidité de la semoule

| Echantillon | Taux d'humidité (%) |
|-------------|---------------------|
| SSSE PC     | 14,45               |
| SSSE PL     | 14,42               |
| SSSE CC     | 14,09               |

##### 1.2.2. Taux de cendre

Le taux de cendre est une indication de la teneur de la semoule en matière minérale, c'est un critère de pureté, le taux de cendre est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche. Ce pourcentage présente un intérêt indirect pour les meuniers en jouant un

### III. Résultats et discussions

---

rôle très importants dans l'appréciation de la pureté de la semoule et dans une certaine mesure le contrôle du taux d'extraction (le rendement).

Le suivi du taux de cendre est présenté ci-dessous (Tab, 10) :

**Tableau 10** : taux de cendre de la semoule

| Echantillon | Taux de cendre (%) |
|-------------|--------------------|
| 01          | 0,8                |
| 02          | 0,87               |
| 03          | 0,89               |

#### 1.2.3. Teneur en gluten :

La quantité et la qualité de gluten dans la semoule sont responsable des propriétés viscoélastiques des produits finis (extensibilité et élasticité), les résultats présentés dans le tableau ci-dessous (Tab, 11) montrent que la teneur en gluten humide est de 35%, en gluten sec est de 12% et de 70% en gluten index, d'après ces résultats les teneurs en gluten de la SSSE de sont conformes aux exigences.

**Tableau 11** : la teneur en gluten de la semoule

| Type de gluten | Valeur |
|----------------|--------|
| Gluten humide  | 35%    |
| Gluten index   | 70%    |
| Gluten sec     | 12%    |

Ces teneurs permettent au producteur d'assurer la formation d'une pâte non collante, le maintien de la fermeté et la stabilité de la cuisson et l'obtention de produits aux caractéristiques de cuisson souhaitées.

#### 1.3. Analyses de l'eau :

Le tableau suivant (Tab, 12) montre les résultats d'analyse de l'eau

### III. Résultats et discussions

---

**Tableau 12** : les résultats d'analyse de l'eau

| <b>Analyses</b>                 | <b>Résultats</b> |            |
|---------------------------------|------------------|------------|
| <b>L'alcalinité</b>             | <b>1</b>         | 0°F        |
|                                 | <b>2</b>         |            |
|                                 | <b>3</b>         |            |
| <b>La dureté</b>                | <b>1</b>         | 78°F       |
|                                 | <b>2</b>         | 75°F       |
|                                 | <b>3</b>         | 69°F       |
| <b>La conductivité (à 20°C)</b> | <b>1</b>         | 2650 US/Cm |
|                                 | <b>2</b>         | 2700 US/Cm |
|                                 | <b>3</b>         | 2777 US/Cm |
| <b>pH</b>                       | <b>1</b>         | 7,53       |
|                                 | <b>2</b>         | 7,22       |
|                                 | <b>3</b>         | 7,89       |

- Les résultats de la dureté de cette eau montrent qu'elle est dure (plus que 30°F eau très dure)
- La conductivité de cette eau est conforme car elle ne dépasse pas la limite 2800 US/Cm
- Les valeurs de pH sont dans l'intervalle de la limite de la qualité (6,5 – 8,5)

#### **1.4. Analyses des pâtes alimentaires**

##### **1.4.1. Taux d'humidité :**

Le séchage est la partie la plus délicate du processus de fabrication des pâtes, Il a pour objectif de réduire la teneur en humidité des pâtes pour qu'elle soit entre 11% et 12,50%. D'après le tableau ci-dessous (Tab, 13) la teneur en eau de l'ensemble de nos échantillons des différents formats est comprise entre 11,20% et 12,30%. Ces valeurs sont conformes par rapport à la teneur tolérée par la norme algérienne N.A. 6396 adoptée pour les pâtes alimentaires et la norme codex Alimentarius (CODEX STAN, 202-1995). Ces taux d'humidité sont idéals pour la conservation des pâtes alimentaires pour une DLC de deux ans.

### III. Résultats et discussions

**Tableaux 13** : le taux d'humidité des différents formats des pâtes AB

| Echantillon | Taux d'humidité (%) |
|-------------|---------------------|
| 01          | 11,24               |
| 02          | 12.04               |
| 03          | 12,28               |

#### 1.4.2. Coloration :

L'indice de coloration repose sur l'analyse de l'énergie lumineuse réfléchi par un échantillon de pâtes courtes (langue d'oiseau) broyée et tamisée avec un tamis de 600µm. Il se caractérise par trois composantes : l'indice de clarté ( $L^*$ ) et l'indice de brun ( $a^*$ ) et l'indice de jaune ( $b^*$ ) qui sont déterminés à l'aide d'un colorimètre de type Minolta dans les conditions retenues par la commission internationale de l'éclairage(CIE) (Feillet, 2000).

La couleur des pâtes alimentaires dépend de la qualité et de la quantité des protéines (gluten) ainsi que la granulométrie de la semoule. Elle se traduit dans l'apparence du produit fini par une teinte claire et une couleur jaune ambré. Les indices de couleur donnent une valeur chiffrée pour caractériser le jaune, le brun et la clarté des pâtes fabriquées, le Codex Alimentarius (STAN 202- 1995) indique qu'une pâte de bonne couleur correspond à un indice de jaune ( $b^*$ )  $\geq 40$ .

D'après les résultats de coloration présentés dans le tableau ci-dessous (Tab, 14), l'indice de jaune des produits AB est supérieur à 40.

**Tableau 14** : les résultats de la couleur des différents formats des pâtes AB

| Echantillon | Mesure de la couleur |               |               |
|-------------|----------------------|---------------|---------------|
| 01          | $L^*$ :72,20         | $a^*$ : -1,14 | $b^*$ : 46,55 |
| 02          | $L^*$ :78,34         | $a^*$ : -1,74 | $b^*$ : 41,27 |
| 03          | $L^*$ :74,44         | $a^*$ : -1.98 | $b^*$ : 40,53 |

#### 1.4.3. Temps de cuisson :

### III. Résultats et discussions

---

Le comportement des pâtes au cours de la cuisson peut être différent d'un produit à un autre. La cuisson des pâtes alimentaires vise à amener ces constituants (amidon et gluten) à la température désirée, c'est-à-dire à gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible et à modifier la texture des pâtes en leur donnant les caractéristiques souhaitées par le consommateur. Les pâtes préparées au temps optimal de cuisson sont des pâtes cuites al dente (meilleure technique de cuisson), ce sont des pâtes fondantes mais légèrement fermes sous la dent. Les résultats de temps optimal de cuisson des échantillons sont présentés dans le tableau suivant (Tab, 15) :

**Tableau 15** : les résultats du temps de cuisson des différents formats des pâtes AB

| Echantillon | Temps optimal de cuisson (min) |
|-------------|--------------------------------|
| 01          | 11,50                          |
| 02          | 13                             |
| 03          | 12                             |

A la lecture des résultats on constate que le temps optimal de cuisson est respecté (11 à 14 min).

- Les pâtes présentent un aspect non collant.
- La forme des pâtes est demeurée inchangée
- L'eau n'a pas changé de couleur.
- Aucune odeur indésirable n'a été détectée

## 2. Démarche pour la mise en place du système HACCP :

### 2.1 Les bonnes pratiques d'hygiène :

Le tableau ci-dessous reflète l'ensemble des observations constatées au niveau des Moulins Amor Benamor sur les critères d'évaluation des bonnes pratiques d'hygiène (bph) et l'état des lieux. (Tab.16)

### III. Résultats et discussions

**Tableau 16 :** les observations constatées au niveau des Moulins Amor Benamor sur les critères d'évaluation des BPH

| Critères d'évaluation   | Etat des lieux   |
|---|--|
| La construction et la disposition des bâtiments et des installations associées  | Les unités de production des moulins Amor Benamor sont implantées dans une zone exempte de toute source polluante  |
| La disposition des locaux, notamment l'espace de travail et les installations destinées aux employés                              | L'unité de production des pâtes alimentaires dispose un plan de flux qui permet de maîtriser l'hygiène, notamment : flux des produits, flux des personnes (marche en avant), flux des produits (circuit de déchets), flux des eaux (usées, pluie)  |
| l'alimentation en air, en éclairage et autres   | L'unité de production a été conçue avec une alimentation en air et éclairage dont les systèmes de fonctionnement garantissent une absence totale de contamination  |
| Elimination des déchets et des eaux usées   | Les déchets issus de la production sont triés, stockés et éliminés régulièrement hors de la zone d'activité. Les équipements utilisés lors de chaque destruction des déchets sont nettoyés et désinfectés pour prévenir tout risque de contamination   |
| Le caractère approprié des équipements et leur accessibilité en matière de nettoyage, et l'entretien et de maintenance préventive | Les équipements destinés à la production des pâtes alimentaires ont été conçus avec des matériaux spécifiques adaptés à la nature des produits fabriqués avec une peinture nettoyable et sont accessibles pour leur entretien. Tous les appareils et les instruments de mesure destinés au contrôle font l'objet d'un plan de maintenance et d'étalonnage régulièrement mis à jour pour assurer leur fiabilité |
| Spécification et contrats fournisseur (cahiers des charges)   | La sécurité alimentaire est une constante préoccupation de l'entreprise, elle est liée avec ses différents partenaires par un cahier des charges rigoureux particulièrement en matière de conditionnement, un certificat de conformité avec les spécifications exigées en ce qui concerne les matériaux utilisés pour la fabrication des emballages.   |
| Gestion de stocke (la manutention des produits par exemple, stockage et   | Pour le stockage des produits finis des rayonnages intelligents sont utilisées et la gestion est assurée selon la méthode "FIFO" (first in first out) qui priorise la distribution des produits les plus anciens en  |

### III. Résultats et discussions

---

|   |   |
|---|---|
| transport)  | évitant ainsi les risques de péremption.  |
| Le nettoyage et la désinfection                         | Un plan quotidien de nettoyage est scrupuleusement exécuté par des équipes de personnels qualifiés qui se relayent en permanence.   |
| La lutte contre les ravageurs et les nuisibles          | Un plan de lutte contre les différents vecteurs (ravageurs, nuisibles...) incluant un plan de contrôle avant et après le traitement chimique afin d'évaluer son efficacité.   |
| L'hygiène des membres du personnel (être pro et propre) | L'hygiène et la sécurité sanitaire, font l'objet d'une attention particulière, l'ensemble des personnels (toutes catégories confondues) font l'objet régulièrement de recyclage en la matière (hygiène corporelle, propreté des lieux et des équipements...)  |
| Etiquetage des produits choisis appropriés              | Un étiquetage judicieux est mis en place et permet la traçabilité et l'identification des produits ce qui facilite l'orientation et le choix des clients.   |
| Formation du personnel                                  | Un programme de formation permanente en hygiène au profit des personnels a été mis en place et régulièrement mis à jour. Il porte sur la législation, la réglementation, les différentes sources de contamination ainsi que sur les règles générales d'hygiène (lavage des mains, tenue de travail, l'interdiction des ports de bijoux...). |

#### 2.2 HACCP

**Etape 01 : Définir le champ d'étude** (cette étape est définie dans la partie matériel et méthodes)

#### **Etape 02 : Constituer l'équipe HACCP**

La direction doit annoncer son engagement pour la mise en place du système HACCP, afin de constituer une équipe pluridisciplinaire composée de représentants de chaque département en s'assurant qu'ils sont qualifiés, qu'il ont suivi une formation sur la méthode HACCP et qu'ils possèdent l'expérience nécessaire pour élaborer le plan HACCP, Cette équipe est présentée comme suite :

- ❖ **Directeur générale**
- ❖ **Responsable de production**
- ❖ **Responsable de maintenance**

### III. Résultats et discussions

---

- ❖ Responsable de la qualité et de la sécurité des denrées alimentaires
- ❖ Responsable de commerce et marketing
- ❖ Responsable de laboratoire
- ❖ Responsable de sécurité
- ❖ Responsable qualité, d'hygiène, sécurité de l'environnement

#### Etape 03 : Description du produit (Tab. 17)

L'équipe HACCP doit procéder à la description complète du produit fini.

**Tableau 17 : Description du produit Tlitli N°2 Amor Benamor**

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Nom du produit</b>             | TLITLI N°2   |
| <b>Catégorie</b>                  | Pâtes alimentaires   |
| <b>Composition</b>                | Semoule de blé dur   |
| <b>Description</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>- Produit uniforme de Couleur ambré, jaune et claire.</li><li>- absence des fissurations et des piqûres sur le produit.</li></ul>  |
| <b>Traitement</b>                 | Séchage (90°C à 100°C/15min)   |
| <b>Humidité</b>                   | <12.5%   |
| <b>DLC</b>                        | 24 mois  |
| <b>Etiquetage</b>                 | <ul style="list-style-type: none"><li>- Le lot et la date de fabrication et d'expiration.</li><li>- Poids : 500g</li><li>- Information en arabe et en français.</li><li>- Mention obligatoire que le produit contient du gluten.</li><li>- Temps optimal de cuisson :</li><li>- Code à barre.</li><li>- Valeur nutritionnelle.</li></ul> |
| <b>Les conditions de stockage</b> | à conserver à l'abri de l'humidité et de la chaleur  |

### III. Résultats et discussions

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <p><b>Emballage</b></p> |  |
|-------------------------|--|

#### Étape 04 : Utilisation du produit

Les pâtes alimentaires, fabriquées par MAB, sont destinés à la consommation humaine, utilisées pour la préparation des plats de cuisine dont elle diffère d'une région à une autre. Il est nécessaire de mettre la mention « **contient du gluten** »

#### Étape 05 : Élaborer un diagramme de fabrication

Le présent tableau met en évidence les différentes étapes de fabrication des pâtes alimentaires ainsi que leur description. (Tab.18)

**Tableau 18** : description des différentes étapes de fabrication des pâtes alimentaires.

| N° | Étape            |   | Description de l'étape  |
|----|------------------|---|---|
| 1  | Matière première | <b>Transformat<br/>ion de blé<br/>dur<br/>d'origine<br/>canadien en<br/>SSSE/PC et<br/>SSSE/PL.</b> | Obtention d'une semoule répond aux critères d'acceptabilités des MAB  |
| 2  |                  | <b>Transfert de<br/>la semoule<br/>par<br/>refoulement.</b>   | Cette étape consiste à transférer par pipe (refoulement pneumatique) la semoule à partir des moulins, cette semoule est considérée comme matière première pour la fabrication des pâtes alimentaires et couscous. |

### III. Résultats et discussions

|    |                             |                                       |  |
|----|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| 3  |                             | <b>Silo de stockage de la semoule</b> | Cette étape concerne le stockage de la semoule destinée à la fabrication des pâtes alimentaires et couscous, les silos sont dotés d'un équipement de pesage  |
| 5  | <b>Transformation</b>       | <b>L'hydratation et malaxage</b>      | Cette étape permet de bien hydrater et mélanger la semoule avec de l'eau et la distribution uniforme vers la filière (moule spécifique au format)  |
| 6  | <b>Formation de la pâte</b> | <b>Formage</b>                        | Le façonnage de la pâte est assuré soit par le laminage, soit par l'extrusion qui est le procédé le plus couramment utilisé.   |
| 7  |                             | <b>Le pré-séchage</b>                 | L'opération doit se faire en faisant circuler de l'air chaud (55°C à 75°C) avec une durée qui varie avec le format de la pâte.   |
| 8  |                             | <b>Le séchage</b>                     | C'est l'opération la plus importante et certainement la plus délicate de la fabrication des pâtes, Il ne doit altérer ni la forme, ni l'aspect de la pâte.   |
| 9  |                             | <b>Le refroidissement</b>             | C'est la dernière étape du séchage, elle consiste à refroidir le produit à une température de 25°C ce qui réduit les tensions à l'intérieur du produit et prévient l'apparition des gerçures, fêlures ou rupture de la pâte. |
| 10 | <b>Produit semi-fini</b>    | <b>Stockage du produit semi-fini</b>  | Stockage du produit semi-fini au niveau des silos  |
|    |                             |                                       | Après un contrôle de qualité, les produits conformes seront conditionnés en utilisant les 3 types d'emballages ;   |

### III. Résultats et discussions

|    |              |                          |  |
|----|--------------|--------------------------|--|
| 11 | Produit fini | conditionnement          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emballage primaire : film en polypropylène</li> <li>- Emballage secondaire : carton</li> <li>- Emballage tertiaire : étirable</li> </ul>                                |
| 12 |              | Stockage et distribution | Utilisation de la méthode de % la gestion de stocke « FIFO » qui donne la priorité à la distribution des produits qui sont stockés depuis longtemps pour éviter l'expiration des produits. (first in first out). |

#### Etape 06 : Vérifier le diagramme de fabrication

L'équipe HACCP doit confirmer le diagramme de fabrication par le responsable de production. Il doit être révisé plusieurs fois pendant le travail pour s'assurer que toutes les opérations de la chaîne de fabrication ont été bien indiquées.

#### Etape 07 : Analyse des dangers

Les dangers qui pourraient menacer la salubrité des produits finis sont identifiés par le responsable de la sécurité des denrées alimentaires (Tab. 19)

**Tableau 19 : analyse des dangers**

| Dangers biologiques  | Dangers physiques   | Dangers chimiques  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rongeurs, volatiles et leurs traces macroscopiques</li> <li>- Insectes des céréales et leurs traces macroscopiques</li> <li>- Flore banale : bactéries, levures, et moisissures</li> <li>- Mycotoxines</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Métaux ferreux (limaille et débris de fer,...)</li> <li>- Autres corps étrangers (verre, pierres, bois,...)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Métaux lourds (plombe, cadmium)</li> <li>- Produits de nettoyage et leurs résidus (solvants, lubrifiants)</li> <li>- Produits de la lutte contre les rongeurs et autres nuisible</li> </ul> |

### III. Résultats et discussions

**Etape 08 :** Détermination des points critiques à maîtriser (CCP), le tableau au dessous (Tabl. 20) montre le degré de dangerosité des points critiques qu'ont peut déterminer dans chaque étape.

**Tableau 20 :** détermination des points critiques et leurs dangers

| CCP   | Etape                             |  | Dangers     |           |           |
|-------|-----------------------------------|--|-------------|-----------|-----------|
|       |                                   |  | Biologiques | Physiques | Chimiques |
| CCP 1 | Matière premières                 | Réception de la matière première (blé dur) | +           | ++        | +++       |
|       |                                   | Stockage de la semoule (unité pâte)        | +++         | -         | +++       |
| CCP 2 | transformation                    | Transformation du blé dur en semoule       | +           | +         | +         |
| CCP 3 | Production des pâtes alimentaires | Mélangeur (eau + semoule)                  | +++         | +         | +         |
|       |                                   | Séchage                                    | +++         | +         | +         |
|       |                                   | Refroidissement                            | ++          | ++        | +         |
| CCP 4 | Produit fini                      | Conditionnement                            | ++          | ++        | +         |
|       |                                   | Stockage                                   | -           | -         | +         |

#### Degré de dangerosité :

+ : Un danger faible

++ : Un danger moyen

+++ : Un danger fort

- : Sans danger significatif

#### **Etape 09 :** Les limites critiques et les actions correctives

Le tableau suivant (Tab. 21) détermine les limites critiques propres à chaque étape dans la fabrication des pâtes alimentaires et les actions correctives.

### III. Résultats et discussions.

**Tableau 21** : détermine les limites critiques propres à chaque étape dans la fabrication des pâtes alimentaires et les actions correctives.

|                         | <b>Etape</b>                    | <b>Danger</b> | <b>Type de danger</b>                    | <b>Cause de danger</b>  | <b>Limite critique</b>                  | <b>Action correctif</b>   | <b>Surveillance</b>  |
|-------------------------|---------------------------------|---------------|--|---|---|---|--|
| <b>Matière première</b> | Stockage des semoules au moulin | physique      | Métaux ferreux et autres corps étrangers | <b>Matériel</b> : boulon, écrou, débris de fer  | Absence totale des bavures métalliques  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation à la détection des anomalies.</li> <li>• maintenance Préventive.</li> <li>• sensibilisation du personnel à la maîtrise de processus et les multiples contrôles.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de production</li> <li>• Responsable de maintenance</li> <li>• Responsable de laboratoire</li> </ul>                      |
|                         | Transfert semoule par pipe      | Chimique      | Résidus de pesticide                     | <b>Méthodes</b> : nettoyage silo.<br><b>Main d'œuvre</b> : manque de sensibilisation et formation | Respecter la limite maximale de résidus | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage et entretien du matériel et équipement.</li> <li>• sensibilisation du personnel aux mesures préventives et à l'esprit veille.</li> <li>• sensibilisation du personnel à l'application stricte des plans de nettoyage.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de production</li> <li>• conducteur de ligne</li> <li>• agent de nettoyage</li> <li>• personnel de maintenance</li> </ul> |

### III. Résultats et discussions.

|  |                                     |            |  |   |   |  |   |
|--|-------------------------------------|------------|--|---|---|--|---|
|  | Stockage des semoules (unité pâtes) | Biologique | La présence des insectes (Tribolium)     | <b>Milieu :</b><br>température ambiante élevée              | Absence totale des insectes                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Démarche de conseil et sensibilisation</li> <li>• désinfection des silos et matériel de refoulement</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable HSE</li> <li>• Responsable de laboratoire</li> </ul>   |
|  |                                     |            | Le taux d'humidité élevée.               | <b>Matière première :</b><br>réception d'une semoule humide | Le taux d'humidité doit être Inférieure à 14,50%. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• suivi rigoureux de la température et de l'humidité.</li> </ul>  |   |
|  | Séchage                             | Physique   | Métaux ferreux et autres corps étrangers | <b>Matériel :</b> boulon, écrou, débris de fer              | Absence totale des bavures métalliques            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation à la détection des anomalies</li> <li>• maintenance préventive</li> <li>• sensibilisation du personnel à la maîtrise de processus et les multiples contrôles</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de production</li> <li>• Responsable de maintenance</li> <li>• Responsable de laboratoire</li> </ul> |

### III. Résultats et discussions.

|                     |                  |            |  |  |  |  |  |
|---------------------|------------------|------------|--|--|--|--|--|
|                     |                  | Chimique   | Trace d'huile de graisse                 | <b>Main d'œuvre</b> : manque de sensibilisation et formation | Absence totale des graisses                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sensibilisation du personnel aux mesures préventives et à l'esprit veille</li> <li>• sensibilisation du personnel à l'application stricte des plans de nettoyage</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de production</li> <li>• conducteur de ligne</li> <li>• agent de nettoyage</li> <li>• personnel de maintenance</li> </ul> |
|                     |                  | Biologique | Humidité élevé                           | <b>Matériel</b> : ventilation défaillante                    | Humidité Inférieure à 12,50%.                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation à la détection des anomalies.</li> <li>• maîtrise de processus et du contrôle.</li> <li>• Suivi du taux d'humidité chaque 2h</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de production</li> <li>• Responsable de laboratoire</li> </ul>  |
| <b>Produit fini</b> | Silo de stockage | Physique   | Métaux ferreux et autres corps étrangers | <b>Matériel</b> : boulon, écrou, débris de fer               | Absence totale des métaux et les corps étrangers | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation à la détection des anomalies.</li> <li>• maintenance préventive.</li> <li>• sensibilisation du personnel à la maîtrise de processus et les multiples contrôles.</li> <li>• Nettoyage et entretien du matériel et équipement.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de production</li> <li>• Personnel de maintenance</li> <li>• Personnel de laboratoire</li> </ul>                          |

### III. Résultats et discussions.

---

|                 |  |            |                         |   |   |  |   |
|-----------------|--|------------|-------------------------|---|---|--|---|
|                 |  | Chimique   | Résidus de pesticide    | <b>Méthodes</b> : nettoyage silos                     | Respecter la limite maximale de résidus | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sensibilisation du personnel à la maîtrise de processus et les multiples contrôles.</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• conducteur de ligne</li> <li>• agent de nettoyage</li> <li>• Contrôleur qualité</li> </ul> |
| Conditionnement |  | Biologique | Insectes vivants /morts | <b>Matériel</b> : conditionneuse ou, sacs contaminés. | Absence des insectes.                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation du personnel à la détection des anomalies.</li> <li>• Nettoyage et entretien des équipements</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de production</li> <li>• Responsable de laboratoire</li> </ul>                 |

### **III. Résultats et discussions**

---

#### **Etape 10 : Mettre en place une surveillance des ccp pour leur maîtrise**

Le plan HACCP doit être accompagné d'un système de surveillance (manuel de la qualité) qui contient tous les étapes de fabrication des pâtes alimentaires avec leur vérification et il doit mentionner les points critiques avec leur mesure préventive.

#### **Etape 11 : Vérifier le système**

Lors du travail, toutes les étapes de HACCP appliquées sur le produit sont vérifiées, et que le plan est juste, même que les instruments de manipulation doivent être vérifié.

#### **Etape 12 : Actualiser le système**

Une fois il y a un changement sur un des instruments, personnels, les étapes de fabrication, etc...., il est obligatoire d'actualisé le système.

# **Annexes et références**

**Annexes 1 : Appareillages utilisés pour les paramètres relatifs aux caractéristiques du blé dur.**

| Analyses                    | Matériel                     |
|-----------------------------|------------------------------|
| Taux d'humidité et protéine | Infratec <sup>TM</sup> 11241 |

**Annexes 2 : Appareillages utilisés pour les paramètres relatifs aux caractéristiques de la semoule.**

| Analyses            | Matériel  |
|---------------------|---|
| La granulation      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamiseur Rotachoc.</li> <li>• Tamis granulométriques.</li> <li>• Balance de précision</li> </ul>   |
| La teneur en eau    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dessiccateur halogène HG63. °</li> <li>• Spatule</li> </ul>  |
| La couleur          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorimètre CR-410.</li> <li>• Tube de projection lumineuse CR-A33e.</li> <li>• Baguette en plastique.</li> <li>• Coupelle en verre.</li> </ul>  |
| La teneur en gluten | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Système Glutomatic.</li> <li>• Bêcher de récupération de l'eau de lavage 600 ml.</li> <li>• Chambre de lavage 88 µm pour la farine lisse.</li> <li>• Cassette tamis gluten indice 88 µm</li> <li>• Cercle plexiglas pour chambre de lavage séparée.</li> <li>• Balance de précision (0.01 mg).</li> <li>• Réservoir avec couvercle contenant 10 litres.</li> <li>• Distributeur réglable (utilisé à 4.8 ml).</li> <li>• Pince à épiler ou brucelles.</li> <li>• Spatule inoxydable.</li> </ul> |

|                     |  |
|---------------------|--|
| La teneur en cendre | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Four électrique à moufle.</li> <li>• Balance analytique.</li> <li>• Nacelles en Quartz</li> <li>• Appareil à refroidissement (dessiccateur).</li> <li>• Pince en acier inoxydables.</li> <li>• Pipette graduée.</li> </ul> <p>➤ Réactifs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethanol dilué à 90%.</li> </ul> |
|---------------------|--|

**Annexes 3 : Appareillages utilisés pour les paramètres relatifs aux caractéristiques d'eau.**

| Analyses     | Matériel   |
|--------------|--|
| L'alcalinité | <p>Le titrage avec l'acide sulfurique</p> <p>Matériel nécessaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une pipette volumétrique de 50 ml ;</li> <li>• un flacon Erlenmeyer de 250 ml ;</li> <li>• une burette de 50 ml ;</li> <li>• de la phénolphthaléine ;</li> <li>• un indicateur méthylorange ;</li> <li>• un Indicateur mélange vert de bromocrésol/rouge de méthyle ;</li> <li>• une solution d'acide sulfurique 0,02 N ;</li> <li>• une solution de thiosulfate de sodium 0,1 N.</li> </ul>   |
| La dureté    | <p>Méthode de détermination Titrage avec EDTA (EDTA signifie Ethylène Diamine Tétracétique acide), Matériel nécessaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• burette de 50 ml;</li> <li>• pipette volumétrique de 25 ml;</li> <li>• ballon volumétrique de 50 ml;</li> <li>• bécher de 100 ml;</li> <li>• flacon Erlenmeyer de 250 ml;</li> <li>• de la solution standard d'EDTA 0,01 M;</li> <li>• solution tampon;</li> <li>• indicateur noir ériochrome T;</li> <li>• inhibiteur – cyanure de sodium P.A en poudre;</li> <li>• inhibiteur II – sulfure de sodium.</li> </ul> |

|                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| La conductivité électrique et pH | Le pH mètre-Conductimètre |
|----------------------------------|---------------------------|

**Annexes 4 : Appareillages utilisés pour les paramètres relatifs aux caractéristiques des pâtes alimentaires.**

| Analyses                 | Matériel  |
|--------------------------|---|
| Taux d'humidité          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Broyeur BUHLER</li> <li>• Dessiccateur halogène HG63.</li> <li>• Spatule</li> </ul>  |
| Coloration               | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Broyeur</li> <li>•Tamis 600(µm)</li> <li>• Colorimètre CR-410</li> <li>•Tube de projection lumineuse CR-A33e.</li> <li>•Baguette en plastique.</li> </ul> |
| Temps optimal de cuisson | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux plaques en verre (plexiglas).</li> <li>• Chronomètre.</li> <li>•Plaquechauffante.</li> <li>•Balance.</li> </ul>                                     |

**Annexe 5 : mode opératoire d'analyse de taux d'humidité et protéine**

- Placer un échantillon homogénéisé dans la cellule de mesure.
  - verser l'échantillon dans le compartiment.
  - Lancer l'analyse en appuyant sur la touche Entre.
  - les résultats apparaissent à l'écran dans 30 secondes. **(I.T.C.F, 2001)**
- Expression des résultats : Les résultats affichés sur l'écran de l'Infratec sont exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche (%MS).

**Annexe 6 : mode opératoire d'analyse de la semoule**

### **La granulation :**

- Peser 100 g de l'échantillon à analyser (semoule de blé)
- Déposer la prise d'essai sur le tamis supérieur.
- Placer les tamis de Rotachoc
- Peser le refus de chaque tamis

### **La teneur en eau :**

La mesure de la teneur en eau est réalisée sur une quantité de 3g à 3,4g du produit dispersé dans le porte échantillon du dessiccateur réglé à une température de 130°C. Le résultat s'affiche directement sur l'écran de l'appareil après 25min.

### **La couleur :**

- Poser l'échantillon dans la coupelle.
- Appuyer sur la touche « mesurer ».
- Noter les valeurs des indices : I\*, a\* et b\*.

### **La teneur en gluten :**

Extraction mécanique de gluten :

- Peser une prise d'essai de 10±0.01g de semoule et la verser dans la chambre de lavage l'étendre sur le tamis en agitant doucement la chambre.
- Ajouter 4.8 ml de solution de chlorure de sodium 2% à l'aide de la pipette réglable. Pencher la pour que le jet soit projeté sur la paroi et non sur la farine. Disperser la solution sur la semoule en agitant doucement la chambre de lavage.
- Mettre la chambre de lavage en position sur la fourche : puis appuyé sur l'interrupteur vert (START). Utiliser le programme standard : 20 secondes de mélange-pétrissage et 5 minutes de lixiviation. Les cycles de mélange et de lavage se déroulent automatiquement.
- Un signal sonore retentit 15 secondes avant la fin du programme quand le Glutomatic s'arrête, retirer la chambre de lavage et récupérer le gluten sans le déformer.

➤ Retirer la chambre de lavage contenant le gluten partiellement laver et transférer la totalité du produit vers la chambre de lavage munie du tamis polyamide 840µm pour faciliter la manipulation, abouter les deux chambres avec l'anneau plastique et procéder au transfert sous un filet d'eau pour entrainer tout le produit.

#### Centrifugation du gluten

➤ Lorsque le cycle de lavage est terminé, récupérer la boule de gluten et la placer, sans la diviser, dans une cassette.

➤ Mettre en route la centrifugeuse 30 secondes après l'arrêt du Glutomatic.

➤ Après centrifugation, retirer la cassette, récupérer le gluten ayant traversé la filière, peser cette partie de gluten à 0.01 g près et noter le résultat.

➤ Récupérer la partie de gluten n'ayant pas traversé la filière (gluten résiduel) et la placer sur le plateau de la balance, Noter le poids total de gluten.

#### c- Détermination du gluten sec

➤ Mettre en marche le Glutork en appuyant sur le bouton de la minuterie Glutimer.

➤ Placer la boule de gluten au centre de la plaque inférieure, fermer le Glutork et presser le bouton de la minuterie.

➤ Après 4 minutes, la lampe de la minuterie s'éteint pour indiquer la fin de la phase de séchage. Peser le gluten sec.

Ci-dessous présente les différentes étapes pour la détermination du gluten index

1- Préparer la solution salée.

2- Peser 10 g de semoule SSSE.

3- Assembler le socle chambre et le tamis polyester 88 µm.

4- Verser 4.8 ml d'une solution de NaCl à 20%.

5- Placer les béciers au-dessous de chaque chambre et appuyer sur « START ».

6- Pendant 5 min de mélange, récupérer la pâte.

7- Laver la pâte dans la chambre de lavage et placer chaque pâte dans une cassette.

8- Placer les cassettes dans la centrifugeuse.

9- Récupérer la pâte avec la pince.

10- Le gluten humide c'est la masse de l'ensemble

### **La teneur en cendres :**

La norme internationale ISO 2171 spécifie une méthode de référence pour la détermination des cendres dans les semoules. Il est décrit comme suite :

- 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 45min.
- Peser les nacelles vides pour obtenir le poids initial.
- Peser 5g de l'échantillon, et reparti la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans tasser.
- Humecter la prise d'essai dans la nacelle immédiatement avant l'incinération au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol à l'aide d'une pipette graduée
- Placer les nacelles dans le four pendant 2 heures ou plus pour une l'incinération complète.
- Retirer progressivement les nacelles du four, et laisser refroidir dans le dessiccateur pendant 45 min (température ambiante).
- Peser les nacelles pour obtenir le poids finale.

### **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés à 0.01% près et rapportés à la matière sèche.

$$\text{Cendres (MTQ)} = m_2 - m_1 / 5 \times 100$$

$$\text{Cendres (MS)} = \text{cendres (MTQ)} \times 100 / 100 - H\%$$

m1 : le poids initial de la nacelle

m2 : le poids final de la nacelle (nacelle + résidus)

H : teneur en eau de l'échantillon (%).

MTQ : matière telle quelle.

MS : matière sèche.

## **Annexe 7 : mode opératoire des analyses d'eau**

### **L'alcalinité**

- Prendre 50 ml d'échantillon et les mettre dans un flacon Erlenmeyer ;
- Ajouter 3 gouttes de solution d'indicateur vert de bromocrésol/rouge de méthyle ;
- Titrer la solution avec 0,02 N d'acide sulfurique jusqu'à ce que la couleur vire au bleu-vert rose ;
- noter le volume total de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé (V) ml.

**Calcul :**  $\text{Alcalinité totale en mg/L de CaCO}_3 = V \times 20$

### **La dureté**

- Prendre 25 ml d'échantillon et le diluer avec 50 ml d'eau distillée dans un ballon volumétrique;
- Placer dans un bécher de 100 ml et ajouter 1 à 2 ml de la solution tampon pour augmenter le pH à  $10 \pm 0,1$ ;
- Placer dans un flacon Erlenmeyer de 250 ml et ajouter environ 0,05 grammes de l'Indicateur noir ériochrome T;
- Titrer avec l'EDTA 0,01M en remuant continuellement jusqu'à disparition de la couleur pourpre jaunâtre et l'apparition de la couleur bleue (fin du titrage) ;
- Noter le volume d'EDTA utilisé (ml);
- Faire un essai blanc avec de l'eau distillée;
- Soustraire le volume d'EDTA utilisé dans le titrage du blanc du volume d'EDTA utilisé dans le titrage de l'échantillon. La différence est le volume qui sera appliqué au calcul. (**Manuel pratique d'analyse de l'eau, 2013**).

### **La conductivité électrique et le pH :**

- Le pH et la conductivité sont mesurés par un seul appareil : le pH mètre-Conductimètre

## **Annexe 8 : mode opératoire des analyses des pâtes alimentaires**

### **Taux d'humidité**

La mesure de la teneur en eau est réalisée sur une quantité de 3g à 3,4g pâtes broyée dispersée dans le porte échantillon du dessiccateur réglé à une température de 130°C. Le résultat s'affiche directement sur l'écran de l'appareil après 25min.

### **Coloration**

On utilise le colorimètre CR-410 pour déterminer les trois indices de coloration (indice de jaune, de brun et de clarté) en suivant le même principe de l'analyse de coloration des semoules. Dans ce cas l'opération de broyage des pâtes alimentaires est aussi nécessaire, pour l'obtention d'une quantité homogène suffisante de la pâte broyée. Pour une granulométrie homogène de produit on utilise le tamisage pour éliminer le tamisât.

Le test de coloration est effectué à l'aide du Spectrocolorimètre en respectant les étapes suivantes :

- Placer l'échantillon dans le compartiment nécessaire fourni avec l'appareil ; Mettre la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon ;
- Appuyer sur la touche Mesure/Entre (ou la touche de mesure sur la tête de mesure) dès que le voyant est allumé, ne pas bouger la tête pendant la mesure ;

Lire directement le résultat sur l'écran LCD du colorimètre

### **Temps optimal de cuisson (NF ISO 7304)**

- Peser 100g de pâtes
- Plonger l'échantillon dans 2 litres d'eau maintenue à l'ébullition, à des intervalles de temps réguliers soit toutes les 30sec à 1min, prélever 5 brins de pâtes
- Ecraser ces brins immédiatement 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 la ligne blanche a totalement disparu (amidon complètement gélatinisé).

## Références

- ABECASSIS J., (1991) : la mouture du blé dur ; in : « les industries de première Transformation des céréales » éd. Tec et doc, Lavoisier .paris, p.362, 393.
- ABECASSIS J., AUTRAN J.C., ADDA J. 1990. La qualité technologique des blés. Le blé à l'INRA : Recherches et innovations. Revue mensuelle INRA. N°4. pp. 6-9.
- ALLAYA M et RUCHETON G., (2006) : « Agriculture, pêche, alimentation, et développement rural durable dans la région méditerranéenne : situations et perspectives », Chap2 : L'approvisionnement céréaliers des pays méditerranéens. Agri. Med. Rapport annuel du CIHEAM, paris, 2006, P 35,47.
- Amrouche, 2020, Les pâtes alimentaires, genie alimentaire.
- BENBELKACEM A., KELLOU K. 2000. Evolution du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en Algérie. Symposium blé 2000 enjeux et stratégie. Pp192.
- BENBELKACEM A., SADLI F et BRINIS L., (1995) : La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie .Ed. CIHEAM : option méditerranéennes. Zaragoza, p62.
- BETRAOUI Thoria nour el houda et ACHOUR Djamilia, 2020, Elaboration d'une pâte alimentaire à base de blé dur complet, UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA, p12.
- BLOKSMA A.H., 1990.Dough structure, dough rheology and baking quality. Cereal Foods World, 35.237-244p.
- BOUDREAU A et MENARD G ., (1992) : Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Ed. Les presses de l'université de LAVAL. Québec, P 29, 32, 34, 101, 102, 131, 173, 197. CHUNG O.K., 1986. Lipid-protein interactions in wheat flourdough, gluten and protein fractions. Cereal Foods World, 31. 242-256p.
- DEXTER J.E., MASTUO R.R., 1978. The effect of gluten protein fractions on pasta dough rheology and spaghetti-making quality. Cereal Chemistry, 55.44-57p.
- DEXTER J.E., MASTUO R.R., MORGAN B.S., 1983. Spaghetti stickiness: Some factors influencing stickiness and relations hip to other cooking quality characteristics. Journal Food Sci, 48.1545-1559p.
- FEILLET P. 2000.Le grain de blé, composition et utilisation.Institut national de larecherche agronomique,INRA, Paris: 308 p. FORTIN J., 1999.Le guide des aliments .Edition Québec Amérique.29p.

- FOSTER-POWELL, k., HOLT, s. h., et BRAND-MILLER, J. C, 2002, International table of glycemic index and glycemic load values. The American journal of clinical nutrition, 76(1), 5-56p.
- Fredot E., (2006) : Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique : les produits céréaliers. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, p. 161, 162, 166, 167, 190, 191.
- Goden B., et Willm C., 1998 : Les industries de première transformation des céréales. Paris : Technique et documentation. Lavoisier. , p60, p65, p786, 373. GODON B., (1998) : Composition biochimique des céréales. In : Les industries de première transformation des céréales .Ed .Tec et Doc. Lavoisier. Paris .p 57-74.
- GRANT L. A., DICK J. W., SHELTON D. R., 1993. Effects of dryingtemperature, starch damage, sprouting, and additives on spaghetti quality characteristics. Cereal Chemistry, 70.676-684p.
- HUNG P.V., YAMAMORI M., MORITA N., 2005. Formation of enzyme-resistantstarch in bread as affected by high amylase wheat flours substitutions. Cereal Chemistry, 82.690- 694p.
- I.T.C.F. (institut techniques des céréales et des fourrages), 2001 : contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux, Lavoisier, France : p183
- I.T.C.F. (institut techniques des céréales et des fourrages), 2001 : contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux, Lavoisier, France : 286 p
- Institut de Formation de l'Industrie Meunière (IFIM), GUIDE DE BONNES PRATIQUES SANITAIRES DU SECTEUR MEUNIER
- JORA, (2007) : Journal Officiel de la république Algérienne ,2007.
- Journal Officiel de la république Algérienne décret N° 35 du Dimanche 28 Chaâbane 1434 Correspondant au 7 juillet 2013.
- 
- De l'HACCP à l'ISO 2200, 3<sup>ème</sup> édition Olivier BOUTOU, 2014, p25
- KEBBAB S et OGAL D, 2015, Contribution à l'étude des Caractéristiques physico-chimiques et technologiques des pâtes alimentaires issues des différents passages. Moulins Industriels du Sebaou (MIS) Tizi-Ouzou, Université tizi ouzou, p4.
- KALARASSE Assia. "Effet des altérations de la semence sur le développement de la culture et la qualité du rendement chez le blé." (2018).
- 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 Quali-

Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop. Série « Master of Science » Master of Science du CIHEAM -IAMM n° 93.39; 48p.

- Larousse agricole, édition 2002 page 356
- MELCION Jp. 2000. La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. Prod.anim.inra. Vol.13.)
- Manuel pratique d'analyse de l'eau/National Health Foundation– 4. ed. – Brasilia : FUNASA, 2013.p 43, 44, 51, 54
- NOTTIN, DAROS, PIGNARRE 1949. Valeur industrielle des blés durs. Chambre d'agriculture de Constantine. Algérie. pp. 260.
- PETITOT M., ABECASSIS J., MICARD V., 2009. Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. Food Science Technology, 20. 521-532p
- PETITOT M., ABECASSIS J., MICARD V., 2009a. Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. Food Science Technology 20. 521-532.
- SISSONS M., 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. Global Science Books. Food 2 (2), 75-90p.
- WASIK R.J., BUSHUK W., 1975. Relation between molecular weight distribution of endosperm proteins and spaghetti making quality. Cereal Chemistry, 52.322-328p.
- WRIGLEY C., BRKES F., BUSHUK W., 2006. Gliadin and Glutenin: The unique balance of wheat quality (1st Edn), AACC International, MN. 3-32p.
- ZAGHOUANE F., MERABITI A., ZAGHOUANE O., BOUABDELLI F., (2003): Le blé dur: Qualité, importance et utilisation dans la région des hauts plateaux. ITGC. Alger, P 4
- **Site web :**
- Historique. <https://amorbenamor-group.com/> (Mai 2021)
- HACCP. <http://www.fao.org/3/i0201f/i0201f11.pdf> (Mai 2021)
- Analyse de l'eau. <https://www.lenntech.fr/francais/ph-et-alcalinite.htm#ixzz6xCINSEti> (Juin 2021)

# Conclusion

## **Conclusion**

La qualité des pâtes alimentaires englobe une série de caractéristiques qui vont de la qualité de la semoule utilisé jusqu' au produit fini

Le présent travail a été réalisé au laboratoire de contrôle de la qualité de l'unité de production des pâtes Amor Benamor, il consiste à la caractérisation physico-chimique et technologique des matières premières (blé, semoule SSSE), et des produits finis (pâtes alimentaires) afin d'apprécier leurs qualités et leurs conformités visant à satisfaire le consommateur et assurer une meilleure compétitivité sur le marché.

Les résultats des analyses obtenus sur les paramètres physico-chimiques, technologiques et culinaires ont confirmé que la richesse et la qualité de la matière première ainsi que la maîtrise de la production sont les facteurs principaux qui déterminent la qualité des produits finis.

L'aspect, le comportement au cours de cuisson et la bonne texture des pâtes alimentaires « Amor BENAMOR » affirment clairement qu'ils sont de bonne qualité et conformes aux exigences réglementaire.

Le système HACCP est meilleur par rapport aux autres méthodes telles que le contrôle de qualité classique portant sur le produit final. Le système HACCP est aussi moins coûteux et plus efficace.