



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : analyse et contrôle de la qualité alimentaire

Thème

Étude de la qualité technologique et nutritionnelle des pâtes alimentaires GIPATES- Bordj Bou Arreridj

Présenté par : BENCHIKH Soumia
BOUFLIH Meriem
KHOUCHANE Ikram

DEVANT LE JURY :

Présidente : MANALLAH Imene MAB (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.)

Promotrice : MOHAMMEDI Saliha MAA (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.)

Examineur: SOUFANE Sihem MAA (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.)

Année universitaire : 2015/2016

Liste des figures

Figure 01: Classification et nomenclature des protéines de réserves.....	07
Figure 02: Les étapes de fabrication des pâtes alimentaires.....	09
Figure 03: La localisation géographique de GIPATES.....	18
Figure 04: La première ligne du traitement d'eau de séchage.....	19
Figure 05: La ligne du traitement d'eau destinée à la fabrication.....	20
Figure 06: Les points de prélèvement de la pâte.....	21
Figure 07: Méthode de la détermination de l'humidité de la semoule.....	22
Figure 08: Technique de détermination de la granulométrie.....	24
Figure 09: Technique de détermination de l'acidité grasse.....	25
Figure 10: Technique de détermination du gluten humide.....	26
Figure 11: Dispositif de chauffage-la minéralisation.....	28
Figure 12: Appareil de distillation.....	28
Figure 13: Technique de détermination du pH et la conductivité électrique.....	30
Figure 14: Les étapes de détermination de la dureté de l'eau.....	31
Figure 15: Technique de détermination de l'humidité de la semoule.....	32
Figure 16: La teneur en eau de la semoule.....	33
Figure 17: Le taux de cendre de la semoule.....	34
Figure 18: Le gluten sec de la semoule.....	35
Figure 19: L'acidité grasse de la semoule.....	36
Figure 20: La répartition granulométrique de la semoule.....	37
Figure 21: La teneur en protéines de la semoule.....	38
Figure 22: Le potentiel hydrogène de l'eau.....	39
Figure 23: La conductivité de l'eau.....	40
Figure 24: Le titre alcalimétrique et le titre alcalimétrique complet.....	41

Figure 25: La dureté de l'eau.....	42
Figure 26: La teneur en eau des pâtes (Rotante1).....	43
Figure 27: La teneur en eau des pâtes (Rotante2).....	43
Figure 28: La teneur en eau des pâtes (Sortie).....	44
Figure 29: La teneur en protéines des pâtes.....	45

Liste des tableaux

Tableau 01 : L'apport énergétique de 100 g de pate sèche a la semoule de blé dur.....	15
Tableau 02 : Le mode opératoire et l'expression des résultats de l'alcalinité de l'eau.....	30
Tableau n°03 : L'influence de la température de séchage sur les caractéristiques des pâtes.....	44

Liste des abréviations

Pa·s : Pascal- secondes

MPa : Méga Pascal

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

µm : Micromètre

AG : Acidité Grasse

TC: Taux De Cendre

GS: Gluten Sec

AFNOR: Association Française de Normalisation

N : Normalité

mS : Milisimence

µS : Microsimence

TH : Titre Hydrotimétrique

°f : Degré Français

MS: Matière Sèche

FAO: Food and Agriculture Organization

JORADP : Journal Officiel de La République Algérienne Démocratique et Populaire

MIN : Minimale

NA : Norme Algérienne

NF : Norme Française

FPM : Faible Poids Moléculaire

HPM : Haut Poids Moléculaire

Sommaire

Remerciements

Listes des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction.....01

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Définition des pâtes alimentaires.....	04
I.2. Classification des pâtes alimentaires.....	04
I.2 .1. Pâtes pressées ou tréfilées.....	04
I.2 .2. Pâtes laminées.....	04
I.3. Les constituants des pâtes alimentaires.....	04
I.3.1. Les matières premières.....	04
I.3.1.1. La semoule.....	05
I.3.1.1.1. La semoule en Algérie.....	05
I.3.1.1.2. Rôle des constituants de la semoule en pastification.....	05
I.3.1.1.2.1. Gliadines et Gluténines.....	05
I.3.1.1.2.2. Le gluten.....	06
I.3.1.1.2.3. Rôle des protéines.....	07
I.3.1.1.2.4. Rôle des glucides et polysides.....	08
I.3.1.1.2.5. Rôle des lipides.....	08
I.3.1.2. L'eau.....	09
I.3.1.3. Les ingrédients facultatifs.....	09
I.4. La technologie de la pastification des pâtes sèches.....	09
I.4.1. L'épuration de la semoule.....	10
I.4.2. Le malaxage.....	10
I.4.3. Le formage.....	11
I.4.4. Le séchage.....	11
I.4.4.1. Le pré séchage.....	11
I.4.4.2. Le dernier séchage.....	12
I.4.4.2.1. Les séchoirs traditionnels.....	12

Sommaire

I.4.4.2.2. Les séchoirs modernes.....	12
I.5. L’emballage.....	12
I.6. La qualité des pâtes.....	13
I.6.1. L’Aspect des pâtes alimentaires.....	13
I.6.1.1. La texture des produits.....	13
I.6.1.2. Le nombre et l’origine des piqûres.....	13
I.6.1.3. La couleur.....	13
I.6.2. La qualité culinaire.....	14
I.6.3. La qualité hygiénique.....	14
I.6.4. La qualité nutritive.....	15

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Le contexte de l’étude.....	18
II.1.1. Objectif.....	18
II.1.2. Présentation de SARL GIPATE.....	18
II.1.3. Description de la chaîne de production.....	19
II.2. Matériels et méthodes.....	21
II.2.1. Matériels.....	21
II.2.1.1. la matière première.....	21
II.2.1.1.1. la semoule.....	21
II.2.1.1.2. L’eau.....	21
II.2.1.1.3. Le produit fini.....	22
II.2.1.1.4. Matériel de laboratoire.....	22
II.2.1.1.5. Produits et réactifs.....	22
II.2.2. Méthodes.....	22
II.2.2.1. La semoule.....	22
II.2.2.1.1. L’humidité.....	22
II.2.2.1.2. Le taux de cendre.....	23
II.2.2.1.3. Taux d’affleurement (la Granulométrie).....	23
II.2.2.1.4. L’acidité grasse.....	24
II.2.2.1.5. Le gluten sec.....	25
II.2.2.1.6. Protéines.....	27
II.2.2.2. L’eau.....	29

Sommaire

II.2.2.2.1. pH.....	29
II.2.2.2.2. La conductivité électrique.....	29
II.2.2.2.3. L'alcalinité.....	30
II.2.2.2.4. La dureté.....	30
II.2.2.3. Le Produit Fini.....	31
II.2.2.3.1. La teneur en eau (humidité).....	31
II.2.2.3.2. Protéines.....	32

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Matière première.....	33
III.1.1. La semoule.....	33
III.1.1.1 La teneur en eau	33
III.1.1.2. Taux de cendre.....	34
III.1.1.3. Le gluten.....	35
III.1.1.4. l'acidité grasse.....	36
III.1.1.5. Répartition granulométrique.....	37
III.1.1.6. Dosage des protéines.....	38
III.1.2. Eau.....	39
III.1.2.1. Le potentiel Hydrogène.....	39
III.1.2.2. La conductivité.....	40
III.1.2.3. L'alcalinité.....	41
III.1.2.4. La dureté.....	42
III.1.3. Produit fini.....	43
III.1.3.1 La teneur en eau.....	43
III.1.3.2. Dosage des protéines.....	44
Conclusion et perspectives	46

Références bibliographiques

Annexes

Annexe 01

Annexe 02

Annexe 03

Résumé

La présente étude vise le contrôle de la qualité des pâtes alimentaires de SARL-GIPATE Bordj Bou Arreridj par différents analyses physico-chimiques de la matière première (semoule, eau) suivi d'un dosage de protéines des produits afin de confirmer leur qualité nutritionnelle.

Les analyses ont montré que l'ensemble des paramètres étudiés à savoir le taux de cendre (semoule), la teneur en gluten sec et humide des semoules montrent certaine stabilité et leur conformité par rapport aux normes. Cependant, les dosages des protéines de la semoule et de la pâte ont montré des teneurs faibles.

Ceci est probablement dû soit à la qualité de la semoule utilisée pour la fabrication des pâtes soit au non maîtrise du diagramme de séchage.

Mot clés : semoule, pâtes alimentaires, analyses physicochimiques, protéines.



Introduction

Introduction

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**Slama et al., 2005**).

Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (**Bajji, 1999**). Il est une céréale importante en terme de consommation intérieure dans de nombreux pays du monde. Il sert principalement à la fabrication de semoule, comme matière première des pâtes alimentaires (**Feillet, 2000b**).

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 différentes étapes, ce qui leurs donnent l'aspect souhaité par les usagers.

D'un point de vue nutritionnel, les pâtes sont des aliments riches en glucides complexes (amidon 80%) et représentent un aliment énergétique, elles sont également une source de protéines (12%) (**Micard, 2013**).

Dans tous les pays du monde, les céréales constituent la base de l'alimentation humaine en tant que source protéique et énergétique. Très facile à conserver sous forme sèche (68% des ventes de pâtes) (**Micard, 2013**), à cuisiner et à accommoder, elles sont consommées par toutes les catégories de la population. C'est ce qui rend les industries céréalières parmi les industries les plus importantes dans le marché de la production des produits alimentaires, donc la maîtrise de la production dans ces industries est essentielle pour une haute performance et une bonne qualité du produit final pour répondre aux exigences du marché de consommation.

Le but de notre étude est de chercher les problèmes qui peuvent être rencontrés dans une industrie des pâtes alimentaires GIPATES, soit au niveau de la chaîne de production ou au niveau de la qualité du produit fini par des analyses effectuées sur la matière première, ainsi que des mesures des paramètres de production.



Partie I :
Étude bibliographique



Chapitre I :

*Synthèse
bibliographique*

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.1. Définition des pâtes alimentaires

Selon une définition généralement admise, les pâtes alimentaires peuvent être décrites comme des produits elles prêts à l'emploi culinaire, préparés par pétrissage sans fermentation (Feillet, 2000a). elles sont Obtenues par le malaxage de semoule de blé dur (*Triticum durum*) qui a une haute teneur en protéines (gluten) (Dupin et al., 1992) additionnée d'eau potable et éventuellement d'œufs (140 à 350 g d'œufs frais par kg de semoule), pétrie et transformée ensuite en de multiples formes (Bourges et al., 2009). Elles peuvent être aussi fabriquées à partir de farine de blé tendre, d'un mélange de blé dur et de blé tendre, de farine de sarrasin. Des légumes, des aromes, des fines herbes, des épices et des colorants peuvent être ajoutés (Québec Amérique, 2008).

La pâte est soumise 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 (Dib, 2003).

I.2. Classification des pâtes alimentaires

Les pâtes peuvent être classées en deux catégories bien distinctes suivant les machines dont elles sont issues :

I.2.1. Pâtes pressées ou tréfilées

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 (Dib, 2003).

I.2.2. Pâtes laminées

Ce type de produit est abaissé par laminage entre deux cylindres et est 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 (Dib, 2003).

I.3. Les constituants des pâtes alimentaires

I.3.1. Les matières premières

Il est reconnu que les semoules de blé dur constituent la matière première de choix pour préparer des pâtes alimentaires, car son gluten donne à la pâte plus d'élasticité que celui du blé tendre vitreux.

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.3.1.1. La semoule

La semoule de blé dur est considérée comme le témoin auxquels sont comparées les autres matières premières. Elle est reconnue comme substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes des propriétés technologiques spécifiques, sa dureté, sa couleur unique, sa flaveur et sa qualité de cuisson (**Petitot, 2009**). Par ailleurs, la farine peut être utilisée comme autres produit de base (**Boudreau et Ménard, 1992**).

Après conversion en pâte, la semoule donne des produits avec de bonne qualité culinaire (**Sissons, 2008**). L'amidon (74–76 %) et les protéines (12–15 %) sont des constituants majeurs de la semoule de blé dur (**Duranti, 2006**).

La qualité technologique d'une semoule pour la fabrication des pâtes alimentaires est définie par son aptitude à donner des produits finis dont l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs (**Abecassis, 1991**).

I.3.1.1.1. La semoule en Algérie

D'après **Benchikh (2015)**, la consommation de pâtes alimentaires en Algérie est de l'ordre de 3 kg par habitant/an, cette quantité est relativement faible en comparaison à celle de la Tunisie (15.26 kg par habitant/an). Il existe différentes catégories de semoules, chaque catégorie est obtenue par une succession de plusieurs broyages et classées en fonction de leur grosseur, les différentes catégories de semoules sont:

- ✓ **Semoules grosses (SG)**: la dimension des particules est comprise entre 900 à 1100 μ m, destinées aux usages domestiques ;
- ✓ **Semoules grosses moyennes (SGM)** : comprise entre 550 à 900 μ m, destinées à la fabrication de la galette, du couscous ;
- ✓ **Semoules sossées super extra (SSSE)** : 190 à 550 μ m, destinées à la fabrication des pâtes alimentaires ;
- ✓ **Semoules sossées super fines (SSSF)** : de 140 à 190 μ m, ces semoules proviennent des couches périphériques du grain.

I.3.1.1.2. Rôle des constituants de la semoule en pastification

I.3.1.1.2.1. Gliadines et Gluténines

Il est admis que les gliadines sont responsables de la composante visqueuse du comportement rhéologique des pâtes et les gluténines de leur composante élastique :

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

Très extensible quand elles sont hydratées, les gliadines (qui possèdent des propriétés plastifiantes) confèrent à la pâte son extensibilité, sa viscosité et sa plasticité. La teneur en protéines monomériques est en effet corrélée à ce caractère. En raison de leur comportement hydrophobe particulier, les gamma-gliadines pourraient constituer la fraction la plus fonctionnelle.

La ténacité et l'élasticité de la pâte s'expliquent par les propriétés très particulières des gluténines (**Feillet, 2000b**).

I.3.1.1.2.2. Le gluten

Le gluten est un matériel viscoélastique obtenu par lixiviation d'une pâte de blé, principalement constitué de protéines (75 à 85% de la matière sèche selon les conditions de fabrication). Le gluten des blés de mauvaise qualité s'hydrate plus facilement et se révèle plus visqueux et moins élastique que celui extrait d'un blé de bonne qualité (**Feillet, 2000b**).

Contrairement aux protéines solubles (albumines et globulines), comme illustré dans la figure 01 dont la teneur et les propriétés n'ont pas été corrélés à la qualité du blé, les gliadines et les gluténines sont les principaux constituants de blé dont dépendent l'extensibilité et l'élasticité des pâtes, leurs faible solubilité dans l'eau est un élément essentiel du caractère panifiable du blé (**Boudchicha, 2009**).

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

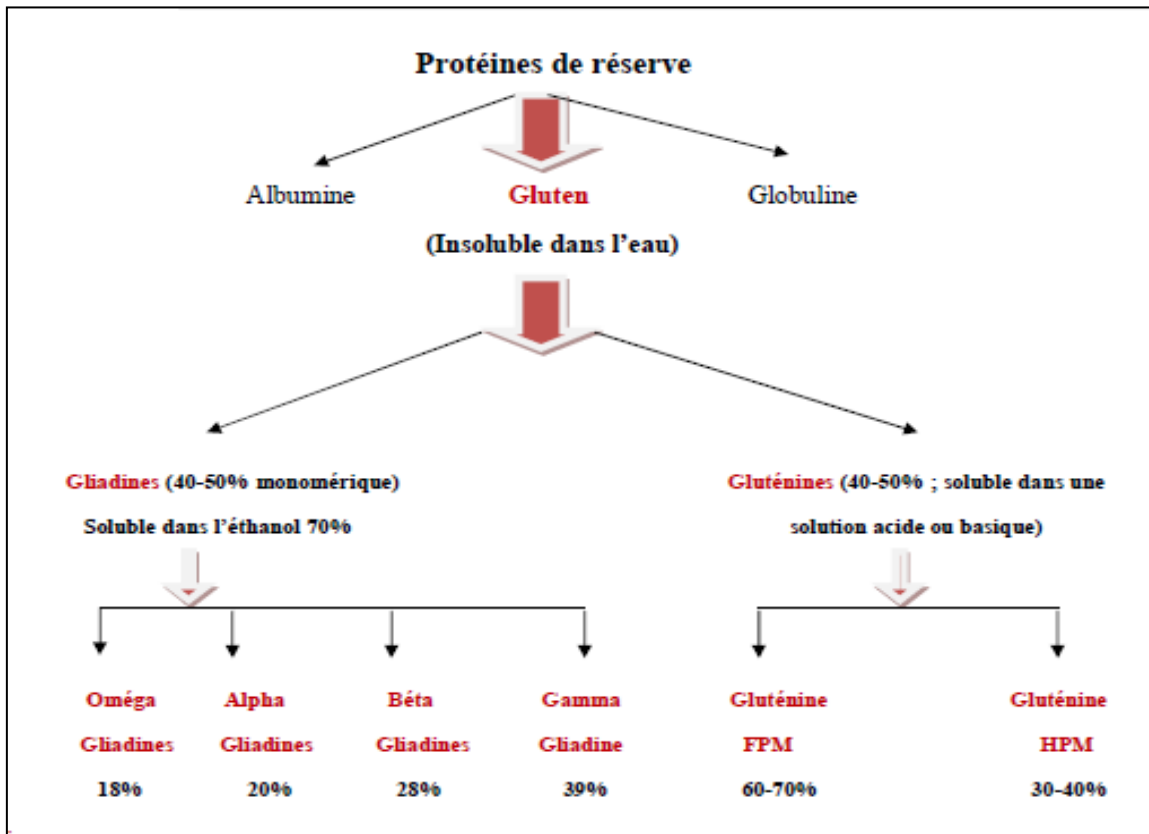


Figure n° 01 : Classification et nomenclature des protéines de réserves

(Simões Larraz Ferreira, 2011) (adapté)

I.3.1.1.2.3. 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 (qui posséderaient des propriétés plastifiantes) 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).

La matrice des protéines tient les granules d'amidon pendant la cuisson pour diminuer les pertes à la cuisson et par conséquent diminuer la viscosité. Avec des teneurs élevées de protéines, les brins des spaghettis gonflent et tiennent leurs fermetés au cours de la cuisson avec moins de pertes à la cuisson (Dexter *et al.*, 1983).

Plusieurs travaux ont montré l'intérêt que représente ce noble composant comme un élément d'enrichissement et de supplémentations souvent très apprécié. Le germe de blé est l'une des sources potentielles des protéines d'excellente valeur nutritionnelle semblable à celle

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

des protéines animales (**Dexter et Mastuo, 1978 ; Sissons *et al.*, 2005 ; Edwards *et al.*, 2003**).

La teneur en protéines des semoules exerce une influence considérable sur les propriétés viscoélastiques des pâtes et sur la qualité culinaire du produit fini (**Sissons, 2008**). Les études de **Dexter et Mastuo (1978)** ont montré qu'il y a une forte corrélation entre le rapport des gluténines / gliadines et la force de la pâte.

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

I.3.1.1.2.4. Rôle des glucides et polyosides

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. Par son pouvoir fixateur d'eau, 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, 2000a**) ;
- ✓ Les carbohydrates solubles comme l'amylose exsudé à partir des granules d'amidon au cours de la cuisson peuvent être responsable de la viscosité des pâtes d'après **Grant et ses collaborateurs (1993)**. Il influence les propriétés d'élasticité et extensibilité de la pâte qui traduit les modifications et le comportement à la cuisson : avec l'augmentation de niveau d'amylose, la pâte a des grandeurs d'extensibilité et d'élasticités réduites (**Hung *et al.*, 2005**) et donc une tendance à l'augmentation de la fermeté de la pâte (**Soh *et al.*, 2006**).

I.3.1.1.2.5. 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**). Des chercheurs ont prouvé que ces lipides essentiellement non polaires ont des effets sur la qualité des pâtes en terme de viscosité et la délitescence (**Mastuo *et al.*, 1986**).

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

Par ailleurs **Chung (1986)** a démontré que les lipides libres interagissent avec les composants de la semoule essentiellement les protéines ce qui conduit à l'amélioration de la force du gluten au cours de l'étape de malaxage de la pâte.

Selon **Sissons (2008)**, l'élimination des lipides totaux et des lipides non polaires augmentent le caractère collant des pâtes et les pertes à la cuisson.

I.3.1.2. L'eau

La qualité de l'eau utilisée au cours de l'empâtage peut exercer une influence non négligeable sur l'aspect et le comportement des produits finis au cours de la cuisson. Des eaux de faible dureté hydrotimétrique sont généralement recommandées (**Feillet, 2000a**). De plus, l'eau doit être tiède et de température uniforme tout au long du malaxage. La température de l'eau ne doit jamais dépasser 35°C.

I.3.1.3. Les ingrédients facultatifs

Outre la semoule, la farine et l'eau, d'autres ingrédients peuvent être utilisés dans la préparation des pâtes alimentaires pour changer :

- ✓ La composition tels que les œufs entiers, les blancs d'œufs, les légumes, le germe de blé, les légumineuses.... ;
- ✓ Le goût (les arômes et le sel) ;
- ✓ L'aspect (matières colorantes, épinard et tomate) et agent tensioactifs (**Boudreau et Ménard, 1992**).

I.4. La technologie de la pastification des pâtes sèches

La pastification comprend certain nombre d'opérations successives dont (**Boudreau et Ménard, 1992**) (**Voiland, 2013** ; figure 02) :

- ✓ l'épuration de la semoule ;
- ✓ le malaxage ;
- ✓ le formage ou façonnage (extrusion/ laminage) ;
- ✓ le séchage et l'emballage.

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

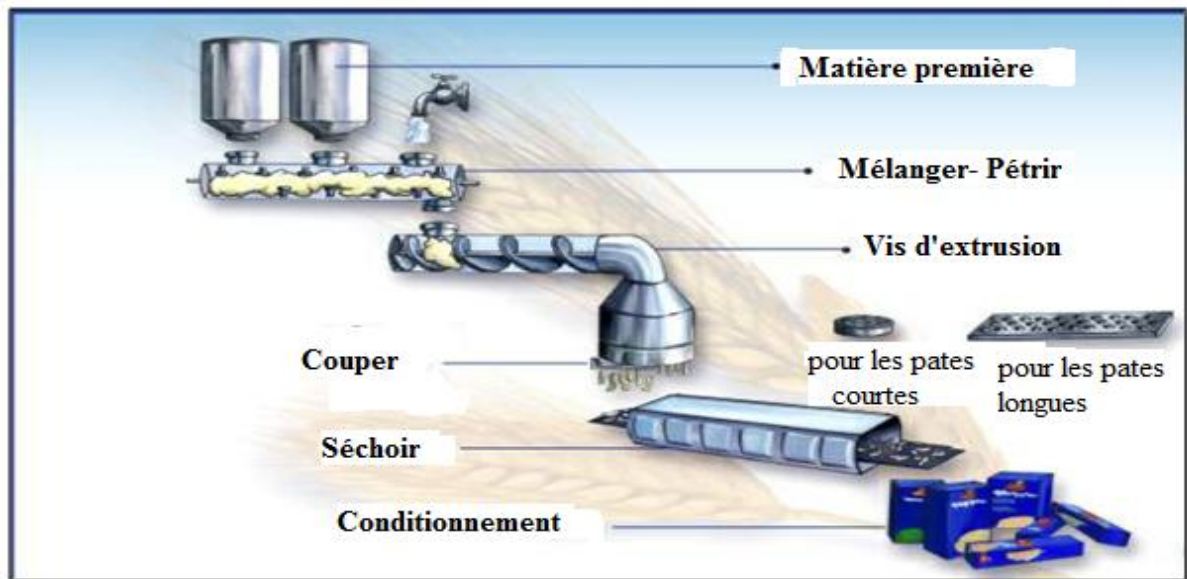


Figure n^o02 : Les étapes de fabrication des pâtes alimentaires (Voiland, 2013)

I.4.1. L'épuration de la semoule

Avant la mise en œuvre, il est nécessaire de procéder à une dernière épuration de la semoule afin de la débarrasser des poussières de farine et de quelques impuretés qu'elle peut encore contenir. Elle est effectuée par tamisage (Boudreau et Ménard, 1992).

I.4.2. Le malaxage

Selon Boudreau et Ménard (1992), les granules de semoules s'agglomèrent en boulettes friables, le malaxage étant assuré par des pales montées sur un axe horizontal. D'une durée d'environ 15 min, cette étape permet une hydratation progressive et constante de la semoule de façon à obtenir des boulettes de dimensions variables pouvant atteindre de 1 à 1,5 centimètre de diamètre. Un mouillage insuffisant des particules de semoule se traduit par l'apparition de points blancs dans les pâtes sèches.

La quantité d'eau ajoutée pour l'hydratation est environ 25 à 34 kg/100 kg de semoule, de manière à ce que la teneur en eau final soit voisine de 44 à 49 % de la matière sèche (Abecassis *et al*, 1994).

Après le malaxage, les boulettes tombent, par l'intermédiaire d'une écluse, dans une petite cuve cylindrique où le vide est réalisé. Cette étape chasse les bulles d'air de la pâte. La désaération favorise l'osmose entre les granules de semoule plus ou moins hydratés, évite la déformation des pâtes fraîches, ajoute l'éclat et la translucidité du produit sec et évite les fissures des produits finis (Boudreau et Ménard, 1992).

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.4.3. Le formage

Les boulettes de la semoule sont alors admises dans un cylindre d'extrusion. Selon les presses, la pression est comprise entre 10 et 15 méga pascal (MPa) et, par suite des frictions, la pâte s'échauffe et peut atteindre une température supérieure à 50°C. C'est pourquoi le cylindre d'extrusion est muni d'une double enveloppe permettant un refroidissement par l'eau (21 à 26°C). Suivant la machine de modelage, soit des pâtes extrudées (tréfilage) ou des pâtes laminées (laminage) sont obtenues. La température d'extrusion ne doit en aucun cas atteindre 40°C, car à cette température, la structure protéique sera trop compacte, et à une température supérieure, la pâte risque de s'affaisser et atteindre la température de gélatinisation de l'amidon (55 à 60°C) (**Boudreau et Ménard, 1992**).

I.4.4. Le séchage

Le séchage des pâtes alimentaires se fait immédiatement après les opérations de malaxage et de formage. C'est l'opération la plus importante et la plus délicate de la fabrication. Le séchage des pâtes longues s'effectue sur cannes, tandis que celui des pâtes coupées est fait dans des paniers ou sur des tapis en treillis métalliques ou de nylon (**Filloux, 2012**).

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. Il a pour objectif de réduire la teneur en humidité de la pâte à 12.5% ou moins, et comprend deux phases : le pré séchage et le séchage final (**Boudreau et Ménard, 1992**).

I.4.1. Le pré séchage

Le préséchage est la phase la plus importante et la plus délicate. L'opération doit se faire en faisant circuler de l'air chaud (55° à 75°C) dans un temps qui varie avec le format de la pâte, mais qui reste compris dans les limites d'une heure (pâtes coupées) à deux heures et demie (pâtes longues). Les objectifs sont de minimiser les activités microbiologiques nuisibles, notamment les moisissures, freiner tout processus de fermentation, de stabiliser la forme :

- Empêcher l'aplatissement de certains gros formats, l'agglomération démesurée ou la chute des pâtes longues sur les cannes ;
- Renforcer la structure de la pâte en insolubilisant les protéines ;

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

- Obtenir des pâtes plus transparentes et d'un plus bel aspect car les pâtes qui restent trop longtemps humides sont mates ;
- Limiter les effets de brunissement non enzymatique et de raccourcir la période du séchage final (**Boudreau et Ménard, 1992**).

I.4.2. Le dernier séchage

Les pastiers utilisent deux sortes de séchoirs : les séchoirs traditionnels et les séchoirs modernes.

I.4.2.1. Les séchoirs traditionnels

La dernière phase du séchage doit amener graduellement la pâte longue (17% d'humidité) et les pâtes coupées (21% d'humidité) à un taux normal d'humidité de 12.5 % (état d'équilibre du spaghetti placé dans une atmosphère dont la température s'élève à 20°C et l'humidité relative à 67%). Cette phase a lieu dans des appareils spéciaux où les périodes de ventilation avec admission d'une certaine quantité d'air chaud, relativement saturé d'eau, alternent avec des périodes de repos (**Boudreau et Ménard, 1992**).

I.4.2.2. Les séchoirs modernes

Pour réduire la durée du séchage et les coûts énergétiques, les procédés utilisant l'infrarouge et les micro-ondes font l'objet de recherches intenses. Le procédé utilisant les micro-ondes ne trouve pas preneur et est peu répandu. Ces nouveaux séchoirs offrent les avantages d'améliorer la couleur et la teneur de la pâte à la cuisson, d'occuper moins d'espace à l'usine, d'augmenter la capacité de production et de réduire le coût 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 (**Boudreau et Ménard, 1992**).

I.5. L'emballage

Une fois refroidies à une température de 25°C, les pâtes sèches passent par des cellules de stockage munies de tapis roulants sur lesquels celle-ci circule lentement ou équipées de fonds vibrants qui assurent le dosage à la sortie. Les pâtes sont acheminées vers des balances électroniques ou des remplisseuses volumétriques, puis elles sont réparties en portions vers les empaqueteuses automatiques. Elles sont empaquetées avec soins dans des feuilles de polypropylène, dans des boîtes pliantes ou sous cellophane (**Boudreau et Ménard, 1992**).

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.6. La qualité des pâtes alimentaires

Elle dépend essentiellement de celle de la semoule ou farina employée ainsi que de l'eau ayant servi au malaxage. Mais la qualité est tributaire également des soins apportés dans la fabrication et notamment au séchage et à la conservation. Les bonnes pâtes doivent être bien sèches : la teneur maximal en humidité ne doit pas dépasser 12 ou 13% (**Boudreau et Ménard, 1992**). Les propriétés qui définissent la qualité des pâtes alimentaires sont déterminées à travers leur aspect à l'état cru, leur comportement durant et après la cuisson, leur valeur nutritionnelle et leur état hygiénique (**Nasehi et al., 2011**).

I.6.1. L'Aspect des pâtes alimentaires

L'aspect des pâtes alimentaires est déterminé par trois groupes de paramètres (**Feillet et al., 2000**) :

- ✓ la couleur ;
- ✓ le nombre et l'origine des piqûres (piqûres brunes, piqûres noires ...) ;
- ✓ la texture des produits (gerçures, bulles d'air, points blancs et état de surface des pâtes sèches qui dépendent des conditions de fabrication des pâtes).

I.6.1.1. La texture des produits

D'après **Boudreau et Ménard (1992)**, la gerçure se manifeste par l'apparition de fêlures dans les produits finis. La cause principale des fissures est le mauvais réglage des séchoirs.

I.6.1.2. Le nombre et l'origine des piqûres

Les piqures blanches proviennent d'un malaxage insuffisant des semoules, d'un mauvais fonctionnement du système d'aération ou de la présence de blés mitadinés dans le mélange. Les piqures brunes quant à elles sont causées par un mauvais conditionnement du blé ou par des sasseurs mal réglés laissant passer des particules de son. Les piqures noires proviennent de grains mouchetés ou de graines étrangères fortement colorées (**Boudreau et Ménard, 1992**).

I.6.1.3. La couleur

La coloration se traduit dans l'apparence du produit fini par une teinte claire et une couleur jaune ambré. Elle est influencée par la quantité de pigments caroténoïdes et

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

flavonoïdes ainsi que par la teneur en enzymes lipoxygénasiques et polyphénoloxydasiques des variétés de blé dur. Toutes les opérations vise à réduire la perte de pigment (dégermage du grain avant mouture, malaxage et extrusion sous vide) et à diminuer l'activité enzymatique (température de séchage élevée, sélection de variété de blé) auront un effet bénéfique sur la coloration des pâtes sèches.

I.6.2. La qualité culinaire

La cuisson vise à amener ces constituants (amidon et gluten) à la température désirée ; gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible et à modifier la texture des pâtes de manière à leur donner les caractéristiques souhaitées par le consommateur. L'état de cuisson doit être *al dent* : les pâtes doivent résister légèrement sous la dent. La pâte doit gonfler (160 à 180 grammes d'eau pour 100 grammes de pâtes sèches) et garder le plus longtemps possible sa fermeté (compressibilité et élasticité) lorsque le temps de cuisson optimal est dépassé. La texture des produits cuits, qui rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson, dépend principalement de la teneur en protéines et de la viscoélasticité du gluten : plus celle-ci est élevée, plus les pâtes sont fermes pour un temps donné de cuisson (**Boudreau et Ménard, 1992**).

La qualité culinaire des pâtes alimentaires intègre l'ensemble des caractéristiques suivantes (**Abecassis, 2011**) :

- ✓ Le temps de cuisson ;
- ✓ Propriétés viscoélastiques : la texture des produits cuits qui rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson et ce à partir duquel on peut déterminer par des mesures à caractère rhéologique (fermeté, viscoélasticité, ténacité) ;
- ✓ l'absorption d'eau ;
- ✓ les pertes à la cuisson ;
- ✓ l'arôme, le goût et la couleur (**Feillet, 2000a**).

I.6.3. La qualité hygiénique

La qualité microbienne ne suscite pas de difficultés. 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. La présence de mycotoxines et de résidus de produits phytosanitaires peut être une autre source de toxicité (**Boudreau et Ménard, 1992**).

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.6.4. La qualité nutritive

Pour obtenir de bonnes pâtes, le blé doit être sélectionné. En général, le blé dur est plus jaune et, même moulu, reste granuleux. Il est une excellente source de magnésium, phosphore, zinc et potassium, mais il apporte également du cuivre et des vitamines du groupe B (**Laty et Mallet, 2002**) (**Tableau N°1**).

Les pâtes sèches constituent un produit stable qui doit être conservé dans son emballage fermé et consommé peu avant la date prescrite sur le paquet (**Laty et Mallet, 2002**).

Tableau n°01 : L'apport énergétique de 100g de pâte sèche a la semoule de blé dur (Laty et Mallet, 2002)

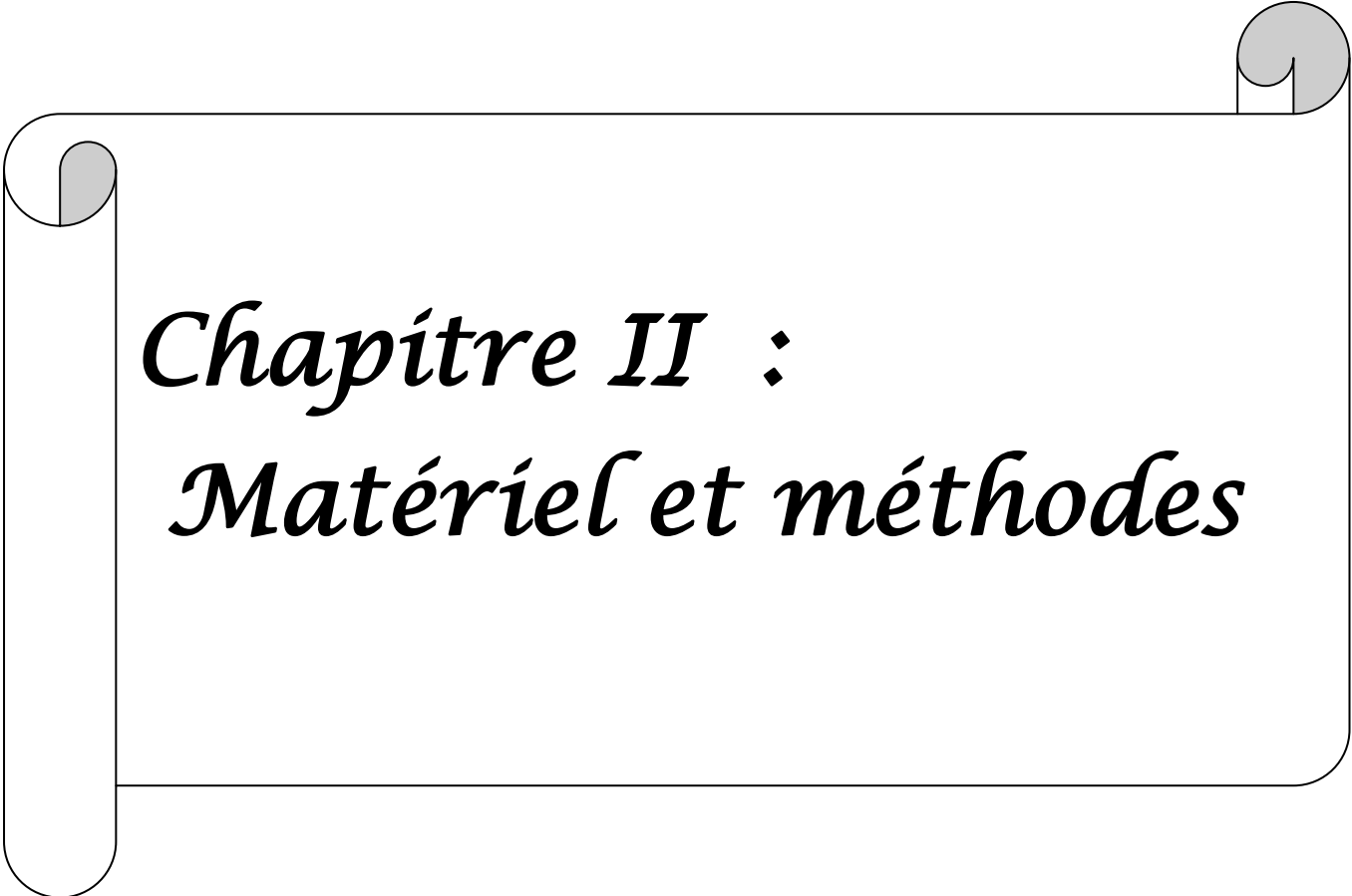
Nutriments	100 g de pâte sèche à la semoule de blé dur
Protéines	11,5 à 13g
Glucides	71 à 77g
Lipides	1,5 à 2g
Fibres	5g
Fer	2 mg
Magnésium	50 mg
Phosphore	73 mg
Vitamine B1	0,10 mg
Vitamine B9	0,02 mg
Valeur calorique	350 à 370

Les pâtes alimentaires ont la réputation d'être énergétique, l'apport protéique est loin d'être négligeable, puisqu'elles contiennent surtout du gluten de faible digestibilité et insuffisant en lysine et en tryptophane (**Boudreau et Ménard, 1992**), car 100 g de pâtes contiennent de 10 à 12 g de protéines (**Feillet, 2000a**).

Les glucides présents sont surtout sous forme de glucides complexes faciles à digérer, leur action s'étend sur une période relativement longue et ils produisent une sensation de satiété. Ces particularités expliquent pourquoi les pâtes alimentaires sont recommandées aux personnes qui ont besoin d'énergie à long terme (**Québec Amérique, 1999**).



Partie II :
Etude expérimentale



Chapitre II :
Matériel et méthodes

II.1. Le contexte de l'étude

II.1.1. Objectif

Cette étude a pour objectif principal d'évaluer la qualité des pâtes alimentaires et les matières premières (semoule et eau) au sein de laboratoire du contrôle qualité GIPATES (Groupe Ben Hamadi) suivi d'un dosage des protéines afin d'apprécier la qualité culinaire.

II.1.2. Présentation de SARL GIPATE

Située dans la zone industrielle de Bordj Bou Arreridj, SARL GIPATE est l'une des grandes unités spécialisées dans la production et la commercialisation de pâtes sèches (coude3, coude 6, maccaroni4, maccaroni8, vermicelle plomb...) et du couscous grâce à une forte présence en Algérie. Elle a été créée en janvier 2001, figure 03 (1).

Grâce au laboratoire d'autocontrôle implanté sur le site de production, GIPATES assure les opérations de supervision de ses produits depuis les matières première jusqu'au produits finis.



Figure n°03: La localisation géographique de GIPATES

Les principales missions de laboratoire d'autocontrôle sont :

- ✓ Contrôler régulièrement les conditions de la production pour maîtriser la qualité du produit tout au long de la chaîne ;
- ✓ Piloter les analyses physicochimiques de la semoule, de l'eau et des pâtes ;

- ✓ Valider leur conformité par rapport aux normes en vigueur.

II.1.3. Description de la chaîne de production

Les pâtes sont fabriquées à partir d'un mélange pétri simple de semoule de blé dur, et de l'eau :

- ✓ La semoule subit une épuration afin de la débarrasser des poussières de farine et de quelques impuretés à l'aide d'un turbo tamiseur ;
- ✓ Deux sources d'eau sont utilisées : une provient de Medjana et l'autre propre à l'unité.

Deux lignes de distribution :

- Une ligne destinée pour le séchage après avoir subit une filtration et un adoucissement voir figure 04.
- Une ligne est destinée à la production (eau de procès) subit un adoucissement puis une filtration par osmoseur pour atteindre la chaîne de production des pâtes voir figure 05.



Figure n° 04: la première ligne du traitement d'eau de séchage



Figure n° 05: La ligne du traitement d'eau destinée à la fabrication

Le procès de production est composé des étapes différentes :

- ✓ Le mélange et pétrissage : correspond à l'hydratation et le malaxage de la semoule et l'eau à raison de 495 L d'eau pour 1500 kg de semoule ;
- ✓ L'extrusion : la pâte est poussée à travers une chambre sous vide (- 0.9 bar) vers des moules qui déterminent ainsi la forme voulue puis de couper la pâte à la bonne longueur ;
- ✓ le séchage : les pâtes justement pressées ont un taux d'humidité de 29 à 31 %. Elles doivent être séchées à un taux d'humidité maximum de 12,5 %. Puisque c'est à partir de ce taux-la, elles sont parfaitement conservables.

Cette dernière opération est réalisée au sein d'un appareil appelé TRABATTO, qui fonctionne à température 85° pendant 5 à 8 min pour garder la forme de la pâte. Ensuite la pâte subit pendant 45 min un deuxième séchage dans le but d'extraction d'humidité dans une chambre de séchage (Rotante R1) pour obtenir ainsi des pâtes plus ou moins séchées.

Enfin, pendant 2h au sein d'un séchoir spécial à 105° (Rotante R2). Après séchage, les pâtes sèches sont refroidies au sein d'un refroidisseur vibrant jusqu'à la sortie (S) **figure 06.**

- ✓ L'emballage : après un contrôle de qualité, les pâtes sont emballées.

**Rotante 1****Rotante2****Sortie****Figure n° 06:** Les points de prélèvement de la pâte

II.2. Matériels et méthodes

II.2.1. Matériels

II.2.1.1. la matière première (semoule et eau)

II.2.1.1.1. la semoule

Les analyses ont été effectués sur des échantillons de la semoule fine supérieure issues de la mouture blé dur de la semoulerie GERBIOR (BEN HAMMADI, bordj Bou Arreridj) du mois de décembre 2015, de mois de janvier 2016 et de mois de mars 2016.

II.2.1.1.2. L'eau

Les échantillons d'eau provenant qui ont subit l'analyse sont ceux :

- ✓ provenant de la bâche destinée a la fabrication des pâtes (pH – conductivité – dureté) ;
- ✓ Provenant de la bâche qui conduit a la chaudière après le traitement par l'adoucisseur (pH – conductivité – dureté) ;
- ✓ provenant de la deuxième bâche qui conduit a la chaudière (pH – conductivité) ;
- ✓ provenant de la chaudière (pH – conductivité – Titre Alcalimétrique (TA) – Titre Alcalimétrique Complet (TAC) ;

Les prélèvements ont été mis dans des flacons en verre de 250 ml puis acheminés au laboratoire pour analyse.

II.2.1.1.3. le produit fini

3 prélèvements ciblés ont été effectués chaque 2h à savoir :

- ✓ Un échantillon après le pré séchage(R1) ;
- ✓ Un échantillon après le séchage final (R2) ;
- ✓ Un échantillon à la sortie (S) après refroidissement et avant conditionnement.

Ces prélèvements sont orientés vers le laboratoire dans des boites étanches en évitant tout contact avec les mains et toute éventuelle modification de la teneur en eau.

II.2.1.1.4. Matériel de laboratoire : voir Annexe n 01**II.2.1.1.5. Produits et réactifs : voir Annexe n 01****II.2.2. Méthodes****II.2.2.1. La semoule**

L'ensemble des prélèvements élémentaires de semoule d'un même lot à partir des sacs de 25kg sont réunis et mélangés dans des boites à couvercle.

Les paramètres physicochimiques effectués sont : l'humidité, le taux de cendre, la granulométrie, l'acidité grasse, le gluten sec et le dosage des protéines.

II.2.2.1.1. L'humidité

La teneur en eau déterminé par un humidimètre, 1.5 g de la semoule est pesée dans une nacelle. Le résultat obtenu est lu directement en pourcentage (figure 07).



Figure n° 07 : Méthode de la détermination de l'humidité de la semoule

II.2.2.1.2. Le taux de cendre (NF V03-707)

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

- **Expression des résultats**

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

$$TC = \frac{m_1 - m_0}{10} \times 100 \times \frac{100}{100 - H}$$

Où :

m_0 : est le poids du creuset vide.

m_1 : est le poids du creuset après incinération.

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

II.2.2.1.3. Taux d'affleurement (la Granulométrie) (selon NA – 1828/NA)

La principale technique utilisée pour la détermination granulométrique est le tamisage afin de déterminer la taille et les dimensions des particules ainsi que leurs homogénéités (figure 08).

Un échantillon de 100 g de semoule est déposé au sommet d'un plansichter pendant 5 min. le tamisage de la semoule est réalisé par des tamis dont les ouvertures des mailles sont de 630 µm, 560µm, 450µm, 350µm, 250 µm, 140µm. Les retenues sur chacun des tamis sont ensuite pesée.



Figure n°08 : Technique de détermination de la granulométrie (Planchister)

II.2.2.1.4. L'acidité grasse (JORA N°35/2013)

L'acidité grasse (exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100 g de matière sèche) est l'expression conventionnelle des acides, essentiellement des acides gras libres, extraits dans les conditions suivantes :

- ✓ Broyer environ 50 g de la semoule de telle manière que la totalité du broyat passe à travers du tamis de 500 μm et qu'au moins 80% passe au travers du tamis de 160 μm ;
- ✓ Peser 5g de broyat et l'introduire dans un tube de centrifugeuse en le rajoutant 30 ml d'éthanol fermer hermétiquement ;
- ✓ Agiter le tube pendant une heure à une température de 20°C puis centrifugé à deux reprises et successivement pendant 2minutes voir figure 09 ;
- ✓ Prélever 20 ml de liquide surnageant parfaitement limpide et les verser dans un bêcher, en ajoutant 5 gouttes de phénol phtaléine et on titre avec la solution d'hydroxyde de sodium 0.05 N jusqu'à virage à la couleur rose pale persistant pendant quelques secondes.



Figure n° 09 : Technique de détermination de l'acidité grasse

- **Expression des résultats**

Elle est exprimée en gramme d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche :

$$AG = \frac{7,35 \times (V_1 - V_0) \times T}{m} \times \frac{100}{100-H}$$

Où :

V₁ : le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la détermination.

V₀ : le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc.

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

T : le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée.

H : la teneur en eau, en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai.

II.2.2.1.5. Le gluten sec (Norme algérienne NA735)

Le gluten sec est le séchage total subit par le gluten humide de manière que la boule de gluten humide dégage la quantité de l'eau absorbée.

- ✓ Peser 10 g de semoule dans une nacelle puis le verser dans un mortier et ajouter 5.5 ml de solution NaCl et à l'aide du pilon on forme une boule de pâte. Cette opération doit de se faire minutieusement afin d'éviter les pertes de toute particule dans le mortier ou le pilon ;

- ✓ Le pâton est placé dans la paume de la main gauche et le malaxer à l'aide du pouce de la main droite avec de l'eau, l'opération est poursuivie jusqu'à ce que la solution de lavage devienne claire au dessus d'un tamis à fine maille afin de pouvoir récupérer les particules qui tombent comme c'est illustré dans la **figure 10**.

Comprimer ainsi le gluten obtenu entre les deux paumes de mains et essuyer vos mains pour refaire cette opération plusieurs fois jusqu'à ce que le gluten commence à adhérer à vos paumes.

- ✓ Sécher dans l'étuve pendant cinq heures.



Figure n° 10 : Technique de détermination du gluten humide

- **Expression des résultats**

Le gluten sec (exprimé en pourcentage de la masse matière sèche) est calculé par la formule :

$$GS\% = \frac{m_1 - m_0 \times 100}{m} \times \frac{100}{100 \times H}$$

Où

m : la masse, en grammes, de la prise d'essai effectuée sur le gluten humide (10 g).

m₀ : la masse, en grammes, de la nacelle.

m₁ : la masse, en grammes, nacelle et du gluten sec.

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

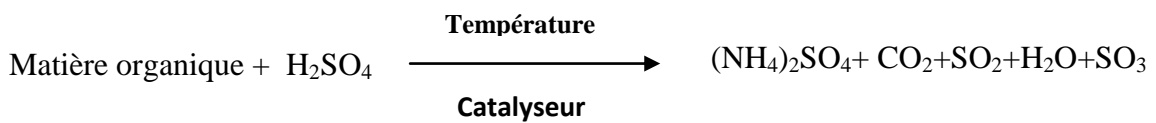
II.2.2.1.6. Protéines (AFNOR V03.050)

La détermination de la teneur en protéines est basée sur le dosage de l'azote selon la méthode KJELDAHL (AFNOR, 1991).

- **Mode opératoire**

1. Minéralisation

A l'ébullition, l'acide sulfurique concentré agissant comme un oxydant détruit la matière organique et transforme l'azote organique en azote minéral, selon la réaction :



- ✓ Introduire dans les matras de KJELDAHL 1g du produit ;
- ✓ Ajouter 20 ml d'acide sulfurique concentré ,8g de sulfate de potassium et 2g de sulfate de cuivre ;
- ✓ Malaxer ces constituants, mélanger soigneusement de façon à assurer un mouillage complet ;
- ✓ Porter ensuite les matras sur la rampe chauffante permettant l'aspiration des vapeurs sulfuriques ;
- ✓ Chauffer ensuite plus fort jusqu'à l'ébullition régulière du liquide. Lorsque la solution est devenue limpide poursuivre le chauffage pendant 3 à 4 h à 390°C ;
- ✓ Après décoloration complète laissé refroidir (figure 11).



Figure n° 11 : Dispositif de chauffage-la minéralisation

2. Distillation

- ✓ Introduire à l'aide d'une pipette dans la fiole de réception de l'appareil à distillation (Voir figure 14) 15 ml de la solution d'acide borique et quelques gouttes d'indicateur mixte (rouge de méthyle +bleu de méthylène) ;
- ✓ Relier immédiatement les matras à l'appareil à distillation. Et ajouter 70 ml de NaOH provenant d'un réservoir (distillateur muni d'un réservoir de Na OH 30%) selon la réaction : $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 + 2 \text{Na OH} \longrightarrow 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2 \text{SO}_4$;
- ✓ Poursuivre la distillation jusqu'à l'obtention de 150 ml de distillat.



Figure n°12 : Appareil de distillation

3. Titrage

Titrer l'ammoniac avec la solution d'acide sulfurique de 0.1N jusqu'au changement de la coloration vers la couleur rose claire.

- **Expression des résultats :**

La teneur en azote exprimée en pourcentage en masse de produit par rapport à la matière sèche est égale :

$$\text{N}\% = \frac{\text{V} \times \text{T} \times 0.014}{\text{m}} \times 100$$

V : volume en ml de solution d'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

T : la normalité de l'acide sulfurique (0.1N).

M : la masse en gramme de la prise d'essai.

Le calcul de la teneur en protéines brute de produit se fait en multipliant par le facteur 5,7 la teneur en azote.

La teneur en protéines est donnée par la formule suivante :

$$\% \text{ en protéine} = \text{N} \% \cdot \text{Taux de conversion}$$

II.2.2.2. L'eau

II.2.2.2.1. pH

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

II.2.2.2.2. 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 (m μ S/cm ou mS/cm)

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

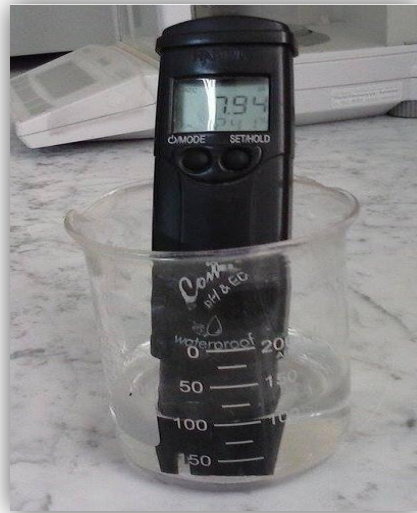


Figure n°13: Technique de détermination du pH et la conductivité électrique

II.2.2.2.3. L'alcalinité

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).

Le TA et le TAC sont mesurés successivement sur un même échantillon. L'ensemble des 2 techniques et l'expression des résultats sont illustrés dans le tableau 02.

Tableau n° 02 : Le mode opératoire et l'expression des résultats de l'alcalinité de l'eau (Rodier *et al.*, 2009)

TA	TAC
<p>Technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 50 ml d'eau à analysé dans une fiole conique - 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine (coloration rose) - Titrer avec l'acide chlorhydrique de 0.02 N (une décoloration complète dont le pH = 8.3) 	<p>Technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser l'échantillon traité précédemment (Si les résultats de TA dépasse 80ml) - 2 à 3 gouttes de méthyle d'orange - Titrer de nouveau avec le même acide jusqu'à l'apparition de la couleur rouge brique (pH = 4.5)
<p>Expression des résultats :</p> <p>TA= 2V</p> <p>V = volume d'acide utilisé pour obtenir le virage</p>	<p>Expression des résultats :</p> <p>TAC = 2V'</p> <p>V' = volume complet en ml du HCl</p>

II.2.2.2.4. La dureté (méthode par complexométrie à l'EDTA)

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques surtout due aux ions calcium (Ca^{++}) et aux ions de magnésium (Mg^{++}). Elle s'exprime en degré français ($^{\circ}f$) (Besançon, 2010).

Le mode opératoire consiste en :

- ✓ Prélever 50 ml de l'échantillon à analyser ;
- ✓ Ajouter 1ml de solution tampon qui neutralise le milieu à pH 10, et quelques gouttes d'indicateur coloré noir d'érichrome ;
- ✓ Verser la solution EDTA jusqu'au virage bleu.

- **Expression des résultats**

La concentration totale en calcium et magnésium est donnée par l'expression :

$$TH = 2V$$

Où V : volume en ml de la solution EDTA

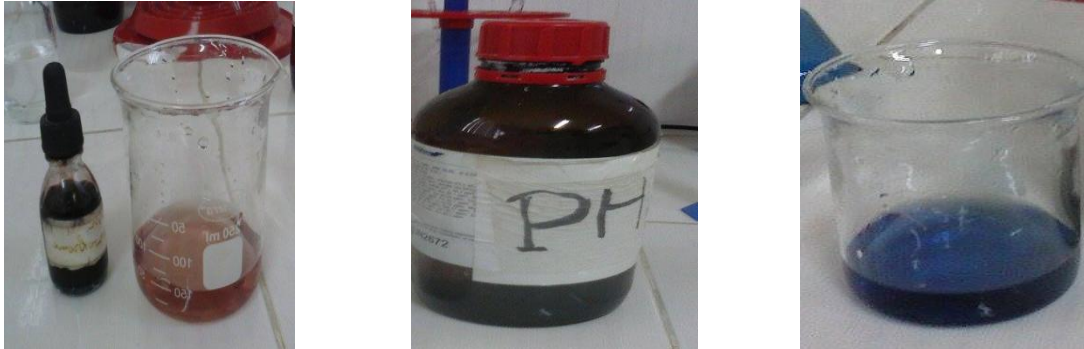


Figure n° 14 : Les étapes de détermination de la dureté de l'eau

II.2.2.3. Le produit fini

II.2.2.3.1. La teneur en eau (humidité)

Le mode opératoire est analogue au mode opératoire de la semoule sauf que l'échantillon doit être préalablement broyé.



Figure n°15 : Technique de détermination de l'humidité de la semoule

II.2.2.3.2. Protéines

Le mode opératoire est analogue au mode opératoire du dosage des protéines de la semoule.

III.1 Matière première

III.1.1. La semoule

III.1.1.1. La teneur en eau

La détermination de la teneur en eau est importante, puisqu'elle conditionne la précision des divers résultats analytiques rapportés à la matière sèche (**Calvel, 1984**).

La teneur en eau de différents échantillons de la semoule analysée est illustrée dans la figure 16 :

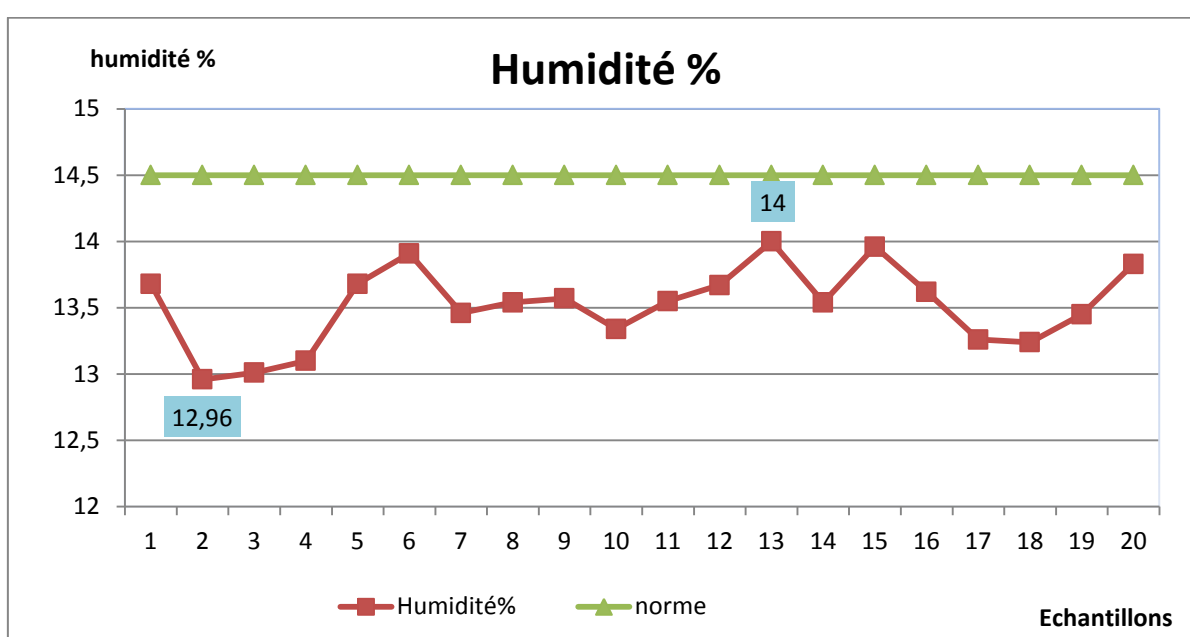


Figure n°16 : La teneur en eau de la semoule

D'après les résultats observés, le taux moyen de l'humidité de la semoule est de $13.51 \pm 0.29\%$. Cette dernière se situe dans l'intervalle rapporté par de nombreux auteurs variant entre 10 % (**Feinberg et al., 1991**) et 13.10 % (**Souci et al, 1994**), par ailleurs elle est conforme à la norme algérienne ($\leq 14,50$) (**JORADP N° 55/1997**).

En effet, selon **Kiger et Kiger (1967)** l'humidité est très variable, elle dépend à la fois de la saison et de la quantité d'eau ajoutée au blé avant mouture, ce qui explique la stabilité de nos résultats effectués en hiver.

III.1.1.2. Taux de cendre

Selon **Abecassis (1993)**, le taux des cendres reste le moyen officiel utilisé pour caractériser la pureté des semoules. La détermination de ce paramètre offre la possibilité de connaître la teneur en matière minérale globale des céréales (**Godon et Willem, 1991**).

Les valeurs du taux de cendre obtenus sont représentées dans la figure 17 :

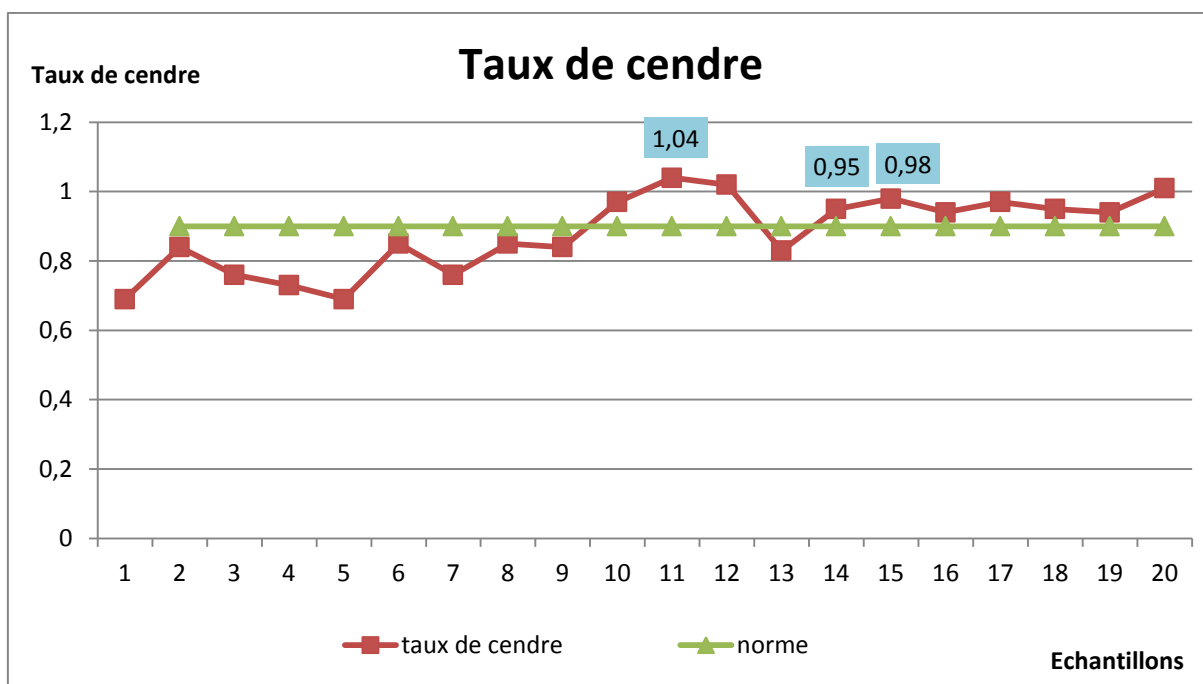


Figure n° 17 : Le taux de cendre de la semoule

La teneur moyenne en cendres est de $0,88 \pm 0,11$ % ; elle se situe dans l'intervalle des semoules de qualité supérieure ($< 1,1$ %) donné par **Bar (1995)** mais elle est légèrement inférieure à la norme algérienne qui exige un taux de 0,90 % (**JORADP N° 55/1997**).

Cependant, certains échantillons : n°11(1.04%), n°14(0.95%) , n°15(0.98%) , n° 16 (0.94%) et n°17(0.97%) ont révélé des taux supérieurs, témoigne une contamination par les parties périphériques du grain, et comme les matières minérales existent en plus grande quantité dans les enveloppes du blé, elle exerce un effet prononcé sur le brunissement des pâtes alimentaires (**Feillet et al., 2000**) de plus peut induire l'effritement des pâtes (**Boudreau et Ménard ,1992**).

III.1.1.3. Le gluten

Le gluten est un élément de qualité du blé, c'est l'ensemble des gluténines et gliadines associés à d'autres constituants (glucides, les lipides, matières minérales), il rassemble 75- 80% de protéines de réserves.

Nos résultats sont illustrés dans la figure 18 :

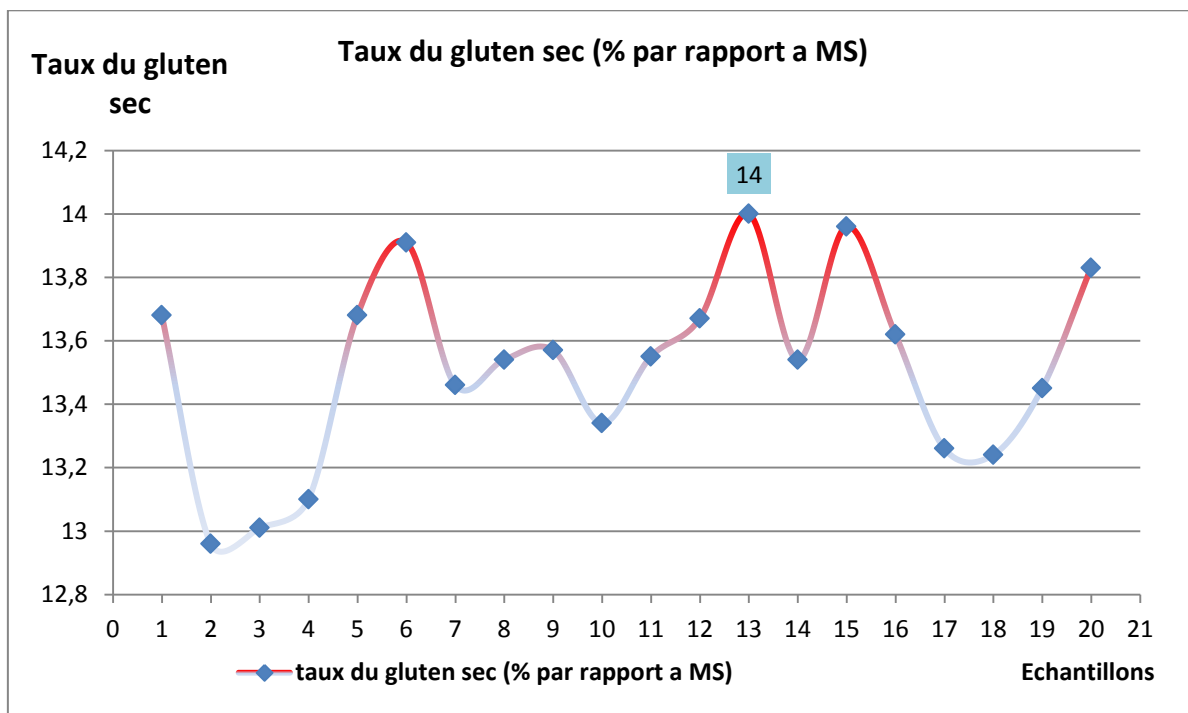


Figure n°18 : Le gluten sec de la semoule

Après l'observation des résultats obtenus, on conclut que la semoule utilisée est de quantité acceptable de gluten est de l'ordre de 13.51 ± 0.29 %.

Il est responsable de l'élasticité, la cohésion, l'extensibilité et la ténacité des pâtes d'où ses propriétés rhéologiques. Le gluten est un facteur primordial pour la détermination de la qualité fonctionnelle de la semoule (Feillet, 2000b). Plus le taux du gluten est élevé plus la pâte est de bonne qualité culinaire.

III.1.1.4. Acidité grasse

Les résultats de l'acidité grasse de la semoule sont rapportés dans la figure 19 :

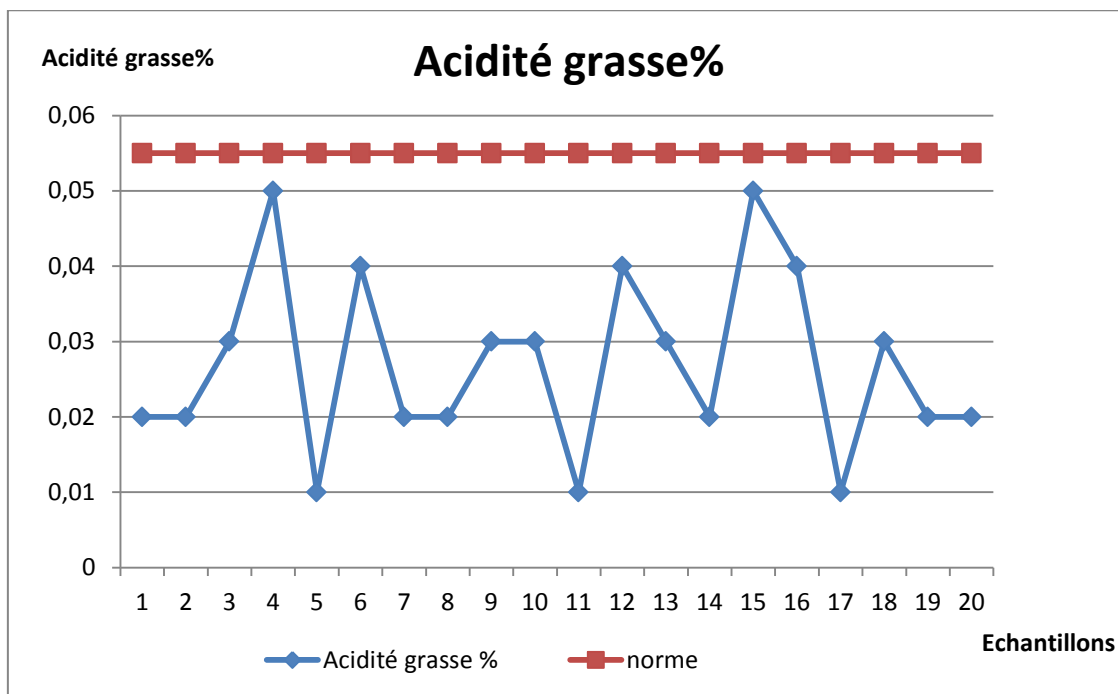


Figure n° 19 : L'acidité grasse de la semoule

D'après les résultats observés, le taux moyen de l'acidité grasse de la semoule est de 0.02 % \pm 0.01%. Cette dernière est conforme à la norme algérienne \leq 0.055 % (JORADP N° 55/1997).

Selon **Boudreau et Ménard (1992)**, L'augmentation d'acidité provient principalement de l'hydrolyse de triglycérides sous l'action des lipases. Cette réaction se caractérise par le développement d'une odeur rance qui se manifeste au cours du stockage prolongé de la semoule.

Ceci peut être expliqué par le fait que la semoule n'est stockée que pour une courte durée vue le tonnage important de la production de GIPATES.

III.1.1.5. Répartition granulométrique

La granulométrie d'une semoule permet de caractériser la répartition en taille et du nombre de particules dont elle est composée.

La granulométrie de la semoule utilisée dans la fabrication des pâtes alimentaires et leurs proportions respectives sont portées dans la figure 20 :

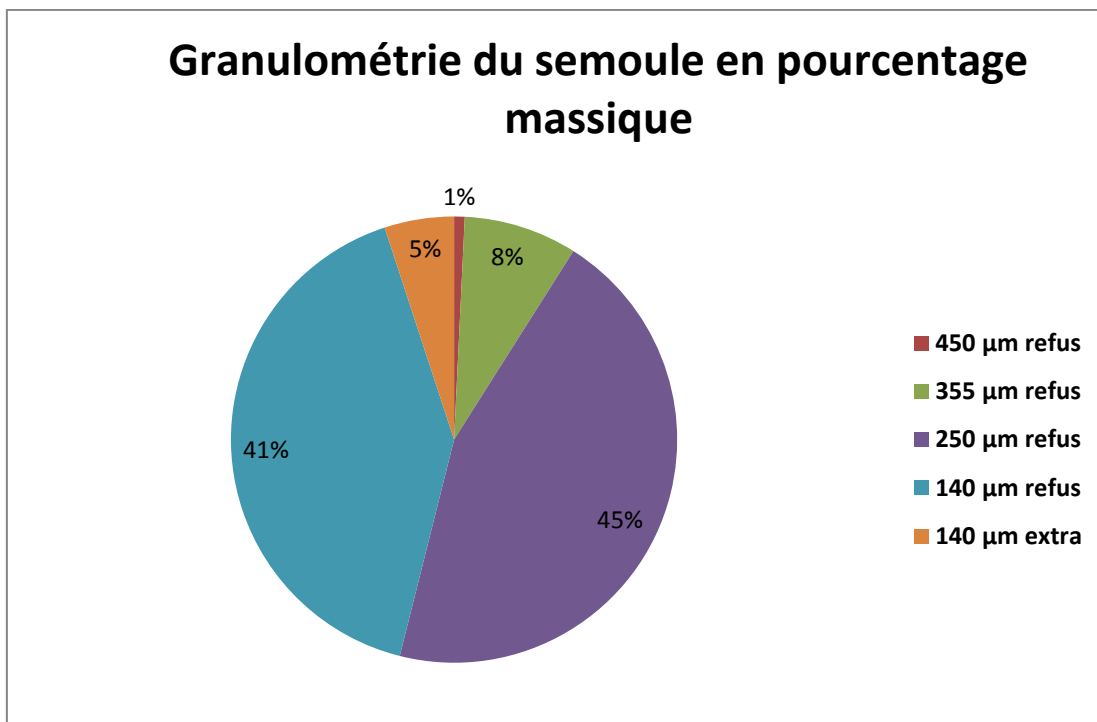


Figure n° 20 : La répartition granulométrique de la semoule

D'après ce secteur, il ressort que la proportion des particules les plus importantes des échantillons étudiés se situe dans l'intervalle [140- 250] µm.

Selon la **FAO (1995)**, les semoules de blé dur utilisées dans la fabrication des pâtes alimentaires sont en général d'une granulométrie supérieure ou égale à 212 µm. C'est dans cette proportion que les fabricants souhaitent recevoir leurs produits de plus en plus fin ce qui permettrait d'augmenter le débit des presse, de réduire la durée de malaxage tout en produisant des produits plus homogènes, plus lisses, sans grosses piqûres apparentes ni points blancs, sans aucune altération ni de la couleur ni de la qualité culinaire (**Abecassis, 1991**) et par conséquence économiser l'énergie.

III.1.1.6. Dosage des protéines

Le taux des protéines en pourcentage pour l'ensemble des échantillons analysés est rapporté dans la figure 21 :

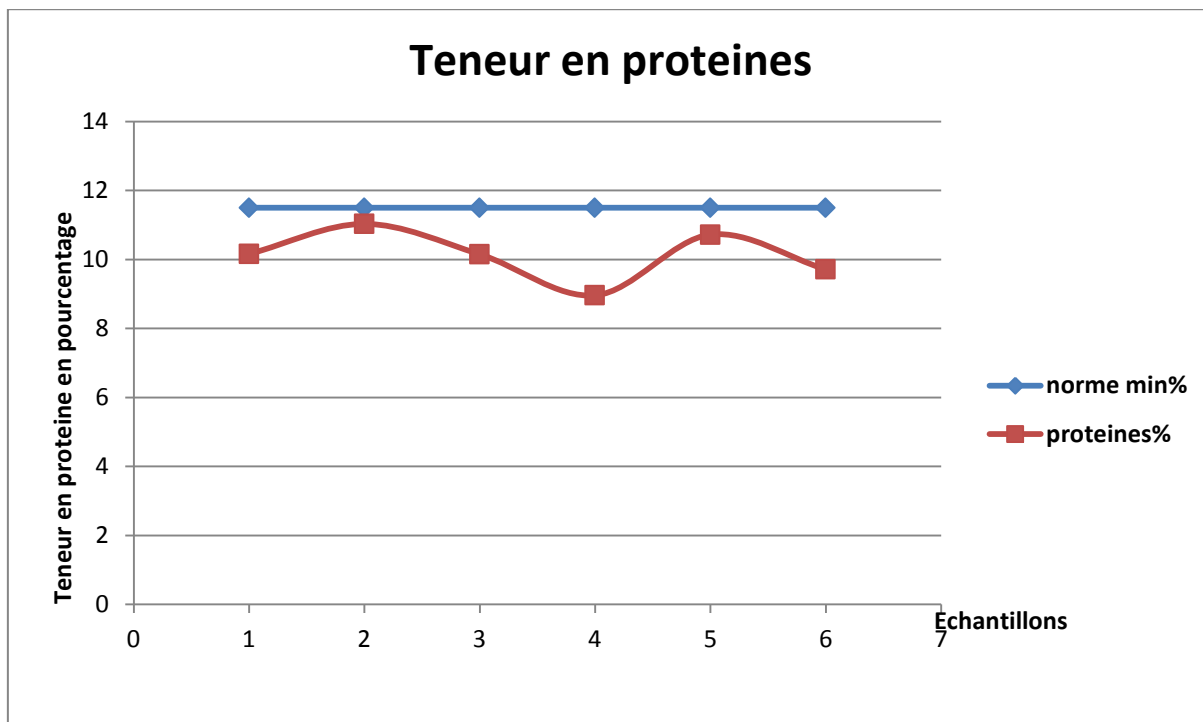


Figure n° 21 : la teneur en protéine de la semoule

D'après les résultats observés, on constate que le taux moyen de protéines de la semoule est de $10.12 \pm 0.73\%$. On peut dire qu'elle n'est pas conforme à la norme MIN: 11,5 % sur la base d'une base sèche (**CODEX Alimentarius 178 – 1991**).

La variation de la teneur en protéines est influencée par certains facteurs tels que le génotype, les conditions climatiques (température, sécheresse), agronomiques et des conditions physiologiques de développement de la plante et aussi des mécanismes physiologiques et génétiques qui contrôlent la teneur en protéines (**Niculae, 2014**).

En outre, **Hanif et ses collaborateurs (2014)** ont conclu que la semoule de blé avec une taille de particule inférieure à 350 - 250 μm perdent de manière significative sa teneur en protéines. Il est donc recommandé de moulinier le blé de telle sorte que la taille des particules reste supérieure à 250 μm .

III.1.2. Eau

III.1.2.1. Le potentiel Hydrogène

Les résultats au niveau de 4 points de prélèvement sont exprimés dans la figure 23:

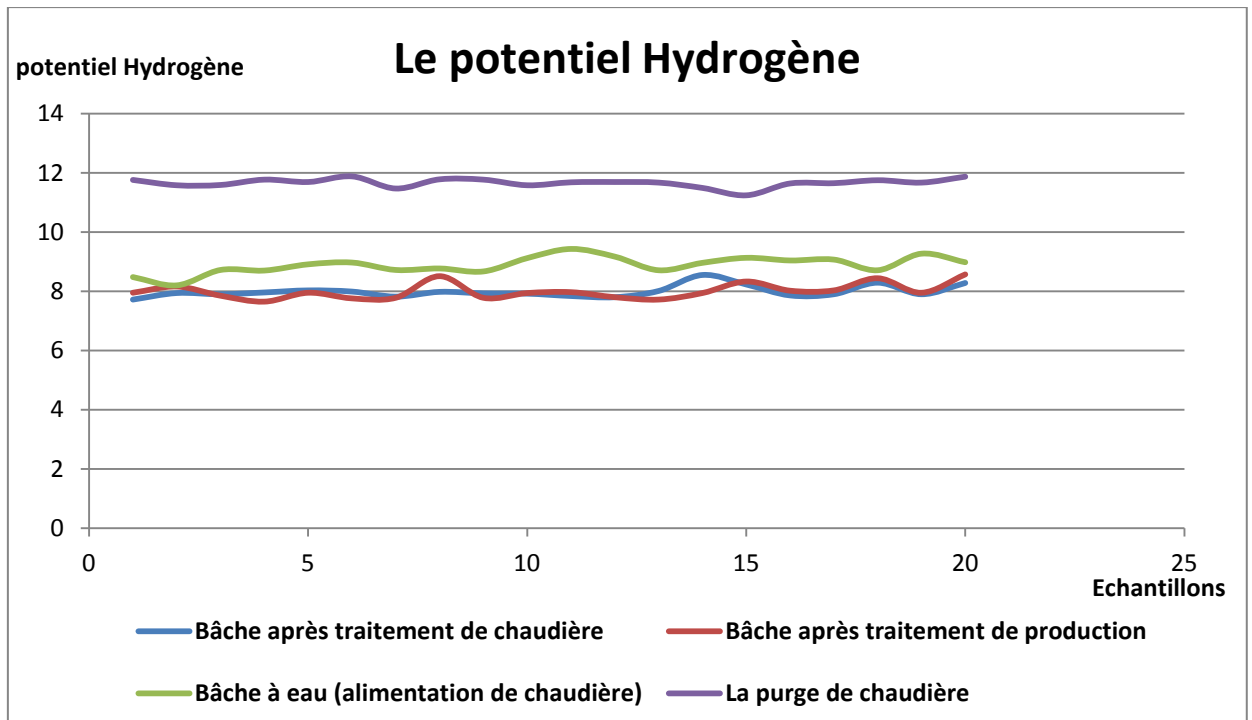


Figure n°22 : Le potentiel Hydrogène de l'eau

L'eau provenant de la bâche après traitement de chaudière à un pH qui varie entre 7,72 et 8,55 ; elle est donc conforme à la norme algérienne (**JORAD N° 03/2015**) qui se situe dans l'intervalle $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$.

Concernant l'eau adoucie pour la fabrication des pâtes, les valeurs de pH sont conformes à la norme algérienne (**JORAD N° 03/2015**) et elles sont comprises dans l'intervalle $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$.

Les résultats de la bâche à eau de l'alimentation de chaudière montrent que les valeurs sont comprises entre 8,2 et 9,43.

Enfin les résultats de la purge de chaudière sont des résultats de pH alcalin avec un intervalle qui correspond à la norme de l'usine $10,5 \leq \text{pH} \leq 13$.

III.1.2.2. La conductivité

La figure 23 présente les valeurs de la conductivité pour les 4 points de prélèvements :

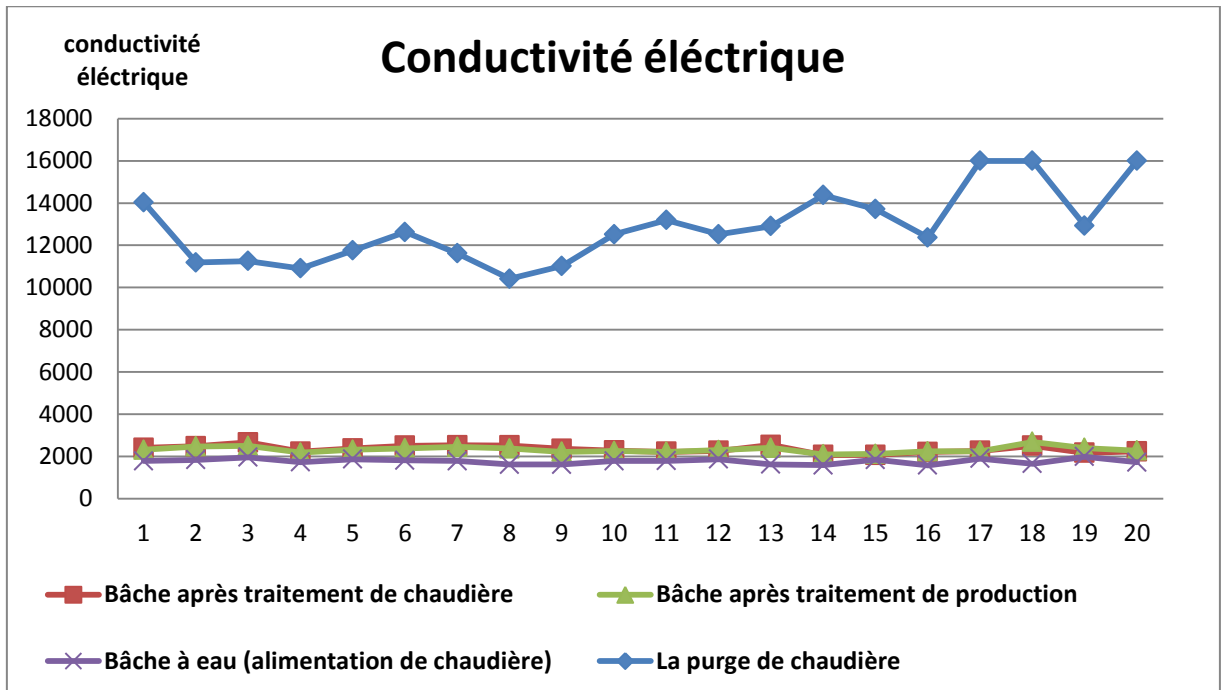


Figure n°23 : La conductivité de l'eau

Les résultats obtenus montrent une stabilité et la conformité de l'eau dans les 3 points de prélèvement : la bâche après traitement de production, la bâche après traitement de chaudière et la bâche de l'alimentation de chaudière par rapport à la législation en vigueur ($\leq 2800 \mu\text{S}/\text{cm}$) (JORAD N° 03/2015).

Néanmoins, la conductivité de l'eau au niveau de la chaudière dépasse nettement la norme indiquée ($\leq 7000 \mu\text{S}/\text{cm}$) ce qui détermine le besoin de purger afin d'éviter le problème de l'entartrage, de corrosion de primage et garantir ainsi le bon fonctionnement de la chaudière.

III.1.2.3. L'alcalinité

La figure 24 représente les résultats du TA et TAC de l'eau testé :

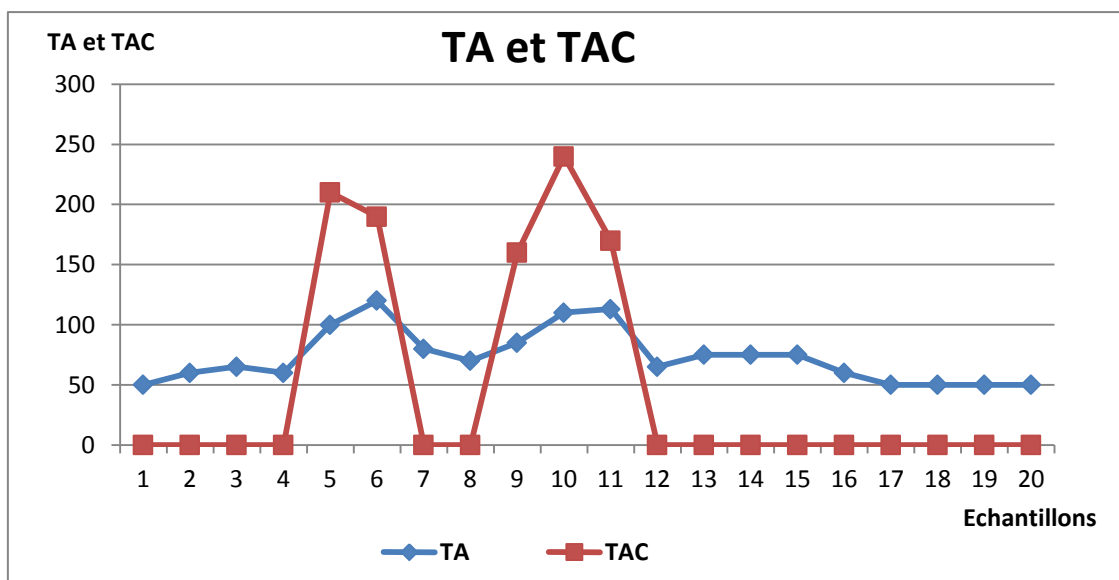


Figure n°24 : Le titre alcalimétrique de l'eau

Le TA et le TAC sont mesurés successivement sur un même échantillon, d'après nos résultats on peut conclure que si le titre alcalimétrique ne dépasse pas les normes ($60\text{ml} \leq \text{TA} \leq 80\text{ml}$).

Ce paramètre est important, il nous permet de connaître le bon fonctionnement de la purge à partir de la concentration en bicarbonates, carbonates présentés dans l'eau de la chaudière.

III.1.2.4. La dureté

La dureté est le plus important paramètre de l'eau. Les valeurs de la dureté d'eau utilisée dans cette étude sont illustrées dans la figure 25.

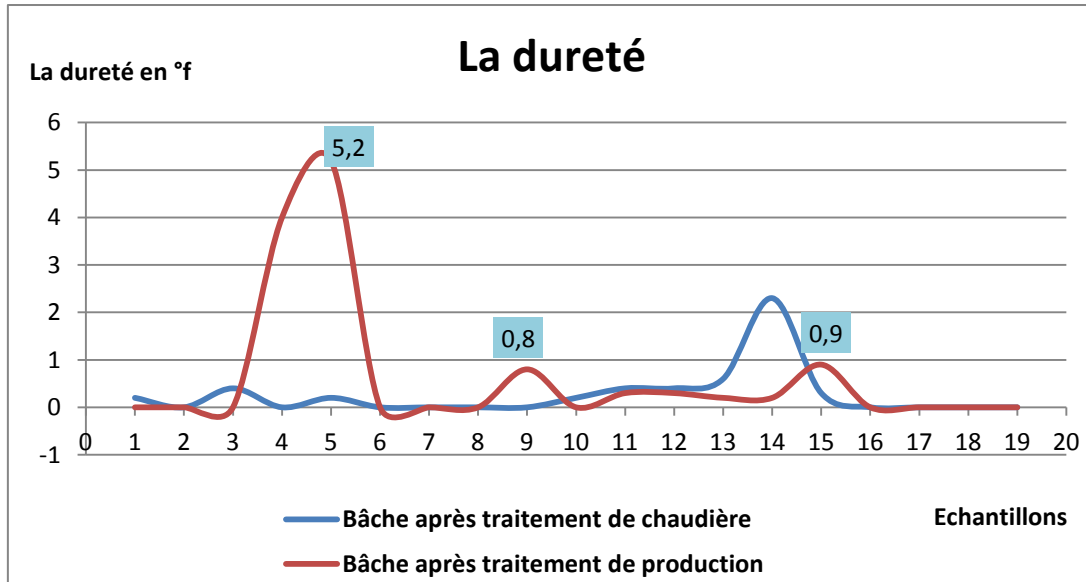


Figure n°25 : La dureté de l'eau

D'après les résultats nous observons un dépassement significatif de la valeur de la dureté dans quelques échantillons analysés n°05(5.2 f°), n° 09(0.8 f°), n°15(0.9 f°) par rapport à la norme.

Cette élévation de la dureté peut être justifiée soit par un mauvais fonctionnement de la résine ou par la détérioration de la tête de l'adoucisseur.

L'eau utilisée pour la fabrication et le séchage des pâtes alimentaires doit être de faible dureté égale à 0 degré français.

La qualité de l'eau de chaudière est contrôlée par le biais de la qualité de l'eau alimentant la chaudière. La fréquence des purges d'eau de chaudière est un moyen d'en contrôler la qualité. Il est important que l'eau alimentant la chaudière ne provoque pas l'entartrage de celle-ci ou la corrosion du circuit de vapeur. Ceci signifie que l'eau alimentant la chaudière doit avoir un très faible degré de dureté. De même, une eau avec une dureté élevée modifié la qualité de la pâte ; en particulier sa couleur, son aspect physique en induisant le phénomène de l'effritement (**Boudreau et Ménard, 1992**).

III.1.3. Produit fini

III.1.3.1. La teneur en eau

Les figures 26-27-28 représentent les résultats de 22 échantillons prélevés de la chaîne de production :

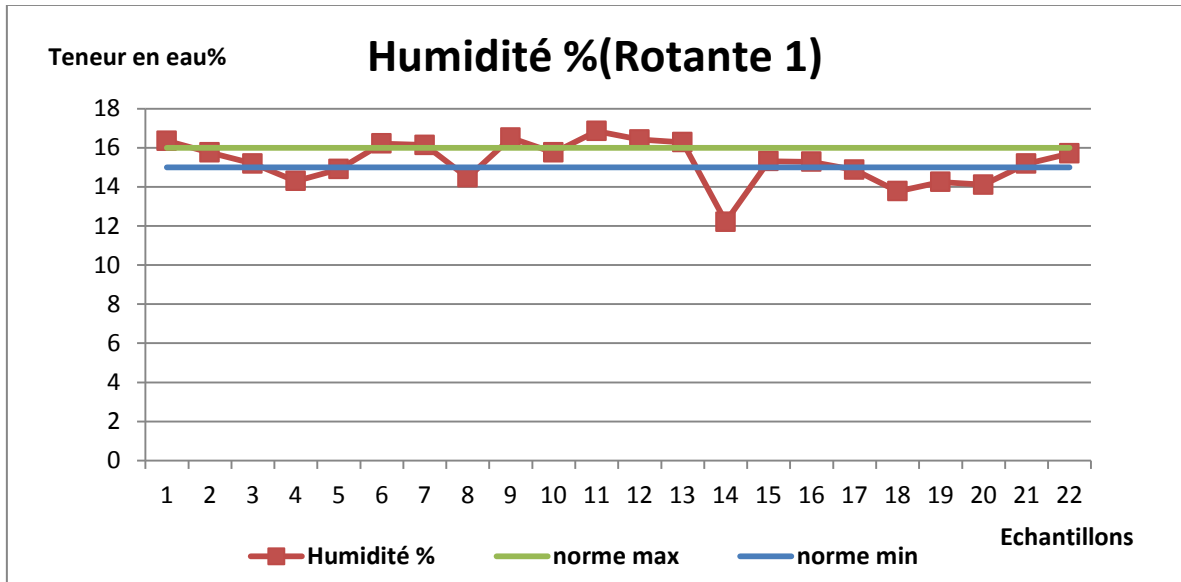


Figure n° 26 : La teneur en eau de la pâte (Rotante1)

L'analyse des résultats montrent que le taux moyen de l'humidité de la pâte (Rotante 1) est de $15,26 \pm 1,10\%$. Les résultats sont conformes à la norme algérienne ($15 \leq H\% \leq 16$).

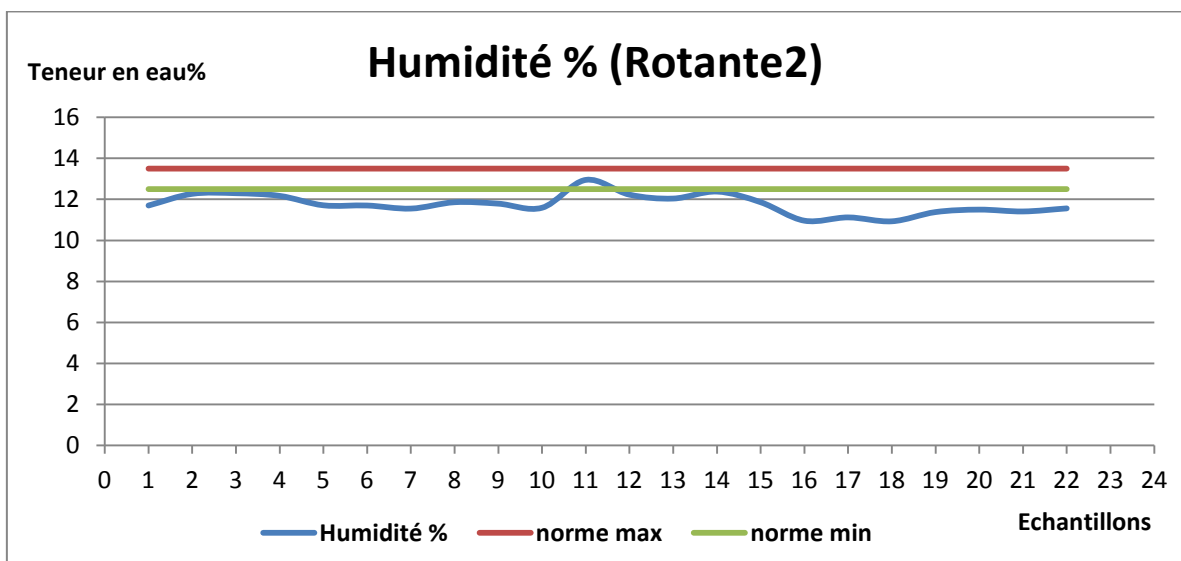


Figure n°27 : La teneur en eau de la pâte (Rotante2)

L'analyse des résultats montrent que le taux moyen de l'humidité de la pâte au niveau de la Rotante 2 est de $11,77 \pm 0,48\%$. Les résultats ne sont pas conformes à la norme algérienne ($12,5 \leq H\% \leq 13,5$). Une humidité basse est une perte pour la société car : plus la perte d'énergie dans le séchage est plus importante plus il aura une diminution de poids de produit fini.

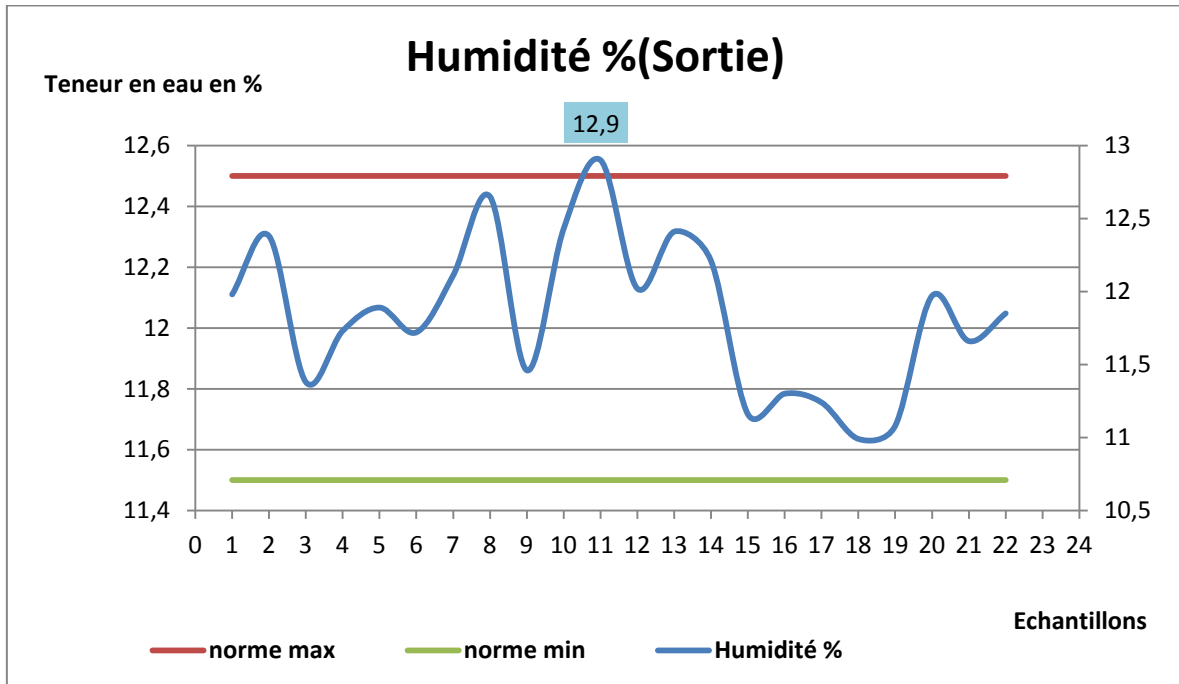


Figure n°28 : La teneur en eau de la pâte (Sortie)

L'analyse des résultats montrent que le taux moyen de l'humidité de la pâte à la sortie est de $11,84 \pm 0,52\%$. Les résultats sont conformes à la norme algérienne ($11,5 \leq H\% \leq 12,5$), donc la pâte est prête au conditionnement puis au stockage.

III.1.3.2. Dosage des protéines

Les valeurs obtenues des taux de protéines sont représentées dans la figure 29 :

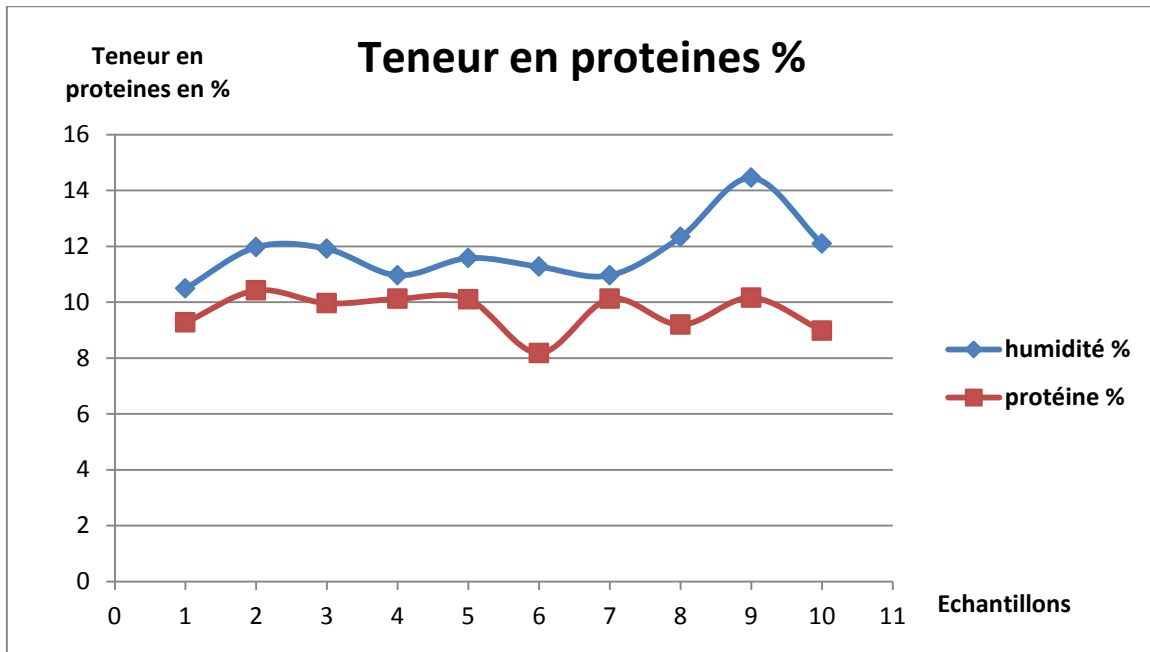


Figure n° 29: La teneur en protéine de la pâte

A partir des résultats observés, on constate que le taux moyen de protéines de la pâte est de $9.65 \pm 0.71\%$. Les échantillons sont pauvres en protéines résultant du fait de la faible teneur de cette dernière déjà dans la semoule 10.12 %.

Ceci peut être due probablement aux réactions d'oxydoréduction intervenant au cours des différentes étapes de la fabrication des pâtes, et qui modifie les composantes des semoules de nature protéique, polysaccharides ou lipidique (**Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008**).

Rappelons que le séchage à haute température peut être traduit par une perte de la disponibilité en lysine pouvant atteindre 20 à 25% et altère de ce fait légèrement la valeur alimentaire des pâtes (**Feillet, 2000b**).

En général, plus la teneur en protéines augmente, plus les pâtes alimentaires seront fermes, et moins elles seront collantes. Les pâtes alimentaires provenant d'une semoule riche en protéines ont une bonne résistance physique et une bonne élasticité; une fois cuites, elles sont fermes, peu collantes et résilientes, et elles conservent leur texture même quand elles sont trop cuites. Les pâtes provenant d'une semoule pauvre en protéines

présentent des lacunes à l'égard de toutes ces propriétés, ou de quelques-unes (**Dexter et Edwards, 1998**).

Selon **Feillet (2000b)** des études ont montrés l'influence de la température de séchage sur les caractéristiques des pâtes (Tableau 03)

Tableau n°03 : L'influence de la température de séchage sur les caractéristiques des pâtes (**Feillet, 2000b**)

Température de séchage (C°)	Viscoélasticité (Pa·s)
37	5
70	7.7
90	7

On peut conclure que lorsque la température augmente l'humidité de la pâte diminue et qui peut avoir un impact sur la teneur en protéines.



Conclusion

Conclusion

À l'issue de l'étude de contrôle de qualité des matières premières (l'eau et la semoule) et les pâtes alimentaires de la SARL GIPATES, il ressort que :

Les résultats de l'humidité, et de taux de cendre de la semoule obtenus sont conformes aux normes ($H \% \leq 14,50 \%$) et ($TC \leq 0,90 \%$) respectivement.

Le taux du gluten pour un échantillon de 10 g varie entre $12,8 \leq GS \leq 14$ est de qualité acceptable.

Les résultats d'acidité grasse ne dépassent pas les normes impliquées ($\leq 0,055 \%$).

La granulométrie des échantillons étudiés se situe dans l'intervalle [140- 250] μm ,

Les résultats de la dureté s'avèrent conformes aux normes.

Pour le produit fini, le taux d'humidité est de $11,84 \pm 0,52\%$. Les résultats sont conformes à la norme algérienne ($11,5 \leq H\% \leq 12,5$).

Étant donné que les facteurs qui peuvent influencer sur l'humidité sont : la composition de la matière première, La température du séchoir.

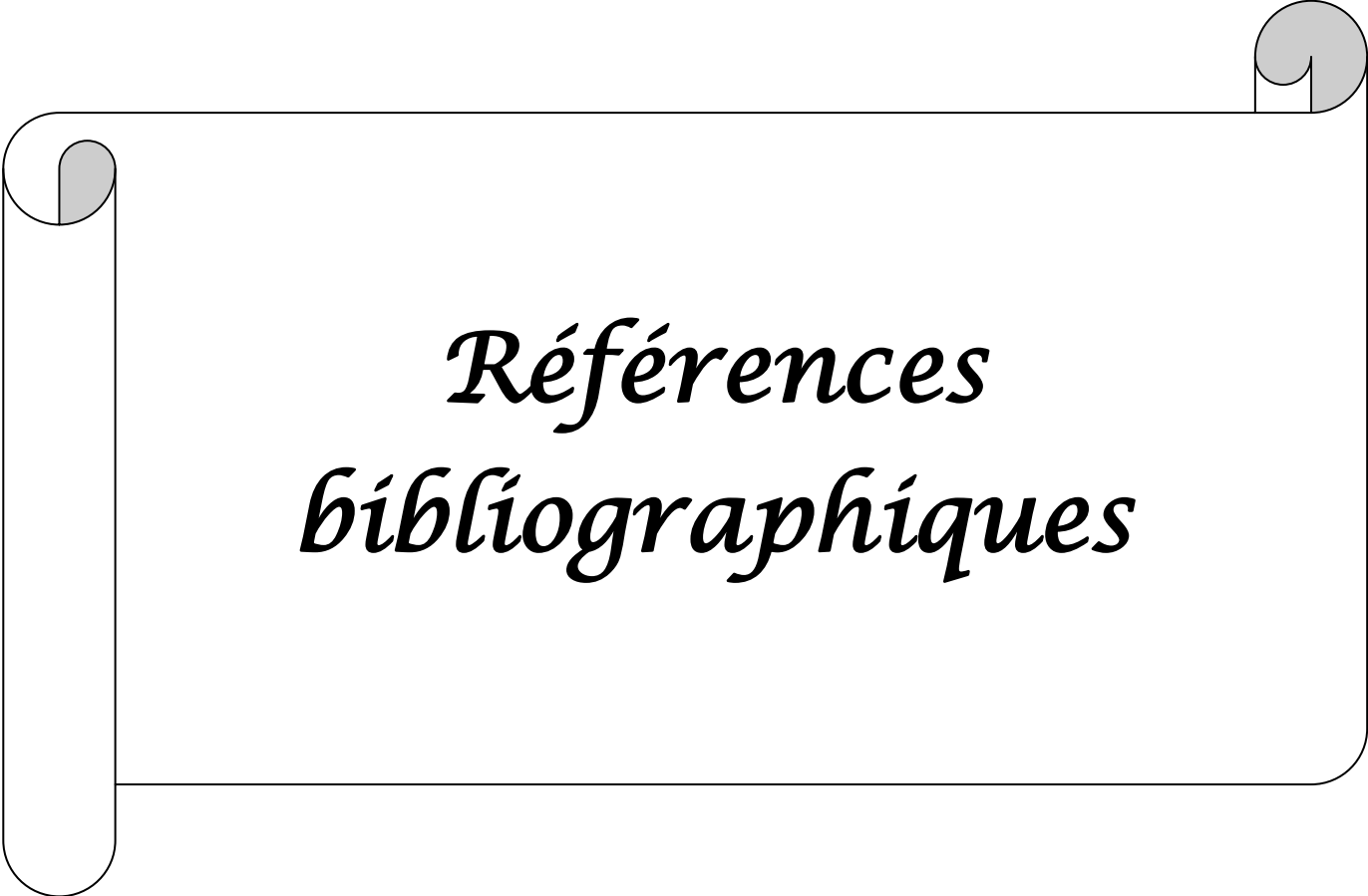
On peut conclure que la semoule à une humidité convenable, donc les fluctuations du taux d'humidité en particulier au niveau de Rotante 2 et la sortie S sont indépendantes de la matière première qui aura comme conséquence des pertes considérable d'énergie donc nous suggérons d'ajouter des détecteurs de température et de vitesse du tapis.

La teneur en protéines est relativement faible par rapport à l'apport énergétique recommandé. Ces résultats restent limitée vue que le dosage a été effectué que pour 10 échantillons du produit fini. Néanmoins l'étude a montré que le séchage peut avoir un effet sur la teneur en protéines.

D'où l'intérêt d'orienter les recherches vers l'amélioration de la qualité nutritionnelle des pâtes alimentaires par l'ajout des protéines de lait, des poissons, de soja, des légumineuses.....etc. pour améliorer la qualité nutritionnelle et technologique.

Il s'agit en effet d'une estimation qu'il serait souhaitable d'étendre par d'autres études à travers d'autres études approfondies sur l'effet de la haute température de séchage sur la qualité du produit fini.

Et d'autres part par d'autres études : en particulier l'appréciation de la qualité de la cuisson par l'évaluation sensorielle qui donne les résultats les plus proches de l'avis des consommateurs et reste la procédure la plus fiable car elle porte sur l'ensemble des caractéristiques structurelles des pâtes cuites.



*Références
bibliographiques*

References bibliographiques

1. **Abecassis J. (1991)**. La mouture de blé dur. In Godon b. Biotransformation des produits céréaliers. Apria/inra. Lavoisier tec et doc. Paris. 221p.
2. **Abecassis J. (1993)**. Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. Industries des céréales. Pp 25
3. **Abecassis J. (2011)**. Innovations pour améliorer la qualité des productions et des produits céréaliers. UMR-IATE Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes INRA, CIRAD, SUPAGRO, UM II Montpellier, France. Pp9-14.
4. **Abecassis j., Abbou R., Chaurand M., Morel M.H., Vernoux P. (1994)**. Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature and pressure in the extruder and on pasta quality. Cereal chemistry.vol 71. N°3. Pp 247-253.
5. **AFNOR. (1991)**. Contrôle de la qualité des produits alimentaires. Céréales et produits céréaliers. ISBN paris. Pp 360.
6. **Ait-slimane-ait-kaki S. (2008)**. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en algérie [en ligne]. Thèse de doctorat. Université badji mokhtar annaba. Pp 58.
7. **Anonyme 1. (1997)**. Arrêté interministériel. Dans le JO de la république algérienne. N°55
8. **Anonyme2. (2015)**. Lois et décrets arrêtés, décisions, avis, communications et annonces. Dans le JO de la république algérienne. N°3
9. **Anonyme3. (2013)**. Lois et décrets arrêtés, décisions, avis, communications et annonces. Dans le JO de la république algérienne. N°35
10. **Bajji M. (1999)**. Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés in vitro [en ligne]. Thèse de doctorat. Univ Louvain.Pp 16
11. **Bar C. (1995)**. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux . ITEC paris. Pp 253.
12. **Benchikh C (2015)**. Valorisation de la qualité des variétés locales de blé dur cultivées en région semi-aride[en ligne]. Thèse de magistère. Université hadj lakhdar Batna. Pp 38.
13. **Besançon. (2010)**. Les paramètres chimiques de l'eau. Cpepesc. Pp 20.
14. **Bloksma A.H. (1990)**. Dough structure, dough rheology and baking quality. Cereal foods world. Vol 35. Pp 237-244
15. **Boudchicha R.H. (2009)**. variation des sous unités gluténines de haut poids moléculaire chez les espèces aegilops de la section sitopsis[en ligne]. Thèse de magistère. Université mentouri Constantine. Pp 32
16. **Boudreau A et Ménard G. (1992)**. Le blé: éléments fondamentaux et transformation. Presses de l'université Laval. Pp 196 - 201. Livre
17. **Bourges H., Brand-miller J., Cannella C., Foreyt J., Ghirlanda G., Giacosa A., Dun gifford K., Hheseker h., Jenkin., Kendall C., Lairon D., Logroscino G., Pelkman C., Riccardi G., Yildiz F. (2009)**. Des pâtes pour tous pour le palais pour la santé pour la commodité. IPO. Pp 2.
18. **Calvel R. (1984)**. La boulangerie moderne. Editions EYROLLES 10 ème Édition Paris. Pp 460 p.
19. **Chung O.K. (1986)**. Lipid-protein interactions in wheat flour dough, gluten and protein fractions. Cereal foods world31. Pp 242-256

References bibliographiques

- 20. Codex Stan 178. (1991).** Norme Codex Pour La Semoule Et La Farine De Blé Dur. Codex Stan. Pp 03
- 21. Dexter J.E et Edwards N.M. (1998).** Incidence des facteurs de classement fréquemment détectés sur l'aptitude technologique du blé dur. Commission canadienne des grains. Pp 10.
- 22. Dexter J.E et Mastuo R.R. (1978).** The effect of gluten protein fractions on pasta dough rheology and spaghetti-making quality. *Cereal Chemistry* 55. Pp 44-57.
- 23. Dexter J.E., Mastuo R.R., Morgan B.S. (1983).** Spaghetti stickiness: some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics. *Journal food sci.* vol 48. Pp 1550
- 24. Dib A. (2003).** Aptitudes technologiques et culinaires de pâtes alimentaires enrichies au germe de blé[en ligne]. Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agroalimentaires constantine. Thèse de magistère. Pp 13
- 25. Dupin H., Cuq J.L., Malewiak M.I., Leynaud-rouaud C., Berthier A.M. (1992).** Alimentation et nutrition humaines.ESF. Pp 932
- 26. Duranti M. (2006).** Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia.* Vol 77. N°2. Pp 67-82.
- 27. Edwards N.M., Mulvaney S.J., Scanlon M.G., Dexter J.E. (2003).** Role of gluten and its components determining durum semolina dough viscoelastic properties. *Cereal Chemistry* 80. Pp755-763.
- 28. F.A.O. (1995).** Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur. codex stan. Pp 178
- 29. Feille P. (2000a).**le grain de blé: composition et utilisation. Inra. Pp 72
- 30. Feillet P. (2000b).** Le grain de blé : composition et utilisation. Institut national de la recherche agronomique. Inra. Pp 195- 308
- 31. Feillet P., Autran J.C., Icard-vernière C. (2000).** Bases biochimiques du brunissement des pâtes alimentaires. Ciheam. Pp 431
- 32. Feinberg M., Favier J.C., Irland-ripert J. (1991).** Répertoire général des aliments. Lavoisier paris. Pp 28.
- 33. Filloux A.M. (2012).** Pâtes alimentaires : les étapes clés à maîtriser. *Enilia ensmic. Revue des ENIL* n°320. Pp 22
- 34. Godon B et Willm C. (1991).** Les industries de première transformation des céréales. Technique et documentation –lavoisier. Pp 10.
- 35. Grant L. A., Dick J. W., Shelton D. R. (1993).** Effects of drying temperature, starch damage, sprouting, and additives on spaghetti quality characteristics. *Cereal Chem.* 70. Pp 676-684.
- 36. Hanif M., Khan Khattak M., Rahman M., Sheikh S S., Hafizullah., Khan S., Saeed M., Khan A., Saqlain M. (2014).** Impact Of Type And Particle Size On The Protein Contents In Wheat Flour. Vol 33. N° 3. Pp 107-109
- 37. Hung P.V., Yamamori M., Morita N. (2005).** Formation of enzyme-resistant starch in bread as affected by high amylase wheat flours substitutions. *Cereal chemistry*82. Pp 690-694.
- 38. Kiger J.L et Kiger J.G. (1967).** Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime. Duno paris. Pp 676
- 39. Laty D et Mallet J.B. (2002).** Le Régime des pâtes. Odile Jacob. Pp 149

References bibliographiques

- 40. Mastuo R.R., Dexter J.E., Boudreau A., Daun J.K. (1986).** The role of lipids in determining spaghetti cooking quality. *Cereal chemistry* 63. Pp 484-489.
- 41. Micard V. (2013).** Nouveaux aliments ordinaires: l'exemple des pâtes aux légumineuses. EAPN. Pp 01.
- 42. Nasehi B., Jooyandeh H., Nasehi R. (2011).** Quality attributes of soy-pasta during storage period. *Pakistan journal of nutrition*. Vol10. N°4. Pp 307-312
- 43. Niculae E L. (2014).** Recherches concernant la relation entre la teneur en protéines du grain et des markers morpho-physiologiques et biochimiques du blé[en ligne]. Thèse de doctorat. Université de l'agriculture et de médecine vétérinaire bucarest. Pp 01
- 44. Petitot M., (2009).** Pâtes alimentaires enrichies en légumineuse. Structuration des constituants au cours du procédé : impact sur la qualité culinaire et les propriétés nutritionnelles des pâtes[en ligne]. Thèse de doctorat en sciences agronomiques de montpellier. 246 p
- 45. Québec Amérique. (1999).** Le guide des aliments. Les éditions québec Amérique inc. Pp 92
- 46. Québec Amérique. (2008).** La mini-encyclopédie des aliments. Les Editions Québec Amérique INC. Pp319.
- 47. Rodier J., Legube B., Merlet N., Brunet R. (2009).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod. Pp 79 - 118
- 48. Simões Iarraz ferreira M. (2011).** Dynamique d'assemblage des protéines de réserve et du remplissage du grain de blé dur[en ligne]. Thèse de doctorat. Montpellier sup agro. Pp24
- 49. Sissons M J., Egan N E., Gianibelli m C. (2005) .** New insights into the role of gluten on durum pasta quality using reconstitution method. *Cereal Chemistry* 82. Pp 601-608.
- 50. Sissons M J., Soh H N., Turner M A. (2007).** Role of gluten and its components in influencing durum wheat dough properties and spaghetti cooking quality. *Journal of the science of food and agriculture* 87. Pp 1874 - 1885
- 51. Sissons M. (2008).** Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Food. Global science books*. Vol 2. N° 2. Pp 75- 90.
- (1) Site officielle de GIPATES. <http://www.gipates.dz/presentation.html>. consulté le 03-01-2016
- 52. Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M., Zid E.D. (2005).** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*. Vol 16. N° 3. Pp 220
- 53. Soh H.N., Sissons M.J., Turner M.A. (2006).** Effect of starch granule size distribution and elevated amylase content on durum dough rheology and spaghetti cooking quality. *Cereal chemistry* 83. Pp 513-519.
- 54. Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. (1994).** La composition des aliments : tableaux des valeurs nutritives. Medpharm scientific publishers germany. Pp 1091
- 55. Voiland S. (2013).** Les pâtes alimentaires. Soubry SA. Pp 21
- 56. Wrigley C., Békes f., Bushuk W. (2006).** Gliadin and glutenin: the unique balance of wheat quality (1st edn). AACC international, mn. Pp 3-32

Annexe 01

Produits, Réactifs et Matériels

I. Produits et réactifs

Ethanol à 95% (v/v)

Acide sulfurique concentré

Sulfate de potassium

Sulfate de cuivre

H_2SO_4 0.1N

- 1ml Acide sulfurique concentré
- 500ml Eau distillée

Acide borique

- 40g Acide borique
- 1000ml Eau distillée

Hydroxyde de sodium (NAOH)

- 200g Hydroxyde de sodium
- 500L Eau distillée

Hydroxyde de sodium (NAOH) a 0.05 N :

- 2g Hydroxyde de sodium
- 1L Eau distillée

Solution NaCl à 2 % :

- 20g Chlorure de sodium
- 1L Eau distillée

Acide chlorhydrique de 0.02 N :

- 0.41ml d' HCl
- 250 ml Eau distillée

Solution de sel di sodique de l'acide éthylène-diamine-tétracétique (EDTA) :

- 3.725g de sel di sodique de l'acide éthylène-diamine-tétracétique
- 1L eau distillée

Solution tampon PH 10 :

- 67.5g Chlorure d'ammonium (NH_4Cl)
- 570ml Ammoniaque (d =0.925)
- 1L Eau distillée
- Conserver la solution dans un flacon de polyéthylène

- Vérifier le pH qui doit être égale a 10 sur une dilution au 1/10 de la solution avec de l'eau distillée

Indicateurs colorées

Solution de Phénol phtaléine :

- 0.1g de Phénol phtaléine
- 10ml d'alcool céatique

Solution de Méthyle d'orange :

- 0.5g de Méthyle d'orange
- 100ml eau distillée

Le noir d'érichrome 0.5% :

- 0.5g sel de sodium de l'acide [(hydroxy-1-naphtylazo-2)nitro-6-naphtol-2-sulfonique-4]
- 100ml eau distillée

II. Matériels



Burette graduée



Flote Jaugée



Flacon



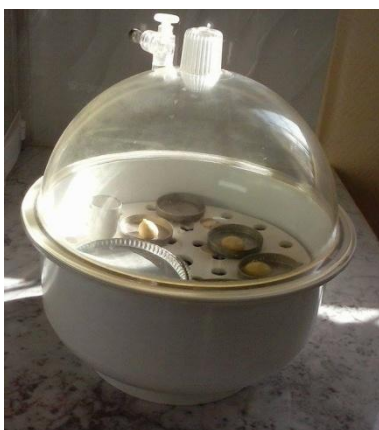
Balance analytique



Tamiseur



Epruvette graduée



Désiccateur



pH et conductimètre



Humidimètre



Four a moufle



Etuve



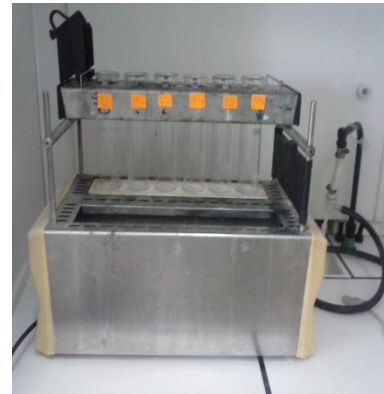
Broyeur



Agitateur



Distillateur



Matras de KJELDHAL



Pipette graduée



Mortier et pilon



Becher

Annexe 02 : Bulletin d'analyses

I. Bulletins d'analyses de la semoule

➤ Bulletin d'analyse de l'humidité

Echantillons	Humidité%
1	13,68 ± 0.29
2	12,96 ± 0.29
3	13,01 ± 0.29
4	13,1 ± 0.29
5	13,68 ± 0.29
6	13,91 ± 0.29
7	13,46 ± 0.29
8	13,54 ± 0.29
9	13,57 ± 0.29
10	13,34 ± 0.29
11	13,55 ± 0.29
12	13,67 ± 0.29
13	14 ± 0.29
14	13,54± 0.29
15	13,96 ± 0.29
16	13,62 ± 0.29
17	13,26 ± 0.29
18	13,24 ± 0.29
19	13,45 ± 0.29
20	13,83 ± 0.29

➤ Bulletin d'analyse du taux de cendre

Echantillons	taux de cendre
1	0,69 ± 0.11
2	0,84 ± 0.11
3	0,76 ± 0.11
4	0,73 ± 0.11
5	0,69 ± 0.11
6	0,85 ± 0.11
7	0,76 ± 0.11
8	0,85 ± 0.11
9	0,84 ± 0.11
10	0,97 ± 0.11
11	1,04 ± 0.11
12	1,02 ± 0.11
13	0,83 ± 0.11
14	0,95 ± 0.11

15	0,98 ± 0.11
16	0,94 ± 0.11
17	0,97 ± 0.11
18	0,95 ± 0.11
19	0,94 ± 0.11
20	1,01 ± 0.11

➤ **Bulletin d'analyse du gluten sec**

Echantillons	taux du gluten sec (% par rapport à MS)
1	13,68 ± 0.29
2	12,96 ± 0.29
3	13,01 ± 0.29
4	13,1 ± 0.29
5	13,68 ± 0.29
6	13,91 ± 0.29
7	13,46 ± 0.29
8	13,54 ± 0.29
9	13,57 ± 0.29
10	13,34 ± 0.29
11	13,55 ± 0.29
12	13,67 ± 0.29
13	14 ± 0.29
14	13,54 ± 0.29
15	13,96 ± 0.29
16	13,62 ± 0.29
17	13,26 ± 0.29
18	13,24 ± 0.29
19	13,45 ± 0.29
20	13,83 ± 0.29

➤ **Bulletin d'analyse de l'acidité grasse**

Echantillons	Acidité grasse %
1	0,02 ± 0.01
2	0,02 ± 0.01
3	0,03 ± 0.01
4	0,05 ± 0.01
5	0,01 ± 0.01
6	0,04 ± 0.01
7	0,02 ± 0.01
8	0,02 ± 0.01
9	0,03 ± 0.01
10	0,03 ± 0.01
11	0,01 ± 0.01
12	0,04 ± 0.01
13	0,03 ± 0.01
14	0,02 ± 0.01
15	0,05 ± 0.01
16	0,04 ± 0.01
17	0,01 ± 0.01
18	0,03 ± 0.01
19	0,02 ± 0.01
20	0,02 ± 0.01

➤ **Bulletin d'analyse de la granulométrie**

Tamis	630 µm refus	500 µm refus	450 µm refus	355 µm refus	250 µm refus	140 µm refus	140 µm extra
1	0	0	2,856	11,215	49,057	34,205	2,075
2	0	0	1,931	9,6	52,046	33,961	2,075
3	0	0	2,028	10,874	53,235	31,358	2,054
4	0	0	2,142	10,741	50,211	33,76	2,386
5	0	0	1,602	10,014	54,211	30,376	3,694
6	0	0	0,249	9,229	42,104	43,375	4,046
7	0	0	0,286	9,4	41,59	42,89	4,792
8	0	0	0,206	8,088	49,859	38,293	2,654

ANNEXES

9	0	0	0,32	8,62	41,949	45,7	3,854
10	0	0	0,225	8,31	45,23	41,632	2,841
11	0	0	1,003	3,157	37,681	48,484	8,351
12	0	0	1,584	4,266	42,317	43,481	7,625
13	0	0	0	2,038	42,391	44,982	8,934
14	0	0	0	1,419	36,488	52,077	9,029
15	0	0	0	0,935	41,057	44,046	12,97
16	0	0	0	11,2	36,9	45,5	5,52
17	0	0	0	12,8	40,22	42,12	4,222
18	0	0	0	11,91	41,81	41,41	4,22
19	0	0	0	11,11	48,7	36,05	3,66

➤ Bulletin d'analyse des protéines

Echantillons	Protéines %
1	10,16 ± 0.73
2	11,03 ± 0.73
3	10,15 ± 0.73
4	8,96 ± 0.73
5	10,72 ± 0.73
6	9,71 ± 0.73

II .Bulletins d'analyses de l'eau

➤ Bulletin d'analyse de la dureté

Echantillons	Bâche après traitement de chaudière	Bâche après traitement de production
1	0,2 ± 0.58	0 ± 1.43
2	0 ± 0.58	0 ± 1.43
3	0,4 ± 0.58	0 ± 1.43
4	0 ± 0.58	4 ± 1.43
5	0,2 ± 0.58	5,2 ± 1.43
6	0 ± 0.58	0 ± 1.43
7	0 ± 0.58	0 ± 1.43
8	0 ± 0.58	0 ± 1.43
9	0 ± 0.58	0,8 ± 1.43
10	0,2 ± 0.58	0 ± 1.43
11	0,4 ± 0.58	0,3 ± 1.43
12	0,4 ± 0.58	0,3 ± 1.43
13	0,6 ± 0.58	0,2 ± 1.43

14	2,3 ± 0.58	0,2 ± 1.43
15	0,3 ± 0.58	0,9 ± 1.43
16	0 ± 0.58	0 ± 1.43
17	0 ± 0.58	0 ± 1.43
18	0 ± 0.58	0 ± 1.43
19	0 ± 0.58	0 ± 1.43

III. Bulletins d'analyses des pâtes

➤ Bulletin d'analyse de l'Humidité

Echantillons	Humidité %	Humidité %	Humidité %
1	16,35 ± 1.10	11,7 ± 0.48	11,98 ± 0.52
2	15,75	12,27 ± 0.48	12,38 ± 0.52
3	15,19 ± 1.10	12,3 ± 0.48	11,38 ± 0.52
4	14,3 ± 1.10	12,17 ± 0.48	11,73 ± 0.52
5	14,9 ± 1.10	11,71 ± 0.48	11,89 ± 0.52
6	16,21 ± 1.10	11,7 ± 0.48	11,72 ± 0.52
7	16,14 ± 1.10	11,55 ± 0.48	12,11 ± 0.52
8	14,48 ± 1.10	11,86 ± 0.48	12,65 ± 0.52
9	16,51 ± 1.10	11,79 ± 0.48	11,46 ± 0.52
10	15,75 ± 1.10	11,59 ± 0.48	12,43 ± 0.52
11	16,85 ± 1.10	12,95 ± 0.48	12,9 ± 0.52
12	16,42 ± 1.10	12,23 ± 0.48	12,02 ± 0.52
13	16,28 ± 1.10	12,04 ± 0.48	12,41 ± 0.52
14	12,21 ± 1.10	12,38 ± 0.48	12,21 ± 0.52
15	15,31 ± 1.10	11,86 ± 0.48	11,16 ± 0.52
16	15,28 ± 1.10	10,96 ± 0.48	11,3 ± 0.52
17	14,87 ± 1.10	11,12 ± 0.48	11,24 ± 0.52
18	13,77 ± 1.10	10,93 ± 0.48	10,99 ± 0.52
19	14,25 ± 1.10	11,38 ± 0.48	11,08 ± 0.52
20	14,11 ± 1.10	11,5 ± 0.48	11,97 ± 0.52
21	15,18 ± 1.10	11,41 ± 0.48	11,66 ± 0.52
22	15,7 ± 1.10	11,56 ± 0.48	11,85 ± 0.52

➤ **Bulletin d'analyse des protéines**

Echantillons	protéine %
1	9,27 ± 0.71
2	10,42 ± 0.71
3	9,96 ± 0.71
4	10,12 ± 0.71
5	10,1 ± 0.71
6	8,18 ± 0.71
7	10,12 ± 0.71
8	9,19 ± 0.71
9	10,16 ± 0.71
10	8,98 ± 0.71

Annexe 03

La réglementation Algérienne

Arrêté interministériel du 18 Moharram 1418 correspondant au 25 mai 1997 relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage.

ARTICLE 1 : En application de l'article 1er du décret exécutif n° 65-92 du 12 février 1992 susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer les spécifications techniques des semoules de blé dur, ainsi que les modalités de leur étiquetage.

ARTICLE 2 : La semoule de blé dur est le produit obtenu à partir de grains de blé dur, nettoyés et industriellement purs.

Outre les caractéristiques fixées aux articles 3 et 4 ci-dessous, les semoules de blé dur doivent présenter les caractéristiques spécifiques de blé dur (*Triticum durum*).

ARTICLE 3 : Les semoules de blé dur mises à la consommation sont classées comme suit :

- semoule supérieure de blé dur;
- semoule courante de blé dur première;
- semoule courante de blé dur deuxième.

ARTICLE 4 : Les spécifications techniques des semoules de blé dur mises à la consommation sont définies comme suit :

NOM DU PRODUIT	TAUX DE CENDRES RAPPORTES A LA MATIERE SECHE	TAUX D'ACIDITES EXPRIMES EN ACIDE SULFURIQUE	HUMIDITE MAXIMUM
Semoule supérieure de blé dur tolérance 0,02	0,90 % maximum	0,055 MS maximum	14,5 % MS
Semoule courante de blé dur première tolérance 0,02	1,20 % maximum	0,065 MS maximum	14,5 % MS
Semoule courante de blé dur deuxième tolérance 0,3	1,30 % maximum	0,080 MS maximum	14,5 % MS

Le taux d'acidité des semoules est exprimé en gramme d'acide sulfurique ramené à 100 grammes de matière sèche.

ARTICLE 5 : La semoule supérieure de blé dur «Grosse» doit présenter un taux de cendres de 1,00 % avec une tolérance de 0,02.

Résumé

La présente étude vise le contrôle de la qualité des pâtes alimentaires de SARL-GIPATES Bordj Bou Arreridj par différents analyses physico-chimiques de la matière première (semoule, eau) suivi d'un dosage de protéines des produits afin de confirmer la qualité nutritionnelle du produit.

Les analyses ont montré que l'ensemble des paramètres étudiés à savoir le taux de cendre (semoule), la teneur en gluten sec et l'humidité de la semoule, certaine stabilité et leur conformité par rapport aux normes. Cependant, les dosages des protéines de la semoule et de la pâte ont montré des teneurs faibles.

Ceci est probablement dû soit à la qualité de la semoule utilisée pour la fabrication des pâtes soit due à la non maîtrise du diagramme de séchage.

Mot clés : semoule, pâtes alimentaires, analyses physicochimiques, protéines.

Abstract

This study monitoring the quality of GIPATE Bordj Bou Arreridj pasta by different physico-chemical analysis of the first material (semolina, water) followed by a protein dosage in order to confirm its nutritional quality.

The analysis of all studied parameters such as the ash content, the dry and wet gluten have shown their stability and their conformance with the given standards.

However, the dosages of proteins of both semolina and pasta have shown low levels.

This is probably due either to the quality of the used semolina for the manufacturing pasta or it is due to the uncontrolled drying diagram.

Key words: semolina, pasta, proteins, physico-chemical analysis.

المخلص:

هذه الدراسة تهدف إلى مراقبة النوعية الغذائية لعجائن مؤسسة GIPATES ببرج بوعريريج من خلال عدة تحاليل فيزيو كيميائية للمادة الأولية (الدقيق، الماء) متنوعة بمعايرة نسبة البروتينات من اجل إثبات القيمة الغذائية للمنتج.

بينت التحاليل أن مجموع المعايير المدروسة منها كمية العناصر المعدنية، نسبة الغلوتين و نسبة الرطوبة في الدقيق، مستقرة ومطابقة للمعايير المفروضة. بينما أثبتت أن نسبة البروتينات في المنتج ضعيفة نسبياً.

هذا يعود إما إلى نوعية الدقيق المستعمل إما إلى عدم التحكم في عملية التجفيف.

الكلمات المفتاحية: الدقيق، العجائن الغذائية، التحاليل الفيزيو كيميائية، البروتينات.