

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences Alimentaires
Spécialité : Technologie Agro-alimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

BETRAOUI Thoria nour el houda & ACHOUR Djamilia

Thème

Elaboration d'une pâte alimentaire à base de blé dur complet

Soutenu le : 30/09/2020

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme SAYAH.S

MAB.

Univ. de Bouira

Présidente

Mr KHERRAZ.K

MAA.

Univ. de Bouira

Examineur

Mme AMMOUCHE.Z

MAB.

Univ. de Bouira

Promotrice

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Allah, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Notre respect le plus profond s'adresse à la présidente de jury Pr. SAYAH.S pour avoir accepté de présider le jury de notre modeste travail. Que vous soyez assurée de nos entières reconnaissances.

Nos sincères remerciements vont également à l'examineur : Mr KHERRAZ.K.

Nous vous remercions vivement de nous faire l'honneur de consacrer une partie de votre temps précieux pour examiner ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer toutes nos reconnaissances et nos gratitudes à notre promotrice Mme AMMOUCHE Z.

Vous nous avez fait le très grand honneur de diriger ce travail et de nous guider tout au long de son élaboration.

Nous sommes reconnaissantes pour votre appui, disponibilité, vos critiques et du respect que vous nous avez témoigné durant tout ce temps.

Veillez trouver ici le témoignage de nos remerciements les plus sincères.

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: Grain de blé dur.....	03
Figure 2: Diagramme du procédé de la première transformation de blé dur.....	12
Figure 3: Technique de détermination de la granulométrie (Planchister).....	18
Figure 4: Méthode de la détermination de l'humidité de la semoule.....	19
Figure 5: Détermination de (TC) de la semoule.....	20
Figure 6: Diagramme de la fabrication des pâtes	21
Figure 7: Pétrissage manuel.....	22
Figure 8: Mise en forme de la pâte	22
Figure 9: Séchage de la pâte	23
Figure 10: Détermination de l'humidité du produit fini.....	24
Figure 11: Test de cuisson des pâtes élaborées.....	25

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1: Evolution de la superficie, la production et le rendement de blé dur en Algérie (période: 2010- 2015)	04
Tableau 2: Distribution des glucides dans les fractions de blé (g/100 g).....	05
Tableau 3: Composition biochimique de la semoule.....	11
Tableau 4: Composition biochimique des pâtes alimentaires	14
Tableau 5: Granulométrie de la semoule utilisée	26
Tableau 6: Taux de cendre des semoules issues du blé dur complet.....	27

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation

CCLS : Coopérative de Céréales et de Légumes Secs.

FAO: Food and Agriculture Organization

GI: Gastro-Intestinaux

Hab: Habitant

ITGC: Institut Technique des Grandes Cultures

JORADP: Journal Officiel de La République Algérienne Démocratique et Populaire

NA: Norme Algérienne

NF: Normes Françaises

SEF: Semoule Extra Fine

SSSE (3SE): Semoule Sassée Super Extra

SSSF (3SF): Semoule Sassée Super Fine

TC: Taux de Cendre

TOC: Temps Optimal de Cuisson

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I-1-Généralités sur blé dur	03
1-1-Définition	03
1-2- Production et consommation.....	03
1-3- Composition biochimique de blé dur.....	04
3-1- Glucides	04
3-2-Protéines	06
3-3-Lipides.....	08
3-4-Minéraux et vitamines	08
1-4- Intérêts nutritionnels de blé dur.....	08
1-5- Transit gastro-intestinal.....	09
I-2-Semoule	10
2-1-Définition.....	10
2-2- Composition biochimique de la semoule.....	10
2-3-Transformation de blé dur en semoule.....	12
I-3- Pâtes alimentaires	13
3-1-Définition.....	13
3-2-Composition biochimique des pâtes	13
3-3-Etapes de fabrication des pâtes alimentaires.....	15
3-3-1- Mouture du blé.....	15
3-3-2- Malaxage.....	15
3-3-3- Séchage.....	15
3-3-4- Conditionnement.....	16
Chapitre II : Matériel et méthodes	
II -1- Origine et préparation du matériel	17
1-1- Origine du matériel végétal	17
1-2- Préparation des semoules.....	17
II-2-Paramètres de qualité de la matière première (la semoule)	17

Sommaire

2-1-Mesure de la granulation	17
2-2-Humidité (teneur en eau).....	18
2-3-Taux de cendre.....	19
II-3-Paramètres de qualité des pâtes alimentaires	21
3-1- Fabrication des pâtes alimentaires	21
3-2-Appréciation de la qualité du produit fini.....	23
3-2-1-Humidité de produit fini	23
II-4-Qualité culinaire du produit fini	24
4-1-Le temps de cuisson, consiste à déterminer.....	24
4-2-Etat de l'eau	25
4-3-Consistance de la pâte	25

Chapitre III : Résultats et discussion

III-1- Résultats des paramètres de qualité de la matière première.....	26
1-1-Granulation.....	26
1-2-Humidité.....	26
1-3-Taux de cendre (TC)	27
III-2- Paramètres de qualité du produit fini.....	27
2-1-Humidité.....	28
2-2- Test de cuisson.....	28
Conclusion générale	30
Références bibliographiques.....	32

Annexes

Introduction

Introduction

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source dans la nutrition humaine et animale, leur production arrive jusqu'à deux milliards de tonnes, en Algérie les produits céréaliers, dont le blé, occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Le blé dur est l'une des denrées alimentaires la plus largement cultivée dans la région méditerranéenne et elle est la source principale de la semoule pour la production des pâtes alimentaires, couscous industriel, à cet égard l'Algérie importe actuellement environ 5.5 millions de tonnes du blé dur pour répondre à la demande, qui représente 60% des besoins nationaux. Environ 40% de la demande de produits de blé dur est importée sous forme de semoule (KELLOU, 2008).

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, les industriels ont pris l'habitude de raffiner les céréales. Une technique qui consiste à retirer l'enveloppe du grain, lieu de concentration des nutriments. Le raffinage s'effectue par principe d'abrasion et retire en même temps ou la couleur brune au grain, la couleur du son en retirant toutes les substances actives de la graine (fibres, minéraux, magnésium, vitamines), elle devient plus facile à stocker et se conserve mieux (DJERMOUN, 2009).

Actuellement, les populations n'ont plus besoin de stocker en masse pour prévenir les famines, en enlevant tous les oligo-éléments, les vitamines et les fibres que contiennent les céréales, elles se retrouvent appauvries et perdent de leur valeur nutritionnelle. Aussi l'organisme a besoin de ces fibres et vitamines pour assimiler plus facilement ses graines. C'est dans ce cadre que les produits issus du blé complet sont fabriqués. Ces derniers contiennent l'ensemble des composantes du **grain de blé** : à savoir le **germe**, le **son** et la **graine**.

Le grain de blé entier et les produits à base de blé complet contiennent des quantités intéressantes en fibres alimentaires. Le blé contient majoritairement des fibres insolubles; celles-ci représentent 75 % du contenu en fibres alimentaires du germe, et plus de 90 % dans le cas du son. Le principal effet des fibres insolubles est de maintenir une fonction intestinale adéquate (SLAMA *et al.*, 2005).

Introduction

Les fibres alimentaires sont les parties comestibles d'un aliment qui ne peuvent pas être digérées ou absorbées dans l'intestin grêle et moins partiellement dans le gros intestin, bien que peu caloriques et capitales pour notre système digestif, depuis les recommandations officielles (AFSSA) sont d'augmenter de 50% la consommation de fibres alimentaires issues des fruits, des légumes et des céréales complètes (**FREDOT, 2012**).

Le transit intestinal décrit le passage des aliments dans les voies intestinales. A la sortie de l'estomac, les aliments forment une sorte de bouillie appelée chyme qui passe le pylore pour entrer dans le duodénum. La digestion chimique se poursuit dans l'intestin grâce aux sucs biliaires, pancréatiques et intestinaux. Le bol alimentaire poursuit sa progression grâce aux contractions péristaltiques intestinales. En même temps, l'absorption des nutriments se fait au niveau de la muqueuse intestinale, à la fin du transit intestinal restent les parties qui n'ont pas été assimilées par l'organisme (**FOSTER – POWELL et al., 2002**).

Depuis longtemps, les médecins savent que les fibres issues des céréales complètes ont un effet régulateur sur le transit intestinal grâce à leur pouvoir d'absorption et de rétention de l'eau très important. Comme les fibres préviennent les problèmes de constipation et stimulent la croissance de bonnes bactéries intestinales (microbiote) (**PETITOT et al., 2009**).

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. La pâte alimentaire complète 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, notamment que sa teneur en fibre est deux fois plus importante que celle la pâte classique (**FOSTER –POWELL et al., 2002**).

Dans la présente étude, nous allons aboutir à la fabrication d'une pâte alimentaire à base de blé dur complet, destinée aux malades qui souffrent des problèmes de constipation et des transits intestinaux.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

I-1-Généralités sur le blé dur

1-1-Définition

Le blé dur (*Triticum durum Desf*) est une variété de blé connue pour son grain dur et vitreux (**fig.1**). Cultivée depuis la préhistoire, cette céréale constitue la première ressource en alimentation humaine et la première source en protéines , elle est aussi riche en gluten (**CODEX ALIMENTARIUS, 2007**).

Le blé dur est utilisé en industrie dans la fabrication des pâtes alimentaires, couscous, galettes et certains pains traditionnels. Il est à la fois plastifiable et panifiable (**CALVEL, 1984**).



Figure 1 : Grain de blé dur (**Originale**).

1-2- Production et consommation

L'Algérie est classée parmi les pays producteurs de céréales. Le blé dur occupe une place très importante vu la superficie consacrée (**CADI et al., 2000**).

La production de blé dur couvre 60 à 70 % des besoins de la population. L'industrie céréalière algérienne est très portée sur la production de semoule destinée à la fabrication des pâtes alimentaires (**CADI , 2005**).

Tableau n° 1: Evolution de la superficie, la production et le rendement de blé dur en Algérie (période: 2010- 2015) (MADR, 2017).

Année	Superficie (ha)	Production (q)	Rendement (q/ha)
2010	1.181.774	20.385.000	17,2
2011	1.230.414	21.957.900	17,8
2012	1.342.881	24.071.180	17,9
2013	1.180.332	23.323.694	19,8
2014	1.182.127	18.443.334	15,6
2015	1.314.014	20,199.390	16,0

La consommation de blé dur en Algérie évolue à la hausse en raison de sa disponibilité. En effet elle était de 89kg/hab/an en 2013, elle a augmenté à 94g/hab/an soit une hausse de plus de 5 %. Il est constaté également que les disponibilités fournis par la production local chutent au fil des années, puisqu'elles sont passées de 69 % en 2013 à 52 % en 2016 (ITGC, 2018).

1-3-Composition biochimique de blé dur

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70 %), de protéines (10 à 15 %) et d'autres constituants (lipides, cellulose, sucres libres, minéraux et vitamines) pondéralement mineurs (quelques pourcentages seulement) (FEILLET , 2000).

La qualité du blé est influencée par chacun des constituants du grain qui joue un rôle seul ou en interaction avec d'autres constituants dans l'expression de la qualité (FEILLET , 2000).

1-3-1- Glucides

La fraction importante des glucides est représentée par l'amidon environ 60 à 70 % de la matière sèche du grain ainsi que d'autre pentoses et matières cellulosiques concentrées dans les enveloppes (PATRICK , 2006).

Tableau n°2 : Distribution des glucides dans les fractions de blé dur (g/100 g)

(DUNFORD, 2012).

Glucides	Albumen	Germe	Enveloppes
Amidon	95.8	31.5	14.1
Sucres	1.5	36.4	7.6
Cellulose	0.3	16.8	35.2
Hémicellulose	2.4	15.3	43.1

➤ **Amidon**

Selon (FEILLET, 2000) , l'amidon est un constituant majeur des céréales. Il est constitué de l'amylose (28%) et de l'amylopectine (72 %). Grâce à leur richesse en amidon, les céréales sont une source très importante d'énergie. L'amidon joue aussi un rôle non négligeable dans la panification puisqu'il assure la dilution du gluten, fixe l'eau et constitue une source de sucres fermentescibles, ce glucide se concentre en grande quantité dans l'albumen et peut être atteindre 82% de la matière sèche de la farine ou de la semoule (BOURDREAU, 1992).

➤ **Fibres**

L'écorce du blé dur est très riche en fibres, lignine, cellulose et hémicellulose, d'où l'intérêt diététique des pains et pâtes alimentaires issus de farine et de semoule complètes, du son et des pains au son (VIERLING, 1999).

Les fibres présentent un grand intérêt dans la régulation du transit intestinal ainsi que la prévention du cancer du colon , la cellulose est le principal diholoside rentrant dans la structure des végétaux (CHEFTEL, 1984). La teneur en cellulose dans les grains de blé est de 2.5% (SCHLENBERGER, 1964).

Le son de blé est constitué par l'ensemble des enveloppes du grain de blé dans lesquelles les fibres sont concentrées. Ce sont ces teneurs élevées en cellulose et hémicellulose. La présence de lignine et d'autres composées phénoliques qui donnent au son ses propriétés de fibres alimentaires qui peuvent fermenter dans le colon mais capable de

retenir l'eau. En effet, la capacité d'adsorption d'eau du son de blé peut aller jusqu'à 300% (ALAIS *et al.*, 2008).

➤ Sucres simples

Les sucres simples sont solubles dans l'alcool et représentés par le glucose, le fructose, le saccharose, le maltose et le raffinose (FREDOT, 2012).

➤ Pentosanes

Les pentosanes se concentrent dans les parois cellulaires de l'albumen de blé (plus de 70%). Ceux sont des polysaccharides non amylacés constitutifs des parois végétales. Dans les solutions, ils sont liés par des liaisons covalentes. Ils participent dans les réactions de gélatinisation au cours de la cuisson de la pâte (BOUDREAU et MENARD, 1992). Ils sont très étudiés vu leur rôle principale dans les propriétés rhéologiques de la pâte en influençant la couleur jaune des pâtes alimentaires, ils agissent aussi comme agent de liaison de l'eau au cours du pétrissage et contribuent à l'augmentation du volume du pain (BOUDREAU *et al.*, 1992).

1-3-2-Protéines

Le grain de blé dur est constitué d'environ 12 % de protéines localisées dans l'albumen et la couche à aleurone. Les gliadines et les glutamines représentent 80 à 95 % des protéines insolubles du blé et forment ensemble le gluten ; le reste est constitué par des protéines solubles telles ; l'albumine et les globulines sont responsables de la qualité des pâtes alimentaires (VIERLING, 2008).

➤ Protéines de réserve

Les gliadines et les gluténines sont les protéines de réserve du grain de blé, elles sont stockées dans l'albumen et couvrent 80 à 90% des protéines totales (FEILLET, 2000).

Le gluten, complexe viscoélastique, responsable de la qualité du blé (DAMIDAUX, 1978 ; POPINEAU, 1985).

Le gluten obtenu après lixiviation saline d'un pâton préalablement formé (DACOSTA, 1986).

Le gluten contient 75 à 85 % de protéines, 5 à 7% de lipides et glucides, 5 à 10% du poids sec de la farine (**POPINEAU, 1985**).

L'élasticité et la ténacité du gluten sont généralement des propriétés attribuées à la présence des gluténines, alors que la viscosité est associée à celle des gliadines (**BENMOUSSA , 1999**).

- **Gliadines**

Egalement appelées prolamine du blé dur , constituent 30 à 40 % des protéines totaux (**FEILLET, 2000**). Ce sont des protéines solubles dans l'éthanol aqueux à 70 % et ont un poids moléculaire qui varie de 30 000 à 80 000 Da (**ALAIS *et al.*, 2003**). Elles se concentrent surtout dans l'amande ou endosperme du grain de blé qui confèrent au gluten ses propriétés viscoélastiques (**MOROT GAUDRY,1997**). Elles sont riches en proline et en acide glutamique, comme elles donnent une masse extensible, molle et de faible élasticité (**GODON, 1982**).

Il est généralement admis que les gliadines contrôlent les qualités viscoélastiques des pâtes, notamment l'extensibilité et le volume du pain (**DUBOIS, 1996**).

- **Gluténines**

Le gluténines représentent 40 à 50 % des protéines totales (**FEILLET, 2000**). Elles ont une teneur en lysine, glycine, fortement supérieure à celle des gliadines tandis que leur teneur en acide glutamique, en proline et en cystéine est faible , elles gouvernent la ténacité et l'élasticité, donc le développement de la pâte (**DUBOIS, 1996**).

- **Protéines de structure et de fonction**

Les protéines représentent environ 20% de protéines totales, elles sont constituées de 9 à 13% des albumines et de 6 à 8% des globulines. Elles sont solubles dans l'eau et dans les solutions salines. Elles représentent 15 à 20 % des protéines présentes dans la farine de blé. Ce groupe de protéines est très diversifié par ses propriétés physicochimiques. Elles participent à la formation du grain et à l'accumulation des réserves dans l'albumen (**VENSEL *et al.*, 2005**).

▪ Albumines

Les albumines constituent 9% des protéines totales et contiennent des glycoprotéines. La teneur en acides aminés des albumines est légèrement inférieure à celle des globulines. Elles renferment des teneurs élevées en acides glutamique et en tyrosine (**DACOSTA, 1986**).

▪ Globulines

Les globulines représentent 8 % des protéines totales. Elles contiennent des nucléoprotéines et comportent moins d'acide glutamique et de proline que d'arginine et de lysine qui est le facteur limitant du gluten du blé (**DACOSTA, 1986**).

1-3-3-Lipides

Les grains de blé dur présentent une faible teneur en lipides qui est d'environ 2,7 %. Certains sont libres (70%) et d'autres sont associés aux composants majeurs du blé (amidon et protéines) (environ 30% des lipides totaux) (**OUNANE *et al.*, 2006**).

Les lipides jouent un rôle d'émulsifiants et de producteurs de composés volatiles des pâtes en association avec le gluten et l'amidon lors du processus de pétrissage (**VIRLING, 2008**).

1-3-4-Minéraux et vitamines

Le blé présente une grande variation en minéraux soit de: (340mg/100g) de potassium, (400mg/100g) de phosphore, (45mg/100g) de calcium et environ (8mg/100g) de sodium (**FREDOT, 2005**).

La graine de blé est également riche en vitamines, notamment celles du groupe B (à l'exception de la vitamine B12) (**DJELTI, 2014**).

1-4- Intérêts nutritionnels de blé dur

La portion comestible du grain de blé comporte trois parties: la partie la plus importante est l'**endosperme**, elle se compose surtout d'amidon. Son enveloppe, le son, représente près de 15 % du poids du grain; il est riche en nutriments et surtout en fibres. Quant au **germe**, c'est l'embryon du grain; il représente moins de 3 % du poids du grain. Malgré sa très petite taille, le germe est la partie la plus riche en éléments nutritifs (**ANONYME, 2020**).

Le blé et les produits à base de blé contiennent des quantités intéressantes, mais variables, de fibres alimentaires. À titre d'exemple, une portion de 27 g de son de blé représente une excellente source de fibres, tandis que 27 g de germe de blé en est seulement une source.

Il est à noter que, pour les gens âgés de 29 ans à 50 ans, les apports quotidiens recommandés en fibres alimentaires sont de 38 g pour les hommes et de 25 g pour les femmes (MARQUART *et al.*, 2002).

Le blé contient majoritairement des fibres insolubles; celles-ci représentent 75 % du contenu en fibres alimentaires du germe, et plus de 90 % dans le cas du son. Le principal effet des fibres insolubles est de maintenir une fonction intestinale adéquate (MARQUART *et al.*, 2002).

De façon générale, une alimentation riche en fibres peut aussi contribuer à la prévention des maladies de transits intestinaux, au contrôle du diabète de type 2 et serait associée à un plus faible risque de cancer du côlon. Finalement, un apport élevé en fibres apporterait une plus grande sensation de satiété (DECELLES *et al.*, 2000).

1-5- Transit gastro-intestinal

Le transit intestinal décrit le passage des aliments dans les voies intestinales. À la sortie de l'estomac, les aliments forment une sorte de bouillie appelée chyme qui passe le pylore pour entrer dans le duodénum. La digestion chimique se poursuit dans l'intestin grâce aux sucs biliaires, pancréatiques et intestinaux. Le bol alimentaire poursuit progression grâce aux contractions péristaltiques intestinales. En même temps l'absorption des nutriments se fait au niveau de la muqueuse intestinale, à la fin du transit intestinal restent les parties qui n'ont pas été assimilées par l'organisme (MAURER, 2015).

Le temps de transit gastro-intestinal peut être un déterminant important de l'homéostasie du glucose et la santé métabolique par des effets sur l'absorption des nutriments et la composition microbienne, parmi d'autres mécanismes. La modulation du transit gastro-intestinal peut être l'un des mécanismes sous-jacents les effets bénéfiques des fibres alimentaires sur la santé. Ces effets comprennent une meilleure homéostasie du glucose et un risque réduit de développer des maladies métaboliques telles que l'obésité et le diabète sucré de type 2 (FANDRIKS, 2017).

La prise alimentaire active plusieurs processus gastro-intestinaux (GI). Le transit des aliments à travers l'estomac, l'intestin grêle et le côlon sont essentiels pour la digestion et

l'absorption des nutriments. Intestinal supérieur le transit comprend la vidange gastrique (GE) et la petite motilité intestinale et joue un rôle majeur dans la satiété et régulation de l'appétit, contrôle glycémique et signalisation des hormones intestinales (**FANDRIKS *et al.*, 2016**).

2- Semoule

2-1-Définition

La semoule est le produit noble de l'industrie du grain de blé dur dont la taille granulométrique est comprise entre 150 et 500 μm . Tandis que la farine de blé ainsi que le son forment les sous produits de la mouture (**ABECASSIS, 1996**).

D'après le journal officiel algérien (**JORAD, 1997**), les semoules du blé dur sont les produits obtenus à partir des grains de blé dur nettoyés et industriellement purs.

La consommation moyenne de semoule est de 52.2 kg/an (**KELLOU, 2008**). les produits les plus demandés sont des semoules pures de couleur dorée qui présentent une granulométrie homogène.

2- 2-Composition biochimique de la semoule

Les semoules issues de l'endosperme amylicé (albumen) jouent un rôle déterminant dans la fabrication des produits à base de blé dur. Elles contiennent en ordre d'importance: l'amidon, quatre classes de protéines, des lipides, des sels minéraux et des enzymes. La composition biochimique de la semoule dépend du taux d'extraction et revêt une grande importance pour les gens qui préfèrent la semoule issue d'un blé dur sain et vitreux, de granulométrie homogène (200 à 400 μm), d'une couleur uniforme avec un gluten tenace et résistant et un minimum de piqures (**BOUDREAU et MENARD,1992**).

Le tableau 3 : présente la composition biochimique de la semoule (BOUDREAU , 1992).

Compositions	Taux en %
Amidon	60-80
• Amylose	20-30
• Amylopectine	60-70
Pentosanes	7-8
Protéine	8-16
• Protéine solubles (albumines et globulines)	15-20
• Protéines insolubles (protéines du gluten)	80-85
Lipides	1-2
• Lipides libres	60
• Lipides liés	40
Matières minérales	0,87-1,20
• Potassium	0,45
• Phosphore	0,3
• Magnésium	0,14
Vitamines	8,64
• B1	0,52
• B2	0,12
• PP	6
• E	2

2-3-Transformation de blé dur en semoule

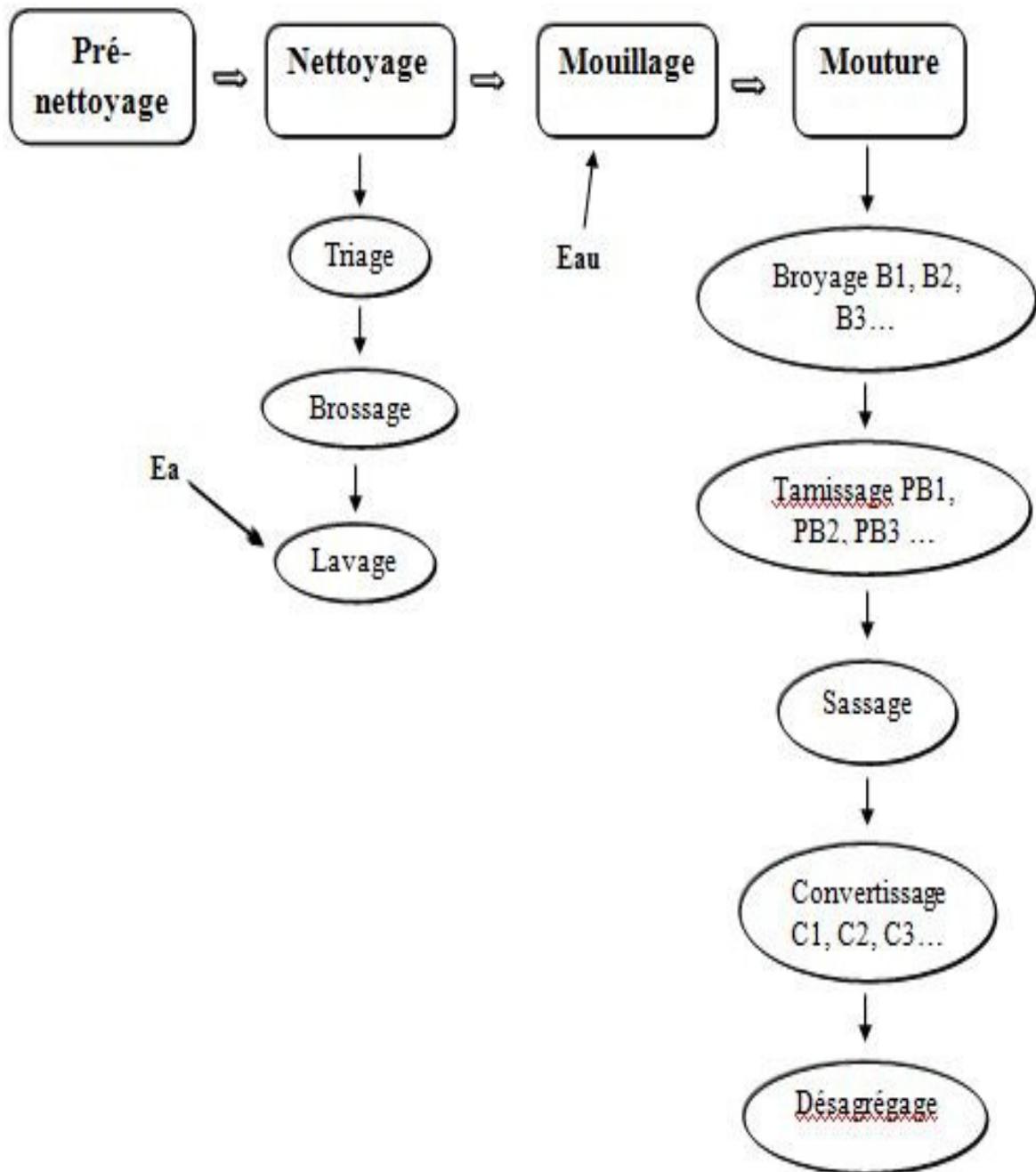


Figure 2: Diagramme du procédé de la première transformation de blé dur.

3- pâtes alimentaires

3-1- Définition

Selon (ALAIS *et al.*, 2003), les pâtes alimentaires sont le résultat de la dessiccation d'un pâton non fermenté, moins hydraté que celui du pain, obtenu à partir de semoule de blé dur .

Le pâton est ensuite soumis à un laminage, un tréfilage puis un séchage. Les pâtes alimentaires sont des produits à consommation courante dans nombreux pays (WAGNER *et al.*, 2009) .

Les pâtes prennent la deuxième place après le pain dans la consommation mondiale (MARIANI CONSTANTINI ,1988 ; TORRES *et al.*, 2007) . D'après AGAMA , (2009) elles jouent un rôle important dans la nutrition humaine .

Les pâtes sont considérées comme un aliment sain en raison de leur faible contenu en sodium, matières grasses, glucides simples et leur richesse en glucides complexes (GIESE, 1992 ; PINARLI *et al.*, 2004).

Elles sont pauvres en protéines et en acides aminés essentiels comme la lysine et la thréonine (STEPHRNSON, 1983), en fibres alimentaires, en minéraux, en vitamines et en composés phénoliques (KRISHNAN et PRABHASANKAR , 2010).

3-2-Composition biochimique des pâtes

Tableau 4: Composition biochimique des pâtes alimentaires (MOHTADJI, 1989).

Eléments	Teneurs (/100g de pâtes)
Calories (Kcal)	335-350
Eau (g)	8.6-12.5
Protéines (g)	12-12.8
Glucides (g)	74-76.5
Lipides (g)	1.2-1.8
Fibres (g)	2-3
Minéraux	
Calcium (mg)	22-25
Fer (mg)	1.5-2.1
Phosphore (mg)	165-190
Potassium (mg)	220-260
Sodium (mg)	2-4
Vitamines	
Acide ascorbique (mg)	0
Thiamine (mg)	0.09-0.22
Riboflavine (mg)	0.06-0.31
Niacine (mg)	2-3.1
Vitamine B6 (µg)	0.15-0.2
Folacine (µg)	30-36
Vitamine B12 (µg)	0
Vitamine A (IU)	0

3- 3- Etapes de fabrication des pâtes alimentaires

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

3-3-1- Mouture du blé

La première étape vers la fabrication des pâtes est la mouture de blé dur pour obtenir de la semoule.

Le blé doit être nettoyé pour débarrasser des poussières et de quelques impuretés telles que les pierres, petits éclats de bois, insectes et les résidus de fer (BOUDREAU *et al.*, 1992). L'élimination de ces corps étrangers est d'une extrême importance, car leur présence est susceptible d'occasionner des défauts de fabrication (BOUDREAU *et al.*, 1992).

Le blé ensuite recuit jusqu'à une humidité d'environ 15-16% pendant 4h pour durcir le son, ceci facilite la séparation du son de l'endosperme dans la purification.les rouleaux ondulés sont utilisé pour maximiser les taux de semoule (SISSON, 2004).

3-3-2- Malaxage

Les pâtes alimentaires sont fabriquées en mélangeant de l'eau, éventuellement de la semoule dans un malaxeur (TAZRART, 2015).

La quantité d'eau ajoutée à la semoule varie généralement de 25 à 34 Kg pour 100 Kg de semoule. Elle dépend de la teneur initiale en humidité de la semoule et de la forme finale des pâtes. L'absorption d'eau a lieu en dessous de 50 C° (PETITOT *et al.*, 2009).

Le mélange des constituants des pâtes s'effectue dans un malaxeur qui tourne à 120 tours/min pendant 20 minutes (PETITOT *et al.*, 2010).

3-3- 3- Séchage

Le séchage des pâtes se fait immédiatement après les opérations de malaxage et d'extrusion. Il a pour objectif de réduire la teneur en humidité finale du produit qui ne doit pas dépasser 12.5% (BOUDREAU *et al.*, 1992).

Le séchage stabilise les qualités de la matière première et des traitements mécaniques précédents. Il ne doit altérer ni la forme ni l'aspect des pâtes (BOUDREAU *et al.*, 1992).

Des températures élevées de séchage conduisent à la meilleure qualité culinaire du produit fini avec une fermeté élevée, une diminution des pertes à la cuisson et le caractère collant (AKTAN *et al.*, 1992).

Les températures sont maintenues suffisamment basses pour éviter la dénaturation des protéines et la gélatinisation de l'amidon (ZWEIFE *et al.*, 2003).

3-3-4- Conditionnement

Les pâtes sont finalement conditionnées dans des sacs en cellophane ou polyéthylène. Le conditionnement est désigné pour protéger le produit contre la contamination, l'endommagement pendant le chargement et le stockage et pour afficher favorablement le produit parmi d'autres produits (SISSON, 2004).

Chapitre II

Matériel et Méthodes

L'objectif de l'étude

Notre étude consiste à la fabrication d' une pâte alimentaire à base de blé dur complet destinée aux malades qui souffrent des problèmes de constipation et des transits intestinaux.

Présentation de l'usine EXTRA Benhamadi

Cette étude est réalisée au niveau de laboratoire de recherches et de contrôle de qualité qui se situe à Lachbor, Bordj bou arreridj, Algérie.

En février 2013, le groupe Benhamadi a fait l'acquisition de gipates qui est spécialisé dans la production de pâte et de couscous pour leur grande utilisation en Algérie.

Les segments des pâtes alimentaires ont connu une croissance remarquable avec l'acquisition de GIPATES en 2013 et le démarrage de Gerbior en 2018.

II-1- Origine et préparation du matériel

1-1- Origine du matériel végétal

L'étude est réalisée sur une variété de blé dur (Simito) cultivée en Algérie, elle est mise à notre disposition par la CCLS de Bouira .

1-2- Préparation de semoule

La mouture est réalisée au laboratoire de contrôle de qualité EXTRA (Groupe Ben Hamadi) dans un moulin expérimental pour blé dur (Gerbior). Avant la mouture, le blé subit un nettoyage (enlever toutes les impuretés) et un mouillage pour faciliter la mouture. Le produit obtenu est une semoule issue de la mouture du blé dur complet.

2- Paramètres de qualité de la matière première (la semoule)

2-1- Mesure de la granulation

2-1-1-Définition

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules. C'est une caractéristique fondamentale en relation directe avec toutes les opérations unitaires de broyage, de séparation, de mélange et de transfert mais aussi avec les phénomènes d'échange

et de réactivité, qu'ils soient physiques (migration d'eau, séchage, solubilisation), chimiques (oxydation) ou enzymatique (digestion des aliments) (MELCOIN, 2000).

Les granulométries des semoules utilisées sont :

- Semoule 3SE :500 μ m-180 μ m.
- Semoule SEF: 250 μ m -140 μ m.
- Semoule 3SF:< 150 μ m.

La méthode utilisée dans cette étude est le tamisage.

(AFNOR NF 03-721) ,c'est une méthode la plus fréquente, la plus simple et la moins onéreuse, elle est réalisée à l'aide d'un tamiseur ROTACHOC (fig.3).

- ✓ Intérêt : Classer les semoules selon leur utilisation finale.
- ✓ Principe : Cet appareil est constitué d'une série de tamis en inox empilés les uns sur les autres, et qui sont placée sur une plateforme directement reliée à l'axe du moteur. Cette plateforme donne alors un mouvement excentrique à l'ensemble des tamis, provoquant ainsi le passage du produit a travers des mailles des différents tamis (600 μ m, 500 μ m, 450 μ m, 355 μ m, 250 μ m ,200 μ m, 150 μ m).



Figure 3 : Technique de détermination de la granulométrie (Planchister) (Originale).

2-2-Humidité (teneur en eau)

Il n'existe pas de définition universelle pour le terme d'humidité. La définition est souvent influencée par le principe physique de mesure utilisé pour déterminer l'humidité (AFNOR NFV 03-707).

La mesure est faite par séchage à 130 °C par un dessiccateur halogène (Humidimètre) selon le principe thermogravimétrique à pression atmosphérique. La perte de masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit.

La mesure de la teneur en eau est réalisée sur une quantité de 3g du produit dispersée dans le porte échantillon d'un humidimètre réglé à une température de 130°C. Le résultat est affiché directement sur l'écran de l'appareil après 25min. (fig.4)



Figure 4 : Détermination de l'humidité de la semoule (**Originale**).

2-3-Taux de cendre

Selon **LE JOURNAL OFFICIEL N°35/2013** .Le taux de cendre (TC) est la matière minérale présente dans le produit obtenu après incinération à 900 C°.

Le taux de cendre est obtenu d'après le principe suivant :

- Peser dans un creuset 5g de la semoule de tel manière que la matière pesée se répartie en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasser.
- Verser la matière pesée dans un creuset préalablement chauffé pendant 30 min dans le four et l'humecter de quelques gouttes d'éthanol afin d'obtenir une incinération uniforme.
- Introduire le creuset à 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'à refroidissement, puis peser rapidement chaque creuset afin qu'il n'absorbe pas l'humidité de l'atmosphère. (fig.5)



-a- Le four

-b- Dessiccateur

Figure 5 : Détermination de (TC) de la semoule(Originale).

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

$$TC = \frac{m1 - m0}{m2} * 100 * \frac{100}{100-H}$$

Où :

m0 : Poids du creuset vide.

M1 : Poids du creuset après incinération.

M2 : prise d'essai.

H : Teneur en eau, en pourcentage par masse, de l'échantillon.

3-Paramètres de qualité des pâtes alimentaires

3-1- Fabrication des pâtes alimentaires

La fabrication des pâtes alimentaires est opérée dans les conditions habituelles. Elle est réalisée au niveau de laboratoire d'unité de la production des pâtes alimentaires à l'usine SARL extra.

Les principales étapes de fabrication sont réalisées selon le diagramme de fabrication au dessous (**fig 6**).

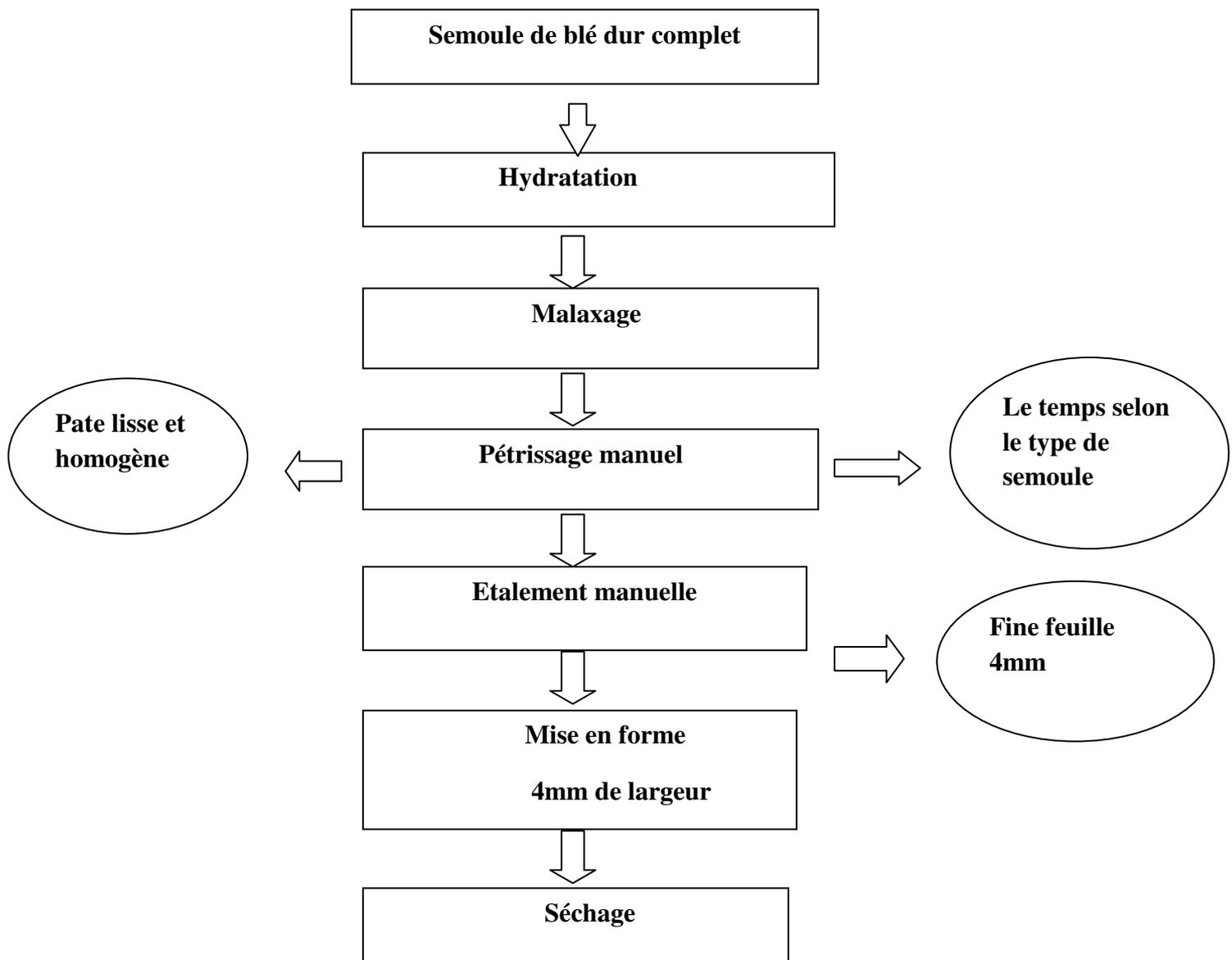


Figure 6 : Diagramme de la fabrication des pâtes.

➤ **Hydratation/ Malaxage**

Cette étape consiste à déposer 500 g de semoule de blé dur complet dans un récipient ensuite nous rajoutons l'eau progressivement avec malaxage et l'homogénéisation par les mains jusqu'à obtenir une pâte molle.

➤ **Pétrissage de la pâte**

Après le malaxage et l'hydratation de semoule, la pâte obtenue est mise au repos pendant 10 min pour éviter la perte d'eau et aussi pour faciliter le pétrissage de la pâte par les mains (fig.7).

A la fin du pétrissage, nous obtenons une pâte lisse, homogène et souple.



Figure 7 : Pétrissage manuel (**Originale**).

➤ **Mise en forme**

La pâte obtenue après pétrissage est découpée en petites boulettes pour faciliter son étalement manuel à l'aide de rouleau à pâtisserie en feuilles fines de 4 mm d'épaisseur ensuite, nous formons la pâte à l'aide d'un moule en forme de papillon (fig. 8).



Figure 8 : Mise en forme de la pâte (**Originale**).

➤ **Séchage**

La pâte obtenue est séchées dans une étuve réglée à une température de 130° C pendant 35 minutes. (fig9)



Figure 9 : Séchage de la pâte (**Originale**).

3-2-Appréciation de la qualité du produit fini

Les propriétés qui définissent la qualité des pâtes alimentaires sont déterminées par leur aspect à l'état cru, leur comportement durant et après la cuisson, leur valeur nutritionnelle et leur état hygiénique (NASEHI *et al.*, 2011). Ainsi que l'analyse des propriétés physico chimiques du produit élaboré.

3-2-1-Humidité de produit fini

Après le séchage des pâtes alimentaires, nous avons déterminé leur taux d'humidité.

Appareillage

- ✓ Broyeur.
- ✓ Dessiccateur halogène (Humidimètre).
- ✓ Spatule.

➤ **Mode opératoire :**

Le principe de mesure l'humidité des pâtes alimentaires est le même principe que celui utilisé pour la semoule de blé dur complet.

Prendre 5 g de pate élaborée préalablement broyée puis nous avons calculer la teneur d'eau en suivant les mêmes étapes. (fig10)

**-a- Broyeur****-b- Humidimètre****Figure 10 :** Méthode de la détermination de l'humidité de produit fini (**Originale**).

4-Qualité culinaire du produit fini

4-1- Le temps optimal de cuisson

Selon (**ABECASSIS, 1993**) , les temps minimal, optimal et maximal de cuisson ce qui correspond respectivement à :

- la durée à partir duquel l'amidon est gélatinisé.
- le temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée,
- ✓ le temps au-delà duquel les produits se désintègrent dans l'eau de cuisson Intérêt :
L'état de délitescence des pâtes, c'est à dire l'état de désagrégation superficielle de la pâte cuite.

Appareillage

- ✓ Chronomètre.
- ✓ Plaque chauffante.
- ✓ Balance.

➤ Mode opératoire

La cuisson des pâtes est déterminée selon le protocole suivant :

un échantillon de 100 g de pâtes est plongé dans 2 litres d'eau distillée chauffée à 18 min. A des intervalles de temps réguliers (soit toute 1 minute), un brin de pâte est prélevé entre deux lamelles en verre pour évaluer la cuisson des pâtes (**fig11**).



Figure 11 : Test de cuisson de la pâte élaborée (**Originale**).

4-2-Etat de l'eau

Après la cuisson de la pâte, nous avons séparé la pâte cuite de l'eau dans laquelle elle a été cuite et met la dans une éprouvette graduée pour déterminer la couleur, l'état de l'eau et la quantité d'eau restante de la cuisson.

4-3-Consistance de la pâte

Ce paramètre de qualité culinaire de la pâte a été évalué par le pressage modéré d'une petite quantité de la pâte cuite entre les doigts de la main pour voir le degré du collant de la pâte alimentaire cuite. Plus le collant est faible, plus la pâte est meilleure.

Chapitre III :

Résultats et discussion

III-1- Résultats des paramètres de qualité de la matière première

3-1-Granulation

La granulométrie de la semoule affecte les propriétés d'absorption des pâtes et par conséquent la qualité du produit fini.

D'après **FEILLET, (2000)**, le comportement des matières premières au cours de leur transformation, notamment la quantité d'eau absorbée ainsi que la vitesse d'hydratation en dépend pour beaucoup. Elle joue aussi un rôle important dans le comportement de la pâte lors de son hydratation, ce qui influence l'aspect et la fermeté du produit fini (**PETITOT *et al.*, 2009**).

La granulométrie des semoules utilisées dans cette étude sont [500 μ m- 140 μ m], [250 μ m - 140 μ m] et < 150 μ m respectivement pour les semoules: 3SE, SEF et 3SF. 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 μ m.

La granulométrie de la semoule utilisée dans la fabrication des pâtes alimentaires et leurs proportions respectives sont portées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Granulométrie des semoules utilisées dans la fabrication des pâtes alimentaires élaborées et leurs teneurs respectives.

Tamis	630 μ m	500 μ m	450 μ m	335 μ m	250 μ m	140 μ m	Extraction
%	00	0.16	8.69	17.22	32.30	34.27	6.55

D'après les résultats obtenus, nous constatons que la semoule issue du blé complet convient à la fabrication des pâtes et identique aux normes, citant que la semoule adaptée à la confection des pâtes est celle dans laquelle le pourcentage de granulométrie est située entre 250 μ m et 140 μ m (**PETITOT *et al.*, 2009**).

3-2- Humidité

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**).

D'après le résultat observé, l'humidité de notre matière première est de 9.7 %. Cette dernière est inférieure à la norme maximale indiquée par le (CODEX ALIMENTARIUS, 2007) (14,5%), ce qui permet un bon stockage du produit élaboré.

3-3- Taux de cendre (TC)

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, 1991). Les valeurs du taux de cendre obtenus sont représentées dans le tableau 6:

Tableau n°06 : Taux de cendre des semoules issues du blé dur complet.

Echantillon	Tc de semoule de blé dur complet	Moyenne de taux de cendre (TC)
01	1.1	1.04
02	1.0	
03	1.02	

La teneur en cendres et la pureté de la semoule se juge d'après sa teneur en résidus minéraux, les matières minérales de la semoule sont le potassium, le phosphore le magnésium et le soufre. Après incinération, les résidus se retrouvent sous la forme de cendre.

Le taux de cendre varie dans le grain selon la variété de blé, la région de culture, les méthodes culturelles et l'année de récolte.

La teneur en cendres obtenue est comprise entre 1 et 1.2 % (MS), elle se classe dans l'intervalle des semoules de qualités supérieures, proche de (1.1% MS) et l'égermèrent supérieure à la norme algérienne 0.90 % (JORADP N°55,1997).

III-2- Paramètres de qualité du produit fini

3-2-1-Humidité

Les résultats relatifs au taux d'humidité des pâtes alimentaires fabriquées à base de semoule de blé dur complet est 12.20, ces résultats indiquent une stabilité de l'humidité qui varie entre 11.5 % et 12.5 % et qui sont donc conformes aux normes exigées.

Les résultats obtenus reflètent d'une part que ces taux sont parfaitement convenables pour la conservation et d'autre part, ils témoignent le bon fonctionnement de système de séchage qui est une opération très importante et très délicate dans le processus de fabrication

des pâtes alimentaires à cause de leurs effets sur la texture et le développement du goût, raison pour laquelle les pâtes sont séchées durant différentes étapes de telle façon que l'humidité du centre peut migrer vers la surface pour éviter la réaction de Maillard (Brunissement non enzymatique) (ABECASSIS, 1993).

3-2-2 -Test de cuisson

La qualité culinaire dépend des caractéristiques du blé mis en œuvre (selon les conditions de la culture et de la variété), de la pureté des semoules (taux d'extraction) et des conditions de fabrication des pâtes.

La cuisson d'une pâte alimentaire vise à gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible, à modifier la texture des pâtes de manière à leur conférer les caractéristiques souhaitées par le consommateur, à amener les produits à la température désirable. Le comportement des pâtes au cours de la cuisson peut être très différent d'un produit à un autre.

Dans son acceptation la plus large, la notion de qualité culinaire des pâtes regroupe l'ensemble des caractéristiques suivantes: temps de cuisson, absorption d'eau pendant la cuisson, texture des produits cuits, état de surface des produits cuits et goût (FEILLET, 1986).

Les temps minimal, optimal et maximal de cuisson correspondent respectivement au temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé, le temps nécessaire pour donner à la pâte cuite la texture recherchée et le temps au-delà duquel les produits commencent à se désintégrer dans l'eau de cuisson.

Les résultats obtenus dans notre étude, concernant le temps de cuisson des pâtes alimentaires élaborées à base de la semoule de blé dur complet varient de 12 à 14 minutes selon la répétition. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par (FEILLET,1986).

Remarque : Nous n'avons pas pu terminer le travail à cause de la fermeture de l'usine (lieu de déroulement du stage pratique) pour cause du virus COVID 19.

Conclusion

Conclusion générale

Le présent travail consiste à l'élaboration d'une pâte alimentaire à base d'une semoule issue d'un blé complet de variété SIMITO destinée aux malades souffrant de problèmes de constipation et de transits intestinaux, et à la caractérisation physico-chimique des pâtes alimentaires produites ainsi que leurs matières premières afin d'apprécier leurs qualités et leur conformités.

Les résultats de l'humidité de la matière première (semoule complète) obtenus sont conformes aux normes (9,7%) ce qui permettra un bon conditionnement et un bon stockage du produit élaboré. Par ailleurs, le taux d'affleurement (granulométrie) se situe constamment dans l'intervalle [140 ; 250 μm], cela montre une bonne maîtrise du diagramme de mouture et que la semoule utilisée dans le processus de la pastification est de granulométrie homogène.

Le taux de cendre 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 .

La teneur en cendres obtenue est comprise entre 0.96 et 0.98% (MS), notre semoule se classe dans l'intervalle des semoules de qualités supérieures, proche de (1.1% MS) et légèrement supérieure à la norme algérienne 0.90 %).

Concernant les résultats de l'humidité relative au produit fini, ils sont pareillement conformes aux normes en vigueur. Ils varient de 11.5 % à 12.5 %.

Les résultats obtenus dans notre étude, concernant le temps de cuisson des pâtes alimentaires élaborées à base de la semoule de blé dur complet varient de 12 à 14 minutes, ces résultats sont conformes à ceux trouvés par **(FEILLET,2000)**.

A la lumière de ces données, nous pouvons conclure que l'ensemble des résultats d'analyse physicochimiques des matières première et des produits fini sont conformes aux normes exigées.

Il serait intéressant d'élargir les perspectives de cette étude et de s'intéresser aux volets suivants :

- Réaliser les différentes analyses physico-chimiques sur la matière première et sur le produit élaboré que nous n'avons pas pu faire (teneur en gluten , en protéine , acidité ,fibre) **à cause de la fermeture de l'usine (lieu de stage pratique) pour cause de virus COVID19.**

Conclusion générale

- Etudier les différents aspects de qualités (culinaire, nutritionnelle et organoleptique) en particulier l'appréciation de la qualité par un test de dégustation.

Références

Bibliographique

Références bibliographiques

- ABECASSIS, J. (1993). Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Industries des céréales*(81), 25-37p.
- AGAMA-ACEVEDO, E., ISLAS-HERNANDEZ, J. J., OSORIO-DÍAZ, P., RENDÓN-VILLALOBOS, R., UTRILLA-COELLO, R. G., ANGULO, O., & BELLO-PÉREZ, L. A. (2009). Pasta with unripe banana flour: Physical, texture, and preference study. *Journal of Food Science*, 74(6), 263-267p.
- AKTAN, B., et KHAN, K. (1992). Effect of high-temperature drying of pasta on quality parameters and on solubility, gel electrophoresis, and reversed-phase high-performance liquid chromatography of protein components. *Cereal Chemistry*, 69(3), 288-295p.
- AIAIS C., LINDEN G. et MICLO L. (2008). Biochimie alimentaire, Dunod 6ème édition. Paris. pp :86-88.
- ANONYME, (2018). <https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments>.
- BARKOUTI, A. (2012). Agglomération humide de poudres à réactivité de surface-Approche mécanistique de la morphogénèse de structures alimentaires agglomérées.
- BENMOUSSA, M. (1999). Production d'une de glutenine à faible poids moléculaire dans les fluides à faible poids moléculaire dans la feuille de la luzerne et les tubercules de la pomme de terre. . Thèse de Doctorat. Université Laval. Québec, CANADA. 4-16p.
- BOUDREAU, a., et MÉNARD, G. (1992). Le Blé: éléments fondamentaux et transformation: Presses Université Laval.
- CADI, A. (2005). Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le nord d'Algérie. *Céréaliculture N*, 36-39p.
- CALVEL, R. (1984). La boulangerie moderne (Eyrolles Ed. 9^{ème} ed.). Paris, FRANCE.
- CHARLES, a., GUY, l., et LAURENT, M. (2008). *Biochimie alimentaire* (Dunod Ed. 6^{ème} ed.).
- CHEFTEL, J.-C., CHEFTEL, H., et BESANÇON, P. (1984). Introduction à la biochimie et de la technologie des aliments: volume 2: Technique et Documentation-Lavoisier.
- CODEX-ALIMENTARIUS, (2007). OMS sur les normes alimentaires : Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales, norme codex pour la semoule et la farine de blé dur. . Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires commission du codex alimentarius, 65 p.
- CORKE, H., WALKER, C. E., et WRIGLEY, C. (2004). Encyclopedia of Grain Science, Three-Volume Set: Academic Press.

Références bibliographiques

- DACOSTA, Y. (1986). Le gluten de blé et ses applications. 19-29p.
- DAMIDAUX, R. (1978). Mise en evidence de relations applicables en selection entre l'electrophoregramme des gliadines et les proprietes viscoelastiques du gluten de *Triticum durum* Desf. Acad. Sci. Ser, 585 - 588p.
- DECELLES, D., et DAIGNAULT GÉLINAS, M. (2000). Manuel de nutrition clinique: Ordre professionnel des diététistes du Québec.
- DJELTI, H. (2014). Etude de la qualité du blé tendre utilisé en meunière algérienne. (Mémoire de magistère), Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.
- DJERMOUN, A. (2009). La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. Revue : Nature & Technology(1), 45.
- DUBOIS, M. (1996). Les farines. Caracterisation des farines et des pates. Derniers developpements dans le domaine analytique. Industries des céréales, 19-30.
- DUNFORD, N. T. (2012). Food and industrial bioproducts and bioprocessing: John Wiley & Sons.
- FANDRIKS, L. (2017). Rôles de l'intestin dans le syndrome métabolique: un aperçu. . *J. Intern. Med.*, 319–336p.
- FAO. (1995). Programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires (21^{ème} ed.). Rome.
- FEILLET, P. (2000). Le grain de blé: composition et utilisation: Editions Quae.
- 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. (2012). Connaissance des aliments: bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. 396p (Lavoisier Ed. 2^{ème} ed.): Tec et Doc.
- GIESE, J. (1992). Pasta: New twists on an old product. *Food technology (Chicago)*, 46(2), 118-126p.
- GODON, B. (1982). Valeur meuniere et boulangere des bles tendres et de leurs farines. Conservation et stockage des grains et graines et produits derives: cereales, oleagineux, proteagineux, aliments pour animaux/coordonnateur, JL Multon; preface, E. David.
- GODON, B. (1991). Composition biochimique des cereales. A: Grains d'avoine, ble, mais, orge, seigle, triticales. 75p (TEC & DOC APRIA ed.): Lavoisier.
- JORAD, p. (1997). Journal officiel de la république algérienne.

Références bibliographiques

- 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. 160p: CIHEAM-IAM Montpellier.
- KRISHNAN, M., et PRABHASANKAR, P. (2010). Studies on pasting, microstructure, sensory, and nutritional profile of pasta influenced by sprouted finger millet (*Eleucina coracana*) and green banana (*Musa paradisiaca*) flours. *Journal of Texture Studies*, 41(6), 825-841p.
- MADR. (2017). Base de données – Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Informations mais orge, seigle, triticales. 76p.
- MARIANI-COSTANTINI, A. (1988). Image and nutritional role of pasta in changing food patterns.
- MARQUART, L., SLAVIN, J., & FULCHER, R. (2002). Whole-grain foods in health and disease. American Association of Cereal Chemists. 187-200p. Inc, St. Paul.
- MAURER, A. H. (2015). Gastrointestinal motility, part 1: esophageal transit and gastric emptying. *Journal of Nuclear Medicine*, 56(8), 1229-1238p.
- MELCION, J. (2000). La granulométrie de l'aliment: principe, mesure et obtention. *Productions animales*, 13(2), 81-97p.
- MOHTADJI, L. (1989). Les aliments. Ed Maloine, Paris. (2224018894). Retrieved from
- NASEHI, B., JOOYANDEH, H., & NASEHI, R. (2011). Quality attributes of soy-pasta during storage period. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(4), 307-312p.
- OUNANE, G., CUQ, B., ABECASSIS, J., YESLI, A., & OUNANE, S. M. (2006). Effects of physicochemical characteristics and lipid distribution in Algerian durum wheat semolinas on the technological quality of couscous. *Cereal Chemistry*, 83(4), 377-384p.
- PATRICK, F. (2006). Influence des fractions de mouture de blé tendre (farines patente, decoupe et basse) sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits. (These de doctorat), Université Laval-Quebec, CANADA. 293 p.
- PETITOT, M., BOYER, L., MINIER, C., & MICARD, V. (2010). Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International*, 43(2), 634-641p.
- PETITOT, M., BROSSARD, C., BARRON, C., LARRÉ, C., MOREL, M.-H., & MICARD, V. (2009). Modification of pasta structure induced by high drying temperatures.

Références bibliographiques

- Effects on the in vitro digestibility of protein and starch fractions and the potential allergenicity of protein hydrolysates. *Food chemistry*, 116(2), 401-412p.
- PINARLI, I., İBANOĞLU, Ş., & ÖNER, M. D. (2004). Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ. *Journal of food engineering*, 64(2), 249-256p.
- POPINEAU, Y. (1985). Propriétés biochimiques et physicochimiques des protéines végétales: protéines des céréales. *Protéines végétales*, 161-163p.
- SLAMA, A., BEN SALEM, M., BEN NACEUR, M., & ZID, E. (2005). Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, 16(3), 225-229p.
- STEPHENSON, C. (1983). World's best pasta. *Macaroni journal*.
- TAZRART, K. (2015). Qualité nutritionnelle des pâtes alimentaires enrichies en légumineuses. (Thèse de doctorat), Université de Béjaïa-Abderrahmane Mira.
- TORRES, A., FRIAS, J., GRANITO, M., & VIDAL-VALVERDE, C. (2007). Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food chemistry*, 101(1), 202-211p.
- VENSEL, W. H., TANAKA, C. K., CAI, N., WONG, J. H., BUCHANAN, B. B., & HURKMAN, W. J. (2005). Developmental changes in the metabolic protein profiles of wheat endosperm. *Proteomics*, 5(6), 1594-1611p.
- VIELING, E. (1999). *Aliments et boissons: filières et produits*: Editions Doin.
- VIERLING, E. (2008). *Aliments et boissons: filières et produits*. 271p (Doin Ed.).
- WAGNER, M., DELLA VALLE, G., ABECASSIS, J., BULEON, A., LOURDIN, D., MOREL, m. h., & CUQ, B. (2009). Détermination des propriétés rhéologiques de pâtes alimentaires en cours de cuisson. Paper presented at the Poster. Actes du 44eme colloque du Groupe Français de Rhéologie, Strasbourg. 4-6p.
- ZWEIFEL, C., HANDSCHIN, S., ESCHER, F., & CONDE-PETIT, B. (2003). Influence of high-temperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta. *Cereal Chemistry*, 80(2), 159-167p.

Annexe

AFNOR NF 03-721 :

Méthode de détermination du taux d'affleurement des semoules de blé dur. Il s'applique aux échantillons de semoule de blé dur obtenue uniquement par mouture sans agglomération ultérieure ayant une teneur en eau supérieure à 10%.

Semoule sassées super extra (SSSE) :

elles proviennent de la partie centrale de l'amande de grain de blé dur et elles ont un faible taux de matières minérales. La dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 180 à 500 µm, elles sont destinées à la fabrication des pâtes alimentaires de qualité supérieure (Feillet, 2000).

Semoules sassées super fines (SSSF) :

la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 140 à 250µm, elles servent à la fabrication des pâtes dites courantes (FEILLET, 2000). Elles proviennent des couches périphériques du grain, comparée à la semoule 3SE, la semoule 3SF contient plus de parties périphériques et elle a un taux de cendres plus élevé.

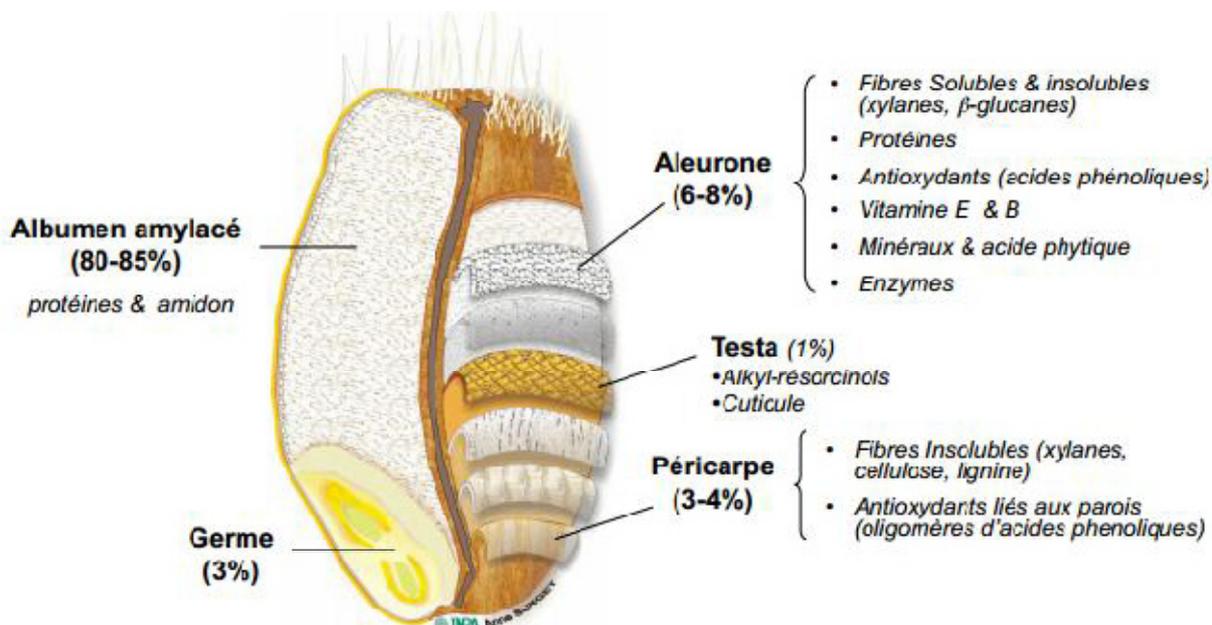


Figure 03 : Structure de grain de blé dur

- **Matériels**



Balance analytique



Tamiseur



Désiccateur



Humidimètre



Four a moufle



Etuve



Eprouvette graduée



Broyeur.

Résumé

Le blé dur complet est parmi l'un des produits alimentaires les plus importants pour sa richesse en nutriments (protéines, glucides, vitamines, etc) et surtout en fibres.

Ce travail est réalisé au niveau du laboratoire d'autocontrôle de l'unité de production des pâtes alimentaires SARL extra (contrôle de qualité et respect des normes).

Le produit élaboré (pâte alimentaire à base de semoule de blé dur complet) est destinée aux malades souffrant de problèmes de constipation et de transits intestinaux.

Nous avons pu réaliser l'analyse de certains paramètres physiques et chimiques de la matière première (semoule de blé dur complet) et de produit fini (pâtes alimentaires): mesure de la granulation, test d'humidité, le taux de cendre et le test de cuisson.

Pour les paramètres: teneur en gluten, teneur en fibres, teneur en protéines et mesure de l'acidité n'ont pas été fait à cause de la fermeture de l'unité (lieu de stage) pour cause du virus COVID 19.

Les résultats obtenus des analyses réalisées sont compatibles aux normes algériennes.

Mots clés : Semoule de blé dur complet, pâte alimentaire, analyses physico-chimiques.

الملخص:

يعتبر القمح الصلب الكامل من أهم المنتجات الغذائية لغناه بالعناصر الغذائية (البروتينات والكربوهيدرات والفيتامينات وغيرها) وخاصة الألياف.

SARL تم تنفيذ هذا العمل على مستوى مختبر التحكم الذاتي لوحدة إنتاج المعكرونة الإضافية في الجودة والامتثال للمعايير (مراقبة)

المنتج المطور (المعكرونة المصنوعة من سميد القمح الكامل) مخصص للمرضى الذين يعانون من الإمساك ومشاكل العبور المعوي. تمكنا من إجراء تحليل لبعض المعايير الفيزيائية والكيميائية للمواد الخام (سميد القمح القاسي الكامل) والمنتج النهائي (المعكرونة): قياس التحييب واختبار الرطوبة والرماد واختبار طبخ.

بالنسبة للإعدادات: لم يتم إجراء قياس محتوى الغلوتين ومحتوى الألياف ومحتوى البروتين وقياس الحموضة بسبب إيقاف تشغيل الوحدة بسبب فيروس COVID 19.

النتائج التي تم الحصول عليها من التحليلات المنفذة متوافقة مع المعايير الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: سميد القمح القاسي الكامل، معجون صالح للأكل، تحليلات فيزيائية-كيميائية.

Abstract:

Whole durum wheat is one of the most important food products for its richness in nutrients (proteins, carbohydrates, vitamins, etc.) and especially in fiber.

This work is carried out at the level of the self-control laboratory of the SARL extra pasta production unit (quality control and compliance with standards).

The product developed (pasta made from whole durum wheat semolina) is intended for patients suffering from constipation and intestinal transit problems.

We were able to analyze certain physical and chemical parameters of the raw material (whole durum wheat semolina) and of the finished product (pasta): measurement of granulation, humidity test, ash content and the test. Cooking.

For the parameters: gluten content, fiber content, protein content and acidity measurement were not done due to the closure of the unit (place of internship) due to the COVID 19 virus.

The results obtained from the analyzes carried out are compatible with Algerian standards.

Key words: Whole durum wheat semolina, edible paste, physico-chemical analyzes.