

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOMEMASTER

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

Présenté par :

Dahmani Radia & Bahloul Yassmina

Thème

**Elaboration d'une pâte alimentaire traditionnelle
« Rechta » enrichie par la farine de pois chiche**

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 Dieu tout Puissant, miséricordieux et clément, pour nous avoir donné santé, patience, volonté et courage.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et reconnaissance à notre promotrice Mme AMMOUCHE. Z, chargée de cours au département agronomie à l'université Akli Mohand Oulhadj pour la confiance qu'elle nous a accordé en acceptant de diriger ce projet de fin d'études, ainsi que pour ses précieux conseils qui nous ont permis de nous orienter vers les voies de recherche.

Nous remercions infiniment Mr KHERRAZ.K, qui a accepté de juger et critiquer ce modeste travail.

Nous exprimons nos sincères remerciements à Mme SAYAH. S pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant la Présidence de ce jury.

Nous adressons nos vifs remerciements à Mr SAICH, le cogérant de la semoulerie «MOLINO GRANI» ainsi qu'à Mme AMER.H responsable de laboratoire contrôle de qualité pour leurs conseils, aides et contribution à la réussite de ce travail.

Dédicace

Je dédie Ce travail à :

La plus chère personne à mon cœur, ma raison de vivre, sans elle ma vie aura une autre orientation, quoique je fasse, je pourrai jamais te rendre le minimum de tes sacrifices, chère maman que le bon dieu te protège et te garde pour nous.

A Mon Cher père qui ma toujours encourager dans mes études, merci papa au fond du cœur pour ton soutien, et ta confiance en moi.

A Mon adorable petit frère HICHAM, ma source de motivation et d'énergie positive, c'est l'honneur d'avoir un frère comme toi, que de réussite dans ta vie.

A la mémoire de mes grands parents et mes oncles, paix a leurs âmes

A tout ma famille grande et petite

A mes chers Amis: Idir, Faycel, Ahmed, Amel, Radia, Wissam, Dyhia, merci pour votre sincère amitié ainsi pour tous les bons souvenirs qui nous ont rassemblé

Aux étudiants de MASTER 02 spécialité Agroalimentaire Alimentaire et Contrôle de Qualité promo 2019 /2020

Yassmina

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents : Pour m'avoir soutenu moralement et matériellement jusqu'à ce jour, pour leurs amour, leurs encouragement. Que ce travail soit pour vous un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse. Que Dieu le tout puissant vous préserve, vous accorde santé, bonheur et vous protège de tout mal.

A Mes frères et mes sœurs Islame, Walid, Nassim , Achour , kenza , Zouza , Mima Amel , Karima et nadia et la femmes de mon frère Alicia ma source de motivation et d'énergie positive, c'est l'honneur d'avoir des frère et des sœurs comme vous, que de réussite dans votre vie.

A mes nièces et mes nouveaux , que Dieu vous bénisse et que de réussite dans votre vie.

A ma grands mère Tassadit , mes oncles, mes cousines et mes cousins

A tout ma famille grande et petite.

A mes chers Amis: Faycel, Idir, Yassmina Ahmed, Nabil, Lamine, Asma, Silia, Fatima, Djedjiga, Amel merci pour votre sincère amitié ainsi pour tous les bons souvenirs qui nous ont rassemblé.

Aux étudiants de MASTER 02 spécialité Agroalimentaire Alimentaire et Contrôle de Qualité promo 2019 /2020.

Radia

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure n° 01	Blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf).	03
Figure n° 02	Evolution de la production mondiale de blé (USDA)	04
Figure n° 03	Composition des protéines de la farine de blé	07
Figure n° 04	Production nationale des légumineuses	12
Figure n° 05	Types de pois chiche.	13
Figure n° 06	Moulin d'essai chopin	26
Figure n° 07	Nélma –litre	27
Figure n° 08	Détermination du gluten sec	32
Figure n° 09	Détermination de gluten index	32
Figure n° 10	Préparation des mélanges	33
Figure n° 11	Etapas de fabrication de Rechta.	34
Figure n° 12	Diagramme de fabrication du produit élaboré (Rechta)	35
Figure n° 13	Appareil Kjeldahl	36
Figure n° 14	Echantillons de dégustation présentés en assiettes codées	40

Figure n° 15	Test de dégustation	40
Figure n° 16	Masses obtenues pour chaque un des dérivés de la mouture pour 1000 g de blé dur	41
Figure n° 17	A , Rechta de mélange (70% S /30% P) ; B , Rechta de mélange (50% S /50% P)	48
Figure n° 18	Résultats de l'évaluation sensorielle de Rechta enrichie sèche	48
Figure n° 19	Résultats de l'évaluation sensorielle de Rechta enrichie cuite	50
Figure n° 20	Résultats de l'acceptabilité globale de Rechta enrichie	51

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau n° 01	Evolution de la superficie, la production et le rendement de blé dur en Algérie (période: 2010- 2015)	05
Tableau n° 02	Distribution des glucides dans les fractions de blé (g/100g)	08
Tableau n° 03	Composition des protéines de la farine de blé	15
Tableau n° 04	Variations de pourcentage d'acide gras entre les deux types des graines de Pois chiche	16
Tableau n° 05	Composition en acides aminés (semoule de blé et pois chiche)	19
Tableau n° 06	Normes du poids spécifique du blé	27
Tableau n° 07	Caractérisation physicochimique de matières premières	42
Tableau n° 08	Analyses physicochimiques des mélanges avant et après la fabrication .	44

Abréviations

Abréviations	Signification
USDA	Département Américain de l'Agriculture
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
MADR	Ministre de l'Agriculture et du Développement Rural
HPM	Haut Poids moléculaire
SG-FPM	sous unités gluténines à faible poids moléculaires
SG-HPM	sous-unités gluténines à haut poids moléculaires SG-HPM
MS	Matière sèche
Aa	Acide Aminé
PS	Poid spécifique
CCLS	Coopérative de céréales et de légumes secs
PHL	Poids à l'hectolitre
ISO	Organisation internationale de la normalisation
AFNOR	Association française de la normalisation
FAO	Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation
SEF	Semoule extra fine
3SF	Semoule super sassée fine
P	Pois chiche
S	Semoule de blé dur

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste Des Figures

Liste Des Tableaux

Abréviation

Introduction01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I-Blé dur03

I-1-Généralités :03

I-1-1- Définition :03

I-1-2- Production et consommation03

I- 2-Composition biochimique :05

I-2-1- Protéines :05

I-2-1-1 Protéines de réserve :05

I-2-1-1-1 Gliadine.....06

I-2-1-1-2. Gluténines:.....06

I-2- 1-2 Protéines de structure et de fonction.....06

I-2-1-2-1 Albumines:...../.....06

I-2-1-2-2 Globulines:.....07

I-2-2 Glucides :07

I-2-2-1 : Amidon:.....08

I-2-2-2 Fibres :08

I-2-2-3 Glucides simples :09

I-2-2-4 Pentosanes :	09
I-2-3 Lipides :	09
I-2-4.Minéraux :	09
I-2-5.Pigments et Vitamines:	10
I-2-6 Enzymes :	10
I-3- Valeur nutritionnelle et énergétique :	10
II-pois chiche	11
II-1- Production et consommation :	11
II-2- Composition biochimique :	13
II-2-1-Protéines et acides aminés:	13
II-2-2- Glucides :	14
II-2-3-Matière grasse et lipides :	15
II-2-4- Fibres alimentaires :	16
II-2-5- Minéraux et vitamines:	17
III-Pates alimentaires :	17
III-1- Qualités d'une semoule :	18
III-2- Supplémentassions (semoule de blé dur et farine de pois chiche) :	18
III-3- Pâtes alimentaires :	20
III-3-1 Constituants des pâtes :	20
III-3-2- Rôles des constituants de la semoule en pastification :	21
III-3-2-1 Rôle des protéines :	21
III-3-2-2-Rôle des glucides et polyosides :	21
III-3-2-3 Rôle des lipides :	22
III-4-Pâtes enrichies :	22

Chapitre II : Matériels et méthodes

1-Présentation du lieu de stage :	24
2-L'objectif de l'étude:	24
3-présentation du matériel végétal :	24
4- Préparation de blé à la mouture :	24
5- Mouture de blé :	25
6-Obtention de farine de pois chiche :	26
I-Analyses physico-chimiques :	26
I-1-Humidité :	27
I-2-Taux de cendre :	28
I-3-Granulométrie ou le taux d'affleurement :	29
I-4-Détermination quantitative et qualitative du gluten (gluten humide, index, gluten sec):	30
II- Préparation des mélanges :	32
III-Fabrication de la pate alimentaire (Rechta):	34
III-1- Matières premières et ingrédients:	34
III-2- Analyses physicochimiques des mélanges :	36
III-2-1. Dosage des protéines totaux :	36
III-2-2. Dosage des lipides totaux :	37
III-3- Appréciation de la qualité des pâtes :	38
III-3-1 Qualité culinaire des pâtes alimentaires :	38
III-4-L'évaluation sensorielle de « Rechta » :	39
III-4-1 Déroulement de l'analyse :	39

Chapitre III : Résultats et discussion

1-Analyse du blé avant la mouture:	41
--	----

1-1 -Poids à l'hectolitre:.....	41
2- Caractérisation physicochimique des matières premières:.....	41
2-1 -Granulométrie:.....	42
2-2 -Humidité :.....	42
2-3 -Taux de cendre:.....	43
2-4 -taux de gluten:.....	43
2-5 - Protéines:.....	43
2-6 -Lipides:.....	44
3- Analyses physicochimiques des mélanges (50 % semoule de blé dur et 50 %farine de pois chiche) et (70 % semoule de blé dur et 30 % farine de pois chiche) avant et après la fabrication de « rechta » :	44
3-1- L'humidité:.....	45
3-2- Taux de cendre:.....	45
3-3 -Gluten humide:.....	45
3-4-Protéines:.....	46
3-5- Lipides:	46
4- Test de cuisson:.....	47
5-Analyses sensorielles:.....	48
Conclusion :	52
Référence bibliographique :	54

Annexe

Résumé

Introduction

Les céréales et leurs dérivés constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009).

Le blé dur (*Triticum durum Desf*) en particulier est considéré comme étant le principal apport énergétique (W. Hamroun, 2006) et la source principale de la semoule pour la production des pâtes alimentaires, couscous industriel, etc (Raffio et al., 2003). Cependant l'apport énergétique de blé dur reste insuffisant et doit être complété surtout sur le plan protéinique, pour cette raison la recherche d'autres ingrédients riches en protéines semble donc revêtir un intérêt particulier.

Les légumineuses, à la fois sans gluten et riches en protéines, sont de bonnes candidates. Elles contiennent de 24 à 28% de protéines et donc jusqu'à 4 fois plus qu'une céréale (Laleg et al., 2016c) et présentent un profil très intéressant en acides aminés indispensables, avec notamment une couverture possible des besoins en lysine, déficitaire chez le blé (Laleg et al., 2016a ; Laleg et al., 2016c). De plus leur composition intéressante en protéines et en acides aminés indispensables, les légumineuses sont très riches en fibres (entre 12 et 31 % contre 2% seulement pour les céréales) (Laleg et al., 2016c) et présentent un indice glycémique relativement bas par rapport aux produits à base de blé (20-54 pour les légumineuses contre 95 et 65 respectivement pour le pain et le couscous) (Foster-Powell et al., 2002).

Comme toutes les légumineuses, le pois chiche (*Cicer arietinum L*) est riche en protéines végétales. Ceci explique sa présence dans la cuisine végétarienne. Associé à une céréale (semoule, par exemple), son apport en protéines équivaut à celui de n'importe quelle viande, tant quantitativement et qualitativement.

Les pâtes alimentaires sont des produits à consommation courante dans nombreux pays (Wagner et al., 2015) et prennent la deuxième place après le pain dans la consommation mondiale (Torres et al., 2007).

Selon Alais et al (2003), la structure de la pâte alimentaire semble être un réseau de gluten, composé par des protéines de réserve, gliadines (protéines monomériques) et

gluténines (protéines agrégées par des liaisons disulfures). Pour assurer les apports journaliers en acides aminés essentiels, la complémentarité en protéines est appliquée.

Dans cette optique, l'objectif de notre travail consiste à mélanger les protéines végétales entre elles pour combler les déficiences en acides aminés (protéines de la semoule de blé dur de variété Simitoet les protéines de pois chiche de variété Flip 90) et à baisser le taux de gluten de la semoule pour élaborer un produit fini type Rechta (pâte alimentaire traditionnelle) enrichie par la farine de pois chiche, destinée aux malades souffrant de l'intolérance au gluten. Aussi la valorisation de certaines légumineuses disponibles localement ainsi que pour leur richesse en protéines et leur équilibre en acides aminés essentiels.

La première partie de notre travail est consacrée à la description des données bibliographiques relatives au blé dur et sa valeur nutritionnelle, le pois chiche et sa composition biochimique, pâtes alimentaires et leurs constituants. La seconde partie se focalise sur la méthodologie, la troisième partie traite l'interprétation des résultats obtenus. Enfin, la dernière partie est consacrée à la conclusion générale et aux perspectives.

I -Blé dur :

I-1- Généralités :

I-1-1- Définition :

Le blé dur est constitué de grains provenant des variétés de l'espèce *Triticum durum Desf.* Selon la **Commission du Codex Alimentarius (2007) (Figure 01)**. Il constitue la première ressource en alimentation humaine et la principale source en protéines. D'après la consommation, il se classe mondialement à la cinquième place après le blé tendre, le riz, le maïs et l'orge (**Mazouz, 2006**).

Le blé dur est utilisé pour le roulage du couscous, la fabrication de galette, de certains pains traditionnels et de pâtes alimentaires. Il est pastifiable et panifiable (**Calvel, 1984**).



Figure n°01: Blé dur (*Triticum durum Desf.*). (**MECHRI .M et BOUMZAOUT.2019**)

I-1-2-Production et consommation

Les céréales occupent une place très importante comme source d'alimentation humaine et animale dans le monde (**ALLAYA.M et RUCHETON.G, 2006**). Elles représentent les principales productions agricoles dans les pays méditerranéens avec plus de 50% des surfaces cultivées (**BENCHARIA, 2009**).

La production mondiale de blé est en croissance durant les années (1960-2011) et continue de se croître. Cette hausse de la production de blé est due principalement à une

augmentation constante des rendements à l'hectare plutôt qu'à une augmentation des surfaces.(Figure 02)

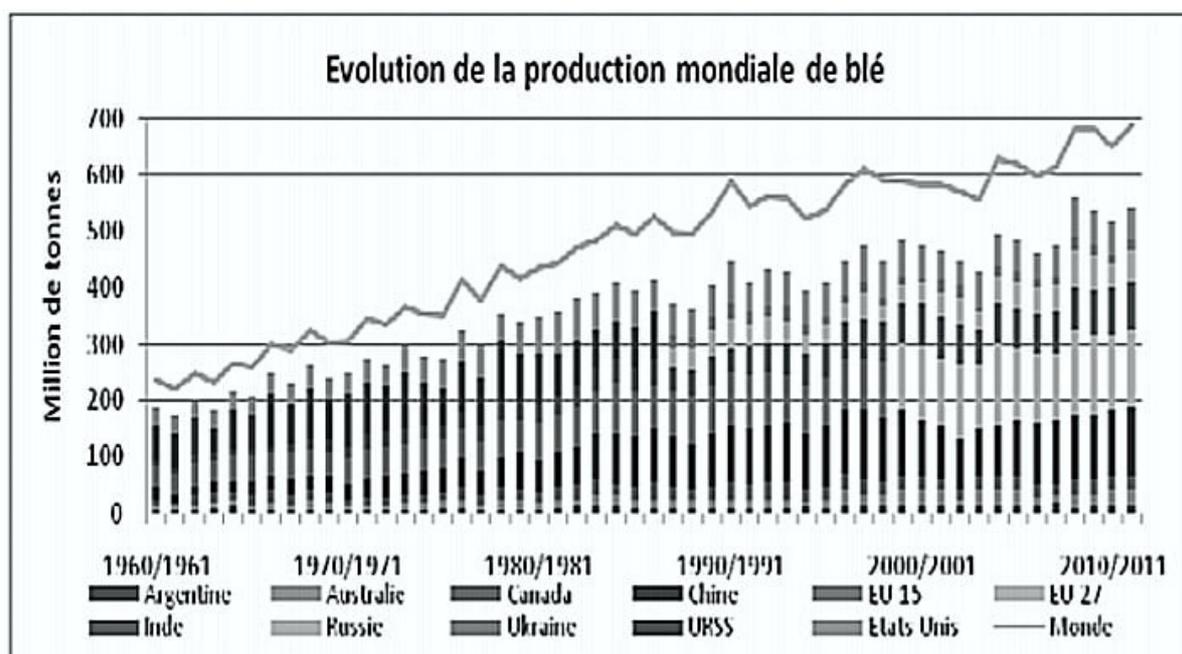


Figure n°02: Evolution de la production mondiale de blé (USDA)

L'utilisation de blé, selon l'OCDE, la consommation alimentaire humaine est prédominante et représente environ 69% de la consommation totale de blé (respectivement pour les pays développés et en voie de développement, 48% et 83%).(Terones Gavaria.Fr et Burny.ph ,2012)

Actuellement, la consommation alimentaire de blé par habitant avoisine les 66kg par an.la consommation animale, quant à elle, représente près de 19% de la consommation mondiale de blé (respectivement pour les pays développés et en développement 38% et 6%). (Gemblox ,2012).

En Algérie le blé dur occupe une place très importante vu la superficie consacrée, voir le tableau n°01 (Cadi *et al*, 2000).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tableau 01: Evolution de la superficie, la production et le rendement de blé dur en Algérie (période: 2010- 2015).

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

Source: MADR, (2017)

I-2- Composition biochimique :

I-2-1-Protéines :

Le blé est considéré comme une source importante de protéines pour l'alimentation humaine (**Battais et al., 2007**). Ces dernières sont essentiellement localisées dans l'albumen et dans la couche à aleurone. Leur teneur est susceptible de varier de 8 à 20 %, selon la variété, les facteurs climatiques et agronomiques, et de la maturation du grain (**Berton, B. 2002**)

I-2-1-1 Protéines de réserve :

Les protéines de réserves sont stockées dans l'albumen et couvrent 80 à 90% des protéines totales (**FEILLET, 2000**). Elles sont traditionnellement divisées en gliadines et gluténines qui forment le **gluten** : Complexe viscoélastique responsable de la qualité de blé (**DAMIDAUX et al., 1978 ; POPINEAU, 1985**). Le gluten est obtenu après lixiviation saline d'un pâton préalablement formé (**DACOSTA, 1986**). Il contient 75 à 85 % de protéines, 5 à 7% de lipides et des 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**).

I-2-1-1-1 Gliadines:

Gliadines également appelées prolamine du blé, constituent 30 à 40 % des protéines totales **FEUILLET(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 et confèrent au gluten ses propriétés viscoélastiques (**MOROT-GAUDRY, 1997**), riches en proline et en acide glutamique, 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**).

I-2-1-1-2. Gluténines:

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 cystéine est faible (**CHAROLES *et al.*, 2003**). Elles gouvernent la ténacité et l'élasticité, donc le développement de la pâte (**DUBOIS, 1996**).

I-2-1-2 Protéines de structure et de fonction

Protéines de structure et de fonction représentent environ 20% de protéines totales, elles sont constituées des albumines (9 à 13%) et des globulines (6 à 8%). Les albumines et globulines 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 (**Venselet *et al.*, 2005**).

I-2-1-2-1 Albumines:

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**).

I-2-1-2-Globulines:

Globulines représentent 8% des protéines totales, de poids moléculaire élevé. Elles contiennent des nucléoprotéines et elles sont mieux équilibrées en acides aminés que les autres fractions, elles comportent moins d'acides glutamiques et de proline et d'avantage en arginine et lysine qui est le facteur limitant du gluten du blé. (DACOSTA, 1986).

Les différentes classes des protéines du blé sont représentées dans la figure qui suit.

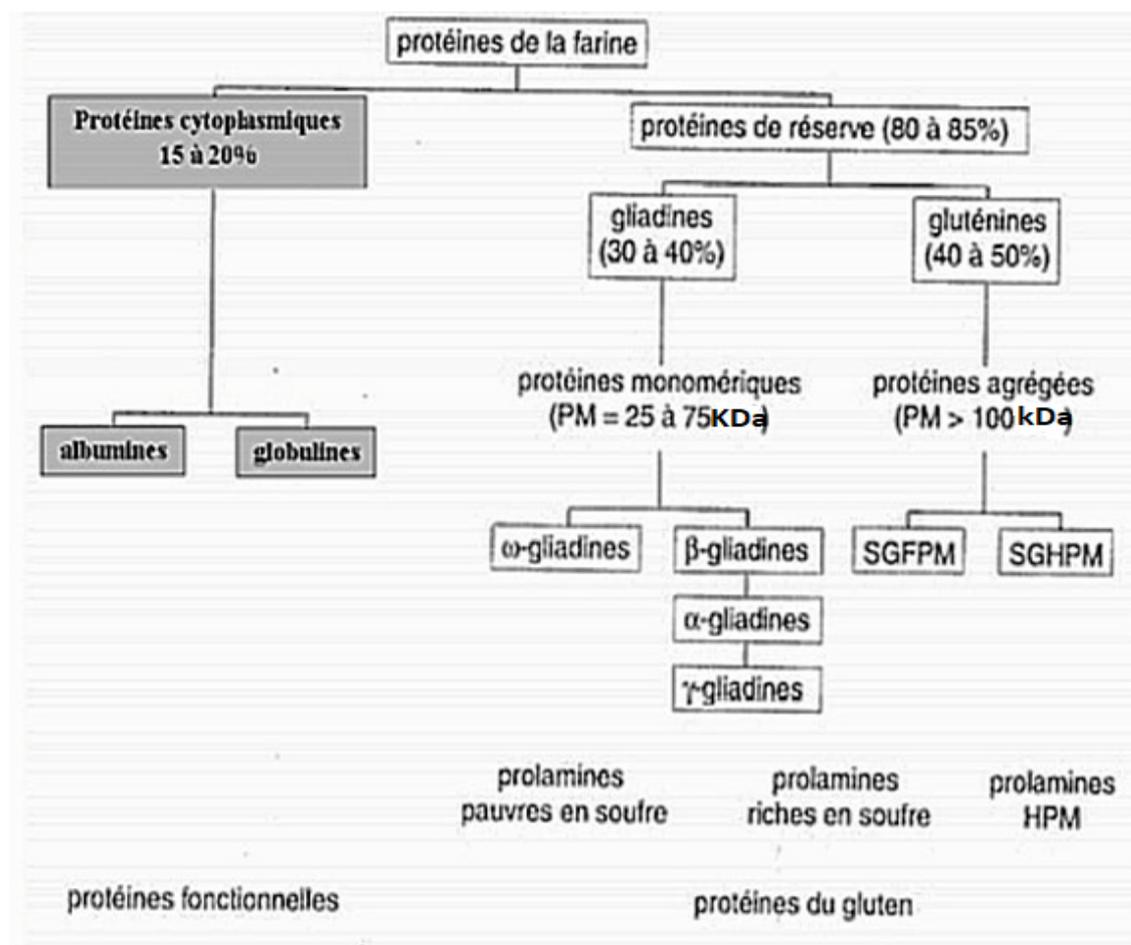


Figure n°3 : Composition des protéines de la farine de blé (Shewry *et al.*, 1986)

I-2-2 Glucides :

Les glucides présentent 60 à 80 % de la matière sèche du grain de blé. L'amidon est le glucide principal trouvé dans l'albumen, les sucres (oses, dioses et trioses) sont présents dans le germe (tableau 02), et les glucides des enveloppes sont principalement; la cellulose et l'hémicellulose, les pentosanes, et la lignine (Dunford, 2012).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tableau n°02 : Distribution des glucides dans les fractions de blé (g/100 grs)

(Manay *et Shadaksharaswamy*, 2001)

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

I-2-2-1 :Amidon:

Le constituant dominant des céréales est toujours l'amidon. C'est l'élément de réserve de grain (ALAIS *et al.*, 2008). L'amidon constitue le glucide le plus consommé dans le monde. C'est grâce à leur richesse en amidon que les céréales sont une source d'énergie. L'amidon a un rôle important dans la panification puisqu'il assure la dilution du gluten, fixe l'eau et constitue une source de sucres fermentescibles (Feillet, 2000). Ce glucide est l'élément qui se trouve en grande quantité dans l'albumen et peut être atteindre 82% de la matière sèche de la farine ou de la semoule (BOUDREAU, 1992). L'amidon est constitué d'amylose et d'amylopectine dans des proportions variables, l'amylose constitue 28% de l'amidon et l'amylopectine représente 72% de l'amidon du blé (Lesage, 2011).

I-2-2-2Fibres :

L'écorce est principalement riche en fibre, lignine, cellulose et hémicellulose, d'où l'intérêt diététique des pains issus de farine complète, du son et des pains au son (VIERLING, 1999).

D'après (FREDOT, 2005), elles ont un intérêt dans la régulation du transit intestinal ainsi que dans la prévention du cancer du colon. La cellulose est le principal diholoside de structure des végétaux (CHEFTEL., 1984). La proportion la plus fréquente de la cellulose dans les grains est de 2.5% (SCHLENBERGER., 1964 cité par NAMOUNE, 1981).

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 composés phénoliques qui donnent au son

Chapitre I : Synthèse bibliographique

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).

I-2-2-3 Glucides simples :

Glucides simples sont représentés par le glucose, le fructose (FREDOT, 2005). A la différence de l'amidon et des fibres, ces sucres sont solubles dans l'alcool. (JEANTET *et al.*, 2007).

I-2-2-4 Pentosanes :

Pentosanes Sont des polysaccharides non amylacés constitutifs des parois végétales. Ils représentent les principaux constituants des parois cellulaires de l'albumen 70 à 80%, de 6 à 8% du gluten et de 2 à 3% de la farine (FEILLET, 2000). Ils sont liés d'une manière covalente en solution, ne sont pas dénaturés par la chaleur et participent au phénomène du gel durant la cuisson de la pâte (BOUDREAU.A, MENARD.G, 1992). Ils ont été fortement étudiés vu l'importance de leur rôle dans les propriétés rhéologique de la pâte jouant un rôle important dans la couleur jaune des pâtes alimentaires(BARKOUTIA, 2012).Ils agissent aussi comme agent de liaison de l'eau au cours du pétrissage, il joue un rôle important dans l'augmentation du volume du pain (BOUDREAU, 1992).

I-2-3Lipides :

Le grain de blé contient environ 2,7 % de lipides, se trouvent essentiellement dans l'albumen (environ 60 %), dans la couche à aleurone (24 %) et dans le germe (13 %). Les lipides se trouvent aussi bien à l'état «libre» que «lié» aux composants de l'amidon (Berton, 2002).

En fonction de leur solubilité dans les différents solvants, on distingue:les lipides libres qui sont des lipides de réserve du grain de blé (70% des lipides totaux) et les lipides liés qui rentrent dans la structure du gain de blé (30%) des lipides totaux (OUNANE *et al.*,2006).

I-2-4.Minéraux :

Minéraux sont présents dans le grain en faible quantité à raison de 2 à 3 % de la matière fraîche du grain. Les principaux minéraux sont le potassium, le magnésium, le cuivre souvent

associés à des sels, notamment, des phosphates, des chlorures ou des sulfates (**Saulnier, 2012**).

I-2-5.Pigments et Vitamines:

Pigments et Vitamines se concentrent surtout dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles. Les grains de blé contiennent principalement trois vitamines, la vitamine B1, B2 et PP, (**Djelti, 2014**). Ils renferment une quantité importante de vitamines du groupe B à l'exception de la vitamine B12.

I-2-6-Enzymes :

Les enzymes sont présents en faible quantité dans le grain de blé, les plus importants, selon **Zettal (2017)** sont les protéases, les amylases et les lipases.

I-3-Valeur nutritionnelle et énergétique :

D'après **TOCQUET(2001)**, le germe de blé accumule les substances les plus précieuses et vitalisantes du grain, il constitue l'une des meilleures sources de fer, de magnésium et de vitamines E et B.

Malgré la richesse du germe en nutriments essentiels, celui-ci est éliminé lors de la réduction du grain en semoule car les lipides qu'il contient les feraient rancir. Il est alors utilisé comme aliment diététique ou ajouté comme complément nutritionnel à certains biscuits ou produits pour petit-déjeuner (**FREDOT, 2006**).

Avant l'emploi, les graines de céréales sont souvent traitées mécaniquement pour être débarrassées des couches externes formant **l'écorce ou tégument**. Cette partie est en effet riche en fibres alimentaires (cellulose, silice et lignine) ; elle est peu digestive, si non inconsommable. Ainsi son élimination favorise la digestibilité, mais elle appauvrit la semoule en vitamines et en enzyme (**ALLAIS, 2003**).

Selon (**FAVIER, 1989**), la **couche à aleurone** est extrêmement riche de point de vue nutritionnel et est même parfois appelé « couche merveilleuse ». En effet bien que ne constitue que 6% seulement du poids du grain, elle contient à elle seule : 16 à 20% des protéines du grain entier, 31% des lipides, 58% des minéraux, 38% de la thiamine et 37 à 82% des autres vitamines du groupe B.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

L'albumen est la partie du grain la plus importante en volume et en poids. Il contient principalement de l'amidon, et ses teneurs en protéines, lipides, minéraux et aux vitamines sont plus faibles que celles du germe et des enveloppes.

De plus la qualité nutritionnelle de ces protéines est inférieure à celle des protéines des parties périphériques du grain (**FAVIER, 1989**).

Ces protéines en particulier le gluten, ont pour facteur limitant primaire la lysine mais elles sont riches en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine). C'est pourquoi, il est judicieux de les compléter, notamment avec les légumes secs, qui eux sont pauvres en acides aminés soufrés mais riche en lysine.

Au cours de la mouture, la semoule s'appauvrit en protéides mais s'enrichit en amidon et perd une grande partie des fibres. Par conséquent, la quantité des principaux nutriments s'élève, d'où une augmentation de l'apport énergétique (**FREDOT, 2006**)

II -Pois chiche :

II-1- Production et consommation :

En Algérie, les légumineuses occupent une place importante dans les systèmes des cultures et dans l'alimentation de la population. La production reste faible (28 % seulement en 2011) et les importations sont en pleine croissance. L'une des actions pour relancer la filière des légumineuses consiste à sensibiliser les agriculteurs pour une meilleure maîtrise des techniques de culture et mettre à leur disposition de nouvelles semences développées dans le cadre d'un programme de recherche (**Bahri.R, 2011**).

Les chiffres du commerce extérieur montrent même que la facture d'importation a baissé en 2012 par rapport à l'année précédente, et jusqu'à 2013, l'Algérie n'avait pas besoin d'importer plus de légumineuses (**Berkouk.S, 2014**).

L'Algérie espère couvrir ses besoins de consommation en légumes secs à hauteur de 50% par la production nationale sachant qu'en 2019, ces besoins devraient atteindre 2,9 millions de quintaux (**Figure n° 04**)

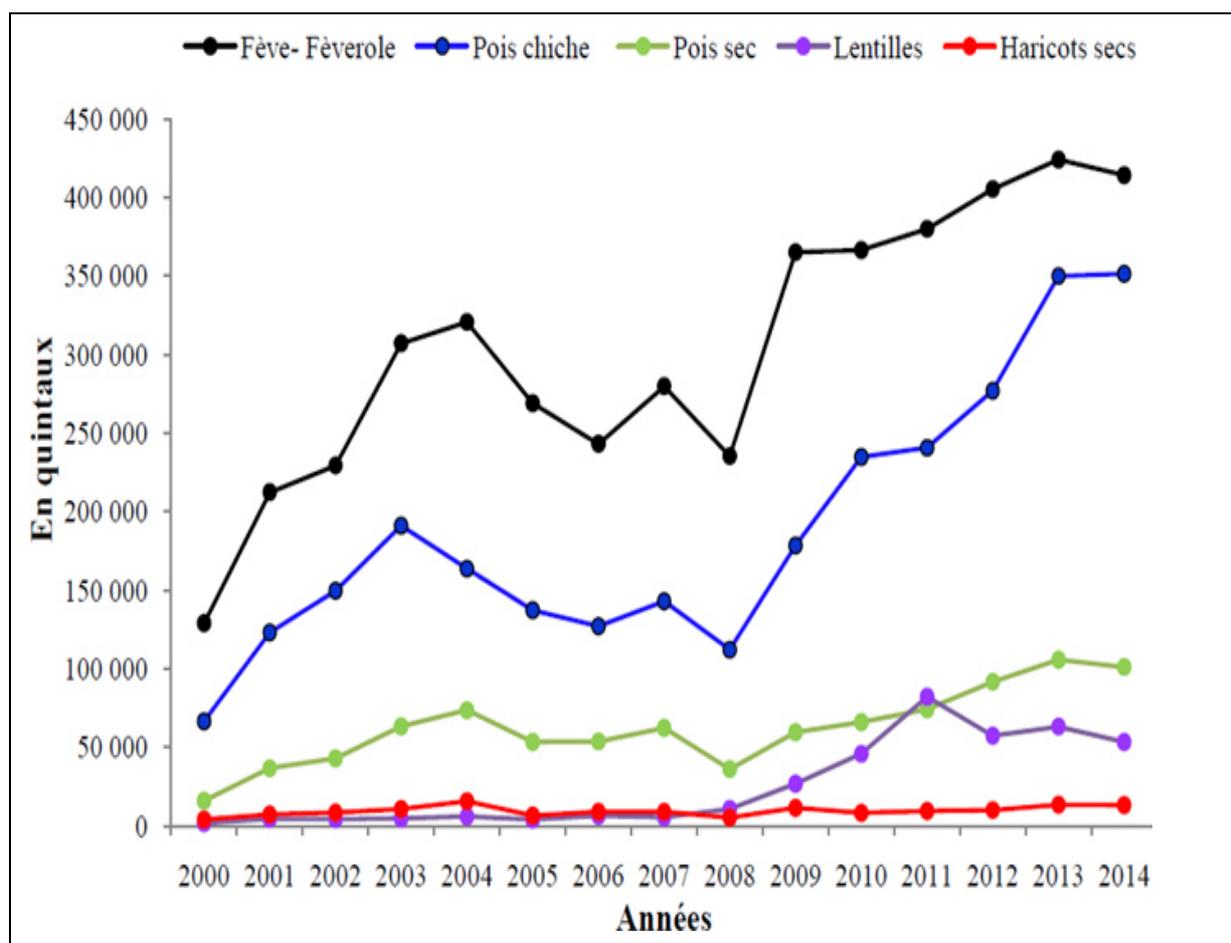
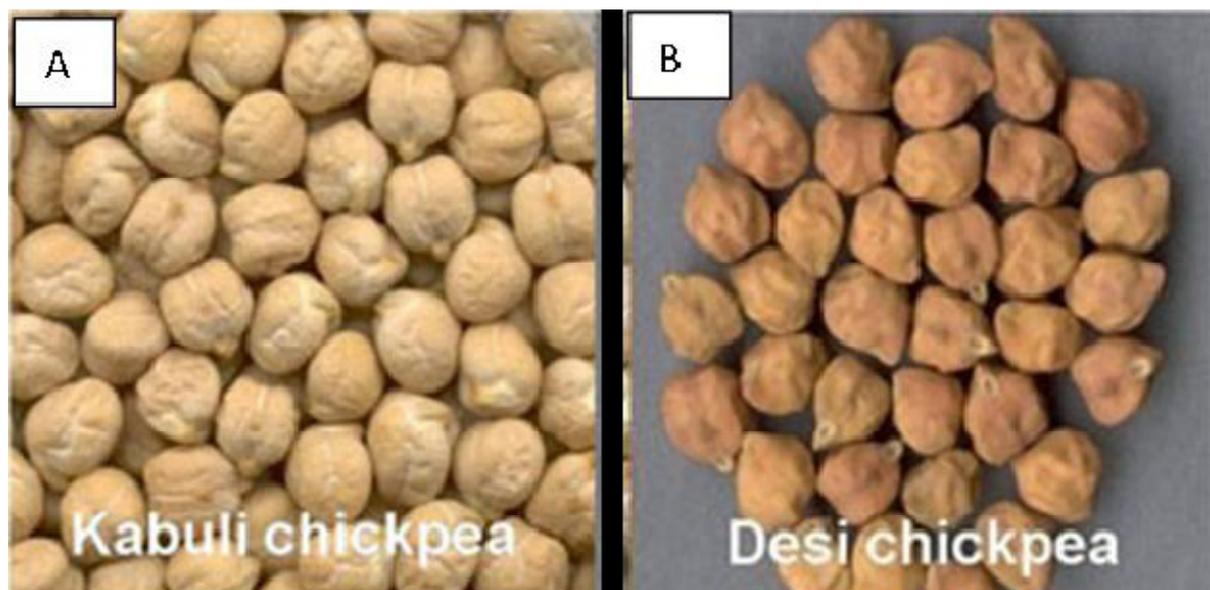


Figure n°04 : Production nationale de légumineuse (Ministère d’Agriculture, 2016).

Le pois chiche est l’une des principales légumineuses (habitudes culinaires) cultivées en Algérie mais la production reste insuffisante pour cela l’Algérie est contrainte d’importer annuellement des quantités importantes de pois chiche pour faire face aux besoins sans cesse croissants. L’accroissement des superficies et l’amélioration des rendements permettront une diminution de ces importations. (ITGC-2018)

Les variétés de pois chiche se différencient par l’apparence des graines (**figure n°05**), mais aussi par leur composition chimique, qui dépend des conditions et des zones de culture (Rachwa-Rosiaketal., 2015).



(A): Type kabuli

(B) : Type Desi

Figure n°05:Types de pois chiche(Bunyamin, 2015)

II-2- Composition biochimique :

Le pois chiche est une composante importante de l'alimentation des individus qui ne peuvent pas se permettre des protéines animales ou ceux qui sont végétariens par choix pour cela, il existe une demande croissante de pois chiches en raison de sa valeur nutritive.

Le pois chiche est une bonne source de glucides et de protéines, constituant ensemble environ 80% de la masse totale de graines sèches par rapport aux autres légumineuses. Aussi, il constitue une bonne source de fibres alimentaires, de vitamines et de minéraux(A.K. Jukanti *et al.*, 2012).

II-2-1-Protéines et acide saminés:

La plupart des légumineuses ont une teneur élevée en azote, en raison de leur capacité à fixer l'azote atmosphérique par une association symbiotique avec les microbes du sol (J.A. WOOD1 *et* M.A. GRUSAK, 2007).Elles sont relativement riches en protéines, leur teneur s'étend de 19,3 à 36,49%, selon l'espèce (ZHOU *et al.*, 2013).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les protéines de réserve les plus abondantes dans les graines de légumineuses sont les globulines, 60% des protéines totales. (OOMAH *et al.*, 2011).

L'alimentation en protéines est essentielle pour fournir au corps Les acides aminés qui rentrent dans plusieurs fonctions de réparation et de régénération des tissus et dans la synthèse des enzymes, des anticorps et hormones. (J.A. WOOD1 *et* M.A. GRUSAK, 2007).

La composition en acides aminés du pois chiche est bien équilibrée, en dehors des acides aminés soufrés limités (méthionine et cystéine), Le pois chiche est une bonne source d'acide aminé (lysine), Par conséquent, il est un compagnon idéal pour les céréales, qui sont connus pour être plus riches en acides aminés soufrés mais limités en lysine (J.A. WOOD1 *et* M.A. GRUSAK, 2007).

II-2-2-Glucides :

L'amidon est, après la cellulose, la principale substance glucidique synthétisée sous forme de réserve par les végétaux supérieurs à partir de l'énergie solaire. Il constitue une source naturelle et énergétique de choix pour l'alimentation des êtres vivants, en particulier celle de l'homme.

Outre l'amidon qui constitue la fraction glucidique facilement assimilable par l'organisme, d'autres constituants sont moins avantageux (Tableau n°03)

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tableau n°03 : Composition et concentration des glucides de pois chiche (sanchez-mata *et al.*, 1998):

Les glucides	Exemples	Concentration g /100g
Les monosaccharides	Glucose	0.7%
	Fructose	0.25%
	Ribose	0.11%
	Galactose	0.05%
Les disaccharides	Maltose	0.6%
	Saccharose	1-2 %
Les oligo-saccharides α -galactosides (J.A. WOOD1 <i>et</i> M.A. GRUSAK, 2007)	Raffinose	2.2%
	Stachyose	6.5%
	Verbascose	0.4%
	Cicéritol (QuemeneretBrillouet, 1983)	3.1%
Les polysaccharides (Saini <i>et</i> Knights,1984)	L'amidon	30-57%

II-2-3-Matière grasse et lipides :

Le pois chiche présente une teneur en lipides plus élevée que les autres légumineuses, (5 à 6 % de MS), avec une large variation génotypique.

La teneur totale en lipides du pois chiche comprend principalement des polyinsaturés (62–67%), Acides gras mono-insaturés (19-26%) et saturés (12-14%). (J.A. WOOD1 *et* M.A. GRUSAK, 2007).

L'acide linoléique (acide gras polyinsaturé) est l'acide gras dominant dans le pois chiche, avec une teneur de (51.2%), suivi des deux acides : l'acide oléique (acide gras mono insaturé) avec une teneur de (32 ,6%) et l'acide palmitique (acide gras saturé).

En moyenne, l'acide oléique est plus élevé dans les types kabuli par contre l'acide linoléique était plus élevé dans les types desi. (A. K. Jukanti*et al.*, 2012).

Tableau n°04 : Variations de pourcentage d'acide gras entre les deux types des graines de Pois chiche. (Wang *et* Daun JK, 2004)

Acides gras Dans % d l'huile	Kabuli type	Desi type
Oléique Oméga 09	32.56	22.31
Linoléique Oméga 03	2.69	3.15
Linoléique Oméga 06	51.20	61.62
Acide palmitique	9.41	9.09
Acide arachidique	0.66	0.51

II-2-4-Fibres alimentaires :

Les fibres alimentaires sont la partie non digestible de la nourriture végétale dans l'intestin grêle humain, ils se composent de poly / oligosaccharides, d'amidon résistant de lignine et d'autres substances végétales. (A. K. Jukanti *et al.*, 2012).

La lignine n'est pas de nature glucidique mais est un constituant poly phénolique des parois de la cellule végétale, son rôle dans les cellules végétales est de cimenter et d'ancrer l'hémicellulose, la cellulose et les substances pectiques, et de renforcer les Parois cellulaires pour empêcher la dégradation biochimique et les dommages physiques. (J.A.WOOD1 *et* M.A.GRUSAK, 2007)

La Cellulose et les polysaccharides non cellulosiques sont généralement la plus grande fraction de fibres alimentaires dans les graines de légumineuses, le reste comprenant de l'amidon résistant et de la lignine.

Les graines de légumineuses sont généralement caractérisées par leur teneur élevée en fibres alimentaires par rapport aux céréales. (J.A.WOOD1 *et* M.A.GRUSAK, 2007)

Chapitre I : Synthèse bibliographique

La teneur totale en fibres alimentaires dans le pois chiche est de 18 à 22 %. (**A. K. Jukanti *et al.*, 2012**), cette teneur élevée en fibres dans les régimes s'est avéré avoir un effet négatif sur la digestibilité des nutriments chez les animaux, en particulier les monogastriques. (**Choctet *al.*, 1999; Hughes *et Choct.*, 1999**). Ils diluent le contenu énergétique et diminuent la disponibilité des nutriments des aliments.

D'un autre côté, un régime riche en fibres a de nombreux bienfaits pour la santé, surtout dans les sociétés riches, en particulier lorsque l'obésité, les maladies cardiaques et le diabète sont un problème croissant. (**J.A. WOOD1 *et M.A. GRUSAK*, 2007**).

II-2-5-Minéraux et vitamines:

Le pois chiche, comme d'autres légumineuses, non seulement est un bon supplément pour l'alimentation quotidienne à base de céréales, mais fournit également des vitamines et des minéraux essentiels au bon fonctionnement de corps humain. (**A. K. Jukanti *et al.*, 2012**)

Environ 100 g de graines de pois chiche peuvent répondre aux besoins alimentaires quotidiens en fer (1,05 mg / jour chez les mâles et 1,46 mg / jour chez les femelles) et en zinc (4,2 mg / jour et 3,0 mg / jour) et 200 g peuvent répondre à celui du magnésium (260 mg / jour et 220 mg / jour). (**A. K. Jukanti *et al.*, 2012**).

Les légumineuses sont une bonne source de vitamines, le pois chiche en particulier peut compléter les besoins en vitamines d'un individu lorsqu'il est consommé avec d'autres aliments.

Le pois chiche est une bonne source relativement peu coûteuse d'acide folique et de tocophérols (la vitamine E), de plus il contient plusieurs vitamines hydrosolubles telles que les vitamines de groupe B et la vitamine C, ainsi que plusieurs vitamines liposolubles comme la vitamine A (sous forme de caroténoïdes provitamine A), et de la vitamine K. (**A. K. Jukanti *et al.*, 2012**)

III-Pâtes alimentaires :

La qualité technologique des semoules destinée à 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. Ces deux caractéristiques sont influencées par la composition biochimique et l'état physique (granulométrie) des semoules, elles mêmes liées à

L'origine histologique des produits (**GODON et WILLM, 1991**).

III-1- Qualités d'une semoule :

Les entreprises de transformation du blé en Algérie déclarent que l'indice de coloration jaune est le premier critère de choix et a une grande importance pour les utilisateurs (consommateurs) ; ils ont justifié cela par l'expérience et le savoir faire des consommateurs ; plus la semoule est jaune et dorée, meilleure sera sa qualité gustative et la couleur des produits finaux. Le taux de gluten est le deuxième critère en termes d'importance lors de l'achat des semoules.

En effet, plus la semoule a une forte teneur en gluten plus la qualité des produits finaux sera meilleure notamment dans la fabrication des pains traditionnels algériens. La qualité semoulière est conditionnée par la teneur en protéines, elle-même liée à la vitrosité du grain, et leur grosseur (calibrage) et ainsi le taux de cendre (**MADANI, 2009**).

III-2-Supplémentations (semoule de blé dur et farine de pois chiche) :

La teneur en acides aminés est un indicateur très important de la valeur nutritionnelle des aliments. Parmi tous les acides aminés, neuf sont essentiels et doivent être présents dans le régime alimentaire (**Rachwa-Rosiak et al., 2015**).

À la différence des protéines animales, les protéines végétales ne contiennent pas ces acides aminés essentiels dans les proportions requises (**OOMAH et al., 2011**). (Tableau n°04).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tableau n°05 : Composition en acides aminés (semoule de blé et pois chiche)

Acides aminés %	Blé	Pois chiche
Leucine	6,96	7,59
Isoleucine	4,25	4,76
Lysine	2,14	6,00
Méthionine	2,00	1,54
Cystéine	1,33	1,36
Phénylalanine	4,48	5,57
Tyrosine	3,5	3,58
Thréonine	2,6	3,86
Valine	4,94	5,6
Σ Aa essentiel	32,2	39,89
Alanine	3,94	5,6
Arginine	3,61	7,82
Acide aspartique	4,64	11,18
Acide glutamique	26,59	18,05
Glycine	3,36	4,3
Histidine	2,48	2,96
Proline	8,11	4,68
Sérine	3,85	4,77
Σ Aa non essentiels	56,55	58,64
Aa totaux	88,75	98,53

(VIRLING.E, 2003).

Les protéines du pois chiche sont riches en lysine mais déficientes en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine), alors que les protéines des céréales sont déficientes en lysine, mais contiennent des taux adéquats d'acides aminés soufrés (Rachwa-Rosiaket *al.*, 2015). Ainsi, les protéines des céréales trouvent un supplément de lysine dans celles des légumineuses qui en sont riches. Ces dernières trouvent une compensation en acides aminés soufrés dans les protéines des céréales qui en ont une bonne teneur.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Cette complémentarité, permet d'apporter un équilibre dans les teneurs en acides aminés qui pourrait améliorer la valeur nutritive des protéines, d'où l'intérêt de l'association céréales-légumineuses (**Livingstone *et al.*, 1993**). Cette association, permet aussi une complémentarité en minéraux et en vitamines du groupe B (**Aykroydet Doughty, 1982**).

Pour certains chercheurs, une complémentation optimale est assurée par un rapport céréales légumes secs de 2/1. Ainsi, un apport d'environ 67 % blé et 33% pois chiche permet d'obtenir une qualité protéique optimale. Cependant, pour d'autres chercheurs, l'addition d'une proportion de 5 à 10 % de légumineuses aux céréales est satisfaisante (**Siegel *et Fawcett, 1978 et FAO, 1982***).

III-3- Pâtes alimentaires :

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

III-3-1-Constituants des pâtes :

➤ Semoule de blé dur :

Elle est reconnue comme substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes (couscous, pâtes alimentaires, ...) des propriétés technologiques et rhéologiques spécifiques, sa dureté, sa couleur unique, sa saveur et sa qualité de cuisson (**GODON *et al*, 1991 ; FEILLET *et al*, 1996 ; PETITOT, 2009**).

Après conversion en pâte, elle donne des produits avec une bonne qualité culinaire et une stabilité à la cuisson (**SISSONS, 2008**). L'Amidon (74 à 76 %) et les protéines (12 à 15 %) sont des constituants majeurs de la semoule de blé dur (**TURNBULL, 2001 ; DURANTI, 2006**).

➤ L'eau :

Selon de nombreuses observations faites par les industriels, il ressort que la qualité de l'eau utilisée au cours de l'embâtage 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, 2000).

III-3-2-Rôles des constituants de la semoule en pastification :

III-3-2-1 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).

Les propriétés fonctionnelles du gluten lui permettent au cours de la pastification, de former un réseau tridimensionnel imperméable, la quantité de gluten et la qualité de ses protéines sont des facteurs prédéterminant de la valeur pastière de la semoule (FEILLET *et* DEXTER, 1996 ; FEILLET, 2000) et de la texture de la pâte (SISSONS *et al*, 2007).

La teneur en protéine affecte considérablement la qualité culinaire des pâtes produites. La matrice de protéines tient les granules d'amidon pendant la cuisson pour diminuer les pertes à la cuisson et par conséquent diminuer la viscosité. Avec des teneurs élevées de protéines, les brins des spaghettis gonflent et tiennent leur fermeté au cours de la cuisson avec moins de pertes à la cuisson (DEXTER *et al*, 1983).

III-3-2-2-Rôle des glucides et polysides :

L'amidon et ses composants interviennent de différentes manières au cours de la fabrication des pâtes, c'est un fixateur d'eau : On admet que 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, 2000).

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 (GRANT *et al*, 1993).

Egalement la teneur en amylose 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.

La capacité de l'amylose à limiter le gonflement peut contribuer à la baisse de la prise d'eau à la cuisson et l'augmentation de la délitescence est la résultante de l'augmentation de la disponibilité de lixiviation de l'amylose au cours de la cuisson (**SISSONS, 2008**).

III-3-2-3Rôle 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. Elle est établit au cours de la période de fabrication des pâtes en raison de l'oxydation des pigments jaunes sous l'action des lipoxygénases principalement au cours de l'hydratation, malaxage, extrusion et pendant l'étape de séchage (**SISSONS, 2008**).

MASTUO *et al*, 1986 et **SISSON, 2008** prouvent que ces lipides essentiellement non polaires ont des effets sur la qualité des pâtes en termes de viscosité et la délitescence. L'élimination des lipides totaux et lipides non polaires augmentent le caractère collant des pâtes et les pertes à la cuisson (**SISSONS, 2008**).

III-4-Pâtes enrichies :

De nombreuses études ont été entreprises afin d'améliorer la qualité nutritionnelle des pâtes alimentaires sans altérer leur qualité organoleptique (**BAHNASSEY *et al*, 1986a**; **EDWARDS *et al*, 1995** ; **INGELBRECHT *et al*, 2001** ; **MANTHEY *et al*, 2002**; **BRENNAN *et al*, 2003** ; **GALLAGHER *et al*, 2004** ; **PINARLI *et al*, 2004** ; **CLEARY *et al*, 2006** ; **SHORGEN *et al*, 2006** ; **MANTHEY *et al*, 2007** ; **SADEGHI *et al*, 2008**; **PETITOT *et al*, 2010** ; **NASEHI *et al*, 2011**)

La fabrication des pâtes diététiques-hypoglycémiques pour les diabétiques, des pâtes sans gluten pour les enfants souffrant de maladie cœliaque et celles à faible teneur en protéines pour les personnes atteintes de maladies rénales connaissent une grande importance.

De même, l'enrichissement en protéines pour améliorer simultanément la teneur en protéines (jusqu'à 25-30 %) et la qualité de celles-ci (teneur en acides aminés indispensables) a fait l'objet de nombreux travaux (incorporation de germe de blé dilapidé, de lactosérum, de caséine, de protéines de soja ou autres légumineuses, de protéines de poisson). L'insuffisance

Chapitre I : Synthèse bibliographique

des propriétés organoleptiques des produits obtenus, que ce soit leur tenue à la cuisson, leurs arômes ou leur goût (développement d'amertume notamment), s'est opposée à la commercialisation de ces produits.

Un des travaux d'enrichissement des pâtes était d'étudier et de déterminer la faisabilité technologique de pâtes enrichies avec des quantités élevées de farine de fève ou de pois cassé et de caractériser leurs propriétés culinaires (**PETITOT *et al.*, 2010**).

Bien que le développement de produits mixtes blé dur/légumineuse et notamment de pâtes enrichies en farine de légumineuse, connaisse depuis quelques années un intérêt croissant, les farines de fève et de pois cassé ont été peu étudiées. Les farines de lupin et de pois chiche figurent parmi les légumineuses les plus étudiées pour enrichir les pâtes (**RAYAS-DUARTE *et al.*, 1996**; **LAMPART-SZCZAPA *et al.*, 1997** ; **GONI *et al.*, 2003** ; **SABANIS *et al.*, 2006** ; **TORRES *et al.*, 2007a** ; **WOOD, 2009**), devant le pois et la lentille (**NIELSEN *et al.*, 1980**; **BAHNASSEY *et al.*, 1986a** ; **ZHAO *et al.*, 2005**).

Le taux d'enrichissement varie généralement de 5 à 30 %. Une seule étude a été conduite sur des pâtes enrichies avec 50% de farine de pois chiche (**SABANIS *et al.*, 2006**).

Matériel et méthodes :

1-Présentation du lieu de stage :

Nous avons suivi un stage pratique d'une durée de 15 jours au sien du laboratoire de l'entreprise Agro-alimentaire SARL MOLINO GRANI, spécialisé en production de la semoule et de la farine LARA. L'entreprise est située dans la zone industrielle de TAHARACHET, daïra d'Akbou, willaya de Béjaia à 82 Km de Bouira ville.

Le laboratoire est équipé de matériels expérimental nécessaire pour réaliser les analyses physico-chimiques suivant: l'humidité, le taux de cendre, le poids d'hectolitre PS, la granulométrie, la détermination quantitative et qualitative de gluten (humide, index, sec).

2-L'objectif de l'étude:

Notre travail est réalisée dans le but de fabriquer des pates alimentaires traditionnelles (Rechta) à base de la semoule de blé dur additionnée de la farine de pois chiche à des taux variables ce qui permis d'améliorer la teneur en protéine du mélange et d'équilibrer sa composition en acides aminées (sachant que la semoule de blé dur est riche en acides aminés soufrés (cystéine, méthionine) mais faible en lysine, tandis que ce dernier est en quantité suffisante dans la farine de pois chiche).

Aussi baisser le taux de gluten de la semoule pour élaborer un produit fini (pates alimentaires type Rechta) destiné aux malades souffrant de l'intolérance au gluten.

3-présentation du matériel végétal :

Les deux variétés utilisées dans cette étude sont une variété de blé dur (Simito) et une variété de pois chiche (Flip 90). Elles sont mises à notre disposition par la CCLS (Coopérative de céréales et de légumes secs) de Bouira.

4- Préparation de blé à la mouture :

Nettoyage : la quantité de blé destiné à la mouture est nettoyée pour éliminer toutes sortes d'impuretés (les déchets métalliques, les grains non matures...).

Le mouillage : consiste à ramener l'humidité de blé à environ 16% à partir de son humidité initiale afin de faciliter la mouture.

La quantité d'eau à rajouter est calculée par la relation suivante :

$$E = Q (H_f - H_i / 100 - H_f)$$

Q : Quantité du blé à broyer.

H_f : Humidité finale $\approx 14\%$

H_i : Humidité initiale

E : Quantité d'eau ajoutée pendant le mouillage pour atteindre 16%

➤ **Objectif :**

- Assouplir les enveloppes afin d'éviter leur fragmentation et de faciliter leur séparation,
- Réduire la dureté de l'albumen pour éviter que les granules d'amidon soient endommagés lors de la mouture.
- Conserver la valeur des semoules.

5- Mouture de blé :

La mouture est réalisée à l'aide d'un moulin d'essai « chopin » qui comprend deux parties (Figure n° 01) :

Première partie : assure le broyage de blé en semoule supérieure et de sons de blé.

Deuxième partie : re-broyage de la semoule supérieure en semoule extra fine ou bien la farine de blé dur.



Figure n° 06 : Moulin d'essai chopin

6-Obtention de farine de pois chiche :

Le broyage de pois chiche est réalisé à l'aide d'un broyeur de type « Laboratory mill 3303 », en farine de pois chiche de particules non homogènes, suivi d'un tamisage par un tamiseur de marque BUHLER, en utilisant différents tamis d'ouverture de mailles décroissante (400 μm , 350 μm , 300 μm , 150 μm .) afin de séparer les particules de la farine par diamètre.

I-Analyses physico-chimiques :

- **Grain de blé :**

Le poids à l'hectolitre (PHL) :N A 1913/1990 appelé aussi le poids spécifique PS : c'est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogrammes, il permis de donner le taux d'extraction.

➤ **Principe :**

Ecoulement libre d'un échantillon de blé débarrassé manuellement des grosses impuretés au moyen d'une trémie dans un récipient d'un litre appelé Nélma –litre (**Figure n°07**), ce dernier est pesé avant et après remplissage et chaque échantillon est traité en double essai et l'on obtient deux valeur M1 et M2.

La masse à l'hectolitre de l'échantillon (**Tableau n°06**), est égale à lamoyenne M des deux valeurs M1 et M2 retenues : **$M = (M1 + M2) / 2$**

**Tableau n°06 : Normes du poids spécifique du blé
(WILLIAMS, 1998).**

Le poids spécifique	Le blé
64-68kg / hl	Blé très léger
68-72 kg/hl	Blé léger
72-76kg/hl	Blé moyen
76-80kg/hl	Blé lourd
Plus de 80kg/hl	Blé trop lourd



Figure n°07 :Nélma –litre

- **Semoule et farine de pois chiche :**

La semoule de blé et la farine du pois chiche ont subi les analyses physicochimiques suivantes : détermination de l'humidité, le taux de cendre et la granulométrie.

I-1-Humidité : Méthode d'analyse N°06.95.D4 du MC

➤ **Principe :**

Séchage du produit à une température comprise entre 130 - 133°C pendant 2 heures, à la pression atmosphérique avec un broyage éventuelle du produit.

➤ **Mode opératoire :**

- Sécher la capsule métallique à l'étuve durant 15 min à 130°C.
- Refroidir la capsule métallique dans le dessiccateur jusqu'à la température du laboratoire (entre 30 et 45 min).
- Peser à 1 mg près une quantité de semoule d'environ 5 g dans la capsule tarée.
- Introduire la capsule découverte contenant la prise d'essai et son couvercle dans l'étuve.
- Laisser séjourner deux heures, le temps est compté à partir du moment où la température de l'étuve est à nouveau comprise entre 130 et 133°C.
- Après l'écoulement de temps d'étuvage, retirer rapidement la capsule de l'étuve et placer la dans le dessiccateur ou elle restera jusqu'à atteindre la température du laboratoire.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en eau est exprimée en pourcentage de masse de produit :

$$H\% = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \cdot 100$$

m₀: Masse en gramme de la capsule et son couvercle.

m₁: Masse en gramme de la capsule, du couvercle et la prise d'essai avant séchage.

m₂: Masse en gramme de la capsule, du couvercle et la prise d'essai après séchage.

Chaque essai étant effectué en double, l'écart entre les deux déterminations ne doit pas dépasser 0,1%.

I-2-Taux de cendre : Méthode d'analyse N°06.96.D5 rev 00 du MC

➤ **Principe :**

Incineration d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de **900 ± 25** °C jusqu'à combustion complète de la matière organique et pesage du résidu obtenu.

➤ **Mode opératoire :**

- Chauffer durant 5 min les nacelles dans le four réglé à $900 \pm 25^\circ\text{C}$, laisser ensuite refroidir à la température ambiante dans le dessiccateur pendant 15-20 minute.
- Peser les nacelles à 0,1mg près, on les manipulant avec une pince et on note le poids **p1**.
- Prélever une quantité de 4g de la semoule de blé dur et on note **p2**, le poids de la prise d'essai.
- Placer les nacelles à l'entrée de four chaud à l'aide de la pince pour qu'elles s'enflamment puis les introduire dans le fond de four une fois la flamme éteinte, fermer la porte.
- Retirer les nacelles du four à l'aide de la pince et laisser les refroidir 20 à 300 min dans le dessiccateur (faire sortir l'air de dessiccateur en ouvrant le robinet pour assurer l'étanchéité)
- Peser les nacelles contenant les cendres et noter **p3**.

➤ **Expression des résultats :**

Calcul du taux de cendres pour 100g de matière sèche :

$$\frac{(p3 - p1) \times 100}{p2} \times \frac{100}{(100-H)}$$

P1 : poids de la nacelle vide.

P2 : poids de la prise d'essai.

P3 : poids de la nacelle contenant les cendres.

H : taux d'humidité du produit à analyser.

I-3-Granulométrie ou le taux d'affleurement : (AFNOR, NF 11-501)

➤ **Principe :**

Tamissage d'un échantillon de 100 g de la semoule à l'aide d'un tamiseur électrique animé par des mouvements vibratoires automatiques circulaire excentré, dont l'amplitude de rotation et le temps de tamisage (7 min) sont réglables.

Les particules dont les dimensions sont inférieures aux dimensions d'ouvertures traversent facilement le tamis (le passant), alors que celles les plus grosses sont retenues (le refus).

Les refus et les passants de chaque tamis sont ensuite pesés avec une balance analytique (0,1g).

➤ **Mode opératoire :**

- Peser une quantité de 100g de la semoule.

-Déposer et répartir d'une manière uniforme au sommet d'un empilement de cinq tamis d'ouverture de mailles décroissante (450µm, 350µm, 250µm, 200µm et 150µm.)

- Allumer le tamiseur électrique après avoir réglé l'amplitude de rotation et le temps de tamisage.

- Récupérer et peser les refus de chaque tamis avec une balance analytique à 0,1 g.

I-4-Détermination quantitative et qualitative du gluten (gluten humide, index, gluten sec) : Méthode d'analyse N°06.96.D5 Rev 00 du MC

➤ **Principe :**

Préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de semoule et d'une solution de chlorure de sodium, isolement du gluten humide par lavage de cette pâte avec la solution de chlorure de sodium, puis essorage et pesage du produit obtenu.

Centrifugation dans des conditions standards du gluten extrait d'une mouture intégrale. Après centrifugation, le pourcentage de gluten n'ayant pas traversé la filière de la centrifugeuse constitue le gluten index.

Dessiccation de la boule de gluten humide obtenue d'une mouture intégrale qui constitue le gluten sec.

➤ **Mode opératoire:**

• **Farine :**

- Assembler la chambre de lavage en insérant un tamis polyester 88u entre la paroi de la chambre et le support de tamis lisse. Centrer le tamis sur le support et presser fermement la paroi de la chambre sur le tamis. Faire tourner la paroi de la chambre pour la fixer par les baïonnettes. Vérifier que le tamis n'est pas plissé ; le cas échéant, tirer doucement sur les bords du tamis pour le rendre lisse.

- Humecter le tamis pour éviter que les particules fines de produit ne passent au travers des mailles du tamis. Retirer l'excès d'eau à l'aide d'un chiffon et sécher les parois de la chambre de lavage.

-Peser une prise d'essai de 10g de produit et le verser dans la chambre de lavage. L'étendre sur le tamis en agitant doucement la chambre.

- Ajouter 4,8ml de solution de chlorure de sodium 2% a l'aide de la pipette réglable.

1. Détermination de la teneur en gluten index :

Elle se fait par centrifugation du gluten

2. Détermination du gluten sec :

Elle se fait par chauffage du gluten humide.

➤ Expression des résultats :

1. Gluten humide :

Le gluten humide, exprimé en pourcentage en masse du produit est égal :

$$m \times 100 / 10$$

m : Masse en gramme, de gluten humide

2. Gluten index :

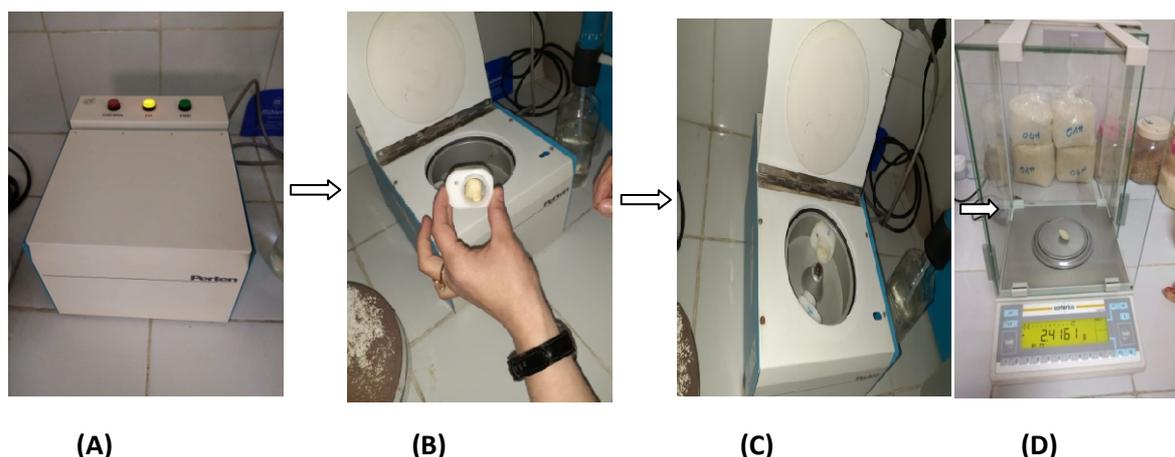
Le pourcentage de gluten résiduel représente le gluten index, il est calculé ainsi :

$$\text{Gluten index} = \text{gluten résiduel(g)} \times 100 / \text{gluten total(g)}$$

Le gluten index est un nombre entier.

3. Gluten sec :

$$\text{Gluten sec \%} = \text{gluten à la fin de la phase de séchage (g)} \times 10$$



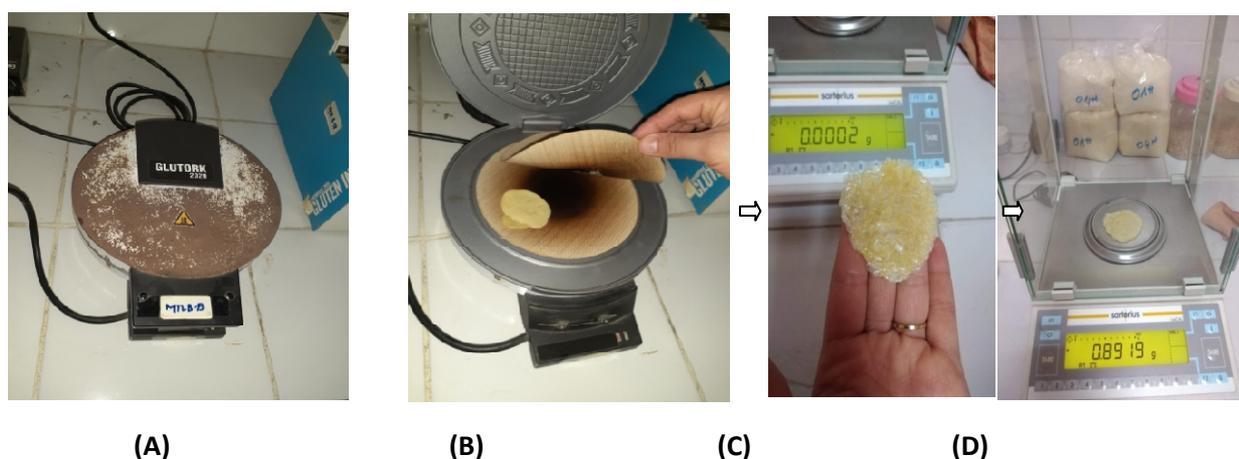
(A) : Centrifugeuse

(B) : Placement de boule de gluten dans une cassette

(C) : Mise en marche de la centrifugeuse à 30 secondes

(D) : Pesage de gluten index

Figure n°08 : Détermination du gluten sec



(A) : Appareillage de gluten sec « Glutrok »

(B) : Placement de boule de gluten dans l'appareil

(C) : Gluten sec

(D) : Pesage de gluten sec

Figure n°09 : Détermination de gluten index

II- Préparation des mélanges :

Après la mouture de blé et le broyage du pois chiche, nous avons obtenu une quantité de 1400g de la semoule extra fines et 1200g de la poudre de pois chiche.

Pour l'étude, deux taux de mélange sont préparés :

- 70% semoule et 30% farine du pois chiche de pois chiche.

- 50% semoule et 50 % farine du pois chiche.



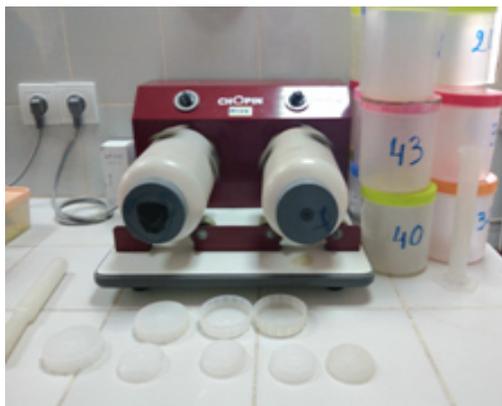
(A)



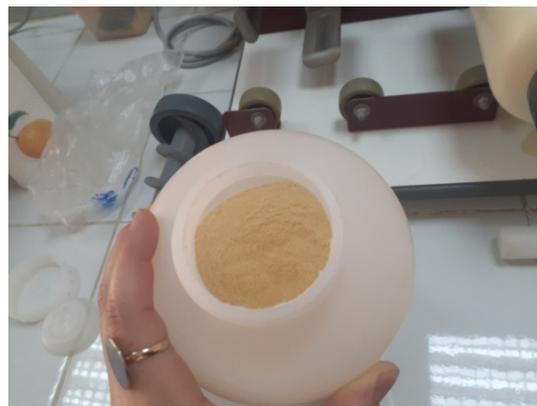
(B)



(C)



(D)



(E)

(A): Quantité de semoule et de pois chiche mélangée

(B): Mise en bouteille en plastique.

(C) : Préparation de la bouteille pour le mélangeur rotatoire

(D) : Mise en marche de mélangeur rotatoire

(E) : Mélange de taux 70%-30%

Figure n°10: préparation des mélanges

III-Fabrication de la pâte alimentaire (Rechta): (Figure n°11)

III-1- Matières premières et ingrédients:

- Semoule de blé dur (semoule extra fine)
- Farine de pois chiche
- Sel et l'eau minérale (Lalla Khadidja)



Figure n°11 : Etapes de fabrication de« Rechta ».

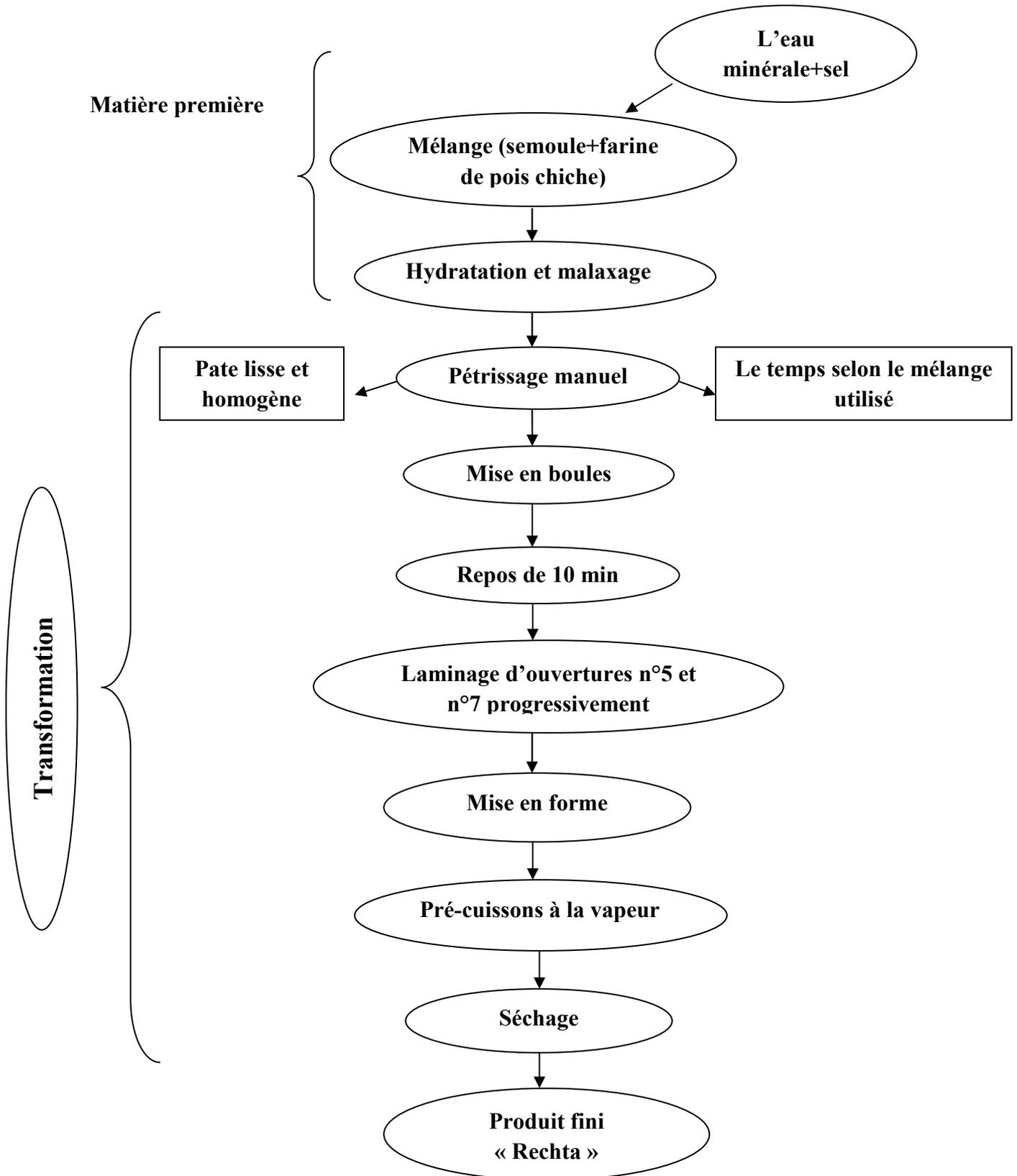


Figure n°12 : Diagramme de fabrication du produit élaboré « Rechta »

III-2- Analyses physicochimiques des mélanges :

Les deux mélanges à des taux différents (30% farine pois chiche /70% semoule de blé) et (50% farine de pois chiche /50 % semoule de blé) sont analysés sur l'humidité, taux de cendre, gluten humide, suivant les mêmes principes opératoires que les matières premières, en plus des dosages des protéines et des lipides.

Les mélanges sont analysés avant et après la fabrication de Rechta, cela va nous permettre de faire une comparaison en termes de la composition biochimique.

III-2-1. Dosage des protéines totaux :

La teneur en azote est mesurée par la méthode de **Kjeldahl** (Figure n°13). Elle consiste à la minéralisation de l'échantillon, l'alcalisation des produits de la réaction, la distillation de l'ammoniac libéré et son titrage (**méthode 992.23, AOAC 2011**). La méthode comporte essentiellement trois étapes.

La minéralisation est réalisée sur un gramme de produit en présence d'acide sulfurique concentré, l'ammoniaque libérée par addition de la soude est dosée par titrimétrie (**ISO 18771-1975**).

Le coefficient de conversion de l'azote en protéines est de 6,25 pour les légumes secs.

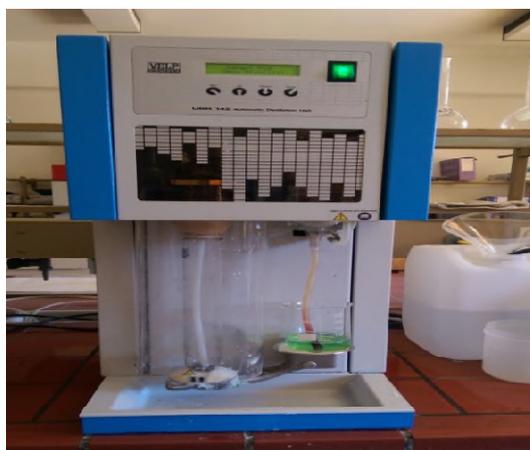


Figure n°13 : Appareil Kjeldahl

La teneur en azote total (N) exprimée en pourcentage en masse du produit, est estimée par l'équation suivante :

$$N = \frac{1,4 (V1-V0) T}{P0} \times \frac{100}{(100-H)}$$

Où

P0: Masse de la prise d'essai (g) ;

V0: Volume en millilitres de la solution HCl (0.25N) utilisé pour l'essai à blanc ;

V1: Volume en millilitres de la solution HCl (0.25N) utilisé pour la détermination ;

T : est la normalité de la solution d'HCl utilisée pour les titrages.

La teneur en protéines (P) est approchée en multipliant la teneur en azote par un Facteur de conversion K= 5.7 pour la semoule et germe de blé (méthode 992.23, AOAC 2011). Le résultat exprimé en gramme pour 100 g de matière sèche est donné par la formule Suivante :

$$P = N \times K$$

III-2-2. Dosage des lipides totaux

La méthode de dosage est fondée sur l'hydrolyse ménagée du produit au moyen d'acide chlorhydrique en présence d'acide formique et d'éthanol. Les lipides sont dosés par Gravimétrie(AFNOR NFV03-713). (AFNOR, 1991)

La teneur en matière grasse totale (L) en pourcentage par rapport à la matière sèche,est donnée par la relation ci-après :

$$L = \frac{(M_0 - M_1) 100}{P_e} \times \frac{100}{(100 - H)}$$

Où :

M0 : masse en gramme du matras avec résidu de matière grasse

M1 : masse en gramme de matras vide

Pe : masse en gramme de la prise d'essai

H : teneur en eau de l'échantillon en pourcentage de l'échantillon humide

III-3- Appréciation de la qualité des pâtes :

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 (AUTRAN *et al*, 1986 ; NASEHI *et al*, 2011).

III-3-1 Qualité culinaire des pâtes alimentaires :

La qualité culinaire des pâtes alimentaires intègre l'ensemble de caractéristiques suivantes:

- 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) (MARCHYLO *et al*, 2004 ; ABECASSIS, 2011).
- L'état de surface ou de désintégration des produits cuits dépend du degré d'adhésion des Brins (notion de collant) et aussi de l'aspect plus ou moins lisse des produits cuits (notion de Délitescence) (SUNG *et al*, 2003 ; ABECASSIS, 2011).
- l'absorption d'eau ;
- les pertes à la cuisson ;
- l'arôme, le goût et la couleur (FEILLET, 2000).

* Temps optimal de cuisson :

Les temps minimal, optimal et maximal de cuisson qui correspondent respectivement à la durée à partir duquel l'amidon est gélatinisé, au temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée et au temps au-delà duquel les produits se désintègrent dans l'eau de cuisson. (FRANK *et al*, 2002 ; ABECASSIS, 2011).

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 bouillante contenant 7 g/ litre de sel. À 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 (disparition de cœur blanc).

III-4-L'évaluation sensorielle de « Rechta » :

Évaluation sensorielle de « Rechta » est faite visuellement et par dégustation des pâtes sèches et cuites.

Un test de notation est réalisé, le panel est constitué de dégustateurs composé de 12 sujets de sexe féminin et masculin et d'âge différent, des responsables et travailleurs de la « semoulerie » MOLINO GRANI.

Il est recommandé aux dégustateurs d'éviter l'utilisation de produits dont l'odeur est prononcée comme par exemple le savon, la lotion et le parfum avant de commencer le test.

Les sujets doivent éviter également de manger, de boire ou de fumer au moins 30 minutes avant l'entame du test.

III-4-1 Déroulement de l'analyse :

La pâte fabriquée (Rechta) est cuite à la vapeur et tartinée avec de beurre.

Les échantillons de pâtes « Rechta » ont été présentés dans des assiettes codées (Figure n°) par A A 'et BB', sachant que A représente Rechta enrichie à 30 % cuite et B représente Rechta enrichie à 50% cuite alors que A' représente Rechta enrichie à 30 % sèche et B' représente Rechta enrichie à 50% sèche.

Une note sur une échelle de 1 à 10 est attribuée pour chaque caractère. Le 1 représente une intensité faible et le 10 une intensité élevée.

Les caractères de jugement des pâtes sèches portent essentiellement sur une appréciation visuelle de la forme, l'aspect et la couleur.

Pour les pâtes cuites, les paramètres d'analyse portent également sur l'aspect, la couleur ainsi que leur fermetés à la dent qui est définie selon **la norme ISO 4120** comme étant la résistance au cisaillement des pâtes entre les dents et à l'écrasement entre la langue et le palais. La prise en masse des brins renseigne sur le collant. Ce dernier est apprécié visuellement par la facilité d'émottage à l'aide d'une fourchette ainsi qu'en bouche. (GUEZLANE *et* ABECASSIS, 1991).



Figure n°14 : Echantillons de dégustation présentés en assiettes codées



Figure n°15 : test de dégustation

1-Analyse du blé avant la mouture:

1-1 -Poids à l'hectolitre:

Le poids spécifique du blé utilisé dans cette expérience est de 84, en se référant au Tableau n° 06 de ligne directrice pour l'interprétation du poids spécifique du blé, il apparaît que le blé étudié est trop lourd ce que reflète sa bonne qualité et un taux d'extraction élevé. La figure n°16 montre les masses obtenues des différents dérivés de la mouture.



Figure n°16: Masse obtenue de chaque un des dérivés de la mouture pour 1000 g de blé dur

-Semoule extra fine (SEF): **709,38 g**

-Farine de blé dur (3SF) : **279,80**

-Son : **395,67 g**

- Restes (refus) : **684,51 g**

2- Caractérisation physicochimique des matières premières :

Le tableau n°08 donne les caractéristiques physicochimiques des matières premières étudiées, semoule de blé de variété Simito et farine de pois chiche de variété Flip 90.

Tableau n°7 : caractérisation physicochimique de matières premières

Matière première	Granulométrie	Humidité (%)	Taux de cendre (%)	Gluten humide	Gluten Index	Gluten sec	Protéines	Lipides
Semoule de blé	T450=0,02 T350=0,07 T250=0,55 T150=90,63 Extraction=8,52	13,90	0,89	27,61	24,15	8,92	11,36	1,34
Farine de pois chiche	/	10,01	2,82	0	0	0	22,18	5,47

T 450 : tamis à ouvertures de mailles 450

2-1 -Granulométrie :

La granulométrie peut influencer la composition biochimique de la semoule et son comportement au cours de la transformation, notamment la vitesse d'hydratation. Plus la semoule est fine plus elle est riche en amidon endommagé, ce qui entraîne une absorption élevée en eau, favorisant la formation des gros grumeaux (**DICK et MATSUO, 1988**)

Le refus de tamis 150 est important (90,63g) par rapport aux autres tamis (0,02g ; 0,07g ; 0,55g). D'après nos résultats, la semoule utilisée se caractérise par une granulométrie comprise dans l'intervalle défini par **ABECASSIS (1993)** recommandée pour la fabrication des pâtes alimentaires dont la taille admise ne doit pas dépasser le seuil de 350 µm.

2-1-Humidité :

Les teneurs en humidité de la semoule de blé et de la farine du pois chiche utilisées sont respectivement de 13,90 % et de 10,01 %. Ces pourcentages sont conformes aux normes citées par le **CODEX STAN 178-1991** qui exige une teneur en eau inférieure à 14,5% pour la semoule de blé dur et

16% pour la farine de pois chiche (**CODEX ALIMENTARIUS,1995**)ce qui permet une bonne conservation du produit fini.

En effet, selon **KIGER et KIGER (1967)** ; l'humidité est très variable, elle dépend à la fois du climat, de la température et de la quantité d'eau ajoutée au blé avant la mouture.

2-2 -Taux de cendre:

Le taux de cendre de la semoule utilisée dans cette expérience est de 0,89 %, il ne dépasse pas la limite maximale de cendre pour la semoule de blé dur exigée par **CODEX STAN 178-1991** (1,3%) et il est inclus dans l'intervalle de la valeur donnée pour les semoules de qualités supérieures (inférieure à 1 ,1% MS donné par **BAR ,(1995)**. Quand à la farine de pois chiche, elle possède un taux de cendre de 2,82% ce qui est égale à la valeur trouvée par (**BRIDJA M et al ,2006**).

2-3 -taux de gluten:

La teneur en gluten des semoules exerce une influence considérable sur les propriétés viscoélastiques des pâtes et sur la qualité culinaire du produit fini (**FEILLET, 2000 ; PETITOT et al., 2010**).Elle varie en fonction de la variété, des conditions de culture et l'état de maturité des grains (**SELSELET, 1991**).

La semoule de blé utilisée dans cette étude présente une valeur égale à 27,61 % de gluten humide et 24,15 % de gluten index contre 8,92% de gluten sec.

La teneur en gluten humide de la semoule de blé étudiée est inférieure à celle exigée par **GODON.B. (1991)** qui doit être comprise entre 33 et 34 %.

D'après le résultat obtenu, la teneur en gluten sec de la semoule de blé dur est acceptable avec un taux de 8,92 % ; répondant à celle donnée par **LECOQ (1965)**qui doit varierentre 8 et 12 %.

2-5- Protéines:

Les teneurs en protéines de la semoule de blé et de la farine de pois chiche présentées dans cette étude sont respectivement de 11,36 % et 22 ,18 %.

Le résultat obtenu pour la semoule du blé dur est conforme à la norme exigée par **CODEX STAN 178-1991** qui doit être inférieure à 11,5 %. Alors que celui de la farine de

Chapitre III: Résultats et discussion

pois chiche est supérieur au taux donné par FAO 1982 qui varie de 19,4 à 20 %, par contre il est proche de la valeur donnée par BEN TALAH, 2008 qui est de 22,35 %.

2-6-Lipides:

Selon La FAO 1982, la teneur en lipides doit être comprise entre (5%- 5,6%) pour le pois chiche et entre (1 % - 2 %) pour le blé dur. D'après les résultats trouvés, les teneurs en lipides de la farine de pois chiche et de la semoule de blé sont respectivement de 5,4 % et de 1,34, donc elles répondent aux normes fixées.

3- Analyses physicochimiques des mélanges (50 % semoule de blé dur et 50 % farine de pois chiche) et (70 % semoule de blé dur et 30 % farine de pois chiche) avant et après la fabrication de « rechta » :

Le tableau suivant récapitule les résultats d'analyses physicochimiques des mélanges (50 % semoule/ 50% pois chiche) et (70 % semoule/ 30 % pois chiche), avant et après la fabrication sachant que : **S** : semoules de blé, **p** : pois chiche.

Tableau n° 08: Analyses physicochimiques des mélanges avant et après fabrication.

Échantillons Analyses		Humidité (%)	Taux de cendre (%)	Gluten humide(%)	Protéines (%)	Lipides (%)
Semoule de blé dur		13,90	0,89	27,61	11 ,36	1 ,34
Farine de pois chiche		10,01	2,82	0	22,18	5,47
Avant la fabrication	70% S +30% p	11 ,81	1,53	6 ,73	14,68	2,06
	50% S +50% P	11,37	1,95	4,30	15,12	2 ,25
Après la fabrication	70% S +30% P	9 ,16	2,82	0,63	14,38	0,87
	50% S +50% P	8,86	2 ,80	0,30	16 ,04	1,36

3-1- L'humidité:

La teneur en humidité des mélanges à taux (70 % semoule de blé / 30 % farine de pois chiche) et (50 % semoule / 50 % farine de pois chiche) sont respectivement de 11,81 % et de 11,37 %.

Après la fabrication de Rechta, la teneur en humidité diminue de 2,65 % pour le mélange de taux (70 % S / 30 % P) et de 2,51% pour le mélange de taux (50 % S/ 50 % P).

Cette diminution peut être expliquée par l'évaporation de l'eau au cours de processus de fabrication des pâtes élaborées (Rechta) durant la pré-cuisson et le séchage au soleil. Les techniques de transformation (séchage, cuisson), et les conditions de préparation ainsi que le taux de sel et de l'ensemble des épices ajoutés conditionnent la teneur en eau du produit fini (**LIZASO *et al*, 1999**).

3-2- Taux de cendre:

Les taux de cendres des mélanges (70 % semoule de blé / 30 % farine de pois chiche) et (50 % semoule de blé / 50 % farine de pois chiche) avant la fabrication sont respectivement 1,53 % et 1,95 %.

Après la fabrication de Rechta, Ces taux ont augmenté pour atteindre les valeurs suivantes : 2,82 % pour le mélange (70 % S / 30 % P) et 2,80 % pour le mélange (50 % S / 50 % P). Cette différence de taux peut être expliquée par l'augmentation de la teneur en matières minérales due à l'ajout de sel et l'eau minéral lors de la fabrication de Rechta.

3-3 -Gluten humide:

La teneur en gluten humide des mélanges (70%semoule de blé /30%farine de pois chiche), (50%semoule de blé /50%farine de pois chiche) a connu une importante diminution de 20,88 % et 23,31% respectivement par apport à la semoule de blé dur qui contient 27,61%,

D'après ces résultats, nous remarquons que la diminution de la teneur en gluten humide est plus importante quand le taux d'enrichissement en farine de pois chiche est plus élevé.

La farine de pois chiche est dépourvue de gluten, ce qui peut expliquer la diminution de la teneur en gluten des mélanges.

Les pâtes alimentaires élaborées (Rechta) à partir des deux mélanges (70 % S / 30 % P) et (50 % S / 50 % P) respectivement comportent des teneurs faibles en gluten (0,3 - 0,63 respectivement), ce qui peut être expliqué d'une part par l'enrichissement par la farine de pois chiche, elle-même dépourvue de gluten et d'autre part par l'intervention de gluten dans la formation de réseau protéique lors de processus de fabrication.

3-4-Protéines:

La teneur en protéines a connu une augmentation estimée à 3,30 % en mélangeant (70 % semoule de blé / 30 % farine de pois chiche) et 4,24 % en mélangeant (50 % semoule de blé / 50 % farine de pois chiche) par rapport à la teneur initiale de la semoule de blé dur.

D'après ces résultats, nous remarquons que plus le taux d'enrichissement en farine de pois chiche est important plus la teneur en protéines augmente.

La teneur en protéine de Rechta de mélange (70 % S/ 30 % P) a connu une légère diminution de 0,3 % qui peut être expliquée par une gélatinisation des protéines au cours de la cuisson à 100 °C sachant que les protéines commencent à se gélatiniser à partir de 40°C.

Contrairement au mélange (50 % S / 50 % P) ou la teneur en protéines a connu une légère augmentation de 0,92 %, qui est possible due au taux plus important d'incorporation par rapport au mélange (70 % S /30 % P).

3-5- Lipides:

La teneur en lipides des deux mélanges (70 % semoule de blé / 30 % farine de pois chiche) et (50 % semoule de blé / 50 % farine de pois chiche) a enregistré une diminution estimée à 3,41 % et 3,22 % respectivement par rapport à la teneur initiale des lipides de pois chiche 5,47.

Cette diminution est due à l'oxydation des lipides de la farine de pois chiche durant la période de stockage (8 mois) à la température ambiante de laboratoire.

Le produit élaboré (Rechta) contient des teneurs en lipides de 0,87 % et 1,37 % respectivement pour les mélanges (70 % S / 30 % P) et (50 % S / 50 % P). Ces dernières sont inférieures aux teneurs en lipides des matières premières (les deux types de mélanges).

Cette diminution peut être expliquée par l'oxydation des lipides au cours de l'étape de pré cuisson par l'évaporation et le séchage au soleil.

L'oxydation des lipides est une cause majeure de dégradation des aliments lors de leur fabrication et de leur conservation. Elle affecte les acides gras insaturés présents dans les huiles, les graisses ou les lipides de structure. (ANGELIQUE VILLIÈRE *et* CLAUDE GENOT, 2006).

4- Test de cuisson:

Le produit élaboré (Rechta) des mélanges (70 % semoule de blé / 30 % farine de pois chiche) et (50 % semoule de blé / 50 % farine de pois chiche) ont enregistré respectivement des temps de cuisson de 5,30 min et 13,08 min.

Les temps optimaux de cuisson sont mesurés par un chronomètre, sachant que les mesures ont débuté dès le plongement d'un échantillon du produit élaboré (Rechta) dans l'eau bouillante contenant le sel et l'huile.

La cuisson est arrêtée lorsque nous remarquons la disparition totale de la ligne blanche au cœur des pâtes, ce qui signifie une gélatinisation complète de l'amidon. Les pâtes sont ensuite égouttées pour éliminer l'eau de cuisson.

D'après Dexter et Marchylo (1996) et Clarke *et al.* (1998), la différence de temps de cuisson des pâtes peut s'expliquer par l'augmentation de la quantité du gluten qui est provoquée par une lente gélatinisation de l'amidon.

Clarke *et al.* (1998) et Edwards *et al.* (2001) et Bechereet *al.* (2002) confirment que la haute teneur en protéines ou plutôt la forte teneur en toutes substances azotées, ainsi que la force et l'élasticité élevées du gluten influencent la résistance des pâtes lors de la cuisson.

Le produit fini (Rechta) du mélange (70 % semoule de blé / 30 % farine de pois chiche) note un temps optimal de cuisson inférieur à celui donné par Rechta du mélange (50 % semoule de blé / 50 % farine de pois chiche). Ce résultat peut être expliqué par la différence d'épaisseur des brins formés pour chaque type de pâte traditionnelle « Rechta ». Figure n°17 A et B.



Figure n°17:A,Rechta de mélange (70%S/30%P) ;B, Rechta de mélange (50%S/50%P).

5-Analyses sensorielles:

La figure n°18 donne les résultats de l'évaluation sensorielle de produit élaboré (Rechta) enrichi sec :

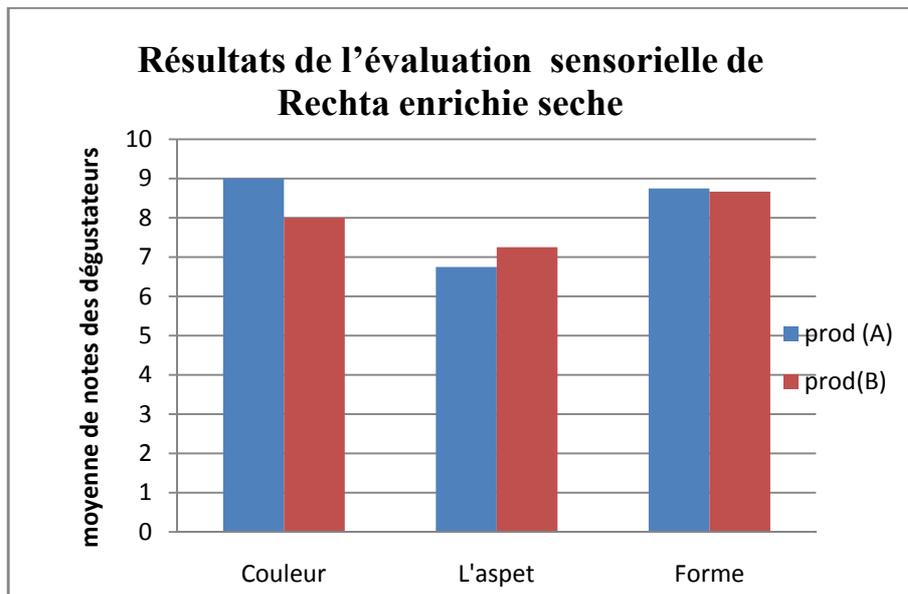


Figure n°18:Résultat dz l'évaluation sensorielle de Rechta enrichiesèche.

(A) : Rechta enrichie à 30% de la farine de pois chiche

(B) :Rechta enrichie à 50% de la farine de pois chiche.

Chapitre III: Résultats et discussion

L'évaluation sensorielle de Reçta sèche enrichie à 30% (produit A) et 50% (produit B) par la farine de pois chiche est faite visuellement par l'analyse de trois (03) caractères conditionnant la qualité organoleptique de produit fini (la couleur, la forme et l'aspect).

D'après l'histogramme réalisé en fonction de la moyenne des avis des dégustateurs (**Annexe n°10**) nous remarquons que :

- **Couleur:**

La couleur de produit A est légèrement plus satisfaisante que la couleur de produit B.

Le résultat obtenu peut être expliqué par le taux d'enrichissement (plus le taux d'enrichissement est important plus la couleur est intense) et l'oxydation des lipides au cours de la cuisson est importante.

- **Aspect:**

En se référant à la moyenne des avis de l'ensemble des dégustateurs, l'aspect de produit B est plus dur (7,25) que celle de produit A (6,75), cela peut être expliqué par la différence en épaisseur des brins des deux produits lors de la fabrication de « reçta ».

- **Forme:**

La forme des deux produits A et B est presque identique d'une moyenne (8,75 et 8,67 respectivement). Les deux produits ont la même forme « tréflée ». (Figure n° 19).

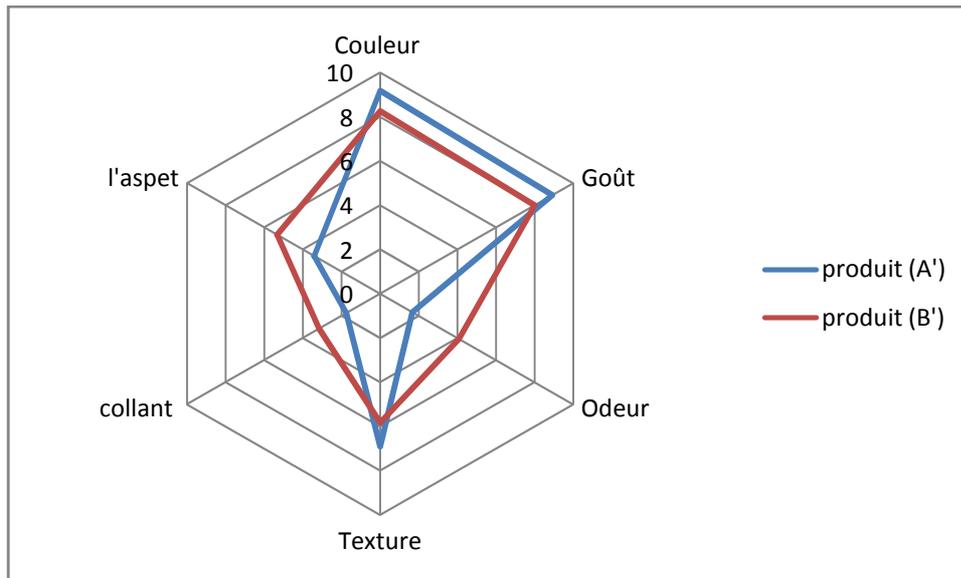


Figure n°19: Résultat de l'évaluation sensorielle de Rechta enrichie cuite.

(A') : Rechta enrichie cuite à 30% de la farine de pois chiche.

(B') : Rechta enrichie cuite à 50% de la farine de pois chiche.

Le diagramme représente les résultats d'analyse sensorielle des produit A' et B' sur six (06) caractères organoleptiques et viscoélastiques (couleur, odeur, gout, l'aspect, la texture et le collant).

Nous observons qu'au niveau de la couleur et le gout, le produit A' a une couleur légèrement plus intense (9,18) et un gout légèrement agréable (8,91) par rapport au produit B' (8,25 et 8 respectivement). La texture de produit A' est plus ferme en comparant au produit B' (6,91 et 5,85 respectivement).

Concernant l'odeur, le produit B' présente une odeur plus forte que le produit A' avec 2,42 de différence.

Le produit A' à un faible collant 1,75 et un aspect plus lisse 3,41 par rapport au produit B' (3,16 et 3,33 respectivement).

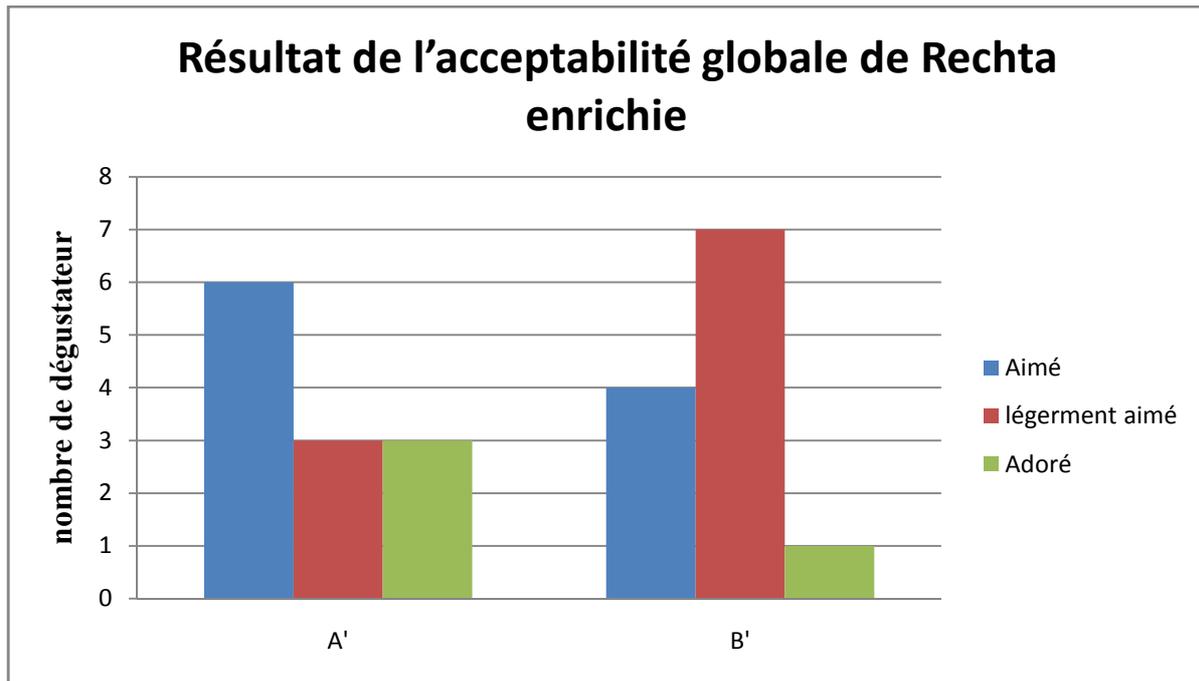


Figure n°20: Résultat de l'acceptabilité globale de Rechta enrichie.

(A') :Rechta enrichie cuite à 30%

(B') :Rechta enrichie cuite à 50%

La figures n°20 représente l'histogramme de l'acceptabilité générale de Rechta enrichie à 30 % et 50 % en farine de pois chiche respectivement produit A'et B', selon le degré d'appréciation des dégustateurs (légèrement aimé, aimé, adoré)

Nous remarquons que le nombre de personnes qui ont aimé le produit A' est plus élevé par rapport au produit B' (06 personnes contre 04 personnes respectivement).

Le nombre de dégustateurs qui ont légèrement aimé le produit B' est plus élevé que ceux qui ont aimé produit A', avec 7 personnes pour le produit B' et 03 personnes pour le produit A'.

Le nombre de dégustateurs qui ont adoré le produit A' est plus élevé que ceux ayant adoré le produit B' (03 personnes pour le produit A' contre 01 seule personne pour le produit B').

Conclusion

L'objectif de ce travail est l'élaboration d'une pâte alimentaire traditionnelle (Rechta), enrichie par la farine de pois chiche, destinée aux malades souffrant de l'intolérance au gluten.

Le but de cette étude est l'amélioration de la qualité nutritionnelle du produit élaboré (Rechta), l'équilibre de sa composition en acides aminés et aussi la diminution de sa teneur en gluten. Pour ce faire, nous avons opté pour le mélange de la semoule de blé dur (variété Simito) et la farine de pois chiche (variété Flip 90) à des taux variables 50 % / 50 % et 70 %/30 %. La semoule de blé dur est riche en acides aminés soufrés (cystéine, méthionine) mais pauvre en lysine. Tandis que la farine de pois chiche est déficiente en gluten et riche en lysine ce qui favorise cette complémentarité.

Les analyses physico-chimiques des matières premières utilisées (semoule de blé dur et farine de pois chiche) montrent que leurs teneurs en humidité sont conformes aux normes exigées, ce qui permet une bonne conservation du produit fini.

La farine de pois chiche présente une teneur en lipides de l'ordre de 5,47 % MS, une teneur élevée en protéines (22,18 % MS), et un taux de cendre de 2,82%. Par contre, la semoule de blé dur donne un taux de cendres de l'ordre de 0,89 %, 11,36 % en protéines et des taux de gluten humide, gluten index et gluten sec de 27,61%, 24, 15% et 8,92 % successivement.

Concernant les résultats obtenus pour les deux mélanges (70 % de semoule de blé dur et 30 % de farine de pois chiche) et (50 % de semoule de blé dur et 50 % de farine de pois chiche), nous avons constaté une augmentation de 0,92 % de la teneur en protéines de Rechta issue de mélange (50 % S / 50% P) qui peut être expliquée par le taux important d'incorporation de la farine de pois chiche. Par contre, nous avons noté une légère diminution de 0,3 % de la teneur en protéines de Rechta issue de mélange (70 % S/ 0%P) expliquée par une gélification des protéines au cours de la cuisson.

Le produit élaboré (Rechta) des deux mélanges (70%S et 30%P) et (50%S et 50%P) contient une teneur en lipides de 0,87 % et 1,37% respectivement, inférieure à la teneur de

lipides des matières premières. Cette diminution peut être expliquée par l'oxydation des lipides au cours du stockage pendant 08 mois.

Une diminution importante de la teneur en gluten est observée due à l'intervention de gluten dans la formation de réseau protéique lors du processus de la fabrication.

Le profil sensoriel des produits élaborés montre que le mélange (70 % de semoule de blé dur et 30% de farine de pois chiche) présente une qualité organoleptique supérieure à celle de mélange (50 % de semoule de blé dur et 50 % de farine de pois chiche).

En perspectives, nous pouvons dire que ce travail méritera d'être complété par:

- Elaboration des produits diététiques à base de farine de pois chiche tels que: Les biscuits, les pâtes alimentaires, couscous, etc.
- Détermination des autres caractéristiques physico-chimiques (teneur en amidon).
- Etude d'autres taux d'enrichissement par la farine de pois chiche ou une autre variété de légumineuse.
- Le contact industriel en vue de l'industrialisation des produits à faible gluten à base de farine de pois chiche afin d'améliorer et de diversifier l'alimentation des malades souffrant de l'intolérance en gluten.

Référence bibliographiques

A

A. K. JUKANTH, P. M. GAURI, C. L. L. GOWDA AND R. N. CHIBBAR., (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicerarietinum*L.): a review, British Journal of Nutrition Vol. 108, S1, Pages S11-S26, August 2012.

ABECASSIS J., (1993). Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. Industries des céréales 81.25-37p.

ALAIS C., (2008). Les céréales-le pain in:biochimie alimentaire, ALAIS C., LINDENG, MICLOL ; TEC et DOC Dunod, Paris. 260 p

ALAIS C., LINDEN G., et MICLOT L., (2003). Biochimie alimentaire.Ed ,MASSON. 245p.

ALAIS C., LINDEN.G et MICLO.L., (2003).Biochimie alimentaire : les céréales-le pain, 5ème éd., DUNOD, Paris, p.131-134.

ALLAYA.M., RUCHETON.G., (2006).Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région méditerranéenne. Agri. Med. Rapport annuel du CIHEAM, Paris, 2006, pp 446.

ANGELIQUE VILLIÈRE, CLAUDE GENOT.,(2006). Approche physico-chimique et sensorielle de l'oxydation des lipides en émulsions, MARS-JUIN 2006.

ANONIME, (2017).Guide pratique pour le conseil agricole,lentille, pois chiche, fève p 22.

AYKROYD, W. R., AND DOUGHTY, J., (1964)."Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine." *Rome, Italy, FAO*, 3-32.

B

BAHNASSEY Y., KHAN K., (1986)a. Fortification of spaghetti with edible legumes II Rheological, processing, and quality evaluation studies. *Cereal Chemistry*, 63(3), 216-219.

BAHNASSEY Y., KHAN K., (1986) c. Fortification of spaghetti with edible legumes II Rheological, processing, and quality evaluation studies. *CerealChemistry*, 63(3), 216-219.

BAR.,(1995). Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Guide pratique. ITCF. Paris. 253p.

BARKOUTLA, Agglomération humide de poudres à réactivité de surface, Approche mécanistique de la morphogénèse de structures alimentaires agglomérées, Thèse de docteur de l'université Montpellier,2012, 185 p.

Référence bibliographiques

BATTAIS F, RICHARD C, LEDUC V., (2007). Les allergènes du grain de blé. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique* ; 47:171–174.

BECHERE E.R., PENA J., et MITIKU D., (2002). Glutenin Composition, Quality Characteristics, and Agronomic Attributes of Durum Wheat Cultivars Released in Ethiopia. *AfricanCrop Science Journal*. 10(2). 173-182 p.

BENATALLAH, L.,(2009). Couscous et pain sans gluten pour malades cœliaques: aptitude technologique de formules à base de riz et de légumes secs. Diplôme de doctorat en sciences alimentaires. INATAA. Constantine. Algérie.

BENCHARIA, TOZANLIS, LEM EILLIEUR.S.,(2009). Dynamique des acteurs dans les filières agronomiques et agroalimentaires. *Options Méditerranéennes, Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord*,2009, P 94-142.

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 deThèse de doctorat. Université Laval. Québec. pp .4-16.

BERTON B., (2002). Hydratation par adsorption de vapeur d'eau ou par immersion des farines de blé et de leurs constituants. *Alimentation et Nutrition*. Institut National Polytechnique de Lorraine. France : 205 p.

BLOKSMA A.H., (1990) b. Dough structure, doughrheology and bakingquality. *CerealFoods World*, 35:237-244.

BOUDREAU.A, MENARD.G., (1992).Le blé. *Eléments fondamentaux et transformation* ». Coordonnateurs, ed : Les presses de l'Université Laval, Canada, 1992, 439 p.

BRENNAN C. S., KURI V., TUDORICA C. M., (2003). Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chemistry*, 86(2), 189-193.

BRIDJA MOHAMED, BACHIR RAHO GHALEM., (2006).Contribution à l'étude de l'influence d'intégration de la farine de pois chiche en panification, SIPAM 2006.

BUNYAMINT.,(2015).Poischiche. *HistoricaCanada*<<http://www.encyclopediecanadienne.ca/fr/article/poischiche/#h3_jump_0>>.

Référence bibliographiques

C

CADI, A.; DELLIG, A.; SARFATTI, P.; CHIAR. T.; BELLAH, F. ET BAZZANI, F., (2000). SIG et zonage agro-écologique : Application au Nord algérien. *Rév. Céréaliculture* n° 34 ITGC : 68-75.

CALVEL., (1984). La boulangerie moderne, Ed ; EGROLLE. France, p459.

CHAROLES .A., GULLI. L et AURANT L., (2003). Biochimie alimentaire 5ème éd de l'abrégé. 129-138.

CHEFTEL J. C. et CHEFTEL H., (1984). Introduction à la biochimie et technologie des aliments. Tome 1. Tec et DOC ; Lavoisier, Paris, 381 pages.

CHOCT, M., HUGHES, R.J. AND ANNISON, G., (1999). Apparent metabolisable energy and chemical composition of Australian wheat in relation to environmental factors. *Australian Journal of Agricultural Research* 50, 447–451.

CLARKE J.M., MARCHYLO B.A., KOVACS M.I.P., NOLL J.S., MCAIG T.N., ET HOWES N.K., (1998). Breeding durum wheat for pasta quality in Canada. *Euphytica*. 100. 163-170 p.

CLEARY L., BRENNAN C., (2006). The influence of a (1 → 3) (1 → 4)-beta-D-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(8), 910-918.

CODEX ALIMENTARIUS., (2007). Commission du Codex Alimentarius et le programme FAO et OMS sur les normes alimentaires : Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales, norme codex pour la semoule et la farine de blé dur. Codex stan 178-1991 (rév. 1-1995). 65 p.

COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS 21ème session Rome, 3–8 juillet (1995)

D

DACOSTA Y., (1986). Le gluten de blé dur et ses applications. Ed APRIA, Paris, 130 p.

DAMIDAUX R., AUTRAN J. C., GRIGNA C., et FEILLET P., (1978). Mise en évidence des relations applicables en sélection entre l'électrophorégramme des gliadines et les

Référence bibliographiques

propriétés viscoélastique du gluten de triticumdurumDesf C. R. Acad. Sci. Ser D. 291 : 585 - 588.

DEXTER J.E., et MARCHYLO B.A., (1996).Meeting the durum wheat quality requirements of an evolving processing industry: Past, Present and Future trends. Canadian Grain Commission Grain Research Laboratory 1404 - 303, Main Street Winnipeg, Manitoba, R3C 3G8 Presented at the PavanMapimpianti 50th Anniversary Durum Wheat and Pasta Seminars, Bassano Del Grappa, Italy. 23-26 p.

DEXTER J.E., MASTUO R.R., MORGAN B.S., (1983).Spaghetti stickiness: Some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics. *Journal FoodSci.*48:1545-1559.

DJELTI H., (2014). Etude de la qualité du blé tendre utilisé en meunière algérienne. Mémoire de magistère. Option : Technologie Des industries Agro-alimentaire. Université Abou BekrBelkaid Tlemcen : 51p.

DJERMOUN, A., (2009). La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Nature et Technologie, 01 : 45-53.

DUBOIS. M., (1996). Les farines : caractéristiques des farines et des pâtes. In : Industries des céréales. N°97. Ed : Lavoisier, Paris. 19-29.

DUNFORD N.T., (2012). Food and industrial bioproducts and bioprocessing.WileyBlackwell ; 392 P

DURANTI M., (2006). Grain legume proteins and nutraceutical properties.Fitoterapia, 77 (2),67-82.

E

EDWARDS N.M., PERESSINI D., Dexter J.E., et MULVANEY S.J., (2001). Viscoelastic properties of durum wheat and common wheat of different strengths.Rheological Acta.(40).142-53p.

EDWARDS N. M., BILIADERIS C. G., DEXTER J. E., (1995). Textural characteristics of whole wheat pasta and pasta containing non-starch polysaccharides.*Journal of Food Science*60(6), 1321-1324.

Référence bibliographiques

F

FAO.,(1982). Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. FAO. Alimentation et nutrition 20. Rome.152 p.

FAVIER, J-C., (1989). Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leurs transformations. In céréales en région chaude. éd. John libbeyEurotext. Paris, p.287, 288.

FEILLET P., DEXTER J.E., (1996). Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production.**In: KRUGER J.E., MASTUO R.R., DICK J.W. *Pasta and Noodle Technology*, ED: AACC, St Paul, Minnesota, pp. 95-131.**

FEILLET., (2000).Le grain de blé, composition et utilisation. Ed : INRA.

FEILLET.P.,(2000). Le grain de blé, composition et utilisation, ed : INRA, Paris, 2000, 303 P.

FOSTER-POWELL K., HOLT S.H.A., BRAND-MILLER J.C., (2002). International table of glycemc index and glycemc load values: 2002. American Journal of Clinical Nutrition, 76(1), 5-56.

FREDOT E., (2006).Connaissance des aliments, bases alimentaires de la diététique : les produits céréaliers. éd. TEC & DOC LAVOISIER. Paris, p.161, 162, 166, 167, 190, 191.

FREDOT E., (2006).Connaissance des aliments, bases alimentaires de la diététique : les produits céréaliers. éd. TEC & DOC LAVOISIER. Paris, p.161, 162, 166, 167, 190, 191.

FREDOT E., (2005). Connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Ed. Tec et DOC. 397 pages.

G

GALLAGHER E., GORMELY T.R., ARENDT E.K., (2004). Recent Advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trens in Food Science, Technology*15:143 152.

GODON B et WILM C., (1991). Les industries de premières transformations des céréales Ed.Tec et Doc. LAVOISIER .paris, ISBN : 2-7430-0123-2, p 122-154.

GODON.B., (1991). Biotransformation des produits céréaliers, Ed : Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 1991, 221 p

Référence bibliographiques

GODON.B., (1982).Valeur meunière et boulangère des blés tendres et leurs farine In : conservation et stockage des graines et produits dérivés. Ed : Tec et Doc. Lavoisier, Paris.

GONI I., VALENTIN-GAMAZO C., (2003). Chickpea flour ingredient slows glycemic response to pasta in healthy volunteers. *Food Chemistry*, 81(4), 511-515.

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.* 70:676-684.

H

HUGHES, R.J. AND CHOCT, M., (1999). Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in poultry. *Australian Journal of Agricultural Research* 50, 689–701.

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* 82,690-694.

I

INGELBRECHT J. A., MOERS K., ABECASSIS J., ROUAU X., DELCOUR J. A.,(2001). Influence of arabinoxylans and endoxylanases on pasta processing and quality Production of high-quality pasta with increased levels of soluble fiber. *Cereal Chemistry*78(6), 721-729.

INSTITUT TECHNIQUE DES GRANDES CULTURES., (2018). LA CULTURE DU POIS CHICHE EN ALGERIE ; 2018.

IZYDORCZYK M.S., BILIADERIS C.G., BUSHUK W., (1991). Physical properties of water soluble pentosans from different wheat varieties.*Cereal Chem.* (68), pp.145-150.

J

JEANTET R., CROGUNNEC T., SCHUCK P. et BRULEG.,(2007). Science des aliments. Volume 2. Ed. TEC et DOC. Lavoisier. Paris. 453pages.

K

KIGER J.L, KIGER J.G., (1967).Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de regime, ed : DUNO, Paris.1967, 676 p.

Référence bibliographiques

L

LALEG K., BARRON C., SANTE-LHOUTELLIER V., WALRAND S., MICARD V., (2016)a. Protein enriched pasta: structure and digestibility of its protein network. *Food & Function*, 7(2), 1196-1207.

LALEG K., CASSAN D., BARRON C., PRABHASANKAR P., MICARD V., (2016)c. Structural, Culinary, Nutritional and Anti-Nutritional Properties of High Protein, Gluten Free, 100% Legume Pasta. *PLoS ONE* 11(9).

LAMPART-SZCZAPA E., OBUCHOWSKI W., CZACZYK K., PASTUSZEWSKI B., BURACZEWSKA L., (1997). Effect of lupine flour on the quality and oligosaccharides of pasta and crisps. *Nahrung*: 41(4), 219-223.

LECOQ R. Manuel des analyses alimentaires et d'expertise usuelle, ed : DOIN, Paris, 1965, 938 p.

LESAGE V., (2011). Contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté / tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi-isogéniques. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. Français : 118 p.

LIVINGSTONE, A. S., FENG, J. J., AND MALLESHI, N. G. (1993). "Development and nutritional quality evaluation of weaning foods based on malted, popped and roller dried wheat and chickpea." *International journal of food science and technology*, 28(1), 35-43.

LIZASO G., CHASCO J. & BERIAIN M. J., (1999). Microbiological and biochemical changes during ripening of Salchichón, a Spanish dry cured sausage. *Food Microbiology*, 16, 219-228.

M

MADANI M., (2009). Qualité technologique de quelque céréale (blé tendre, blé dur, orge et MADR., (2017). Statistiques de Ministre Agricoles de Développement Rural 2017.

MANAYSHAKUNTALA N, SHADAKSHARASWAMY M., (2001). Foods: Facts and principles, Second Edition. New Age International Publishers.

MANTHEY F. A., HALL C. A., (2007). Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(11), 2026-2033.

Référence bibliographiques

MANTHEY F. A., SCHORNO A. L., (2002). Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum. *Cereal Chemistry*, 79(4), 504-510.

MASTUO R.R., DEXTER J.E., BOUDREAU A., DAUN J.K., (1986). The role of lipids in determining spaghetti cooking quality. *Cereal Chemistry* 63, 484-489.

MAZOUZ L., (2006). Etude de la contribution des paramètres phéno-morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* des f.) dans l'étage bioclimatique semi-aride. Mémoire de Magister. Département d'Agronomie. Faculté des Sciences. Université El Hadj Lakhdar Batna, Algérie. 66p.

MECHRI. M, BOUMZAOUT.N, (2019). Influence des semoules fines sur la qualité finale des pâtes alimentaires : Cas de « Rechta » Mémoire Master .Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire. Université 8 Mai 1945 Guelma , 87Page disponible sur : <http://www.agrimaroc.ma/la-culture-du-ble-dur-besoins-et-contraintes>. (consulté le 15-06-2020).

MINISTRE D'AGRONOMIE ET DEVELOPPEMENT RURAL., (2016).

MOROT-GAUDRY.J-F., (1997). Assimilation de l'azote chez les plantes : aspect physiologique, biochimique et moléculaires. éd. INRA. Paris, p.377.

N

NAMOUNE H., (1981). Influence de taux d'extraction sur la composition biochimique des semoules et la qualité des pâtes alimentaires de deux variétés de blé dur algériens, mémoire d'ingénieur agronome, département de technologie des IAA et de nutrition humaine, Alger, Algérie, 79 pages.

NASEHI B., JOOYANDEH H., NASEHI R.,(2011). Quality Attributes of Soy-pasta During Storage Period. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (4): 307-312, ISSN 1680-5194.

NIELSEN M. A., SUMNER A. K., WHALLEY L. L., (1980). Fortification of pasta with pea flour and air-classified pea protein concentrate. *Cereal Chemistry*, 57(3), 203-206.

NORME CODEX POUR LA SEMOULE ET LA FARINE DE BLÉ DUR, CODEX STANDARD 178-1991.

O

OOMAH, B. D., PATRAS A., RAWSON A., SINGH N., AND COMPOS-VEGA R., (2011). "Chemistry of pulses : Pulse foods: processing, quality and nutraceutical applications" *Amsterdam, Elsevier*, 475.

Référence bibliographiques

OUNANE G., CUQ B., ABECASSIS J., YESLI A., and OUNANE S.M. (2006). Effect of physicochemical Characteristics and Lipid Distribution in Algerian Durum Wheat Semolinas on the Technological Quality of Couscous. *CerealChem.* 83: 377-384.

P

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. *Thèse de doctorat en sciences agronomiques de Montpellier.* 246 p.

PETITOT M., ABECASSIS J., MICARD V., (2009)a. Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. *Food Science technology* 20.521-532.

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 ResearchInternational* 43.634–641.

PETITOT M., BOYER L., MINIER C., MICARD V., (2010). Fortification of pasta with split pea and fababeanflours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International,* 43.634-641.

PINARLI I., IBANOGLU S., ONER M.D., (2004). Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ. *Journal of Food Engineering.* 249-256 p.

POPINEAU. Y., (1985). Propriétés biochimiques et physicochimiques des protéines des céréales. In : Protéines végétales. Ed : Tec et Doc. 161-163.

R

RACHWA-ROSIK, D., NEBESNY, E., AND BUDRYN, G., (2015). "Chickpea-composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review" *Critical Review in Food Science and Nutrition,* 55(8), 1137-45.

RAFFIO A., PASQUELONE A., SINESI F., PALETTI F., QUAGLIA G., et SIMOINE R., (2003). Influence of durum wheat cultivar on the sensory profile and staling rate of altamura bread. *European food research and technology.* (218). 49-55p.

RAFIK BAHRI., (2016). Algeria Invest, les pois chiches occupent le haut du tableau: production record de légumes secs à Aïntemouchent ; 12.09.2011 : Recueil réalisé par Djamel BELAID Ingénieur Agronome 1 ; 2016.

Référence bibliographiques

RAYAS-DUARTE P., MOCK C.M., SATTERLEE L.D., (1996). Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours. *Cereal Chemistry*, 73(3), 381-387.

S

SABANIS D., MAKRI E., DOXASTAKIS G., (2006). Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagna. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12), 1938-1944.

SADEGHI M. A., BHAYA S., (2008). Quality characterization of pasta enriched with mustard protein isolate. *Journal of Food Science*, 73(5), S229-S237.

SAFIA BERKOUK., (2016). Les légumes secs, une filière défaillante, el watan 13.01.14 : Recueil réalisé par Djamel BELAID Ingénieur Agronome 1 ; 2016.

SAINI, H.S. AND KNIGHTS, E.J., (1984). Chemical constitution of starch and oligosaccharide components of 'desi' and 'kabuli' chickpea (*Cicer arietinum*) seed types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 32, 940-944.

SANCHEZ-MATA, M.C., PENUELA-TERUEL, M.J., CAMARA-HURTADO, M., DIEZ-MARQUES, C AND TORIJA-ISASA, M.E., (1998). Determination of mono-, di-, and oligosaccharides in legumes by high-performance liquid chromatography using an amino-bonded silica column *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 3648-3652.

SAULNIER L., (2012). Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles. Cahiers de nutrition et diététique, N° 47 : 4-15 p.

SELSELET.A., (1991). Technologie des céréales et produits céréaliers. Institut de technologie agricole de Mostaganem, 1991, 147 p.

SHEWRY P.R, TATHAM A.S, FORDE J, KREIS M, MIFLIN B.J (1986). The classification and nomenclature of wheat gluten proteins. A reassessment. *J. Cereal Sci* ; 4: 97-106.

SHORGEN R.L., HARELAND G.A., WU Y.V., (2006). Sensory Evaluation and Composition of Spaghetti Fortified with Soy Flour. *Journal of Food Science*-vol. 71, Nr .6.

SIEGEL, A., FAWCETT, B., AND ALVIN SIEGLE, B. F. (1978). *Transformation et utilisation des légumineuses alimentaires: application particulière aux pays en développement.*

SISSONS M., (2008). Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread *Food* 2 (2), 75- 90. Global Science Books.

Référence bibliographiques

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, 1874-1885.

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, 513-519.

T

TERRONES GAVARIA.FR ET BURNY.PH., (2012). Evolution du marché mondial du blé au cours des cinquante dernières années. Livre blanc « Céréales » Ulg Gembloux Agro-Bio tech et CRQ-W Gembloux-février 2012.

TOCQUET R., (2001). Comment stimuler votre cerveau, p.30, 31. triticales c/s du laboratoire de technologie de l'ITGC. P 20.

TORRES A., FRIAS J., GRANITO M., et VIDAL-VALVERDE C., (2007). Germinated Cajanuscajan seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation." *Food chemistry*. 101(1). 202-211 p.

TORRES A., FRIAS J., GRANITO M., GUERRA M., VIDAL-VALVERDE C., (2007)a. Chemical, biological and sensory evaluation of pasta products supplemented with alpha-galactoside-free lupin flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(1) 7481.

TURNBULL K., (2001). Quality assurance in a dry pasta factory. In: KILL R.C, TURNBULL K (Ed) *Pasta and Semolina Technology*, Blackwell Scientific, Oxford, pp 181-221.

U

USDA, foreign agricultural service, production, supply, and Distribution (PS&D) database.

V

Référence bibliographiques

VENSEL W.H, TANAKA C.K, CAIN, WONG J.H, BUCHANAN B.B, HURKMAN W.J., (2005). Developmental changes in the metabolic protein profiles of wheat endosperm. *Proteomics*; 5:1594-1611.

VIERLING G., (1999). *Aliments et boissons □ filières et produits □*. Ed. DOIN. Paris. 257 pages.

W

W. HAMROUN- Etat d'infestation de quelques régions céréalières d'Algérie. Thèse de Magister, INA, El-Harrach, 120 p ;(2006).

WAGNER M., DELLAVALLE G., ABECASSIS J., BULEON A., LOURDIN D., et MOREL M., ET CUQ B., (2015). Détermination des propriétés rhéologiques de pâtes alimentaires en cours de cuisson. Presented at Poster. Actes du 44eme colloque du Groupe Français de Rhéologie, Strasbourg.

WANG M., HAMER R.J., VAN VLIET T., GRUPPEN H., MARSEILLE H., WEEGELS P.L., (2003). Effect of Water Unextractable Solids on Gluten Formation and Properties: Mechanistic Considerations. *J.Cereal Sci.* 37 (1), pp.55-64.

WANG N & DAUN J.K., (2004). The Chemical Composition and Nutritive Value of Canadian Pulses. *Canadian Grain Commission Report* 19-29.

WANG X, GAO W, ZHANG J, ET AL., (2010). Subunit, amino acid composition and *in vitro* digestibility of protein isolates from Chinese kabuli and desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Res Internl* 43, 567-572.

WOOD J. A., (2009). Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *Journal of Cereal Science*, 49, 128-133.

WOOD J.A AND GRUSAK M.A., (2007). Nutritional value of chickpea. In *Chickpea breeding and management*. pp. 101-142 [S.S. Yadav, R. Redden, W. Chen and B. Sharma, editors] Wallingford, UK: CAB International.

WRIGLEY C., BRKES F., BUSHUK W., (2006). Gliadin and Glutenin: The unique balance of wheat quality (1st Edn), *AACC International*, MN, pp 3-32.

Z

Référence bibliographiques

ZETTAL Y., (2017). Le blé : importance, santé et risque. Mémoire de Master. Biologie et génomique végétale. Université des Frères Mentouri. Constantine : 34-37 p.

ZHAO Y. H., MANTHEY F. A., CHANG S. K. C., HOU H. J., YUAN S.H., (2005). Quality characteristics of spaghetti as affected by green and yellow pea, lentil, and chickpea flours. *Journal of Food Science*, 70(6), S 371-S 376.

ZHOU, K., SLAVIN M., LUTTERODT H., WHEAT M., ESKINZ M. AND YU L., (2013). "Cereals and legumes: Biochemistry of Foods". *Elsevier*, 46.

Annexe 01 : détermination de l'humidité initiale a la méthode « inframatic »



Annexe 02 : les étapes de mouillage



(A) : Réception de blé



(B) : Nettoyage



(C) : Pesage



(D) : Addition de l'eau



(E) : Mise en marche de mélangeur rotatoire

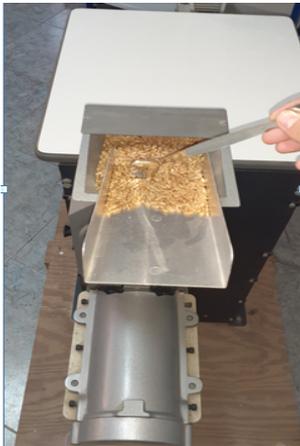


(F) : Repos pendant

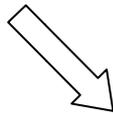
24h avant la mouture

Annexe 03 : la mouture de blé dur

1- Broyage de blé



Son



Semoule



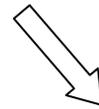
2-Convertissage de la semoule



Reste



Semoule extra fine



sssf



Annexe 04 : broyage de pois chiche



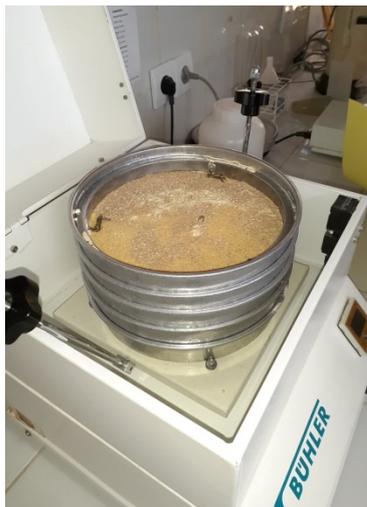
(A)



(B)



(C)

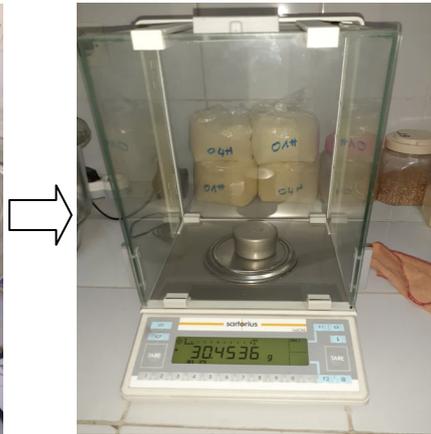


(D)



(E)

- (A) : Pois chiche.
- (B) : Broyage avec un broyeur type « Laboratory Mill 3303 ».
- (C) : Résultat de broyage.
- (D) : Tamisage de la poudre.
- (E) : Re-broyage avec le moulin d'essai.

Annexe 05 : Etapes d'analyse d'humidité de la semoule.**(A)****(B)****(C)****(D)****(E)****(F)**

(A) : Etuve

(B) : Placement des capsules métalliques découvertes contenant la prise d'essai dans l'étuve.

(C) : Dessiccateur

(D) : Refroidissement des capsules métalliques dans un dessiccateur.

(E) : Pesage de la capsule métallique contenant la pris d'essai après étuvage.

(F) : Prise d'essai après étuvage.

Annexe 06 : les étapes d'analyse de taux de cendre.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

(A) : Autoclave

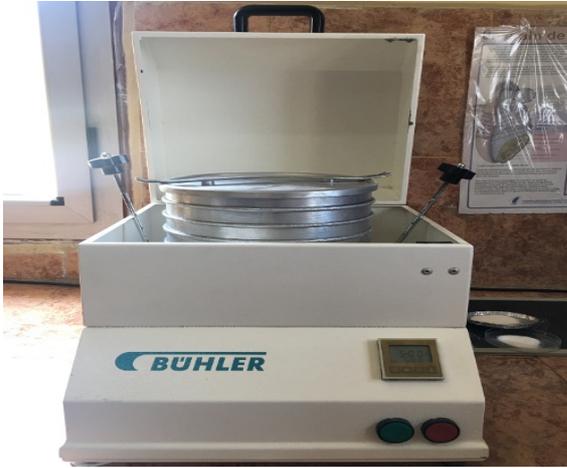
(B) : Placement des nacelles dans l'autoclave 4h a 540°C.

(C) : Refroidissement dans un dessiccateur 20 à 30 min.

(D) : Nacelles contenant les cendres après l'incinération et le refroidissement.

(E) : Pesage des nacelles contenant la cendre.

Annexe 07 : Tamiseur électrique



Annexe 08 : Tamis à différentes mailles



Annexe 09 : les étapes de la détermination de taux de gluten.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)



(H)



(I)

(A) : Pesage de 10g de semoule

(B) : Ajout de 4.8 ml de NaCl

(C) : Hydratation et malaxage

(D) : Fixation de l'échantillon par les baïonnettes

(I) : Pesage de gluten

(E) : Elimination de l'amidon par l'eau

(F) : Mise en marche de « Glutomatic »

(G) : Gluten humide

(H) : Elimination de NaCl par lavage

Les valeurs des tableaux sont obtenu par les moyennes de notes donnés par les dégustateurs par Microsoft Excel.

Annexe 10 : Résultat de l'évaluation sensorielle de Rechta sèche enrichi des taux (70 S% /30 P%) et (50 S/50 P%).

	produit (A)	produit(B)
Couleur	9	8
L'aspect	6,75	7,25
Forme	8,75	8,66666667

Annexe 11 : Résultat de l'évaluation sensorielle de Rechta cuite enrichi des taux (70 S% /30 P%) et (50 S%/50 P%).

	produit (A')	produit (B')
Couleur	9,18181818	8,25
Goût	8,91666667	8
Odeur	1,66666667	4,08333333
Texture	6,91666667	5,83333333
Collant	1,75	3,16666667
l'aspect	3,41666667	5,33333333
Forme	8,41666667	6,58333333

Annexe 12 : Résultat de l'acceptabilité Globale de Rechta sèche et cuite enrichi des taux (70% S /30% P) et (50 % S/50% P).

L'acceptabilité Globale	A	B	A'	B'
Aimé	5	8	1	8
légèrement aimé	2	2	8	3
Adoré	5	1	3	1

Annexe 13 : la fiche d'analyse sensorielle

Fiche d'analyse sensorielle				
Nom et prénom :			Date :	
Age :			sexe :	
<p>Veillez examiner et évaluer chaque échantillon de pâtes alimentaires traditionnelles « rechta » et donner une note de 1 à 10.</p> <p>- Les pâtes enrichis à 30% de poudre de pois chiche sèche sont codé par A.</p> <p>-les pâtes enrichis à 30% de poudre de pois chiche cuites sont codé par A'.</p> <p>-les pâtes enrichis à 50% de la poudre de pois chiche sèche sont codé par B.</p> <p>- les pâtes enrichis à 50% de la poudre de pois chiche cuites sont codé par B'.</p> <p>La Couleur : (1 : non satisfaisante ,5 : acceptable, 10 : très bonne).</p> <p>Le goût : (1 : désagréable, 5 : acceptable ,10 : agréable)</p> <p>L'odeur : (1 : forte ,5 : moyen, 10 : léger)</p> <p>Texture : (1 : mole ,5 : moyen ,10 : ferme)</p> <p>Collant ou bien l'adhésion : (1 : faible ,5 : moyenne ,10 : forte)</p> <p>L'aspect ou bien la délitescence : (1 : lisse ,5 : moyen ,10 : dure)</p> <p>L'acceptabilité globale: (Donnez votre avis sur le produit) : détesté, l'égerment aimé, aimé, adoré .</p>				
Caractères	Produit A	Produit B	Produit A'	Produit B'
Couleur				
Goût	/	/		
Odeur	/	/		
Texture	/	/		
collant	/	/		
L'aspect				
La forme			/	/
L'acceptabilité Globale	/	/	/	/

Annexe 14 : Analyses de dosage des proteines et les lipides pour le mélange des taux (70% S /30% P)

ANALAB

LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHEMIQUE 5056/2020

Organisme demandeur	Sarl MOLINO GRANI
Dénomination du produit	Melange 70+30
Date de fabrication	/
Date D'emballage	/
DLUO /DLC	/
N° de lot	/
Date de Prélèvement/Reception	24/08/2020
Temperature à reception	/
Date d'Analyse	24/08/2020
Echantillonnage	/

Déterminations	Résultats	Unité	Références
Matières grasses	2,06	%(g/100g)	Extraction
Proteines	14,68	%(g/100g)	Kjedahl

Conclusion: se referer à la fiche technique

Résultats valables que pour l'échantillon reçu



**Annexe 15 : Analyses de dosage des proteines et les lipides pour Rechta de mélangé
70%semoule/30%**

ANALAB

LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE 5503/2020

Organisme demandeur	Sarl MOLINO GRANI
Dénomination du produit	Melange 70+30
Date de fabrication	/
Date D'emballage	/
DLUO /DLC	/
N° de lot	/
Date de Prélèvement/Reception	06/09/2020
Temperature à reception	/
Date d'Analyse	06/09/2020
Echantillonnage	/

Déterminations	Résultats	Unité	Références
Matières grasses	0,87	%(g/100g)	Extraction
Proteines	14,38	%(g/100g)	Kjedahl

Conclusion: se referer à la fiche technique

Résultats valables que pour l'échantillon reçu



Annexe 16 : Analyses de dosage des proteines et les lipides pour le mélange de taux (50% **S** /50% **P**)

ANALAB

LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHEMIQUE 5055/2020

Organisme demandeur	Sarl MOLINO GRANI
Dénomination du produit	Melange 50+50
Date de fabrication	/
Date D'emballage	/
DLUO /DLC	/
N° de lot	/
Date de Prélèvement/Reception	24/08/2020
Temperature à reception	/
Date d'Analyse	24/08/2020
Echantillonnage	/

Déterminations	Résultats	Unité	Références
Matières grasses	2,25	%(g/100g)	Extraction
Proteines	15,12	%(g/100g)	Kjedahl

Conclusion: se referer à la fiche technique

Résultats valables que pour l'échantillon reçu

Akbou, le 31/08/2020
La directrice



Annexe 17 : Analyses de dosage des proteines et les lipides pour Rechta des taux (50% S /50% P)

ANALAB

LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE
5502/2020

Organisme demandeur	Sarl MOLINO GRANI
Dénomination du produit	Melange 50+50
Date de fabrication	/
Date D'emballage	/
DLUO /DLC	/
N° de lot	/
Date de Prélèvement/Reception	06/09/2020
Température à reception	/
Date d'Analyse	06/09/2020
Echantillonnage	/

Déterminations	Résultats	Unité	Références
Matières grasses	1,36	%(g/100g)	Extraction
Proteines	16,04	%(g/100g)	Kjedahl

Conclusion: se referer à la fiche technique

Résultats valables que pour l'échantillon reçu

Akbou, le 15/09/2020
L a directrice



Résumé

Notre travail consiste à l'élaboration d'une pâte alimentaire traditionnelle « rechta » enrichie par la farine de pois chiche, destinée aux malades souffrant de l'intolérance en gluten. Cette supplémentation vise à obtenir un rapport protéique complet, une bonne valeur nutritionnelle du produit élaboré et aussi baisser le taux en gluten de la matière première.

Les analyses physicochimiques effectuées montrent que les mélanges utilisés (semoule de blé dur de variété Simito et farine de pois chiche de variété Flip 90) possèdent une grande valeur nutritionnelle.

Le processus de fabrication du produit fini « Rechta » influence positivement sa composition biochimique (teneur en protéines, taux de cendre, et le de taux de gluten humide) mais montre une perte des nutriments (minéraux, vitamines...) lors de la cuisson.

L'analyse sensorielle réalisée montre que les pâtes produites à partir du mélange (70 % semoule /30 % farine de pois chiche) sont les plus appréciées par les dégustateurs (une bonne qualité organoleptique).

Mots clés : Intolérance en gluten, supplémentation, farine de pois chiche, semoule de blé dur, apport protéique, qualité organoleptique.

Abstract :

Our work consists in the development of a traditional «rechta» food paste enriched with chickpea flour, intended for patients suffering from gluten intolerance. This supplementation aims to obtain a complete protein ratio, a good nutritional value of the product developed and also lower the gluten content of the raw material.

Physicochemical analyses show that the mixtures used (simito durum wheat semolina and flip 90 chickpea flour) have a high nutritional value.

The manufacturing process of the finished product "Rechta" positively influences its biochemical composition (protein content, ash content, and wet gluten content) but shows a loss of nutrients (minerals, vitamins...) during cooking.

The sensory analysis shows that the pasta produced from the mixture (70% semolina/30% chickpea flour) is the most appreciated by the tasters (good organoleptic quality).

Keywords: Gluten intolerance, supplementation, chickpea flour, durum wheat semolina, protein intake, organoleptic quality.

المخلص :

يتكون عملنا من تطوير معجون غذائي تقليدي " الرشته "تم تخصيبه من دقيق الحمص، وهو مخصص للمرضى الذين يعانون من عدم التسامح مع الغلوتين. وتهدف هذه المكملات إلى الحصول على نسبة بروتين كاملة، قيمة غذائية جيدة للمنتج تم تطويرها، كما أنها تقلل من محتوى الغلوتين من المادة الخام. وتبين التحليلات الفيزيائية الكيميائية أن المخاليط المستخدمة (سميد القمح الصلب نوعية سيميوتو دقيق الحمص نوعية فليب 90) لها قيمة غذائية عالية. تؤثر عملية تصنيع المنتج النهائي «ريشتا» تأثيراً إيجابياً على مكوناته الكيميائية الحيوية (محتوى البروتين، محتوى الرماد، ومحتوى الغلوتين الرطب) ولكن تظهر خسارة المواد المغذية (المعادن والفيتامينات...) أثناء الطهي.

يبيدي التحليل الحسي أن العجائن المنتجة من المزيج (70% سميد القمح الصلب /30% دقيق الحمص) الأكثر تقدير ب
الكلمات المفتاحية : حساسية الغلوتين ، مكملات ، طحين الحمص ، سميد القمح الصلب ، البروتين المستهلك ، الجودة العضوية.