MINISTERE 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 DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf : ……./UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2024

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine: SNV **Filière:** Sciences Alimentaires

Spécialité: Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par:

Dahmani Imane et **Tighrine Siham**

Thème

Elaboration d'une pâte alimentaire sans gluten à base de farine de lentilles.

Soutenu le: 26/06/2024 **Devant le jury composé de:**

Nom et prénom	*Grade*		
Mme *AGRANE S.*	*MAA*	*Univ. de Bouira*	*Présidente*
Mme *AMMOUCHE Z.*	*MAA*	*Univ. de Bouira*	*Promotrice*
Mme *FERHOUM F.*	*MCA*	*Univ. de Bouira*	*Examinatrice*

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Avant tout, nous remercions DIEU de nous avoir donné la santé, le courage et la force d'accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement Mme **AMMOUCHE Z.** Maitre Assistant A et enseignante à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'UAMOB pour son suivi, son énorme soutien, son aide et orientations ainsi que le temps précieux qu'elle nous a consacré pour l'aboutissement de ce travail.

Nous remercions également et profondément:

Madame **ARGANE S.** Maitre Assistant A et enseignante à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'UAMOB, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Madame **FERHOUM F.** Maitre de conférences A et enseignante à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'UAMOB, qui a bien gentiment accepté d'examiner cet humble travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement Mme **MAKACI N**. pour son aide, ses conseilles et surtout sa patience tout au long de notre travail au sain de laboratoire des sciences de la nature et de la vie de l'Université de Bouira.

Nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'achèvement de ce mémoire.

Merci à tous.

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction……1

Chapitre I:Synthèse bibliographique

I-1- Généralités sur la lentille

I-1-1- Origine et historique…….4

I-1-2- Définition…….….4

I-1-3- Composition biochimiques……5

I-1-3-1- Protéines…….....5

I-1-3-2- Fibres alimentaires…….….6

I-1-3-3- Glucides……6

I-1-3-4- Minéraux…… ...6

I-1-3-5- Vitamines……...7

I-1-4- Production et consommation…….8

I-2- Maladie cœliaque et régime sans gluten

I-2-1- Définition……9

I-2-2- Epidémiologie……..9

I-2-3- Symptômes……...9

I-2-4- Diagnostic……...10

I-2-5- Définition du gluten……...10

I-2-6- Traitement: régime sans gluten……...11

I-2-6-1- Problèmes engendrés par le régime……..11

I-2-7- Prévention……..12

I-3-Technologie des pâtes alimentaires

I-3-1- Définition……...12

I-3-2- Valeur nutritionnelle……...13

I-3-3- Relation entre les pâtes alimentaires et le RSG……..14

I-3-4- Processus de fabrication……14

Chapitre II: Matériel et méthodes

II-1- Présentation du lieu de stage……16

II-2- Objectif de l'étude……16

II-3- Présentation du matériel végétal……....16

II-4- Préparation de la farine……..…16

II-5- Analyses physico-chimiques……..18

II-5-1- Humidité……..18

II-5-2- PH……19

II-5-3- Taux de cendre……19

II-5-4- Teneur en protéines…….20

II-5-5- Teneur en lipides…….21

II-6- Elaboration des pâtes alimentaires…….22

II-3-6-1- Préparation……..22

II-3-6-2- Malaxage…….22

II-3-6-3- Mise en forme (façonnage)…….22

II-3-6-4- Séchage……...22

II-3-6-5-Refroidissement……..22

II-3-6-6- Cuisson……...22

II-7- Les étapes de fabrication des pâtes alimentaires (diagramme)……23

Chapitre III: Résultats et discussion

III-1-Analyses physico-chimiques de la matière première……25

III-1-1- Humidité……..25

III-1-2- Taux de cendre……26

III-1-3- PH……..26

III-1-4- Teneur en protéines……26

III-1-5- Teneur en lipides……26

III-2- Analyses physico-chimiques du produit élaboré……27

III-2-1- Humidité……27

III-2-2- Taux de cendre……27

III-2-3- PH……....28

III-2-4- Teneur en protéines……28

III-2-5- Teneur en lipides……28

III-3- Résultats de l'analyse sensorielle……29

III-3-1- Couleur……30

III-3-2- Odeur……..31

III-3-3- Goût……31

III-3-4- Texture……31

III-3-5- Forme……..31

Conclusion générale……34

Références bibliographiques……..37

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure 1: Plante de lentille

Figure 2: Plantes contenant du gluten: **a)** Orge, **b)** Blé, **c)** Avoine et **d)** Seigle

Figure 3: Graines de lentilles

Figure 4: Broyeur traditionnel

Figure 5: Tamisage de farine de lentilles

Figure 6: Farine de lentilles

Figure 7: Diagramme de fabrications des pâtes alimentaires

Figure 8: Présentation graphique du profil sensoriel du produit fini (Pâtes alimentaires)

Figure 9: Pâtes alimentaires confectionnées après cuisson

Figure 10: Résultats de l'évaluation sensorielle des pâtes cuites

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition chimique (g/100g) de lentilles

Tableau 2: Profil en acides aminés essentiels des protéines de lentilles

Tableau 3: Teneur en minéraux pour 100g de lentilles

Tableau 4: Teneur en vitamines pour 100g de lentilles

Tableau 5: Evaluation de la superficie et la production de lentilles dans la région de Bouira

Tableau 6: Valeur nutritionnelles de farine de lentilles et des pâtes alimentaires cuites

Tableau 7: Résultats des analyses physico-chimiques de la farine utilisée

Tableau 8: Résultats des analyses physico-chimiques des pâtes alimentaires

Liste des abréviations

MC: Maladie cœliaque.

RSG: Régime sans gluten.

HLA: Antigène leucocytaires humaines.

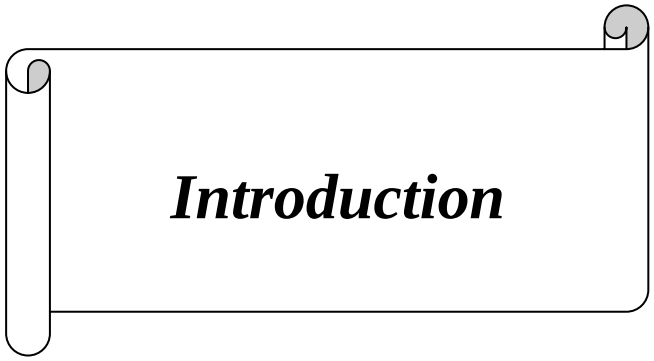
IPP: Inhibiteurs de la pompe à protons.

FAO: Food and Agriculture Organisation.

.**DSA:** Direction de Service Agricole.

CCLS: Coopérative des céréales et légumes secs.

AFNOR: Association française de normalisation.


Introduction

Introduction

L'alimentation fait partie de l'histoire de l'humanité et elle est intimement liée à notre existence. Nous mangeons d'abord pour satisfaire les besoins de notre corps, puis pour le plaisir, en essayant de la varier chaque jour. Cependant et lorsque cette alimentation devient un facteur de risque de maladies telles que la maladie cœliaque liés à la consommation de aliments contenant du gluten, il est obligatoire d'en trouver des remèdes souhaitables **(KAOUANE, 2022).**

En effet, la maladie cœliaque (MC) se caractérise par une réponse immunitaire chronique déclenchée par l'ingestion de gluten, en particulier de la gliadine, chez des individus génétiquement sensibles **(GODAT *et al*., 2013).**

En Algérie, les informations sur l'incidence de cette maladie sont rares. Cependant, elle demeure une menace sérieuse en raison des risques de complications, principalement liés au non-respect d'un régime alimentaire strict, souvent contraignant. Les produits alimentaires destinés à ce segment de la population sont importés, chers et manquent de variété, de texture et de saveur. Les enfants en âge de sevrage atteints de la maladie cœliaque, dont les besoins nutritionnels reposent désormais uniquement sur le lait maternel, souffrent également d'un manque d'aliments de base sans gluten. C'est pourquoi, en termes de santé publique, la disponibilité de farines sans gluten au début de la diversification alimentaire du nourrisson, associée à de bonnes pratiques nutritionnelles, contribuent à réduire la fréquence et la gravité de la maladie cœliaque chez l'enfant **(NAMOUS** et **BENATALLAH BENCHIKH EL FEGGOUN, 2013).**

Les légumineuses (pois, lentilles, haricots, fèves de soja et pois chiches) comptent parmi les cultures les plus importantes en raison de leurs divers avantages agricoles et environnementaux et de leurs propriétés nutritionnelles **(MERKANE** et **BENHADJ, 2019)**.

Ces graines occupent une place importante dans l'alimentation humaine, car elles constituent une source très importante de protéines végétales qui peuvent compenser les carences en protéines animales, en fournissant au moins 33 % des besoins en protéines alimentaires de l'homme **(OULBACHIR, 2021)**.

Les légumes secs présentent plusieurs avantages pour la santé, ainsi, plusieurs études montrent que la consommation de légumes secs réduit la réaction glycémique postprandiale. Il a également été clairement démontré que les fibres solubles contenues dans les légumes secs

réduisent le taux de cholestérol dans le sang, de sorte qu'une consommation régulière contribue à prévenir le risque de maladies cardiovasculaires. Enfin, la consommation de légumes secs peut être bénéfique pour le contrôle du poids corporel et la prévention de l'obésité **(REMOND *et al*., 2017)**.

Malgré ses nombreux avantages et sa forte consommation dans le monde, sa production est très faible. Par exemple, en Algérie, la consommation de légumineuses occupe une place importante en se classant juste après celle des céréales, mais leur production reste faible et notre pays est souvent contraint d'importer ce produit (2,24 millions de quintaux sont importés en 2015, dont 40 % de lentilles) **(TAHIR, 2021)**.

Vu leurs avantages, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a annoncé en 2016 qu'elle encourageait l'inclusion des légumineuses dans le régime alimentaire et popularisait leurs bienfaits en raison de leurs propriétés nutritionnelles intéressantes, répondant aux besoins nutritionnels de la population mondiale et compensant le manque de protéines dû à la faible consommation de viande **(RIO, 2017)**.

Ce travail consiste à améliorer l'état nutritionnel des patients cœliaques en Algérie en utilisant une variété de légumes secs importée du Canada (lentilles) et mise à notre disposition par la CCLS de Bouira. Un produit de consommation courante (pâtes alimentaires), sans gluten et destiné à cette tranche de populations si vulnérable est élaboré à base de farine de lentilles.

Ce document se présente en trois chapitres, le première chapitre de travail se base sur la description des données bibliographiques, les problèmes nutritionnels et les carences en aliments essentiels associés à ce segment de la population (patients atteints de la maladie cœliaque). Le deuxièmes chapitre consiste donner les étapes de la méthodologie du travail, le troisièmes et dernier chapitre traite l'interprétation des différents résultats obtenus et nous terminons par une conclusion général et des perspectives.

Chapitre I:

Synthèse bibliographique

I-1- Généralités sur la lentille

I-1-1-Origine et historique

Les lentilles sont des petites graines appartenant à la famille des légumineuses. Elles sont utilisées dans l'alimentation humaine depuis la préhistoire et le botaniste allemand *Medicus*leur a donné leur nom scientifique, *Lens culinaris*, en 1787. Elles sont cultivées en rotation avec les céréales et sont utilisées pour l'alimentation humaine grâce à leur teneur élevée en protéines **(SAIDI, 2019)**.

Les lentilles sont un genre qui comprend six espèces de légumineuses annuelles, dont l'espèce *Culinaris*. Il s'agit de la plus ancienne légumineuse annuelle consommée et cultivée dans le monde, dont les centres d'origine se situent au Moyen-Orient et en Asie occidentale **(LAMRI *et al*., 2020)**.

I-1-2-Définition

La lentille (*Lens Culinaris Medik*) est une plante dicotylédone de la famille des fabacées (Fig.1), également connue sous le nom de légumineuses, elle est diploïde (2n=14). Cette plante annuelle est largement cultivée pour ses graines comestibles, riches en protéines et en glucides. La lentille est une plante autonome dont on consomme la graine. Sa tige est mince, rarement plus haute que 45 cm, elle continue de croître indéfiniment dans des conditions optimales de température. Les graines de lentilles germent en 5 à 6 jours et la floraison survient entre la 6ème et la 7ème semaine après le semis (**BADREDDINE, 2021)**.



Figure 1: Plante de lentille **(MOKRETAR** et **ZAOUI, 2021).**

En terme de taxonomie **(DERDAR *et al.*, 2020)**, la classification classique des lentilles se présente comme suit:

Règne: Plantae

Sous règne: Tracheobionta

Division: Magnoliopsida

Sous-classe: Rodidae

Ordre: Fabales

Famille: Fabaceae

Genre: *Lens*

Espèce: *Lens Culinaris Medik*

I-1-3-Composition biochimique

Les lentilles représentent une part importante de l'alimentation humaine en raison de leurs propriétés nutritionnelles (Tab.1) souhaitables et intéressantes, car elles constituent une source riche et importante de protéines (22,8-24,1%) pour la majeure partie de la population mondiale en raison de leur accessibilité et de leur prix abordable, en particulier à la lumière du manque de consommation de protéines vitales. C'est une excellente source des glucides (49,3-50%), des fibres alimentaires, des vitamines (B9) et de minéraux (1,4-3,9%) (Potassium, de fer, de phosphore, de calcium...)**(NANA *et al.*, 2000).**

Tableau 1: Composition chimique (g/100g) de lentilles.

Protéines	**Lipides**	**Glucides**	**Fibres**	**Minéraux**
25,6	1,60	60- 62	30,5	2,67

(MERKANE et **BEN HADJDJILALI, 2019).**

I-1-3-1- Protéines

Les lentilles offrent une alternative nourrissante à la viande en tant que source riche en protéines végétales, favorisant ainsi la variété dans l'alimentation. Elles sont surnommées "la viande du pauvre" pour leur disponibilité aisée et leur prix abordable, ce qui en fait une ressource alimentaire précieuse dans les régions à faible revenu **(KHERIF, 2022**).

Les protéines de lentilles sont riches en acides aminés essentiels tels que l'acide glutamique (Tab.2), l'acide aspartique, l'arginine, la leucine et la lysine **(PANA, 2012).**

Tableau 2: Profil en acides aminés essentiels des protéines de lentilles.

Acides aminées	Teneur en mg
Acide aspartique	3160
Glutamique	4490
Alanine	1290
Arginine	2240
Cystine	250
Glycine	1300
Histidine	710
Isoleucine	1190

(LAMRI *et al*., 2020).

I-1-3-2- Fibres alimentaires

Les lentilles sont extrêmement riches en fibres alimentaires, offrant près de 31% de la valeur nutritionnelle recommandée par portion de 100 g **(BERRAZAGA et *al*., 2018)**. Etant à la fois une source de fibres insolubles, provenant des téguments et des parois végétales, et de fibres solubles, présentes dans les parois végétales et le contenu intra cellulaire **(BOUCHAIR et BOURAD, 2016).**

I-1-3-3- Glucides

Les lentilles sont riches en amidon, constituant la majeure partie de leurs glucides **(BOUCHAIR et BOURAD, 2016)**, avec un rendement en amidon de 47,1%. Leur faible indice glycémique les rend idéales pour les personnes atteintes de diabète, car elles permettent une digestion lente des glucides, évitant ainsi les pics de glycémie **(REMOND et WALRAND, 2017).**

I-1-3-4- Minéraux

Les lentilles renferment divers minéraux aux valeurs variées (Tab.3) **(GUIRROU *et al*., 2022)**. Elles sont particulièrement riches en potassium, phosphore et magnésium, avec des niveaux de sodium et de zinc relativement bas. De plus, elles sont une excellente source de fer **(BOUCHAIR et BOURAD, 2016).**

Tableau 3: Teneur en minéraux pour 100 g de lentilles

Minéraux	Teneur pour 100 g
Calcium	65 mg
Cuivre	0,763 mg
Fer	8 ,0 mg
Magnésium	129 mg
Manganèse	1,5 mg
Phosphore	408 mg
Potassium	837 mg
Sodium	6,6 mg
Zinc	3,4 mg

(BOUCHAIR et BOURAD, 2016).

I-1-3-5- Vitamines

La lentille offre toutes les vitamines du groupe B, à l'exception de la B12, aussi contiennent de vitamine B9, cruciale pour le fonctionnement du système nerveux **(AICHOUBA et HENNINE, 2018)**. Elle contient également des niveaux appréciables de vitamines B2, B3 et B5 (Tab. 4), et contribue de manière plus modeste à l'apport en vitamine E **(BOUCHAIR et BOURAD, 2016)**.

Tableau 4: Teneur en vitamines pour 100 g de lentilles

Vitamines	Teneur pour 100 g
Vitamine B1	0,48 mg
Vitamine B2	0,265 mg
Vitamine B3	0,5 mg
Vitamine B5	1,6 mg
Vitamine B6	0,55 mg
Vitamine B9	0,168 mg
Vitamine C	7 mg
Vitamine E	0,26 mg

(**LAMRI *et al.*, 2020).**

I-1-4- Production et consommation

Les légumineuses alimentaires sont une source importante d'alimentation humaine, en raison de leur teneur élevée en protéines et de leur valeur nutritionnelle. Elles jouent également un rôle dans la rotation des cultures grâce à leur capacité à fixer l'azote atmosphérique.

La production de lentilles varie d'un pays à l'autre en fonction de divers facteurs tels que la température, les précipitations et les superficies cultivables. D'après les données de la FAO, en 2017, l'Amérique était le principal producteur avec 54 %, suivie de l'Asie avec 36 %. L'Europe représente 4 % de la production, tandis que l'Afrique et l'Océanie contribuent chacune de 3 %. Ainsi, le Canada, l'Inde, la Turquie, les États-Unis, le Kazakhstan, le Népal, l'Australie, la Russie, la Chine et le Bangladesh figurent parmi les principaux producteurs mondiaux de lentilles. Comparativement, la production du Maroc reste très modeste. Alors que le rendement moyen au Canada atteigne 15127 hg/ha, celui du Maroc est seulement de 6574 hg/ha **(SAIDI, 2019).**

En Algérie, les lentilles sont la troisième culture de légumineuses la plus importante après les haricots et les pois. La superficie consacrée aux lentilles est passée de 920 ha en 2001 à plus de 27 000 ha en 2018, et la production a atteint 300 000 quintaux en 2018, contre 4 580 quintaux en 2001. Selon le ministère de l'Agriculture, l'Algérie n'importera pas de pois chiches et de lentilles dans les prochaines années **(EL HADJA *et al*., 2023).** Le tableau n°05 résume l'évaluation de la superficie et la production de lentilles dans la région de Bouira durant les trois dernières années **(DSA BOUIRA, 2023)**.

Tableau 5: Evaluation de la superficie et la production de lentilles dans la région de Bouira

Années	**2020-2021**	**2021-2022**	**2022-2023**
Superficie (Ha)	117	69	3
Production (Qx)	609,5	475	4

(DSA BOUIRA).

I-2- Maladie cœliaque et régime sans gluten

I-2 -1- Définition

Le syndrome cœliaque est une entéropathie auto-immune causée par l'ingestion de gluten chez les personnes génétiquement prédisposées **(LEPERS *et al*., 2004; BERTHOUD et DIÉTÉTICIENNE, 2007; BOUTRID *et al*., 2021; BONAZ, 2023),** engendrant des lésions inflammatoires de la muqueuse intestinale**(MALAMUT et CELLIER, 2013; AIT IDIR, 2020).** Il en résulte des troubles digestifs, entraînant diverses carences nutritionnelles, accompagnés de troubles en dehors du tractus gastro-intestinal. Dans ce cas, l'organisme sécrète des anticorps qui endommagent ses propres cellules, notamment celles du tube digestif **(BOUMEDINE et ATTAR, 2022).**

I- 2-2- Epidémiologie

La maladie cœliaque a évolué de façon spectaculaire, passant d'une affection pédiatrique rare à une affection courante touchant des personnes de tous âges **(AIT IDIR, 2020)**. Sa prévalence globale est de 1 %. Cependant, il existe des variations entre les populations. En Europe, la prévalence est de 2 % en Finlande, 1,2 % en Italie, 0,9 % en Irlande du Nord et de 0,3 % en Allemagne. Aux États-Unis, le taux de prévalence a augmenté de manière significative, passant de 0,5 % à 1,5 % en 2000. Des taux de prévalence similaires sont observés en Afrique du Nord (0,53 % en Égypte, 0,6 % en Tunisie et 0,79 % en Libye), en Inde (0,7 %) et au Moyen-Orient (0,88 % en Iran et 0,6 % en Turquie) **(BAI *et al*., 2012; EL BADMOUSSI, 2022).**

I- 2-3- Symptômes

Les symptômes cliniques de la maladie cœliaque sont nombreux, mais beaucoup de patients n'ont que peu ou pas de symptômes gastro-intestinaux, tout en présentant des symptômes extra-intestinaux tels que la dermatite herpétiforme, l'anémie, l'ostéoporose, l'infertilité et des problèmes neurologiques, ce qui a conduit certains spécialistes a affirmé qu'il est donc plus approprié de considérer la MC comme un trouble multi systémique plutôt que comme un trouble gastro-intestinal.

Le syndrome de malabsorption comprimé prend des formes différentes selon l'âge auquel il est diagnostiqué. En effet, le syndrome de malabsorption pédiatrique entraîne un retard de croissance. La forme la plus classique chez l'enfant est associée généralement à une diarrhée chronique, faiblesse et malabsorption. Lorsque la croissance ralentit, la maladie est

considérée comme un syndrome de malabsorption chronique. Chez les enfants plus âgés, la maladie peut être moins symptomatique, avec un retard de puberté, une anémie et des anomalies de l'émail dentaire **(CELLIER, 2002 ; BENKEBIL et NYDEGGER, 2007).** Chez les adultes, les formes atypiques au moins symptomatiques sont plus fréquentes **(BOUMEDINE et ATTAR, 2022)**.

I- 2-4- Diagnostic

Le diagnostic de la maladie repose principalement sur la recherche d'auto-anticorps tels que les anti-transglutaminases, confirmé par une biopsie intestinale **(El BADMOUSSI, 2022).**La maladie cœliaque n'est pas toujours facile à diagnostiquer. Elle repose sur une combinaison de données cliniques, biologiques (anticorps) et histologiques **(TKOUB, 2008).** Le diagnostic est plus facile à établir chez un patient exposé au gluten, car un régime sans gluten neutralise les anticorps et normalise les biopsies **(VAUQUELIN** et **RIVIERE, 2023).**

I- 2-5- Définition du gluten

Le gluten est une protéine combinée à l'amidon, composant la plupart des céréales et responsable de l'élasticité de la pâte. Il constitue la majeure partie des protéines (80 %) qui sont insoluble dans l'eau après l'extraction de l'amidon **(HFAYED, 2021; El BADMOUSSI, 2022).** Seules les protéines du blé, de l'orge, du seigle et de l'avoine sont toxiques pour les personnes intolérantes au gluten (Fig. 2).

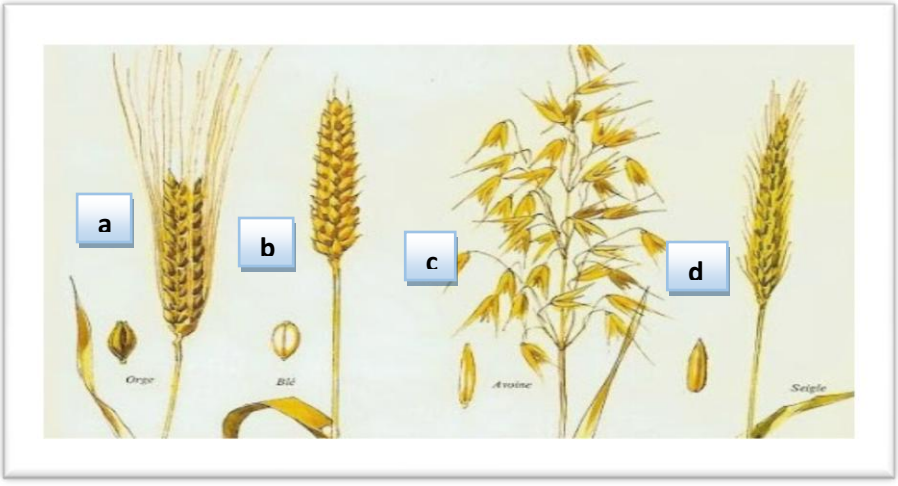


Figure 2: Plantes contenant du gluten: **a**) Orge, **b)** Blé, **c)** Avoine et **d)** Seigle

(El BADMOUSSI, 2022).

Le gluten est constitué des deux types de protéines les prolamines et les gluténines qui stockent les oligo-éléments. Les protéines de la famille des prolamines sont responsables de l'intolérance au gluten et de la MC.

Les protéines de gliadines, les prolamines présentes dans le blé, ont fait l'objet d'étude approfondies quant à leur toxicité pour les patients atteints de la maladie cœliaque. Leur toxicité est due non seulement à leur teneur en acides aminés à fonction amide (glutamate et aspartate), mais aussi à leur teneur en proline **(El BADMOUSSI, 2022)**.

I- 2-6- Traitement: régime sans gluten

Le traitement actuel repose principalement sur un régime strict sans gluten à vie **(HADI** et **SBIHI, 2014; ABED EP BELLIR *et al.*, 2015)**. Il est donc conseillé de cesser de consommer du blé, du seigle, de l'orge et toute autre céréale potentiellement contaminée par le gluten lors de la récolte, du stockage ou de la transformation ultérieure **(VAUQUELIN** et **RIVIERE, 2023).**

(BONAZ, 2023), estime que pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque, l'ajout d'avoine pure, non contaminée à un régime contenant du gluten améliore l'appétence et la nutrition (fibres solubles, huile polyinsaturée, vitamines B, fer et thiamine). Ces personnes tolèrent jusqu'à 10 mg de gluten par jour. Une croissance et un développement normal peuvent être obtenus grâce au RSG et doivent être les objectifs du suivi des enfants atteints de la maladie cœliaque.

I- 2-6-1- Problèmes engendrés par le régime

D'après les statistiques, le régime sans gluten est principalement responsable de la perte d'appétit (84 %), la non fréquentation des restaurants (67 %). Environ (8% à 15 %) des patients déclarent que le régime sans gluten entraînent une perte de familiarité et des problèmes psychologiques **(BOUKEZOULA** et **ZIDOUNE, 2016).**

Selon **(ZRIOUEL, 2021),** le régime sans gluten peut avoir un impact négatif sur la qualité de la nutrition des personnes atteintes de la maladie cœliaque. Une étude a révélé que 72 % des adolescents italiens strictement conformes à ce régime sont en surpoids et ont une alimentation déséquilibrée. Leur régime alimentaire est souvent riche en graisses et en protéines, mais pauvre en glucides, en calcium, en fer et en fibres. Aux Pays-Bas, les informations sur l'apport nutritionnel et le respect du régime par les jeunes atteints de la maladie cœliaque sont limitées. Par conséquent, il est crucial d'évaluer la gestion

nutritionnelle et l'état nutritionnel des personnes âgées de 12 à 25 ans qui suivent un régime sans gluten, car cette tranche d'âge présente une faible conformité au régime.

I -2-7- Prévention

Les chercheurs explorent de nouvelles avenues pour prévenir et traiter la maladie cœliaque, face à son augmentation prévalent et aux défis du régime sans gluten. Pour les nourrissons, plusieurs hypothèses sont étudiées à grande échelle **(BOUMEDINE et ATTAR, 2022);**

- Hypothèse1: Le rota virus (une infection virale du tractus gastro-intestinal transmise par voie fécale-orale) présente des similitudes structurelles avec la gliadine et peut donc favoriser l'apparition d'une MC. Il provoque de graves problèmes gastro-intestinaux et endommage les intestins. La vaccination contre le rota virus peut être envisagée pour tous les nourrissons ayant un lien de parenté au premier degré avec un patient cœliaque et/ou pour les porteurs HLA prédisposés à la maladie cœliaque.

- **Hypothèse 2:** Les enfants nés en automne sont considérés comme ayant un risque accru de développer la maladie cœliaque en raison de l'augmentation des infections intestinales chez les bébés nés à cette période. Les couples porteurs des gènes de prédisposition peuvent envisager de planifier les naissances de leurs enfants pendant les mois d'été pour réduire ce risque.

- Hypothèse 3: Les médicaments tels que l'Oméprazole, qui sont des inhibiteurs de la pompe à protons et réduisent la sécrétion d'acide gastrique, peuvent entraver la digestion des protéines, y compris le gluten, ce qui favoriserait le développement de la maladie cœliaque. Par conséquent, l'utilisation d'IPP est déconseillée chez les enfants ayant un lien de parenté au premier degré avec une personne atteinte de MC et/ou chez ceux porteurs des HLA associés à la prédisposition génétique à la maladie cœliaque.

Pour les proches de personnes atteintes de la maladie cœliaque, il est vivement recommandé de subir un test HLA. En cas de résultat positif, ces individus présentant une prédisposition génétique sont encouragés à suivre un contrôle régulier et un régime sans gluten.

I-3-Technologie des pâtes alimentaires

I-3-1- Définition

Les pâtes alimentaires sont un mélange énigmatique de farine et d'eau **(BENHENNI** et **BOUBABOURI, 2021).** Elles sont obtenues en séchant une pâte non fermentée, moins humide que celle utilisée pour faire du pain **(AZOUZ *et al*., 2023).**

Les pâtes alimentaires sont largement consommées dans de nombreux pays et occupent la deuxième place après le pain en termes de consommation mondiale **(BENHENNI** et **BOUBABOURI, 2021).** Elles sont appréciées par toutes les catégories de consommateurs pour leurs qualités gustatives, leur facilité de préparation, leur prix raisonnable et leur conservation **(LALEG *et al*., 2017).**

I-3-2- Valeur nutritionnelle

La composition nutritionnelle des pâtes alimentaires cuites est présentée dans le tableau suivant (Tab.6). Conformément à la composition de matière première.

Tableau 6: Valeurs nutritionnelles de farine de lentilles et des pâtes alimentaires cuites.

Nutriments	**Valeur nutritionnelle de farine de lentilles**	**Valeur nutritionnelle des pâtes cuites**
Fibres (%)	16,5	3,3
Amidon (%)	48,6	0,99
Glucose (%)	57	63
Protéines (%)	28,1	10,1
Histidine (mg)	26,4	26,0
Isoleucine (mg)	46,1	48,8
Leucine (mg)	78,1	83,0
Valine (mg)	52,6	56,5
Lysine (mg)	72,2	68,3
Cystéine + méthionine (mg)	23,3	24,0
Tyrosine+Phénylalanine (mg)	79,0	84,8
Thréonine (mg)	37,9	38,8

(LALEG *et al.*, 2017).

I-3-3- Relation entre les pâtes alimentaires et le RSG

Les pâtes faites de semoule de blé dur, sont préparées en hydratant, malaxant, extrudant et séchant la pâte pour obtenir une texture dense. Leur structure spécifique, formée d'un réseau protéique entourant l'amidon, leur confère un faible indice glycémique et un bon goût. Cependant, elles manquent de certains acides aminés essentiels comme la lysine et peuvent causer des problèmes métaboliques aux personnes intolérantes au gluten.

Les légumineuses riches en protéines et en lysine, offrent une alternative pour produire des pâtes sans gluten, avec un faible indice glycémique. Des recherches ont créé des pâtes sans gluten à partir de farines de légumineuses, comparant leurs propriétés à celles des pâtes de blé et des pâtes sans gluten du commerce. Cette étude souligne le potentiel nutritionnel des pâtes entièrement faites de légumineuses, particulièrement pour les personnes intolérantes au gluten.

Les légumineuses naturellement exemptes de gluten et riches en protéines, offrent une alternative prometteuse. Elles contiennent de 24 à 28 % de protéines et donc jusqu'à 4 fois plus qu'une céréale, les lentilles en contiennent 25,6 %. De plus elles présentent un profil très intéressant en acides aminés indispensables. En outre, leur teneur élevée en fibres, particulièrement dans le cas des lentilles avec 30,5 % (contre 2 % seulement pour les céréales) **(LALEG *et al.*, 2017).**

I-3-4- Processus de fabrication

Les pâtes alimentaires sont fabriquées en trois étapes principales: hydratation et le pétrissage, puis vient l'extrusion, suivie éventuellement du séchage. Au cours de la première étape de la fabrication des pâtes alimentaires, la farine est mélangée avec l'eau sous faible apport d'énergie pour obtenir une pâte friable. Cette pâte est ensuite dirigée vers une vis d'extrusion ou un laminoir pour être façonnée par extrusion ou laminage, où une énergie mécanique plus importante assure la structuration des pâtes. L'extrusion génère également des forces thermiques, augmentant la pression et localement la température de la pâte. Les pâtes fraîches sont séchées pour réduire leur teneur en eau à environ 12 %, assurant ainsi leur conservation. Les pâtes alimentaires sèches sont ensuite cuites dans l'eau avant d'être consommées **(BERRAZAGA *et al.*, 2018).**

Chapitre II:

Matériel et méthodes

II-1- Présentation du lieu de stage

Le stage pratique s'est déroulé au laboratoire du département des sciences de la nature et de la vie à Akli Mohand Oulhadj de Bouira. Ce laboratoire est équipé du matériels nécessaires pour effectuer les analyses physico-chimiques suivantes: taux de cendre, PH, humidité, teneur en protéines, teneur en lipides.

Nous avons aussi suivi un autre stage pratique d'une quinzaine de jour au sein du laboratoire de l'entreprise agro-alimentaire SARLMOLINO 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, wilaya de Bejaia à 82 km de Bouira ville.

II-2- Objectif de l'étude

L'étude est réalisée dans le but de l'élaboration d'une pâte alimentaire sans gluten à base de la farine de lentilles destinée aux personnes atteintes de la maladie cœliaque. Cette étude vise à fournir des options alimentaires qui répondent aux besoins nutritionnels spécifiques des personnes souffrant de cette maladie, tout en offrant une expérience gustative agréable et une texture similaire aux pâtes traditionnelles.

II-3- Présentation du matériel végétal

Dans cette étude, nous avons utilisé une lentille verte **(Fig. 3)**, de forme circulaire, importée de Canada, destinée à la consommation et mise à notre disposition par la Coopérative de céréales et de légumes secs de Bouira (CCLS).

II-4- Préparation de la farine

Les différentes étapes de préparation de la farine de lentilles sont comme suit:

1. **Nettoyage et triage manuel:** Élimination manuelle des corps étrangers.
2. **Lavage:** Laver soigneusement les lentilles à l'eau froide pour éliminer toute saleté ou débris.
3. **Séchage:** Égoutter les lentilles et étaler-les sur un linge propre pour les sécher à l'air libre.
4. **Broyage traditionnel:** Une fois les lentilles séchées, elles sont moulues en une fine poudre **(Fig. 4)** à l'aide d'un broyeur traditionnel.
5. **Tamisage:** Cette opération consiste à homogénéiser les particules de la farine de lentilles et obtenir une texture uniforme **(Fig. 5)** et **(Fig. 6).**



Figure 3: Graines de lentilles **(Originale).**



Figure 4: Broyeur traditionnel **(Originale).**



Figure 5: Tamisage de la farine **(Originale).**



Figure 6: Farine de lentilles **(Originale).**

II-5- Analyses physico-chimiques

II-5-1- Humidité

- **Principe**

L'humidité est un test s'effectuer sur la farine pour déterminer la teneur en eau d'un échantillon. La perte de masse s'exprimer en pourcentage **(Norme NF ISO 712).**

La teneur en eau des produits broyés est déterminée par séchage dans une étuve réglée à 103°C pendant une heure et demie sur 5 gramme de produit **(Norme ISO721, 1979).**

- **Mode opératoire**

Pour préparer le bécher en vue de l'analyse, commencez par le rincer minutieusement à l'eau distillée. Ensuite, séchez-le dans une étuve à 103°C pendant 15 minutes pour éliminer toute humidité. Après refroidissement dans un dessiccateur pendant 30 à 45 minutes, utilisez une balance analytique pour peser précisément le bécher vide. Ajoutez ensuite 5 g du produit à analyser dans le bécher préparé. Pour sécher le produit, placez le bécher dans une étuve réglée à 103°C pendant une heure et demie. Après avoir retiré le bécher rapidement de l'étuve, laissez-le refroidir dans le dessiccateur pendant 30 à 45 minutes avant de le peser à nouveau pour déterminer le poids final du produit sec.

- **Expression des résultats**

$$H\% = (M1-M2) / (M1-M0) \times 100$$

Où:

H%:L'humidité.

M0: Masse en gramme de bécher vide.

M1: Masse en gramme de bécher + la prise d'essai avant étuvage.

M2: Masse en gramme de bécher + la prise d'essai après étuvage**.**

II-5-2- PH

- **principe**

Pour évaluer l'acidité ou l'alcalinité, on ajoute un échantillon de 5 g à une solution de 50 ml d'eau distillée portée à ébullition. Après refroidissement avec agitation constante, le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre**.**

- **Mode opératoire**

Pour analyser la farine de lentille, commencez par peser 5 g du produit et le placer dans un bécher contenant 50 ml d'eau distillée. Utilisez ensuite une plaquette chauffante pour chauffer le mélange et assurez-vous de l'homogénéiser avec un agitateur magnétique. Avant de mesurer le pH du produit, il est essentiel de calibrer le pH-mètre. Une fois calibré, plongez l'électrode du pH-mètre dans le bécher contenant le produit pour effectuer la mesure.

- **Expression des résultats**

Observez immédiatement le résultat affiché sur l'écran du pH-mètre.

II-5-3- Taux de cendre

- **Principe**

La teneur en matière minérale existant dans les différentes farines est déterminée par incinération d'une prise d'essai de 4 grammes dans un four à 550°C **(Norme ISO 2171, 2007).**

La minéralisation doit se poursuivre pendant 4 heures jusqu'à ce que toute la matière organique soit complètement brûlée et qu'un résidu blanchâtre se forme.

- **Mode opératoire**

Pour préparer le creuset en vue de l'analyse, commencez par le laver soigneusement avec de l'eau distillée pour éliminer les impuretés. Ensuite, séchez-le dans une étuve à 103°C pendant 15 minutes afin de le débarrasser de toute humidité résiduelle. Après refroidissement dans un dessiccateur pendant 30 à 45 minutes pour stabiliser sa température, utilisez une balance analytique pour peser précisément le creuset vide. Ajoutez ensuite 4 g du produit à analyser dans le creuset préparé. Pour la phase suivante, placez le creuset contenant l'échantillon dans un four préchauffé à 900°C et laissez-le chauffer pendant 3 heures pour l'analyse à haute température. Après avoir retiré rapidement le creuset du four, laissez-le

refroidir dans le dessiccateur pendant 30 à 45 minutes avant de le peser à nouveau pour obtenir le poids final du produit après traitement thermique.

Expression des résultats

$$C = (M2 - M1) \times 100/M0$$

Où:

M0: la masse en gramme de la prise d'essai

M1: la masse en grammes du creusé vide.

M2: la masse en gramme du creusé contenant le résidu après incinération.

II-5-4- Teneur en protéines

- **Principe**

Le dosage des protéines de la farine a été réalisé par la méthode de KJELDAHL **(AFNOR, 1991).** Cette méthode repose sur la minéralisation à haute température de la matière organique avec de l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur, suivie d'une alcalinisation des produits de réaction (sulfate d'ammonium) avec de la lessive de soude concentrée, puis une fixation de l'ammoniac entraîné par la vapeur par l'acide borique et une titration par l'acide sulfurique.

- **Mode opératoire**

a) Minéralisation

Sous l'effet de la chaleur, l'acide sulfurique concentré (95%, d=1.83) en présence de catalyseur oxyde et détruit la matière organique, l'azote organique est transformé en sulfate d'ammonium.

b) Distillation

Le minéralisât est alcalinisées par la soude Noah (10N) et l'ammoniac est libéré de son sel. Au cours de la distillation, les molécules d'ammoniac (NH3) libérés sont entraînées par la vapeur et fixées dans une solution de volume connu d'acide borique (4 %).

c) Titrage

Le distillat récupéré est titré par l'acide sulfurique (0,01 N) en présence d'un indicateur coloré (rouge de méthyle). Le titrage soit complet au virage de la couleur du jaune au rose.

- **Expression des résultats**

La teneur en azote total (N) est exprimée en g pour 100g de produit humide:

$$N = (A \times V / pe) \times 100$$

Où:

A: Quantité d'azote en gramme neutralisée par 1 ml de solution de H2SO4 à 0.01 est égale à 0,0014g.

V: Volume en ml de H2SO4 versé à la titration

pe: Prise d'essai en gramme

La teneur en protéines (P) est exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche:

$$P = (N \times K/100 - H)\ 100$$

N: teneur en azote en % du produit.

K: coefficient de conversion de l'azote en protéines.

H: teneur en eau de l'échantillon en % de la masse humide.

II-5-5- Teneur en lipides totaux

- **Principe**

Extraire la matière grasse (MG) à l'aide du méthanol avec un appareil de type Soxhlet, le solvant est évaporé, l'échantillon est séché et pesé **(AFNOR, 1991).**

- **Mode opératoire**

Tout d'abord, sécher un ballon de 500 ml dans une étuve à 150°C pendant une heure. Après cette étape, le ballon doit être refroidi au dessiccateur pendant 30 minutes avant d'être pesé pour assurer une mesure précise. Ensuite, peser avec précision 10 g de produit et le placer dans le cartouche du Soxhlet. Insérer ce cartouche dans l'appareil d'extraction.

Verser 200 ml d'hexane dans le ballon et 50 ml dans le compartiment du Soxhlet contenant le cartouche. Chauffer le ballon à 150°C pendant 7 heures pour permettre l'extraction des lipides.

Le solvant contenant les lipides est ensuite éliminé du ballon par distillation sous vapeur. Le résidu restant dans le ballon est ensuite séché dans une étuve à 80°C. Après refroidissement au dessiccateur pendant 30 minutes, le ballon contenant les lipides est pesé pour déterminer la masse finale des lipides extraits.

- **Expression des résultats**

Le taux des lipides (MG) est exprimé en % est calculé par la formule suivante:

$$MG\ (\%) = (P2 - P1)/ ME) \times 100$$

Où:

P1: poids du ballon vide (g).

P2: poids du ballon après évaporation (g).

ME: masse de la prise d'essai (g).

II-6- Élaboration des pâtes alimentaires

L'élaboration des pâtes alimentaires sans gluten à base de farine de lentilles est réalisée selon le diagramme suivant **(Fig.7):**

II-6-1- Préparation: Verser la farine de lentilles dans un saladier. Creuser un puits, ajouter des jaunes d'œufs, mélanger bien puis en ajoute d'eau jusqu'à obtenir une pâte homogène.

II-6-2- Malaxage: Pétrir la pâte manuellement pendant 5 min. Laisser la reposer de 5 à 10 min.

II-6-3- Mise en forme (façonnage): Rendre la pâte très fine, puis la façonner à l'aide d'un petit moule.

II-6-4- Séchage: Une fois la pâte formée, placer la dans un plat et la faire cuire au four.

II-6-5- Refroidissement: Après le séchage, laisser les pâtes alimentaires refroidir..

II-6-6- Cuisson: Après le refroidissement complet des pâtes, les mettre dans de l'eau bouillante et les laisser cuire jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à être dégustées.

II-7- Etapes de fabrications des pâtes alimentaires

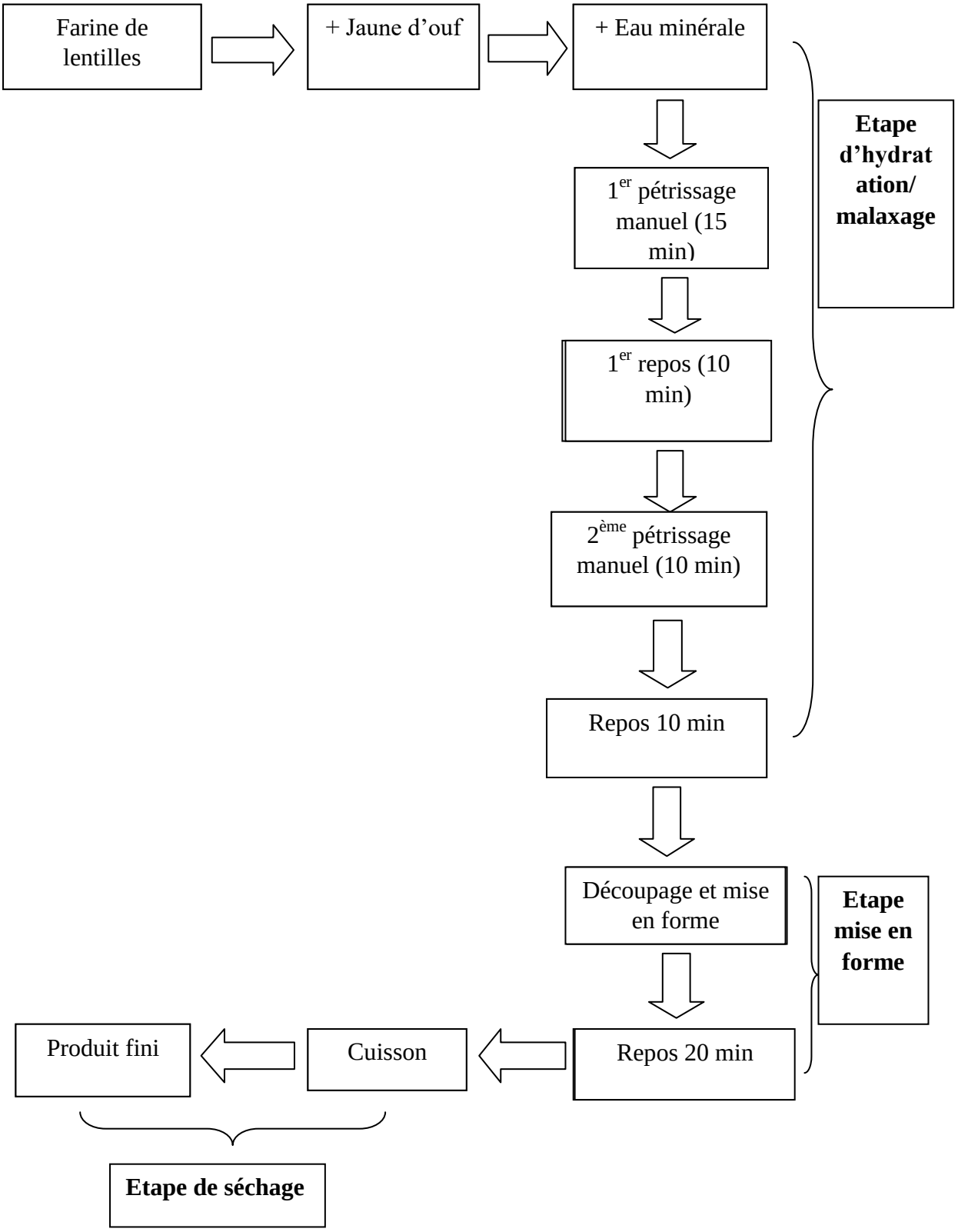


Figure 7: Diagramme de fabrication des pâtes alimentaires.

Chapitre III:

Résultats et discussion

III-1- Analyses physico-chimiques de la matière première

Pour les analyses physico-chimiques de la farine de lentilles, nous avons répété chaque analyse trois fois afin de garantir la qualité de la farine de lentilles. Ces analyses sont résumées dans le tableau qui suit **(Tab. 7).**

Tableau 7: Résultats des analyses physico-chimiques de la farine utilisée.

Paramètres (%)	Humidité	Taux de cendre	pH	Protéines	Lipides
Analyse 1	10,8	3	6,96	22,3	1,6
Analyse 2	10,8	3	6,97	22,4	1,53
Analyse 3	10,7	3,1	6,99	22,3	1,4
Moyenne	10,77	3	6,97	22,3	1,5

III-1-1- Humidité

La détermination de la teneur en eau est essentielle, car elle détermine la précision des différents résultats analytiques en termes de matière sèche **(GODON et WILLM, 1998)**. Sur le plan économique, la teneur en eau joue un rôle crucial en déterminant le taux d'hydratation et la durée de conservation des produits **(DUBOIS, 1996).**

La farine de lentilles étudiée présente une teneur en eau de 10,77 %, elle se situe dans l'intervalle (8 et 12 %) donné par **PAPALAMPROU*, et al*., (2010).**

III-1-2- Taux de cendres

Le taux de cendres indique la quantité de résidus minéraux obtenus après la combustion de la matière organique présente dans les produits alimentaires. Il reflète la teneur globale en minéraux **(HARBERS, 1998).** Ainsi, la teneur en cendres des farines de légumineuses se situe généralement entre 2 à 4 % **(PAPALAMPROU *et al*., 2010).**

Le taux de cendres de la farine de lentilles consacrée à l'étude est estimé de 3 %, cette valeur est proche de celles rapportées par **BOYÉ** et **PLETCH, (2010)** et **MONNET, (2018)** qui sont respectivement de 2,5 % et 2,8 %.

III-1-3- PH

Selon **MAPAQ, (2018),** le pH d'un produit est essentiel pour évaluer sa qualité et sa sécurité alimentaire. Les variations de pH engendrent des différences significatives de goût, de fraîcheur et de durée de conservation.

Au pH neutre, la majorité des microorganismes se trouvent dans des conditions idéales pour survivre **(NOUT *et al.*, 2003).**

La farine étudiée (lentilles) présente une valeur de pH de 6,97. Ce taux est acceptable de fait qu'il est proche de la neutralité, et corrobore avec la teneur annoncée par **BOYÉ** et **PLETCH, (2010).** De plus, ce taux est compris dans l'intervalle de pH des farines de légumineuses qui varie généralement entre 6 et 7.

III-1-4- Teneur en protéines

De nombreux chercheurs se sont penchés sur les protéines issues des légumineuses, leur concentration joue un rôle crucial dans la qualité nutritionnelle des produits alimentaires. En règle générale, une plus grande quantité de protéines correspond à une meilleure qualité de la farine **(GAUDREAU *et al.*, 2024).** Aussi, les protéines de légumineuses sont généralement riches en acides aminés indispensables (20-45%) et en particulier en lysine **(MAPHOSA** et **JIDEANI, 2017)**, mais elles sont relativement pauvres en acides aminés soufrés et en tryptophane **(AIT SAADA *et al.*, 2016).**

D'après **SOUARE, (2022),** la teneur en protéines des graines de légumineuses se situe généralement entre (19-35 %).

La farine de lentille analysée présente un taux en protéines de l'ordre de 22,3 % de la matière sèche, cette valeur est proche de celles citées par **SIEGEL** et **FAWCETT, (1978); DUC *et al.*,** (**2010)** et **MESTARI** et **SAFAR, (2017)** qui sont respectivement de 25 %, 22 % et 23,8 %.

III-1-5- Teneur en lipides

Les lipides se trouvent en faible quantité dans les graines des légumineuses (à l'exception du pois chiche 6 %) mais renferment les acides gras essentiels de bonne qualité **(ERANTO, 2016)**.

Salon **AOUFI** et **BOURAD, (2010); BOUCHAIR** et **BOURAD, (2016); MOUQUET-RIVIER** et **AMIOT, (2020),** la farine de lentilles contient 1,4 % de lipides totaux. La farine

de lentilles étudiée présente un taux de 1,5 de lipides totaux, cette valeur est acceptable de moment qu'elle se situe dans l'intervalle général possible pour les lentilles (1-3 %) proposé par **LEFEVRE, (2022).**

III-2- Analyses physico-chimiques du produit élaboré

Pour les analyses physico-chimiques de produit fini, nous avons répété chaque analyse trois fois afin de garantir la qualité de produit élaboré. Ces analyses sont résumées dans le tableau qui suit **(Tab. 8).**

Tableau 8: Résultats des analyses physico-chimiques des pâtes alimentaires.

Paramètres (%)	Humidité	Taux de cendre	pH	Protéines	Lipides
Analyse 1	8	2,6	6,98	20,7	2
Analyse 2	7,99	2,75	6,96	20,6	1,99
Analyse 3	8,1	2,9	6,97	20,8	2,02
Moyenne	8	2,75	6,97	20,7	2

III-2-1- Humidité

Le dosage de l'humidité permet de diminuer les risques d'altération lors du conditionnement et du stockage car ce paramètre est un facteur essentiel dans la prolifération des micro- organismes. Des taux d'humidité supérieurs à 12,5% exposent les pâtes alimentaires aux altérations des moisissures et rendent l'opération de conditionnement et de stockage difficile.

Concernant les résultats de l'analyse de l'humidité, nous avons remarqué une légère diminution de la teneur en eau de produit élaboré par rapport à la matière première passant de 10,77 % à 8 %. Cette baisse peut s'expliquer par les conditions de cuisson et l'évaporation de l'eau lors de la préparation du produit fini sous l'effet de la chaleur ce qui favorisera une bonne conservation à long terme.

III-2-2- Taux de cendres

La teneur et la composition en matière minérale des grains sont fixes quelques soient les conditions externes de culture **(GODON** et **WILLM, 1998)**.

Le taux de cendres représente les résidus inorganiques restant après l'incinération de la

matière organique dans les produits alimentaires. C'est le contenu total en éléments minéraux **(HARBERS, 1998)**.

Après la cuisson, la proportion de minéraux dans la matière minérale passe de 3 % à 2,75 %. Cette réduction observée résulte de la dissolution des minéraux solubles des graines dans l'eau évaporée de les pâtes alimentaires durant la cuisson, entraînant ainsi leur perte **(NOUT *et al.*, 2003; AYEN TCHEGNON *et al.*, 2017).**

III-2-3- PH

D'après les résultats obtenus dans le tableau 8, nous observons que le pH du produit élabore (pâtes alimentaires) est de 6,97, cette valeur est acceptable et proche de la neutralité ce qui évitera la dégradation microbiennes de la denrée alimentaire lors du stockage.

III-2-4- Teneur en protéines

La teneur en protéines des pâtes alimentaires dépend d'une part de la variété et d'autre part de la qualité de ces composants biochimiques présents dans la farine ou la semoule ayant servis à fabriquer un produit de bonne qualité **(YOUSFI, 2002; DEROUICHE, 2003)**.

A partir des résultats donnés dans le tableau 8, nous constatons une baisse légère de la teneur en protéines dans le produit fini (pâtes alimentaires élaborées), passant de 22,3 % à 20,7 %, attribuée à la gélatinisation des protéines lors de la cuisson à haute température (180°C). Cette diminution est aussi justifiée par la dénaturation des protéines sous l'effet de la chaleur. La cuisson d'aliments riches en protéines à des températures élevées conduit à leur dénaturation d'où une baisse de la valeur nutritionnelle du produit élaboré **(NOUT *et al.*, 2003).**

III-2-5- Teneur en lipides

Les pâtes alimentaires sont riche en glucides, fibre, phosphores et en vitamine B, mais pauvre en lipide, sodium et en certains acides aminés essentiels tel que la lysine **(BOISSEAU** et **BIGARD, 2005)**.

D'après les résultats trouvés, nous remarquons qu'une augmentation de la teneur en lipides des pâtes confectionnées par rapport à la matière première (farine de lentilles) est constatée passant de 1,5 % à 2 %, probablement due à l'ajout de jaune d'œuf qui est riche en matière grasse (64 %). D'après **NYS** et **SAUVEUR, (2004)** et **GAILLARD,** (**2023),** 100 g de jaune d'œuf contient environ 34,5 g de lipides, ainsi, l'ajout de jaune d'œuf lors de la

fabrication des pâtes alimentaires contribue à l'amélioration de leur qualité organoleptique (couleur, gout et saveur) et de leur qualité nutritionnelle.

III-3- Résultats de l'analyse sensorielle

Les résultats de l'évaluation sensorielle sont illustrés dans l'histogramme graphique suivant **(fig. 8)** afin de comparer visuellement les différents critères sensoriels.

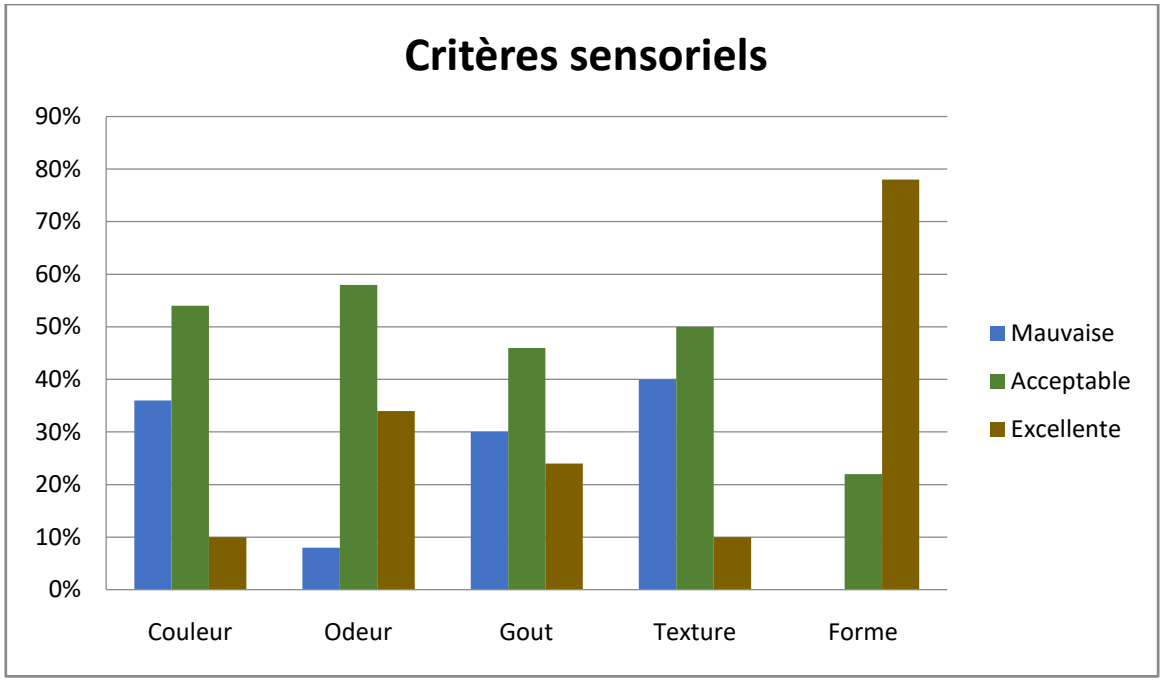


Figure 8: Présentation graphique du profil sensoriel du produit fini (Pâtes alimentaires).

Les pâtes alimentaires sans gluten confectionnées à base de farine de lentille sont présentées dans la **(Fig. 9).**



Figure 9: Pâtes alimentaires confectionnées après cuisson **(Originale).**

Les différentes composantes organoleptiques (critères sensoriels) des pâtes alimentaires élaborées obtenues après le test de dégustation sont illustrées dans la (**Fig. 8).**

III-3-1- Couleur

La couleur est un attribut essentiel car elle peut stimuler l'appétit des individus. Elle joue également un rôle crucial dans le contrôle de processus de cuisson et de torréfaction, car des pigments bruns se forment progressivement lors des réactions de brunissement et de caramélisation. Ces pigments contribuent à l'apparence appétissante des aliments cuits et torréfiés **(LALEG *et al*., 2017).**

La couleur est le premier paramètre à évaluer, 54 % des dégustateurs trouvent la couleur de produit fini (pâtes alimentaires) acceptable. La couleur marron des pâtes est due au mélange des deux composantes, verte de la farine de lentille et la couleur jaune due à l'ajout d'œuf dans la recette, ce qui a mené 36 % des dégustateurs à confirmer que la couleur des pâtes alimentaires confectionnées est mauvaise, néanmoins, 10 % des dégustateurs trouvent la couleur des pâtes alimentaires étudiées originale.

III-3-2- Odeur

L'odeur est un paramètre qui influence le consommateur, d'après les résultats de l'analyse sensorielles obtenus **(Fig. 8)** démontrer que les dégustateurs ont indiqué que l'arôme était plus ou moins prononcé, avec un pourcentage très élevé de 53 %. D'autre part, 47 % des dégustateurs ont indiqués que l'arôme était rance sous l'effet du stockage.

III-3-3- Gout

Le gout est un paramètre essentiel. Notre produit fini est jugé «Acceptable» par la majorité des dégustateurs, 46 %, alors que 24 % les trouvent agréable, et 30 % ont signalé «Désagréable».

III-3-4- Texture

Durant l'étude de la texture des pâtes est jugée comme moyenne par 50 % des dégustateurs, elles sont ni dure ni friable. Alors que 40 % sont marqués que le produit est dur, et 10 % jugé « Friable». Cette différence peut être due a l'âge des différent des dégustateurs des plus jeunes aux plus âgés.

III-3-5- Forme

D'après les résultats sensoriels **(Fig. 8),** remarquons que 75 % des dégustateurs n'ont pas aimé l'aspect (la forme) des pâtes, ils ont jugé que le produit fini est excellente.

Les dégustateurs ont noté chaque critère pour évaluer notre produit fini (Pâtes alimentaires). Nous avons calculé la moyenne de chacun de ces critères. Les résultats représentent dans la (Fig. 8).

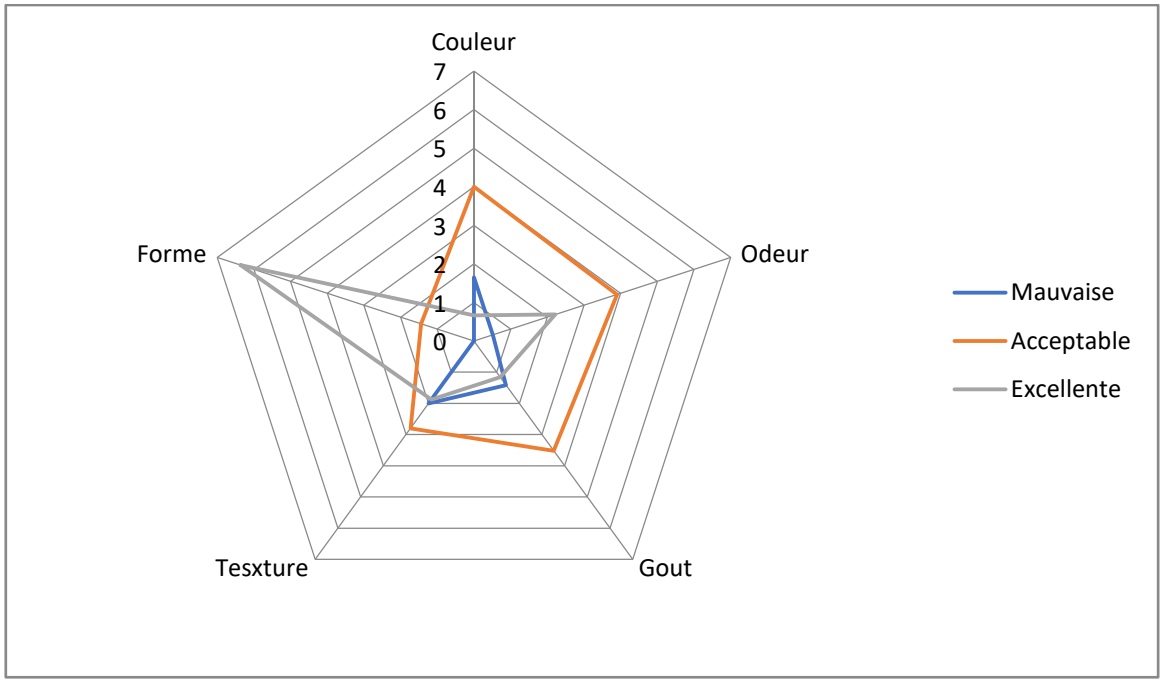


Figure 9: Résultats de l'évaluation sensorielle des pâtes cuites.

Le diagramme suivant **(Fig. 9)** représente 5 caractères organoleptiques de nos pâtes alimentaires (Couleur, odeur, gout, texture, forme), sont variés et révèlent des aspectes importants sur la qualité perçue de notre produit fini.

Nous remarquons que notre produit fini a une couleur acceptable, par l'évaluation de la majorité des dégustateurs, et très peu de dégustateurs jugent la couleur excellente, suggérant un potentiel d'amélioration.

La majorité trouve l'odeur moyenne, et un nombre significatif trouve l'odeur légère, ce qui peut être perçu positivement.

Et pour le gout, et la texture elles sont acceptables, selon l'évaluation de la majorité des dégustateurs.

Concernant la forme, la majorité écrasante juge qu'il est excellent, ce qui est un point fort majeur de nos pâtes.

Les résultats montrent que nos pâtes alimentaires sont majoritairement jugées acceptables en termes de couleur, odeur, gout, et texture, avec un point forts notables concernant la forme.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette recherche se concentre sur l'étude de l'amélioration de la situation alimentaire d'une partie de la communauté en Algérie en diversifiant les sources d'alimentation des personnes atteintes de la maladie cœliaque.

Dans notre étude, nous avons confectionné d'une denrée alimentaire (pâtes alimentaires) sans gluten à base de farine de lentilles, de couleur verte, importée de Canada et mise à notre disposition par la CCLS de Bouira.

Cette matière première (lentilles) est choisie en fonction de sa valeur nutritionnelle, notamment en termes de protéines, de minéraux et de vitamines ainsi que le fait qu'elle soit exempte de gluten.

Les analyses physico-chimiques de la matière première, montrent que la farine de légumineuse (lentilles) exploitée dans ce travail donne un taux d'humidité de (10,77 %), cette valeur répond aux normes exigées et procure au produit élaboré une longue durée de conservation. Elle présente également une teneur élevée en protéines (22,3 %) et une faible teneur en lipides (1,5 %), ce qui permet un stockage sans risque d'endommagement surtout la préservation des caractères organoleptiques (gout, odeur, saveur…).

Les analyses effectuées sur le produit fini (pâte alimentaire) élaboré indiquent une légère diminution de taux d'humidité passant de 10,77 % à 8 %, probablement due à des conditions de cuisson et l'évaporation de l'eau lors de la préparation du produit fini sous l'effet de la chaleur, bénéfique pour la préservation du produit fini de la prolifération des microorganismes.

Concernant la teneur en protéines, nous observons aussi une faible diminution (20,7 %), qui semble due à la dénaturation des protéines sous l'effet de la chaleur (évaporation de certains acides aminés sensible à la température élevée de cuisson). Cependant, la teneur en lipides augmente légèrement par l'ajout de jaune d'œuf (riche en matières grasses) dans la recette de fabrication des pâtes alimentaires contribuant à l'amélioration de la couleur et de la saveur.

Le test sensoriel révèle que les pâtes alimentaires affichent une qualité organoleptique relativement faible, mais reste acceptable vu la non disponibilité de produis sans gluten locaux et la cherté des produits importés. Ainsi 54 % des participants jugent la couleur acceptable, 53 % notent une odeur plus ou moins marquée, tandis que seulement 46 %

trouvent le goût satisfaisant. La texture est jugée moyenne par 40 % des dégustateurs, mais la forme est acceptée par 75 % de dégustateurs.

En terme de ce travail, la farine de légumineuses peut être utilisée dans la fabrication des pâtes alimentaires sans gluten, adaptées aux personnes atteintes de la maladie cœliaque ou d'autres maladies (diabète de type 2), ce qui ouvre de nouvelles possibilités dans le domaine de l'alimentation fonctionnelle.

Suite aux résultats obtenus, il apparaît que ce travail nécessite d'être enrichi et de déboucher sur de nouvelles pistes de recherche, telles que :

1. Réaliser des analyses microbiologiques approfondies.

2. Effectuer plusieurs études : évaluation de l'indice glycémique, analyse des propriétés antioxydantes, étude de la digestibilité et de la durabilité.

3. Explorer d'autres utilisations de cette farine pour diversifier l'alimentation des patients atteints de la maladie cœliaque.

4. Mener une étude statistique et économique sur les pâtes alimentaires élaborées.

5. Examiner la stabilité de la pâte préparée dans des conditions variées.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

ABED EP BELLIR, N. (2015). Etude de l'effet de Nigella sativa sur les manifestations cliniques de la maladie cœliaque de l'adulte. P13, 17.

AICHOUBA, A., et HENNINE, F. (2018). Activité Antibactérienne d'extraits phénoliques de Lens culinaris. P9, 10.

AIT KARIM, I. (2020). Épidémiologie de la maladie cœliaque dans le monde Epidémiologie de la maladie cœliaque dans le monde. Med Sci, 7, 1-5.

AIT SAADA, D., AIT CHABAN, O., BOUDEROUA, K., SSELSELET ATTOU, G. (2016). Place des légumes secs dans l'alimentation humaine – atouts nutritionnels et impacts sur la sante. Forum Régional pour le Développement des Légumineuses Alimentaires, Université de Mostaganem, Algérie, p5.

AOUFI, Z., et BOURAD, D. E. (2010). Caractérisation Biochimique de Quelques variétés de Légumineuses commerciales (Doctoral dissertation, université de Jijel). P12, 16.

AYENA TCHEGNON, A. C., AGASSOUNON DJIKPO TCHIBOZO, M., ANAGO, E., AHISSOU, H., MENSAH, G. A., et AGBANGLA, C. (2017). Composition en vitamines et en minéraux des graines de Pterocarpus santalionoides l'Hér. Ex de. (Papilionoideae), une plante alimentaire et médicinale de l'Afrique de l'Ouest. Tropicultura, 35(1), 61-69.

AZOUZ, A., NEZAR, L., BOURIACHE, M. (2023). Incorporation de la spiruline dans les pâtes alimentaires«Trida». P17.

B

BAI, J. C., FRIED, M., CORAZZA, G. R., SCHUPPAN, D., FARTHING, M., CATASSI, C., ... & GONVERS, J. J. (2012). Maladie cœliaque. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines. P6,7.

BENKEBIL, F., & NYDEGGER, A. (2007). Maladie cœliaque chez l'enfant-quoi de neuf?. Revue médicale suisse, 100, 515.

BERRAZAGA, I., BOURLIEU-LACANAL, C., LALEG, K., SALLE, J., GUILLET, C., PATRAC, V., ... et MICARD, V. (2018). Effet de la consommation des pâtes alimentaires mixtes blé-légumineuses sur le métabolisme protéique du rat âgé. In 2. Rencontres Francophones sur les Légumineuses (RFL2) (p. np). P18.

BERTHOUD, P., & DIÉTÉTICIENNE, C. H. U. (2007). Diabète & Maladie Cœliaque. Agenda, 7.

BONAZ, B. (2023). Maladie cœliaque : quoi de neuf ?. Médecine des Maladies Métaboliques, 17 (7), 549-557.

BOUCHAIR, R., et BOURAD, D. E. (2016). Effet du trempage dans différentes solutions sur la composition biochimique de quelques légumineuses locales (Doctoral dissertation, Université de Jijel).P 12,13,15,16.

BOUKEZOULA, F. F., & ZIDOUNE, M. N. E. (2016). Le régime sans gluten en Algérie: observance, difficultés et problèmes d'application chez les malades cœliaques. Annales des sciences de la santé,1(6), 12-20.

BOUMEDINE, T. L. et ATTAR, T. (2022). La maladie cœliaque: le régime alimentaire adapté. (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).P125-127.

BOYÉ, J., ZARE, F., PLETCH, A. (2010). Protéines de légumineuses: transformation, caractérisation, propriétés fonctionnelles et applications dans l'alimentation humaine et animale. Food Research International, 43(2), 414-431.

C

CELLIER, C. (2002). Maladie cœliaque: faut-il dépister?. GastroenterolClinBio, A, 120.

D

DERDAR, A., BENSALEM, A., et OULED KADDOUR, F. (2020). Essai d'analyse technico économique de la filière légumes secs: Cas de la lentille dans la région de Mahdia-Tiaret (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-Tiaret). P19, 20.

DUBOIS, D. (1996). Les farines: caractéristiques des farines et des pâtes. In : industries des céréales. N°97. Ed : Lavoisier. Paris. P6,8.

DUC, G., MIGNOLET, C., CARROUÉE, B., et HUYGHE, C. (2010). Importance économique passée et présente des légumineuses: Rôle historique dans les assolements et les facteurs d'évolution. Innovations agronomiques, 11, 1-24.

E

EL BADMOUSSI, S. (2022). Maladie cœliaque: diagnostic et traitements. P25,27.

El HADJA, A., HEMAID, W., & SALLAYE, N. (2023). Evaluation de la réponse biochimique et oxydative des graines de Lens culinaris à l'herbicide Prowl Aqua. P23, 24.

ERANTO, R. H. (2016).Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master IIuniversité d'Antananarivo. P24-28.

G

GAILLARD, R. (2023). Étude de l'impact des ultra-hautes pressions d'homogénéisation sur la structure, les propriétés techno-fonctionnelles et la digestibilité du granule du jaune d'œuf. P26.

GODAT, S., VELIN, D., AUBERT, V., NYDEGGER, A., SCHOEPFER, A. M., et MAILLARD, M. H. (2013). Maladie cœliaque: état des lieux. Rév Med Suisse, 9, 1584-9.

GODON, B., WILLM, C. (1998). Les industries de première transformation des céréales.

2 ème édition, collection STAA. 656P.

GUIRROU, I., KASSIMI, C., FATEMI, Z. A., DAOUI, K., & NOUTFIA, Y. (2022). Impact du renforcement du couscous par des légumineuses alimentaires sur le profil biochimique et microbiologique. African and Mediterranean Agricultural Journal-Al Awamia, (134), 129-149.

H

HADI, A., & SBIHI, M. (2014). Profil épidémiologique clinique immunologique histologique et évolutif de la maladie cœliaque chez l'enfant (A propos de 220 cas). P21-25.

HARBERS. (1998). Ash analysis. In food analysis. Ed. NIELSEN S.S. 2 nd Edition. Aspenpublishers, pp. 141-150 Goden B., et Willm C., 1998 : Les industries de première transformation des céréales. Paris : Technique et documentation. Lavoisier., p60, p65, p786.

HFAYED, M. A. (2021). Maladie cœliaque et maladies auto-immunes chez l'enfant (à propos de 18 cas). P 125-127.

K

KAOUANE, L. (2022). Préparation traditionnelle d'une farine de riz et essai d'élaboration d'un biscuit sans gluten destiné aux malades cœliaques (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri). P22, 28.

KERFAL, A. (2012). Profil épidémiologique et prise en charge de la maladie cœliaque de l'adulte à l'hôpital Mohamed V de Meknes (A propos de 93 cas). P16.

KHERIF, O. (2022). Evaluation de la résilience des systèmes de culture légumineuses-céréales face à la sècheresse: Analyse multi-échelle de l'efficience de l'utilisation de l'eau et de l'azote par la validation des modèles biophysiques (Doctoral dissertation).P7,9.

L

LALEG, K., CASSAN, D., BARRON, C., CORDELLE, S., SCHLID, P., WALRAND, S., & MICARD, V. (2017). Qualités culinaires, sensorielles et nutritionnelles de pâtes alimentaires sans gluten à base de légumineuses. Innovations Agronomiques, 60, 145-156**.**

LAMRI, D., AMAIRIA, W., et HIMOUD, I. (2020). Effet du traitement salin sur la germination, la croissance et sur la nodulation de la lentille (Lens culinarisMedik). P 3,4, 32.

LEFEVRE, C. (2022). Compréhension et modélisation des transitions de phase de l'amidon et des protéines lors de l'opération de trempage− cuisson des légumineuses pour piloter la digestibilité des protéines (Doctoral dissertation, Université de Montpellier). P 5

LEPERS, S., COUIGNOUX, S., COLOMBEL, J. F., et DUBUCQUOI, S. (2004). La maladie cœliaque de l'adulte: aspects nouveaux. La Revue de médecine interne, 25(1), 22-34.

M

MALAMUT, G., & CELLIER, C. (2013). Manifestations de la maladie cœliaque de l'adulte. Pathologie Biologie, 61(3), e47-e51.

MAPAQ. (2018). Caractérisation et identification d'un aliment potentiellement dangereux.

MAPHOSA, Y., et JIDEANI, V. A. (2017). Le rôle des légumineuses dans l'alimentation humaine. Les aliments fonctionnels améliorent la santé grâce à une alimentation adéquate, 1, 13.

MERKANE, F, BENHADJ DJILALI, S. (2019). Etude morphologique et physiologique d'une collection de variétés de lentille (Lens culinaris) dans la zone de haut Chélif. P 14, 17.

MESTARI, A., SAFAR, N. (2017). Caractérisation de la fraction hydrosoluble d'une légumineuse (Cicer arietinum). P11,16.

MOKRETAR, O., et ZAOUI, S. (2021). Essai de fabrication d'un biscuit à base de farine de lentilles. Impacte de la substitution de la farine de blé par la farine de lentilles traitées sur la qualité nutritionnelle et sensorielle du biscuit (Master en agronomie, université de Mostaganem). P5.

MONNET, A. F. (2018). Optimisation de la transformation de matières premières issues de cultures associées légumineuse-blé tendre par une bonne connaissance de la physico-chimie

des ingrédients et du procédé de fabrication (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay (Comue)). P9-11.

MOUQUET-RIVIER, V., & AMIOT, M. J. (2020). Les légumineuses dans nos assiettes: que nous dit la science? Nutriments et composés bioactifs. P25-29.

N

NAMOUS, H., & BENATALLAH BENCHIKH EL FEGGOUN, L. (2013). Formulation d'une farine-biscuit de sevrage sans gluten à base de Riz, Maïs et Pois Chiche. (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1). P8,9.

NANA, C. P., BARRO, N., OUATTARA, C. AMADOU. T., et TAMINI, Z. (2000). Étude comparative de l'effet inhibiteur d'extraits de graines de la lentille de terre, du niébé et du pois de terre vis-à-vis de la trypsine et de la chymotrypsine. Sciences Naturelles et Appliquées, 24(2).

NOUT, R., HOUNHOUIGAN, J. D., TINY VAN BOEKEL. (2003). Les aliments, transformation, Conservation et qualité. Beackhys Publishers, Wageningen, Netherland. P7, 9.

NYS, Y., et SAUVEUR, B. (2004). Valeur nutritionnelle des œufs. INRAE Productions Animales, 17(5), 385-393.

O

OULBACHIR, K. (2021). Etude comparative des fluctuations de la microflore du sol sous culture de céréales et de légumineuses Tiaret (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).p 26,27

P

PANA, M. E. (2012). Impact des traitements thermiques sur la structure des protéines de lentilles et leur digestibilité. P8,9,12.

PAPALAMPOU, E. M., DOXASTAKIS, G. I., KIOSSEOGLOU, V. (2010). Isolats de protéines de pois chiches obtenus par extraction humide/chauffage à sec. Grasas y Aceites, 61(4), 337-346.

R

REMOND, D., et WALRAND, S. (2017). Les graines de légumineuses: caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé. Innovations Agronomiques, 60, np.

RIO, C. (2017). Les légumes secs, aliments de choix à valoriser. Cahier de nutrition et de diététique, 52(2), 71-77.

S

SAIDI, R. (2019). Projet de Fin d'Etudes LST. P 12,13.

SIEGEL, A., et FAWCETT, B. (1978). Transformation et utilisation des légumineuses alimentaires (application particulière aux pays en développement). CRDI, Ottawa, ON, CA. P12.

SIJILMASSI, B. (2021). Evaluation de la diversité génétique, de l'efficience symbiotique et du pouvoir de promotion de croissance des plantes (PGPR) du genre Rhizobium nodulant la lentille (Lens culinaris) sous stresses abiotiques. P23.

SOUARE, M. L. (2022). Étude de la composition biochimique et de la physico-chimie d'un modèle alimentaire à base de protéines de Parkiabiglobosa (Doctoral dissertation, Université Bourgogne Franche-Comté). P17.

T

TAHIR, F. (2021). Effet du déficit hydrique sur la productivité et la composition chimique de la lentille (Lens CulinarisMediksspCulinaris) en zone semi-aride (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun-Tiaret-).p1 6 ,35.

TKOUB, E. M. (2008). Maladie cœliaque de l'adulte. Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique, 48, S27-S31.

V

VAUQUELIN, B., & RIVIÈRE, P. (2023). Maladie cœliaque. La Revue de Médecine Interne. P21.

Z

ZRIOUEL, A. (2021). Évaluation de la qualité nutritionnelle et repérage des troubles du comportement alimentaire chez des enfants et adolescents cœliaques sous régime sans gluten. P15,16.

Annexes

Annexe n°01: fiche de test d'intensité pour les pâtes alimentaires.

Université Akli Mohand Oulhadj

Département SNV

Spécialité: Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité

Test de dégustation (pâtes alimentaires) mai 2024.

Fiche de profil sensoriel du produit élaboré:

Age:…….. **Nom et prénom:…….**

Sexe: Homme ◯ **Femme** ◯

Comment trouvez-vous ce produit ? Notez sur 10

Couleur:

Mauvaise	Acceptable	Excellente

Odeur:

Forte	Moyen	Léger

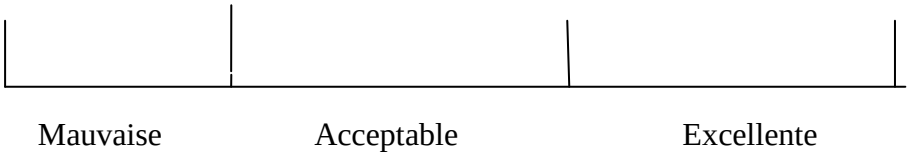
Goût:

Désagréable	Acceptable	Agréable

Texture:

Dure	Moyenne	Friable

Forme:



Annexes n°2: Réactifs et Matériels utilisés au laboratoire.

A. Réactifs utilisés



Figure 1: Réactifs **(Originale).**

B. Matériels utilisés

B.1. Humidité

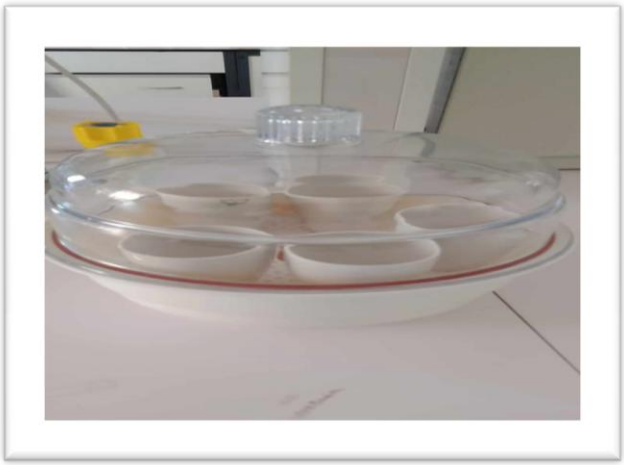


Figure 2: Dessiccateur **(Originale).**



Figure 3: Étuve **(Originale).**

B.2. Taux de cendre



Figure 4: Creusé contenant le résidu (matière première) après incinération **(Originale).**



Figure 5: Creusé contenant le résidu (pâte alimentaire) **(Originale).**

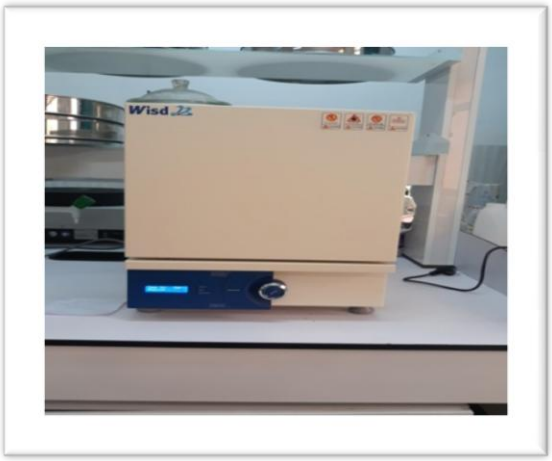


Figure 6: Four **(Originale).**



Figure 7: Creusés **(Originale).**

B.3. PH



Figure 8: PH mètre **(Originale).**



Figure 9: Agitateur mécanique **(Originale).**

B.4. Teneur en lipides





Figure 10: Appareil soxhlet **(Originale).**

Résumé

Notre travail consiste à l'élaboration d'une pâte alimentaire sans gluten à base de farine de lentilles afin de diversifier et d'améliorer l'alimentation des personnes atteintes de la maladie cœliaque en Algérie.

Cette recherche met en valeur les lentilles vertes, une légumineuse importée du Canada et mise à notre disposition par la coopérative de céréales et de légumes secs de Bouira. Le choix de cette variété de lentilles est du à richesse en protéines, et à ses faibles taux en humidité et en lipides permettant de stocker le produit fini à une longue durée sans être altéré.

Les analyses physico-chimiques effectuées sont conformes aux normes, assurant ainsi la qualité du produit. L'évaluation des caractéristiques sensorielles et organoleptiques des pâtes révèlent une bonne acceptation par le jury de dégustation.

Mots-clés: Malade cœliaque, lentilles, pâte alimentaire sans gluten.

Abstract

Our work consists of developing a gluten-free food paste based on lentil flour to diversify and improve the diet of people with celiac disease in Algeria.

This research focuses on green lentils, a legume imported from Canada and made available to us by the Bouira cereals and pulses cooperative. The choice of this variety of lentil is due to its high protein content, and its low moisture and lipid content, enabling the finished product to be stored for a long time without being altered.

The physico-chemical analyses carried out are in line with standards, thus ensuring product quality. Evaluation of the pasta's sensory and organoleptic characteristics reveal good acceptance by the tasting panel.

Key words: Celiac, lentils, gluten-free pasta.

الملخص

يتمثل عملنا في تطوير معجون غذائي خالٍ من الغلوتين يعتمد على دقيق العدس من أجل تنويع وتحسين النظام الغذائي للمصابين بمرض الاضطرابات الهضمية في الجزائر .

يركز هذا البحث على العدس الأخضر، وهو نوع من البقولياتالمستوردة من كندا، وقد وفرته لنا تعاونية البويرة للحبوب والبقول.وقد تم اختيار هذا الصنف من العدس بسبب محتواه العالي من البروتين ومحتواه المنخفض من الرطوبة والدهون، مما يعني أن المنتج النهائي يمكن تخزينه لفترة طويلة دون أن يفسد.

تتوافق التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت مع المعايير، مما يضمن جودة المنتج. كشف تقييم الخصائص الحسية والحسية للمعكرونة عن قبول جيد من قبل لجنة التذوق .

الكلمات الرئيسية: الاضطرابات الهضمية، العدس، المعكرونة الخالية من الغلوتين.