

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

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض

Faculté Des Sciences de la Nature et de
la Vie et des Sciences de la Terre

Département : Biologie



جامعة الجليلي بونعاما - خميس مليانة

Université Djilali Bounaama
Khemis Miliana

قسم: بيولوجيا

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : SNV

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

THEME

FABRICATION D'UNE FARINE SANS GLUTEN

Réalisé par :

TAHARI Ayyoub

AIT HAMADOUCHE hamza

MIOUOT hamza

Soutenu le 28/06/2025 devant le jury composé de :

Président(e)	M ^{me}	KOCHRANE	M.C.B	U. Khemis Miliana
Promoteur	M ^{me}	AFKIR Khadidja	M.A.A	U. Khemis Miliana
Examineur	M ^{me}	ZAOUADI Nesrine	M.C.A	U. Khemis Miliana

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Tout d'abord et avant tout, nous remercions **ALLAH**, le tout puissant, qui nous a donné la force, la patience, la volonté et le courage pour accomplir ce travail de mémoire. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Notre reconnaissance et nos remerciements vont en premier lieu à notre promotrice

Mme. AFKIR Khadidja.

Nous aimerions vous dire merci pour nous avoir permis de faire ce thème et en faire une expérience magnifique. Merci pour votre patience, votre disponibilité et surtout vos judicieux conseils et vos encouragements tout au long de ce travail.

Aussi pour avoir cru en nos capacités, pour toute la confiance et la liberté d'action dont nous avons bénéficié tout au long de ce mémoire. Soyez rassurée de notre sincère estime.

Nous souhaitons également remercier les membres du jury d'avoir accepté d'arbitrer ce travail, et honorer notre présentation :

Mr . FAROUN Ahmed directeur de l'incubateur d'entreprises de l'université

Mme. KOCHRANE Rima pour présider ce jury,

Mme. ZAOUADI Nesrine pour examiner ce travail,

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs Pour les informations qu'il a mis à ma disposition, son aide et sa bienveillance.

Nous remercions vont au directeur de la direction des forêts de Ain Defla

Nous adressons nos remerciements aussi au directeur l'hôpital de Ain Defla et le chef de service gastro-entérologie, nutrition, immunologie de l'hôpital

Nous remercions infiniment le directeur et les ingénieurs de S.A.R.L Ladjraf Food Industrie de Chlef

Merci infiniment à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de notre travail.

Dédicace

À nos mamans, on voit en vous les mamans parfaites, toujours prêtes à se sacrifier pour le bonheur de leurs enfants. Merci pour tout ce que vous avez fait.

À nos pères, on voit en vous des pères entièrement dévoués à leurs familles. Votre présence, en toute circonstance, nous a mainte fois rappeler le sens de la responsabilité.

À nos sœurs et nos frères. Que Dieu vous récompense pour tous vos bienfaits.

A tous nos amis, l'amitié est un trésor précieux. Merci d'être toujours là, pour les rires, le soutien et les moments partagés. Votre présence enrichit notre vie de mille façons.

Tahari Ayyoub

Ait hamadouche hamza

Miout hamza

RESUME

La maladie cœliaque, affectant environ 1 % de la population mondiale (82 millions de personnes), nécessite un régime strictement sans gluten. Cette étude vise à développer une farine sans gluten à base de glands de chêne vert (*Quercus ilex*) pour diversifier les options alimentaires des patients cœliaques en Algérie. La qualité du produit a été évaluée par des analyses physico-chimiques (teneur en eau, composition nutritionnelle, taux de gluten, caractéristiques technologiques), microbiologiques (détection de contaminants tels que moisissures, *Clostridium Sulfito-réducteurs*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus à coagulase +* ...) et sensorielles (acceptabilité organoleptique). Les résultats montrent une farine stable (10,55 % d'humidité), totalement exempte de gluten, et riche en glucides (69,3 %), fournissant une valeur énergétique élevée (339,92 kcal). Les analyses microbiologiques confirment son innocuité, tandis que les tests sensoriels révèlent une bonne acceptation, ouvrant des perspectives pour des applications culinaires innovantes. Cette approche offre une alternative nutritionnelle et technologiquement viable pour les personnes intolérantes au gluten.

Mots-clés : Maladie cœliaque ; Gluten ; Farine ; Glands de chêne vert.

ABSTRACT

Celiac disease, affecting approximately 1% of the global population (82 million individuals), necessitates a strict lifelong gluten-free diet. This study aimed to develop a gluten-free flour derived from (*Quercus ilex*) (*Holm oak acorns*) to diversify dietary options for celiac patients in Algeria. The quality of the flour was assessed through physicochemical analyses (moisture content, nutritional composition, gluten absence, technological properties), microbiological testing (detection of contaminants including molds, *Sulfito reducing Clostridia*, *Escherichia coli*, and *coagulase-positive Staphylococcus*), and sensory evaluation (organoleptic acceptability). Results demonstrated a stable flour with 10.55% moisture, complete gluten absence, and high carbohydrate content (69.3%), providing significant energy value (339.92 kcal). Microbiological analyses confirmed its safety, while sensory tests revealed favorable acceptability, highlighting potential for innovative culinary applications. This approach offers a nutritionally and technologically viable alternative for individuals with gluten intolerance.

Keywords: Celiac disease; Gluten; Flour; Oak acorns.

المخلص

مرض السيلياك , وهو اضطراب يصيب حوالي 1% من سكان العالم (82 مليون شخص)، يتطلب اتباع نظام غذائي صارم خالي من الغلوتين. تهدف هذه الدراسة إلى تطوير دقيق خالي من الغلوتين مُستخلص من ثمار البلوط الأخضر بهدف توسيع الخيارات الغذائية المتوفرة لمرضى الداء الزلاقي في الجزائر. تم تقييم جودة المنتج من (*Quercus ilex*) خلال تحليلات فيزيوكيميائية (محتوى الرطوبة، التركيب الغذائي، نسبة الغلوتين، الخصائص التكنولوجية)، وتحليلات ، بالإضافة إلى تحليلات حسية (القبول الحسي). أظهرت النتائج أن الدقيق يتمتع (*Staphylococcus à coagulase +* و *Escherichia coli* ، *Clostridium sulfito-réducteurs* كشف الملوثات مثل الفطريات،) ميكروبيولوجية ، باستقرار عالٍ (محتوى رطوبة 10,55%)، وخالي تمامًا من الغلوتين، وغني بالكربوهيدرات (69,3%)، مما يمنحه قيمة غذائية عالية (339,92 كيلوكالوري). أكدت التحاليل الميكروبيولوجية صلاحيته للاستهلاك البشري، في حين بينت الاختبارات الحسية قبولاً جيداً من المستهلكين، مما يفتح آفاقاً لاستخدامه في تطبيقات طهي مبتكرة. تمثل هذه الصيغة الغذائية بديلاً غذائياً وتكنولوجياً فعالاً للأشخاص المصابين بحساسية الغلوتين.

الكلمات المفتاحية: مرض السيلياك، الغلوتين، دقيق، البلوط الأخضر

LISTE DES ABREVIATIONS

MC : Maladie cœliaque

AFNOR : Association Française de Normalisation

DG : Distribution Granulométrique

H : Teneur en Humidité

MS : matière sèche

FRSG : farine de riz sans gluten

FGC : farine de Glands de chêne

FB : Farine de Blé

FD : Fonds Domaniaux

GCV : Les glands de chêne vert

ONS : Office National des Statistiques

ISO : International Organization for Standardization

DSA : Direction des Services Agricoles

S.A.R.L : Société à Responsabilité Limitée

AFDIAG : Association Française Des Intolérants Au Gluten

EFSA: European Food Safety Authority

FDA: Food and Drug Administration

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°01 : Aliments à éviter et à utiliser dans un régime sans gluten.	12
TableauN°02 : Types de farine	16
TableauN°03 : Valeur nutritionnelle des farines sans gluten	18
Tableau N°04 : Surfaces forestières occupées par le chêne vert dans quelque pays	21
Tableau N°05 : Valeur nutritionnelle de gland de chêne vert (% de MS)	25
Tableau N°06 : Composition du gland de chêne vert en acide gras (% de MG)	25
TableauN°07 : Répartition des superficies de chênes par commune et canton dans la wilaya d'Ain defla, en Algérie	30
Tableau N°08 : Distribution granulométrique en g pour 100g de farine des glands.	54
Tableau N°09 : Résultats d'analyses microbiologiques de FGC.....	55

LISTE DES FIGURES

Figure N°01 : Villosités du petit intestin.....	5
Figure N°02 : Images de biopsies intestinales et Atrophie villositaire totale de la muqueuse intestinale dans la maladie cœliaque .	9
Figure N°03 : Différentes protéines du blé .	10
Figure N° 04 : Répartition du chêne vert en Algérie .	22
Figure N° 05 : Aperçu d'ensemble du chêne vert .	23
Figure N° 06 : Carte géographique de wilaya Ain defla avec les régions d'échantillonnage .	29
Figure N°07 : Photo des glands du chêne .	31
Figure N°08 : Glands de chêne le jour d'échantillonnage .	32
Figure N°09 : Détermination la teneur en eau .	33
Figure N°10 : Dosage des cendres de farine de glands de chêne .	34
Figure N°11 : Analyse granulométrie de farine de glands de chêne .	35
Figure N°12 : Préparation de la solution mère et des dilutions décimales .	40
Figure N°13 : Boîtes de pétri après l'ensemencement .	41
Figure N°14 : Boîtes de pétri ensemençer et incuber .	42
Figure N°15 : Boîtes de pétri après ensemencement .	45
Figure N°16 : Farine de glands de chêne .	47
Figure N°17 : Teneur en eau de la farine de FGC, FB et FRSG.....	49
Figure N°18 : Teneur en cendres de la farine de FGC, FB et FRSG.....	50
Figure N°19 : Analyse de taux de gluten .	51
Figure N°20 : Teneur en protéines de la farine de FGC, FB et FRSG.....	51
Figure N°21 : Teneur en lipides de la farine de FGC, FB et FRSG.....	52
Figure N°22 : Teneur en glucides de la farine de FGC, FB et FRSG.....	53
Figure N°23 : Valeur énergétique de la farine de FGC, FB et FRSG.....	53

Figure N°24 : Résultat d'analyse de recherche de moisissures dans la farine de glands de chêne.	56
Figure N°25 : Résultat d'analyse de recherche de Clostridium Sulfito-Réducteur dans la farine de glands de chêne.....	57
Figure N°26 : Résultat d'analyse de recherche de Staphylocoques coagulasse+ dans la farine de glands de chêne	58
Figure N°27 : Résultats du test descriptif de couleur de farine.....	59
Figure N°28 : Résultats du test descriptif d'odeur de farine.....	60
Figure N°29 : Résultats du test descriptif de gout de farine.	61
Figure N°30 : Résultats du test descriptif de texture de farine.	61
Figure N°31 : Résultats du test descriptif d'aspect de farine.	62
Figure N°32 : Résultats du test d'acceptabilité de farine.....	63

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

RESUME

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION.....1

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : LA MALADIE COELIAQUE ET LE GLUTEN

I.1	LA MALADIE COELIAQUE.....	4
I.1.1	Définition de la maladie	4
I.1.2	Historique	4
I.1.3	Pathogenèse de la maladie.....	5
I.1.4	Les Formes de la maladie	6
I.1.5	Épidémiologie	6
I.1.6	Symptomatologie de la maladie	7
I.1.7	Diagnostique.....	8
I.1.8	Prévention.....	9
I.2	LE GLUTEN	9
I.2.1	Définition	9
I.2.2	Classification.....	10
I.2.3	Impact du gluten sur la maladie cœliaque	10
I.2.4	Traitement	11

CHAPITRE II : LA FARINE ET LA FARINE SANS GLUTEN

II.1	LA FARINE	13
II.1.1	Définition de farine	13
II.1.2	Composition chimique de farine	13
II.1.3	Caractéristique de farine.....	14
II.1.4	Types de farine	15
II.2	LA FARINE SANS GLUTEN	16
II.2.1	Définition	16
II.2.2	Types de farines sans gluten et leurs utilisations	16
II.2.3	Propriétés et utilisations	18

II.2.4	La valeur nutritionnelle des farines sans gluten	18
II.2.5	Avantages nutritionnels	18
II.2.6	Conseils pour utiliser les farines sans gluten	19

CHAPITRE III : LE CHÊNE VERT

III.1	LE CHÊNE VERT	20
III.1.1	Taxonomie	20
III.1.2	Origine	20
III.1.3	Répartition géographique	20
III.1.4	Caractères botaniques et dendrologies du chêne vert	22
III.1.5	Valeur nutritionnelle des glands des glands de chêne vert	24
III.1.6	Utilisation des glands de chêne vert	26

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES

IV.1	Objectif	28
IV.2	Dates et lieux de stage	28
IV.3	Informations sur le chêne et stations d'échantillonnage	28
IV.4	Informations sur la maladie cœliaque	30
IV.5	Etude de différents paramètres de la farine	31
IV.6	Matériel	31
IV.6.1	Matériel biologique	31
IV.6.2	Matériel non biologique	31
IV.7	Méthodologie	31
IV.7.1	Echantillonnage	31
IV.7.2	Nettoyage et triage des graines	32
IV.7.3	Mouture et tamisage des grains	32
IV.8	Analyse physico-chimique de la farine	32
IV.8.1	Teneurs en eau	32
IV.8.2	Dosage des cendres totales	33
IV.8.3	Granulométrie de farine	34
IV.8.4	Détermination du taux de gluten	35
IV.8.5	Dosage des protéines	36
IV.8.6	Dosage des glucides	37
IV.8.7	Dosage des lipides	38

IV.8.8	Détermination de la valeur énergétique	39
IV.9	Les Analyses microbiologiques.....	39
IV.9.1	Préparation des échantillons.....	39
IV.9.2	Préparation de la solution mère et des dilutions décimales.....	39
IV.9.3	Recherche et dénombrement des <i>moisissures</i>	40
IV.9.4	Recherche et dénombrement des <i>Clostridium Sulfito-Réducteur</i>	41
IV.9.5	Recherche Dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	43
IV.9.6	Recherche et dénombrement des <i>staphylocoques à coagulase</i> ⁺	44
IV.10	Qualité sensorielle de farine.....	46

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

V.1	Informations sur la maladie cœliaque.....	48
V.2	Étude de différents paramètres de la farine	48
V.3	Analyses physico-chimiques de la farine	48
V.3.1	Teneur en eau	49
V.3.2	Teneur en cendres.....	50
V.3.3	Taux de gluten	50
V.3.4	Teneur En Protéines	51
V.3.5	Teneur en lipides	52
V.3.6	Taux de glucides.....	53
V.3.7	Valeur énergétique	53
V.3.8	Granulométrie des semoules	54
V.4	Les Analyses microbiologiques.....	55
V.4.1	Interprétation des Résultats pour chaque Germe recherché :	56
V.4.2	Implications pour la qualité et la sécurité de FGC	58
V.5	L'analyse sensorielle	58
V.5.1	Test descriptif de farine.....	59
V.5.2	Test d'acceptabilité de farine	62
CONCLUSION ET PERSPECTIVES		63
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		66
ANNEXES		

Introduction

INTRODUCTION

La farine, produit de la mouture de céréales ou d'autres matières premières végétales, constitue un ingrédient fondamental de l'alimentation humaine depuis des millénaires. Qu'elle soit issue du blé, du maïs, du riz ou d'autres sources, elle est la base d'une multitude de produits transformés, allant du pain, aliment de base dans de nombreuses cultures, aux pâtes, pâtisseries et autres mets quotidiens. Sa composition chimique, caractérisée par une richesse en glucides complexes, en protéines et, selon le degré d'extraction, en fibres et micronutriments, en fait une source d'énergie et de nutriments essentielle **(Belge, 2012)**.

En Algérie, et d'après **ONDA (2018)**, la farine de blé, notamment, occupe une place prépondérante dans les habitudes alimentaires et les traditions culinaires, avec une consommation significative de pain et de produits dérivés du blé.

Cependant, au cours des dernières décennies, l'intérêt pour les farines sans gluten a considérablement crû, non seulement en raison de l'augmentation diagnostiquée de certaines affections, mais aussi par un changement global des préférences alimentaires. Le gluten, complexe protéique présent dans certaines céréales comme le blé, l'orge et le seigle, est un facteur clé des propriétés technologiques de ces farines, notamment leur élasticité et leur capacité à former un réseau viscoélastique essentiel à la panification **(Koehler et Wieser, 2013)**.

Néanmoins, pour une partie croissante de la population, la consommation de gluten peut entraîner des problèmes de santé. La maladie cœliaque, une entéropathie auto-immune chronique, est la forme la plus sévère d'intolérance au gluten, nécessitant un régime strict et permanent sans gluten **(Ludvigsson, 2013)**. Au-delà de la cœliaquie, on observe également des cas de sensibilité au gluten non cœliaque (NCGS) et d'allergie au blé, qui nécessitent également l'exclusion du gluten de l'alimentation **(Catassi, 2013)**.

Face à cette demande croissante, l'industrie agroalimentaire s'est tournée vers des sources alternatives pour la production de farines intrinsèquement dépourvues de gluten. Parmi les plus courantes figurent la farine de riz, la farine de maïs, le sarrasin, le quinoa, et les légumineuses (pois chiche, lentille), chacune apportant ses propres caractéristiques nutritionnelles et fonctionnelles **(Mariotti, 2014)**.

La réglementation internationale, notamment celle du Codex Alimentarius et les règlements européens, a défini des seuils stricts (généralement 20 mg de gluten par kilogramme de produit fini) pour l'étiquetage "sans gluten", garantissant la sécurité des consommateurs.

En Algérie, bien que la production et la distribution de produits sans gluten soient en développement, les cadres réglementaires s'alignent progressivement sur ces normes internationales pour assurer la conformité et la protection des consommateurs selon le Décret exécutif n° 13-378 du 09 Novembre 2013.

Dans ce contexte d'innovation et de diversification, l'exploration de nouvelles sources de farines sans gluten, issues de ressources locales et sous-utilisées, présente un intérêt majeur. La valorisation de matières premières telles que les glands de chêne vert, abondants dans certaines régions, pourrait offrir des alternatives durables et nutritionnellement intéressantes.

Le chêne (*Quercus*) occupe une place remarquable parmi tous les peuplements forestiers ; avec 33% de la superficie mondiale boisée, soit près de la moitié des feuillus, qui représentent 66% du total. En Algérie, le chêne vert occupe des superficies non négligeables estimées à 354000 ha (**Ait Saada, 2017**).

Déjà dans l'ancien temps, avant la généralisation des céréales, le pain à base de ce fruit pulvérisé a constitué la nourriture privilégiée de la population européenne (**Jimenez, 1977**).

En Afrique du nord il demeure encore une certaine consommation du gland parmi les produits de cueillette. En Algérie, les cotylédons (dans le chêne) sont soit consommés en tant que fruit sec ou intégrés dans la fabrication du couscous étant donné que c'est un aliment énergétique de premier ordre, riche notamment en amidon et en fibres alimentaire conseiller pour les maladies coeliaques en Algérie (**Ait Saada, 2017**).

Le maïs, importé coût 489.29 M€ et représente 27,61% des importations. Donc pour minimiser ces couts, il sera intéressant de rechercher d'autres aliments produits localement tel le gland de chêne (**ONS,2023**).

Cependant, le gland reste plus digeste et moins onéreux que le maïs ; Afin d'améliorer la qualité des produits sans gluten plusieurs chercheurs ont utilisés des amidons d'origines différentes, des gommes, des hydro colloïdes et des protéines (différentes de celles du gluten) (**Witczak, 2010**).

Ce travail est dans le cadre à d'améliorer la situation alimentaire des malades cœliaques algériens voir leur état nutritionnel en contribuant à répondre à leurs besoins de diversification par la formulation et la fabrication d'aliments accessibles.

Cette recherche a pour objectif central la production d'une farine naturellement sans gluten à partir des glands du chêne vert (*Quercus ilex*). Pour ce faire, nous mènerons une étude approfondie visant à définir précisément ses caractéristiques physico-chimiques, à confirmer sa sécurité microbiologique, et à analyser ses qualités sensorielles. En définitive, notre démarche vise à évaluer concrètement la valeur de cette farine comme nouvel ingrédient alimentaire, avec un focus sur son potentiel d'intégration et de diversification dans le marché algérien et international.

Cette recherche est organisée en trois parties :

Une première partie bibliographique présentant la maladie cœliaque et le gluten, les farines et les farines sans gluten, ainsi que sur les généralités du chêne vert (*Quercus ilex*).

Une deuxième décrivant le matériel et la méthodologie expérimentale.

Une troisième consacrée aux résultats, interprétation et discussion, suivis d'une conclusion et de perspectives.

Étude
Bibliographique

CHAPITRE I :LA MALADIE COELIAQUE ET LE GLUTEN**I.1 LA MALADIE COELIAQUE****I.1.1 Définition de la maladie**

Le mot cœliaque signifie littéralement l'abdomen. Tandis que la maladie cœliaque (MC), ou intolérance au gluten est une maladie chronique immunomédiée secondaire à l'ingestion du gluten, elle se développe chez les personnes génétiquement prédisposées (**Joubert, 2018**).

La maladie cœliaque est comprise entre l'auto-immunité et le désordre génétique, il s'agit d'une réponse immunitaire à certains peptides du gluten. Elle se traduit par une atrophie de la muqueuse du grêle proximal, régressive après exclusion alimentaire du gluten de blé et des prolamines équivalentes des autres céréales réputées toxiques : seigle et orge (**Clot,2001; Mouterde, 2008**).

I.1.2 Historique

Tout commence au 2ème siècle après Jésus-Christ lorsqu'Aratée de Cappadocce, un médecin grec de l'Antiquité contemporain de Galien, évoque « un syndrome chronique de malabsorption » au regard des diarrhées chroniques, de la distension abdominale et de la cachexie progressive dont souffre une partie de la population pédiatrique (**Malamut, 2009**).

Il reconnaît l'origine intestinale de la maladie et lui donne le nom de « maladie cœliaque » du grec « koeliakos » qui signifie littéralement « souffrance dans les intestins »; selon le centre de biologie pathologie génétique médicale en 2015.

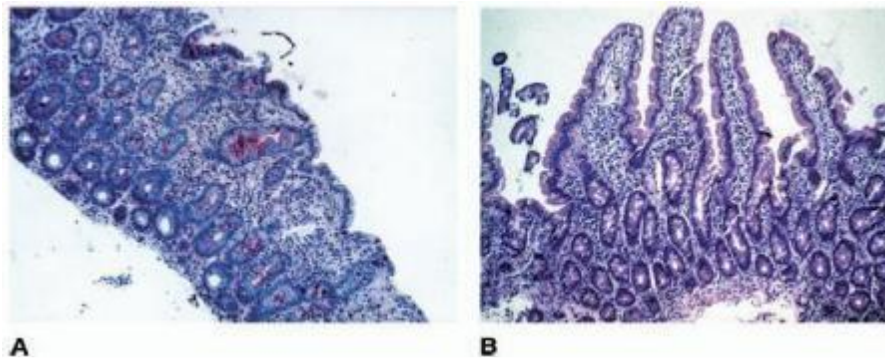
L'identification de la maladie cœliaque a débuté dans les années 1940 lorsque le pédiatre hollandais Willem-Karel Dicke a observé une corrélation entre la consommation de céréales et les diarrhées récurrentes, corroborée par l'amélioration des symptômes pendant la Seconde Guerre mondiale avec un régime sans céréales, puis leur rechute à la réintroduction du pain. Des expériences contrôlées ont confirmé que le blé, le seigle, l'orge et l'avoine induisaient une malabsorption, attribuant finalement la toxicité au gluten. En 1954, John Paulley a décrit les lésions duodénales caractéristiques, et en 1957, Margot Shiner, grâce à la capsule de Crosby, a confirmé l'atrophie villositaire et l'hypertrophie des cryptes, établissant le premier test diagnostique par biopsie. Les études familiales des années 1960 ont suggéré une prédisposition génétique, et le lien avec la dermatite herpétiforme a été établi.

En 1971, Ann Ferguson a mis en évidence l'augmentation des lymphocytes intraépithéliaux, complétant le tableau histologique. La détection d'anticorps sériques contre le gluten dans les années 1970 et l'identification de la transglutaminase de type II (Tg2) en 1997

ont révolutionné le diagnostic. Les études épidémiologiques des années 1990 à transformer la perception de la maladie d'une affection rare de l'enfance à une maladie fréquente à tout âge (Malamut, 2009).

I.1.3 Pathogenèse de la maladie

La maladie cœliaque détruit les villosités de la muqueuse de l'intestin grêle, qui servent à augmenter la surface d'absorption des aliments, ce qui entraîne une atrophie villositaire (**figure N°01 : A** : Villosités intestinales saines (structure en doigts de gant, hautes et régulières), comparativement à des villosités revenues à la normale après une diète sans gluten (**figure N°01 : B** : Villosités endommagées par la maladie cœliaque (aplaties, atrophiées, architecture détruite). (Mearin, 2007).



FigureN°01 : Villosités du petit intestin (Mearin, 2007).

Selon **Godat (2013)**, La pathogenèse de la maladie cœliaque se résume aux étapes suivantes:

- ✓ Chez des individus génétiquement prédisposés HLA-DQ2 ou DQ8 (Human Leucocyte Antigène), les résidus glutamines de la gliadine ingérée sont convertis en glutamates sous l'effet de la transglutaminase tissulaire ;
- ✓ La gliadine modifiée est prise en charge par les cellules présentatrices de l'antigène (porteuses des molécules HLA-DQ2) et active des cellules T CD4+ (lymphocytes) spécifiques du gluten;
- ✓ Ces cellules produisent de l'interféron g (IFNg) et de l'interleukine 21 (IL-21) et aident à générer des réponses anticorps spécifiques du gluten et de la transglutaminase;
- ✓ L'IFNg et l'IL-21 induisent une production massive d'IL-15 ;
- ✓ L'IL-15 active les lymphocytes intraépithéliaux qui tuent les cellules épithéliales. La destruction des cellules épithéliales conduit à l'atrophie des villosités intestinales.

I.1.4 Les Formes de la maladie

La maladie cœliaque peut apparaître à tout âge sous différentes formes (**Malamut Et Cellier, 2010**).

I.1.4.1 La forme classique

La forme classique associant des signes cliniques et biologiques de malabsorption du l'intestin grêle (**Mouterde, 2011**).

I.1.4.2 La forme atypique

Elle représente la majorité des patients diagnostiqués chez l'adulte, soit plus de 80% des cas. Le diagnostic de maladie cœliaque peut être évoqué devant des symptômes digestifs mineurs ou des symptômes extra-digestifs (**Cellier, 2005**).

I.1.4.3 La forme silencieuse ou asymptomatique

L'utilisation des marqueurs sérologiques a permis d'identifier des formes silencieuses de maladie cœliaque jusqu'alors méconnues. Elles se définissent comme des maladies cliniquement asymptomatiques malgré une atrophie villositaire totale ou subtotale sur les biopsies duodénales (**Lepers, 2004**).

I.1.4.4 La forme latente

Cette forme est caractérisée par une muqueuse intestinale morphologiquement normale, une sérologie positive et des patients asymptomatiques. Parfois les malades présentent une augmentation des taux de lymphocytes intra épithéliaux (LIE) (**Gargouri,2017**).

I.1.4.5 La Forme réfractaire

Dans cette forme, les malades deviennent résistants au régime sans gluten. Ils présentent une atrophie villositaire avec prolifération monoclonale des lymphocytes intra épithéliaux Cette forme constitue une forme de passage entre maladie cœliaque et lymphome invasif (**Cellier, 2001**).

I.1.5 Épidémiologie

Des études récentes ont montré que la maladie cœliaque est l'une des maladies chroniques les plus courantes chez l'homme dans de nombreuses régions du monde (**Biver Et Uebelhart, 2013**).

I.1.5.1 Incidence

Au cours des 30 dernières années, l'incidence de la maladie cœliaque, le nombre de nouveaux cas notifiés à la population chaque année, a augmenté de manière significative, passant de 2 à 13 nouveaux cas pour 100 000 habitants par ans (**Bobossi-Serengbe, 2000**).

Grâce à de meilleurs outils de diagnostic et à un dépistage complet des groupes à haut risque, la diagnostique de nouveaux cas de maladie cœliaque a considérablement augmenté (**Geoffroy, 2015**).

Des études séro-épidémiologiques indiquent que pour chaque cas diagnostiqué de maladie cœliaque, il y aura 3 à 7 cas non diagnostiqués (**Rewers, 2005**).

I.1.5.2 Prévalence

En raison de facteurs génétiques et environnementaux, la prévalence de la maladie cœliaque varie d'un pays à l'autre. La maladie cœliaque est relativement courante dans les pays occidentaux et quasi inexistante en Asie et en Afrique noire (**Olives, 2010**).

Dans les pays occidentaux, la prévalence de la maladie cœliaque se situe entre 0,7 et 2% dans la population générale, mais elle est de 3 à 6% chez les diabétiques de type 1, de 10 à 20% chez les apparentés du premier degré d'un sujet cœliaque, de 3 à 15% chez les sujets ayant une anémie ferriprive, de 1 à 3% en cas d'ostéoporose (**Dube, 2005**).

La prévalence de la maladie cœliaque en Afrique du nord est proche de celle observée en Europe, La maladie cœliaque a deux pics de fréquence avec une révélation soit dans l'enfance ou à l'âge adulte le plus souvent entre 20 et 40 ans (**Catassi, 2014**).

En Algérie, le taux de prévalence est encore inconnu. Les informations fournies sont de (**Boudraa, 2008**), Dans l'est de l'Algérie, la prévalence de la maladie cœliaque était de 1,4 à Guelma, de 1,7 à Mila et de 0,88 à Khenchla. La prévalence moyenne calculée dans les trois villes est d'au moins 1,33 (**Mahroug, 2020**).

A Oran, la prévalence de la maladie cœliaque symptomatique chez les enfants de moins de 15 ans était de 1,09 (**Boudraa, 2008**).

I.1.6 Symptomatologie de la maladie

La maladie cœliaque est progressivement passée du statut de maladie digestive rare du nourrisson à celui de maladie systémique fréquente touchant tous les âges de la vie (**Rampertab, 2006**).

L'évaluation clinique de la maladie cœliaque exige une vigilance accrue en raison de son spectre de manifestations cliniques hétérogènes, allant des symptômes digestifs classiques aux signes extra-intestinaux. Selon **Bousquet (2015)**, les praticiens doivent considérer des manifestations telles que les troubles du transit (constipation, selles irrégulières), les altérations de l'appétit, les douleurs abdominales, les retards de croissance et pubertaires, l'aménorrhée, la fatigue chronique, l'anémie ferriprive réfractaire, les complications osseuses, les manifestations hémorragiques, buccales (aphtose, hypoplasie de l'émail dentaire), cutanées (éruption herpétiforme) et l'élévation des transaminases. Cette diversité symptomatique souligne l'impératif d'une approche diagnostique rigoureuse et exhaustive pour une prise en charge précoce et adaptée.

I.1.7 Diagnostique

Les marqueurs sérologiques constituent actuellement la première étape du diagnostic quelle que soit la forme clinique. Ils sont particulièrement utiles en cas de suspicion de maladie cœliaque devant des signes frustes ou atypiques. Les anticorps anti-gliadine, de type IgA et IgG, ont été les premiers mis en évidence dans la maladie cœliaque et largement utilisés pour son diagnostic (**Has, 2008**).

La recherche d'IgA anti-endomysium (anti-EMA) a une excellente sensibilité et spécificité mais nécessite des techniques d'immunofluorescence indirecte, plus coûteuses. Les anticorps anti-transglutaminase tissulaire (anti-TG2), détectés facilement par une technique ELISA, ont une excellente sensibilité (85 à 98%) et spécificité (94 à 98%) (**Bao et Bhagat, 2012**).

Les recommandations actuelles préconisent en première intention le dosage des anticorps IgA anti-TG2 en raison de sa facilité, sa fiabilité et son coût modéré. La recherche des IgA anti-EMA est préconisée en deuxième intention. Il est indispensable d'y associer un dosage pondéral des immunoglobulines car ces tests peuvent être pris en défaut en cas de déficit en IgA10 (IgA < 0,2 g/l), présent chez environ 2% des sujets intolérants au gluten. Dans ce cas, il est alors recommandé de rechercher les IgG anti-TG2 et IgG anti-EMA, et de réaliser une biopsie intestinale. En cas de marqueurs sérologiques négatifs alors que le tableau clinique est évocateur, ou de discordance entre les différents anticorps, il sera discuté de rechercher les HLA DQ2 /DQ8 et de réaliser une biopsie intestinale si ces derniers sont présents (**Bousquet, 2015**).

Le diagnostic est confirmé par la biopsie intestinale, qui doit être réalisée avant toute mise au régime sans gluten, associée à une hyperplasie des cryptes et une augmentation des lymphocytes intra-épithéliaux (supérieure à 40 %) (**Figure N°02**) (**Bao et Bhagat, 2012**).

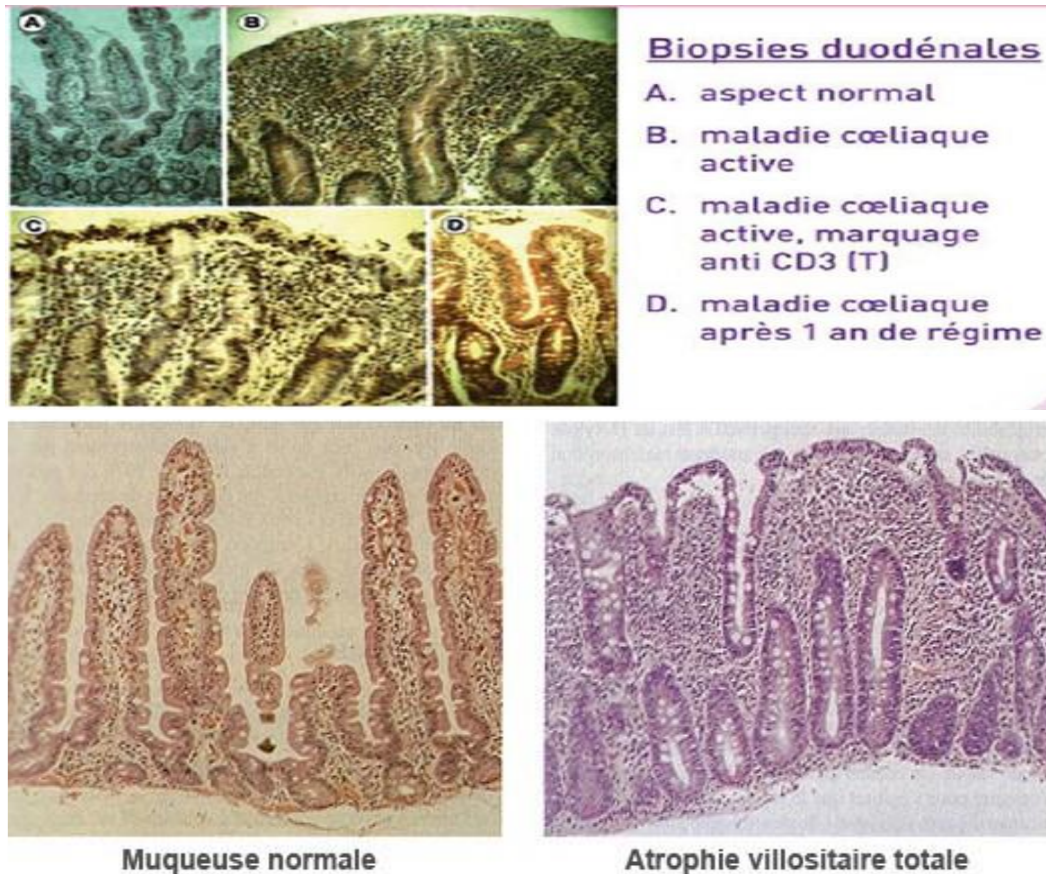


Figure N° 02 : Images de biopsies intestinales et Atrophie villositaire totale de la muqueuse intestinale dans la maladie cœliaque (**Bao Et Bhagat, 2012 ; Efsal, 2014**).

I.1.8 Prévention

Etant donné l'élévation croissante de la prévalence de la maladie cœliaque, il y a intérêt d'essayer de prévenir le développement de cette maladie (**Crowe, 2008**).

Il y a des études qui suggèrent que l'allaitement et l'introduction retardée du gluten dans le régime peuvent réduire le risque de développer la maladie cœliaque (**Ivarsson, 2002**).

I.2 LE GLUTEN

I.2.1 Définition

D'après Codex Stan, (1979) ; Le gluten est un ensemble de protéines de la fraction insoluble du grain de blé. Le gluten comprend le groupe des gluténines et des gliadines.

Diverses gliadines se retrouvent dans le seigle, le blé (*Triticum*), l'orge et l'avoine, elles donnent à la farine ce caractère extensible quand elle est pétrie.

Le gluten est une protéine visqueuse qui reste dans la farine après qu'on en ait ôté l'amidon (Stern, 2001), il est ainsi un mélange complexe de certaines protéines retrouvées dans les céréales ; principalement la gliadine et les prolamines, ces deux dernières sont des protéines solubles dans l'eau et extractibles dans l'éthanol aqueux. Le gluten se divise en deux groupes : les prolamines et le gluténines.

I.2.2 Classification

Les graines de céréales sont constituées d'un sucre, l'amidon, et d'un mélange complexe de protéines dans lequel on trouve le gluten. Ces protéines ont été classifiées par Osborne en 1907 en quatre groupes : albumine, globuline, Gluténine et prolamine en fonction de leur solubilité (**Figure N°03**). Les albumines sont solubles dans l'eau, les globulines sont solubles dans les solutions salines, les gluténines sont solubles dans des solutions acides ou basiques et les prolamines sont solubles dans l'éthanol (**Bouquelet, 2008**).

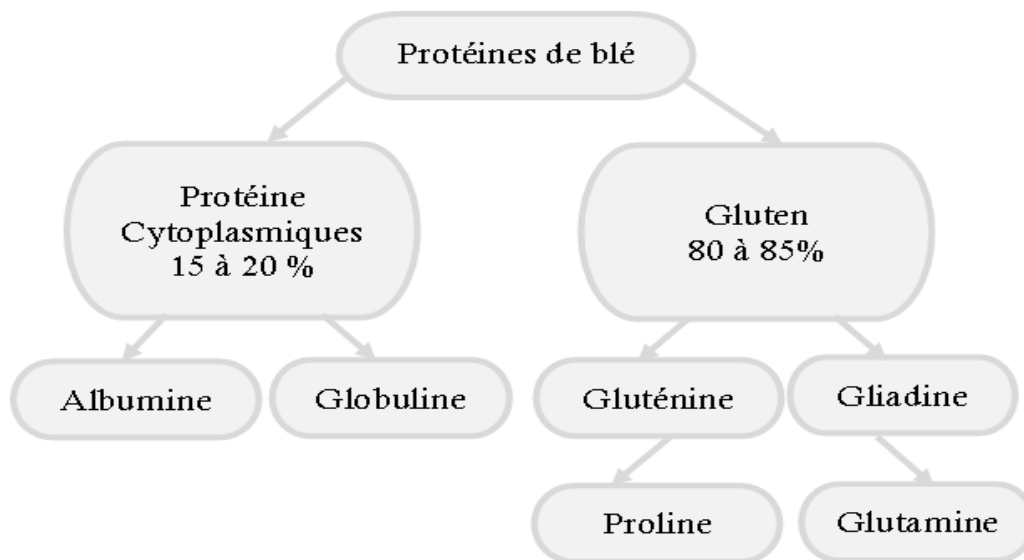


Figure N°03 : Différentes protéines du blé (Bouquelet, 2008).

I.2.3 Impact du gluten sur la maladie cœliaque

I.2.3.1 Impact des Prolamines

Elles sont la source de la maladie cœliaque, les plus toxiques se retrouvent dans le blé, le seigle, l'orge et le maïs, de petit poids moléculaire. Elles apportent de la viscosité et l'extensibilité à la pâte. En forte proportion, elles empêchent la protéolyse complète du gluten par les enzymes gastriques et pancréatiques (**Stern, 2001**).

I.2.3.2 Impact des Gluténines

Les glutamines sont des protéines agrégées solubles dans les solutés basiques, de hauts poids moléculaires. Elles apportent l'élasticité à la pâte du pain et sont moins toxiques (**Stern, 2001**).

I.2.4 Traitement

Le traitement principal est de suivre un régime alimentaire d'une diététicienne ou d'un médecin nutritionniste. Un accompagnement psychologique de type entretiens motivationnels peut également être utile dans les périodes de difficulté d'observance. Il s'agit en effet, d'un régime très contraignant et coûteux. Une étude récente montre que l'observance des adolescents est meilleure qu'il y a 10 ans (2006-2007) et que lorsqu'ils arrêtent leur régime, ils le font intentionnellement, alors qu'ils ont peu de symptômes induits par la consommation d'une petite quantité de gluten (**Villemur, 2019**).

De nombreuses stratégies de traitements alternatifs pour prévenir la reconnaissance des peptides du gluten par le système immunitaire sont à l'étude. Une des approches prometteuses serait l'administration orale d'enzymes digérant le gluten dans la lumière intestinale. Cependant, il convient de prendre en compte le fait que bien que contraignant le régime sans gluten soit sans risque. Il sera donc nécessaire d'évaluer très soigneusement la sécurité offerte par toute nouvelle modalité thérapeutique (**Thurin et Briffault, 2006**).

Enfin, le régime sans gluten, ne permet pas un rétablissement total de la composition du microbiote intestinal. Il participe par lui-même aux modifications de sa composition (baisse du taux de bifidobactéries, *clostridium lituseburense* et *foecalibacterium prausnitzii* et élévation des entérobactéries et *E. Coli*. Or, le *bifidobactérium lactis* peut empêcher les modifications de perméabilité de l'épithélium intestinal due à la gliadine. Ainsi, la prescription de certains probiotiques pourrait aider au contrôle de l'inflammation induite par le gluten et améliorer les symptômes de la maladie cœliaque (**Sabaté, 2017**). (**Tableau N°01**).

Tableau N°01 : Aliments à éviter et à utiliser dans un régime sans gluten (Pouchot,2014).

Aliments à éviter	Aliments sans gluten
Blé	Riz
Triticale	Maïs
Seigle	Millet
Orge	Manioc
Avoine	Sorgho
Pain	Quinoa
Produits de boulangerie	Tapioca
Pâtisseries	Arrow-root
Gâteaux/biscuits	Marante
Chapelure	Sarrasin
Couscous	Oléagineux non grillés à sec
Pâtes	Viande/poisson frais
Viandes et poissons panés	Fruits de mer frais
Merguez	Œufs
Viandes surgelées/en conserves	Lait
Fromage à moisissures	Yaourt/fromage blanc nature Fromage (Pâtes molles/cuites, fermentés)
Crème glacée industrielle	Légumes/fruits frais
Légumes surgelés/ en conserve	Pomme de terre
Fruits surgelés	Huiles et graisses
Bonbons	Sucre de betteraves/canne
Produits de chocolaterie	Sucre glace
Boissons maltées	Fructose
Conserve Soupe/purée industrielles	Caramel
	Miel
	Confiture pur fruit pur sucre Cacao pur

CHAPITRE II : LA FARINE ET LA FARINE SANS GLUTEN

II.1 LA FARINE

II.1.1 Définition de farine

La farine du latin *farina*, poudre provenant de la mouture des grains de céréales et de certaines légumineuses, il est un composé complexe contenant différents constituants tels que des protéines, des lipides et des sucres (**Chene, 2001**).

« La dénomination de farine sans autre terme qualitatif désigne exclusivement le produit de la mouture de l'amande du grain de blé nettoyé et industriellement pur. Les produits de la mouture des autres graines, céréales, légumineuses, nettoyés et industriellement purs, seront désignés par le mot farine suivi du qualitatif indiquant l'espèce de graines de céréales ou légumineuses entrant dans la composition soit à l'état isolé, soit à l'état de mélange » (**Godon Et Willm, 1998**).

II.1.2 Composition chimique de farine

Selon **Feillet, (2000)** La composition moyenne d'une farine est :

L'eau : La teneur en eau varie entre 14 à 16 %, c'est ainsi que dans les transactions commerciales et selon la campagne céréalière la teneur en eau est sanctionnée par des réfections sur prix (**Calvel, 1980**). En connaissant cette mesure, il est facile de déterminer la teneur en matière sèche (% de matière sèche = 100 - % teneur en eau).

Amidon : Représente 65 à 70 % du poids total de la farine, c'est une forme de réserve des glucides chez les plantes. Il contient dans sa structure deux polymères : l'amylose et l'amylopectine. Ces molécules absorbent l'eau, et sous l'effet de la chaleur, elles forment un gel essentiel à la transformation de la farine (**Feillet, 2000**).

Protéines : La teneur en protéines des farines de blé destinées à la fabrication de produits de cuisson à base de céréales varie de 7 à 15 % environ. Elle est fonction de la teneur en protéines des blés mis en mouture, de la répartition de celles-ci dans le grain et du taux d'extraction de la farine par rapport au grain (**Godon et Guinet, 1994**).

Shewry et collaborateurs en 1986, ont proposé deux grandes catégories de protéines caractérisées par leur solubilité dans différents milieux : Les protéines métaboliques (protéine de structure) : les Albumines et Globulines ; Les protéines de réserves : les Gliadines et les Gluténines.

Matières minérales : Les composés minéraux, bien que présents en faible quantité, sont essentiels pour déterminer la pureté et le type d'une farine. En outre, ils présentent un intérêt nutritionnel important car ils contribuent à notre apport en éléments tels que le phosphore, le potassium, le calcium, le soufre et le magnésium (**Atwell, 2001**).

Les vitamines : Une farine complète de blé tendre contient la totalité des vitamines initialement présentes dans le grain. Une farine dont le taux d'extraction est de 75 à 80 % contient environ 20 % de la vitamine (B6), 25 % de biotine, 30 % d'acide nicotinique (B1), 55 % de l'acide pantothénique (B12) et 70 % de la vitamine E (**Bornet, 1992**).

II.1.3 Caractéristique de farine

D'après **Doumandji (2003)**, les caractéristiques de la farine sont les suivantes :

II.1.3.1 Organoleptique

Odeur et saveur de la farine : La farine n'a pas d'odeur soutenue, une légère odeur lui est propre. Dans la bouche, la farine laisse un goût de froment suivant son degré d'altération. Les farines avariées ont un goût amer, un peu savonneux parfois.

L'essai au touché : Implique de prendre une poignée de farine dans la main, la serrer, puis l'ouvrir et l'observer : la farine de blé tendre se rassemble en une boule.

Couleur : La farine peut être d'un blanc éclatant ou légèrement crème, sa nuance doit être uniforme. Il paraît difficile d'apprécier cette blancheur, il existe pourtant un moyen bien simple, c'est le procédé de PEKAR, on remarque : Si une farine paraît légèrement crème ou plus au moins rougeâtre et qu'elle subit une altération. -Si de nombreuses piqûres se remarquent, elles indiquent que le blé employé est maigre ou que le taux d'extraction est élevé.

II.1.3.2 Physico-chimique

Teneur en eau : La teneur en humidité de la farine est un élément crucial pour sa conservation et son entreposage. (Inférieur ou égal à 15,5%) (NA 11-32-1991).

Taux d'Amidon : Le taux d'humidité de la farine est mesuré à l'aide d'un appareil appelé NIRS, qui utilise la transmission en proche infrarouge (IR) dans la plage de 1400 à 2500 nm. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'amidon par rapport à la matière sèche.

Teneur en cendre : La mesure du taux de matières minérales, principalement présentes dans les enveloppes et les germes, est un indicateur important pour le meunier en termes de

taux d'extraction. La tolérance pour cette mesure est de 0,67% avec une marge d'erreur de 0,00. (NA 733).

Taux de Protéine : La teneur en protéines est mesurée à l'aide d'un appareil appelé NIRS (système proche infrarouge) qui utilise une plage spectrale en proche infrarouge (1400-2500 nm) pour mesurer l'échantillon broyé, soit par transmission, soit par réflexion. Cette mesure nécessite un étalonnage préalable en utilisant un échantillon de composition connue et un traitement mathématique du spectre résultant de l'analyse de l'échantillon inconnu, qui est stocké dans un microprocesseur.

II.1.3.3 Technologique

Indice de ZENELY : Fournit une indication générale de la quantité et de la qualité du gluten dans la farine, et il est couramment admis qu'il est corrélé avec la force de la farine pour la panification. (22 à 30 /NA 1184 -94). Alors que le test de sédimentation est réalisé selon un protocole expérimental utilisant les propriétés de gonflement des protéines en milieu acide.

Test à l'alvéographe CHOPIN : Appelé forces boulangères réalisé selon la norme ISO 5530-4 : 2002. Le principe de la méthode repose sur le gonflement d'un échantillon de pâte soumis à une pression d'air. Le volume de la bulle est fonction de l'extensibilité de la pâte. L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée Alvéogramme. L'alvéographe permet d'étudier la ténacité (P), l'extensibilité (L), le gonflement (W) et l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité (P/L) de la pâte.

La détermination du gluten humide : Le processus implique la création d'une pâte en mélangeant un échantillon de farine avec une solution de chlorure de sodium, suivie de la séparation du gluten humide en rinçant cette pâte avec la solution de chlorure de sodium. Ensuite, le produit obtenu est essoré et pesé (NA 735.1991, ISO 55 31).

Valeur boulangère : Dans le domaine de la boulangerie, il est nécessaire d'avoir un taux de gluten minimal de 9%. Cette valeur est influencée par les composants de la farine, qui sont essentiels pour évaluer la propriété plastique à l'aide de l'Alvéographe. La farine utilisée pour la fabrication de pains doit répondre aux critères suivants énoncés dans le Décret exécutif n°91_572 du 31 décembre.

II.1.4 Types de farine

La farine est catégorisée selon des "types" qui dépendent de la quantité de cendres qu'elle contient. En d'autres termes, les types de farine sont classés en fonction du taux de cendres

présent dans 100g de matière sèche. Si la farine est davantage raffinée, son taux de cendres sera plus bas. Les autorités gouvernementales réglementent cette teneur en cendres.

TableauN°02 : Types de farine (Feillet, 2000; Bouleghie Et Ouabed, 2002).

Type	Taux de cendre en%	Humidité (%)	Taux d'extraction Moyen correspondant	Description
45	Moins de 0.5	15.5	70 à 76	Farine très blanche
55	0.5 à 0.6	15.5	75 à 78	Farine blanche
65	0.62 à 0.75	15.5	74 à 80	Farine crème
80	0.75 à 0.9	15.5	80 à 85	Farine semi-complète
110	1.00 à 1.20	15.5	85 à 90	Farine complète
150	Plus de 1.4	15.5	90 à 98	Farine intégrale

II.2 LA FARINE SANS GLUTEN

II.2.1 Définition

La farine sans gluten est devenue un ingrédient essentiel pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque, d'une sensibilité au gluten non cœliaque ou d'autres troubles liés au gluten. Elle est également de plus en plus populaire auprès de ceux qui cherchent à adopter un régime alimentaire sans gluten pour d'autres raisons de santé ou par choix personnel. (AFDIAG, 2025).

II.2.2 Types de farines sans gluten et leurs utilisations

Selon Association Française des Intolérants au Gluten (2025) ; Il existe une grande variété de farines sans gluten, chacune ayant ses propres caractéristiques et utilisations :

II.2.2.1 Farines de céréales

- **Riz:** Neutre en goût, idéale pour les pâtisseries, les sauces et pour épaissir.
- **Mais:** Goût légèrement sucré, parfaite pour les pains, les galettes et les tortillas.
- **Sarrasin:** Goût prononcé et rustique, utilisée pour les crêpes, les galettes et le pain.
- **Avoine :** Riche en fibres, utilisée pour les biscuits, les muffins et les barres granola.
- **Millet:** Goût doux et légèrement sucré, adaptée pour le pain, les crêpes et les galettes.
- **Sorgho:** Goût neutre, utilisée pour le pain, les gâteaux et les crêpes.
- **Teff:** Goût légèrement noisetté, riche en fer, utilisée pour le pain et les crêpes.
- **Quinoa:** Goût légèrement amer, riche en protéines, utilisée pour les galettes, les pains et les salades.

- **Amarante:** Goût légèrement sucré et noisetté, riche en protéines et en fibres, utilisée pour les galettes, les pains et les céréales.
- **Fonio:** Goût doux et légèrement sucré, riche en fibres et en minéraux, utilisée pour le couscous, le pain et les galettes.

II.2.2.2 Farines de légumineuses

- **Pois chiche:** Goût légèrement farineux, riche en protéines et en fibres, utilisée pour le houmous, les falafels, les galettes et le pain.
- **Lentilles:** Goût légèrement terreux, riche en protéines et en fibres, utilisée pour les galettes, les soupes et les ragoûts.
- **Haricots:** Goût neutre, riche en protéines et en fibres, utilisée pour les galettes, les soupes et les ragoûts.

II.2.2.3 Farines de tubercules et racines

- **Pomme de terre:** Goût neutre, utilisée pour épaissir les sauces et les soupes, ainsi que pour les gnocchis (**sont des petites pâtes italiennes de forme irrégulière**) et les galettes.
- **Tapioca:** Goût neutre, utilisée pour épaissir les sauces et les soupes, ainsi que pour les desserts et les perles du Japon.
- **Arrow-root:** Goût neutre, utilisée comme épaississant pour les sauces et les desserts.

II.2.2.4 Farines de fruits à coque et graines

- **Amande:** Goût légèrement sucré et noisetté, riche en graisses saines et en protéines, utilisée pour les gâteaux, les macarons et les pains.
- **Noix:** Goût prononcé, riche en graisses saines et en protéines, utilisée pour les gâteaux, les biscuits et les pains.
- **Noisette:** Goût prononcé, riche en graisses saines et en protéines, utilisée pour les gâteaux, les biscuits et les pâtes à tartiner.
- **Tournesol:** Goût neutre, riche en graisses saines et en protéines, utilisée pour les gâteaux, les biscuits et les pains.
- **Les glands de chêne vert :** Goût légèrement amer en raison de leur teneur en tanins, Et un peu sucré, riche en glucides, en protéines et en fibres et des vitamines et des minéraux, tels que le potassium, le calcium et le fer, utilisée pour les gâteaux, et pour faire du pain ou des galettes.

II.2.3 Propriétés et utilisations

Selon **Beyond Céliaque** Chaque farine sans gluten possède des propriétés uniques en termes de texture, de goût et de capacité à lier les ingrédients. Certaines sont plus adaptées à la pâtisserie, d'autres à la boulangerie ou à la préparation de plats salés.

Il est souvent nécessaire de combiner différentes farines pour obtenir une texture et un résultat satisfaisants.

II.2.4 La valeur nutritionnelle des farines sans gluten

Selon **Shelley Case Dietitian en 2016**, par tasse, voici la composition des principales farines sans gluten (**Tableau N°03**).

TableauN°03 : Valeur nutritionnelle des farines sans gluten (Shelley Case Dietitian,2016).

Farines	Protéines (g)	Glucides (g)	Fibres (g)	Thiamine (mg)	Fer (mg)	Acide folique (ug)	Calcium (mg)
Amandes moulues	24	21	11	21	3.7	55	264
Amarante	17	81	10	07	8.2	344	203
Avoine s/g	18	79	11	80	7.7	65	66
Lentilles	47	110	31	40	17	215	99
Maïs	11	125	6	22	1.7	47	5
Millet	13	89	4	49	4.7	50	17
Noix de COCO	20	68	32	Nd	9	Nd	Nd
Pois chiches	26	67	18	64	6.3	309	85
Pois jaunes	41	105	21	1.08	8	23	134
Quinoa	14	76	8	63	4.5	308	52
Riz brun	11	121	7	70	3.1	25	17
Sarrasin complet	15	85	12	50	4.9	65	49
Sorgho	10	124	8	40	3.8	30	15
Soya, farine dégraissée	54	36	18	70	9.7	320	253
Teff	17	116	12	1.07	9.7	139	254

II.2.5 Avantages nutritionnels

Selon la Fondation pour la maladie cœliaque ; Les farines sans gluten peuvent être riches en fibres, en protéines, en vitamines et en minéraux, selon leur origine. Elles peuvent également être une source d'antioxydants.

Cependant, il est important de lire attentivement les étiquettes nutritionnelles, car certaines farines peuvent être plus riches en glucides ou en matières grasses que d'autres.

II.2.6 Conseils pour utiliser les farines sans gluten

- **Hydratation:** Les farines sans gluten absorbent généralement plus d'eau que la farine de blé. Il est important d'adapter la quantité de liquide dans vos recettes.
- **Liants:** Les farines sans gluten manquent de gluten, qui est une protéine donnant de l'élasticité à la pâte. Pour compenser, vous pouvez utiliser des liants tels que la gomme xanthane, la gomme de guar ou les graines de chia moulues.
- **Texture:** Les farines sans gluten peuvent donner une texture différente à vos préparations. Certaines sont plus friables, d'autres plus denses. Il est important de choisir les farines adaptées à votre recette.
- **Goût:** Chaque farine sans gluten a un goût unique. Certaines sont plus neutres, d'autres plus prononcées. Il est important de choisir les farines qui se marient bien avec les autres ingrédients de votre recette.

CHAPITRE III : LE CHÊNE VERT

III.1 LE CHÊNE VERT

III.1.1 Taxonomie

Le chêne vert est une espèce végétale méditerranéenne bien qu'il soit rencontré le plus vers l'Europe. L'espèce *ilex* fait allusion à ses feuilles qui ressemblent à celles du houx.

D'après **Nixon (1993)**, le chêne vert (*Quercus ilex*), encore appelé Yeuse (mot emprunté à l'occitan, où cet arbre est appelé Euse) occupe dans la systématique de la flore la place suivante :

- **Règne** : Végétal
- **Embranchement** : Trachéophytes
- **Sous-Embranchement**: Ptéropsidés
- **Classe** : Angiospermes
- **Sous classe** : Dicotylédones
- **Ordre** : Fagales
- **Famille** : Fagaceae
- **Genre** : *Quercus*
- **Sous genre** : Sclérophyllodys
- **Espèce** : *Quercus ilex L*

III.1.2 Origine

Le chêne vert est originaire du sud de l'Europe et du bassin méditerranéen mais cultivé plus au nord depuis le XXI^{ème} siècle (**Russell, 2012**).

Le Chêne méditerranéen sclérophylle constituant initialement les forêts climatiques de méditerranée occidentale (**Ramade, 2012**), mais qui se rencontre également sous climat atlantique : Portugal, nord de l'Espagne, centre et sud-ouest de la France (**Berrichi, 2011**).

III.1.3 Répartition géographique

III.1.3.1 Dans le monde

Le chêne vert est une espèce d'arbre dont la répartition est très vaste et que l'on trouve depuis l'Himalaya jusqu'au la grande Bretagne, il occupe aussi une grande partie du bassin méditerranéen.

Cette espèce constitue avec son abondance, l'un des arbres les plus importants. Il se trouve, principalement dans la partie occidentale de la région méditerranéenne (**Benia, 2010**).

En Afrique du Nord, le chêne vert, figure parmi les essences les plus prépondérantes du patrimoine forestier, où il forme le fond de la forêt de montagne.

Il est difficile de donner une statistique de la répartition de cette espèce parfois disséminée, parfois mélangée et souvent très dégradée (**Benia, 2010**).

C'est seulement pour le bassin occidental de la méditerranée que l'on peut avancer des chiffres, avec beaucoup de prudence notamment quand il n'y a pas d'inventaire forestier (**tableau N°04**).

Tableau N°04 : Surfaces forestières occupées par le chêne vert dans quelque pays (Haichour, 2009).

Pays	Surfaces
Espagne	2890.000 ha
Portugal	530.000 ha
France	350.000 ha
Italie	380.000 ha
Tunisie	80.000 ha
Algérie	680.000 ha
Maroc	134.000 ha

III.1.3.2 En Algérie

En Algérie, le chêne vert est l'une des essences forestières les plus importantes. Il occupe une très grande partie de la surface forestière Algérienne, près de 680.000 h. (**Tableau N°04**).

On le trouve partout, et plus précisément dans l'atlas Tellien où il forme de belles forêts en Kabylie et sur les monts de Tlemcen le chêne Vert apparaît à partir de 400m d'altitude et monte jusqu'à 1700m. Dans les Aurès (**figure N°04**) (**Maire, 1926 Et Quezel, 1992**).

Les plus importantes chênaies sont localisées en Oranie, en peuplements purs ou mélangés avec le pin d'Alep dans la région de Tiaret et de Saïda. Il se trouve sous forme de futaies âgées dans la région de Tlemcen (**Koumiche, 2016**).

A l'Est, on le trouve dans Djebel Aurès, où il est en mélange avec le pin d'Alep, tel est le cas de la forêt de Belezma, de Bou-Arif, de Sgag et de l'Oued Fedala (**Benia, 2010**).

Au centre du pays où il est en concurrence avec le pin d'Alep ; il recouvre les versants de l'Atlas métidjien en taillis dégradés.

Il forme des taillis médiocres dans les régions de Tablât et Sour-El Ghozlan, par contre à Tenès, il est possible de trouver de belles futaies qu'il faut bien traiter afin de les conserver (Haichour., 2009).

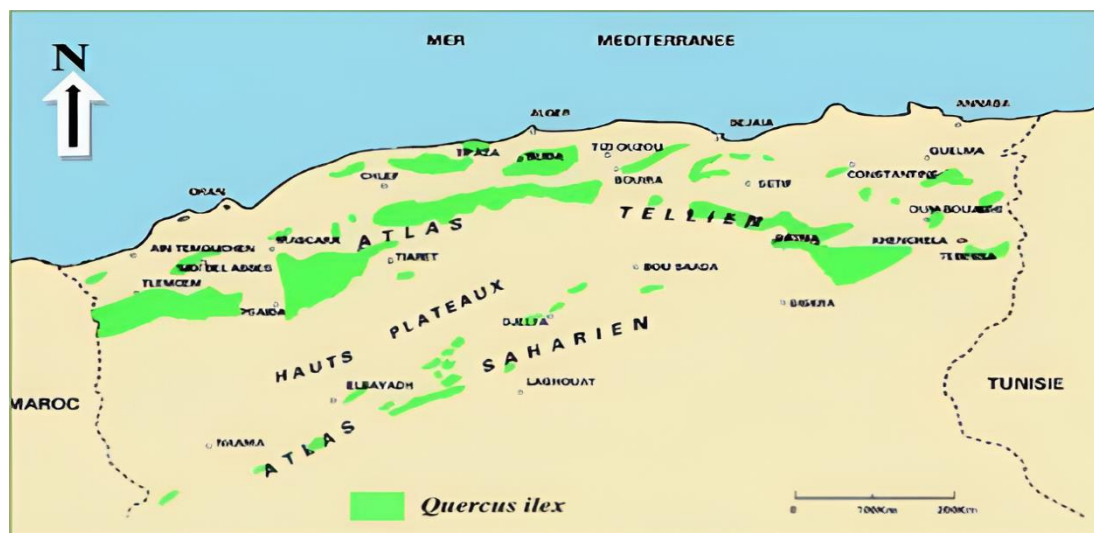


Figure N° 04 : Répartition du chêne vert en Algérie (Haichour,2009).

III.1.4 Caractères botaniques et dendrologies du chêne vert

III.1.4.1 Allure générale

Certaines espèces de Chênes sont des arbres atteignant plusieurs dizaines de mètres de haut. Le chêne vert est un arbre de moyenne dimension, de 5 à 10 mètres de haut mais qui peut atteindre 20 mètres en milieu humide (Sarir, 2016).

La cime du chêne vert est généralement ovale à arrondie avec un couvert épais à ramifications serrées et denses (Sarir, 2016).

III.1.4.2 Longévité

Les chênes sont des arbres d'une grande longévité par exemple le chêne vert c'est une espèce frugale, à très grande longévité supérieure à 1 000 ans (Girardet, 1980).

III.1.4.3 Caractères botaniques de chêne vert

Le chêne vert est surtout fréquent sous la forme d'un arbuste de moins de 10 m, pouvant atteindre 15 à 20 m et dépasser 1 m de diamètre, son tronc est toujours court, tortueux, l'enracinement comporte un fort pivot (figure N°05 : A), mais également de fortes racines

latérales. Son houppier est ovoïde ou globuleux, très dense, formé de grosses branches obliques, et son écorce est grise, finement fissurée (**figure N°05: B**). Ses feuilles sont coriaces, oblongues à lancéolées, à bord lisse denté, revers duveteux à maturité (**figure N°05 : C**) (**Grey-Wilson, 2009**).

Les fleurs sont unisexuées (arbre monoïque), et la floraison ne s'effectue que sur la première pousse de l'année pour les fleurs femelles, mais peut se retrouver sur la pousse de l'année précédente pour les fleurs mâles. La floraison s'étend d'avril à mai (**Bremness, 2012**).

Les fruits sont ovoïdes à écorce ligneuse (gland), entourés à la base d'une cupule écailleuse, verte puis brunâtre, portée par un long pédoncule (**figure N°05 : D**) (**Bremness, 2012**).

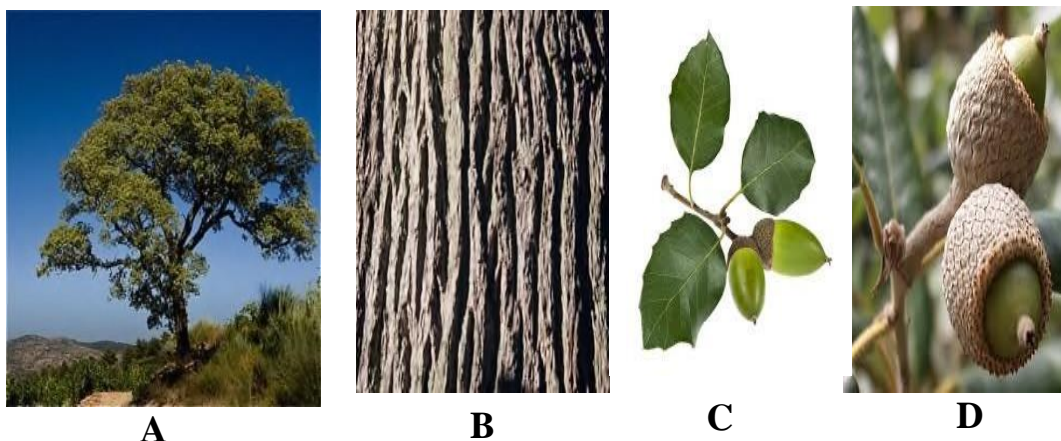


Figure N° 05 : Aperçu d'ensemble du chêne vert (*Quercus ilex*) (Becker, 1982).
A : chêne vert ; B : écorce (tronc) ; C : Feuille ; D : fruit (gland)

III.1.4.4 Fructification de chêne vert

La fructification est annuelle et se fait du mois de Novembre au mois de Décembre, mais ne commence que lorsque l'individu atteint environ 12 ans. A partir de 25 à 30 ans, elle devient appréciable et finalement abondante entre 50 et 100 ans (**Benia, 2010**). La fructification est évidemment plus abondante dans les futaies claires que dans les futaies denses et les taillis (**Khater, 2010**).

III.1.4.5 Variation d'importance de la glandée

La fréquence des glandées dans des conditions écologiques favorables est tous les 2 ans, et dans les mauvaises conditions les glandées sont plus rares (tous les 3 ou 4 ans) (**Koumiche, 2016**).

III.1.4.6 Causes de la variabilité de la glandée

La variabilité ou l'irrégularité des glandées pourrait résulter de l'irrégularité de la floraison due au certain ennemi de dégradation tel que les insectes déflateur qui ralentissent la croissance et qui diminuent l'évolution naturelle des arbres du chêne vert (**Koumiche, 2016**).

Les conditions climatiques parfois sévères peuvent aussi affecter la fructification de chêne vert. De même, le pollen et les conditions de pollinisation sont souvent apparus comme des causes déterminantes dans les caractères irréguliers de la fructification (**Benia, 2010**).

III.1.4.7 Caractéristiques morphologiques et biométriques des glands

Le gland est un fruit sec ou akène avec une cupule lisse. Il est constitué d'une graine enveloppée par un péricarpe assez coriace de couleur brune (**Medjmadj, 2014**), souvent allongés de dimensions variables (longueur de 1 à 3 cm) (**Koumiche, 2016**).

Les glands présentent des formes et des dimensions très variables suivant les arbres (**Medjmadj, 2014**).

III.1.5 Valeur nutritionnelle des glands des glands de chêne vert

Est éventuellement très riches en lipides. Ils sont pauvres en vitamine B1, B2. (**Ait Saada, 2017**).

Le gland de chêne vert est un aliment énergétique vu sa richesse en amidon 71.37% MS. (**Sadoun, 2016**).

La teneur en MG (matière grasse) du gland de chêne vert rapportée par la littérature est très variable. Il semble que les variétés de gland algérien sont plus riches en lipide. Cette particularité est susceptible d'influencer favorablement leur efficacité énergétique mais peut s'avère néfaste à leur conservation La teneur de gland de chêne vert en lipide varie de 7 à 14,4% (**Sadoun, 2016**).

La teneur en tanin dans l'espèce (*Quercus ilex*) varie de 0,70 à 8,90% (MS). Les tanins existent en quantité importante à côté des glucides, notamment dans les fruits verts au cours de la maturation, ils dispersent en même temps que les sucres s'accumulent. Les teneurs en tanins permettent d'affirmer que les espèces algériennes de gland de chêne vert et de chêne liège sont utilisables en alimentation animale sans risque potentiel d'intoxication (**Sadoun, 2016**).

Le gland de chêne vert est un élément énergétique vu sa richesse en amidon, nutritif riche en vitamine A dont la teneur est plus importante que celle des carottes, de sorte que 50 g de ces glands suffiraient à combler les besoins minimums en Vit A (**Bonfils, 2012**).

Le gland de chêne vert est riche en calcium, en potassium, et en sodium, et contient des traces de magnésium, possède un index glycémique et insulinémique bas, ce qui le rend intéressant comme protection contre l'augmentation du glucose sanguin après les repas. Il est ainsi riche en acides gras essentiel (oléique : 66,8%) il est énergétique vu sa richesse en amidon (Bonfils, 2012).

En outre, il contient des acides aminés essentiels : méthionine et lysine La richesse relative des glands en lysine les rend intéressants à compléter les céréales graminées (Bonfils, 2012).

Tableau N°05 : Valeur nutritionnelle de gland de chêne vert (% de MS) (Bonfils, 2012).

Valeur nutritionnelle	Gland de chêne vert
Eau	8,7 – 44,6
Glucides	32,7 – 89,7
Protéines	2,3 – 8,6
Lipides	1,1 -31,3
Tannins	0,1 à 8,8
Kcal/100g	265 à 577

Tableau N°06 : Composition du gland de chêne vert en acide gras (% de MG) (Bonfils,2012).

Acides gras (g)	Gland de chêne vert
Oléique	48-63
Linoléique	16.5-17
Palmitique	12.1-13
Stéarique	3-6
Linoléique	1-5
Palmé oléique	<0.5

L'analyse des acides gras par CPG (chromatographie à phase gazeuse) a montré que les lipides du gland de chêne vert contiennent 83,3% d'acides gras insaturés dont 65,5% d'acides gras mono insaturés (AGMI) et 17,85% d'acides gras poly insaturés (AGPI), cette composition apporte les acides gras essentiels ω_3 et ω_6 qui sont indispensable à la vie avec un rapport AGPI/AGS est de 1,07 (Benguettaf, 2012).

Les tanins sont des facteurs antinutritionnels, ce sont des composés phénoliques qui présentent de fortes activités antimicrobiennes et antifongiques, ce qui explique leurs rôles particuliers au niveau de péricarpe du fruit (**Benguettaf, 2012**).

Les effets antinutritionnels des tanins semblent dépendre de leurs degrés de polymérisation (**Petrovie, 2004**).

Les substances anti nutritionnelles sont des substances qui par différents mécanismes entraînent des effets déprimants de la nutrition. Cette réaction consécutive, soit à la décomposition ou l'inactivation de certains nutriments, soit la diminution de la quantité ingérée, soit à la réduction de l'utilisation digestive (**Petrovie, 2004**).

Les tanins peuvent être classés en deux groupes : les tanins condensés et les tanins hydrolysables, ces deux types coexistent souvent dans un même fruit ou tissus. La teneur en tanin dans l'espèce (*Quercus ilex*) varie de 0,70 à 8,90% (MS) (**Petrovie, 2004**).

Les tanins existent en quantité importante à côté des glucides, notamment dans les fruits verts au cours de la maturation, ils dispersent en même temps que les sucres s'accumulent. Les teneurs en tanins permettent d'affirmer que les espèces algériennes de gland de chêne vert et de chêne liège sont utilisables en alimentation animale sans risque potentiel d'intoxication (**Petrovie, 2004**).

Les substances anti nutritionnelles sont des substances qui par différents mécanismes entraînent des effets déprimants de la nutrition. Cette réaction consécutive, soit à la décomposition ou l'inactivation de certains nutriments, soit la diminution de la quantité ingérée, soit à la réduction de l'utilisation digestive (**Petrovie, 2004**).

III.1.6 Utilisation des glands de chêne vert

En Algérie, comme dans certains pays méditerranés, le gland de chêne vert est utilisé en alimentation humaine et animale et même dans certains transformation biotechnologique (**Kheddam, 2005**).

III.1.6.1 En alimentation animale

Les populations riveraines des chênaies utilisent les glands séchés en bouillies pour l'engraissement des ovins. L'intérêt de leur utilisation réside dans leurs richesses en amidon. Toutefois les apports en protéines et en vitamines des glands demeurent faibles (**Kheddam, 2005**).

Il y a quelques variétés de chêne liège qui donnent des glands doux plus appréciés par le bétail, surtout dans les subéraies Marocaine et Algérienne (**Kheddam, 2005**).

Le gland de chêne vert constitue une grande source nutritionnelle pour beaucoup d'animaux, dans ce sens plusieurs travaux sur les aptitudes nutritionnelles des régimes à base de gland de chêne d'infrastructure exigées par la culture ; il s'agit des plaines et ou périmètres de Habra, Mina, chlef, mitidja, Bounamoussa, Safsaf. (**Zegai et Medouni, 2013**).

III.1.6.2 En alimentation humaine

Actuellement le gland doux comestible est utilisé en alimentation humaine et fait l'objet de commerce non négligeable dans certaines régions d'Algérie (**Kheddam, 2005**).

Seul le gland doux de variété *ballota* est utilisé en alimentation humaine jusqu'à la deuxième guerre mondiale, les pénuries de blé l'orge ont poussé les populations d'Algérie et de Maroc à utiliser la farine de gland pour la préparation de couscous, de galettes et de bouilles (**Bonfils, 2012**).

Partie expérimentale

CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES

IV.1 Objectif

La farine sans gluten constitue l'aliment de base pour les malades cœliaques, à cause de sa qualité physico-chimique qui fournit au malade la valeur nutritionnelle demandée sans complications. Pour rajouter un autre produit de bonne qualité, nous avons procédé à fabriquer une farine à base des glands de chêne, et s'assurer de sa qualité par l'étude de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

IV.2 Dates et lieux de stage

Le 1^{er} stage a été réalisée au niveau du l'hôpital « Makour Hamou » la durée du stage le **13 /04/2025** jusqu'à **30/04/2025**, À centre-ville, Ain defla. Spécialités gastro-entérologie, nutrition, immunologie ; départements impliqués dans le traitement de la maladie cœliaque : unité d'endoscopie gastro-intestinale, clinique spécialisée "troubles digestifs et maladies chroniques" et laboratoire d'analyses biologiques.

Le 2^{ème} stage a été réalisée S.A.R. L Ladjraf Food Industrie .la durée du stage le **28/04/2025** jusqu'à **28/05/2025** est située à l'adresse suivante : Ladjraf, 58M7+WMH, Chlef, Algérie. Spécialisée dans la production de pâtes alimentaires, de couscous, de farine et de semoule.

Le 3^{ème} stage dans La Conservation des Forêt. La durée du stage **15/04/2025** jusqu'à **21/04/2025**, Hai 18 Février, Aïn Defla. Est un organisme étatique algérien dont la mission principale est la gestion, la protection et le développement du patrimoine forestier de la wilaya d'Aïn Defla.

IV.3 Informations sur le chêne et stations d'échantillonnage

Les échantillons des glands de chêne ont été récolté de trois régions de la wilaya de Ain Defla (**figure N°06**) :

Région d'oued el Djamaa (Oued El Djamaa, Wilaya de Ain defla) : Latitude : 35° 54' 31" Nord, Longitude : 2° 23' 16" Est.

Région de Aïn Torki (Wilaya d'Aïn Defla) : Latitude : 36° 19' 58" Nord Longitude : 2° 18' 05" Est

Région de Tariq ibn Ziyad (Tariq ibn Ziyad, Wilaya d'Aïn Defla) : Latitude : 36° 00' Nord, Longitude : 2° 09' Est.

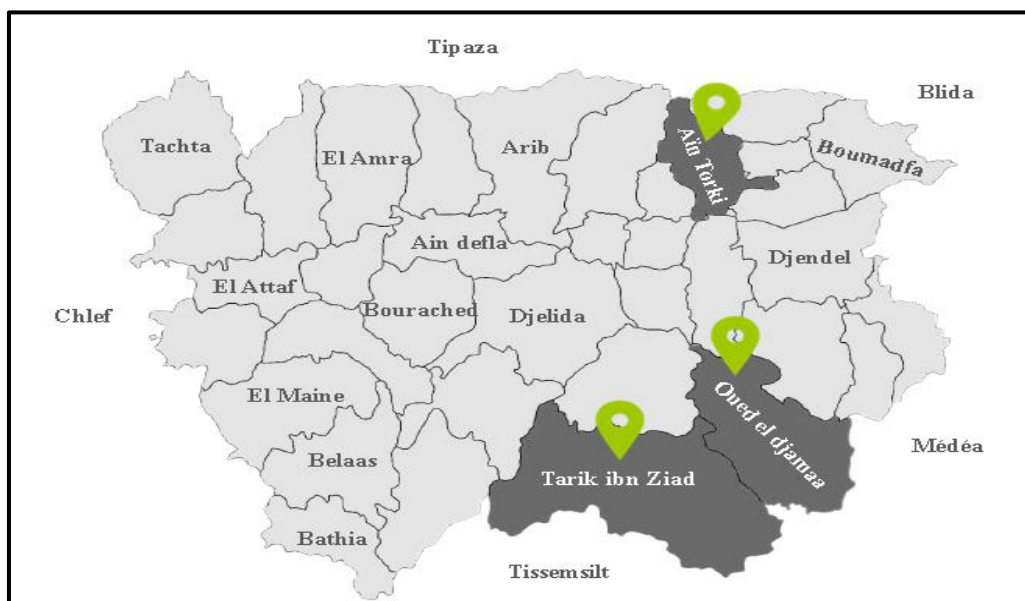


Figure N° 06 : Carte géographique de wilaya Aïn defla avec les régions d'échantillonnage (DSA Aïn Defla ,2021).

Le climat de Aïn Defla est de type méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué, caractérisé par une saison chaude et sèche en été, et une saison froide et humide en hiver, une durée brève du printemps et de l'automne. Les précipitations sont irrégulières dans le temps et dans l'espace. Les moyennes annuelles des précipitations sont variables. En général, la wilaya d'Aïn Defla reçoit une tranche d'eau comprise entre 350 mm et 1 300 mm/an. La région du Miliana, située à 750 m d'altitude, reçoit une moyenne annuelle de plus de 810 mm/an. En revanche, Khemis-Miliana située dans une région basse à 300 m d'altitude et distante de la précédente de 9 Km ne reçoit que 473,4 mm comme moyenne annuelle (DSA, 2019).

La Wilaya d'Aïn Defla est considérée comme l'une des régions algériennes les plus riches en chênes.

Afin d'identifier les principales zones de présence de ces arbres et d'estimer les superficies qu'ils couvrent, nous nous sommes appuyés sur des données détaillant la répartition géographique de cette richesse forestière, ainsi que la distribution des surfaces de chênes à travers les différentes communes de la Wilaya d'Aïn Defla.

Tableau N°07 : Répartition des superficies de chênes par commune et canton dans la wilaya d’Ain defla, en Algérie (Conservation Des Forêts Ain Defla, 2017).

N° Cp	Commune	Canton	Sup (Ha)	FD
44002	Sidi Aïssa	Tacheta	1945	Tacheta
		Bougherra	691	
		Takhloukht	228	Aghbal
44003	Tariq ibn Ziyad	Oued L. Assouel 02	376	
		Oued L. Hazem 02	670	
44004	Oued El HadeF	Ras Elmaoun	2400	Oued El HadeF
44006	Djemila	Ben Ali	500	Boudriaa
44011	Aïn Turki	Abchour Zeguemkhor	100	Zaccar
		Abchour	100	
		Aïn Turki	3900	
44021	Miliana	Oued Hidous	273	
		El Hammam	150	

La commune d’Ain Turki possède la plus grande superficie de chênes (4 100 ha) en fait effectivement une zone d'intérêt majeur pour l'exploitation forestière en Algérie.

Sidi Aïssa présente également une superficie très significative (2864 Ha); et Oued El HadeF se démarque aussi avec 2400 Hectares.

Les chaînes ne sont pas toujours en blocs uniformes mais peuvent être dispersés en parcelles ou en groupes à travers le territoire de certaines communes.

La colonne "FD" (entités de gestion ou zones forestières) révèle l'organisation territoriale des responsabilités pour les superficies mentionnées. On constate une répartition claire :

FD Tacheta : Principalement lié à plusieurs cantons de Sidi Aïssa ; et FD Aghbal : Couvre des zones à Sidi Aïssa et Tariq ibn Ziyad.

FD Zaccar : Très étendu, il englobe Aïn Turki et Miliana, suggérant une vaste zone forestière continue ; FD Oued El HadeF et FD Boudriaa : Leur présence est plus ciblée sur leurs communes respectives.

IV.4 Informations sur la maladie cœliaque

Une deuxième partie d’étude dont la cueillette des informations sur la maladie cœliaque qui été réalisé au niveau du l'hôpital « **Makour Hamou** » de Ain-defla. Spécialités gastro-entérologie, nutrition, immunologie ; départements impliqués dans le traitement de la maladie cœliaque : unité d'endoscopie gastro-intestinale, clinique spécialisée "troubles digestifs et maladies chroniques" et laboratoire d'analyses biologiques.

IV.5 Etude de différents paramètres de la farine

La troisième partie de notre stage est déroulée au niveau de **S.A.R.L Ladjraf Food Industrie** qui se trouve dans la wilaya de Chlef, spécialisée dans la production de pâtes alimentaires, de couscous, de farine et de semoule.

IV.6 Matériel

IV.6.1 Matériel biologique

Le matériel végétal est composé principalement de la farine obtenue des **glands du chêne vert** (*Quercus ilex*) recueillis à trois régions de notre la wilaya Ain defla (Oued El Djamaa) (**figure N°07**).



Figure N°07 : Photo des glands du chêne (photo originale en 2024).

IV.6.2 Matériel non biologique

Etuve ; Broyeur électrique ; Tamiseur

Matériel utilisé lors de l'analyse physico-chimique et microbiologique de la farine des glands de chêne dans **annexe n°07**.

IV.7 Méthodologie

IV.7.1 Echantillonnage

Les glands de chêne ont été prélevés à partir de plusieurs points d'arbres (à l'abri de la lumière) la fin du mois de novembre 2024 (**figure N°08**).



Figure N°08 : Glands de chêne le jour d'échantillonnage (photo originale ,2024).

IV.7.2 Nettoyage et triage des graines

Nettoyage et triage des graines Afin d'éliminer les impuretés (graines endommagées, les pierres, ainsi que les corps étrangers : cailloux, graines étrangères, insectes, débris de plantes, etc...), les graines des glands ont subi un triage manuel. Elles sont séchées dans une étuve.

Après séchage, l'écorce ligneuse a été enlevée manuellement.

IV.7.3 Mouture et tamisage des grains

Les grains des glands ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique. Le tamisage est ensuite réalisé à l'aide d'un tamis d'ouverture de mailles de 200 et 350 μm . Après tamisage, les produits obtenus sont stockés dans des sacs et dans un endroit frais et sec.

IV.8 Analyse physico-chimique de la farine

IV.8.1 Teneurs en eau

- **Principe**

La teneur en eau est déterminée selon la norme AFNOR N.F. V03-707 de juin 1989.

- **Mode opératoire**

Une masse de $5,000 \pm 0,001$ g de semoule a été prélevée à l'aide d'une balance analytique (Modèle Sartorius) et homogénéisée dans une Boîte de Pétri. L'échantillon a été séché dans un four à convection forcée (MARQUE MEMMERT) à une température de 130 °C durant 2 heures environ ou jusqu'à atteinte d'un poids constant. Après séchage, la Boîte de Pétri a été transférée

dans un dessiccateur sous atmosphère contrôlée, contenant un agent déshydratant (silice gélifiée), afin d'éviter toute réabsorption d'humidité durant le refroidissement. Une pesée finale a ensuite été réalisée.



Figure N°09 : Détermination la teneur en eau
(photo originale,2025)

- **Expression des résultats**

Cette teneur en eau (**H**) exprimée en g pour 100 g de produit humide, est égale

$$H = (m_1 - m_2 / m_1 - m_0) \times 100$$

m₀ : la masse en (g) de la boîte vide et de son couvercle ;

m₁ : la masse en (g) de la boîte, de son couvercle et de la prise d'essai avant déshydratation ;

m₂ : la masse en (g) de la boîte, de son couvercle et de la prise d'essai après déshydratation.

IV.8.2 Dosage des cendres totales

Les cendres correspondant au résidu après l'incinération de la matière organique dans les aliments (**Harbers, 1998**).

- **Principe**

Pour se faire, nous avons utilisé la norme AFNOR N.F. V03-760 de décembre 1984 à 550 ± 10°C.

- **Mode opératoire**

La technique de dosage consiste à réaliser une incinération d'une prise d'essai de 5 ± 0,0001 g de farine pendant 3 heures dans un four à moufle jusqu'à combustion complète de la matière organique et obtention d'un résidu minéral ayant un poids constant (**figure N°10**).



Figure N°10 : Dosage des cendres de farine de glands de chêne (photo originale,2025)

- **Expression des résultats**

Le pourcentage des cendres par rapport à la matière sèche (C) est calculé par la relation suivante :

$$C = [100 \times P_0 / P_1] \times [100 / ((100 - H))]$$

P₀ : Masse de la prise d'essai avant incinération (g).

P₁ : Masse de résidu après incinération (g).

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

IV.8.3 Granulométrie de farine

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules. C'est une caractéristique fondamentale en relation directe avec toutes les opérations unitaires de broyage, de séparation, de mélange et de transfert mais aussi avec les phénomènes d'échange et de réactivité, qu'ils soient physiques (migration d'eau, séchage, solubilisation), chimiques (oxydation) ou enzymatique (digestion des aliments). Les principales techniques utilisées pour la détermination granulométrique sont le tamisage et la diffraction laser. Le tamisage est la méthode la plus fréquente, la plus simple et la moins onéreuse (Melcion, 2000).

- **Principe**

Des échantillons de matières premières sont déposés au sommet d'une tamiseuse de laboratoire. Son principe consiste à faire passer une quantité donnée d'échantillon à travers une batterie (série) de tamis calibrés et normalisés, dont les caractéristiques sont connues, récupérer et peser séparément les fractions retenues sur chaque tamis.

- **Mode opératoire**

Un échantillon de 100 g de farine est déposé et répartie d'une manière uniforme au sommet d'un empilement de quatre tamis d'ouverture de mailles décroissante.

Le tamisage de farine est réalisé par des tamis dont les ouvertures des mailles décroissantes (500, 350, 200 et 150 µm.). Cette tamiseuse est animée par un mouvement vibratoire automatique, où on va régler l'amplitude de rotation et le temps de tamisage (10 minutes). Les particules dont les dimensions 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) (figure N°11).

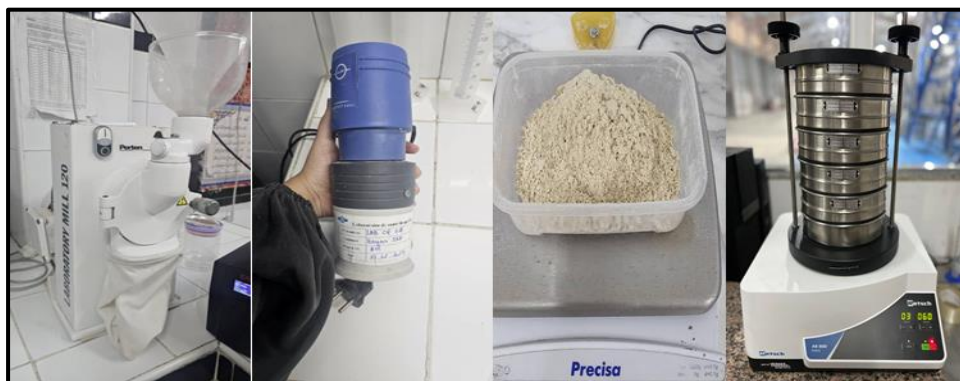


Figure N°11 : Analyse granulométrique de farine de glands de chêne (photo originale ,2025)

- **Expression des résultats**

Le refus retenu sur chacun des tamis est rapporté à la quantité d'échantillon totale pour déterminer la distribution granulométrique (DG) exprimée en % selon la formule suivante :

$$DG=100 \times P_1 / P_0$$

P₀ : Masse de la prise d'essai (g)

P₁ : Masse de la fraction retenue sur chacun des tamis (g).

IV.8.4 Détermination du taux de gluten

La quantification du taux de gluten a été réalisée par malaxage mécanique suivi d'un lavage de la farine de glands de chêne vert à l'aide d'une solution saline (2 %), conformément aux protocoles standardisés pour l'analyse des protéines glutineuses (Catassi et al., 1999). Cette méthode permet d'évaluer l'absence totale de gluten, garantissant ainsi la sécurité alimentaire pour les patients cœliaques.

- **Principe**

La détermination du taux de gluten se fait par un malaxage mécanique en faisant un lavage de la farine des glands de chêne vert mélangée à une solution d'eau salée (2 %).

- **Mode opératoire**

- Peser 10 g de farine et la mettre dans un récipient contenant 5ml d'une solution d'eau salée (2 %) ;
- Pétrir afin d'obtenir un pâton homogène qui ne colle pas sur les parois du récipient
- Malaxer le pâton entre les doigts sous un filet d'eau du robinet de façon discontinue ce qui éliminera l'amidon et les protéines solubles ;
- S'arrêter quand l'eau qui coule devient transparente, puis comprimer le pâton restant entre les paumes des mains, et le peser. Celui-ci correspond au gluten humide (GH) ;
- Mettre le pâton du GH obtenu entre deux plaques chauffantes pendant 5 s, puis peser. Cette fraction correspond au gluten sec (GS).

- **Expression des résultats**

La teneur en gluten est exprimée en pourcentage de la fraction massique de l'échantillon initial.

$$\text{GH}\% = P_1 / P_0 \times 100$$

$$\text{GS}\% = P_2 / P_0 \times 100$$

P₀ : Poids de la prise d'essai.

P₁ : Poids du GH

P₂ : Poids du GS

NB : Le résultat est arrondi à la décimale

IV.8.5 Dosage des protéines

- **Principe**

Le dosage des protéines de la farine des glands de chêne vert a été réalisé par la méthode de KJELDAHL. Cette méthode consiste à déterminer l'azote total selon la méthode, et par la suite multiplier le taux d'azote total par le coefficient de conversion de l'azote total en protéines pour déterminer le taux de protéine total [AFNOR]. (1991).

Mode opératoire

- ✓ **Minéralisation** : Cette étape permet l'oxydation de l'azote organique en azote minéral sous forme de sulfate d'ammonium ;
 - Mettre 2 g de farine dans un matras de minéralisation et ajouter 15 g de catalyseur.
 - Ajouter 25 ml acide sulfurique (H₂SO₄) concentré à 95 % ;
 - Chauffer progressivement en commençant par un refroidissement jusqu'à l'apparition d'une vapeur blanche, ensuite chauffer pendant 4 à 5 h ;

- Après l'apparition d'une couleur jaune, refroidir la solution à 25 °C par l'ajout de 200 ml d'eau distillé ;
- ✓ **Distillation** : Elle permet la formation d'ammonium (NH₄) en libérant les molécules d'ammoniac (NH₃) qui sont entraînées par la vapeur.
 - Préparer la solution qui va récupérer le NH₃ : en mettant dans un erlenmeyer 20 ml d'acide borique, 30 ml d'eau distillé et 2 gouttes de Tashiroy (solution violette) ;
 - Placer le minéralisât auquel il a été ajouté 2 gouttes de phénophtaléine, ainsi que la solution préparée précédemment dans le distillateur et démarré la distillation ;
 - Stopper l'appareil une fois que la couleur passe au jaune.
- ✓ **La titration** :
 - Ajouter quelques gouttes de Tashiroy au distillat récupérer ;
 - Titrer avec de l'acide sulfurique à 0,01 N ;
 - Arrêter le titrage au virage du jaune au rose.

- **Expression des résultats**

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

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

A : La quantité d'azote en gramme neutralisé par 1ml d'H₂SO₄ (0,0014) ;

P_e : La prise d'essai ;

V : Le volume en ml d'H₂SO₄ versé à la titration.

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

$$\text{Protéines (\%)} = N (\%) \times 6,25$$

6,25 : Facteur de conversion c'est le taux moyen d'azote des protéines (16 g d'N/100 g de protéines) ;

N (%) : Pourcentage d'azote total (saadoudi, 2019).

IV.8.6 Dosage des glucides

- **Principe**

Cette méthode se base sur la réduction de la liqueur de Fehling par les sucres réducteurs contenus dans la farine des glands.

- **Mode opératoire**

- Mettre dans un erlenmeyer : 10 ml de la solution de Fehling A, 10 ml de la solution de Fehling B et 30 ml d'eau distillée ;
- Titrer avec une solution de glucose (5 %) en chauffant jusqu'à la décoloration complète de la liqueur de Fehling et la formation d'un précipité rouge brique ;

- Vider et laver la burette puis remplacer la solution de glucose par la farine de riz diluée ; et opéré comme précédemment.

- **Expression des résultats**

$$R = (5 \times V) / V' \times D$$

V : Le volume de la solution versé jusqu'à décoloration complète ;

V' : Le volume de l'échantillon ;

D : Facteur de dilution.

IV.8.7 Dosage des lipides

- **Principe**

Extraire la matière grasse (MG) à l'aide de l'éther de pétrole avec un appareil de type

Soxhlet, le solvant est évaporé, l'échantillon est séché et pesé.

- **Mode opératoire**

- Sécher un ballon de 500 ml à 150 °C pendant 1 h, refroidir au dessiccateur pendant 30 min, puis le peser ;
- Peser 10 g de farine dans la cartouche du Soxhlet et placer à l'intérieur de l'extracteur
- Verser 200 ml d'éther du pétrole dans le ballon et 50 ml dans le compartiment et cartouche.
- Puis chauffé pendant 7 h ;
- Eliminer le solvant du ballon par distillation ;
- Sécher le résidu dans une étuve à 80 °C, après refroidissement au dessiccateur pendant 30 min ;
- ✓ Peser le ballon contenant les lipides.

- **Expression des résultats**

Le taux des lipides (L) est exprimé en % par g pour 100 g de produit sec est calculé par la formule suivante :

$$L (\%) = (P_2 - P_1) / P_e \times 100$$

P₁ : poids du ballon vide (g) ;

P₂ : poids du ballon après évaporation (g) ;

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

IV.8.8 Détermination de la valeur énergétique

- **Principe**

La valeur énergétique globale est l'énergie libérée par la combustion des macronutriments : protéines, glucides et des lipides contenus dans l'alimentation en tenant compte de leur coefficient **d'ATWATER** : 4 Kcal, 4 Kcal, et 9 Kcal, respectivement (**Greenfield Et Southgate, 1992**).

- **Expression des résultats**

Elle est exprimée en kilocalorie (Kcal) et calculée à partir de la relation :

$$E \text{ (Kcal)} = (9 \times L) + (4 \times P) + (4 \times G)$$

L : La teneur en lipide ;

P : La teneur en protéine ;

G : La teneur en glucide.

IV.9 Les Analyses microbiologiques

Selon le **Journal Officiel De La République Algérienne N° 39 (2017)** ; Les microorganisme doit être à rechercher ou analyser dans la farine en générale sont : les *Moisissures* ; *Escherichia coli* ; *Staphylococcus à coagulase +* ; *Anaérobies Sulfito-réducteurs* et *Bacillus cereus*.

IV.9.1 Préparation des échantillons

D'après **JORA (2017)**, Le laboratoire doit disposer d'environ 500g de produit, soit 5 fois 100g. Ces 100g peuvent être fournis par une ou plusieurs pièces.

Ces prélèvements doivent, respecter les règles d'asepsie et les règles de représentativité.

Un échantillon de 100g de farine de glands de chêne a été préparé pour l'analyse. Cette farine a été obtenue par l'homogénéisation de l'ensemble du produit résultant de la mouture des glands.

IV.9.2 Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

La solution mère a été préparée en pesant et mélangeant 10g de farine de glands de chêne (à partir l'échantillon de 100g de farine) dans 90ml d'eau peptonnée tamponnée stérile autour d'une flamme.

La solution obtenue à représenter la suspension mère correspondant à la dilution 10^{-1} .

La solution a été laissée au repos afin de se dissoudre et de permettre une revivification des germes à la température ambiante pendant 30 à 45 minutes. A partir de cette suspension

une deuxième dilution décimale a été effectuée après homogénéisation en mettant 1 ml de la solution mère dans 9ml d'eau peptonnée tamponnée pour obtenir la dilution 10^{-2} .

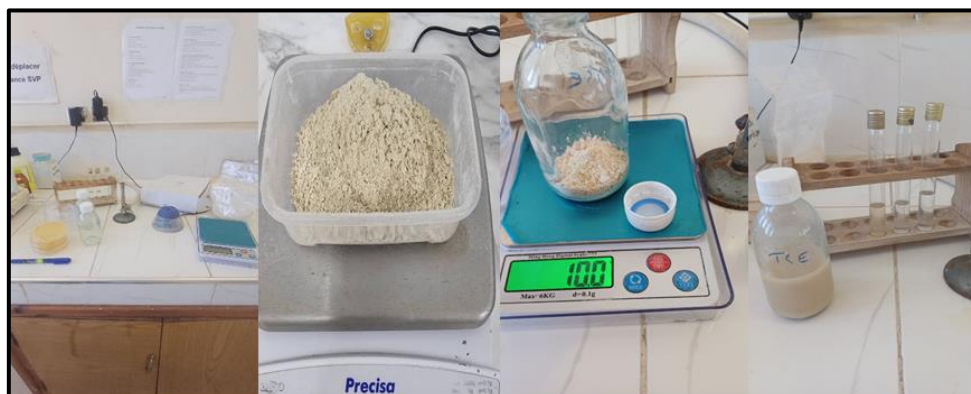


Figure N°12 : Préparation de la solution mère et des dilutions décimales (photo originale,2025).

IV.9.3 Recherche et dénombrement des moisissures

Les *moisissures* sont des champignons filamenteux, hétérotrophes aérobies. Cependant certaines espèces sont psychrophiles. Les *moisissures* peuvent se développer sur un aliment à faible activité d'eau (AW).

- **Principe**

Vue les caractères généraux des *moisissures*, on utilise la gélose à base l'oxytétracycline OGA pour la recherche et le dénombrement des moisissures.

- **Mode opératoire**

- ✓ **Ensemencement**

- Fondre à 100°C le milieu O.G.A. puis le refroidir à 45°C (en surfusion) ;
- Couler environ 20 ml du milieu d'O.G.A. dans 3 boîtes de pétri ; laisser solidifier le milieu sur la paillasse ;
- À partir des dilutions décimales 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} Porter aseptiquement 04gouttes de chaque dilution dans les boîtes d'O.G.A. correspondantes puis les étaler à l'aide d'un râteau stérile en commençant par la plus haute dilution ;
- Faire de la même façon une boîte « témoin diluant » TD à l'aide de 04gouttes du diluant utilisé (eau physiologique).

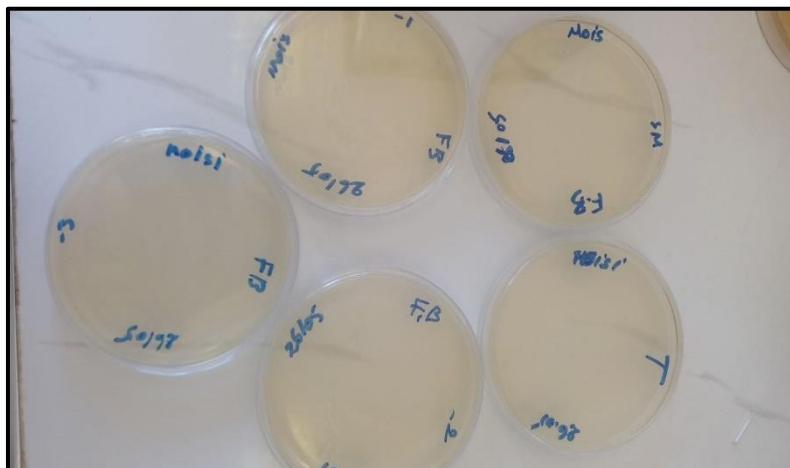


Figure N°13 : Boites de pétri après l'ensemencement (photo originale ,2025).

✓ **Incubation**

L'incubation des boites se fait à 22°C donc à une température ambiante, couvercle en bas, pendant 5 jours.

• **Lecture**

- La première lecture doit se faire à partir des 48 heures d'incubation.
- Dénombrer les colonies des *moisissures*. Les colonies des *moisissures* sont cotonnées.

• **Expression des résultats**

$$(X.10^1 + Y.10^2 + Z.10^3) / 3$$

X : nombre de colonies relevés sur 10⁻¹.

Y : nombre de colonies relevés sur 10⁻².

Z : nombre de colonies relevés sur 10⁻³.

Pendre uniquement en compte les boites contenant 30 à 300 colonies.

IV.9.4 Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-Réducteur*

• **Principe**

Le *Clostridium Sulfito-réducteur* est mis en évidence en utilisant la gélose VF (viande de foie) à laquelle on ajoute le sulfite de sodium et l'alun de fer qui permettent la formation d'un complexe noir entre le fer et le sulfure par les *Clostridium*.

• **Mode opératoire**

✓ **Préparation du milieu**

- Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose VF, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C. Puis ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium ;

- Mélanger soigneusement et aseptiquement. Cependant le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à + 45°C jusqu'au moment de l'utilisation
- ✓ **Ensemencement**
 - Fondre à 100°C le milieu VF. Puis le refroidir à 45°C
 - Couler environ 20 ml du milieu. Dans 3 boites de pétri ; laisser solidifier le milieu sur la paille ;
 - À partir des dilutions décimales 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} Porter aseptiquement 04 gouttes de chaque dilution dans les boites. Correspondantes puis les étaler à l'aide d'un râteau stérile en commençant par la plus haute dilution ;
 - .

- **Incubation**

Les boites incubées à 37°C. Pendant 16, 24 ou au plus tard 48 heures.

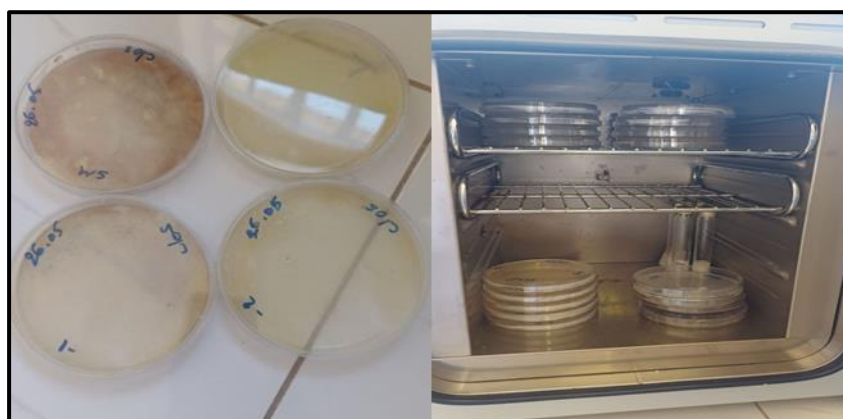


Figure N°14 : Boites de Pétri ensemencer et incuber (photo originale ,2025).

- **Lecture**

La première lecture doit se faire immédiatement à 16 heures, car :

- D'une part, les colonies de *Clostridium Sulfito-réducteur* sont envahissantes et on se trouvait en face d'une boîte complètement noire ce qui rend l'interprétation impossible et l'analyse à refaire ;
- D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm ;
- Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristiques, effectuer une deuxième lecture au bout de 24h voire 48h

IV.9.5 Recherche Dénombrement d'*Escherichia coli*

- **Ensemencement et incubation**

Selon ISO 16649-2 (2001), l'ensemencement et l'incubation d'*Escherichia coli* se fait par les étapes suivantes :

- A l'aide d'une pipette stérile ou d'une micropipette, transférer dans une boîte de Pétri stérile 1 ml de la suspension mère (10^{-1}). Ensemencer deux boîtes par dilution ;
- Si nécessaire, répéter ces opérations avec les dilutions décimales suivantes, en utilisant une nouvelle pipette stérile pour chaque dilution ;
- Couler dans chaque boîte de Pétri environ 15 ml du milieu Chromogénique sélectif, refroidi préalablement dans le bain d'eau à une température comprise entre 44°C et 47°C ;
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu, et laisser le mélange se solidifier, en posant les boîtes de Pétri sur une surface horizontale fraîche ;
- Le temps s'écoulant entre le dépôt de l'inoculum dans la boîte de Pétri et l'ajout du milieu ne doit pas dépasser 15 min ;
- Retourner les boîtes ensemencées de façon que le bas soit tourné vers le haut et les placer dans une étuve réglée à 44°C pendant 18h à 24h. Le temps total d'incubation ne doit pas être supérieur à 24 h.

- **Expression des résultats**

Les résultats obtenus ont été exprimés en unité format colonies (UFC) par boîte ; ces derniers sont ensuite repris en UFC/g par l'application de la formule :

$$N = (\Sigma \text{Colonies}) / (V_{ml} \times (n1+0,1 n2) \times D)$$

Σ Colonies : somme des nombres de colonies bactériennes des boites considérées ;

N : nombre UFC par g de produit initial ;

V_{ml} : Volume en ml ensemencé ;

n1 & n2 : nombre de boîtes interprétables choisies à la première et à la deuxième dilution considérées;

D : facteur de dilution de la première dilution considérée.

Note : Le résultat doit être exprimé par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10, x étant la puissance appropriée de 10.

S'il n'y a aucune colonie sur les boîtes au niveau de la suspension mère, si le produit d'origine est solide, le nombre de *moisissures* par gramme de produit sera rapporté comme étant inférieur à 10.

Selon **JORA (2017)**, L'interprétation des résultats s'effectue selon un plan à trois classes, les résultats s'expriment de la façon suivante :

- Si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à m, le résultat du critère microbiologique est satisfaisant ;
 - Si le résultat de l'analyse n'excède pas M et si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat supérieur à m et compris entre 1 et c, le résultat du critère microbiologique est acceptable ;
 - Si le résultat de l'analyse excède M ou si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat compris entre m et M est supérieur à c, le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant.
- **Recherche et dénombrement des *staphylococcus à coagulase +***

Selon ISO 6888-1(2021), le dénombrement des *staphylococcus à coagulase positive* comme *Staphylococcus aureus*, on les cultive sur gélose Baird-Parker (BP) où ils forment des colonies distinctives. Ensuite, un test de la coagulase confirme leur identité.

- **Préparation du milieu Gélose de Baird-Parker (BP)**
 - Peser la quantité nécessaire de poudre de gélose de Baird-Parker selon les instructions du fabricant.
 - Suspendre la poudre dans de l'eau distillée ou déminéralisée.
 - Chauffer le mélange jusqu'à ébullition pour dissoudre complètement la gélose.
 - Stériliser le milieu par autoclavage à 121°C pendant 15 minutes.
 - Laisser refroidir le milieu à environ 47°C.
 - Ajouter stérilement le supplément de jaune d'œuf-tellurite (et éventuellement le RPF - Fibrinogène de Lapin et Tellurite de Potassium) au milieu refroidi et homogénéiser délicatement.
 - Couler la gélose fondue et tempérée dans des boîtes de Petri stériles (environ 15 à 20 ml par boîte de 90 mm de diamètre) et laisser solidifier sur une surface plane et froide.
- **Ensemencement**

- Déposer 0,1 ml de chaque dilution choisie sur la surface de géloses de Baird-Parker préalablement préparées et séchées.
- Étaler l'inoculum uniformément sur toute la surface du milieu à l'aide d'un râteau stérile ou d'une anse. Utiliser une nouvelle boîte pour chaque dilution.
- Laisser l'inoculum s'absorber dans la gélose avant d'incuber.

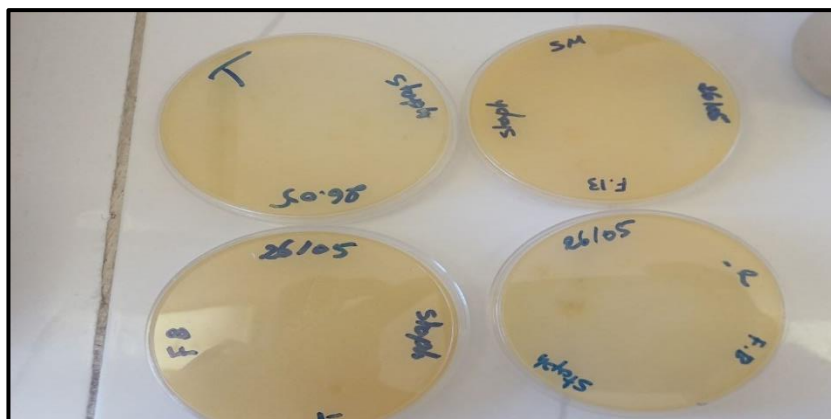


Figure N°15 : Boîtes de Pétri après ensemencement (photo originale ,2025).

• **Incubation**

Incuber les boîtes de Petri retournées (couvercle en bas) dans une étuve à $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 24 heures, puis prolonger jusqu'à 48 heures si nécessaire pour permettre le développement optimal des colonies.

• **Lecture et confirmation**

- Examiner les boîtes de Petri pour identifier les colonies caractéristiques de *staphylococcus* à *coagulase positive*. Elles apparaissent généralement noires, brillantes, convexes, et sont souvent entourées d'un halo clair (zone de lécithinase) et parfois d'un second halo opaque externe (zone de protéase et de coagulase).
- Dénombrer les colonies caractéristiques sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies (pour les boîtes de 90 mm) pour un comptage statistiquement significatif.
- Calculer le nombre d'Unités Formant Colonies (UFC) par gramme ou par millilitre d'échantillon en multipliant le nombre moyen de colonies dénombrées par la dilution inverse.
- Pour confirmation (test de la coagulase), Sélectionner au moins 5 colonies caractéristiques par boîte (ou selon les exigences de la norme) et les transférer dans des tubes de bouillon nutritif stérile.
- Incuber les bouillons pendant 2 à 4 heures à 37°C .

- Ajouter 0,1 ml de cette suspension bactérienne à 0,3 ml de plasma de lapin citraté (ou oxalate) dans un tube stérile.
- Incuber les tubes à 37°C et observer toutes les 30 minutes pendant 4 heures. La formation d'un caillot (coagulum) indique une réaction positive. Une lecture finale peut être effectuée après 24 heures si aucune coagulation n'est observée plus tôt.

IV.10 Qualité sensorielle de farine

On parle de qualité sensorielle ou autrement dit, la qualité organoleptique, elle représente toutes les caractéristiques que peut percevoir le consommateur en dégustant la farine. Elle fait intervenir les organes de sens elles recouvrent l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur.

- **La couleur** : La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. C'est souvent la seule dont il dispose pour choisir le produit au moment de l'achat.
- **L'odeur** : L'odeur est la perception des molécules volatiles par l'organe olfactif. Elle est cruciale pour l'acceptation d'un aliment, influençant l'attente gustative et la sensation générale de fraîcheur ou d'agrément.
- **Le goût** : Le goût correspond à la perception des substances chimiques solubles par les récepteurs gustatifs, classiquement regroupés en cinq modalités fondamentales : sucré, salé, acide, amer et umami. Il interagit étroitement avec l'olfaction pour constituer la flaveur, qui détermine l'expérience sensorielle globale liée à la consommation d'un aliment. En tant que critère essentiel d'appréciation, le goût joue un rôle prépondérant dans l'acceptabilité et le succès d'un produit alimentaire.
- **La texture** : Le contact de la peau et des doigts nous renseigne sur la consistance du produit. L'action mécanique de la bouche nous délivre des informations plus précises.
- **Aspect** : L'aspect désigne l'ensemble des caractéristiques visuelles globales d'un produit, telles que son apparence générale, son homogénéité, la présence éventuelle d'impuretés, ainsi que sa présentation. Il constitue l'impression visuelle initiale perçue avant même l'analyse détaillée de paramètres spécifiques tels que la couleur.
- **Test d'acceptabilité de la farine** : test d'acceptabilité, également appelé test hédonique, vise à évaluer le niveau de satisfaction globale des consommateurs vis-à-vis d'un produit alimentaire, en l'occurrence la farine. Cette analyse permet de mesurer l'appréciation subjective du produit en se basant sur les préférences sensorielles et les attentes des consommateurs.

➤ Mode opératoire

L'évaluation sensorielle de la farine de glands a été menée par un panel de dégustateurs qualifiés, comprenant 25 individus issus de notre université. Ce jury pluridisciplinaire était spécifiquement composé d'étudiants, de laborantins, et d'enseignants, chacun apportant ses connaissances et son expertise en analyse sensorielle pour assurer une évaluation rigoureuse et objective des propriétés organoleptiques de la farine. Pour cette analyse, les participants ont été soumis à deux types de tests distincts :

- Un test descriptif, visant à identifier et caractériser les attributs sensoriels spécifiques de la farine (odeur, couleur, texture, goût).
- Un test d'acceptabilité, évaluant le degré d'appréciation générale des participants vis-à-vis de la farine.

Afin de structurer la collecte des données, une fiche d'évaluation standardisée a été mise à la disposition de chaque membre du jury.



Figure N°16 : Farine de glands de chêne (photo originale ,2025).

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION**V.1 Informations sur la maladie cœliaque**

L'étude de la prise en charge de la maladie cœliaque (MC), une pathologie auto-immune affectant 1 % de la population mondiale à l'Hôpital Makour Hamou (Aïn Defla).

Le diagnostic de MC repose sur une combinaison de tests. La sérologie utilise les tests tTG-IgA et EMA-IgA pour détecter les anticorps spécifiques, le tTG-IgA étant privilégié en première intention. La biopsie duodénale, réalisée par endoscopie, permet d'évaluer les lésions histologiques (classification de Marsh). Un cas clinique a démontré une amélioration significative, passant de Marsh 3c à Marsh 1, après six mois de régime sans gluten.

La prise en charge de la maladie cœliaque est pluridisciplinaire. Les médecins gèrent le diagnostic et le suivi biologique, en coordonnant avec les autres spécialistes. Les diététiciens élaborent des plans alimentaires personnalisés et éduquent sur le "gluten caché". Les psychologues s'occupent de l'anxiété et de la dépression. Cette collaboration est optimisée par des réunions hebdomadaires et le partage des dossiers pour les cas complexes.

La maladie cœliaque est une réaction au gluten chez les individus porteurs des gènes HLA-DQ2/DQ8. L'éducation thérapeutique est cruciale pour surmonter ses nombreux défis.

Le diagnostic est souvent tardif (4 à 10 ans d'errance médicale), en particulier pour les formes atypiques, car les tests peuvent être inaccessibles ou mal interprétés. Au quotidien, la gestion du régime sans gluten est complexe en raison du gluten caché dans divers produits (médicaments, cosmétiques) et des risques de contamination croisée. Le coût élevé des produits sans gluten et leur disponibilité limitée accentuent ces difficultés. Ces contraintes ont un impact psychosocial notable, entraînant isolement et détresse.

V.2 Étude de différents paramètres de la farine

Après la mouture et le premier passage au tamis, pour 100 g des glands de chêne vert (GCV) ; nous avons obtenu 72 g d'une fraction fine et 28 g de fraction moins fine, donc nous pouvons dire que le rendement est d'environ 70 %.

V.3 Analyses physico-chimiques de la farine

Afin d'évaluer ses propriétés, la farine de glands de chêne (FGC) a été analysée et comparée à deux autres types de farines : la farine de blé (FB) et la farine sans gluten de riz (FSGR). Ces comparaisons sont basées sur les valeurs officielles publiées dans le Journal Officiel Algérien.

V.3.1 Teneur en eau

La teneur en eau de la farine de glands de chêne (FGC) a été analysée et comparée aux normes établies par la **JORA (1988)** pour la farine de blé (FB) et la farine sans gluten de riz (FRSG). Ces résultats sont représentés dans la **figure N°17**. Cette comparaison met en lumière les différences d'humidité entre ces types de farines, en se référant à un standard reconnu.

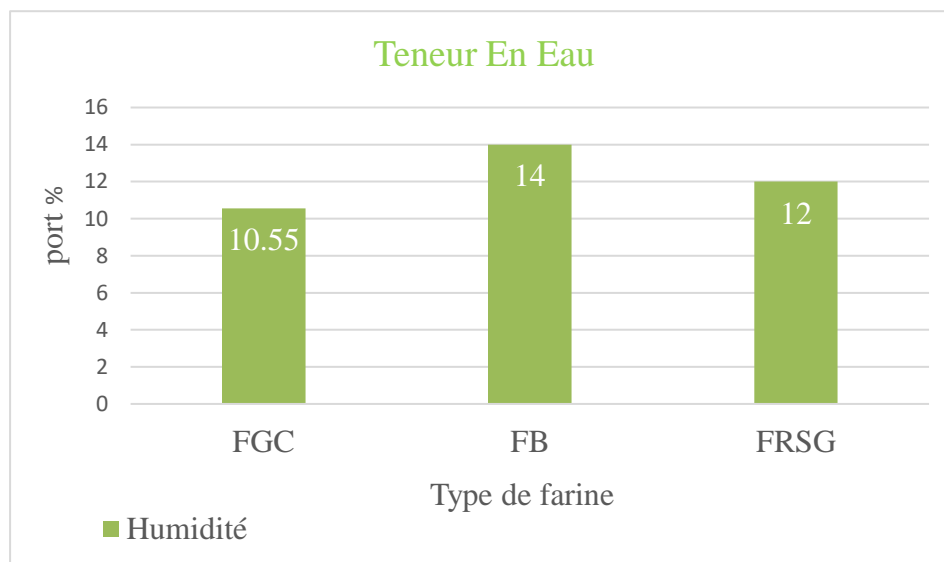


Figure N°17 : Teneur en eau de la farine de FGC, FB et FRSG.

La détermination de la teneur en eau est primordiale, puisqu'elle conditionne d'une part la précision des divers résultats analytiques rapportés à la matière sèche (**Godon,1998**), ainsi elle est importante sur le plan économique, pour la détermination du taux d'hydratation et la durée de conservation (**Dubois, 1996**). Humidité

D'après la figure ci-dessus ; la FB (Farine de blé) apparaît la plus riche en eau comparant aux deux autres, atteignant 14 %, la FRSG (la farine de riz sans gluten) présente une teneur en eau de 12% et FGC (Farine de Glands de Chêne) contient la plus faible teneur en eau, soit $10,55 \pm 0.3$ %.

La faible humidité de la FGC est un avantage majeur pour sa stabilité et sa durée de conservation. Moins d'eau signifie une activité de l'eau plus faible, ce qui réduit considérablement le risque de croissance microbienne (moisissures, bactéries) et de réactions de détérioration enzymatique ou chimique.

Au-delà de 11.97 % de teneur en eau et si la température est élevée, il y a risque de fermentation et développement de moisissures qui donnent à la farine un goût désagréable

(Dubois, 1996), donc les conditions de stockage de la farine doivent être prises en compte, et la gardé dans un endroit sec.

V.3.2 Teneur en cendres

Le taux de cendre est le moyen officiel utilisé pour caractériser la pureté des farines et de connaitre aussi sa teneur en matière minérale globale. Les résultats de cette analyse dans la **figure N°18**.

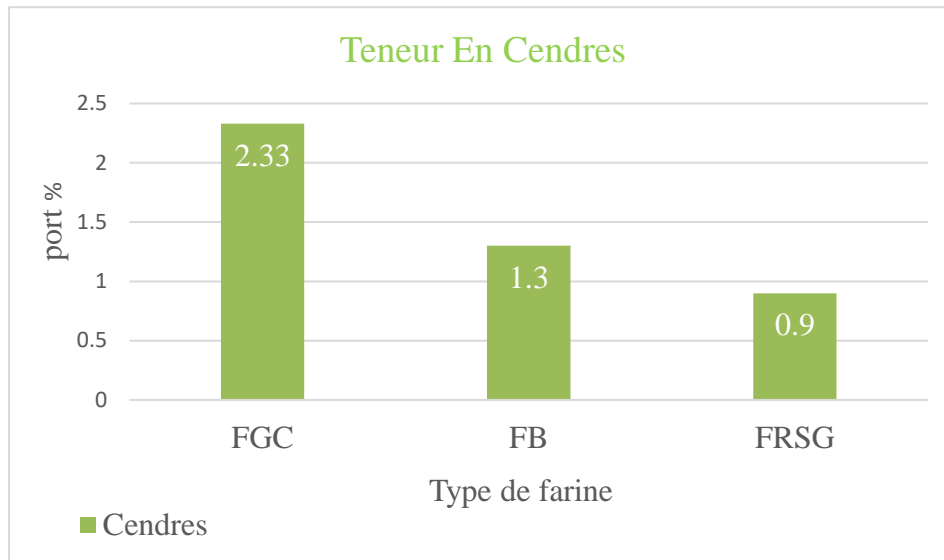


Figure N°18 : Teneur en cendres de la farine de FGC, FB et FRSG.

Selon la **figure N°18**, les résultats révèlent une teneur en cendres de $2,33 \pm 0.64\%$ dans la farine de glands de chêne. La **Norme Algérienne 732 (1990)** sur céréales et produits de mouture - Détermination des cendres ; pour la farine de blé, les cendres la valeur maximale c'est 1.3 % et Pour la farine riz sans gluten, elles peuvent atteindre 0.9 %.

Le taux de la FGC est considéré relativement élevé, indiquant une richesse significative en matière minérale. Cette forte teneur en minéraux naturels confère potentiellement des avantages nutritionnels à la farine de glands de chêne.

V.3.3 Teneur en gluten

Sur le plan technologique, le gluten détermine en grande partie les caractéristiques rhéologiques de la farine. Les résultats de taux de gluten en comparaison aux normes des farines de blé et celles du riz sans gluten sont illustrés sur la figure suivante.

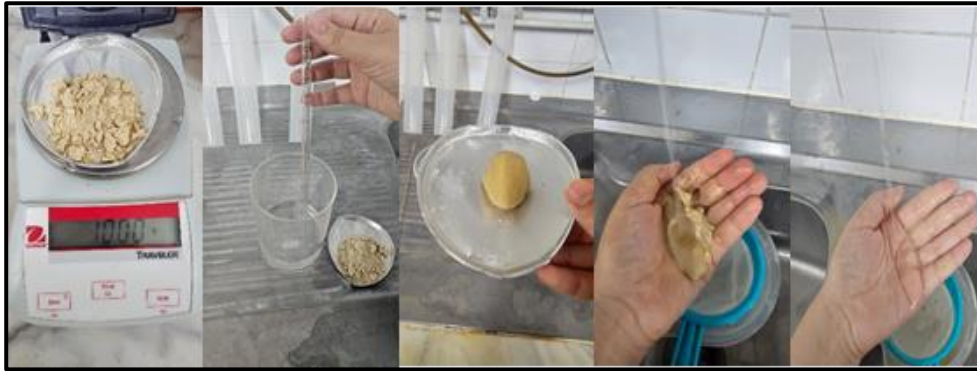


Figure N°19 : Analyse de taux de gluten (photo originale,2025).

Le résultat obtenu, montre qu'il n'y a aucune trace de gluten dans la farine de gland de chêne ; nous sommes d'ailleurs arrêtés au dosage du gluten humide, car nous n'avons pas pu déterminer la teneur en gluten sec vu que le pâton a disparu au dosage du gluten humide.

Donc la farine des glands de chêne est excellente et parfaitement conforme à l'exigence fondamentale des produits sans gluten. Cela signifie que la farine de glands est naturellement exempte de gluten et peut être une alternative très intéressante pour les personnes cœliaques ou intolérantes au gluten, au même titre que la farine de riz ou de maïs pures.

La quantité et la qualité du gluten sont responsables des propriétés viscoélastiques de la pâte. Il est blanc crème, très élastique et a une odeur agréable. Après séchage, il conserve sa couleur et augmente de volume (Baghous, 1998).

V.3.4 Teneur En Protéines

De nombreux auteurs se sont intéressés aux protéines des céréales ; légumineuse et Fruit à coque, la teneur en protéines joue un rôle prépondérant dans l'expression de la qualité nutritionnelle d'un aliment.

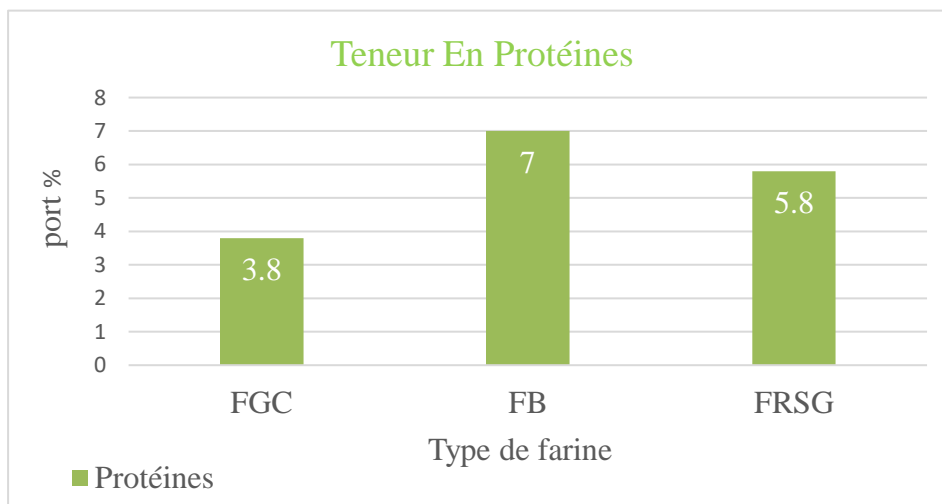


Figure N°20 : Teneur en protéines de la farine de FGC, FB et FRSG.

La farine de glands de chêne (FGC) se caractérise par une teneur en protéines significativement plus faible ($3.8\pm 0.5\%$) que la farine de blé (FB), qui est la plus riche, et la farine de riz sans gluten (FRSG) (**figure N°20**).

Cette faible teneur en protéines rend la FGC potentiellement utile pour les personnes atteintes de maladies nécessitant un régime alimentaire hypo protéiné, comme certaines maladies métaboliques rares (ex : phénylcétonurie) ou des pathologies rénales.

Selon **Norme Algérienne 735 (1990)**, Généralement, pour la farine de blé, on s'attend à un minimum de 7 % de protéines et 5.8% pour farine de riz sans gluten.

Le résultat de 3,8% de protéines pour FGC valide l'intervalle de 2,3% à 8,6% annoncé par **Bonfils (2012)** concernant la teneur en protéines du gland de chêne.

V.3.5 Teneur en lipides

La teneur en lipides de la farine de glands de chêne (FGC) a été mesurée et comparée aux standards internationaux : la norme du **Codex Alimentarius (CXS 198-1995)** pour la farine de riz sans gluten (FSGR) et une norme ISO pour la farine de blé (FB). Ces comparaisons sont présentées sur la **figure N°21**.

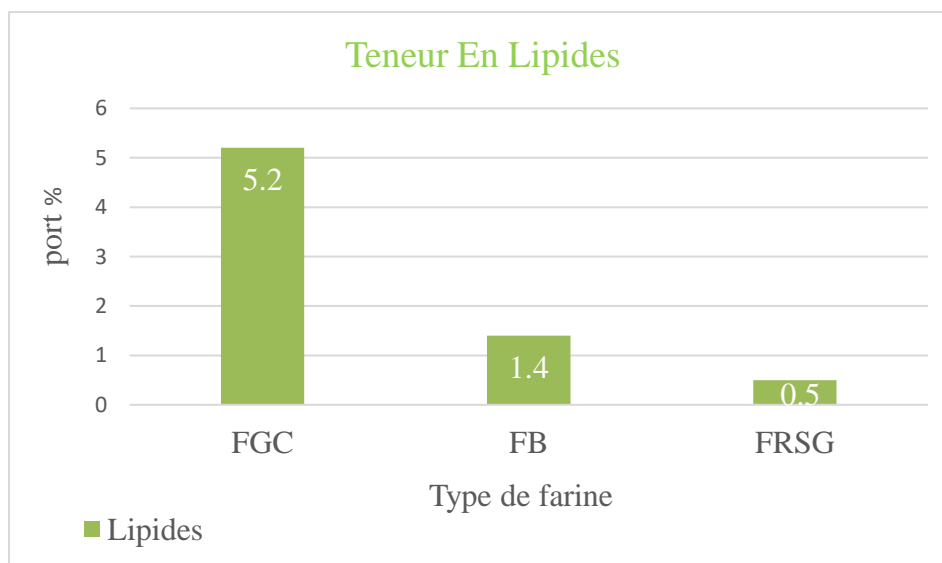


Figure N°21 : Teneur en lipides de la farine de FGC, FB et FRSG.

La farine de glands de chêne (FGC) se distingue par sa teneur élevée en lipides ($5,2\pm 0.42\%$), surpassant largement la farine de blé (FB, 1,4 %) et la farine sans gluten (FRSG, 0,5 %). Cette richesse lipidique confère à la FGC un avantage énergétique et nutritionnel, améliorant potentiellement la texture et le moelleux des produits finaux. Cependant, cette teneur élevée en graisses la rend également plus vulnérable au rancissement, nécessitant des conditions de stockage appropriées pour préserver sa qualité.

Notre analyse révèle une teneur en lipides de $5,2\pm 0,42\%$ pour FGC, une valeur qui se trouve bien dans la fourchette de 1,1% à 31,3% **Bonfils (2012)** pour le gland de chêne.

V.3.6 Teneur en glucides

Les glucides sont les principaux nutriments énergétiques. Les résultats de dosage des glucides sont présente sur la figure qui suit (**figure N°22**).

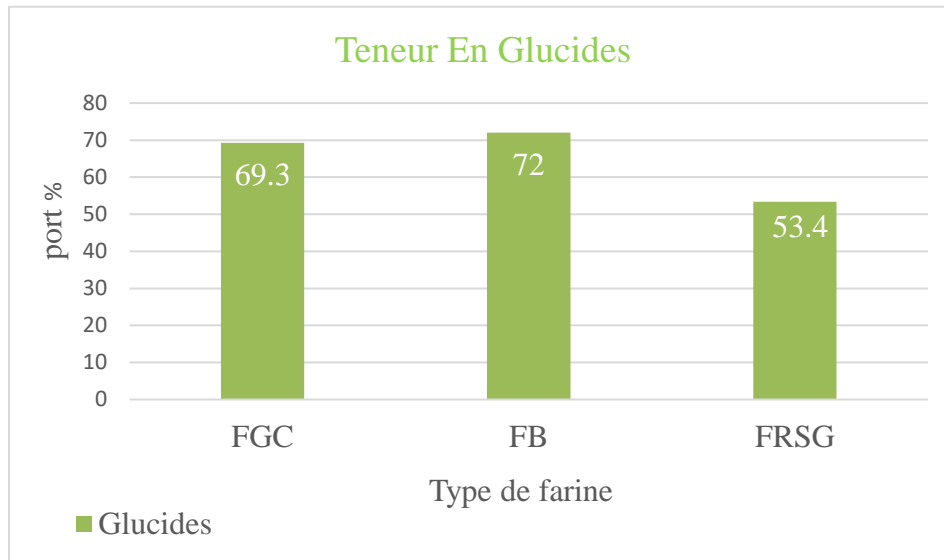


Figure N°22 : Teneur en glucides de la farine de FGC, FB et FRSG.

Avec une teneur en glucides de $69,3\pm 0,11\%$, la farine de glands de chêne confirme son rôle d'excellente source de glucides complexes et d'énergie. Cette composante majoritaire lui confère une similitude avec les farines de blé, dont la teneur en glucides peut aller jusqu'à 72%, en termes d'apport énergétique (**figure N°22**).

La teneur en glucides de FGC, chiffrée à $69,3\pm 0,11\%$ dans notre analyse, corrobore les résultats de **Bonfils (2012)** qui situent cette valeur entre 32,7% et 89,7% pour le gland de chêne.

V.3.7 Valeur énergétique

La **figure N°23**, présente les valeurs énergétiques en kilocalories (Kcal) pour trois catégories : FGC, FB et FRSG.

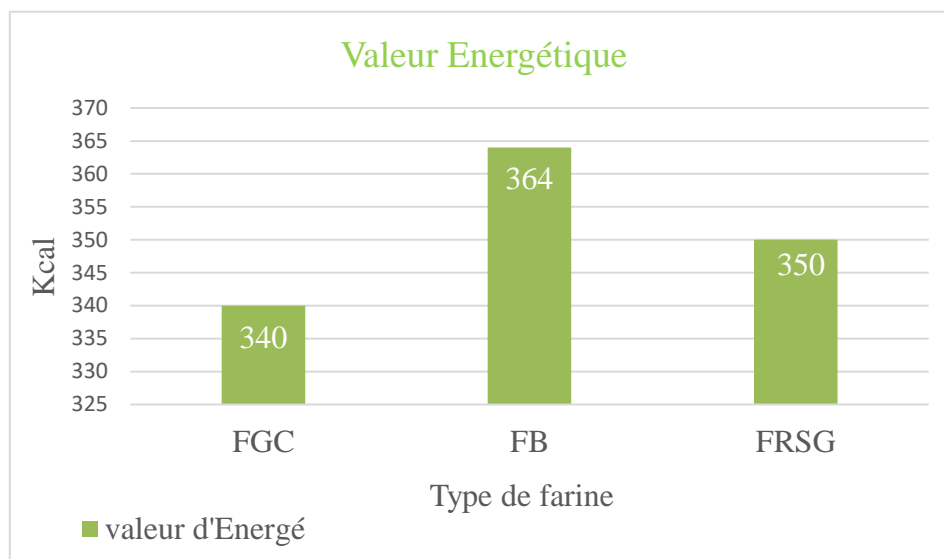


Figure N°23 : Valeur énergétique de la farine de FGC, FB et FRSG.

La farine de gland de chêne, dont la valeur énergétique est de 340 ± 0.05 Kcal, est similaire à la farine de la farine de riz sans gluten (350 Kcal), ce qui renforce l'idée qu'elle représente une source d'énergie importante.

Confirmant les données de **Bonfils (2012)** qui indiquent une valeur énergétique entre 265 kcal et 577 kcal pour le gland de chêne, notre analyse a chiffré celle de FGC à 340 kcal.

V.3.8 Granulométrie des semoules

La détermination de la distribution granulométrique des farines permet d'avoir une idée sur la finesse des particules. Les résultats sont illustrés sur le tableau N°8.

Tableau N°08 : Distribution granulométrique en g pour 100g de farine des glands.

Fraction (μm)	Farine de gland chêne %
] 250- 350]	19,50 \pm 0,077
] 200 - 250]	17,70 \pm 0.074
] 150 - 200]	20,70 \pm 0.079
≤ 150	40,90 \pm 0.096
Total	98,8

La farine de glands analysée présente une distribution granulométrique hétérogène, avec une part significative de particules très fines (environ 41% $\leq 150 \mu\text{m}$) et une proportion notable de particules plus grosses (près de 20% $> 250 \mu\text{m}$). En l'absence de norme algérienne spécifique pour la farine de glands, cette granulométrie ne peut être directement comparée aux farines de

blé classiques, étant moins fine et plus variée. Elle s'apparente davantage à une semoule fine qu'à une farine très raffinée.

Cette particularité granulométrique confère à la farine de glands des propriétés technologiques uniques, influençant l'absorption d'eau et la texture des produits finis vers un caractère plus rustique. Cela suggère qu'elle serait particulièrement bien adaptée pour des applications culinaires spécifiques comme les galettes, les biscuits ou comme épaississant, plutôt que pour la panification nécessitant une structure aérée.

La granulométrie d'une farine joue un rôle important sur la vitesse d'hydratation et la quantité d'eau absorbée (Colas et Tharrault, 1997).

V.4 Les Analyses microbiologiques

Le **tableau N°09**, présente les résultats d'analyses microbiologiques de la farine de gland, comparés à une "Norme algérien". Ces normes sont cruciales pour évaluer la sécurité sanitaire d'un produit alimentaire.

Explication des Normes m et M :

m (valeur seuil) : C'est la valeur au-delà de laquelle l'aliment est considéré comme non satisfaisant. Si le dénombrement de germes est supérieur à m mais inférieur à M, l'aliment est acceptable mais de qualité inférieure.

M (valeur maximale) : C'est la valeur au-delà de laquelle l'aliment est jugé inacceptable et potentiellement dangereux pour la consommation.

Tableau N°09 : Résultats d'analyses microbiologiques de FGC.

Les Germes Recherchés	Essai (10 ⁻¹)	Essai (10 ⁻²)	Essai (10 ⁻³)	Norme (*)	
				m	M
<i>Moisissures</i>	Abs	Abs	Abs	10 ³	10 ⁴
<i>Clostridium Sulfito-Réducteur</i>	Abs	Abs	Abs	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	Abs	Abs	Abs	10	10 ²
<i>Staphylococcus Coagulasse</i> ⁺	Abs	Abs	Abs	10 ²	10 ³

V.4.1 Interprétation des Résultats pour chaque Germe recherché

Pour tous les essais (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), les résultats indiquent "Abs" (Absence) pour tous les germes recherchés. Cela signifie qu'aucune colonie de ces micro-organismes n'a été détectée dans les dilutions testées, ce qui est un excellent indicateur de qualité.

V.4.1.1 Recherche de *Moisissures*

Les résultats de la recherche des *moisissures* apparaissent sur les figures ci-dessous.



Figure N°24 : Résultat d'analyse de recherche de *moisissures* dans la farine de glands de chêne (photo originale ,2025).

D'après la **figure N°24**, L'absence de *moisissures* dans farine de gland de chêne est un indicateur positif de la bonne conservation et de l'absence de contamination fongique. Les normes ($m=10^3$, $M=10^4$) fixent des seuils de tolérance, et le résultat "Abs" est bien en dessous de ces limites, suggérant un faible risque de détérioration du produit ou de production de mycotoxines (Pitt et Hacking, 2009).

Ce qui témoigne d'une excellente hygiène de production, de séchage et de stockage. Ceci est crucial car les moisissures peuvent produire des mycotoxines dangereuses et nuire à la qualité du produit.

V.4.1.2 Recherche de *Clostridium Sulfito-Réducteur*

Les résultats de test bactériologique sont illustrés ci-dessous (**figure N°25**).



Figure N°25 : Résultat d'analyse de recherche de *Clostridium Sulfito-Réducteur* dans la farine de glands de chêne (**photo originale ,2025**).

Ce résultat est un excellent signe de qualité. Il indique que la matière première et les processus de fabrication sont sains, minimisant ainsi le risque de maladies d'origine alimentaire causées par ces germes.

Selon **ISO (2003)**, L'absence de CSR est cruciale car ces bactéries sont des indicateurs de contamination fécale ou de conditions anaérobies favorables à leur croissance, pouvant inclure des espèces pathogènes ou responsables d'altérations

V.4.1.3 Recherche de *Escherichia coli*

D'après **ISO (2001) et FDA (2020)** ; L'absence d'*E. coli* est un indicateur majeur d'hygiène. La présence d'*E. coli* est fortement corrélée à une contamination fécale récente et potentielle de présence d'autres entérobactéries pathogènes. Les normes très strictes (m=10, M=10²) pour cet indicateur soulignent l'importance de son absence pour la sécurité sanitaire du produit FGC. Son absence totale est un gage de sécurité sanitaire élevé pour cette farine.

V.4.1.4 Recherche de *Staphylococcus coagulase*⁺

Les résultats de la recherche des *Staphylocoques Coagulase*⁺ dans la **figure N°26** ;



Figure N°26 : Résultat d'analyse de recherche de *Staphylococcus coagulase+* dans la farine de glands de chêne (photo originale ,2025).

L'absence de *Staphylococcus Coagulase +* est également très favorable, car certaines souches, notamment *Staphylococcus aureus*, sont capables de produire des toxines thermostables responsables d'intoxications alimentaires. Les normes ($m=10^2$, $M=10^3$) visent à contrôler ce risque. Leur absence confirme une bonne maîtrise des pratiques d'hygiène du personnel et de l'environnement de production (ISO, 1999 ; EFSA, 2009).

V.4.2 Implications pour la qualité et la sécurité de FGC

Les résultats obtenus pour FGC démontrent une excellente qualité microbiologique. L'absence de ces germes recherchés signifie que :

Le produit FGC présente un faible risque de détérioration microbiologique, ce qui favorise une durée de conservation adéquate.

Le produit est considéré comme sûr pour la consommation humaine du point de vue des microorganismes pathogènes et indicateurs d'hygiène étudiés.

Les conditions d'hygiène tout au long de la chaîne de production (matières premières, transformation, stockage) de FGC semblent avoir été rigoureusement respectées, permettant de prévenir la contamination et la prolifération microbienne.

V.5 L'analyse sensorielle

Les résultats complets de l'analyse sensorielle de la farine de glands, combinant un test descriptif et un test d'acceptabilité. Le jury était composé de 25 sujets (15 femmes, 10 hommes, âge moyen 35 ans) possédant des connaissances en analyse sensorielle (Annexe N°10).

V.5.1 Test descriptif de la farine

V.5.1.1 La Couleur

C'est un attribut visuel fondamental, souvent la première impression qu'un consommateur a d'un produit. Elle peut influencer la perception de la qualité, de la fraîcheur, du goût attendu et de l'authenticité.

Les résultats d'analyse de la couleur exprimées dans la figure suivante :

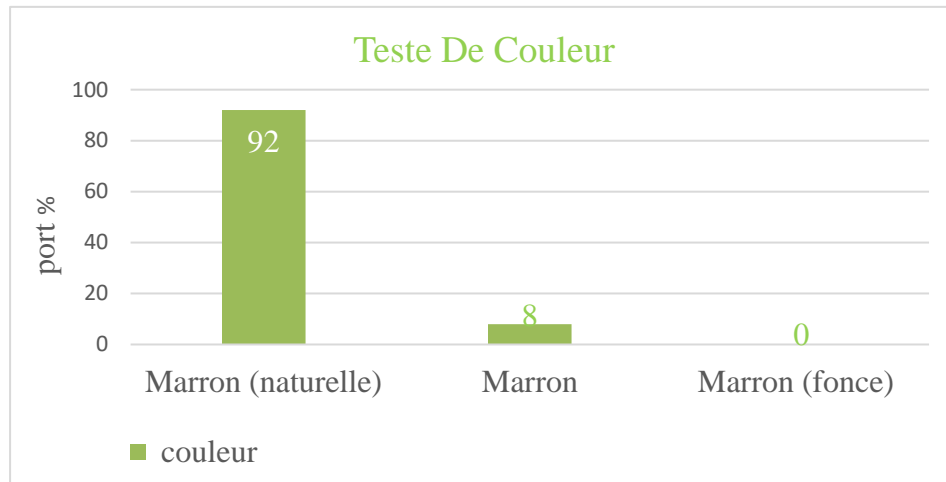


Figure N°27 : Résultats du test descriptif de couleur de farine

De la **Figure 27**, la couleur Marron (naturel) est de loin la plus fréquente, représentant 92 % ($0.92 \pm 0,106$) des cas (23/25). La catégorie Marron est nettement moins présente, avec seulement 8 % ($0.08 \pm 0,106$) (2/25) des observations. Marron foncé n'a montré aucune observation 0 % ($0.0 \pm 0,074$).

L'analyse de couleur de la farine de gland de chêne révèle une dominance marquée du marron naturel.

La rareté, voire l'absence, d'autres teintes de marron suggère que la farine n'a subi ni brûlure, ni oxydation excessive, ni altérations significatives dues à la transformation. Ces résultats appuient l'idée d'un produit authentique et probablement très peu transformé (ISO,2020).

V.5.1.2 L'Odeur

L'odeur est la perception des molécules volatiles par l'organe olfactif. Elle est cruciale pour l'acceptation d'un aliment, influençant l'attente gustative et la sensation générale de fraîcheur ou d'agrément.

Le Résultat de l'odeur de la farine de gland de chêne sont présentés sur la **figure N° 28** :

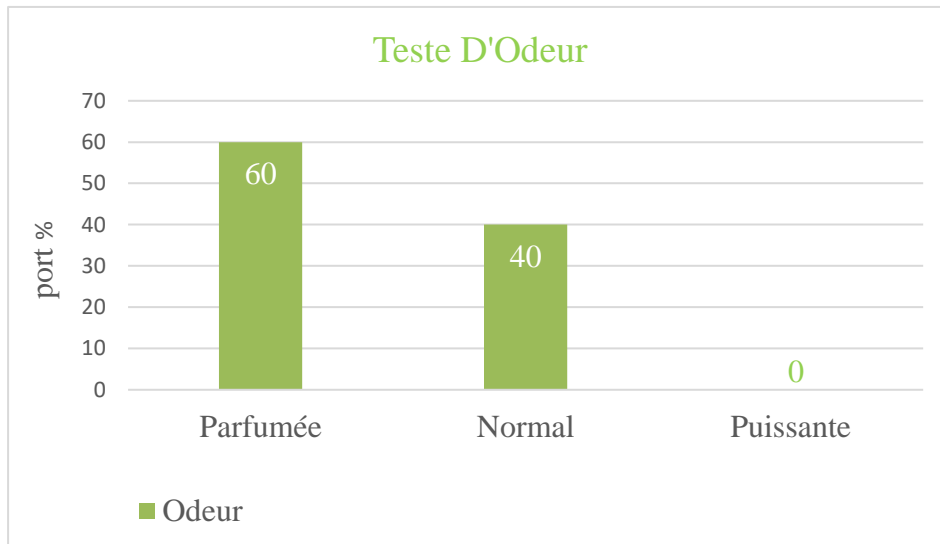


Figure N°28 : Résultats du test descriptif d'odeur de farine

D'après la **figure N°28**, on a observé que :

La catégorie parfumée : est la plus fréquemment observée, représentant 60 % ($0.6 \pm 0,192$) des cas (15/25). Ce qualificatif est très positif et indique la présence d'arômes agréables, distinctifs et potentiellement complexes qui pourraient enrichir les préparations culinaires.

La catégorie normale : représente 40 % ($0.4 \pm 0,192$) des observations (10/25). Ce qui signifie que l'odeur est présente mais n'est ni désagréable ni trop forte.

Catégorie puissante : aucune observation n'a été classée dans cette catégorie, résultant en une proportion de 0 % ($0.0 \pm 0,074$). Est un avantage, car une odeur excessivement forte pourrait devenir envahissante ou écœurante.

Selon Codex Alimentarius, La farine de glands de chêne semble donc avoir un profil olfactif bien équilibré et attractif, susceptible d'être bien intégré dans diverses recettes.

V.5.1.3 Le goût

Le goût est la perception des substances chimiques solubles par les papilles gustatives (sucré, salé, acide, amer, umami). Il est souvent combiné à l'olfaction (flaveur) pour former l'expérience gustative globale. C'est l'un des attributs les plus déterminants pour l'acceptation finale du produit.

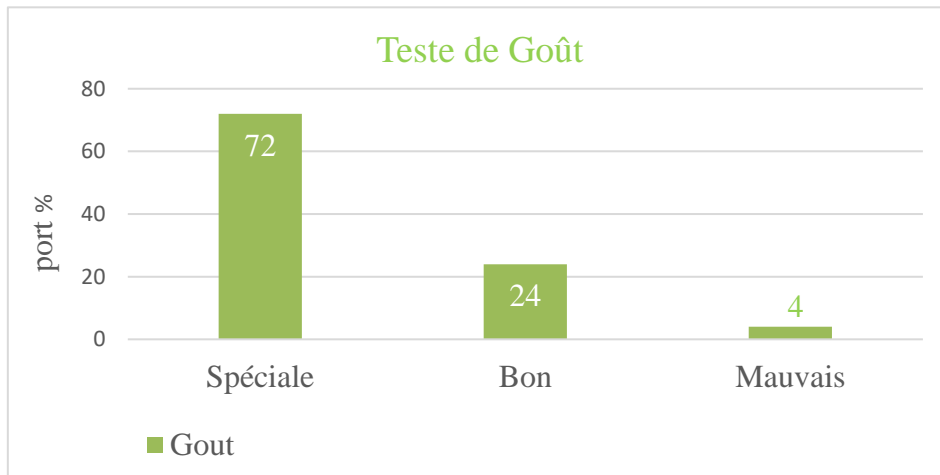


Figure N°29 : Résultats du test descriptif de goût de farine.

Selon la **figure N°29** ; L'analyse de goût de la farine de gland de chêne révèle une nette prédominance du goût "Spécial" 72 % ($0.72 \pm 0,176$), ce terme est un indicateur fort que la saveur de la farine de glands est unique et ne correspond pas aux profils gustatifs des farines traditionnelles (blé, maïs, riz). Le goût "Bon" représente 24 % ($0.24 \pm 0,167$) des observations, tandis que le goût "Mauvais" est presque inexistant 4 % ($0.4 \pm 0,077$).

Le défi pour la commercialisation sera de transformer cette "spécialité" en un atout. Il faudra éduquer le consommateur sur cette saveur unique, la positionner comme un élément distinctif du produit, et suggérer des associations culinaires où ce goût "spécial" peut s'exprimer harmonieusement (par exemple, dans des produits de boulangerie/pâtisserie rustiques, des biscuits de caractère, ou en mélange avec d'autres farines aux saveurs plus neutres).

V.5.1.4 La texture

La **figure N°30**, présente les résultats du test de la texture de farine de glands de chêne

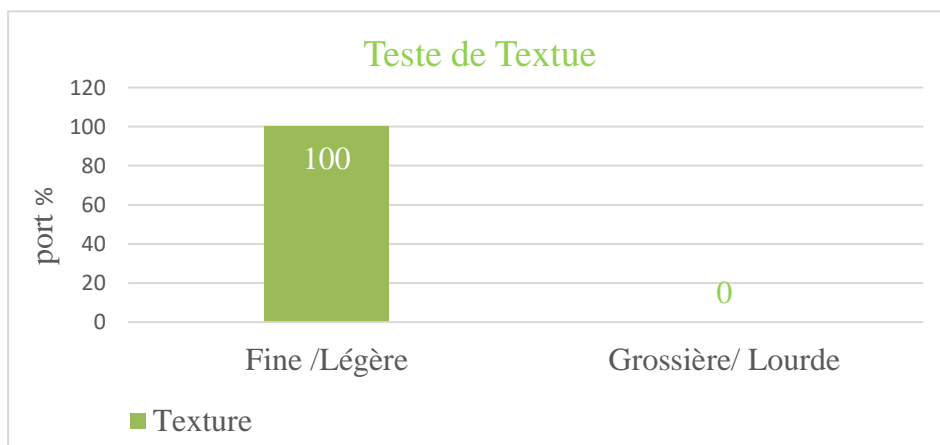


Figure N°30 : Résultats du test descriptif de texture de farine.

D’après la **figure N°30**, le résultat d'analyse de la texture de la farine de gland de chêne révèle une texture uniformément fine et légère 100 % ($1 \pm 0,074$). Aucune particule grossière ou lourde n'a été détectée.

Ce résultat met en évidence une qualité de mouture excellente et un produit d'une grande consistance, idéal pour diverses applications culinaires. Cette texture fine et légère est un atout majeur pour de nombreuses applications en cuisine et pâtisserie, car elle garantit une sensation agréable en bouche, sans granularité indésirable. Elle est particulièrement recherchée pour les biscuits, les gâteaux.

V.5.1.5 Aspect

L'aspect est l'ensemble des caractéristiques visuelles générales d'un produit (apparence générale, homogénéité, présence d'impuretés, présentation). C'est souvent la première impression visuelle au-delà de la couleur spécifique.

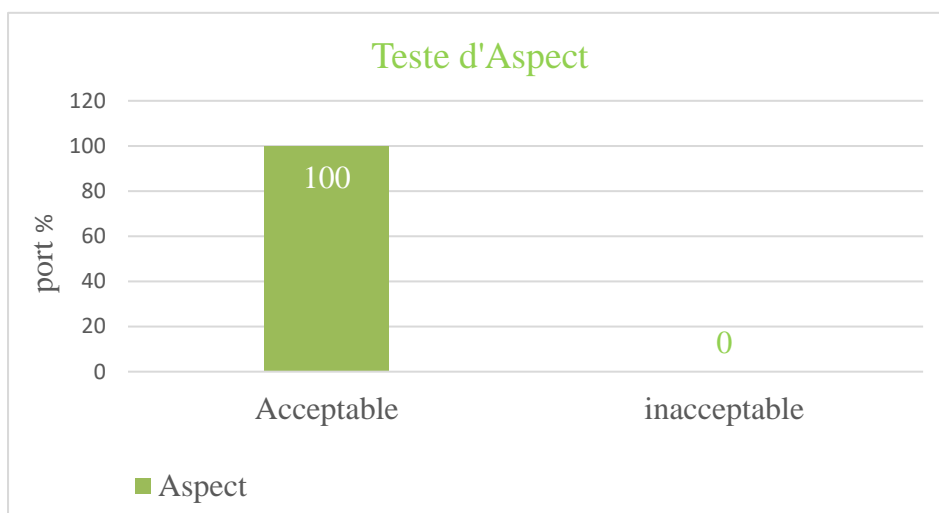


Figure N°31 : Résultats du test descriptif d’aspect de farine.

De la (**figure N°31**), l’aspect visuel de la farine est jugé unanimement « Acceptable » 100% ($1 \pm 0,074$). Cela signifie que, au-delà de sa couleur spécifique "Marron (naturelle)", la farine présente une apparence générale satisfaisante pour l'ensemble du jury. L'homogénéité visuelle, l'absence de grumeaux, d'impuretés ou d'autres défauts visibles contribuent à cette perception positive. C'est un élément important pour la confiance du consommateur, car un aspect jugé inacceptable pourrait décourager l'achat même si d'autres qualités sont bonnes.

V.5.2 Test d'acceptabilité de farine

Le test d'acceptabilité (ou hédonique) mesure le degré d'appréciation générale d'un produit par les consommateurs.

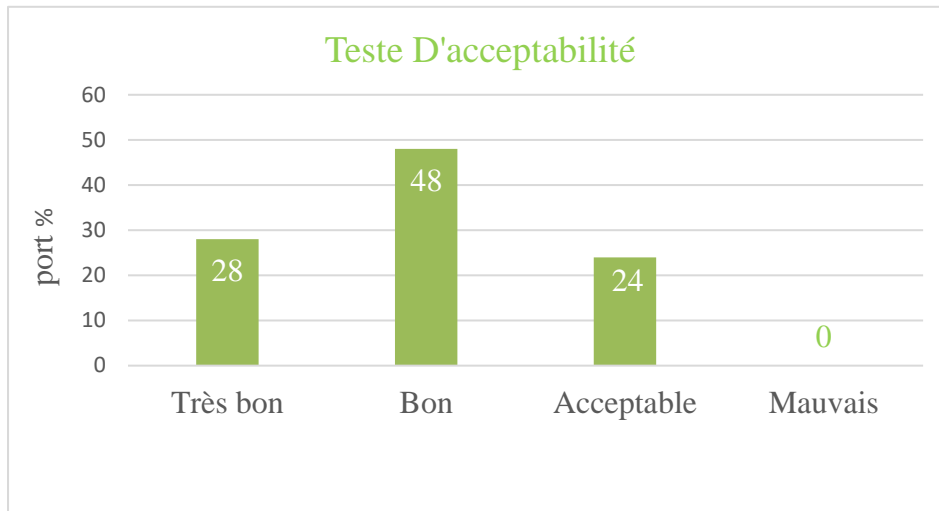


Figure N°32 : Résultats du test d'acceptabilité de farine.

La somme des résultats pour "Très bon" et "Bon" 28% ($0.28 \pm 0,176$) et 48% ($0.48 \pm 0,196$) représente une nette majorité qui apprécie la farine. Le fait que personne ne l'ait jugée "Mauvais" est particulièrement significatif. Même les 24% ($0.24 \pm 0,167$) votants l'ayant qualifiée d'"Acceptable" ne rejettent pas le produit (**figure N°32**).

En résumé, La farine de gland de chêne analysée présente des caractéristiques sensorielles très positives, avec une couleur naturelle, une odeur et un goût agréables et caractéristiques, ainsi qu'une texture fine et uniforme. Ces résultats indiquent un produit de bonne qualité et potentiellement peu transformé.

Conclusion

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le principal objectif de notre travail consiste à fabrication d'une farine sans gluten à base des glands de chêne vert.

Les analyses physico-chimiques de la farine de glands révèlent plusieurs avantages. Sa faible teneur en humidité (10,55 %) assure une meilleure conservation et réduit les risques d'altération. De plus, l'absence totale de gluten la rend idéale pour les régimes sans gluten, notamment pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque. Enfin, avec une valeur énergétique de 339,92 Kcal pour 100g, comparable à celle des farines de céréales (environ 350 Kcal/100g), et en accord avec ses teneurs en lipides et glucides, cette farine constitue une source d'énergie significative.

Les analyses microbiologiques de la farine de glands révèlent une qualité sanitaire remarquable. L'absence de moisissures, de *Clostridium* Sulfito-Réducteur, d'*Escherichia coli* et de *staphylocoque coagulase*⁺, atteste d'un contrôle rigoureux à chaque étape, de la matière première au stockage. Cette excellente hygiène minimise considérablement les risques sanitaires liés aux contaminants microbiens majeurs, faisant de cette farine un produit sûr pour la consommation.

Les analyses sensorielles confirment le fort potentiel de la farine de glands. Sa couleur marron naturelle, son parfum agréable, sa texture fine et légère, et son aspect général contribuent à une excellente acceptabilité. Bien que son goût soit "spécial", il est bien perçu et offre une opportunité de différenciation sur le marché.

En somme, la combinaison des qualités physico-chimiques exceptionnelles de la farine de glands, telles que son absence de gluten (la rendant idéale pour les personnes cœliaques et celles suivant un régime sans gluten) et sa richesse nutritionnelle, avec des caractéristiques microbiologiques irréprochables garantissant sa salubrité, positionne cette farine comme un produit à fort potentiel. À cela s'ajoute un profil sensoriel très prometteur, apprécié pour sa couleur naturelle, son odeur parfumée et sa texture fine et légère.

Ces atouts cumulés en font un ingrédient innovant et sain, particulièrement attractif pour le marché alimentaire. Pour maximiser son impact et sa valorisation, l'étape suivante cruciale consistera à développer une gamme d'applications culinaires spécifiques. Cela permettra de mettre en lumière et d'optimiser l'expérience gustative unique qu'offre la farine de glands, en l'intégrant dans des recettes qui sauront tirer parti de ses propriétés distinctives.

Ce travail mérite d'être suivi par :

Une Optimisation de la fabrication des glands de chêne (récolte, séchage, mouture, stockage) pour une qualité et un rendement constant.

Une étude approfondie de la qualité boulangère et nutritionnelle pour découvrir de nouveaux atouts santé (vitamines, minéraux, antioxydants) de la farine des glands.

Prenant en considération la sélection de meilles espèces sachant qu'il y a diverses espèces dans les forêts algériennes.

Une étude socio-économique dont l'étude du marché ; ainsi choisir des individus cœliaques pour l'étude des paramètres organoleptiques.

Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Ait Saada D., Ait Chabane O., Selselet-Attou G., Boudroua K., Et Kedam R., (2017).** Essais nutritionnels de la farine des glands en alimentation du poulet de chair (caractéristiques organoleptiques- biochimiques- digestives et diététiques). 1-29.
- Atwell W. A. (2001).** Starches. Eagan, MN: American Association of Cereal Chemists.

B

- Baghous H. (1998).** A Pilot-Scale Study of the Design and Operation Parameters of a Pulse-Jet Baghouse. Journal of Air & Waste Management Association, 48(12), 1146-1153.
- Bao F., & Bhagat G. (2012).** Histopathology of celiac disease. Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America, 22(4), 679–694.
- Becker M., Picardj F., Timbal J. (1982).** Larousse des arbres, arbustes et arbrisseaux de l'Europe méditerranéenne. Paris : Larousse, p137.
- Belge B., et al. (2012).** Céréales et produits céréaliers : Composition et qualité. Lavoisier. (Référence générique sur les farines, à vérifier pour une publication spécifique).
- Benguettaf Radhia, Benaouda S, (2012).** Caractérisation du gland de chêne vert (*Quercus ilex*), et essais d'incorporation dans l'aliment de volaille, en vue de l'amélioration de la valeur nutritionnelle de l'œuf. Mémoire master en génie des procédés, Université de Boumerdes.
- Benia F. (2010).** Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex*.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio écologie des espèces les plus représentatives.
- Berrichi M. (2011).** Détermination des aptitudes technologiques du bois de *Quercus rotundifolia Lamk* et possibilités de valorisation.
- Biver E., Uebelhart B. (2013).** Ostéoporose chez l'homme. Revue médicale suisse, 9 :1260-1264.
- Bobossi-Serengbe G., Sana-Deyamissi T. S., Mbongo-Zindamoyen A., Diemer H., Abanga J., et al. (2000).** Sociétés correspondantes. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 93(2) : 135-148.
- Bonfils M. (2012).** Les glands de chêne. Las Encatadas011300 Fastes ST. André. France.
- Bonfils m. (2012).** Les glands de chêne. Las Encatadas011300 Festes ST. André. France.
- Bornet. (1992).** Le pain et produit céréaliers, alimentaire et nutrition humaines Edition, ESF. Paris, P.1533.

- Boudraa G., Bessahraoui M., Nedjadi K. B., Niar S., Naceur M., et al. (2008).** Epidémiologie–Evolution de l’incidence de la maladie coeliaque chez l’enfant de l’ouest algérien (1975-2007). *Archives de Pédiatrie*, 15(5) : 949.
- Bouleghie, et Ouabed, (2002).** Mémoire de fin d’étude d’ingénieur d’état, département de nutrition, de l’alimentation et des technologies agroalimentaires DNAT.AA. P. 19-34.
- Bouquelet S. (2008).** Les polysaccharides alimentaires. Univ. SCI. Techno. Lille.
- Bousquet A. (2015).** La maladie cœliaque, du diagnostic à sa prise en charge : un nouvel espoir thérapeutique ? (Doctoral dissertation).
- Bremness L. (2012).** Plantes aromatiques et médicinales. Larousse, p75.

C

- Calvel, (1980).** « La boulangerie moderne ». 9^{ème} édition.
- Catassi C., et al. (2013).** The Overlapping Clinical and Immunologic Phenotypes of Celiac Disease and Nonceliac Gluten Sensitivity. *Gastroenterology*, 145(2), 304-312.
- Catassi C., Gatti S., Fasano A. (2014).** The new epidemiology of celiac disease. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 59: 7-9.
- Cellier C. (2005).** La maladie cœliaque de l’adulte. *Supplément N° 369* : 23-27.
- Cellier C., & Grosdidier, E. (2001).** Maladie cœliaque de l’adulte : Malabsorptions intestinales. *La Revue du praticien (Paris)*, 51(9), 959-963.
- Chene, (2001).** La farine. *Journal de l’ADRIANOR*. (26), pp. C.3-C.8.
- Clot F, Babron M Et Clerget-Darpoux F, (2001).** La génétique de la maladie cœliaque. *Médecine thérapeutique/pédiatrie*, 4 : 263-267.
- Colas a., tharrault j.f. 1997.** Granulométrie des particules. In : *Guide pratique d’analyses dans les industries des céréales*.
- Crowe S. E. (2008).** celiac disease. delegee MH editor. *clinical gastroenterology: nutrition and gastrointestinal disease*. new jersey: human press inc, 123-147.

D

- Doumandji, et all. (2003).** Technologie de transformation des blés et problème dus aux insectes en stock, Ed : Office des publication universitaire, P.129.
- Dubé C., Rostom, A., Sy, R., Cranney, A., Saloojee, N., Garritty, C., ... & Pan, I. (2005).** The prevalence of celiac disease in average-risk and at-risk Western European populations: a systematic review. *Gastroenterology*, 128(4), S57-S67.

Dubois d ,1996. Les farines : caractéristiques des farines et des pâtes. In : industries des céréales. N°97. Ed : Lavoisier. Paris.

E

Etablissement Français du Sang AUVERGNE-LOIRE. (Octobre 2014). Le laboratoire de biologie médicale, manuel de prélèvement, version 6.

F

Feillet. (2000). Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, Paris, 308p.

G

Gargouri. L, Kolsi. N, Maajej. B, Weli. M, & Mahfoudh. A. (2017). Maladie Coéliqua chez l'enfant. Journal de l'information Médicale de Sfax, 25 : 20-28.

Geoffroy P. A., Leboyer M., Scott J. (2015). Prédire le trouble bipolaire : que pouvons-nous apprendre des études prospectives de cohortes ? L'Encéphale, 41(1) :10-16.

Girardet P., (1980). Chêne vert (*Quercus ilex*). Bull. Vulg. Ed.C.A.V.I.F. (Secrétariat d'état aux forêts et à la mise en valeur des terres). Alger. 6pp.

Godat S., & Michetti, P. (2013). An update on celiac disease. Revue Médicale Suisse, 9(396), 1584-1589.

Godon and Willm, (1998). "Les industries de première transformation des céréales."

Godon.B.; Et. Guinet. R. (1994). La panification, Edition Lavoisier Tec et Doc, New York, P. 552.

Greenfield h et southgate, 1992. Food composition data, New York. 263p.

Grey-Wilson C., Blamey M. (2009). Toutes les fleurs de méditerranée -les fleurs, les graminées, les arbres et les arbustes. DELACHAUX et NIESTLE, p31.

H

Haichour R., (2009). Stress thermique et limite écologique du Chêne vert en Algérie. Mémoire de magister en Ecophysiologie et biotechnologie des végétaux. Université Mentouri. Constantine. 180 p.

Harbers. 1998. Ash analysis. In Food analysis. Ed. NIELSEN S.S. 2nd Edition. Aspen publishers: 141-150.

Haute Autorité de Santé. (2008). Quelles recherches d'anticorps prescrire dans la maladie coéliqua?

I

Ivarsson A., Hernell O., Stenlund H., & Persson L. Å. (2002). Breast-feeding protects against celiac disease. *The American journal of clinical nutrition*, 75(5), 914-921.

J

Jimenez gomez . S, buron arias. I.y, garcia teresa r. 1977. *Agroquimica tecnologia de alimentos*. 3: 363-371.

Joubert H, (2018). *Maladie cœliaque. Société Nationale Française de Gastro Entérologie.*

K

Khater N., (2010). Contribution à l'étude de la production d'un taillis de chêne vert dans une séquence dégradée cas du taillis de Marcona (Batna). *Mémoire de magistère en science agronomique. Université El hadj Lakhdar. Batna.* 72p.

Kheddam R, (2005). Acceptabilité et digestibilité des glands de chêne vert et chêne liège Thèse de Magistère en science agronomique I.N.A Alger.

Koehler P., & Wieser H. (2013). Chemistry of cereal proteins. In *Cereal Grains* (pp. 53-92). Woodhead Publishing.

Koumiche F., (2016). Effet de quelques traitements physiques sur la germination des glands et la croissance ultérieure des plants de chêne vert (*Quercus ilex*). Thèse de master en protection des forêts. Université de Tlemcen. 57 p.

L

Lepers S., Couignoux, S., Colombel J. F., & Dubucquoi S. (2004). La maladie cœliaque de l'adulte : aspects nouveaux. *La revue de médecine interne*, 25(1), 22-34.

Ludvigsson J. F., et al. (2013). The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut*, 62(1), 43-52.

M

Mahroug H., Benatallah L., Takács K., Bouab H., Zidoune M. N., et al. (2020). Impact of instant controlled pressure drop (DIC) treatment on chemical, functional and immunological properties of wheat gluten. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(2): 575-586.

Maire. (1926). *Caractérisation morphologique du chene vert.*

Malamut G Et Cellier C, (2010). *Maladie cœliaque. La revue de médecine interne*, 31 :428-433.

Mariotti M., et al. (2014). The role of gluten-free ingredients in the baking industry. *Journal of Cereal Science*, 60(2), 374-384.

Mearin M. L., Ivarsson A., & Gliwski C. (2007). Guidelines for screening coeliac disease. *Journal of pédiatrique gastroentérologie and nutrition*, 45(2), 195–206.

Medjmadj A., (2014). Biologie des chênes Algériens-thèse de magister, université Constantine. 179 p.

Melcion j.p. 2000. La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. INRA Prod.Anim.Paris.vol.13, n° 2:81-89.

Mouterde O, Menard G, Emond S, Segin R, Bolduc R, Boudreau A, Marcous D, Ben Hariz M Et Dumant C, (2008). Le nouveau visage de la maladie cœliaque. *Archives de pédiatrie*, 15 : 501-503.

Malamut G., Meresse B., Cellier C., Cerf-Bensussan N. (2009). La maladie cœliaque en 2009 : un futur sans régime ? *Gastroentérologie clinique et biologique*, 33(8-9) : 635-647.

Mouterde O., Dumant C., & Mallet E. (2013). Les manifestations de la maladie cœliaque chez l'enfant. *Pathologie Biologie*, 61(3), e53-e55-

Mouterde, O., Hariz, M. B., & Dumant, C. (2008). Le nouveau visage de la maladie cœliaque. *Archives de pédiatrie*, 15(5), 501-503.

N

Nixon K.C., (1993). Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names.*ann.for sci.*,50 :25-34.

O

Olives J. P. (2010). Quand doit-on introduire le gluten dans l'alimentation des nourrissons ? *Archives de pédiatrie*, 17 : 199-203.

P

Petrovie S., Obajie S., Tomie S., Kukie A, J, (2004). Investigation of kernel oils of *Quercus robur* and *Quercus cerris*. *Chem. Natural Comp.* 40: 420-422.

Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and Food Spoilage*. Springer.

Pouchot J., Despujol C., Malamut G., Ecosse E., Coste J. et al. (2014). Validation of a French version of the quality of life "Celiac Disease Questionnaire". *Plo S one*, 9(5), e96346.

Q

Quezel, P., & Santa, S. (1992). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CRNS. Paris, France.

R

Ramade F. (2012). Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Paris: DUNOD, P145.

Rampertab SD, Pooran N., Brar P., Singh P. et Green PH (2006). Tendances de la présentation de la maladie cœliaque. Le journal American de médecine, 119 (4), 355-e9.

Rewers M. (2005). Epidemiology of celiac disease: what is the prevalence, incidence, and progression of celiac disease? Gastroenterology, 128(4) : 47-51.

Russell T. (2012). Les guides nature Larousse arbre du monde. Londres, p167.

S

Saadoudi m, 2019. Caractérisation biochimique, conservation et essais d'élaboration des produits alimentaires à base du fruit de Zizyphus lotus L. Thèse de doctorat en sciences. Université Hadj Lakhdar Batna 01 (UHB1), Algérie, 140 p.

Sabaté J. M. (2017). Syndrome de l'intestin irritable. Actualités concernant les mécanismes et la prise en charge. Douleur et Analgésie, 30(4), 205-216.

Sadoun N., Arar, A., (2016). Essais d'élaboration de yaourts brassés à base de confiture de datte, de sirop de datte et de confiture de gland de chêne vert. Thèse de master. Université M'Hamed Bougera Boumerdes. 55 p.

Sarir R., (2016). Etude comparative de la croissance végétative et du développement de jeunes semis de trois espèces de chênes (chêne vert, chêne liège et chêne zéen) cultivés en pépinière. Thèse de master en protection des forêts. Université de Tlemcen. 59 p.

Shelley Case Dietitian, (2016). Gluten-Free Diet; The Definitive Resource guide, Fifth Edition. Friesen's Book Division (www.friesens.com) Canada, 2016, 350 pages.

Shewry P. R., Mifflin B. J., & Kasarda D. D. (1986). Seed storage proteins of economically important cereals. Advances in cereal science and technology, 8, 1-83.

Stern M, Paul J. C, Renate V, Conleth F, Frederik W, Enrique M, Thomas M, Riccardo T And Herbert W. (2001). Analysis and clinical effects of gluten in coeliac disease. European Journal of Gastroenterology & Hepatology 2001, 13,741-747.

T

Thurin J. M. et Briffault X. (2006). Distinction, limites et complémentarité des recherches d'efficacité potentielle et d'efficacité réelle : nouvelles perspectives pour la recherche en psychothérapie. L'Encéphale, 32(4), 402-412.

V

Villemur Moreau L. (2019). Lésions bucco-dentaires et maladie cœliaque de l'enfant : étude observationnelle cas-témoins (Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).

W

Witczak M. (2010). Gluten-free products: challenges and solutions. *Journal of Cereal Science*, 52(3), 441-450.

Z

Zegai A, Medouni H, (2013). Essais d'incorporation du gland de chêne vert (*Quercus ilex*. l), caroube (*Ceratonia siliqua*. l) et écorces d'orange dans l'aliment de poulet de chair en substitution partielle au maïs. Mémoire de Master II en Génie des Procédés, option de qualité et conservation des aliments

AFNOR. 1991. Contrôle de la qualité des produits alimentaires. Céréales et produits céréaliers. ISBN, 3ème édition, Paris, 360 p.

Association Française de Normalisation [AFNOR]. (1991). Dosage de l'azote selon Kjeldahl - Méthode de référence (Norme NF V03-050). Recueil des normes françaises .

Association Française des Intolérants au Gluten (2025) : <https://www.afdiag.fr/fr/>

Beyond Celiac: <https://www.beyondceliac.org/>.

Celiac Disease Foundation: <https://celiac.org/>.

Centre De Biologie Pathologie Génétique Médicale du Chru De Lille. (2015). Fiche pratique Sérologie de la maladie cœliaque.

Codex Alimentarius. (2008). Standard for Foods for Special Dietary Uses for Persons Intolerant to Gluten (CODEX STAN 118-1979, revised 2008). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et Organisation mondiale de la Santé (OMS).

Codex Stan 118-(1979) norme pour les aliments diététiques ou de régime destinés aux personnes souffrant d'une intolérance au gluten adoptée en 1979. Amendement : 1983 et 2015. Révision : 2008. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/fr/>

Décret exécutif n° 13-378 du 5 Moharram 1435 correspondant au 9 novembre 2013 fixant les conditions et les modalités relatives à l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, n° 58. (Référence essentielle pour le cadre algérien).

EFSA (European Food Safety Authority). (2009). Scientific Opinion on the risk posed by staphylococcal enterotoxins in foodstuffs. *EFSA Journal*, 7(12), 1439.

FDA (Food and Drug Administration). (2020). Bacteriological Analytical Manual (BAM). Chapter 4: *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria.

Fondation pour la maladie cœliaque: <https://celiac.org/>

Gluten-Free Living: <https://eat-gluten-free.celiac.org/gf-companies/gflmagazine/>

ISO 15213. (2003). Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing clostridia — Part 1: Colony count technique. International Organization for Standardization.

ISO 16649-2 (2001). Méthode horizontale pour le dénombrement des *Escherichia coli* β glucuronidase positive. Partie 2 : Technique de comptage des colonies à 44 °C au moyen de 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β -D-glucurona.

ISO 16649-2. (2001). Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* — Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide. International Organization for Standardization.

ISO 6888-1(2021) Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces) — Partie 1 : Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker.

ISO 6888-1. (1999). Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species) — Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium. International Organization for Standardization.

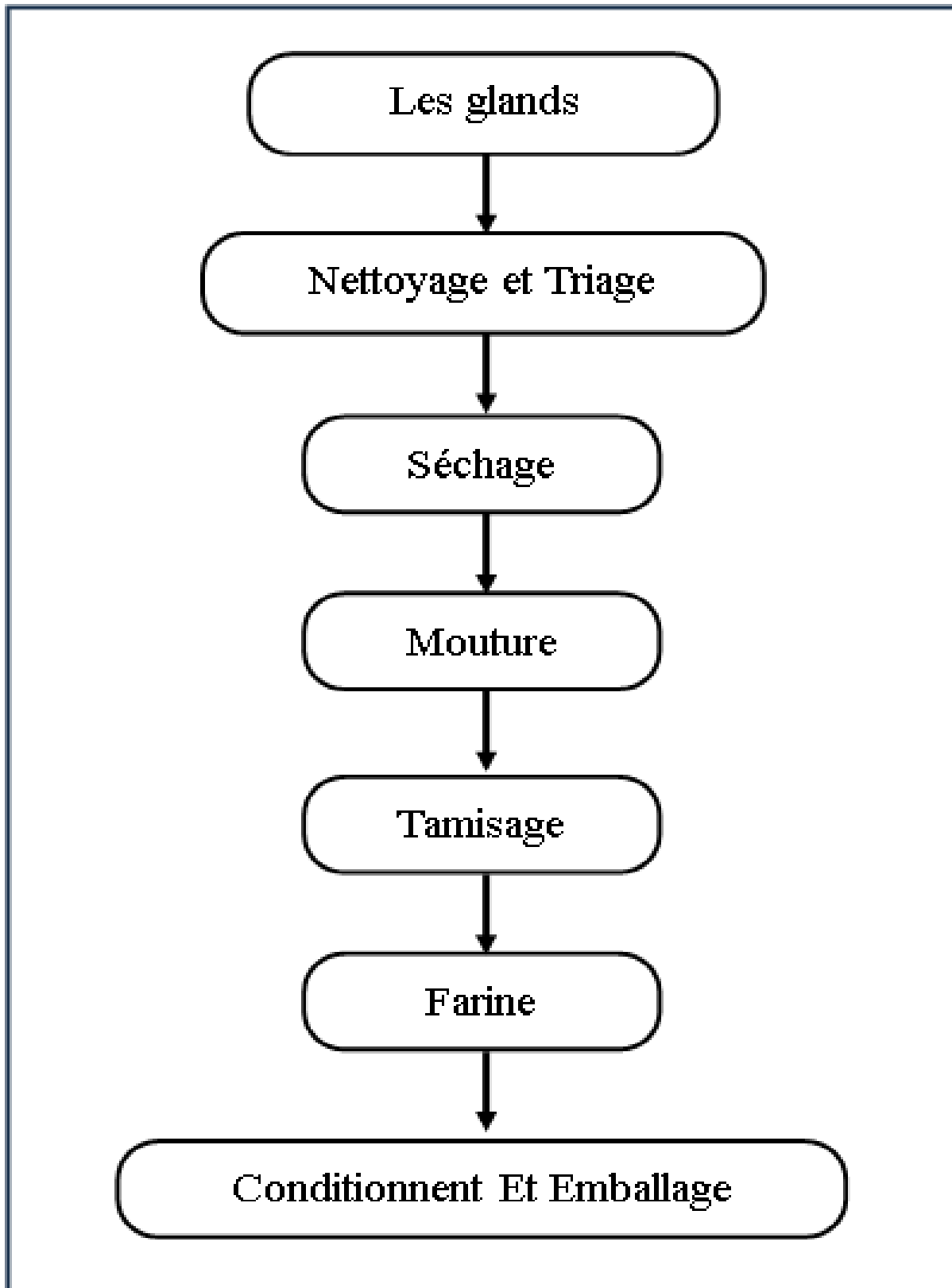
JORA (2017). Journal Officiel de la République Algérien N° 39 du 08 Chaoual 1438 correspondant au 02 juillet 2017.

Office National des Statistiques (ONS) / Office National des Céréales (ONDA) Algérie. (2018). Statistiques sur la consommation de céréales et produits dérivés en Algérie. (Ces données sont généralement disponibles via les rapports annuels des organismes nationaux).

Office National des Statistiques (ONS) / Office National des Céréales (ONDA) Algérie. (2023). Bilan des importations céréalières 2022. Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural, Algérie.

Annexes

ANNEXES



Annexe N°01 : Diagramme de fabrication de farine de glands de chêne



Annexe N°02 : Séchage des Glands de chene on étuve



Annexe N°03: Glands de chene apres le Séchage



Annexe N°04: Glands de chene apres sechage et épluchage



Annexe N°05: Glands de chene apres la mouture



Annexe N°06: Dosage de lipides ,glucides et proteines

Analyse	Appareillages	Réactifs
Taux d'humidité	<ul style="list-style-type: none"> • Etuve • Capsules en métal • Pince métallique • Bécher • Balance • Dessiccateur 	
Taux de gluten	<ul style="list-style-type: none"> • Récipient • Burette de 10ml • Spatule • Balance 	
Teneur en protéines	<ul style="list-style-type: none"> • Distillateur • Tubes • Agitateur • Pipette • Fiole conique • Burette • Erlenmeyer 	<ul style="list-style-type: none"> • Acide sulfurique à 95% • Catalyseurs (sulfate de potassium « K₂SO₄ » et l'oxyde mercureux) • Acide borique à 4% • Tashiro : Indicateur coloré de rouge méthyle et de vert de bromochrésol • La soude à 45% • Acide chlorhydrique à 0,1 N pour le titrage.
Teneur en glucides	<ul style="list-style-type: none"> • Burette • Agitateur + plaque chauffante • Erlenmeyer 	<ul style="list-style-type: none"> • Solution de Fehling A • Solution de Fehling B
Teneur en lipides	<ul style="list-style-type: none"> • Appareil d'extraction « SOHXLET » • Etuve • Papier filtre 	
Granulométrie	<ul style="list-style-type: none"> • Tamiseur • Balance 	
Analyse microbiologique	<ul style="list-style-type: none"> • Etuve • Bain de Marie • Râteaux • Boîtes de Petri • Tubes à essai • Flacons • Pipettes • Bec bannez • Agitateur • Compteurs de colonies • Milieux de culture 	

Annexe N°07 : Liste des matérielles de analyses physico- chimique et micro biologique

Paramètres	Humidité (%)	Cendres %	Gluten Humide (%)	Protéines (%)	Lipides (%)	Glucides (%)	Valeur énergétique (Kcal)
Résultats	10,55±0.3	2,33±0.6	0	3.8±0.5	5.2±0.42	69.3±0.11	339.92±0.05

Annexe N°08 : Résultats des analyses physico-chimiques de la farine des glands

Moyenne d' âge 35ans (15 femmes/ 10 hommes)	TEST DESCRIPTIVE DE FARINE												
	Couleur			Odeur			Gout			Texture		Aspect	
	Marron (naturelle)	Marron	Marron (fonce)	Normal	Parfumée	Puissante	Bon	Spéciale	Mauvais	Fine /Légère	Grossière/ Lourde	Acceptable	Inacceptable
	23	2	0	10	15	0	6	18	1	25	0	25	0
	TEST D'ACCEPTABILITÉ DE FARINE												
Très bon			Bon			Acceptable			Mauvais				
07			12			06			00				
Categories		Proportion		IC à 95 %		ME							
TEST DESCRIPTIVE DE FARINE													
Couleur													
Marron (naturel)		23/25 = 0,92		[0,81–1,0]		± 0,106							
Marron		2/25 = 0,08		[0,0–0,19]		± 0,106							
Marron foncé		0/25 = 0		[0–0,12]		± 0,074							
Odeur													
Normale		10/25 = 0,4		[0,21–0,59]		± 0,192							
Parfumée		15/25 = 0,6		[0,41–0,79]		± 0,192							
Puissante		0/25 = 0		[0–0,12]		± 0,074							
Gout													
Bon		6/25 = 0,24		[0,07–0,41]		± 0,167							
Spéciale		18/25 = 0,72		[0,54–0,90]		± 0,176							
Mauvais		1/25 = 0,04		[0–0,12]		± 0,077							
Texture													
Fine /Légère		25/25 = 1		[0,88–1,0]		± 0,074							
Grossière/ Lourde		0/25 = 0		[0–0,12]		± 0,074							
Aspect													
Acceptable		25/25 = 1		[0,88–1,0]		± 0,074							
Inacceptable		0/25 = 0		[0–0,12]		± 0,074							
TEST D'ACCEPTABILITÉ DE FARINE													
Très bon		7/25 = 0,28		[0,10–0,46]		± 0,176							
Bon		12/25 = 0,48		[0,28–0,68]		± 0,196							
Acceptable		6/25 = 0,24		[0,07–0,41]		± 0,167							
Mauvais		0/25 = 0		[0–0,12]		± 0,074							

Annexe N°09 : Résultats d'analyse sensorielle de farine de glands de chêne

Age :

Genre :

Fiche d'évaluation sensorielle de farine sans gluten

❖ *Veillez évaluer la farine après dégustation en cochant la case appropriée pour chaque attribut sensoriel :*

• *Couleur :*

Marron (naturelle) *Marron* *Marron (foncé)*

• *Odeur :*

Normal *Parfumée* *Puissante*

• *Gout :*

Bon *Spéciale* *Mauvais*

• *Texture :*

Fine / Légère *Grossière / Lourde*

• *Aspect :*

Acceptable *Inacceptable*

❖ *Comment trouvez-vous ce produit :*

Très bon *Bon*

Acceptable *Mauvais*

Annexe N°10 : Grille d'évaluation du test descriptive et d'acceptabilité de farine



Annexe N°11 : Recettes a base de farine de glands de chêne