



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Blida 1

Faculté des sciences et de la nature

Département des Sciences alimentaires

Mémoire De Fin D'études

En vue de l'obtention du diplôme master académique
Option : Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Thème

Contribution à l'amélioration de la qualité nutritionnelle d'un biscuit
par utilisation d'une farine de Glands en substitut de la farine de blé
tendre

Présenté par :

BOUKERT Nour El Houda

LIZLI Mohamed Chakib

Devant le jury

M^{me} AOUES Karima

MCA

USDB

Présidente

M^{me} RABZANI Ferial

MCB

USDB

Examinatrice

M^{me} FERNANE Samia

MAA

USDB

Promotrice

Année universitaire : 2021 /2022

Remerciements

On tient à remercier en premier lieu ALLAH, le tout puissant de nous donner le courage, la santé et la patience pour achever ce travail « ELHAMDOU - LILLAH ».

*Nous remercions nos **chers parents** qui nous ont aidés à être ce que nous sommes aujourd'hui. On remercie leur dévouement, d'avoir consacré leur temps et leur présence constante au cours de toutes ces années. On vous aime ...*

*On exprime nos vifs remerciements à **M^{me}FERNANE. S**, qui nous a fait l'honneur d'être notre promotrice. Nous la remercions profondément par son encouragement contenu et aussi d'être toujours là, pour nous écouter, nous aider et nous guider à retrouver le bon chemin par ces précieux conseils. On la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous tenons d'autre part à remercier **les membres du jury : Dr Aoues Karima**, qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence du jury ainsi que **Dr Rebzani** qui a cordialement accepté de juger ce travail en tant qu'examinatrice., pour bien vouloir nous accorder leur temps précieux, pour commenter, discuter et juger notre travail.*

*Nous présentons nos sincères remerciement à **M^{me}Naouel & M'Hakim**, les responsables du laboratoire physico-chimique chez **BIMO** pour son aide pratique, sa gentillesse, sa compréhension, ses soutiens moraux et ses encouragements tout au long de notre période de stage. Grace à eux nos trois mois passés au niveau de l'entreprise étaient plaisants et intéressants.*

*Nous remerciment vont également à **M'Tafahi Djamel, M'Sebzi Abderrahmane** responsable de laboratoire microbiologique de la **Wilaya de Blida**, pour leur aide et leur soutien pendant la durée de stage.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous **nos enseignants** de la spécialité sécurité alimentaire & assurance qualité, pour leur générosité et la grande patience malgré leur charge académiques et professionnelles.*

BOUKERT NOUR ^{EL} HOUDA

LIZLI ^{MED} CHAKIB

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A la personne devant laquelle pour elle tous les mots de l'univers sont incapables d'exprimer mon amour, à ma douce « mère Nassima » & à mon cher « père Zoubir ». Pour l'amour qu'ils m'apportent, leur soutien, leurs efforts, et leurs encouragements.

« Je vous aime »

A mes frères : « Saleh Eddine » et « Hamza ».

A mon grand-père « Maamer » & ma grande mère « Nadjia » et « Hanifa » que dieu les protège.

A mes cousins et cousines : « Abd^{el} Hadi, Yacine, Ayoub, Mustapha, Amine, Marwen, Azzedine, Wissem, Amina, Imene, Leila, Khadidja et Medina ».

A mes tantes et mes oncles : « Siham, Souad, Baya, Hayat, Isma, Zhor » et mon oncle « Riyad & sa femme Amina », « Smail & sa femme Ferial » et « Omar & sa femme Hinda ».

A l'ami de mon père « Mouloud » qui m'a toujours encouragé, ainsi que mes amis « Sirine, Nabila, Achouak, Amel, Ferial ».

A mon cher ami et binôme de travail : « Chakib ».

A tous mes enseignants et aussi notre promotrice « Mme FERNANE Samia ».

A toutes la promotion de Master 2 : « sécurité alimentaire & assurance qualité ».

NOUR^{EL} HOUDA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*À l'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect : « **mon cher père Rachid** ».*

*A celle qui m'a donnée la vie, la tendresse et le courage pour réussir, tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte : « **ma chère mère Nadjah** ».*

*« **Que dieu protégez-les pour nous et procure bonne santé et longue vie** ».*

*A celle qui n'a jamais cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études : « **ma chère sœur Widad** » et aussi à mes chers frères : « **Rafik & Abd el Hakim** ».
A mes deux défunts grands-pères que **DIEU** les garde dans son vaste paradis : « **Lizli Mohamed** » et « **Kouaouci rachid** ».*

A mes chers cousins et cousines qui m'ont toujours apporté la joie et la bonne humeur.

*A celles qui m'ont donnée confiance en moi et qui m'ont toujours poussée vers le haut : mes chères tantes : « **Hasna, Mina et Nissa** ».*

*A mes chers oncles : « **Hamid, Fouad, et Smail** ».*

*A tous mes chers amis : **Racha, Leila, Wafa, Yasmine, Abdou, Latif, Taki, Oussama, Fodil, Rachid** et **Anis** qui m'ont toujours soutenu.*

*A mon cher ami **Hakim** qui m'a aidé et encadré tout au long de ma période de stage.*

*A ma chère amie et binôme de travail : « **Nour el Houda** ».*

M^{ED} CHAKIB

Résumé

Cette étude a eu pour objectif d'améliorer la qualité nutritionnelle de la farine biscuitière en substitut de la farine de blé tendre, par un essai de fabrication de Cookies à base de farine enrichie en gland à différents pourcentages, à savoir 10, 20 et 50%.

Les analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées ont montré que les matières premières sont de bonne qualité. L'apport du gland à la farine a permis de neutraliser son pH (6,45 pour la farine à 50% de gland), de faire abaisser sa teneur en eau (13,09% farine à 20%), et d'augmenter son taux de cendres (2,5 % à 50% de glands), ainsi que l'augmentation en protéines (9,5% à 50% de glands). Une diminution dans la teneur en glucides a été notée (32,12% à 50% de glands), comparativement à la farine témoin (66,08%).

Les résultats ont aussi permis de constater une amélioration de la valeur nutritionnelle des biscuits par addition de farine de gland avec un taux élevé en polyphénols (198,5-215,5 mg EAG/100g), ainsi qu'une diminution de la teneur en eau (3,09%). Dans l'ensemble, la farine à 50 % de gland et les biscuits qui en découlent, ont donné les meilleures caractéristiques. Toutefois, on note que l'enrichissement en gland affecte leurs propriétés organoleptiques (couleur, odeur, forme et goût), mais elles restent comparables aux normes recommandées par le CODEX STAN, 289-1995. Le test organoleptique réalisé a révélé que les biscuits élaborés ont été bien appréciés par les dégustateurs, notamment à 50% de glands. La bonne qualité hygiénique de ces biscuits a été de plus constatée.

Mots clé : Biscuit, glands, cookies, qualité nutritionnelle, farine de blé, farine de glands.

Abstract

The objective of this study was to improve the nutritional quality of biscuit flour as a substitute for soft wheat flour, through a trial of the manufacture of Cookies based on flour enriched with acorns at different percentages, namely 10, 20 and 50 %.

The physicochemical and microbiological analyzes carried out have shown that the raw materials are of good quality. Adding acorn to flour neutralized its pH (6.45 for 50% acorn flour), lowered its water content (13.09% 20% flour), and increased its ash content (2.5% to 50% acorns), as well as the increase in protein (9.5% to 50% acorns). A decrease in carbohydrate content was noted (32.12% at 50% acorns), compared to the control flour (66.08%).

The results also revealed an improvement in the nutritional value of the biscuits by adding acorn flour with a high polyphenol content (198.5-215.5 mg EAG/100g), as well as a reduction in the content of water (3.09%). Overall, the 50% acorn flour, and the cookies made from it, gave the best characteristics. However, it is noted that acorn enrichment affects their organoleptic properties (color, smell, shape and taste), but they remain comparable to the standards recommended by CODEX STAN, 289-1995. The organoleptic test carried out revealed that the elaborate biscuits were well appreciated by the tasters, in particular at 50% acorns. The good hygienic quality of these biscuits has also been observed.

Key words: Biscuit, acorn, cookies, nutritional quality, wheat flour, acorn flour.

ملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو تحسين الجودة الغذائية لدقيق البسكويت كبديل لدقيق القمح الطري، من خلال تجربة تصنيع ملفات تعريف الارتباط على أساس الدقيق المخصب بالجوز بنسب مختلفة، وهي 10 و20 و50%. أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية التي أجريت أن المواد الخام ذات نوعية جيدة. أدت إضافة البلوط إلى الدقيق إلى تحييد الأس الهيدروجيني (6.45 لـ 50% من دقيق البلوط)، وخفض محتوى الماء (13.09% و20% دقيق)، وزيادة محتوى الرماد (2.5% إلى 50% جوز)، بالإضافة إلى زيادة البروتين (9.5% إلى 50% جوز). لوحظ انخفاض في محتوى الكربوهيدرات (32.12% في 50% بلوط)، مقارنة بالدقيق الضابط (66.08%). أظهرت النتائج أيضًا تحسُّنًا في القيمة الغذائية للبسكويت بإضافة دقيق بلوط مع نسبة عالية من البوليفينول (198.5-215.5) مجم EAG / 100 جم، وكذلك انخفاض في محتوى الماء (3.09%). بشكل عام، أعطى دقيق البلوط بنسبة 50% والبسكويت المصنوع منه أفضل الخصائص. ومع ذلك، يُلاحظ أن إثراء البلوط يؤثر على خصائصها الحسية (اللون والرائحة والشكل والطعم)، لكنها تظل قابلة للمقارنة مع المعايير التي أوصت بها CODEX STAN ، 1995-289. أظهر الاختبار الحسي الذي تم إجراؤه أن البسكويت المتقن كان موضع تقدير جيد من قبل المتذوقين، لا سيما بنسبة 50% من الجوز. كما تمت ملاحظة الجودة الصحية الجيدة لهذا البسكويت.

الكلمات المفتاحية: البسكويت، البلوط، البسكويت، الجودة الغذائية، دقيق القمح، دقيق البلوط.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I : LA QUALITE

1. GÉNÉRALITÉS SUR LA QUALITÉ	3
1.1 DÉFINITION	3
1.2. LES FORMES DE QUALITÉ	3
1.2.1. LA QUALITÉ EXTERNE	3
1.2.2. LA QUALITE INTERNE	3
1.3. LE BUT DE LA QUALITÉ	4
2. QUALITÉ DES BISCUITS	4
2.1 DÉFINITION DU BISCUIT	4
2.2. CLASSIFICATION DES BISCUITS	4
2.3. LES INGRÉDIENTS UTILISÉS DANS LA FABRICATION DES BISCUITS	5
2.3.1. LA FARINE	5
2.3.2. L'EAU	5
2.3.3. LE SUCRE	5
2.3.4. LA MATIÈRE GRASSE	5
2.4. LES INGRÉDIENTS FACULTATIFS DU BISCUIT	6
2.4.1. LE SEL	6
2.4.2. LE LAIT	6
2.4.3. LES ŒUFS	6
2.4.4. LES AROMATISANTS	6
2.4.5. LES AMELIORANTS	6
2.5. SUBSTANCES LEVANTES	7
2.5.1. DEXTROSE	7
2.5.2. BICARBONATE DE SODIUM (NAHCO3)	7
2.5.3. BICARBONATE D'AMMONIUM (NH4HCO3)	7
2.5.4. PYROPHOSPHATE	7
3. LES BISCUITS ET LEUR QUALITÉ	8
3.1. LA QUALITÉ HYGIÉNIQUE	8
3.2. LA QUALITÉ NUTRITIONNELLE	8
3.3. LA QUALITÉ ORGANOLEPTIQUE	9
4. LES ETAPES DE FABRICATION DES BISCUITS	9
4.1. LE MIXAGE	10
4.2. LE PÉTRISSAGE	10
4.3. LA FERMENTATION	11
4.4. LE LAMINAGE	11
4.5. LE DÉCOUPAGE (MOULAGE)	12
4.6. LA CUISSON	12
4.7. LE REFROIDISSEMENT DE BISCUIT	12
4.8. LE CONDITIONNEMENT DES BISCUITS	13

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

<u>I. GÉNÉRALITÉS SUR LES GLANDS</u>	14
1.1. GÉNÉRALITÉS	14
1.2. LES GLANDS	14
1.3. HISTORIQUE	14
1.4. CLASSIFICATION BOTANIQUE DU CHÊNE	15
1.5. RÉPARTITION GÉOLOGIQUE	16
1.5.1. LE CHENE VERT (QUERCUS ILEX L.)	17
1.5.2. LE CHENE LIEGE (QUERCUS SUBERT. L.)	18
1.5.3. LE CHENE KERMES (QUERCUS COCCIFERA L.)	18
1.6. CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES DU GLAND	19
1.7. COMPOSITION CHIMIQUE DU FRUIT	20
1.8. LA CONSERVATION DES GLANDS	20
1.9. ETAT PHYTOSANITAIRE	21
1.10. CONDITIONS DE STOCKAGE	21
<u>2. PRÉPARATION DE LA FARINE DU GLAND</u>	22
2.1. LA RÉCOLTE	22
2.2. LE TRI DES GLANDS	23
2.3. PRÉPARATION DES GLANDS	24
2.4. SÉCHAGE	24
2.5. EXTRACTION DE LA FARINE.....	25
<u>3. CARACTÉRISATION DE LA FARINE DE GLAND</u>	25
<u>4. COMPOSITION PHYTOCHIMIQUE DE LA FARINE DE GLAND</u>	26
<u>1. GÉNÉRALITÉS SUR LE BLÉ</u>	27
<u>2. STRUCTURE DU GRAIN DE BLÉ</u>	27
<u>3. COMPOSITION BIOCHIMIQUE DU GRAIN DE BLÉ</u>	28
<u>4. TRANSFORMATION DU BLÉ TENDRE</u>	29
4.2. NETTOYAGE DES BLÉS.....	29
4.3. LE CONDITIONNEMENT	29
4.4. LA MOUTURE.....	30

MATERIEL ET METHODES

<u>1. MATÉRIEL ET MÉTHODES</u>	32
---	-----------

1.1.	OBJECTIF	32
1.2.	LIEU DE STAGE	32
2.	<u>MATÉRIEL</u>	32
2.1.	MATÉRIEL BIOLOGIQUE :	32
2.2.	MATÉRIEL NON BIOLOGIQUE :	32
3.	<u>MÉTHODES</u>	32
3.1.	ECHANTILLONNAGE	32
3.2.	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	34
3.2.1.	DÉTERMINATION DU PH (NF : V01-013).....	34
3.2.2.	DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU (NA 11 32- 1991)	35
3.2.3.	DÉTERMINATION DES PROTÉINES (NA 11 58 – 1990).....	36
3.2.4.	DETERMINATION DU TAUX DE CENDRES (NA 733 – 1991)	37
3.2.5.	DETERMINATION DE L'ACIDITE GRASSE (NA ISO 7303)	37
3.2.6.	LA TENEUR EN LIPIDES TOTAUX.....	39
3.2.8.	DETERMINATION DE L'ACIDITE TITRABLE DE LA POUDRE DU LAIT (AFNOR : V04, 206)....	40
3.2.9.	DETERMINATION DE TAUX DE GLUTEN (NA021415-3).....	41
3.2.10.	DOSAGE DES POLYPHENOLS	42
3.4.	ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DE LA FARINE	43
3.4.1.	PREPARATION DE LA SOLUTION MERE ET DES DILUTIONS DECIMALES	44
3.4.2.	RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES COLIFORMES <i>ESCHERICHIA COLI</i> (NF V08-017)	45
3.4.3.	RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES LEVURES ET MOISSURES (ISO 21528-2).....	47
3.4.4.	RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES CLOSTRIDIUM SULFITO –REDUCTEUR (NFT 90-415)	48
3.4.5.	RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES <i>STAPHYLOCOQUES AUREUS</i> (NF V08-057-1,1994)	49
3.4.6.	RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES <i>BACILLUS CEREUS</i> (ISO 7932).....	49
4.	<u>PRÉPARATION DES COOKIES</u>	50
4.1.	PRÉSENTATION DU PRODUIT FABRIQUÉ	50
4.2.	ESSAI DE FABRICATION DES BISCUITS COOKIES	50
4.3.	ÉTAPES DE LA FABRICATION DU BISCUIT	51
5.	<u>ANALYSE DES BISCUITS</u>	53
5.1.	ECHANTILLONNAGE	53
5.2.	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES BISCUITS	53
5.3.	ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES BISCUITS	54
5.3.1.	RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES G.A.M.T (GERMES AEROBIES MESOPHILES TOTAUX A 30°C) ISO 4833.....	54
5.3.2.	RECHERCHE DE <i>SALMONELLA</i> (NF 086-052)	55
5.3.3.	RECHERCHE DES <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> , LEVURES ET MOISSURES	55
5.4.	ANALYSES ORGANOLEPTIQUES DES BISCUITS	56

RESULTAT ET DISCUSSION

1. RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES MATIÈRES PREMIÈRES .57

1.1. RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA FARINE DE GLANDS.....	57
1.2. RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA FARINE DE BLÉ (FARINE TÉMOIN) ..	58
1.3. RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA POUDRE DE LAIT	63
1.4. RÉSULTAT DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES DIFFÉRENTES FARINES ENRICHIES EN GLAND	64
1.4.1. PH	64
1.4.2. TENEUR EN EAU	65
1.4.3. TAUX DE CENDRES	66
1.4.4. TENEUR EN PROTEINES.....	67
1.4.5. TENEUR EN GLUCIDES	68
1.5. RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU BISCUIT ÉLABORÉ (COOKIES).....	69
1.5.1. PH ET TENEUR EN EAU	69
1.5.2. TENEUR EN POLYPHENOLS.....	70
1.6. RÉSULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES.....	70
1.6.1. RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES FARINES	70
1.6.2. RESULTATS MICROBIOLOGIQUES DU BISCUIT.....	72
1.6.3. RESULTATS DE L'ÉVALUATION SENSORIELLE DES BISCUITS PREPARES	72

CONCLUSION

<u>CONCLUSION</u>	<u>78</u>
<u>Références bibliographiques.....</u>	<u>79</u>
<u>Annexes</u>	<u>.....</u>

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
---------------	--------------	-------------

Tableau 1	Composition nutritive du gland en pourcentage.	20
Tableau 2	Caractérisation biochimique et rhéologique de la farine de gland	27
Tableau 3	Teneur en flavonoïdes totales, polyphénols totaux, tannins condensés et activité antioxydant DPPH de l'extrait du gland.	27
Tableau 4	Composition biochimique du grain de blé tendre.	29
Tableau 6	Les quantités des ingrédients pour la fabrication des biscuits.	52
Tableau 7	Les étapes de fabrication des cookies.	54
Tableau 8	Les résultats des analyses physico-chimique de la farine gland.	58
Tableau 9	Résultats des analyses physicochimiques de la farine de blé tendre.	59
Tableau 10	Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.	65
Tableau 11	Résultats du pH da la farine témoin et de celle enrichie à différents taux de gland.	66
Tableau 12	Résultats de la teneur en eau de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.	67
Tableau 13	Résultats du taux de cendres de la farine témoin et des farines à différents taux d'incorporation de gland.	68
Tableau 14	Résultats du dosage des protéines de la farine témoin et des farines à différents taux d'incorporation de gland.	69
Tableau 15	Résultats du dosage des glucides de la farine témoin et des farines à différents taux d'incorporation de gland.	69
Tableau 16	Résultats des analyses physico-chimiques du biscuit témoin et des biscuits préparés à différents taux du gland.	70
Tableau 17	Résultats du contrôle microbiologique effectué sur les différentes farines	72
Tableau 18	Résultats des analyses microbiologiques du biscuit.	73
Tableau 19	Résultats de l'analyse sensorielle des cookies préparés	74

Tableau 20	Résultats des Moyennes de préférence des biscuits selon les caractéristiques organoleptiques.	75
-------------------	---	-----------

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
---------------	--------------	-------------

Figure 1	La Réaction de Maillard.	09
Figure 2	Organigramme des étapes de fabrication des biscuits.	09
Figure 3	Action de pétrissage sur la réorientation des protéines du gluten.	10
Figure 4	Évolution de la taille et de la forme des cellules gazeuses dans Une pâte au cours de la fermentation.	11
Figure 5	Arbre des Glands.	15
Figure 6	Le chêne vert, <i>Quercus ilex</i>	16
Figure 7	Le chêne liège <i>Quercus suber</i>	16
Figure 8	Aire du genre <i>Quercus</i> (chênes) dans le monde	17
Figure 9	Aire de la répartition du chêne vert en Algérie	18
Figure 10	Distribution du chêne liège dans le monde	18
Figure 11	Le chêne Kermès (<i>Quercus coccifera L</i>)	19
Figure 12	Coupe longitudinale dans un gland de chêne	20
Figure 13	Etat phytosanitaire du gland (insectes, champignons)	22
Figure 14	Récolte d'automne des graines	23
Figure 15	Tri des glands de bonne qualité au cours de la récolte	24
Figure 16	Séchage long au coin du soleil	25
Figure 17	Farine des glands	25
Figure 18	Schéma d'un grain de blé en coupe longitudinale	29
Figure 19	La matière première farine de blé tendre	34
Figure 20	La matière première la farine de gland	34

Figure 21	Schéma de préparation des dilutions décimales	45
Figure 22	Caractéristiques des Coliformes thermo tolérants	48
Figure 23	L'ensemencer dans le milieu urée indole	48
Figure 24	L'incubation au milieu pendant 18-24h à 37°C	48
Figure 25	Lecture de l'indole et l'ajoute du Kovaks	48
Figure 26	Préparation de la gélose Saburraud dans les boites pétris	49
Figure 27	Incuber des boites à 22°C pendant 5 jours	49
Figure 28	Diagramme de fabrication du biscuit	53
Figure 29	Les résultats des différents critères évalués de la farine de gland	59
Figure 30	Comparaison des différents critères physico-chimiques de la farine de blé tendre et de glands.	61
Figure 31	Comparaison des différents critères biochimiques évalués de la farine de blé tendre et du gland.	62
Figure 32	Comparaison du gluten de la farine témoin à celle et de la farine du gland	63
Figure 33	Teneur en polyphénols de la farine du blé tendre et de la farine du gland	64
Figure 34	Résultats des différents critères évalués de la poudre de lait	65
Figure 35	Résultats du pH de la farine témoin et des farines à différents taux de gland	66
Figure 36	Résultats de la teneur en eau de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.	67
Figure 37	Résultats du taux des cendres de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.	68
Figure 38	Résultats de la teneur en protéines de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.	69
Figure 39	Résultats de la teneur en Glucides de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.	70
Figure 40	Résultats de la teneur en polyphénols du biscuit à 50% de	71

	glands en comparaison avec le biscuit témoin	
Figure 41	Evaluation de la forme des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.	74
Figure 42	Evaluation de la couleur des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.	75
Figure 43	Evaluation de l'odeur des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.	76
Figure 44	Evaluation du goût des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.	76

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE N° I

- **Présentation de l'unité BIMO**

ANNEXE N° II

1. Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques
2. Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques
3. Photographies originales du matériel utilisé pour les analyses physicochimiques et microbiologiques

Figure 1 : pH mètre

Figure 2 : Humidimètre

Figure 3 : Four à moufle

Figure 4 : Balance analytique

Figure 5 : Boite à pétri

Figure 6 : Etuve à 37 °C

Figure 7 : Humidimètre halogène

Figure 8 : Pétrin KENWOOD

Figure 9 : Minéralisateur (Kjeldahl)

Figure 10 : Four

Figure 11 : Solution mère des farines

Figure 12 : Eau physiologique

ANNEXE N° III

- **Fiche de dégustation**

Annexe N° IV

- **Composition des milieux de cultures**

Figure 13 : Préparation des plans de travail pour les analyses microbiologiques

Figure 14 : Préparation des dilutions décimales

Figure 15 : Plan microbiologique pour le dénombrement des micro-organismes

Figure 16 : Lecture des bactéries recherchées

Figure 17 : Portoir avec tube à vis

ANNEXE N° V

- **Etapas de fabrication des Cookies**

Figure 18 : Photographie de crémage des ingrédients.

Figure 19 : Photographie de la pâte obtenue après le pétrissage

Figure 20 : Photographie des cookies façonnés manuellement.

Figure 21 : Entrée des Cookies au four à l'aide d'un tapis

Figure 22 : Photographie du refroidissement des cookies à l'aide des ventilateurs.

- **Des photographies du test de dégustation**

ANNEXE N° VI

Figure 23 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour définir la concentration du composant phénolique.

Figure 24 : Schéma du montage de l'appareil de SOHXLET.

LISTE DES ABREVIATIONS

m : Mètre.

mm : Millimètre.

Cm : Centimètre.

mg : Milligramme.

ml : Millilitre.
H : Heure.
Min : Minute.
Sec : Second.
µl : Microlitre.
Kcal/ g : Kilocalorie par gramme.
PH : Potentiel d'hydrogène.
°T : température
°C : Degré Celsius.
°D : Degré Dornic.
°Brix : Degrés de Brix.
% : pourcentage.
MG : Matière grasse.
GS : Gluten sec.
GH : Gluten humide
MS : Matière sèche
V : Volume.
T : Témoin.
PCA : Plat Count Agar.
Na : Sodium.
NA : Norme algérienne.

NF : Norme française
VF : Viande-foie.
VRBL : Violet -Rouge neutre-Bille
Lactose.
VRBG : Violet-Rouge neutre-Bille
Glucose.
OGA : Oxytétracycline Gélose Agar
TSE : Tryptone Sel Eau.
GAMT : Germe Aérobie mésophile
Totaux.
NaOH : Hydroxyde de sodium.
ISO : International Organisation for
Standardisation.
JORA : Journal Officiel de la
République Algérienne.
AFNOR : Association Française de
Normalisation.
AOAC: Association of Analytical
Communities
BIMO : Biscuiterie moderne.
DPPH : 2,2 diphényle-1-picrylhydrazyl

Abréviations spécifiques à la recherche

FB : farine du blé tendre.
FG : farine du gland.
BG 10% : biscuit de gland incorporé à 10%.
BG 20% : biscuit de gland incorporé à 20%.
BG 50% : biscuit de gland incorporé à 50%.
BT : biscuit Témoin.

Partie
Bibliographique

INTRODUCTION

Introduction

Les aliments à base de blé sont considérés comme la principale nourriture des humains, ils constituent en fait une importante source énergétique et protéique certaine. A nos jours, la fabrication des produits céréaliers : les pains, biscuits, et autres, à base de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) est très répandue dans l'industrie agroalimentaire (**Zarroug-Wederni, 2015**). Néanmoins d'autres matières premières pourront être employées dans ce genre d'industrie dans le but d'améliorer leur qualité nutritive, parmi ces matières, on cite l'exemple d'une espèce végétale : le gland.

En effet, les glands et les fruits du chêne, ont été utilisés pendant des siècles à des fins comestibles comme aliment de base cueillis sur des arbres sauvages et moulus en farine (**Hoeche et al., 2014**). Les glands étaient utilisés pour la production du café, des pains, des biscuits et des plats traditionnels tels que le pain "*ispeli*" en Italie et en Espagne (**Pinna, 2013**).

A cet égard, le chêne vert (*Quercus ilex*) et le chêne liège (*Quercus suber L.*), appartiennent aux espèces d'arbres situées au bassin méditerranéen, ils occupent en Algérie une superficie non négligeable estimée respectivement à environ 354000 et 643000 ha (**Barbero et Loisel, 1980 ; Salazar, 1988**). À l'est du pays, le chêne liège couvre de grands massifs continus depuis la Kabylie jusqu'à la frontière tunisienne, alors qu'à l'ouest il ne constitue que des peuplements épars (**Letreuch-Belarouci, 1991**).

Les glands sont des ressources nutritionnelles hautement énergétique fondamentale et constituent une ressource économique non négligeable. En périodes de pénurie, les glands étaient considérés comme l'aliment des pauvres. Ils ont été par la suite abandonnés lorsque les conditions économiques se sont améliorées. Ainsi, l'utilisation des glands dans l'alimentation humaine a pratiquement disparu après la seconde guerre mondiale, et ces fruits sont aujourd'hui peu utilisés pour l'alimentation des humains et des animaux (**Pignone and Laghetti, 2010**).

Une prise de conscience accrue des propriétés nutritionnelles des fruits secs dont : les glands, a été notée ces dernières années, du fait que les glands sont riches en minéraux (calcium, fer, magnésium, potassium, phosphore) et en vitamines, notamment A et E (**Li et al., 2015**), ainsi qu'en lipides, avec une bonne teneur en acides gras insaturés. Ajoutées à cela, les études récentes rapportent que les glands sont riches en potentiel phytochimique

INTRODUCTION

principalement émis par des composés phénoliques, et des activités biologiques intéressantes (Vinha et al., 2016) telles que l'effet anti-inflammatoire et antiasthmatique (Moon et al., 2013), avec un rôle important dans la prévention de l'obésité, de la démence et des maladies du foie (Kang et al., 2004, Lee et al., 2005).

De ce fait, une « nouvelle ère » va commencer avec l'utilisation des glands par leur réintégration dans l'alimentation humaine (Vinha et al., 2016). Ainsi, l'extraction de la fraction lipidique a été l'une des alternatives les plus proposées, compte tenu du niveau remarquable observé dans l'huile du gland, en antioxydants dont les tocophérols, les caroténoïdes et les composés phénoliques (Vinha et al., 2016).

De plus, en raison de l'absence totale du gluten, la farine de gland pourrait être proposée comme un nouvel ingrédient pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque. Les chercheurs ont suggéré que la maladie cœliaque pouvant être traitée en évitant l'ingestion de gluten dans les aliments (Rai et al., 2011), du fait que ces personnes sont incapables de consommer certains produits comme les pains, les biscuits et autres produits alimentaires à base de farine de blé.

Dans ce contexte, ce travail a été conduit dans le but d'élaborer un biscuit de type « Cookies » à base de farine enrichie en gland, en substitut à la farine de blé tendre, et ceci dans l'intention d'améliorer la qualité nutritionnelle et organoleptique de ces biscuits largement consommés et appréciés par les gens.

De ce fait, l'étude a été divisée en deux parties :

✚ La première partie : comportant une synthèse bibliographique avec deux chapitres sur la notion de la qualité, les biscuits et la farine de gland et du blé tendre.

✚ La deuxième partie : comportant une étude expérimentale avec deux chapitres, Matériel et méthodes et Résultats discussion.

✚ Le tout clôturé par une conclusion et des perspectives

CHAPITRE I: LA QUALITE

1. Généralités sur la Qualité

1.1 Définition

De nos jours, La notion « qualité » est utilisée dans tous les secteurs, les entreprises qui fonctionnent bien et cherchent en permanence à atteindre le niveau de qualité correspondant à l'attente du client. Plusieurs définitions ont été formulées pour le concept, nous avons retenu les trois notions suivantes :

L'association française de normalisation (AFNOR) définit la qualité comme : « L'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins des utilisateurs ».

Selon L'organisation internationale de normalisation (ISO) : « c'est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit, processus ou service qui lui confèrent son aptitude à satisfaire les besoins exprimés ou implicites ».

D'après James Teboul « c'est d'abord la conformité aux spécifications et c'est aussi la réponse ajustée à l'utilisation recherchée, au moment de l'achat et à long terme ».

1.2. Les formes de qualité

1.2.1. La qualité externe

Correspond à la satisfaction des clients. Il s'agit de fournir des produits ou services conformes aux attentes des clients afin de les fidéliser et ainsi accroître sa part de marché. Les bénéficiaires de la qualité externe sont les clients d'une entreprise et ses partenaires extérieurs (**Anonyme 1**).

1.2.2. La qualité interne

Correspond à la maîtrise et l'amélioration du fonctionnement de l'entreprise. L'objet de la qualité interne est de mettre en œuvre des moyens permettant de décrire au mieux l'organisation, de repérer et de limiter les dysfonctionnements. Les bénéficiaires en sont : la direction, le personnel de l'entreprise, les actionnaires ... et bien entendu les clients (**Anonyme 1**).

CHAPITRE I: LA QUALITE

1.3. Le But de la qualité

D'après (**Anonyme 1**), le but est de :

- Mieux servir les clients en leur offrant ce qu'ils désirent. Ce qui implique une identification précise des clients et au l'écoute attentive de leurs besoins, ce qui permet de leur donner confiance et satisfaction.
- Accroître l'intérêt du personnel pour son travail par : la responsabilité, et le renforcement de l'esprit du groupe.
- Impliquer la direction, ce qui permet d'accroître la rentabilité de l'entreprise, faire évoluer le management et d'améliorer l'image de marque de l'entreprise.
- La qualité joue un rôle essentiel utilisée par l'entreprise comme un outil de marketing pour montrer que ses produits sont bons, et plus encore, meilleurs que ceux de ses concurrents.

2. Qualité des biscuits

2.1 Définition du biscuit

L'origine du mot biscuit est "Bis-Cuit", qui signifie subir une double cuisson. En effet, ce procédé exige que les pâtons soient d'abord cuits comme le pain, puis placés dans les compartiments au-dessus du four pour réduire leur teneur en humidité.

C'est un aliment à base de farine alimentaire, des matières grasses, matière sucrantes et d'autres ingrédients. La composition des biscuits varié énormément selon leur type (**Armand et Germain, 1992 ; Cheblaoui et Yahiatene, 2016**).

2.2. Classification des biscuits

D'après Soulef (2010), une classification peut être envisagée en fonction de la consistance de la pâte du biscuit avant cuisson :

- Les pâtes dures ou semi-dures donnant naissance au type de biscuits secs : casse-croûte...
- Les pâtes molles qui s'adressent aux pâtisseries industrielles, telles que les génoises, madeleines et les macarons. La particularité de ces biscuits est leur richesse en œufs et en matières grasses.
- Les pâtes qui ont une forte teneur en lait ou en eau et contiennent peu de matières grasses. Ce sont les pâtes à gaufrette.

CHAPITRE I: LA QUALITE

2.3. Les ingrédients utilisés dans la fabrication des biscuits

2.3.1. La farine

La farine de blé tendre est l'ingrédient principal de la majorité des biscuits. L'utilisation très répandue de la farine dans la préparation de la pâte des biscuits est liée à sa capacité à retenir le gaz permettant ainsi son expansion lors de la cuisson.

Les différents constituants de la farine (protéines, lipides, glucides...) jouent un rôle direct ou indirect dans la structuration et l'aération de la pâte (**Ndangui, 2015**).

2.3.2. L'eau

L'eau est un facteur essentiel dans les comportements rhéologiques des pâtes, il sert à hydrater la farine, rassembler, coller et gonfler toutes les particules d'amidon de la farine et à favoriser les réactions entre la farine et les autres ingrédients de la pâte. L'eau est nécessaire pour la solubilisation des ingrédients, pour l'hydratation des protéines et pour le développement d'un réseau de gluten (**Sofia, 2016**).

2.3.3. Le Sucre

Le sucre est le troisième élément important dans la fabrication des biscuits, il représente de 15 à 25% dans la formule d'un biscuit sec, et plus de 25% en pâtisserie industrielle. Le saccharose, ajouté à l'état cristallin, est le plus employé. En plus de son pouvoir sucrant. Il contribue à la formation des arômes, de la texture, de la coloration et à la conservation des biscuits (**Feuillet, 2000**).

Le sucre joue un rôle important dans le développement de la couleur du biscuit pendant la cuisson. Sa caramélisation à une température supérieure à 149°C donne la couleur recherchée de la face extérieure du biscuit et permet d'atteindre différentes nuances (**Benkadri, 2010**).

2.3.4. La Matière grasse

En biscuiterie, les matières grasses utilisées sont généralement d'origine végétale (huile de palme). La teneur en matière grasse est en fonction du type de biscuit fabriqué. Elle joue le rôle de :

- Agent de plasticité : chaque graisse possède sa plasticité particulière.
- Contribution structurale : Le corps gras préalablement émulsifié, contient de l'eau et de l'air sous forme d'inclusion, qui sous l'action de la chaleur vont se vaporiser et

CHAPITRE I: LA QUALITE

former des vacuoles. Cette formation d'alvéoles, secondant celles des poudres levantes ajoutées au biscuit, confère au produit fini sa structure alvéolaire.

- Agent thermique : Les matières grasses sont, parmi toutes les matières premières, celles qui possèdent le coefficient de conductibilité thermique le plus élevé. Lors de la cuisson des produits, elles agissent comme de très bons agents de transmission de la chaleur (**Haoua et Tingali, 2007 ; Souillac et al., 2010**).

2.4. Les Ingrédients facultatifs du biscuit

2.4.1. Le Sel

Le sel alimentaire (Na Cl) est présent dans la plupart des produits boulangers à raison de 2% du poids de la farine. C'est un exhausteur de goût, diminue les arrière-goûts et ralentit l'activité de la levure. Il a aussi une tendance à limiter la disponibilité de l'eau et donc il améliore la conservation (**Ndangui, 2015**).

2.4.2. Le Lait

Le lait est généralement utilisé pour remplacer l'eau dans certains produits céréaliers, il participe aussi à la coloration de la croûte par la réaction de Maillard grâce à sa forte teneur en lactose (**Meziane, 2011**).

2.4.3. Les œufs

Le mécanisme de la fonctionnalité des œufs dans les biscuits Selon leurs types, soit l'œuf entier ou seulement l'albumine est utilisée. Les œufs peuvent assurer des fonctions d'aération et de coagulation lors de la préparation du biscuit (**Hui et al., 2006**).

2.4.4. Les aromatisants

La vanille c'est l'arôme le plus utilisé dans l'industrie alimentaire, elle est brune rougeâtre foncée. L'odeur agréable est due au parfum qu'elle dégage, ce qui contribue au bon goût du produit finis (**Khatkar, 2017**).

2.4.5. Les améliorants

Les améliorants sont utilisés dans les produits céréaliers afin de corriger les défauts de certaines farines et rendre plus constantes la qualité de celles-ci. Ils peuvent être d'origine naturelle ou de synthèse.

CHAPITRE I: LA QUALITE

Comme exemple : un améliorant peut aider la pâte à lever (activation de la fermentation), assouplir la pâte, augmenter sa force, lui donner une meilleure couleur, ou lutter contre les problèmes bactériologiques (Meziane, 2011 ; Ndangui, 2015).

2.5. Substances levantes

Ce sont des levures chimiques, substances alcalines génératrices d'acide carbonique. Elles facilitent la levée du biscuit et elles confèrent après la cuisson une structure alvéolaire (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

2.5.1. Dextrose

Connu en tant que glucose est un monosaccharide ou sucre simple qui est au moins 20% sucré que le sucre de canne, il ne contient pas de fructose ou de lactose. Il constitue source de sucres directement fermentescibles. Il améliore la levée, la coloration extérieure et la durée de conservation des produits (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

2.5.2. Bicarbonate de sodium (NaHCO_3)

C'est la substance chimique de levée, cette poudre blanche, cristalline, inodore, à saveur salée, est assez peu soluble dans l'eau. Le bicarbonate de sodium soumis à une température (à partir de 20° C) ou mélangé avec l'acide dans la levure chimique, dégage du dioxyde de carbone, ce qui rend les produits meilleurs et plus digestibles, et il favorise la levée des pâtes (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

2.5.3. Bicarbonate d'ammonium (NH_4HCO_3)

Se présente sous forme de masse blanche translucide. Au début de la cuisson, il se décompose en produisant du gaz carbonique servant à la levée de la pâte et l'ammoniac entraînant une caramélisation plus intense des sucres par la chaleur (plus le dégagement de CO_2 et NH_3). Les produits auront une couleur brune plus foncée (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

2.5.4. Pyrophosphate

Les pyrophosphates sont très connus sur le marché biscuitier. Ils diffèrent les uns des autres par leur vitesse de réaction. SAPP-28 et SAPP, RD-1 sont très employés dans les biscuits en conserve. Son rôle est de :

CHAPITRE I: LA QUALITE

- D'accélérer les dégagements de CO₂.
- Augmente les gonflements en présence de la chaleur (**Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016**).

3. Les biscuits et leur qualité

3.1. La qualité hygiénique

La qualité hygiénique des biscuits est d'une part, liée à la matière première mise en œuvre et aux ingrédients entrant dans la composition de la pâte, notamment la qualité microbiologique de l'eau, du lait et de la farine, car ils représentent un milieu de développement favorable pour plusieurs micro-organismes pathogènes. Et d'autre part, liée à l'emballage du produit de point de vue la nature du papier d'emballage et procédé de fermeture d'un paque (**Haoua et Tingali, 2007**).

3.2. La qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle d'un aliment est déterminée par la quantité et la qualité des nutriments (glucides, lipides, protéines, vitamines et sels minéraux) nécessaires au bon fonctionnement vital de l'organisme (**Haoua et Tingali, 2007**).

Les nombreuses réactions (réaction de Maillard de caramélisation, représentée dans la Figure 1), avec elles l'oxydation des lipides, sont connues pour abaisser la qualité nutritionnelle globale des aliments, l'une des conséquences majeures en terme de perte de qualité des protéines, est la diminution de la digestibilité globale liée à la formation de pontages inter peptidiques résistants à l'action des enzymes et limitant leur accessibilité. Par ailleurs, certains produits de la réaction de Maillard inhibent certaines protéases (**AIT AMEUR., 2006 ; BENKADRI., 2010**).

CHAPITRE I: LA QUALITE

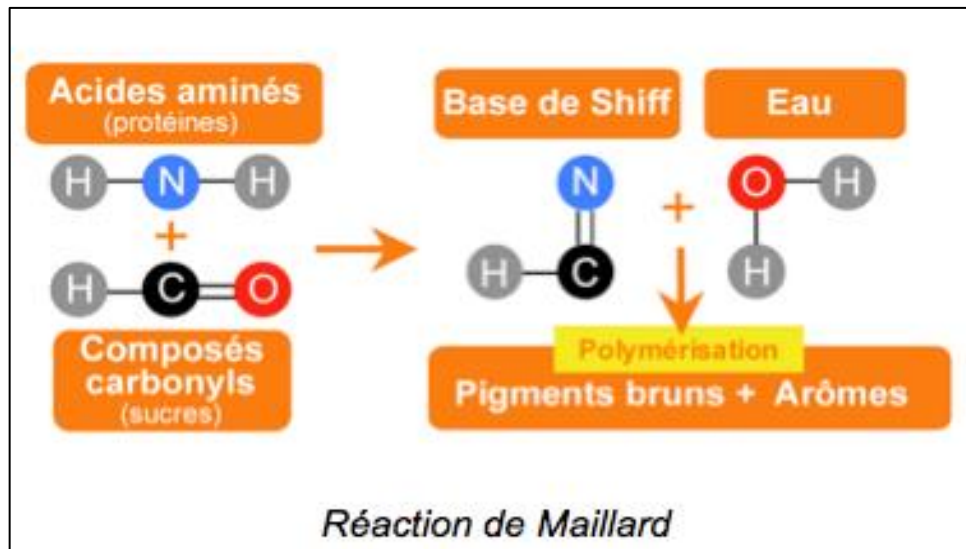


Figure 1 : La réaction de Maillard (Anonyme 2, 2016).

3.3. La qualité organoleptique

Le consommateur est attiré par les différentes propriétés composant cette qualité, il s'agit de : l'aspect, la couleur, la forme, la saveur, les arômes et la texture (Haoua et Tingali, 2007).

4. Les Etapes de fabrication des biscuits

La technologie des produits céréaliers comprend huit étapes : mixage, pétrissage, fermentation, laminage, mise en forme, cuisson, refroidissement et conditionnement (Figure 2).

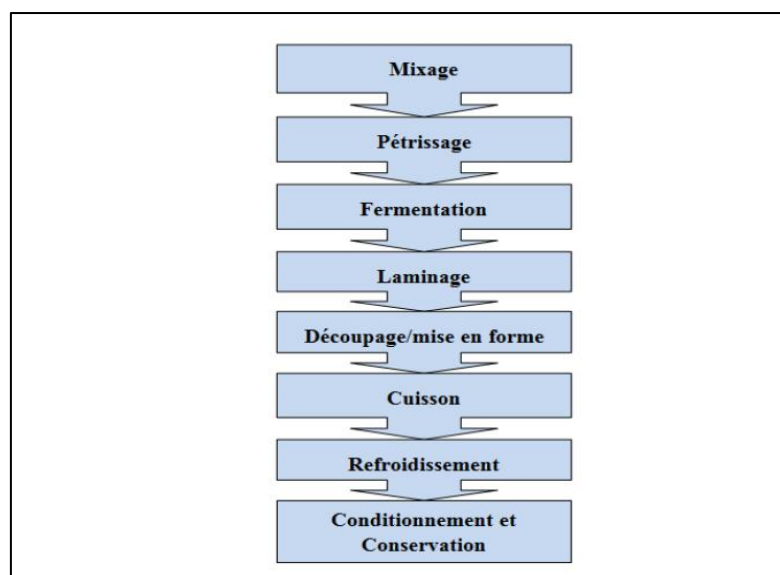


Figure 2 : Organigramme des étapes de fabrication des biscuits (Yadav et al., 2012 ; Denis, 2011)

CHAPITRE I: LA QUALITE

4.1. Le mixage

Le mixage est la première étape dans le processus de préparation des biscuits. Cette opération permet de mélanger le sucre, la matière grasse, les œufs et autres ingrédients afin qu'ils forment une masse cohérente.

Ce procédé est accompli avec trois principaux types de mixage :

- Mixage à broche verticale
- Mixage à tambour horizontal
- Mixage continu (Saadoudi, 2019).

4.2. Le pétrissage

Le pétrissage est une opération qui va aboutir à la formation d'un produit viscoélastique à partir de deux constituants : eau et farine (Figure 3). Quand l'eau est ajoutée à la farine, elle se répartit d'abord grossièrement, puis le pétrissage oblige l'eau à s'envelopper dans chaque particule de farine pour le pénétrer. L'incorporation d'air dans la masse permet à la pâte de se détacher aux parois de la cuve du pétrin et elle devient lisse, sèche et élastique. (Saadoudi, 2019). On distingue trois types de pétrissage :

- Le pétrissage conventionnel : qui assure un travail mécanique souvent insuffisant avec les farines actuelles dont le gluten est relativement tenace.
- Le pétrissage intensifié : qui donne des pâtes suroxydées.
- Le pétrissage amélioré : qui assure le meilleur équilibre entre le développement de la pâte et la conservation de sa texture, de son goût et de ses arômes (Saadoudi, 2019).

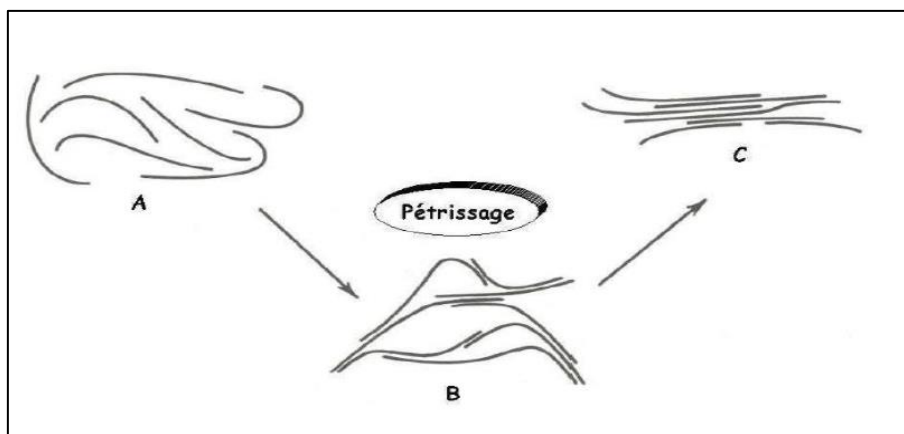


Figure 3 : Action de pétrissage sur la réorientation des protéines du gluten (Ndangui, 2015).

CHAPITRE I: LA QUALITE

L'étape de pétrissage assure quatre fonctions intimement liées, essentielles pour l'obtention d'une pâte bien aérée :

- Le mélange des différents ingrédients en une pâte homogène.
 - Le développement du réseau glutineux.
 - La structuration du réseau protéique.
 - L'incorporation de l'air dans la pâte pour favoriser la multiplication des levures.
- (Lassoued-Oualdi, 2005 ; Nhouchi et al., 2018).

4.3. La fermentation

La pâte des biscuits pétrie est transférée dans une cuve à 25 °C pour un repos de durée variable et pour permettre la fermentation. La pâte est fermentée généralement à 25 et 32 °C pendant une période donnée. La fermentation fournit une pâte extensible, lisse avec une bonne rétention des gaz (Figure 4) (Mousavi Khaneghah et al., 2018).

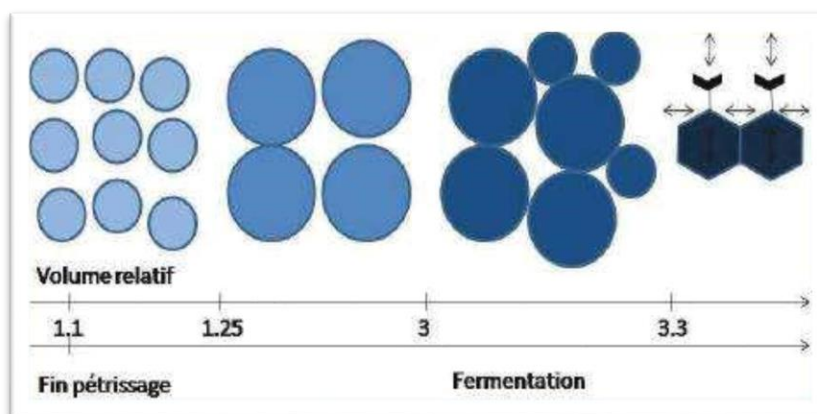


Figure 4 : Évolution de la taille et de la forme des cellules gazeuses dans Une pâte au cours de la fermentation (Ndangui, 2015).

4.4. Le Laminage

Le laminage est la méthode la plus courante pour former la pâte biscuitière en feuille. Il implique la production d'une feuille de pâte épaisse, dont l'épaisseur est réduite en passant par divers lamineurs rotatoires (Manley, 2001).

CHAPITRE I: LA QUALITE

4.5. Le Découpage (moulage)

Le découpage est l'étape qui suit le laminage. A l'échelle industrielle, des coupeurs et mouleurs rotatoires gravent et coupent la pâte biscuitière préalablement laminée. Il est évidemment souhaitable que tous les morceaux de pâte aient des poids et dimensions identiques (Manley, 2001).

4.6. La Cuisson

La cuisson est une étape complexe au cours de laquelle a lieu une série de transformations physiques, chimiques et biochimiques (Lassoued-Oualdi, 2005 ; Ndangu, 2015).

Ainsi, selon le type de produit céréalier, le temps de cuisson peut varier de 6 à 10 minutes pour une température de cuisson variant entre 180 et 220°C (Manley, 2001).

Plusieurs réactions physicochimiques se produisent pendant la cuisson des biscuits :

- La fonte des graisses entre 15 et 50 °C favorise l'étalement de la pâte
- Dissolution des sucres : la moitié des sucres se dissolvent lors de pétrissage et le reste à l'état cristallin se dissolvent lors de la cuisson.
- Gélatinisation de l'amidon entre 52 et 95 °C.
- Les poudres à lever deviennent actives entre 55 et 70 °C en libérant du CO₂ et du NH₃.
- Le réseau de protéines peut se développer, ce qui s'accompagne d'une augmentation de la viscosité.
- La pâte continue à se dilater en raison de la production et de la dilatation thermique du gaz.
- La perte d'eau et le séchage des biscuits se poursuivent jusqu'à atteindre une teneur en humidité basse avec une rigidité de structure.
- Enfin, la formation de dérivés de réaction de Maillard, la caramélisation des sucres et la dextrinisation de l'amidon accompagnant la modification de la couleur de surface et de la génération d'arômes des produits (Fustier, 2006).

4.7. Le refroidissement de biscuit

Après la cuisson au four, la plupart des biscuits sont envoyés directement pour être emballés. Ils sont habituellement refroidis avant l'emballage. Le refroidissement est

CHAPITRE I: LA QUALITE

nécessaire pour les biscuits riches en sucre car ces derniers sont très doux et plastifiants à la sortie et se rigidifient quand ils refroidissent (**Manley, 2001**).

4.8. Le conditionnement des biscuits

Les biscuits ont besoin d'un emballage pour les protéger de l'oxygène, des odeurs et de la lumière. Il existe différents types d'emballage qui sont utilisés pour la conservation des biscuits comme : le carton, l'aluminium et le plastique, sous forme de barquettes cylindrique et rectangulaire (**Fredot, 2005**).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

I. Généralités sur les glands

1.1. Généralités

Les céréales et leurs dérivés constituent la base de l'alimentation humaine. Ces dernières années, l'intérêt des consommateurs pour les aliments sans blé a été constaté afin de minimiser le risque d'une affection relativement peu connue, « la maladie cœliaque (MC) ». Les chercheurs ont suggéré que la maladie cœliaque peut être traitée en évitant l'ingestion de gluten. Actuellement, les personnes atteintes de cette maladie sont incapables de consommer certains produits notamment les pains, les produits boulangères tel que les biscuits et autres produits alimentaires à base de farine de blé **(Rai et al, 2011)**.

De nombreuses cultures européennes, asiatiques et autres ont utilisé les glands comme un aliment de base très consommé : cru, bouilli, grillé, sous forme d'huile, soupe, farine, café...Autrefois, la farine faite à partir de glands était appelée "racahout des arabes" : elle servait à donner de l'embonpoint aux femmes et permettre une bonne croissance aux enfants **(Anonyme 3)**.

1.2. Les glands

Les glands 'super-aliments' apparaissent couramment comme ingrédients fonctionnels ayant un rôle important dans l'alimentation depuis des milliers d'années, alors qu'ils ne sont pas largement utilisés aujourd'hui comme aliments ou ingrédients alimentaires, malgré leur vaste disponibilité.

Il existe de nombreuses variétés de chênes, et leur productivité ainsi que leur composition nutritionnelle est variable en fonction de l'espèce et de l'environnement **(Zarroug-Wederni, 2015)**.

1.3. Historique

Les glands (figure 5) ont joué un rôle important dans les débuts de l'histoire de l'humanité et ont été une source de nourriture pour de nombreuses cultures dans le monde entier **(Rashid et al, 2014)**. Leur utilisation comme aliment a été signalée depuis la fin du XIXème siècle en Serbie, préparés sous forme d'une farine, ou grillés comme substitut de grains de café, et sont aussi consommés par les animaux sauvages ou domestiques : les écureuils, les cerfs et les sangliers **(Skyrock, 2008)**. Ce fruit est un élément important de la

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

tradition gastronomique et médicinale de plusieurs régions dans le monde (Silva et al, 2016).



Figure 5 : Arbre de Glands (Déco.Fr, 2019)

1.4. Classification botanique du chêne

Le chêne est le nom vernaculaire de nombreuses espèces d'arbres et d'arbustes appartenant au genre *Quercus* (Bussotti et Grossoni, 1998). Ils appartiennent à l'ordre des fagales et à la famille des fagacées et au groupe des Angiospermes et à l'ordre des Fagales (Berrichi, 2011). Il est proche génétiquement des Cucurbitales, des Rosales et des Fabales. Cette famille comprend plus de 1000 espèces sur le globe et regroupe actuellement 8 genres : *Fagus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Chrysolepis*, *Trigonobalanus*, *Lithocarpus*, *Notholithocarpus* et *Quercus* (Hubert, 2013). Ce genre compte plusieurs espèces dont les plus dominantes sont le chêne vert (*Quercus ilex*) (Figure 6) et le chêne liège (*Quercus Suber L*) (Figure 7). En terme d'occupation du tapis végétal de notre planète, le chêne liège couvre une aire relativement restreinte qui se limite à 2,5 millions d'ha seulement, alors que les statistiques disponibles concernant le *Quercus ilex* sont rares et ne sont pas tellement rigoureuses. Mais, en général, il semble couvrir d'immenses territoires au Portugal et en France méridionale, en Italie et en Grèce (Barbero et Loisel, 1980).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS



Figure 6 : Le chêne vert, *Quercus ilex*
suber



Figure 7 : le chêne liège *Quercus*

Source : (Anonyme 3, 2022).

1.5. Répartition écologique

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. Il est implanté essentiellement dans le bassin méditerranéen (Portugal- Espagne- Algérie- France- Italie- Tunisie-Maroc) et pousse aussi en Asie, en Europe moyenne et en Amérique du nord où les conditions climatiques sont favorables à sa végétation (Figure 8) (Keller, 1987).

En Algérie, les chênes représentent un capital forestier où ils couvrent près de 40% de la forêt Algérienne. Ces derniers jouent un rôle indéniable sur le plan écologique, économique et social (Sarir et Benmahioul, 2017). Le chêne liège (*Quercus suber. L*) couvre des grands massifs continus depuis la Kabylie jusqu'à la frontière tunisienne, alors que le Chêne vert (*Quercus ilex*) occupe la seconde place et s'étend sur la frange nord à partir des piémonts sud de l'atlas saharien (Letreuch-Belarouci, 1991).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS



Figure 8 : Aire du genre *Quercus* (chênes) dans le monde (Keller, 1987).

1.5.1. Le chêne vert (*Quercus ilex* L.)

Le chêne vert (*Quercus ilex*) encore appelé *Yeuse* (Benia, 2010) est un arbre monoïque, pollinisé par le vent. Il présente une vitalité remarquable et constitue par son abondance, l'un des arbres les plus importants. Le fruit est un gland de couleur brune, de 1,5-2 cm de long, enfermé dans une cupule pubescente vert pâle avec des écailles appliquées et pendus sur de courts pédoncules. Le chêne vert est un arbre au feuillage persistant. Sa durée de vie peut atteindre plus de 1000 ans. Ses feuilles caduques ou ovales sont vertes foncé et luisantes sur le dessus, pubescentes et blanchâtres en-dessous, à bords lisses ou dentés (Figure 6). L'écorce est noir brunâtre et craquelée en petites plaques carrées minces. Il aime les sols calcaires et peut grandir jusqu'à 25 mètres de haut par 20 m de large (Praciak et al., 2013 ; De Rigo et Caudullo, 2016).



Figure 9 : Aire de la répartition du chêne vert en Algérie (Dahmani-Megrerouche, 2002).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

1.5.2. Le chêne liège (*Quercus suber*. L)

Le chêne liège quant à lui est circonscrit à la région de la méditerranée occidentale et déborde le long du sud de la façade atlantique (**Cantat et al., 2005**). C'est un arbre à la cime arrondie et au feuillage persistant. Il a une croissance lente et une longue durée de vie (environ 200 ans ou plus) et atteint généralement 20 m de hauteur, mais peut atteindre 25 m et un diamètre de 1,5 m dans de bonnes conditions (**Gil et Varela, 2008**). Les glands ont une longueur de 2-3 cm dans une coupe assez profonde avec des écailles allongées. Les feuilles sont sclérophylles, à feuilles persistantes et de forme ovale, de 4 à 7 cm de longueur, vert foncé au-dessus et de couleur grisâtre pâle au-dessous (figure 7). Le Chêne liège se développe sur des sols non calcaires sous des climats chauds à tempérés (**Praciak et al., 2013 ; Houston et al., 2016**). La figure (10) illustre sa répartition dans le monde.

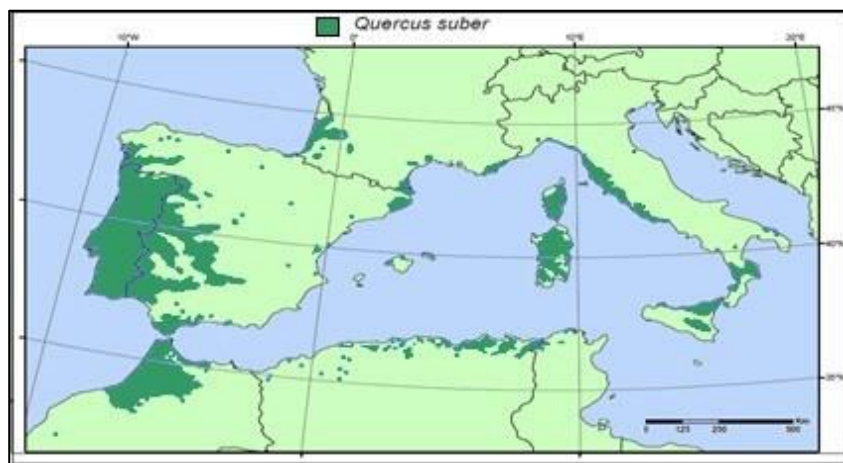


Figure 10 : Distribution du chêne liège dans le monde (**Quezel et Médail, 2003**).

1.5.3. Le chêne Kermès (*Quercus coccifera* L.)

Cette espèce est peu abondante par rapport aux autres espèces de *Quercus*. Le chêne kermès est un arbuste de petite taille (max 2-3m), parfois confondu avec le chêne vert en buisson, poussant dans les terrains ouverts, pierreux et calcaires. Il présente des petites feuilles persistantes coriaces et piquantes, d'un vert luisant, les cupules des glands sont couvertes d'écailles aigües et redressées. L'écorce est noire, légèrement crevassée (figure 11). Le gland est recouvert par la cupule sur plus de la moitié de sa longueur (**Ksontini, 1996 ; Villar-Salvador et al., 2013**).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

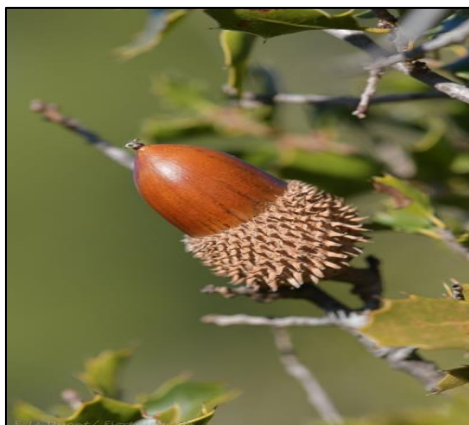


Figure 11 : Le chêne Kermès (*Quercus coccifera L*) (Franck Le Driant, 2019).

1.6. Caractéristiques anatomiques du gland

Le gland est un fruit sec ou akène. Il est constitué d'une graine enveloppée par un péricarpe assez coriace de couleur brune (Figure 12). Le péricarpe est formé de trois couches : vers l'extérieur par un épiderme externe ou épicarpe, vers l'intérieur par l'endocarpe, au centre par le mésocarpe. Le hile constitue la partie basale du gland, c'est la zone la plus perméable du péricarpe. Le micropyle représente la partie distale.

La graine est protégée par un tégument assez mince et nervuré. Elle comprend deux cotylédons qui cachent du côté du micropyle un embryon composé d'une radicule, d'une tigelle et d'une gemmule (Medjmadj, 2014).

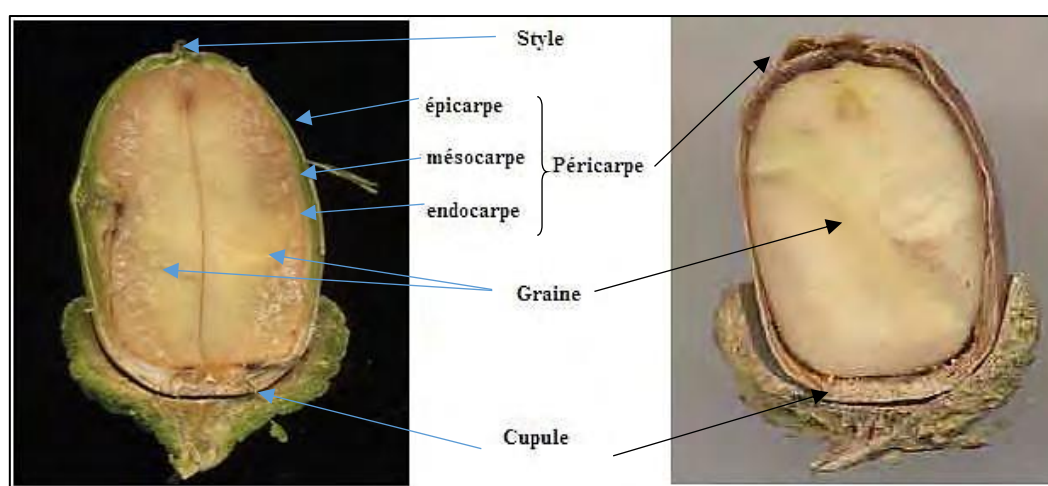


Figure 12 : Coupe longitudinale dans un gland de chêne (à gauche : montrant les deux cotylédons de la graine, à droite : passent entre les cotylédons et montrant l'axe embryonnaire) (Medjmadj, 2014).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

1.7. Composition chimique du fruit

Les glands varient considérablement d'une espèce à l'autre. Riches en protides et souvent en lipides (selon les espèces), ils sont très nutritifs. Ils contiennent d'importantes quantités de vitamines C, B₂ et PP (**Bainbridge, 2006**). En outre, ils contiennent une quantité considérable d'électrolytes (calcium, magnésium, potassium et phosphore) (**Özcan et al., 2006 ; Hoeche et al., 2014**). La gamme de composition moyenne du fruit de gland est présentée dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Composition nutritive du gland en pourcentage (**Shimada, 2001 ; Bainbridge, 2006**).

Élément nutritif	Teneur en g / 100g
Eau	8,7-44,6
Protéines	2,3-8,6
Lipides	1,1-31,3
Glucides	32,7-89,7
Fibres	1,9-6,8
Calorie (Kcal/100g)	1,200-2,600

1.8. La conservation des glands

Le gland est un fruit difficile à conserver à cause de sa fragilité, il doit être traité comme un fruit et non pas comme une graine. En effet, le gland est une graine récalcitrante qui se détache de l'arbre de Chêne-liège avec un taux d'humidité très élevé et reste sensible par la suite à la dessiccation perdant sa viabilité au fur et à mesure qu'il perd de l'eau. Les glands ne peuvent pas être séchés au-delà d'un seuil appelé «la teneur critique d'humidité » qui est élevé (entre 30 et 40% du poids frais). En plus, ils ne peuvent pas être conservés à des températures très basses à cause des dommages du gel et des maladies du froid causé par la formation de la glace à la place de l'eau (**Boutheina, 2015**).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

1.9. Etat phytosanitaire

Les glands récoltés ne doivent pas être troués par les insectes ravageurs qui entrent souvent au moment du débourrement et dont les stades larvaires se nourrissent des réserves de l'intérieur du gland (figure 13). Les insectes les plus identifiés sont le charançon du gland : *Curculio glanduim marsham* (*Coleoptera curculionidae*) et la tordeuse des glands : *Cydia fagiglandama zeller* (*Lepidoptera tortricidae*). Ceux-ci créent des galeries à l'intérieur du gland qui laissent passer les champignons pathogènes au moment de la récolte, surtout si elle s'effectue directement à partir du sol. En effet, le problème de la conservation des glands, surtout à moyen et à long termes, ne peut pas être dissocié de celui de la lutte et de la prévention contre les champignons qui causent des dégâts dans les stocks de glands (**Boutheina, 2015**).



Figure 13 : État phytosanitaire du gland (insectes, champignons) (**Boutheina, 2015**).

1.10. Conditions de stockage

- Traiter les glands bien triés par un fongicide tel que le bénomyl ou le méthylthiophanate avant le stockage pour circonscrire la propagation des champignons.
- Emballer les glands dans des sacs en jute à demi plein en les enrobant avec le sable. Par sa structure meuble, il permet de réduire la respiration en relation avec l'augmentation de la teneur d'eau et de diminuer l'activité fongique conduisant à la pourriture.
- Stocker les glands emballés dans une chambre froide où la température recommandée est proche de 0°C sans être négative (3 à 4°C).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

- Suivre l'humidité et la respiration au cours du stockage des glands ainsi que l'infection fongique en remuant les sacs en jute et en estimant périodiquement la viabilité des glands (**Boutheina, 2015**).

2. Préparation de la farine de gland

Toute céréale peut être considérée comme une farine potentielle. En général, le terme farine est néanmoins associé au blé et on précise la nature de la farine lorsqu'il s'agit d'une autre céréale (farine d'avoine, farine de seigle, farine de gland, etc.) Le procédé qui consiste à moudre des grains semble être connu depuis plus de 10 000 ans. Initialement, le produit grossier de la mouture, obtenu par l'écrasement des grains au moyen de mortier, ne permettait pas d'obtenir une farine blanche, le son et le germe restaient incorporés à la farine. Pour les glands, la préparation de la farine passe par plusieurs étapes (**Permaforêt, 2018**) :

2.1. La récolte

La collecte (Figure 14) débute au mois de Novembre après une saison de tempêtes qui favorise la chute des glands, et cela jusqu'au mois de Janvier. Il semble qu'il y ait un retour vers l'utilisation du gland dans l'alimentation. Même dans des conditions d'entreposage idéales, des graines en piètre état perdront vite leur viabilité (**Permaforêt, 2018**).



Figure 14 : Récolte d'automne des graines (**Permaforêt, 2018**).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

2.2. Le tri des glands

Trier tout d'abord les glands véreux et abîmés. Les plonger dans un grand volume d'eau et jeter ceux qui remontent à la surface (ceux qui restent au fond de l'eau sont bons à préparer). Cela vous permettra de gagner du temps au lieu de les trier un par un. Remuer bien afin que les glands du dessous puissent éventuellement remonter à la surface (Virginia, 2020).

Les facteurs suivants influencent la viabilité des glands :

- Viabilité des semences : le tri au cours de la récolte et même avant l'entreposage, doit exclure les glands morts connus par leur couleur pâle et/ou par leur légèreté (appelés pour cela glands vides).
- Maturité des semences : les glands parfaitement mûrs bien connus par leur couleur marron foncé, restent viables plus longtemps que ceux récoltés avant maturité (Boutheina, 2015).

La figure (15) montrant la qualité des glands triés.



Figure 15 : Tri des glands de bonne qualité au cours de la récolte (Boutheina, 2015).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

2.3. Préparation des glands

- 1) Entailler soigneusement les glands avec un couteau.
- 2) Les placer quelques minutes dans une casserole d'eau : entaillez l'enveloppe extérieure des glands et les cuire dans l'eau durant 15 mn.
- 3) Ensuite, enlever l'écorce extérieure plus fine, en dessous. Refaire cuire les glands encore $\frac{1}{4}$ d'heure après les avoir concasser, changer l'eau et les remettre à cuire. Lorsque l'eau est claire (généralement après deux cuissons), cela signifiera que les tanins ont été extraits. L'argile ajoutée à l'eau de cuisson captera les tanins, ce qui va accélérer le processus (**Anonyme 3**).
- 4) Puis les écorcer. Il y a une autre méthode plus rapide pour éliminer les tanins des glands, c'est l'ébullition, il suffit de faire cuire les glands pendant trois heures pour les éliminer (**Virginie, 2020**).

2.4. Séchage

Il existe plusieurs méthodes pour faire sécher les glands (figure 16) : en les posant au soleil à l'air libre (**Virginie, 2020**), à l'aide d'un déshydrateur, ou en les mettant au four à la température la plus basse jusqu'à ce qu'ils soient secs (**Permaforêt, 2018**).



Figure 16 : Séchage long au soleil (Permaforêt, 2018).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

2.5. Extraction de la farine

Mixer très finement les glands ainsi séchés. La conservation de la farine obtenue (figure 17) va aller de 3 à 6 mois. Elle doit être, placée dans un endroit frais et au sec car la farine de glands de chêne peut être difficile à conserver, du fait de sa teneur en humidité qui peut atteindre environ 18 %. Les mettre dans des sacs plastique style « congélation » ou dans une boîte hermétique (Virginie, 2020).

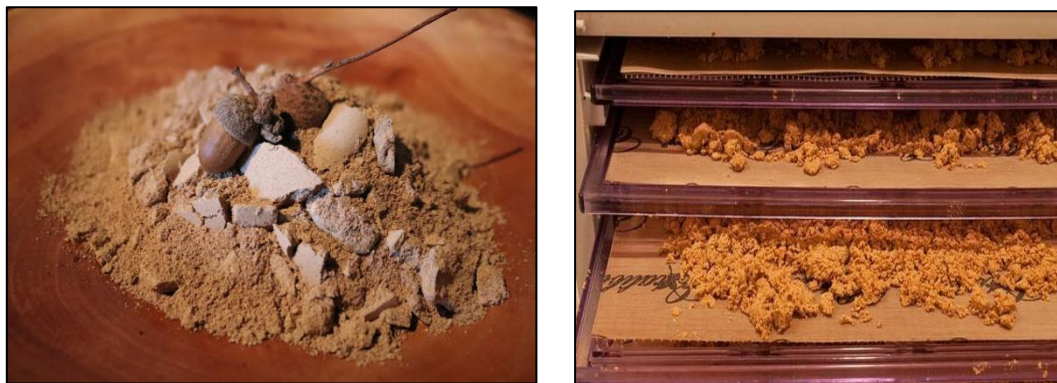


Figure 17 : Farine de glands (Permaforêt, 2018).

3. Caractérisation de la farine de gland

La caractérisation de la farine de gland (tableau 2), montre que cette farine présente une humidité faible (13,5%). La recherche de la teneur en eau présente un intérêt commercial qui consiste à limiter la durée de stockage ou la date limite de consommation. La farine de glands ne contient pas de gluten (0%), ce qui explique la faible proportion des protéines 8% comparée aux céréales, car ce dernier est totalement absent dans le fruit (glands). D'après les résultats enregistrés, ce produit alimentaire est très bon pour les gens qui souffrent de la maladie cœliaque.

La fraction lipidique, contenue principalement dans les cotylédons du gland, représente une source de réserve non négligeable pour le gland de chêne vert (*Quercus ilex*). La teneur en huile de la farine de gland est de 10%. Elle présente aussi une forte proportion en taux de cendres (1,62% MS), expliquée premièrement par le degré de pureté du produit à analyser, et deuxièmement, elle revient à la proportion des enveloppes présentes dans le produit, car les glands sont plus vêtus en enveloppes que le blé.

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

D'autres facteurs peuvent influencer le taux de cendres tels que : la variété, le stade de maturité des grains, les conditions de la mouture. La recherche de la teneur en cendres présente une importance réglementaire par la mesure du degré de pureté.

La farine de gland présente des teneurs élevées en potassium (3262 ppm), calcium (5617 ppm) et sodium (2371,5 ppm).

Tableau -2- Caractérisation biochimique et rhéologique de la farine de gland (Zarroug, 2015).

Composants	Valeur
Cendres (%)	1,62
Humidité (%)	13,5
Glucides (%)	46
Lipides (%)	10
Protéines (%)	8
Gluten (%)	0
L	51,13
A	2,94
B	3262
K (ppm)	14,36
Ca (ppm)	5617
Na (ppm)	2371,5

La notion de couleur est liée à la perception et à l'interprétation subjective de chacun selon L'indice de clarté et de jaune on peut déterminer la quantité de pigments présents et par du produit à analyser. Dans la farine de gland, cet indice est largement inférieur à celui de la farine du blé, mais son indice de brun est relativement supérieur (Zarroug, 2015).

4. Composition phytochimique de la farine de gland

La composition phénolique de la farine de gland est illustrée dans le tableau (3). Les résultats montrent que le gland est une matière végétale riche en polyphénols et tannins. En effet, la quantité des polyphénols totaux est de 1253 mg GAE/100g MS, alors

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

que les tannins sont de l'ordre de 2 ,5 mg (EC)/100 g MS. Des études récentes liées à l'activité antioxydant des polyphénols d'un certain nombre de plantes qui sont utilisés dans la lutte contre le cancer, montrent que les polyphénols (flavonoïdes, tanins et des acides phénoliques) sont porteurs de ces propriétés (**Zarroug, 2015**).

Tableau-3- Teneur en flavonoïdes totales, polyphénols totaux, tannins condensés et activité antioxydant DPPH de l'extrait du gland (**Zarroug, 2015**).

	Polyphénols totaux (mg GAE/100 g MS)	DPPH		Flavonoïdes totaux mg (EC)/100 g MS	Tannins mg (EC)/100 g MS
		IC50 w	AE x (µg phénols /µl DPPH) 23,80		
Farine de gland	1253	0.042±0.001		138.8	288.5

II. Farine de blé tendre

1. Généralités sur Le blé

La culture du blé est universellement répandue dans le monde (**Aboudaoui, 2011**) et il est très largement consommé par de larges populations à l'échelle mondiale.

Le blé est un monocotylédone qui appartient au genre *Triticum*, de la famille des *Gramineae*, c'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence, appelé caryopse. Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*). Ces deux variétés constituent l'essentiel de l'alimentation humaine dans de nombreux pays.

Les blés sont consommés après transformation, en semoule pour le blé dur ; destiné essentiellement pour la confection des pâtes, et en farine pour le blé tendre ; destiné pour les boulangeries et les pâtisseries (**Feillet, 2000**).

2. Structure du grain de blé

Le grain de blé (figure 18) est un caryopse de petite taille. Il se compose de trois régions bien distinctes (**Feillet, 2000**).

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

a. **L'albumen** : constitué de l'albumen amylicé (auquel subsistent des cellules de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois celluloses sont peu visibles) et de couche à aleurone (80-85 % du grain).

b. **Les enveloppes** : des graines formées de six tissus différents ; épiderme de nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe (16-17%) (**Feillet, 2000**).

c. **Le germe** : composé d'un embryon (lui-même composé de la coléoptile, gemmule de la radicule, de coléorhize et de la coiffe) et de scutellum. Il représente 3% du poids total du grain (**Aboudaoui, 2011**).

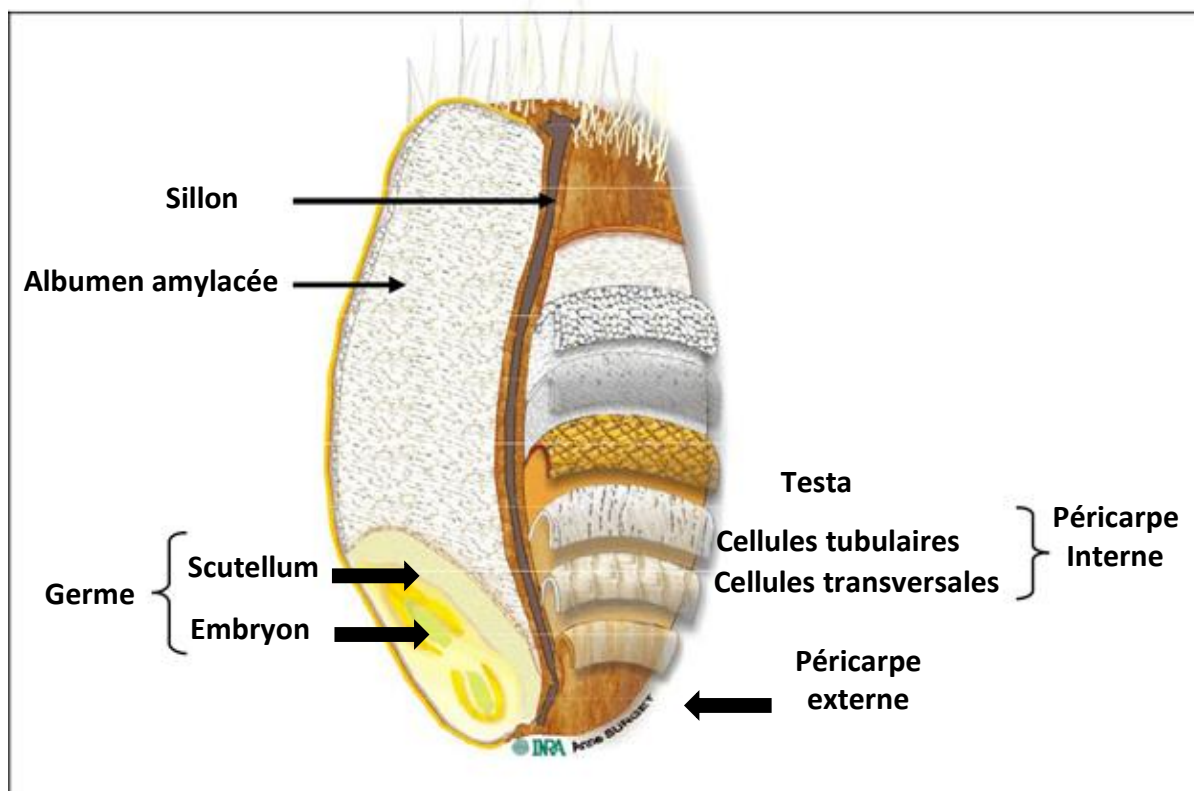


Figure 18 : Schéma d'un grain de blé en coupe longitudinale (**MICARD et al ; 2009**).

3. Composition biochimique du grain de blé

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de 10 - 15% teneur en protéines, qui diffère selon les variétés et les conditions de culture. Les

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

autres composants sont constitués de lipides, de la cellulose, des sucres simples, des vitamines et des minéraux. Le Tableau (4) montre la composition biochimique du grain de blé tendre (Feillet, 2000).

Le Tableau 4 : Composition biochimique du grain de blé tendre.

Nature des composants	Teneur (%) MS
Protéines	10 – 15
Amidon	60 – 71
Cellulose	2 – 4
Sucres simples	2 – 3
Lipides	2- 3
Matières minérales	1.5 – 2.5

Le gluten est le constituant essentiel des protéines environ 80 %, il est composé de Gliadines et de Gluténines avec une amorphe combinée avec l'amidon dans l'endosperme de la plupart des céréales. Le gluten est responsable de l'élasticité de la pâte malaxée, ainsi que de la masticabilité des pâtes produites à base des céréales cuites au four. C'est le composant essentiel dans la fabrication du pain, pâtes, et biscuits (Godon, 1991).

4. Transformation du blé tendre

L'art de la meunerie (la transformation du blé tendre en farine) se déroule en trois étapes principales :

4.2. Nettoyage des blés

Le nettoyage consiste à enlever toutes les impuretés et les grains contaminants qui y sont présentés (les corps étrangers et la poussière) (Boudreau et Menard, 1993).

4.3. Le conditionnement

La préparation du blé est une étape très importante, car elle permet d'humidifier le grain de blé en profondeur afin de rendre le son souple et l'amande friable, elle permet

CHAPITRE II : LA FARINE DE GLANDS

d'augmenter l'élasticité des enveloppes et d'accroître la fiabilité té entre les tissus du grain en vue de faciliter leur séparation (**Boudreau et Menard, 1993**).

4.4. La mouture

Elle assure la séparation de l'albumen des enveloppes et sa réduction en fines particules (**Feillet, 2000**). C'est une opération dont le rôle est d'extraire du grain de blé tendre avec un maximum d'amande qu'il renferme, sans qu'elle soit contaminée par le germe et le son (**Godon, 1991, Boursson, 2009**).

Les principales phases de mouture en meunerie de blé tendre sont : le broyage, le blutage, le sassage, Le convertissage et le claquage.

Chaque opération diffère de l'autre par des produits qui y sont récupérés pour aboutir en fin de compte à la farine qu'on peut classer en différents types en fonction de leur composition (**Boursson, 2009**).

Le processus de transformation de blé tendre fournit les produits suivants :

- **La farine** : qui est le principal produit de la mouture, constitué de particules très fines de l'amande de blé, résultant de la réduction en phase de broyage, claquage, et de convertissage.
- **Les sons** : Ils proviennent de la phase de broyage, constitués par le péricarpe du grain de blé.
- **Les remoulages** : constitués d'un mélange d'enveloppes broyées et d'amande farineuse. Ces remoulages peuvent être classés en deux produits :
- **Les remoulages bis** : qui sont les plus gros, de couleur rouge provenant de claquage.
- **Les remoulages blancs** : qui sont les plus fins et les plus riches en farine, provenant du convertissage (**Godon, 1991**).

Partie
Expérimentale

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel et Méthodes

1.1. Objectif

Le but de notre travail est d'élaborer des biscuits « Cookies » à base de farine enrichie de glands en substitut à la farine de blé tendre dans le but d'améliorer la qualité nutritionnelle et organoleptique de ces biscuits.

1.2. Lieu de stage

Ce travail a nécessité des analyses microbiologiques, physiques et sensorielles et étude a été réalisée dans les lieux suivants :

- Les analyses physico-chimiques de la matière première et du produit fini ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité BIMO (Baba Ali) de wilaya d'Alger durant la période allant du 27 Mars au 27 Mai 2022.
- Les analyses microbiologiques de la matière première et du produit fini se sont déroulés au laboratoire d'hygiène de wilaya de Blida.
- L'essai de fabrication des biscuits (Cookies) a été réalisé au niveau de la section de production de l'unité « BIMO ».
- Les analyses sensorielles ont été faites au niveau d'un atelier de pâtisserie situé à Ouled Yaich, wilaya de Blida.

2. Matériel

2.1. Matériel biologique :

Le matériel végétal utilisé consiste en une farine de gland procurée du commerce et une farine de blé tendre commerciale à usage biscuitière.

2.2. Matériel non biologique :

Il s'agit des milieux de cultures, des réactifs, des additifs et des appareillages utilisés au cours de l'étude.

3. Méthodes

3.1. Echantillonnage

- Les échantillons sur lesquels on a effectué nos analyses sont :
 - La farine de blé tendre de marque « *La Belle* » utilisée par la biscuiterie BIMO, emballée et conditionnée (Figure 19).

MATERIEL ET METHODES



Figure 19 : Farine de blé tendre « *La Belle* »

- La farine de gland utilisée est une farine originaire des montagnes de Chéria procuré chez un ménage activant dans le domaine de la préparation de ce genre de farines. Les glands ont d'abord subi un lavage, un séchage, puis un grillage ensuite un broyage dans un broyeur de marque « Moulinex ». On obtient une poudre brune pleine de particules, qui sera ensuite tamisée pour la faire débarrasser de toutes impuretés, pour enfin obtenir une farine très fine adaptée à la cuisson (figure 20).



Figure 20 : Farine de glands

- Les étapes de fabrication (crémage, pétrissage, façonnage, cuisson et refroidissement) des Cookies témoin avec la farine de blé tendre, et des biscuits à différents taux de glands (10, 20 et 30%, taux inspirés d'études antécédentes), sont détaillées en annexe V.

MATERIEL ET METHODES

3.2. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont pour but de déterminer la stabilité et la consistance d'un produit, afin de conserver ces caractéristiques nutritionnelles, vitaminiques et organoleptiques.

Dans cette partie, sont décrites les méthodes mises en œuvre pour les caractéristiques physico-chimiques des deux types de farine.

Nous avons ainsi effectué le dosage de : l'humidité, de pH, de l'acidité grasse, des cendres, des protéines(P), des glucides(G) et des lipides(L). Les essais ont été effectués pour la farine du gland et la farine de blé tendre.

3.2.1. Détermination du pH (NF : V01-013)

Le pH est le potentiel chimique des ions hydrogène dans une solution, la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du pH de celle-ci, le potentiel de l'électrode est liée à l'activité des ions H⁺ présents.

La méthode est applicable aux liquides, épais, congelés ou non et aux produits secs après dilution appropriée.

➤ Principe

La mesure du pH est basée sur l'utilisation d'un pH mètre préalablement étalonner avec deux solutions tampons différentes l'une acide et l'autre basique.

➤ Mode opératoire

- 1) Mettre sous tension le pH mètre en appuyant sur « ON »
- 2) Allumer la balance à l'aide du bouton « POWER ».
- 3) Peser 10 g de farine et compléter avec l'eau distillée jusqu'à atteindre 100g.
- 4) Allumer l'agitateur et poser le bécher.
- 5) Préparer l'erenmeyer, l'entonnoir et le filtre.
- 6) Verser la solution sur le filtre.
- 7) Après la filtration totale, récupérer le filtrat dans un tube à essai et le refroidir à 20°C.
- 8) Plonger l'électrode du PH mètre dans le tube à essai.

➤ Expression des résultats:

Lire directement le résultat sur le cadre du pH-mètre.

MATERIEL ET METHODES

3.2.2. Détermination de la teneur en eau (NA 11 32- 1991)

Le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage, la teneur doit être inférieure ou égale à 15,5 %.

➤ Principe

Le principe de fonctionnement de ces appareils est basé sur la perte de masse observée équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit.

➤ Mode opératoire

Le mode opératoire appliquée selon « **Le Manuel de BUHLER AG** » est le suivant :

- 1) Mettre l'appareil sous tension on le tournant à droite le bouton rouge.
- 2) Placer le plateau vide et le plateau de 10g sur le support de plateau inférieur.
- 3) Débloquer la balance en manœuvrant le bouton gauche vers bas.
- 4) Fixer l'index du cadran de gauche sur le trait du milieu.
- 5) Remettre l'aiguille du cadran droit au Zéro « 0 ».
- 6) Retirer le poids de 10g.
- 7) Peser l'échantillon à analyser jusqu'à atteindre 10g.
- 8) Vérifier que l'index de gauche se trouve de nouveau sur le trait du milieu.
- 9) Déposer le plateau et le produit sur l'une des plaques chauffantes.
- 10) Régler la minuterie à 10min. Quand ce temps s'est écoulé, amener le plateau avec le produit séché sur le porte plateau supérieur en manœuvrant la balance au moyen du bouton de réglage.
- 11) Amener l'index sur le trait médian du cardon gradué en tournant le bouton de réglage.

➤ Expression des résultats :

- La teneur en eau (%) est donnée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100$$

M_0 : masse de la prise d'essai (g).

M_1 : masse de la prise d'essai après étuvage (g).

MATERIEL ET METHODES

3.2.3. Détermination des Protéines (NA 11 58 – 1990)

La détermination de la teneur en protéines a pour but de connaître la qualité nutritionnelle et technologique des produits destinés à l'alimentation humaine et animale par utilisation du facteur de conversion adéquat.

➤ Principe

La teneur en protéines a été déterminée par la méthode de **KJELDHAL**, dont la détermination du taux de protéines se fait par le dosage de l'azote total suite à une minéralisation qui permet la transformation de l'azote organique, en sulfate d'ammonium, sous l'action de l'acide sulfurique concentré à chaud en présence de catalyseurs appropriés.

➤ Mode opératoire

1) Minéralisation

- Peser 1g d'échantillon à analyser.
- Ajouter 15g de sulfate de potassium et 1g de sulfate de cuivre et 25ml H₂SO₄ chauffé à 420°C.
- Après l'apparition de la couleur verte, compter 2 heures et ajouter 50ml d'eau distillée.

2) Distillation

- Ajouter 100 ml de NaOH (40%), puis distiller complètement.
- Les produits de la réaction sont alcalinisés par la soude.

3) Titrage

- Plonger l'extrémité du réfrigérant dans 25 ml de H₂SO₄, ajouter quelques gouttes de rouge de méthyle, la couleur vire vers le rose.
- Titrer avec NaOH (0.1N) jusqu'à virage de la couleur rose au jaune.

La teneur en protéines se calcule à partir de la teneur en azote par l'intermédiaire d'un facteur de conversion qui est égal dans ce cas à 6.25.

➤ Expression des résultats

- La teneur en protéines rapporté à la matière sèche se calcule comme suit :

$$P (\%) = \frac{[(V-V_0) \times c \times 0.014 \times 100 \times 6.25]}{m}$$

P : protéines exprimées en %.

V : Volume (ml) de la solution d'acide sulfurique versée dans la burette lors du titrage.

V₀ : Volume de l'essai à blanc.

MATERIEL ET METHODES

C : Concentration du NaOH (0.1mol/l).

m : Prise d'essai.

3.2.4. Détermination du taux de cendres (NA 733 – 1991)

La détermination du taux de matières minérales principalement réparties dans les enveloppes et les germes, donnent une indication sur le taux d'extraction pour le meunier, ainsi que la pureté de la farine.

➤ Principe

Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C pour les céréales et produits de mouture. La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu.

➤ Mode opératoire

- 1) Chauffer durant 10 min le creuset dans le four réglé à 900°C.
- 2) Laisser refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur et le peser.
- 3) Peser 10 g de produit à analyser (farine).
- 4) Faire passer les creusets au four à une température de 550 °C pendant 3 h jusqu'à l'obtention d'un résidu blanchâtre et disparition des particules charbonneuses.
- 5) Retirer les creusets du four et laisser refroidir au dessiccateur.
- 6) Peser le creuset.

➤ Expression des résultats

Le taux de cendre exprimé en % de masse calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Taux de cendres \%} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

m_0 = masse du creuset vide en gramme

m_1 = masse du creuset vide + prise d'essai en gramme

m_2 = masse du creuset + cendres en gramme

3.2.5. Détermination de l'acidité grasse (NA ISO 7303)

L'acidité grasse est l'expression conventionnelle des acides ; essentiellement des acides gras libres. Elle a pour but d'indiquer l'état de bonne conservation de la farine.

MATERIEL ET METHODES

➤ Principe

La mesure repose sur un dosage colorimétrique. Les acides gras libres sont mis en solution dans l'éthanol à 95% et titrés par l'hydroxyde de sodium. Le résultat est converti par le calcul pour être exprimé en hydroxyde de potassium.

➤ Mode opératoire

- Prélever environ 50 g de farine.
- Introduire dans le tube de centrifugeuse 5 g d'échantillon pour essai et verser dans ce tube à l'aide d'une pipette 30 ml d'éthanol à 95 % et fermer hermétiquement.
- Agiter pendant 1 heure, puis mettre dans la centrifugeuse pendant 2 min.

➤ Titrage

- Prélever à l'aide d'une pipette, 20 ml du liquide surnageant et les introduire dans une fiole conique.
- Ajouter trois gouttes de phénol phtaléine.
- Titrer à l'aide de la micro-burette avec la solution d'hydroxyde de sodium 0.05 N jusqu'au virage au rose pâle persistant quelques secondes.

➤ Essai à blanc

Effectuer un essai à blanc, en remplaçant les 20 ml de liquide surnageant par 20 ml d'éthanol.

➤ Expression des résultats

L'acidité grasse exprimée en gramme d'acide sulfurique pour 100 g de matière sèche est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Acidité grasse (\%)} = \frac{7.35 \times (V_1 - V_2)}{m} \times T \times \frac{100}{100 - H}$$

M : Masse en gramme de la prise d'essai

V1 : Volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé pour la détermination.

V0 : Volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé pour l'essai à blanc est 0.4ml.

H : Teneur en eau en pourcentage en masse de l'échantillon pour essai.

T : Titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé.

MATERIEL ET METHODES

3.2.6. La teneur en lipides totaux

➤ Principe

La teneur en lipides totaux est déterminée selon la norme **AFNOR NFV03-713 (1984)**

l'analyse consiste à :

- L'extraction de la matière grasse par de l'hexane réalisée dans un appareil d'extraction de type **SOHXLET** pendant 5 heures.
- L'élimination de l'hexane par séchage de l'extrait lipidique dans une étuve.

➤ Mode opératoire

- 1) Sécher le ballon de 500ml à l'étuve à 150°C pendant une heure.
- 2) Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 min.
- 3) Peser le ballon puis introduire 20g d'échantillon dans la cartouche de papier filtre.
- 4) Placer la cartouche avec la prise d'essai à l'intérieur de l'appareil Soxhlet.
- 5) Verser 250ml de l'hexane dans le ballon.
- 6) Chauffer le ballon sur le chauffe ballon pendant 4 heures jusqu'à l'épuisement de la MG.
- 7) Après, éliminer le solvant du ballon par distillation.
- 8) Sécher le résidu du ballon dans une étuve à 70-80°C.
- 9) Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30min.
- 10) Peser le ballon avec l'huile.

➤ Expression des résultats

La teneur en lipides totaux en g pour 100 g de produit sec est calculée par la formule suivante :

$$\text{Taux des lipides (\%)} = M_1 \times \frac{100}{M_2} \times \frac{100}{100-H}$$

M_1 : masse en g du résidu lipidique.

M_2 : masse en g de la prise d'essai.

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

MATERIEL ET METHODES

3.2.7. Teneur totale en glucides par la méthode de Dubois (AOAC, 996.11)

Cette méthode vise à déterminer la teneur en glucides totaux au cours de la fermentation.

➤ Principe

L'acide sulfurique provoque à chaud le départ de plusieurs molécules d'eau à partir des oses. Cette déshydratation s'accompagne par la formation d'un hydrométhyl. Ces composés se condensent avec le phénol pour donner des complexes colorés.

➤ Mode opératoire

Dans un tube, insérer 1ml (ou 1g selon la nature du produit à analyser) de l'échantillon à analyser.

- Ajouter 1ml de solution de phénol (5%).
- Agiter au vortex ou manuellement.
- Ajouter 5 ml de d'acide sulfurique concentré.
- Chauffer 3min au bain marie à 150°C.
- Mettre à l'obscurité 30 min.
- Lire l'absorbance à 487 nm (à l'aide du spectrophotomètre ou colorimètre).
- Établir une courbe d'étalonnage avec du glucose pour déterminer la concentration équivalente en glucose de l'échantillon étudié.
- Préparation de la gamme ou la courbe d'étalonnage

3.2.8. Détermination de l'acidité titrable de la poudre du lait (AFNOR : V04, 206)

➤ Principe

L'acidité titrable du produit est exprimée en degré Dornic (°D) ou en gramme d'acide lactique par litre de lait (1°D= 0.1g d'acide lactique /l).

Le principe se base sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine comme indicateur coloré.

➤ Mode opératoire

- 1) Mettre sous tension la balance électronique en appuyant sur la touche « power ».
- 2) Peser dans un Becher 2g de poudre de lactosérum.
- 3) Ajouter 20ml d'eau distillée.
- 4) Mélanger bien la solution à l'aide d'une baguette en verre.

MATERIEL ET METHODES

- 5) Laisser reposer « 20 min ».
- 6) Ajouter quelques gouttes de phénolphthaléine.
- 7) Titrer goutte à goutte la solution avec la « NaOH N/93 » jusqu'à ce que la solution vire à la couleur « rose » faiblement perceptible.
- 8) Calculer l'acidité suivant la formule ci-après.

➤ Expression des résultats

- L'acidité titrable exprimée en gramme d'acide lactique par 100g d'échantillon est donnée par la formule :

$$A\% = (0.01 \times V) \times 100 / 2 = V / 2$$

- L'acidité exprimée en degré Dornic est calculée par conversion :

$$(1^\circ D = 0.1 \text{ ml d'acide lactique})$$

V : Volume de NaOH(N/9)

A : Acidité en degré Dornic.

3.2.9. Détermination de taux de gluten (NA021415-3)

Le gluten est l'une des protéines se trouvant dans la farine de blé, il représente la dose après séparation manuelle de l'amidon, en pétrissant une petite quantité de pâte sous un filet d'eau.

L'amidon est peu à peu entraîné par l'eau et il ne reste finalement qu'une masse compacte de couleur blanche crème, souple, extensible, et très élastique.

Le gluten se compose de deux principales protéines insolubles dans l'eau sont : les gliadines et les gluténines.

D'après **Marie et al (2001)**, le gluten a un intérêt principalement technique :

- Il possède le pouvoir de former le réseau viscoélastique, dont les propriétés de la qualité sont l'extensibilité, l'élasticité et de ténacité de la pâte.
- Il influence le comportement de la pâte en panification, biscuiterie et pâtisserie.

➤ Principe

Le principe du dosage du gluten se repose sur son extraction par le malaxage mécanique et lavage d'un mélange de mouture avec une solution à 2% de chlorure de sodium.

MATERIEL ET METHODES

➤ Mode opératoire

• Préparation de la pâte

- Peser 10g de farine.
- Ajouter 5.5 ml de la solution de chlorure de sodium (Na cl).
- Agiter la farine avec la spatule et former une boule avec la pâte et laisser reposer 5min.

• Extraction

- L'extraction se fait manuellement, elle consiste à faire un lavage sous jet d'eau de robinet en malaxant le pàton en place dans la paume de la main afin de retirer tout l'amidon de la pâte jusqu'à ce que l'eau de lavage ne soit plus trouble.
- Eliminer la solution de rinçage en comprimant la boule de gluten entre les mains.

➤ Expression des résultats

- Les résultats sont exprimés par les formules suivantes :

Gluten Humide (GH), est exprimé en% en masse du produit tel quel, par la formule :

$$\text{GH (\%)} = \frac{m}{10} \times 100$$

Gluten Sec (GS), Pour obtenir le gluten sec, placer le gluten humide dans l'étuve à 100°C pendant 2 heures et la calculer par la formule suivante :

$$\text{GS (\%)} = \frac{m'}{10} \times 100$$

m : est la masse, en grammes du gluten humide total.

m': est la masse, en grammes du gluten sec.

10 : est la prise d'essai.

3.2.10. Dosage des polyphénols

Les polyphénols ont été déterminés spectrophotométriquement (**Heilerova et al., 2003**), selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait.

➤ Principe

MATERIEL ET METHODES

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par (Singleton et Ross, 1965).

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 1000 µg/ml).

➤ Mode opératoire

- Extraction des composés phénoliques c'est une étape très importante avant l'analyse quantitative et qualitative proprement dite.

- On prend 0,2 ml d'extrait méthanoïque dilué (250 µg/ml) ont été additionnés avec 1,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (1/10).

- Mélanger est laissé reposer 5 minutes à obscurité.

- Par la suite, 1,5 ml de la solution Na₂CO₃ (7,5%) a été ajouté à ensemble.

- Après 90 minutes d'incubation à 25°C, l'absorbance a été mesurée à 750 nm contre un blanc sans extrait.

➤ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'extrait brute (mg EAG/g EB).

3.3. Analyses microbiologiques de la farine

Le contrôle microbiologique a pour but de garantir la bonne qualité hygiénique. Il détermine le risque pour la santé du consommateur (Brule et al., 2006).

Ces analyses reposent sur la recherche et le dénombrement des germes les plus significatifs de l'état hygiénique du produit alimentaire. De plus, le contrôle microbiologique permet de minimiser les pertes dues aux mauvaises conditions de fabrication et donc minimiser les produits non conformes. Il améliore donc la rentabilité de la production (Multon, 1994).

Le tableau (5) regroupe les différents germes recherchés et dénombrés pour chaque produit analysé selon la norme algérienne de la J.O.R.A N° 39 (2017).

Tableau 5 : Germes recherchés et dénombrés dans les deux types de farines.

Produits à analyser

Germes recherchés et dénombrés

MATERIEL ET METHODES

Les farines	<ul style="list-style-type: none">• <i>Escherichia coli (E. Coli)</i>• <i>Staphylocoques à coagulase +</i>• <i>Bacillus cereus</i>• <i>Levures moisissures</i>• <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>
--------------------	---

3.4.1. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

➤ La préparation de la solution mère

- Désinfecter la paillasse à l'aide de l'eau de javel.
- Introduire aseptiquement 25 grammes de l'échantillon à analyser dans un flacon préalablement taré contenant 250ml de l'eau physiologique ou bien le TSE. Cette suspension correspond à la première dilution qui est à 10^{-1} .
- La solution mère sera incubée pendant 15min dans l'étuve.

➤ La préparation des dilutions

- Au début et dans des tubes à essai stérilisés, un volume de 9ml d'eau physiologique stérilisée est introduit.
- A l'aide d'une micropipette, un volume de 1 ml de solution mère est introduit dans le tube contenant 9ml de TSE stérile à la température ambiante, une dilution de 10^{-1} est obtenue, puis on mélange soigneusement la solution pour obtenir la dilution 10^{-2} . À partir de cette dernière, 1ml de solution est introduite dans un autre tube donnant ainsi une dilution de 10^{-3} .
- L'utilisation des dilutions décimales a pour but de faciliter le dénombrement des germes.

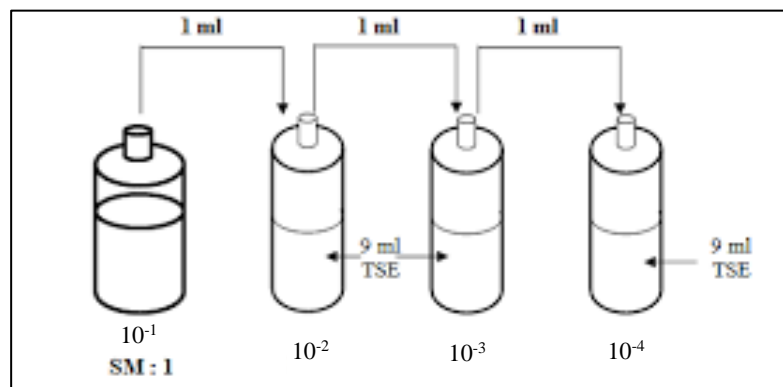


Figure 21 : Schéma de préparation des dilutions décimales

MATERIEL ET METHODES

- Selon le journal officiel de la république algérienne (2017), les germes recherchés dans les deux types de la farine sont :
 - *Escherichia coli* (E. Coli).
 - Staphylocoques à coagulase +.
 - *Bacillus cereus*.
 - Levures et moisissures.
 - *Clostridium* sulfito- réducteurs.

3.3.1. Recherche et dénombrement des coliformes *Escherichia coli* (NF V08-017)

- L'*Escherichia coli* appartient au groupe des Coliformes thermo tolérants qui produisent, en outre, de l'indole à partir du tryptophane à 44°C. La bactérie E. coli représente toutefois 80 à 90 % des coliformes thermo tolérants détectés.

➤ Mode opératoire

• Ensemencement

- A l'aide d'une pipette stérile, transférer 1 ml de chaque dilution décimale (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) dans une boîte de pétri stérile.
- Couler dans chaque boîte de pétri, au moins 15 ml du milieu VRBL (gélose Lactosée Biliée au cristal Violé et au Rouge neutre). Refroidie à $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ au bain d'eau.
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser le mélange se solidifier en posant les boîtes de pétri sur une surface fraîche horizontale.
- Après solidification complète du mélange ; couler à la surface du milieu ensemencé environ 4 ml du milieu VRBL refroidie afin d'empêcher l'étalement des colonies.

➤ Incubation

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 44 °C pendant 24 à 48 heures avec lecture journalière.

➤ Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*

- Identifier au moins 3 colonies caractéristiques des Coliformes thermo tolérants sur chaque boîte retenue (figure 22).
 - Aspirer la colonie à l'aide d'une pipette Pasteur munie d'une poire.
 - Repiquer séparément chaque colonie et l'ensemencer dans le milieu urée indole (figure 23)

MATERIEL ET METHODES

- Incuber ce milieu 18-24h à 37°C (figure 24).

- **Principe de la réaction de l'urée**

Cette réaction permet la mise en évidence simultanée de :

- La production d'indole par l'hydrolyse du tryptophane par la tryptophanase.

L'indole produit est mis en évidence par le réactif de Kovacs (le diméthylamino-4-benzaldéhyde) qui réagit avec l'indole avec formation d'un composé rouge.

- L'hydrolyse de l'urée par une uréase. Il y a production de dioxyde de carbone et d'ammoniac. Ce dernier alcalinise le milieu. Cette alcalinisation du milieu est mise en évidence par le virage du rouge de phénol au rose.

➤ **Lecture**

- Lecture de l'urée : le milieu est considéré négatif s'il garde sa couleur initiale.
- Lecture de l'indole : rajouter 1 à 2 gouttes de milieu Kovacs et voir la formation d'un anneau rouge (figure 25).

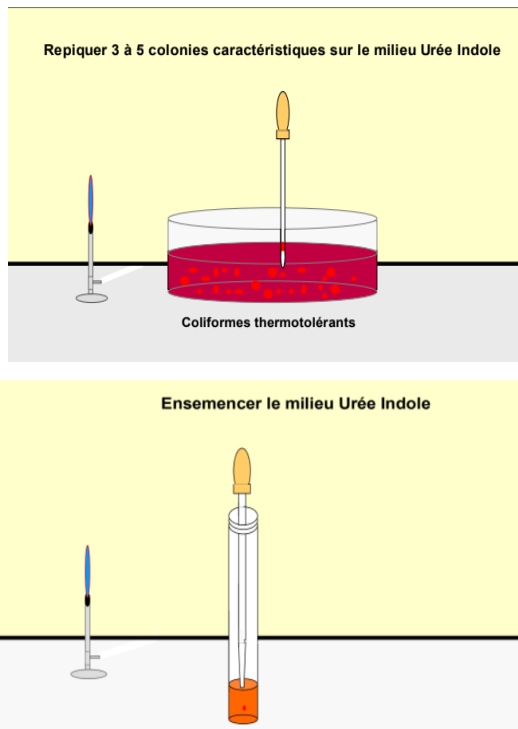


Figure 22

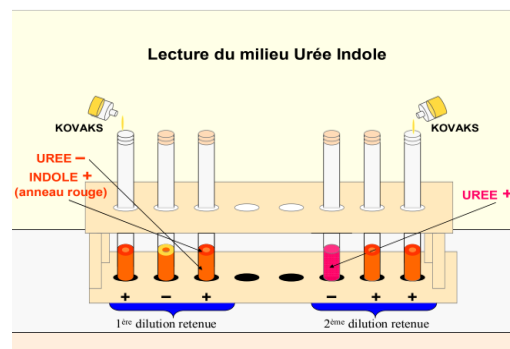


Figure 23

MATERIEL ET METHODES

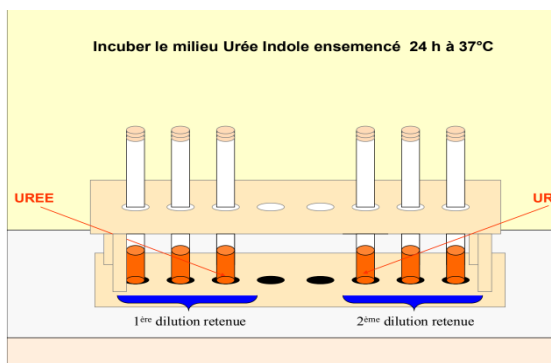


Figure 24

Figure 25

3.3.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures (ISO 21528-2)

➤ Principe

Le dénombrement est réalisé sur le milieu Sabouraud Dichloramohenicol Dextrose Agar qui permet la croissance de toutes les levures et moisissures rencontrées dans les produits alimentaires tout en inhibant totalement le développement des bactéries.

➤ Mode opératoire

• Ensemencement

A partir de chaque dilution, on transfère 1ml dans une boîte de pétri déjà préparée qui contient la gélose Sabouraud coulée et refroidie (figure 26), et on homogénéise le milieu.

➤ Incubation

Incuber ces boîtes à 22°C, donc à une température ambiante, couvercle vers le bas pendant 5 jours (figure 27).

➤ Lecture

Les colonies de moisissures sont présentes en colonies pigmentées en aspect velouté, on doit surveiller quotidiennement les boîtes pour éviter l'envahissement des moisissures sur le milieu.

➤ Dénombrement

Pour le dénombrement, on fait un comptage des colonies des moisissures sur les boîtes contenant entre 15 à 150 colonies.

MATERIEL ET METHODES

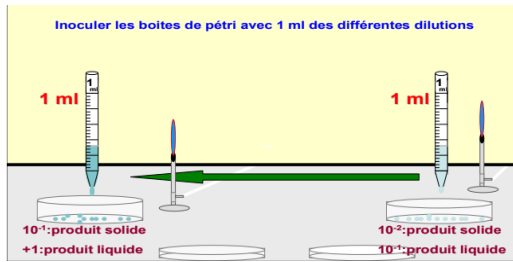


Figure 26

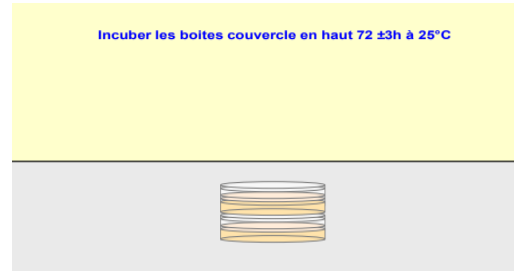


Figure 27

3.3.3. Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-réducteur* (NFT 90-415)

Les *Clostridium sulfito-réducteur* sont des bacilles à GRAM positif ; anaérobie strictes, mobiles par ciliature pérित्रiche et capsulés. Possèdent des spores résistantes ou moins 10 min à 80°C, ils sont capables de réduire les sulfites en sulfure par la sulfito-réductases présente dans un milieu viande foie (VF).

➤ Mode opératoire

- La recherche et le dénombrement des spores de *Clostridium Sulfito-réducteur* sont effectués à partir des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} .
- On prélève aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans un tube vide stérile.
- Porter les tubes à 80 °C pendant 10 min dans un bain marie, après un refroidissement sous l'eau de robinet pour éliminer la forme végétative et garder uniquement les formes sporuler (choc thermique).
- Ajouter environ 10 ml de gélose viande fois préalablement fonde à 45°C, additionnée d'une ampoule de fer ainsi que d'une ampoule de sulfite de sodium.

➤ Incubation

Incuber les tubes à une température de 37°C pendant 48 h.

➤ Lecture

Les colonies noires des pores qui se développent en anaérobiose sont des colonies des bactéries de *Clostridium Sulfito-réducteur*, qui se produisent à des sulfites qui ont précipité avec les ions de fer.

MATERIEL ET METHODES

3.3.4. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* (NF V08-057-1,1994)

Staphylococcus aureus est un germe pathogène capable de produire une entérotoxine pouvant causer une intoxication alimentaire. La recherche de ce germe permet de savoir si le produit présente des risques pouvant atteindre la santé du consommateur.

➤ Principe

La recherche des *Staphylococcus aureus* est effectuée sur le bouillon de Giolitti et Cantoni auquel on ajoute une ampoule de tellurite de potassium.

➤ Mode opératoire

- Ajouter l'ampoule de tellurite de potassium au bouillon de Giolitti et Cantoni et mélanger.
- Préparer trois tubes contenant les dilutions décimales.
- Mettre aseptiquement 1ml de chaque dilution dans trois tubes à essai. Ajouter 15ml de bouillon de Giolitti et Cantoni préalablement préparée, dans chacun des tubes, mélanger soigneusement l'inoculum et le milieu.

➤ Incubation

Incuber les tubes à une température de 37°C pendant 24h à 48h.

➤ Lecture

Le développement des *Staphylococcus aureus* se manifeste par l'apparition d'une coloration noire qui est due à la réduction du tellurite en tellure métallique.

3.3.5. Recherche et dénombrement des *Bacillus cereus* (ISO 7932)

Bacillus cereus est responsable de toxi-infections caractérisées par des symptômes diarrhéiques, il se traduit par des symptômes émétiques. Il s'agit d'un bacille à coloration de Gram positive, sporulant et aéro-anaérobie facultatif.

➤ Principe

Il s'agit de la numération des *Bacillus cereus* sur un milieu nutritif à 1% d'amidon de riz ou de pomme de terre (gélose à l'amidon) par étalement des différentes dilutions de la suspension bactérienne.

➤ Mode opératoire

- La recherche et le dénombrement des spores de *Bacillus cereus* sont effectués à partir des dilutions 10^{-1} ; 10^{-2} et 10^{-3} .
- On prélève aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans un tube vide stérile.

MATERIEL ET METHODES

- On ajoute 10ml de gélose à l'amidon dans trois boîtes de pétrie, et on attende jusqu'à sa solidification.
- L'ensemencement se fait par une strie centrale à partir d'une suspension bactérienne.

➤ Incubation

Incuber les tubes à une température de 37°C pendant 24h.

➤ Lecture

On ajoute quelques gouttes de lugol, le développement des *Bacillus cereus* se manifeste par l'apparition d'une décoloration noire autour des cultures qui est due à l'absence d'amidon qui a été hydrolysé par les bactéries.

4. Préparation des Cookies

4.1. Présentation du produit fabriqué

Le produit préparé est un biscuit de type « Cookies » fabriqué par la biscuiterie BIMO, et conditionné à raison de 9 biscuits par paquet.

4.2. Essai de fabrication des biscuits Cookies

L'essai de fabrication de nos Cookies par l'incorporation de la farine de glands a été effectué selon les taux d'incorporation suivants : 10%, 20%, 50% (taux inspirés de la littérature et de recherches antérieures). Le tableau (6) résume ces incorporations ainsi que les autres ingrédients.

Tableau (6) : Ingrédients utilisées et taux d'incorporation de la farine de glands

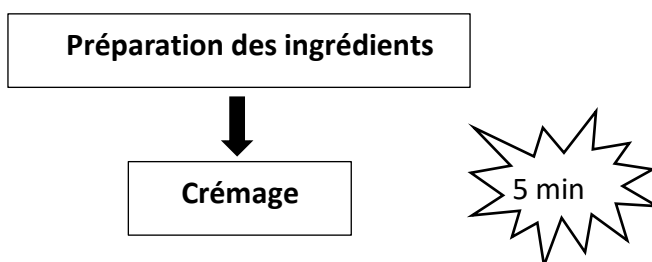
Concentrations Ingrédients	Témoin (g/Kg)	1 ^{er} essai 10% (g/Kg)	2 ^{ème} essai 20% (g/Kg)	3 ^{ème} essai 50% (g/Kg)
-------------------------------	------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

MATERIEL ET METHODES

Farine du blé	340	306	272	170
Farine de glands	/	34	68	170
Sucre	224	224	224	224
Graisse végétale	140	140	140	140
Poudre de cacao	/	/	/	/
Dextrose	12	12	12	12
Bi- sodium	3.2	3.2	3.2	3.2
Pyrophosphate	2	2	2	2
Bi- ammonium	2.4	2.4	2.4	2.4
Lait en poudre	20	20	20	20
Jaune d'œuf	16	16	16	16
Sel	4	4	4	4
Arome caramel	1.6	1.6	1.6	1.6
Pépites	120	120	120	120
Eau	92	92	92	92

4.3. Étapes de la fabrication du biscuit

La fabrication des biscuits des deux farines (de blé tendre et de glands) a été réalisée industriellement, et avec les mêmes opérations de fabrication, selon le diagramme représenté dans la **figure 28**. Ils ont été fabriqués sur la même chaîne des cookies BIMO, sauf pour le mélange et le pétrissage de la pâte qui ont été faits dans un pétrin automatique de marque **KENWOODKM 300** dans le laboratoire d'analyse physico-chimique.



MATERIEL ET METHODES

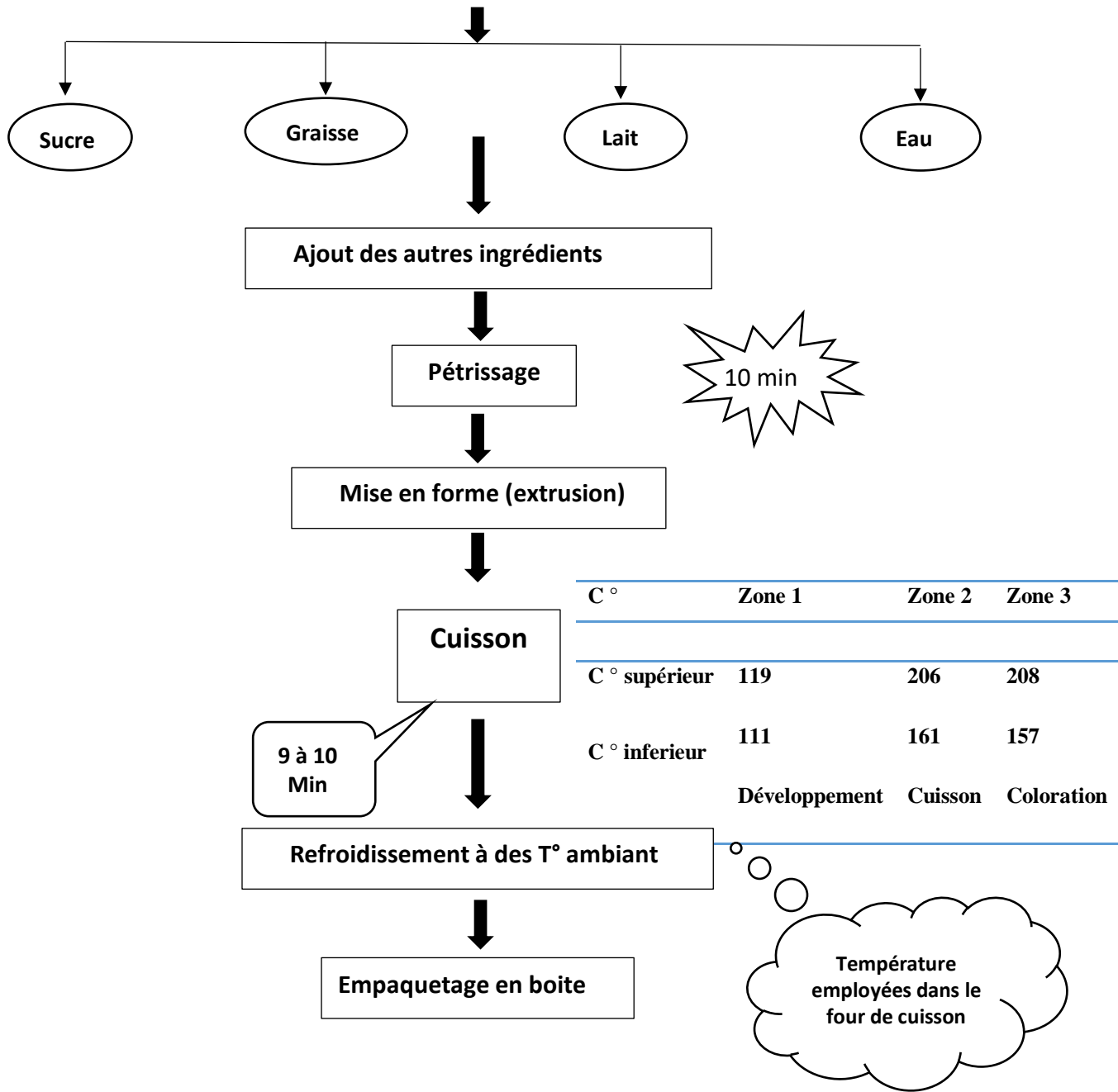


Figure 28 : Diagramme de fabrication des Cookies.

Les étapes de de la fabrication des Cookies sont détaillées dans le tableau (7).

Tableau 07 : Etapes de fabrication des cookies.

Etape	Processus de fabrication
-------	--------------------------

MATERIEL ET METHODES

Crémage	<ul style="list-style-type: none">- Cette étape consiste à mettre tous les ingrédients sauf la farine dans un pétrin.
Pétrissage	<ul style="list-style-type: none">- Après 5min de malaxage on obtient une crème.- La farine est ajoutée avec les autres ingrédients et mélangée à vitesse moyenne pendant 10min dans un pétrin.
Mise en forme	<ul style="list-style-type: none">- Obtention d'une pâte.- On pèse environ 19 à 20g de la pâte dans une balance analytique.
Cuisson	<ul style="list-style-type: none">- La cuisson se réalise dans un four à une longueur de 40 mètre.- Le temps moyen de cuisson est de 9 à 10min.
Le refroidissement	<ul style="list-style-type: none">- Les biscuits sortants du four à des températures élevées sont refroidis à l'air libre.
L'emballage	<ul style="list-style-type: none">- Le conditionnement.

5. Analyse des biscuits

5.1. Echantillonnage

Les prélèvements des biscuits sont effectués à la sortie de la chaîne de fabrication. Pour chaque essai, on retire 4 paquets.

- Un paquet est destiné aux analyses physico-chimiques.
- Un autre aux analyses microbiologiques.
- Et deux paquets sont destinés aux analyses organoleptiques.

5.2. Analyses physico-chimiques des biscuits

Pour préparer les échantillons aux analyses, nous avons broyé les biscuits à l'aide d'un broyeur manuel.

Pour le produit fini on détermine :

MATERIEL ET METHODES

- Le pH, la teneur en eau (humidité) et les glucides.

Le protocole expérimental adopté pour la matière première a été appliqué.

5.3. Analyses microbiologiques des biscuits

Nous avons recherché :

- Les germes totaux
- Les Staphylocoques aureus
- Les levures et moisissures
- Les Salmonelles

5.3.1. Recherche et dénombrement des G.A.M.T (Germes Aérobie Mésophile Totaux à 30°C) ISO 4833.

C'est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air à des températures optimales de croissance comprise entre 25 et 40°C sur milieu non sélectif.

➤ Principe

Pour la recherche des G.A.M.T, on utilise la gélose nutritive Plate Count Agar (PCA).

➤ Mode opératoire

- Porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution décimale (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) dans une boîte de pétri stérile préparée à cet usage.
- Compléter ensuite avec environ 20ml de gélose PCA fondue puis refroidie à $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Faire des mouvements circulaires et de va et vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose (augmenter la surface de contacts entre le mélange).
- Rajouter une seconde couche de gélose PCA, qui a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

➤ Incubation

Après solidification de gélose, incuber les boîtes couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec lecture journalière.

MATERIEL ET METHODES

➤ **Lecture**

Les colonies des G.A.M.T se présentent sous forme lenticulaire en masse.

5.3.2. Recherche de *Salmonella* (NF 086-052)

➤ **Principe**

La technique consiste en :

Un pré enrichissement réalisé afin de permettre le développement de Salmonelles.

Un enrichissement qui est basé sur les principes d'inhibition des bactéries à GRAM positifs et sur une inhibition la plus complète possible des coliformes et éventuellement d'autres entérobactéries.

➤ **Mode opératoire**

1. Pré enrichissement

Prélever aseptiquement 25 ml de la suspension mère, les transférer dans les flacons de 225ml d'Eau Peptone Tamponnée pour obtenir la solution enrichisse. Puis incubes à 37°C pendant 24heurs.

2. Enrichissement

On effectue les premiers enrichissements sur le milieu SFB (Le bouillon Sélénite Cystine). 1ml de bouillon pré enrichi dans 10ml de SFB à qui on ajoute quelque goutte de l'additif de cystéine.

➤ **Incubation**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24heurs.

➤ **Lecture**

Présence d'un virage de couleur rouge brique (réaction positif).

5.3.3. Recherche des *Staphylococcus aureus*, levures et moisissures

Les protocoles expérimentaux adoptés pour la matière première ont été appliqués.

MATERIEL ET METHODES

5.4. Analyses organoleptiques des biscuits

Cette partie repose sur le contrôle de la qualité sensorielle des biscuits préparés et le témoin élaboré afin de comparer les résultats. Ces biscuits préparés ont subi une évaluation sensorielle sur la base de certains descripteurs, dont la forme, l'état de surface, la fissuration, la couleur, l'odeur et le goût.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats des analyses physicochimiques des matières premières

1.1. Résultats des analyses physico-chimiques de la farine de glands

Les analyses physicochimiques de la farine de glands sont consignées dans le tableau 08.

Tableau 08 : Résultats des analyses physicochimiques de la farine de glands.

Critère d'analyse	Résultats (%)*	Normes recommandées selon CODEX STAN 289-1995
pH	5,66 ± 0,134	> 6
Teneur en eau	8,15 ± 0,212	< 5 %
Taux de cendres	1,15 ± 0,071	≤ 0,6 %
Teneur en matière grasse	10,5 ± 0,707	11 %
Acidité	0,019 ± 0,002	≤ 0,07%
Protéines	8,5 ± 0,707	< 11%
Glucides	44,5 ± 0,707	Entre 66 % et 74,73 %

* Moyennes des deux essais

Les résultats obtenus montrent que la moyenne du pH de la farine de glands est de 5,66. Elle est proche de la neutralité et elle est conforme à la norme de **CODEX STAN, 289-1995**. La teneur en eau qui est de 8,15 % est également dans la norme. Quant au taux de cendres, la norme exige un maximum de 0,6 %, alors que la valeur enregistrée est de 1,15 %. Elle est donc supérieure à la norme, ceci peut être expliqué par le fait que cette farine est chargée en minéraux, c'est à dire en son. Elle est donc une farine complète très nutritive, et qui n'a pas perdu ces nutriments lors de la mouture. La teneur en protéines est de 8,5 %, elle est inférieure à 11 %, norme mentionnée par le Codex, mais elle est supérieure à celle trouvée par **Zarroug (2015)**, qui était de 8g/l. **Jacquot (2007)**, rapporte que les protéines du gland possèdent un véritable intérêt nutritionnel, en raison de leur composition élevée en acides aminés essentiels.

Concernant le taux de matière grasse, la farine de glands a donné un taux de 10,5 %, répondant à la norme du Codex. Ceci a été aussi observé pour l'acidité qui est de 0,019%, ne dépassant pas 0,16%, valeur minimale suggérée par le Codex.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ces différents résultats nous mènent à constater que la farine de glands utilisée est de bonne qualité physicochimique.

La figure 29, illustre les résultats des différents critères évalués de la farine de glands.

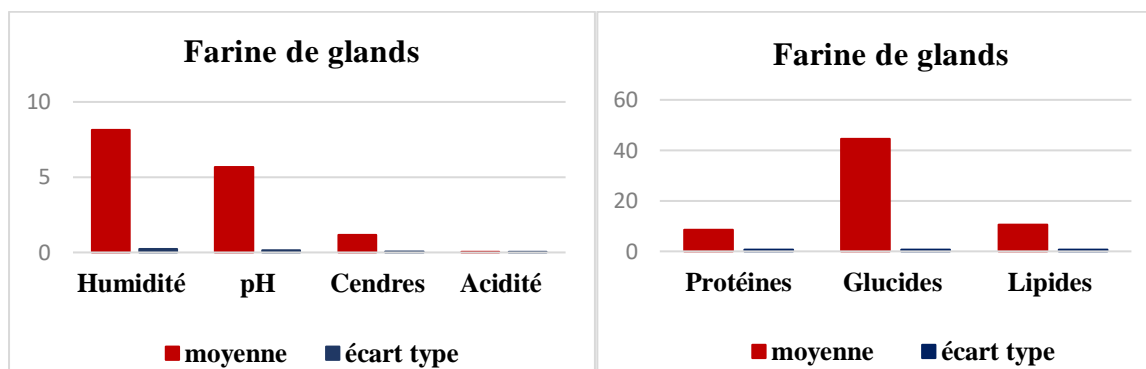


Figure 29 : Résultats des différents critères évalués de la farine de glands.

1.2. Résultats des analyses physico-chimiques de la farine de blé (farine témoin)

Les résultats des analyses physicochimiques de la farine de blé sont donnés par le tableau 09.

Tableau 09 : Résultats des analyses physico-chimiques de la farine de blé tendre.

Critère d'analyse		Résultats (%) *	Normes recommandées par le CODEX STAN 289-1995
pH		$5,78 \pm 0,127$	> 6
Teneur en eau		$13,05 \pm 0,071$	< 15 %
Taux de gluten	Gluten sec	$10,15 \pm 0,212$	Gluten sec entre 5 et 7% Gluten humide entre 20 et 27%
	Gluten humide	$19,65 \pm 0,778$	
Taux de cendres		$0,45 \pm 0,071$	$\leq 0,6 \%$
Teneur en matière grasse		$1,3 \pm 0,141$	2 %
Acidité		$0,017 \pm 0,002$	$\leq 0,07\%$
Protéines		$10,38 \pm 1,874$	< 11%
Glucides		$70,7 \pm 1,131$	66 % et 12,1 %

RÉSULTATS ET DISCUSSION

* Moyennes des deux essais

D'après les résultats de la caractérisation physicochimique de la farine de blé tendre utilisé nous constatons que :

- Le pH obtenu (5,78) est acceptable par rapport aux normes établies par le **Codex** (proche de la neutralité).

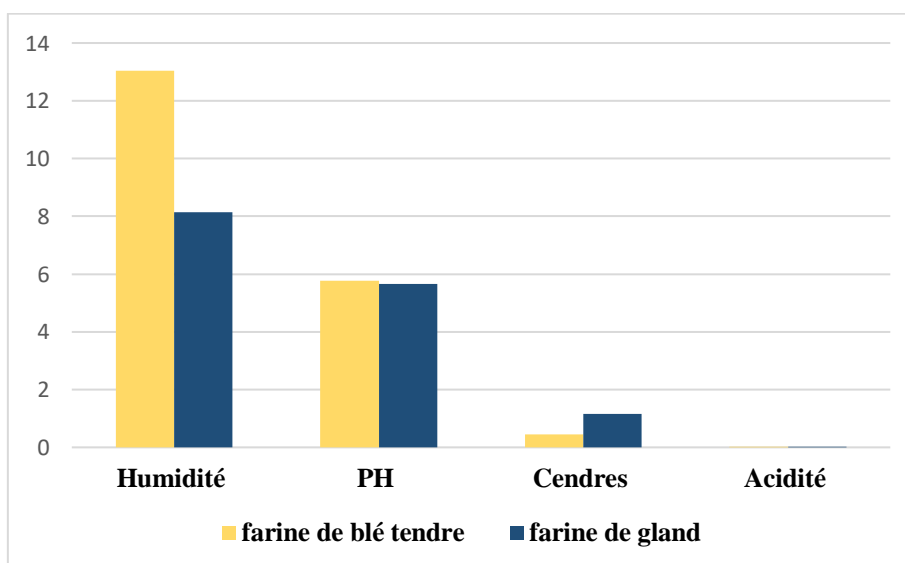
- Cette farine utilisée dans la fabrication de biscuits possède une humidité moyenne de 13,05%, située dans l'intervalle (12,60% -14,70%) donné par **Souci et al (1994)** et inférieur à 15,5% maximum citée par **la FAO (1996)**.

- Pour le taux de gluten, celui du gluten sec est de 10,15 %, et celui de l'humide est de 19,65%. Cette teneur est inférieure à 25% (loin de la norme), ce qui signale selon **Ugrinovits et al (2004)** qu'il s'agit d'une farine faible. De plus, le gluten sec est en dessus de la limite maximale de 7%, ce qui influe sur la qualité de la farine.

- Le taux de cendres permet de classer les farines par type. Pour la farine de blé, on distingue 6 types de farine : T45, T55, T65, T80, T110 et T150, plus le type est élevé, moins la farine est blanche. Pour notre farine de biscuit, le taux de cendres est de 0,45%. Cette farine peut être classée en type 45 ou type 55 selon le **JORA (2004)**, cette farine est alors d'une blancheur acceptable.

- Enfin la matière grasse et l'acidité restent toujours dans les normes avec respectivement 1,3 et 0,017%.

La figure 30, donne une comparaison des résultats des différents critères physico-chimiques pour la farine de blé tendre (témoin) et celle du gland.



RÉSULTATS ET DISCUSSION

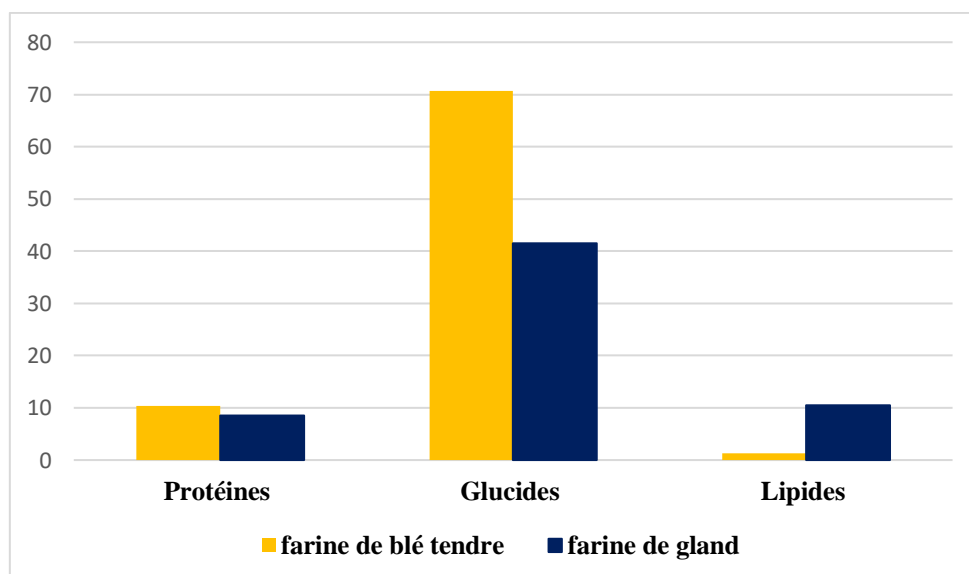
Figure 30 : Comparaison des différents critères physico-chimiques de la farine de blé tendre et de glands.

On remarque que les valeurs du pH sont très rapprochées, alors que la teneur en eau de la farine de blé est supérieure à celle du gland. Ceci coïncide avec les résultats de **Zarroug (2015)** qui a signalé la faible teneur en eau de la farine de glands. Cette différence peut être due à la nature de la matière première, à la technique du séchage et aux conditions de stockage. Ainsi, ces farines pourraient être stockées sans risque de contamination ou d'altération (**Bar, 2001**).

On note aussi que la farine à base des glands contient une forte proportion en cendres comparativement à la farine témoin. Augmentation pouvant être expliquée par le fait que nos échantillons sont riches en matière amylacées, en fibres et en minéraux (**Camara, 1992**). Cette différence est encore expliquée premièrement par le degré de pureté du produit à analyser, et deuxièmement par la proportion des enveloppes présentes dans le produit, car les glands sont plus vêtus en enveloppes que le blé. D'autres facteurs de différence : la variété, le stade de maturité des grains et les conditions de mouture sont aussi à proposer. Bar (2001) rapporte que la recherche de la teneur en cendres présente une importance réglementaire pour la mesure du degré de pureté.

Concernant l'acidité qui est un bon indicateur de l'état de conservation des farines. On observe que celle de la farine de glands est plus élevée.

Pour la comparaison en terme de teneur en protéines, en glucides et en lipides, elle est donnée dans la figure 31.



RÉSULTATS ET DISCUSSION

Figure 31 : Comparaison des différents critères biochimiques évalués de la farine de blé tendre et du gland.

Ainsi, la farine de glands présente une forte proportion en lipides (10,5%) par rapport à celle du blé (1,3%). Ceci est expliqué par la richesse de la farine de glands en lipides, de l'autre côté le blé tendre est pauvre parce qu'on a éliminé le germe qui les contient au cours de la mouture. Des travaux réalisés par **Yesli (2001)**, sur ce paramètre ont montré que la teneur en matière grasse dans la farine est de 2,96%. Donc, d'après les résultats enregistrés sur la matière grasse, on constate que la farine de glands de chêne est rapidement oxydable à celle du blé tendre, mais elle présente un avantage du point de vue nutritionnel, c'est sa contenance en acide gras essentiels qui sont très bénéfiques pour l'organisme (**Bar, 2001**).

D'après les résultats obtenus, on constate que la proportion des protéines existante dans la farine à base des glands est plus faible (8,5%) que celle de la farine industrielle (10,37%). Ces résultats sont comparables aux travaux de **Shepherd (1996)**, qui ont trouvé une teneur en protéine de 13%. Cette différence peut être expliquée par différents facteurs tels que l'influence du patrimoine génétique de chaque type de produit qui est adopté à synthétiser telle quantité et qualité d'acides aminés et aussi revient à l'absence total du gluten chez le gland. La teneur en protéines est un critère important d'appréciation de la qualité aussi bien pour l'alimentation animale (valeur alimentaire d'un produit) que pour l'alimentation humaine (**Bar, 2001**).

Pour les glucides, leur proportion dans la farine témoin est élevée (70,7 %). Ces résultats sont comparables au travaux de **Atwell (2001)**, qui ont trouvé une teneur en glucides de 70 %. Par contre, la farine de glands contient une faible teneur en amidon (41,5 %). Résultats en accord avec ceux de **Zarroug (2015)**, qui a enregistré une teneur en amidon de 46 % dans une farine de glands étudiée. Toutefois, ces résultats rentrent dans les normes de celle de (**AOAC, 996.11**) : Association of official analytical chemists).

▪ Teneur en gluten

La majorité des caractéristiques technologiques et rhéologiques des farines est liée principalement au gluten proprement dit aux gliadines et gluténines, il détermine la force de la farine, ainsi que son utilisation industrielle et sa valeur commerciale.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

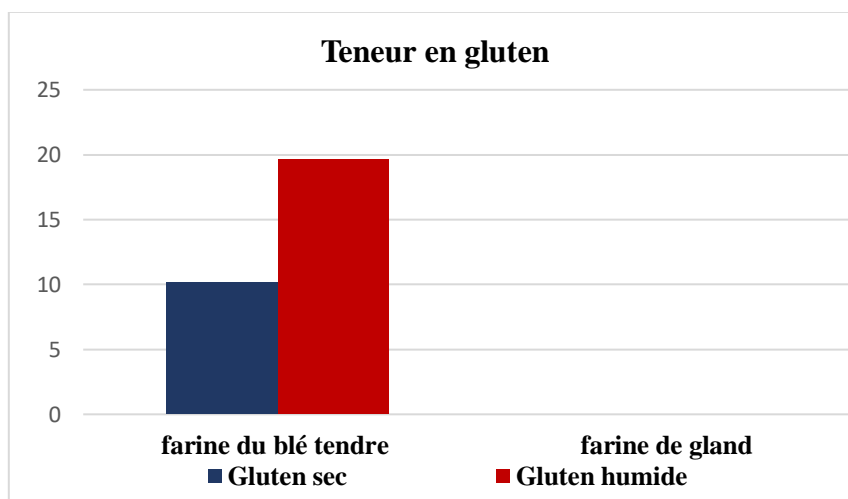


Figure 32 : Comparaison du gluten de la farine témoin à celle et de la farine du gland

La figures 32 montre que la farine de blé tendre utilisée contient une teneur en gluten sec et humide respectivement 10,15% et 19,65%. Alors que la farine du gland ne contient pas de gluten (0%), ce qui explique la faible proportion des protéines (8%) comparée aux céréales, car ce dernier est totalement absent dans le fruit (glands). Ce produit convient donc à ceux qui souffrent de la maladie cœliaque **Zarroug (2015)**.

▪ Teneur en polyphénols

La composition phénolique de la farine de glands est représentée figure 33 avec la comparaison à ceux de la farine témoin.

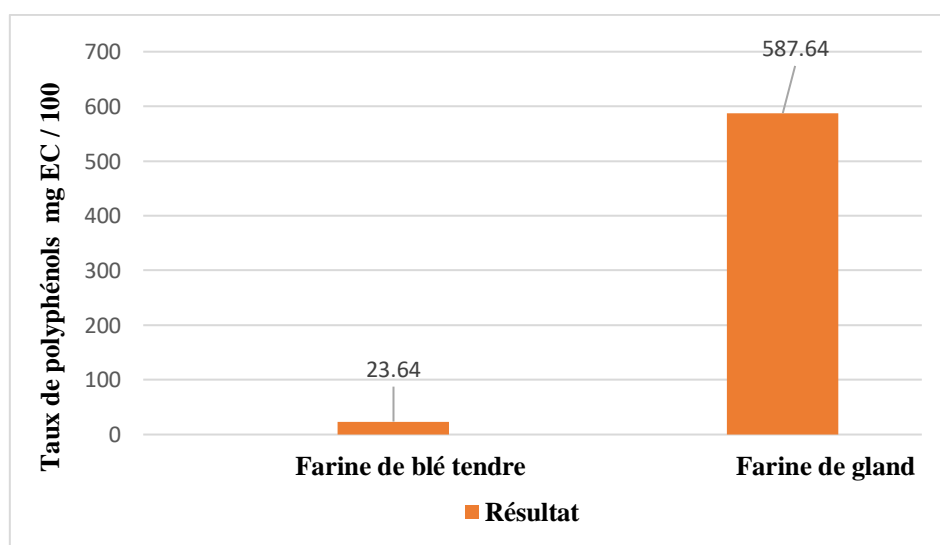


Figure 33 : Teneur en polyphénols de la farine du blé tendre et de la farine du gland

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats montrent que le gland est une matière végétale riche en polyphénols et tannins. En effet, la proportion des composants phénoliques de la farine industrielle « La belle » est de 23,64mgEC/100g, tandis que la teneur en polyphénols mentionnée par **Klunklin (2018)** pour la farine de blé est 28,66 mg EAG/100g. Par contre, la farine de glands présente une forte proportion en phénols avec 587,64 mg EC/100g. Ceci est expliqué par la richesse de la farine de glands en composants phénoliques et en tanins et ce qui montre aussi que la farine de blé tendre en est pauvre, du fait que le germe qui en contient a été éliminé lors de la mouture. **Hegazy et al (2014)** ont mentionné que la farine de chêne est riche en polyphénols. **Canots et al (2003)** rapportent le chiffre de 3778 mg EC/100g. **Karioti et al., 2010**) et **(Vinha et al., 2016)** ont rapporté que les fruits de chêne sont riches en composés phénoliques et en tanins.

Ce potentiel en polyphénols va faire du gland une source idéale d'antioxydants très bénéfiques pour la santé. Ainsi, un coupage de farine de blé ordinaire avec celle du gland, va améliorer la qualité nutritionnelle de la principale matière première des biscuits et des pains et par conséquent la qualité de ces derniers.

1.3. Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait

Les résultats des analyses physico -chimiques de la poudre de lait sont montrés dans le tableau 10 et la figure 34.

Tableau 10 : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.

Critère d'analyse	Résultats (%)*	Norme AFNOR 1986
pH	6,48	< 6,5
Humidité (%)	2,08	Max 5%
Acidité titrable (D°)	13,5	Max 18D°

* Moyennes des deux essais

Les résultats obtenus après analyse de la poudre de lait à 26% de la matière grasse sont conformes aux normes Françaises **AFNOR (1986)**. On note un taux d'humidité égale à 2,08% qui peut être expliqué par les bonnes conditions de transport et de stockage des sacs contenant la poudre de lait. Et une acidité 13,5D°. De plus, le pH est dans les normes suscitées, ce qui indique la bonne qualité physico-chimique de la poudre utilisée dans la fabrication du biscuit.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

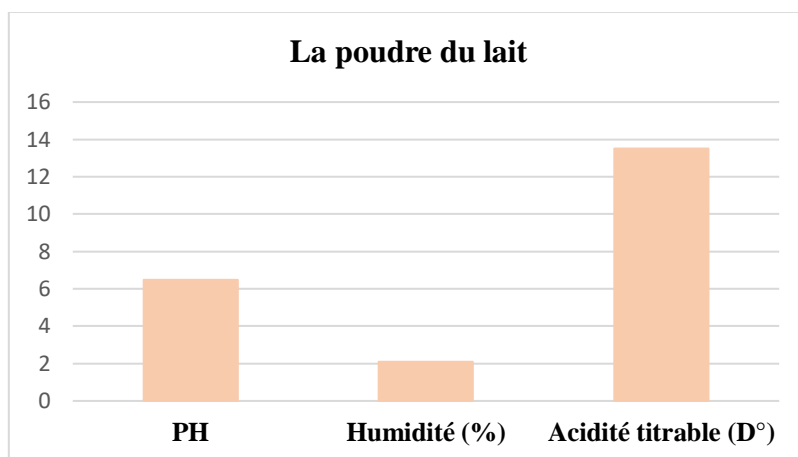


Figure 34 : Résultats des différents critères évalués de la poudre de lait

1.4. Résultat des analyses physico-chimiques des différentes farines enrichies en gland

1.4.1. pH

Le pH est un paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Le tableau 11 et la figure 35 représentent les résultats obtenus pour l'évaluation du pH de la farine témoin et de celles enrichies à différents taux de gland.

Tableau 11 : Résultats du pH des différentes farines

Produit analysé	Résultats*	Norme (CODEX STAN 289-1995)
Farine Témoin	6,6 ± 0,01	Proche de la neutralité 7
Farine à 10% de gland	6 ± 0,01	
Farine à 20% de gland	6,2 ± 0,04	
Farine à 50% de gland	6,45 ± 0,06	

*Moyenne des deux essais

La moyenne de la mesure du pH de la farine témoin est de 6,6, elle est proche de la neutralité. Les farines à 10%, 20% et 50 % ont donné des pH se situant entre 6 et 6,45. Ces valeurs sont légèrement inférieures au pH de la farine témoin, mais elles ne dépassent pas la marge de la neutralité qui est de 7, ce qui est en accord avec la norme. Ces pH sont donc acceptables.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

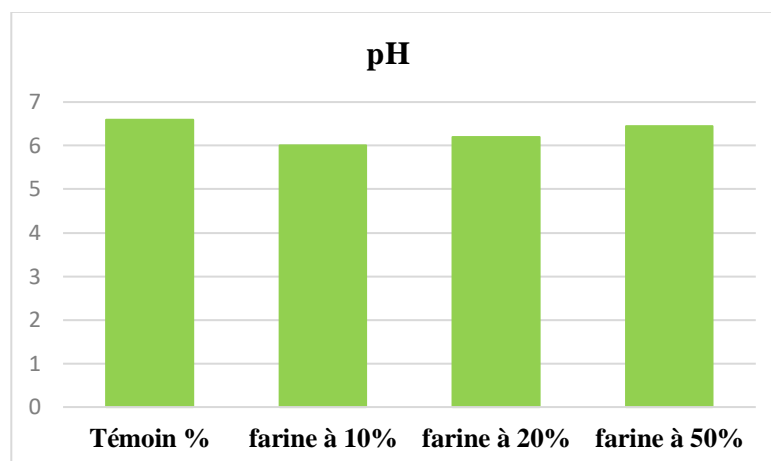


Figure 35 : pH de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.

1.4.2. Teneur en eau

La teneur en eau est un facteur essentiel dans l'évolution des phénomènes biologiques. Le contrôle de l'humidité des farines permet de minimiser le risque d'altération lors du conditionnement et du stockage. Le tableau 12 et la figure 36 en donnent les résultats et l'évolution.

Tableau 12 : Résultats de la teneur en eau de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.

Produit analysé	Résultats*	Norme (CODEX STAN 289-1995)
Farine Témoin	13,7 ± 0,01	< 15,5 %
Farine à 10% de gland	13,37 ± 0,01	
Farine à 20% de gland	13,09 ± ,04	
Farine à 50% de gland	13,63 ± 0,06	

*Moyenne de deux essais

La teneur en eau de la farine témoin est de 13,7 %, elle est donc inférieure à 15,5%, norme recommandée par le Codex. Celle des farines à différents pourcentages de gland est comprise entre 13,09 et 13,63%, elles sont légèrement inférieures. Cette dernière donc présente une faible teneur en eau. Toutefois, ces valeurs restent dans la norme. Ainsi, ces farines pourraient être stockées sans risque de contamination ou d'altération. En effet,

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chene (2001), confirme que la teneur en eau des farines est un paramètre important qui doit se situer entre 10 et 16% pour que la farine se conserve convenablement.

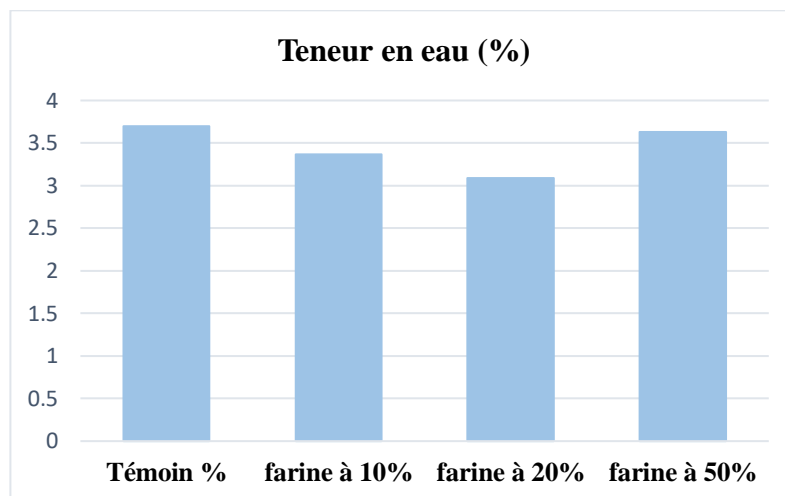


Figure 36 : Teneur en eau de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.

1.4.3. Taux de cendres

Les cendres représentent la quantité totale en matière minérales présentes dans les farines. On considère une faible teneur en cendres d'une farine, comme un caractère de pureté (**GODON, 1991**). Les cendres des différentes farines sont représentées dans le tableau 13 et leur évolution dans la figure 37.

Tableau 13 : Résultats du taux de cendres de la farine témoin et des farines à différents taux d'incorporation de gland.

Produit analysé	Résultats*	Norme (CODEX STAN 289-1995)
Farine Témoin	0,33 ± 0,01	≤ 0,6
Farine à 10% de gland	0,75 ± 0,04	
Farine à 20% de gland	1,6 ± 0,02	
Farine à 50% de gland	2,5 ± 0,03	

*Moyenne de deux essais

Le taux de cendres de la farine témoin est de 0,33%, (<0,6% comme suggéré par la norme Codex). Celui des farines enrichies, varient entre 0,75 et 2,5%. Elles sont fortement supérieures, comparativement à la farine témoin, la plus élevée est enregistrée chez la farine à 50% de glands. Cette augmentation peut être exprimée par le fait que nos échantillons de farines enrichies en glands sont très riches en matière minérale, ce qui n'est

RÉSULTATS ET DISCUSSION

pas le cas pour la farine témoin sans gland. L'augmentation du pourcentage du gland dans la farine va enrichir cette dernière en matières minérales, ce qui va influencer sur la qualité de la farine et par conséquent sur celle du produit fini.

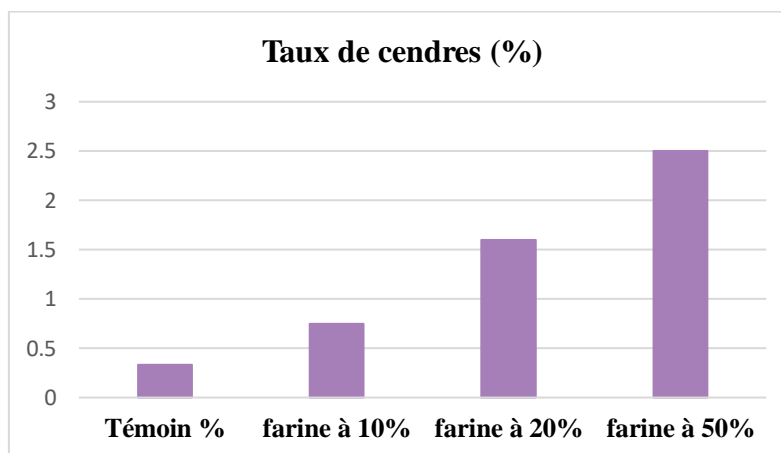


Figure 37 : Taux de cendres de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.

1.4.4. Teneur en protéines

Les résultats du dosage des protéines sont donnés par le tableau 14 et la figure 38.

Tableau 14 : Résultats du dosage des protéines de la farine témoin et des farines à différents taux d'incorporation de gland.

Produit analysé	Résultats*	Norme (CODEX STAN 289-1995)
Farine Témoin	8,5 ± 0,01	<10 %
Farine à 10% de gland	8,8 ± 0,01	
Farine à 20% de gland	9 ± 0,02	
Farine à 50% de gland	9,5 ± 0,02	

*Moyenne de deux essais

D'après la norme algérienne, la teneur en protéines de la farine de blé tendre devrait être inférieure à 10%. Les résultats obtenus indiquent que la teneur en protéines chez la farine témoin est de 8,5%. Ce qui indique qu'elle est conforme à la norme. Pour celle des farines à différents pourcentages de gland, elle est entre 8,8 et 9,5%. On remarque qu'elle est supérieure à celle de la farine témoin et mais elle est dans la norme. Une augmentation des protéines avec l'augmentation du taux d'incorporation du gland est également observée.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

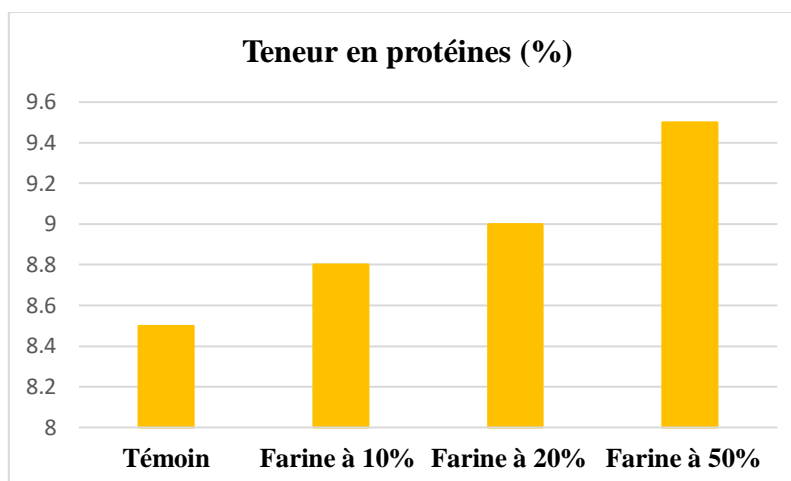


Figure 38 : Teneur en protéines de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.

1.4.5. Teneur en glucides

Les résultats du dosage des glucides sont donnés par le tableau 15 et la figure 39.

Tableau 15 : Résultats du dosage des glucides de la farine témoin et des farines à différents taux de gland.

Produit analysé	Résultats*	Norme AOAC 996.11
Farine Témoin	66,08 ± 0,02	12,1 % et 66 %
Farine à 10% de gland	50,48 ± 0,05	
Farine à 20% de gland	47,4 ± 0,04	
Farine à 50% de gland	32,12 ± 0,03	

*Moyenne de deux essais

D'après la norme internationale AOAC, la teneur en glucides de la farine de blé tendre se situe entre 12,1 % et 66 %. La farine témoin « la belle » a donné une teneur en glucides de 66,08%. Alors que les farines à différents taux de glands ont enregistré de faibles teneurs en glucides totaux, notamment pour celle enrichie à 50% de glands (32,12%). Cette diminution pourrait s'expliquer par la faible teneur en amidon dans la poudre des glands de chêne par rapport à la farine de blé (Cornejo et al, 2015).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

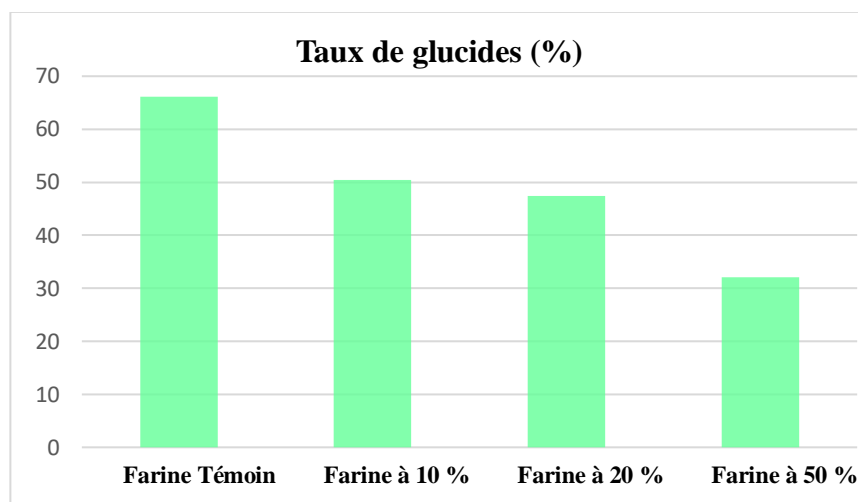


Figure 39 : Teneur en glucides des farine témoin et à différents taux de gland.

1.5. Résultats des analyses physico-chimiques du biscuit élaboré (Cookies)

1.5.1. pH et teneur en eau

Les résultats du pH et de la teneur en eau du biscuit témoin et des biscuits préparés avec la farine à différents taux de glands, 10, 20 et 50 % sont cités dans le tableau 15.

Tableau 15 : Résultats des analyses physico-chimiques du biscuit témoin et des biscuits préparés à différents taux du gland.

Critères analysés	Résultats				Norme interne (BIMO)
	Cookies Témoin	Cookies à 10%	Cookies à 20%	Cookies à 50%	
Teneur en eau (%)	3,5	3,37	3,09	3,63	Max 4,5
pH	6,6	6	6,2	6,45	7,5

La teneur en eau des Cookies préparés à base de farine à différents pourcentages de glands, se situe entre 3 et 3,63 %, ne dépassant pas la norme interne recommandée à BIMO. Celle du biscuit témoin est plus élevée (3,50%). Le gland du chêne a ainsi fait baisser encore la teneur en eau dans le biscuit, à côté de la cuisson et de la température qui peuvent aussi jouer un rôle dans l'abaissement de la teneur en eau.

Le pH des cookies à différents pourcentages de gland se rapproche de ceux du témoin, quoi qu'il est légèrement faible, il atteint 6 pour le biscuit à 10% de gland.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1.5.2. Teneur en polyphénols

La teneur en polyphénols du biscuit préparé à base de farine enrichie à 50% de glands a été prise comme exemple, du fait que ce dernier en est le plus riche (figure 40).

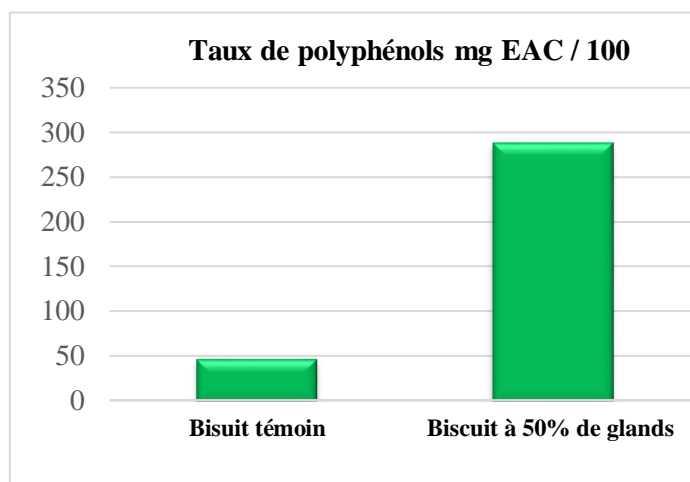


Figure 40 : Teneur en polyphénols du biscuit à 50% de glands en comparaison avec le biscuit témoin

Le biscuit témoin contient une teneur réduite en polyphénols (44,82 mg EAG/100g). Alors que celui préparé à 50% de glands présente une teneur en polyphénols de 286.5 mg EAG/100g. Ceci est en accord avec les résultats de **Hegazy et al (2014)** qui ont mentionné que le contenu phénolique d'un biscuit à base de blé est de 490 $\mu\text{g/g}$, tandis que des biscuits préparés avec des farines à différents taux de glands ont donné des teneurs plus élevées en polyphénols (801, 1190 et 1480 $\mu\text{g/g}$). On déduit ainsi que l'incorporation du gland à 50% a pu contribuer à enrichir les biscuits en polyphénols, source majeures d'antioxydants.

1.6. Résultats des analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques permettent de mettre en évidence et de quantifier les germes (bactéries et moisissures). Il est important de connaître la charge microbienne des aliments.

1.6.1. Résultats des analyses microbiologiques des farines

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les différentes farines sont présentés dans le tableau 17.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 17 : Les résultats du contrôle microbiologique effectué sur les différentes farines.

Les germes Recherchée	Résultats (UFC/g)			Norme
	1 ^{er} Essai	2 ^{ème} Essai	3 ^{ème} Essai	
<i>E coli</i>	Absence	Absence	Absence	Journal officiel N°39 2 juillet 2017 Critères microbiologiques des denrées alimentaires Art 3 et Art6
Moisissures et levures	Absence	Absence	Absence	
Clostridium sulfite réducteur	Absence	Absence	Absence	
Staphycoques à coagulase+	Absence	Absence	Absence	

La lecture sur milieu Gélose lactosé bilié au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) a montré une absence d'*Escherichia coli*, ainsi que la lecture sur milieu de Guillet Cantoni qui a révélé une absence de *Staphylococcus*. Ceci s'est traduit par l'absence de changement de couleur dans les boîtes pour les trois.

La même constatation a été faite pour la lecture sur milieu glucosé viande-foie, où il n'y pas eu de grosses colonies noires de *Clostridium sulfite réducteurs*, ainsi qu'aucun changement de couleur n'a été remarqué dans les tubes.

La lecture sur milieu Saburraud n'a pas révélé la présence de moisissures, puisque la couleur dans les boîtes n'a pas changé. Ceci confirme que la farine utilisée est de qualité microbiologique satisfaisante, et qu'elle a été maintenue dans de bonnes conditions de conservation.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1.6.2. Résultats microbiologiques du biscuit

Ils sont cités dans le tableau 18.

Tableau 18 : Résultats des analyses microbiologiques du biscuit.

Les germes Recherchée	Résultats (UFC/g)				Norme
	B Témoin	B 10%	B 20%	B 50%	
E coli	Absence	Absence	Absence	Absence	Journal officiel N°39 2juillet 2017 Critères microbiologiques des denrées alimentaires Art 3 et Art6
Moissisures levure	Absence	Absence	Absence	Absence	
Germe totaux à 30°C	Absence	Absence	Absence	Absence	
<i>Salmonella</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	
Staphycoques à coagulase+	Absence	Absence	Absence	Absence	

B : biscuits / Art : article

Les résultats des analyses des biscuits montrent que les différents types des biscuits sont de bonne qualité microbiologique, puisqu'ils sont dépourvus des germes d'altération (*germes aérobie à 30°C* et *moissisures*), germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *E. coli*). Ils confirment ainsi les au normes fixées par la législation nationale du journal officiel de la république algérienne.

Ceci est dû aux respect des bonnes pratiques de fabrication, de conditionnement et de stockage, ainsi que les bonnes pratiques d'hygiène des matériels, des locaux et du personnel, des installations, et des manipulations au niveau de l'unité « BIMO ». On note également l'efficacité du traitement thermique adopté (cuisson à une température de 150 à 250°C pendant 05 minutes), capable d'éliminer les formes sporulées.

1.6.3. Résultats de l'évaluation sensorielle des biscuits préparés

L'évaluation sensorielle effectuée sur les Cookies préparés, nous permet de faire une estimation de l'effet de la farine du gland sur notre biscuit préparé.

- Un panel de 15 personnes âgées entre 11 et 75 ans des deux sexes, ont dégusté les biscuits témoins et à différents taux (10, 20 et 50 %).
- Les critères évalués sont : « la forme, la couleur, le goût et l'odeur ».

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le comptage des notes pour l'épreuve sensorielle de chaque caractère étudié est fait selon trios catégories :

- Catégorie médiocre : note 1
- Catégorie bonne : note 2
- Catégorie très bonne : note 3

Les différents résultats sont représentés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Résultats de l'analyse sensorielle des cookies préparés

Caractéristiques	Biscuits	Nombre de sujets évaluant le biscuit		
		Médiocre (1)	Bon (2)	Très bon (3)
Forme	Biscuits témoin	2	3	10
	Biscuits à 10%	4	5	6
	Biscuits à 20%	3	7	5
	Biscuits à 50%	0	5	10
Couleur	Biscuits témoin	4	6	5
	Biscuits à 10%	3	4	8
	Biscuits à 20%	5	6	4
	Biscuits à 50%	2	4	9
Odeur	Biscuits témoin	2	6	7
	Biscuits à 10%	1	9	5
	Biscuits à 20%	3	7	5
	Biscuits à 50%	0	8	7
Goût	Biscuits témoin	3	6	6
	Biscuits à 10%	2	8	5
	Biscuits à 20%	2	4	9
	Biscuits à 50%	0	5	10

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des traitements obtenus sont représentés dans le tableau 20.

Tableau 20 : Résultats des préférences (%) des biscuits selon les caractéristiques organoleptiques.

Echantillon	Forme	Couleur	Odeur	Gout
Biscuit Témoin	12,66	10,33	11,66	11
Biscuit à 10 %	10,66	11,66	11,33	11
Biscuit à 20 %	10,66	10	10,66	11,66
Biscuit à 50 %	13,33	12,33	12,33	13,33

❖ La forme

La forme des biscuits représentés aux dégustateurs est une caractéristique physique qui concerne la fissuration, l'état de surface, les dimensions et le poids du biscuit.

La figure 41 représente l'influence du gland incorporé dans la farine sur la forme des biscuits témoin et des biscuits préparés à base de farine enrichie à différents taux de gland.

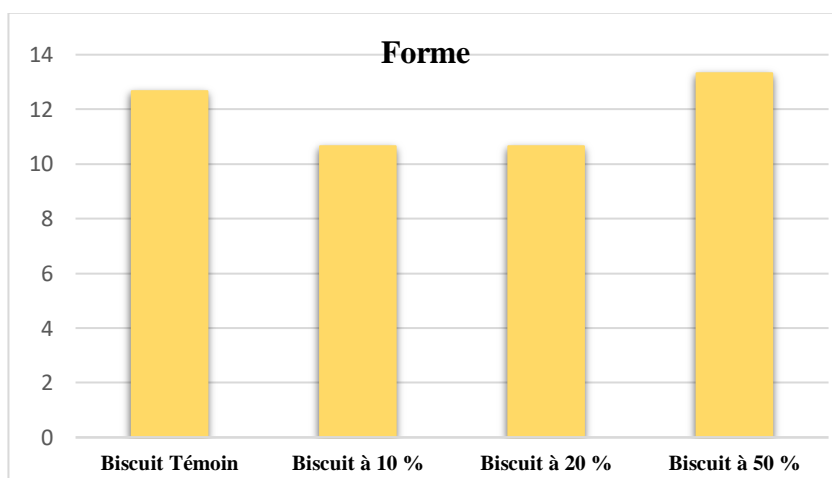


Figure 41 : Evaluation de la forme des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.

On observe que la forme des cookies à base de 50% de farine enrichie en gland est la plus acceptable en raison de sa forme proche de celle des cookies témoin à base du blé tendre. Par contre, la forme des cookies à 10 et 20% est moins appréciée.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

❖ Couleur

La couleur est un critère de qualité, fondamental pour l'acceptation des produits, son apparition commence vers les dernières étapes de la cuisson.

La figure 42 représente l'influence du gland incorporée dans la farine sur la couleur des biscuits témoin et des biscuits préparés à base de farine enrichie à différents taux de gland.

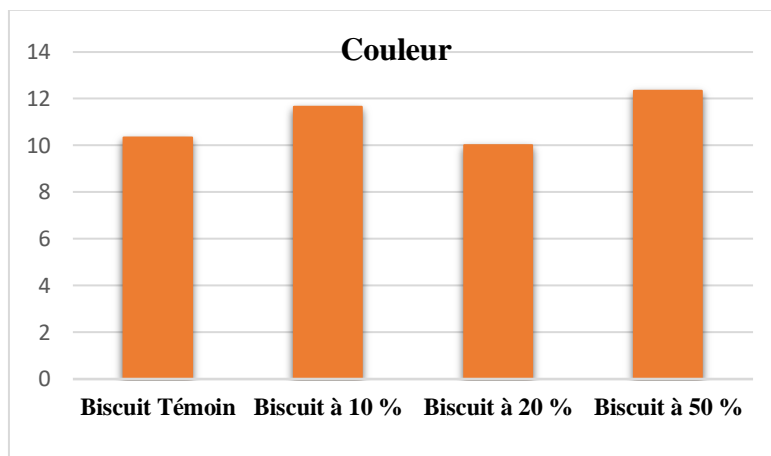


Figure 42 : Evaluation de la couleur des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.

La couleur est le premier paramètre observé par le dégustateur, pour apprécier la qualité du produit. Selon **Cheftel (1977)** confirme que le développement de la couleur est le résultat de réactions Maillard ou de caramélisation. Ces réactions manifestent sous l'influence de plusieurs paramètres qui agissent au cours du processus de cuisson dont la température et l'humidité.

Les cookies à base de 10 % et 50 % de farine enrichie en gland sont les plus acceptables, en raison de leur couleur brune comparable à celle des cookies témoin, tandis que les cookies de 20% présentent une couleur plus foncée à cause de l'augmentation du taux de gland qui exerce un effet de caramélisation.

❖ Odeur

La réaction de Maillard a une importance énorme dans la chimie des aliments. Elle est responsable principale de la production des odeurs, des arômes et des pigments dans les aliments cuits. Elle conduit notamment, à la formation de composés hétérocycliques

RÉSULTATS ET DISCUSSION

responsables des odeurs. Cette odeur et le résultat de réaction non enzymatiques concernent en particulier le sucre et la matière grasse.

La figure 43 représente l'influence du gland incorporée dans la farine sur l'odeur des biscuits témoin et des biscuits préparés à base de farine enrichie à différents taux de gland.

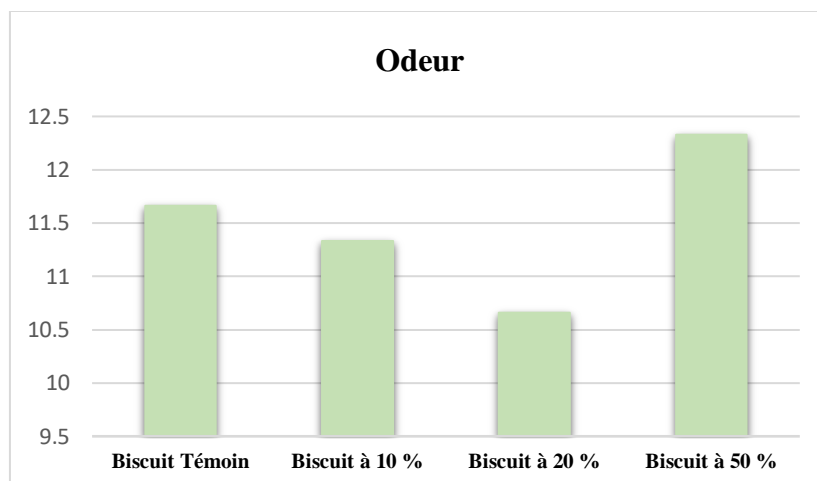


Figure 43 : Evaluation de l'odeur des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.

En comparaison avec les cookies témoin, on remarque que les cookies à base de 10 et 50% de farine enrichie en gland du chêne sont les plus appréciés, en raison de leur agréable odeur.

❖ Le goût

Le goût est un ensemble de sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique perçue lors de l'introduction de l'aliment dans la bouche.

La figure 44 représente l'influence du gland incorporée dans la farine sur le gout des biscuits témoin et des biscuits préparés à base de farine enrichie à différents taux de gland.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

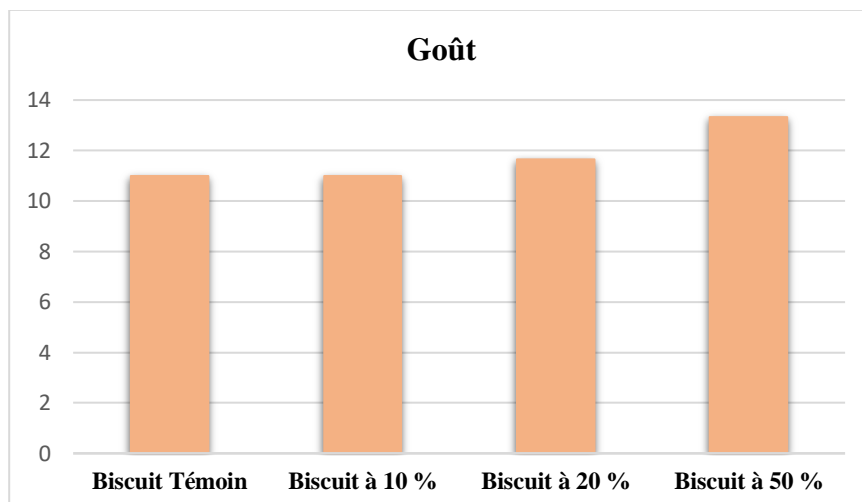


Figure 44 : Evaluation du goût des biscuits en fonction du taux d'incorporation du gland dans la farine.

D'après les résultats précédents, il paraît clairement que l'incorporation de la farine de gland entraîne des changements dans la majorité des caractéristiques sensorielles du biscuit préparé.

Tenant compte des propriétés sensorielles des différents types de biscuits, nous avons retenu le biscuit à 50 % de la farine de gland comme étant celui qui possède les meilleures caractéristiques en le comparant avec le biscuit témoin à base de blé tendre et les autres biscuits.

CONCLUSION

Conclusion

Les fruits de chêne « glands » sont considérés comme un aliment énergétique de premier ordre, étant riche en fibres, en fraction lipidique, et en composants phénoliques. Notre étude nous a permis de mettre en évidence la valeur du gland après l'avoir transformé en farine qui a été incorporée dans la fabrication de biscuits de type « Cookies » en remplaçant partiellement la farine de blé tendre. Cet effet a permis de constater des modifications sur le plan biochimique et rhéologique. De plus, le gland a montré dans notre étude une qualité nutritionnelle remarquable.

L'aspect nutritionnel a représenté un facteur primordial, notamment la richesse en polyphénols. Les analyses physicochimiques ont permis de noter une nette différence entre les biscuits à base de farine de blé tendre et ceux enrichis en glands à différents taux d'incorporation (10 %, 20 %, 50 %), en particulier pour les biscuits à 50% de taux d'incorporation.

Les résultats obtenus de la matière première et des biscuits élaborés, ainsi que le contrôle microbiologique ont fait ressortir une conformité relative aux normes recommandées et ceci pour l'ensemble des paramètres.

En se basant sur le test de dégustation, les biscuits à 50% de farine de glands ont montré des caractéristiques très appréciables comparativement aux Cookies à 10 et 20% de gland. Ils se caractérisent par une structure plus homogène et une surface plus lisse, une couleur foncée acceptable, et un goût très bon ; avec une forme bien arrondie et un dégagement d'une odeur agréable due à sa richesse en éléments nutritif tel que les glucides et les protéines.

En conclusion, on pourrait confirmer que la farine de gland est un produit à valeur nutritionnelle certaine, capable d'être valorisée dans la fabrication des aliments, en l'occurrence, les pâtes alimentaires, les gâteaux, les galettes, le couscous, spécialement pour les personnes qui sont allergiques au gluten (malades cœliaques).

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Référence bibliographique

A

- **AIT AMEUR L., 2006** - Evolution de la qualité nutritionnelle des protéines de biscuits modèles au cours de la cuisson au travers d'indicateurs de la réaction de Maillard : Intérêt de la fluorescence frontale. Mémoire de doctorat en Chimie analytique, Institut national Agronomique, Paris-Grignon.80p.
- **AIT SAADA D., AIT CHABANE O., SELSELET-ATTOU G., BOUDEROUA K ET KEDAM R., 2017.** Essais nutritionnels de la farine des glands en alimentation du poulet de chair (caractéristiques organoleptiques- biochimiques- digestives et diététiques). Salon National sur l'investissement dans le Domaine des forêts. P1-29.
- **AFNOR, 1986** : « contrôle de la qualité de produits laitiers- analyses physique et chimique ». 3^{ème} édition. PP : 107-121-125-157.
- **ALATOU D., 1994.** Croissance rythmique du chêne liège et du chêne zeen. Première journée sur les végétaux ligneux. Constantine 14 et 15 Novembre 1994.
- **ARMAND B et GERMAIN M., 1992** : « le blé : éléments fondamentaux et transformation » Ed saint Foy. PP : 439-440.
- **ATWELL W.A. (2001).** Wheat flour. Eagan press, Minnesota, USA, 123p.

B

- **BAINBRIDGE J. 2006.** Lipopolysaccharide induced-in vivo increases in β -defensins of the rat parotid gland. Archives of oral biology, 51(9), 769-774.
- **BARBETO M; LOISEL R, AND QUEZEL P; 1992** – biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. Vegetation 99- 100, 19-34p.
- **BEN MBAREK ET DEBOUB. (2015).** Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations. Echahid Hamma L'akhdar D'EL-Oued.
- **BENIA FARIDA., 2010.** Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives. Thèse de Doctorat d'état es- sciences. Université Ferhat Abbas. Sétif. 229 p.
- **BENKADRI S., 2010-** Contribution à la diversification de l'alimentation pour enfants cœliaques : fabrication de farines-biscuits sans gluten. Mémoire de Magistère en

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Science alimentaire, Institut de la nutrition de l'alimentation et des technologies agroalimentaires, Université MENTOURI, Constantine, 125p.

- **BERNARDO-GIL, M. G., LOPES, I. M. G., CASQUILHO, M., RIBEIRO, M. A., ESQUÍVEL, M. M., & EMPIS, BERRICHI M., 2011.** Détermination des aptitudes technologiques du bois de *Quercus rotundifolia lamk* et possibilités de valorisation. Thèse Doctorat en forestier. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen Algérie, 149 p.
- **BERRICHI, M. 2011.** Détermination des aptitudes technologiques du bois de *Quercus rotundifolia lamk* et possibilités de valorisation (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bakr Belkaid).
- **BOUDREAU, A., & MENARD, G. (EDS.). 1993.** Le Blé : éléments fondamentaux et transformation. Presses Université Laval.
- **BOURSSON, Y. 2009.** Mouture du blé tendre et techniques d'obtention de la farine. Ed. Techniques Ingénieur.
- **BUSSOTTI, F., GROSSONI, P., TANI, C., GRAVANO, E., ANTARELLI, S., & BOTTACCI, A. 1998.** Morpho-anatomical aiterations in leaves of *Gagus vatica L.* and *Quercus ilex L.* in different environmental stress condition. *Chemosphere*, 36(4-5), 919-924.

C

- **CAMARA, S., 1992.** Composition chimique des glands de chêne vert crus autoclaves à 80°C et 110°C pendant 1 heure, Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie, Université de Mostaganem, 82 p.
- **C. BAR, 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. (Guide pratique), Ed., ITFC céréaliers de France, Paris, 253 p.
- **C.Y. LIU, K. W. SHEPHERD, A. J. RATHJEN,** Improvement of durum wheat pasta making and bread making qualities, *Cereal Chem.* 73 (1996) 2: 155 -166 p.
- **CHEBLAOUI Y ET YAHIATEN N., 2016 :** « Contribution à la diversification de l'alimentation pour l'enfant cœliaque : fabrication de farine- Biscuit sans gluten ». P :15-16.

D

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- **DAHMANI-MEGREROUCHE MALIKA., 2002.** Typologie et dynamique des chênaies vertes en Algérie. Article forêt méditerranéennes t. XXIII, n° 2, p 117-132.
- **DENIS, A., 2011.** Les biscuits et gâteaux : toute une diversité. Cahiers de nutrition et de Desf. Extract on isolated rat duodenum. Journal of Ethnopharmacology,126: p 565-571.

F

- **FEILLET P. (2000).** Le Grain de blé : composition et utilisation, Editions Quae, P.124-128.
- **FREDOT, E., 2005.** Connaissance des aliments : Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Edition Lavoisier, Paris, 424 p.
- **FUSTIER PATRICK, J., 2006.** Influence des fractions de mouture de blé tendre (farines patente, découpure et basse) sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits. Thèse de doctorat en Sciences des Aliments et de Nutrition. Université Laval Québec, 293 p.

G

- **GIL, L., & VARELA, M. C. 2008.** Technical Guidelines for genetic conservation of Cork oak (*Quercus suber*). Bioversity International.
- **GODON B. (1991).** Composition biochimique des céréales, pp : 77-94. In : les industries de première transformation des céréales. Godon B. et Will M.C. Lavoisier Tec et Doc. Apria. Paris, 221p.
- **GODON. B AND LOISEL, W. 1697.** Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Technologies et documentation. Paris p819.

H

- **HAOUA R ET TINGALI R., 2007 :** « Essai d'incorporation de lactosérum en poudre dans la fabrication du biscuit type "Petit BIMO" » ,35 p.
- **HEGAZY, N. A., KAMIL, M. M., HUSSEIN, A. M. S. AND BAREH, G. F. 2014.** Chemical and technological properties of improved biscuit by chestnut flour. International Journal of Food and Nutritional Sciences, 3(6), 7-15.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- **HUBERT FRANÇOIS., 2013.** Reconstructions phylogénétiques du genre *Quercus* à partir de séquences du génome nucléaire et chloroplastique. Thèse de doctorat, université de Bordeaux I, 285p.
- **HUI, Y.H., CORKE, H., DE LEYN, I., NIP, W.K. ET CROSS, N., 2006.** Bakery Products Science and Technology. 1ère édition. Blackwell Publishing Professional, 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA, 575 p.

J

- **JORA** : 035 du 27-05-1998 : Arrête interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 14 safar 1415, correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologique de certaines denrées alimentaires.

K

- **KARIOTI, A., BERREHAL, D., KHALFALLAH, A., KABOUCHE, A., KABOUCHE, Z., & BILIA, A. R. 2010.** Flavonoid glycosides from *Randonia Africana* Coss. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38(5), 1007-1009.
- **KDJELDAHL, AFNOR. 1985.** Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires, recueil de normes françaises, 2ième édition, 200 p.
- **KELLER R., 1987.** Différentes variétés de chênes et leur répartition dans le monde. Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts. Laboratoire de recherches sur les produits forestiers I.N.R.A. - C.R.F. 14, rue Girardet, 54042 Nancy cedex (France). *Connaissance Vigne Vin*, 21, N° 3, p191-229.
- **KHATKAR, B.S., 2017.** Soft wheat products and processes. Thèse de doctorat en Technologie Alimentaire. Université Guru Jambheshwarde Science et Technologies, Hisar - 125 001, 107p.
- **KLUNKLIN, W., & SAVAGE, G. (2018).** Physicochemical, antioxidant properties and in vitro digestibility of wheat–purple rice flour mixtures. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(8), 1962-1971.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

L

- **LASSOUED-OUALDI, N., 2005.** Structure alvéolaire des produits céréaliers de cuisson en lien avec les propriétés rhéologiques et thermiques de la pâte : Effet de la composition. Thèse de doctorat en Sciences Alimentaires. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires « ENSIA ». AgroParisTech, 163 p.
- **LETREUCH- BELAROUCI, ASSIA., 1991.** Typologie phytosociologique des formations forestières et préforestières des monts des Trara (Ouest-Algérien). Doc. Phytosociol. Ser, vol. 3, no 6, p. 132-171.

M

- **M. SEYER, 2005.,** Les fibres alimentaires et le pain de blé entier, Ed., Université LAVAL –Québec, 105 p.
- **MAILLARD L.C, 1912.** Action des acides aminés sur les sucres : formation des mélanoidines par voie méthodique. C R Hebd. Séances Acad. Sci., 154, p 66-68.
- **MAKHLOUF, F. Z., SQUEO, G., DIFONZO, G., FACCIA, M., PASQUALONE, A., SUMMO, C., BARKAT, M., CAPONIO, F., 2020.** Effects of storage on the oxidative stability of acorn oils extracted from three different Quercus species. Journal of the Science of Food and Agriculture.
- **MAKHLOUFI ET BOUMAZA. (2018).** Essais d'incorporation de la farine de caroube (*Ceratonia siliqua L*) dans les Cookies en substitution partielle de la farine de blé. Akli Mohand OulHadj- Bouira -.
- **MANLEY, D., 2001.** Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, 200 p.
- **MEDAIL F. ET QUEZEL P ; 2003.** – conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Boccone*, 16 : p 397- 422.
- **MENASRA. A. (2020).** Etude de la formulation et des traitement technologiques des biscuits enrichis. Hadj Lakhdar - Batna1-.
- **MEZIANE, S., 2011.** Influence du procédé de congélation sur les levures et les propriétés techno fonctionnelles des pâtes sucrées. Thèse de doctorat en Procédés Biotechnologiques et Alimentaires. École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires. Université de Nancy, 123p.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- **MOUSAVI, K.A., YADOLAH, F. ET ANDERSON, S.S.A., 2018.** Impact of unit operations during processing of cereal-based products on the levels of deoxynivalenol, total aflatoxin, ochratoxin A, and zearalenone: A systematic review and meta-analysis. *Food Chemistry*, 268: 611-624.

N

- **NDANGUI, C.B., 2015.** Production et caractérisation de farine de patate douce (*Ipomoeabatatas.Lam*) : optimisation de la technologie de panification. Thèse de doctorat en Co-tutelle en Procédés et Biotechnologies Alimentaires. Université de Lorraine et Université Marien Ngouabi. 134 p.
- **NHOUCHI, Z., BOTOSOA, E.P. ET KAROUI, R., 2018.** Critical assessment of formulation, processing and storage conditions on the quality of alveolar baked products determined by different analytical techniques: A review. *Trends in Food Science et Technology*, 81: 159-171.

P

- **PIGNONE, D., & LAGHETTI, G, 2010.** On sweet acorn (*Quercus spp.*) cake tradition in Italian cultural and ethnic islands. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(8), 1261–1266.
- **PRACIAK, J., CAUDULLO, G., OLIVEIRA, S., & DE RIGO, D. 2016.** *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European atlas of forest tree species*, 160-163.

Q

- **QUEZEL, P. ET MEDAIL, F. 2004.** *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Ed. Elsevier Masson.

R

- **RAI, A., BOTTONI, A., SHIMIZU, M., SPIZZO, R., NICOLOSO, M. S., ROSSI, S., ... & CROCE, C. M. (2011).** Association of a microRNA/TP53 feedback circuitry with pathogenesis and outcome of B-cell chronic lymphocytic leukemia. *Jama*, 305(1), 59-67.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- **RASHID RAFIQ MOHAMED SALIH., SABIR DLIR AMIN AND HAWRAMEE OTHMAN K., 2014.** Effect of sweet acorn flour of common oak (*Quercus aegilops* L) on Locally Iraqi pastry products. Journal of Zankoy Sulaimani-Part A, Special Issue, Vol. 16, 2014. P 244-249.
- **REDJEM N ET DERGHAL W., 2016 :** « Contribution à la formulation d'un biscuit à base de caroube et lactosérum ». P36.

S

- **S. CAMARA, 1992.** Composition chimique des glands de chêne vert crus autoclaves à 80°C et 110°C pendant 1 heure, Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie, Université de Mostaganem, 82 p.
- **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.
- **SARIR RAZIKA ET BENMAHIOUL BENAMAR., 2017.** 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. Agriculture and Forestry Journal. Vol. 1, Issue 1, pp. 42-48.
- **SILVA S., COSTA E M., BORGES A., CARVALHO A. P., MONTEIRO, M. J., & PINTADO, M. M. E., 2016.** Nutritional characterization of acorn flour (a traditional component of the Mediterranean gastronomic folklore). Journal of Food Measurement and Characterization, 10(3), 584–588.
- **SINGLETON L., ORTHOFER R. 1999.** "Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent" Methods Enzymol., Vol. (299), page: 152.
- **SOFIA ES., 2016 :** « Processus de fabrication des biscuits et gaufrettes ». P : 9.
- **SOULEF BK., 2010 :** « Contribution à la diversification de l'alimentation pour enfants cœliaque : fabrication de farines- biscuits sans gluten ». PP : 15-16.
- **SOULIANC L ET REMY S., 2010 :** « Travaux sur les lipides et le goût ». P : 127.
- **STITI B., KHALDI A., HADJ A., REJEB M.N., 2010.** Tree individual variation in acorn production of Northwestern Tunisian cork oaks (poster). XXIII IUFRO World Congress. Seoul, Korea - 23-28 August 2010 (poster).

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

U

- **UGRINOVITS, M.S., ARRIGONI, A., DOSENBACH, A., HABERLI, G., HANICH, H., SCHWERZENBACH, J., RICHEMONT, L., RYCHENER, M., THORMANN, H., STALDER, U. 2004.** Céréales, produits de l'industrie meunière, pré mélanges pour four, mélanges de farines instantanées, Manuel suisse des denrées alimentaires, 19 p. Suisse.

V

- **VALERO GALVÁN., 2012.** Variabilidad poblacional en encina (*Quercus ilex* subsp. *ballot*): morfometría, espectroscopía de infrarrojo cercano y proteómica. tesis doctoral. universidad de córdoba. 179p.
- **VILLAR- SALVADOR P; PÉZER- RONTOMÉ C; MAESTRO- MARTINEZ M. ET MONTSERRAT- MARTI G; 1997** – Leaf morphology and leaf chemical composition in three *Quercus*, 11,127-134.
- **VINHA, A. F., BARREIRA, J. C. M., COSTA, A. S. G. ET OLIVEIRA, M. B. P. P. 2016.** A New Age for *Quercus* spp. Fruits: Review on Nutritional and Phytochemical Composition and Related Biological Activities of Acorns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15: 947-981.

Y

- **YADAV, D., THAKUR, N., SUNOOJ, K., 2012.** Effect of Partially De-Oiled Peanut Meal Flour (DPMF) on the Nutritional, Textural, Organoleptic and Physico - Chemical Properties of Biscuits. *Food and Nutrition Sciences* ,3: 471-476. Yamsaengsung, R., Berghofer, E. et Schoenlechner, R., 2012.
- **YESLI, A., 2001.** Etude de l'influence des lipides sur la qualité technologique de quelques variétés de blé algérien, Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, p 98.

Z

- **ZARROUG-WEDERNI YOUKABED., MEJRI JAMEL., BOUANZI HANNA., EL FELAH MOULDI., HASSOUNA MNASSER., 2015.** Caractérisation biochimique et valorisation de la farine du gland de chêne vert en panification. P1-9.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

SITES WEB

- **Anonyme 1** : W. (2021, November 4). La qualité : notion, définition, formes de qualité. WikiMemoires. Retrieved February 24, 2022, from <https://wikimemoires.net/2014/02/la-qualite-notion-definition-formes-qualite-et-marketing/>.
- **Anonyme 2** : Les dangers de la réaction de Maillard "Les Dangers De La Réaction De Maillard". 2022. Les Dangers De La Réaction De Maillard | Penser Santé. <https://www.pensersante.fr/les-dangers-de-la-reaction-de-maillard>.
- **Anonyme 3** : Le gland : récolte, conservation et utilisation des glands. (2022). Retrieved 8 April 2022, from <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1463-glands-recolte-conservation-utilisation.html>.

ANNEXE

ANNEXE N° I

Présentation du groupe BIMO

1. Historique



Le groupe BIMO-INDUSTRIE est issu de la société créée en 1975 dans la région de TIZI-OUZOU sous l'appellation de « BISCUITRIE DU MAGHREB ».

En 1984, le groupe crée une nouvelle biscuiterie dans la zone industrielle de BABAALI avec une nouvelle marque dénommée « **BISCUITRIE MODERNE** » BIMO par abréviation.

2. Les unités du groupe BIMO :

Actuellement, ce groupe dispose de 06 unités de production travaillant toutes dans le secteur de l'industrie agro-alimentaire. Constituées en société à responsabilité limités (SARL). Celles-ci sont :

Les unités de biscuiterie moderne :

- SARL de biscuiterie moderne BIMO : une unité de biscuiterie les a Baba Ali (wilaya d'Alger).
- SARL Chocolaterie BIMO : une unité de chocolaterie à Baba Ali (wilaya d'Alger).
- SARL Cacao BIMO : une unité de transformations de fève de cacao à Baba Ali (wilaya d'Alger).
- SARL Gaufretterie BIMO : une unité de gaufretterie à Baba Ali (wilaya d'Alger).

ANNEXE

Le groupe BIMO assure également les fonctions approvisionnement et commercialisation des produits fabriqués par ses usines à travers son propre réseau de distribution.

Le groupe BIMO compte introduire de nouveaux produits sur le marché national et à l'export. Dans le but de satisfaire plus sa cliente, en 2011 le groupe BIMO est engagé la démarche d'amélioration de la qualité sous le référentiel ISO version 2008.

3. Composition de l'unité de biscuiterie :

L'unité de biscuiterie ce dépose de :

- Trois laboratoires : un laboratoire contrôle de qualité physicochimique, laboratoire microbiologique et un laboratoire traitement des eaux.
- Département de production.
- Département de maintenance.
- Magasins de réception la matière première.

4. Quelques types de produits fabriquent par la biscuiterie BIMO :

- Cookies de BIMO.
- Galettes de BIMO junior et senior.
- Casse-croute.
- Biscuits Macao.
- Tongo enrobe et decore.

ANNEXE

ANNEXE N° II

1-Matériel :

1-1 Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques

• Verrerie:

- Pipette graduée
- Fiole de 100 et 500 ml
- Bécher à 100,200 et 500 ml
- Dessiccateur
- Capsule en porcelaine
- Broyeur
- Burette à robinet
- Tubes à essai
- Baguette en verre

• Appareillage:

- Balance analytique
- PH-mètre
- Etuve
- Bain-marie
- Four électrique (température de $900 \pm 25^{\circ}\text{C}$)
- Humidimètre
- Pince métallique
- Agitateur viscosimétrique métallique
- Dessiccateur
- Thermomètre
- Centrifugeuse de gerber
- Centrifugeuse

• Réactifs

- Solution de PH tampon
- Hydroxyde de sodium à 0.05N
- Phénolphtaléine (1g pour 100ml dans l'éthanol à 0.95)
- eau distillé
- Kovacs

ANNEXE

1-2 Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques :

- Bain marie
- Boîtes de pétri
- Etuves (réglables à 30°C,37°C,44°C,55°C)
- Homogénéisateur
- Balance de précision
- Micropipette
- Spatule
- Pipettes gradués
- PH mètre
- Autoclave
- Bec bunsen
- Tubes à vis stériles
- Verreries (erlenmeyer, éprouvette, flacons, bécher, entonnoirs,)
- Pipettes pasteur

❖ **Les milieux de culture**

- **EAU PHYSIOLOGIQUE STERILE** : elle est utilisée pour préparer les suspensions et les dilutions.
- **EPT** : Eau peptone tamponnée
- **TSE** : Tryptone Sel Eau
- **PCA** : Gélose Cout Agar
- **Milieu de Baird Parker**
- **Milieu SABOURAU DCHLORAMOHENICOLDEXTROSE AGA**
- **VF** : Viande Foie
- **VRBL** : Gélose Lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

ANNEXE

✚ Photographies originales du matériel utilisé dans les analyses physicochimiques et microbiologiques



Figure 1 : pH mètre



Figure 2 : Humidimètre



Figure 3 : Four à moufle



Figure 4 : Balance analytique

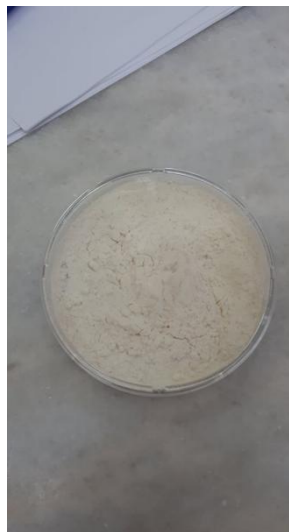


Figure 5 : Boite de pétri



Figure 6 : Etuve à 37 ° C

ANNEXE



Figure 7 : Humidimètre halogène



Figure 8 : Pétrin KENWOOD



Figure 9 : Minéralisateur (Kjeldahl)



Figure 10 : Four



Figure 11 : Solution mère des farines

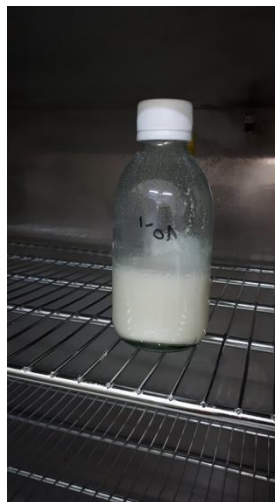


Figure 12 : Eau physiologique

ANNEXE

ANNEXE N° III

Biscuit BIMO

Département de production

FICHE DE DEGUSTATION

Nom et prénom :

Sexe :

Féminin

Masculin

Fonction :

Echantillons Caractérisation		Témoin	1 ^{er} essai 10 %	2 ^{ème} essai 20 %	3 ^{ème} essai 50%
Forme	Bien arrondie				
	Déformée				
Etat de surface	Lisse				
	Non lisse				
Couleur	Marron foncé				
	Marron				
	Marron clair				
Odeur	Bonne				
	Mauvais				
Gout	Excellent				
	Bon				
	Mauvais				

Signature

ANNEXE

ANNEXE N° IV

✚ COMPOSITIONS DES MILLIEUX

1 - Eau physiologique :

- chlorure de sodium 90g
- Eau distillé 1000ml
- PH = 7.5

2 - Recherche des *Staphylococcus aureus* à 37°C (NF V 08-057-1, 1994)

- Milieu : Giolitti et Cantoni
- Le Téliurite de potassium.

3 - Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT)

- Milieu : gélose Plate Count Agar (PCA)

4 - Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito- Réducteur*

- Milieu : Gélose viande foie (VF)
- Le sulfite de sodium et l'alun de fer

5 - Recherche et dénombrement des moisissures

- Milieu : Sabourau Dichloramohenicol dextrose agar

6 - Recherche et dénombrement des coliformes *Escherichia coli* (NF V08-017)

- Milieu : VRBL (gélose Lactosée Biliée au cristal Violé et au Rouge neutre)
- Le réactif de Kovacs

7 - Recherche et dénombrement des *Bacillus cereus* (ISO 7932)

- Milieu : Gélose à l'amidon



Figure 13 : Préparation des plans de travail pour les analyses microbiologiques

ANNEXE



Figure 14 : Préparation des dilutions décimales



Figure 15 : Plan microbiologique pour le dénombrement des micro-organismes

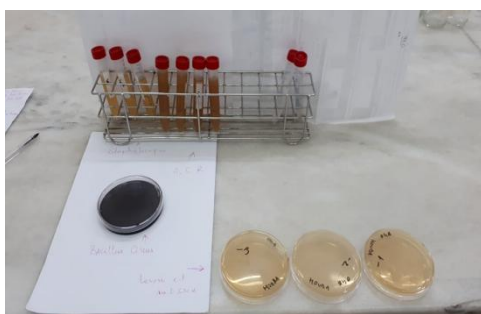


Figure 16 : Lecture des bactéries recherchées



Figure 17 : Portoir avec tube à vis

ANNEXE

Annexe V

❖ Etapes de fabrication des Cookies

1. Crémage

La figure 18 : présente une photographie de crémage des ingrédients.



2. Pétrissage

La figure 19 : présente une photographie de la pâte obtenue après le pétrissage.



ANNEXE

3. Façonnage de la pâte

La figure 20 : présente une photographie des cookies façonnés manuellement.



4. Cuisson

La figure 21 : présente la rentrer de nos cookies au four à l'aide d'un tapis.



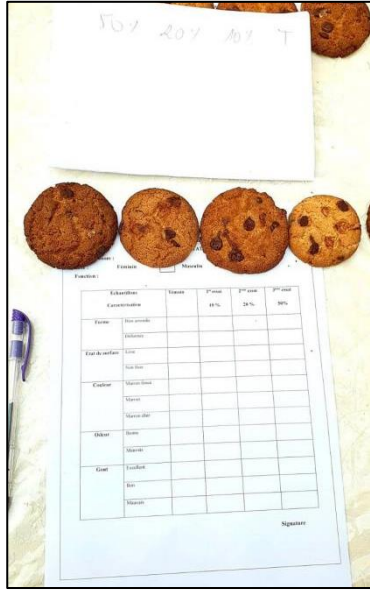
5. Refroidissement

La figure 22 : Présente une photographie du refroidissement des cookies à l'aide des ventilateurs.



ANNEXE

✚ Des photographies du test de dégustation



ANNEXE

ANNEXE VI

- La courbe des polyphénols

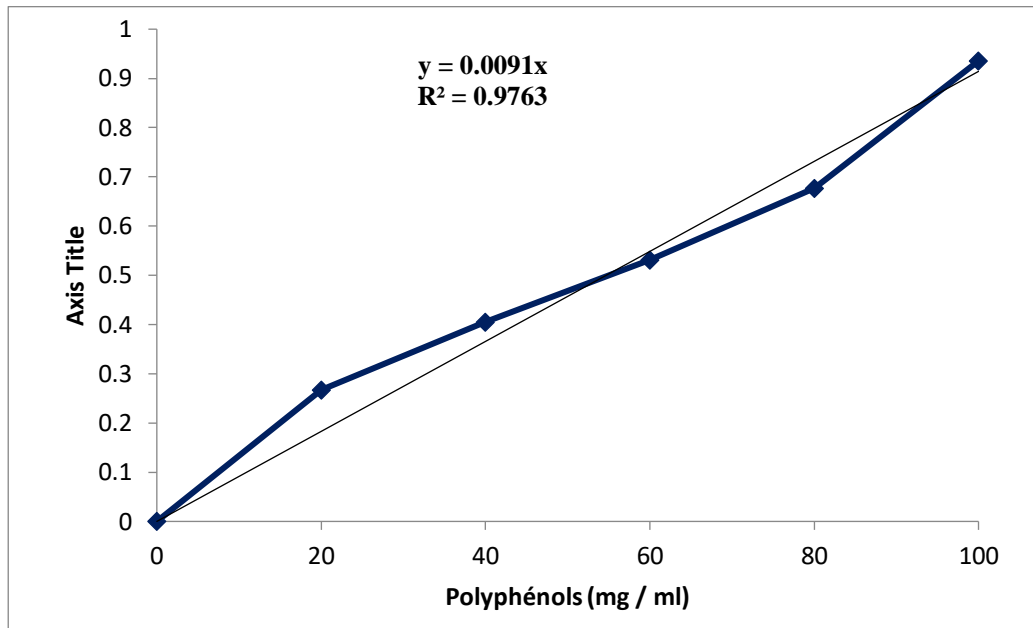


Figure 23 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour définir la concentration du composant phénolique.

- L'appareille SOHXLET

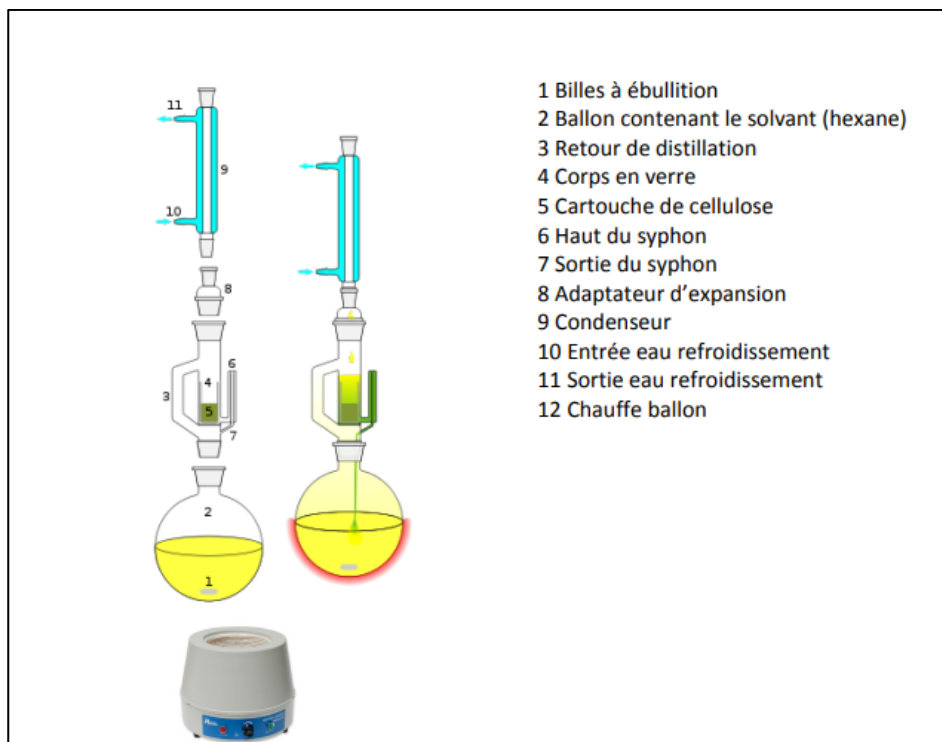


Figure 24 : Schéma du montage de l'appareil de Soxhlet.