الـجمهورية الـجزائرية الـديمقراطية الـشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعـة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A
كلية علـوم الطبيعة والحياة وعلـوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم بيئة ومحيط
Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Intitulé :

Élaboration d'un snack fonctionnel à base de sous-produit végétal combinant faible teneur en calories et haute valeur nutritionnelle «Projet Start-up»

Présenté par :

BAIR Chaima & TEHAMI Hiba

Soutenu le 09/ 12 / 2025, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M.TOUATI Noureddine	MCA	Université de B.B.A.
Encadrant :	Mme BAAZIZ Naima	MCB	Université de B.B.A.
Co-Encadrant:	Mme HAMMA Amel	MCA	Université de B.B.A.
	Mme HIHAT Soraya	MCB	Université de B.B.A.
Examinateur :	M. BENSOUILLAH Taqiyeddine	MCA	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2024/2025

REMERCIEMENTS

Louange à Dieu qui nous a donné la force et la patience pour mener à bien ce travail. Nous Lui demandons de nous guider dans le reste de notre parcours académique et professionnel.

Nous exprimons notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants qui ont accepté d'évaluer ce mémoire, en particulier :

***Mme Baaziz Naima**, encadrante principale, pour son accompagnement, ses conseils avisés et son suivi constant tout au long de ce projet.*

***Mme Hamma Amel, co-encadrante,** Nous lui exprimons notre profonde gratitude pour son soutien constant, ses orientations scientifiques pertinentes et ses précieux conseils, ainsi que pour son accompagnement humain, bienveillant et attentif tout au long des différentes étapes de réalisation de ce travail, dont l'impact a été déterminant dans son aboutissement.*

***Mme Hihat Soraya,** pour ses conseils, son soutien et ses encouragements tout au long de notre travail..*

***M. Touati Noureddine**, président du jury, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'évaluer notre travail.*

***M. Bensouillah Taqiyeddine** , pour ses remarques scientifiques rigoureuses, ses orientations méthodologiques approfondies et ses analyses critiques pertinentes, qui ont contribué de manière significative à l'évaluation, à l'amélioration et à l'enrichissement scientifique de ce travail.*

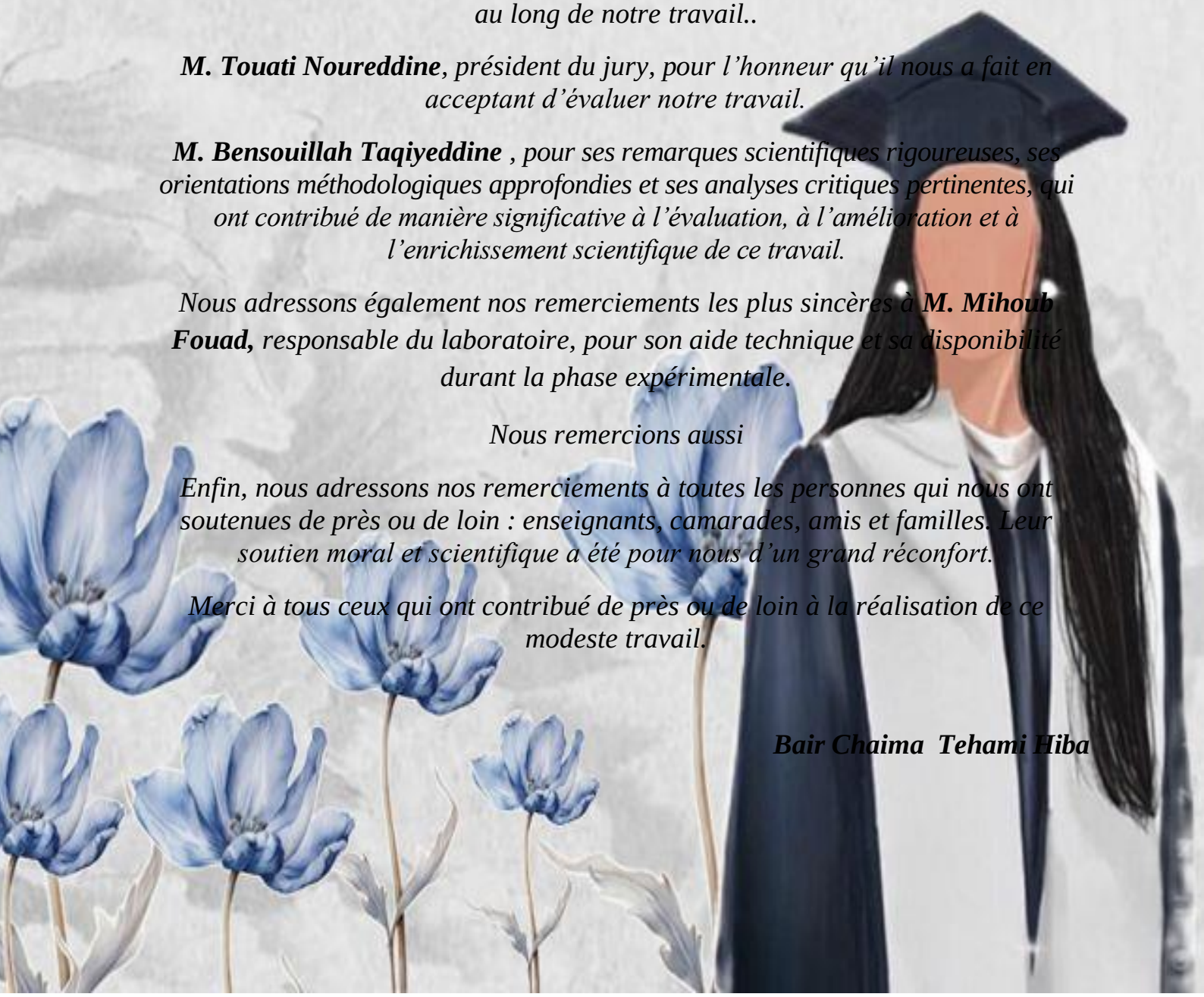
*Nous adressons également nos remerciements les plus sincères à **M. Mihoub Fouad,** responsable du laboratoire, pour son aide technique et sa disponibilité durant la phase expérimentale.*

Nous remercions aussi

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui nous ont soutenues de près ou de loin : enseignants, camarades, amis et familles. Leur soutien moral et scientifique a été pour nous d'un grand réconfort.

Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Bair Chaima Tehami Hiba



✦إهـــداء

"من قال: أنا لها... نالها"

ولأني قلتها بيقين: "أنا لها"، نالها قلبي قبل قلمي، وعانقها صبري قبل نجاحي، سِرتُ في طريقٍ لم يكن سهلً... لكن كانت خطواتي تشهد أنني خُلقتُ لأصل.

إلى أبي...

النور الذي أنار دربي السراج الذي لاينطفئ نوره بقلبي أبداً، يا من كنت للثبات عنوانًا، وللسند ظ ال لا يغيب،

يا من علّمتني أن الرجولة موقف، وأن الصمت أحيانًا أبلغ من ألف قول، في كل خطوة، كان رضاك حافزي... وفي كل إنجاز، صورتك تسبقني.

لك وحدك... أرفع هامتي.

إلى أمي...

يا نَبض هذا القلب، ويا دعاءً كان يصل قبل أن أنطقه، أنتِ الحنان حين جفّت المشاعر، والدفء حين ضاق العمر، منكِ استلهمتُ القوة، وبكِ عرفت أن للجنة بابًا يُدعى "أمّي."

أمي... تاجي وملهمتي.

سنشدّ عضدك بأخيك...

وكم شُددَ عضدي بكم يا إخوتي، كنتم الدفء في الليالي الباردة، والصوت الذي لا يخون، سندس، نسيم، وإياد... لستم إخوتي فحسب، أنتم ظهرٌ لا يميل، وأمانٌ لا يزول.

إلى صديقاتي...

إلى من كانت أرواحهن بلسمًا، وضحكاتهن دواءً،

إلى من حضرن حين غاب الجميع، وبقين حين تهاوى الكثير، رانية، حفيظة... بعض القلوب لا تُعوّض... وأنتم منها.

إلى هبة...

إلى من جمعتنا الفكرة، وقرّبتنا التجربة،

إلى من شاركتني السعي والتفاصيل، وكانت السند بصمتها وأخلقها... هذا المشروع ليس مشروعي وحدي، بل ثمرة صبرنا معًا.

شكرًا لأنك كنتِ أكثر من زميلة... كنتِ روحًا تُضيء.

وها أنا اليوم ...

أقف على عتبة الحلم.

ألتفت إلى الوراء، فأبتسم لصبري، وأعتزّ بمن رافقني،

فالحمد لله على ما وهبني وأن يجعلني مبارك وكان يعنيني إنما كنت ممن قال:

"إنّا لها فاهدوها"

وإنّا لها وإن أبت رغمًا عنها أثبت أني لها فالحمد لله شكرًا

و حبًا و امتناناً على النور والتمام

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين

شيماء



DÉDICACES

À mon cher père, *À celui dont la force tranquille et la sagesse ont toujours été mon guide dans la vie, À celui qui a semé en moi la confiance et m'a donné foi en moi-même sans limite… Je te dédie ce travail avec tout mon amour, mon profond respect et ma gratitude infinie.*

À ma précieuse mère, *Toi qui as été mon refuge dans les moments de doute et la lumière de mes jours sombres, Toi qui as accueilli mes faiblesses avant mes joies et adressé tes prières sincères pour moi… Mes remerciements ne sauraient suffire pour ton amour inconditionnel, ta patience et ton soutien infini. Ce mémoire t'est dédié de tout cœur, avec toute mon affection.*

À mes frères et sœurs bien-aimés : ***Sara, Noudjoud, Ilhem, Hanaa, Mohamed et Islam,*** *Merci pour votre patience, votre amour silencieux et votre présence constante à chaque étape. Vous avez été mon soutien et ma force, et ce succès est autant le vôtre que le mien.*

À mes chères amies : ***Sirine et Manar****, Merci pour vos mots réconfortants, vos sourires dans les jours de fatigue, et pour votre amitié sincère qui a été un véritable soutien tout au long de ce parcours. Je vous dédie une part de ce chemin avec tout mon amour et mon estime.*

À ma chère amie d'université, ***Chaïma,*** *Compagne de longues heures d'études, de doutes et de réussites, Merci pour ton soutien fidèle, ton écoute attentive et ta présence authentique. Ce mémoire t'est dédié avec tout mon respect et ma gratitude.*

À tous ceux qui ont contribué à mon savoir, ***Professeurs, formateurs et mentors****, Recevez l'expression de mon plus profond respect et de ma sincère reconnaissance.*

Et à moi-même, *Pour ma persévérance face aux épreuves, pour ma foi qui n'a jamais faibli, Pour mes rêves que j'ai su garder vivants, et mes pas qui ont continué malgré la fatigue… Je me dédie ce travail, en fierté de ce qui a été accompli et en encouragement pour l'avenir.*

Hiba

À tous ceux qui ont laissé une empreinte bienveillante et durable dans ma vie.

LISTE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS
DÉDICACE
LISTE DES ABREVIATIONS
LISTE DES FIGURES
LISTE DES TABLEAUX
RÉSUMÉ
INTRODUCTION 1

CHAPITRE I :VALORISATION DES SOUS-PRODUITS AGROALIMENTAIRES

I.Valorisation des sous-produits agroalimentaires 5
I.1 Distinction entre déchets et sous-produits 5
I.2. Valorisation des déchets alimentaires 5
I. 3 Impact environnemental des déchets agroalimentaires 5
II. Potentiel des coproduits comme source de composés bioactifs et nouvelles perspectives 7
II.1. Valeur nutritionnelle des sous produits et son intérêt 8
II.2. Composés bioactifs dans les sous produits agroalimentaires 9
II.2.3. Les fibres alimentaires 11
III Caractérisation botanique et composition chimique des plantes sélectionnées 12
III.1. Le *Ziziphus lotus* 12
III.1.1 Description botanique 12
III.1.2 Classification de *Ziziphus lotus* 12
III.1.3 La composition biochimique de la jujube 13
III.2. *Salvia hispanica* 13
III.2.2 Classification de *Salvia hispanica* L 13
III.2.3 La composition biochimique de la *Salvia hispanica* L 14
III.3. Les graines de sésame 14
III.3.1 Description botanique de graine de sésame 14
III.3.2 La composition biochimique de graine de sésame 15
III.4. Okara 15
III.5. Les résidus de fruits 15

CHAPITRE II : MATERIAUX ET METHODES

I. Matériaux utilisés 17
I.1. L'Okara 17
I.2 Le résidu de fruits 18
I.3. Le Jujube 19
I.4. Graine de Chia 20
I.5. Graine de sésame 20
I.6. Préparation du snack 21
II. Analyse physico-chimique de la matières premières ..... **Error! Bookmark not defined.**

II.1 Teneur en humidité (H%) et Matière sèche (MS) 22
II.2 Teneur en cendres 22
II.3. Dosage des protéines (Méthode de Kjeldahl) 23
II.4. Détermination des lipides par la méthode de Soxhlet (graine de chia _graine de sésame) 24
III Détermination des métabolites secondaires 25
III.1 Extraction et quantification des composés phénoliques 26
III.2. Détermination des polyphénols totaux (Les graine de jujube _ graine de chia _graine de sésame_le résidu de fruits) 26
III.3 Dosage des flavonoïdes totaux par complexation avec l'aluminium (Les graine de jujube _ graine de chia _graine de sésame_le résidu de fruits) 27
III.4 Test de piégeage du radical DPPH(Les graine de jujube _ graine de chia) 28
III.5 Évaluation sensorielle du snack 29
III.6 Questionnaire d'analyse des avis des consommateurs et de la faisabilité de commercialisation d'un snack sain.....30

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

I. caractéristiques physico-chimiques 33
I.1 Teneur en Humidité 33
I.2. Teneur en cendres 34
II. Rendement d'extraction 35
III. Composition biochimique 36
III.1 Dosage des polyphénols totaux 36
III.2 Dosage des flavonoïdes 38
III.3 Proténe – Lipides - sucre totaux
III.3.1 Protéine 40
III.3.2 Lipides 41
III.3.3 sucre totaux 42
IV. Inhibition du radical libre DPPH 43
V. Composition du snack 46
VI.1 Acceptation des Consommateurs 50
Questionnaire d'analyse des avis des consommateurs et de la faisabilité de commercialisation d'un produit alimentaire sain 50
Faisabilité économique 52
Observations générale 54
Conclusion 56
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 58
Annexes 69

LISTE DES ABREVIATIONS

ALA : Acide α-linoléique

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (Méthode d'évaluation de l'activité antioxydant)

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Compartiments du fruit de *Ziziphus lotus* 12
Figure 2 : Morphologie et graines de *Salvia hispanica* 13
Figure 3 :Morphologie et graines de *Sesamum indicum* 15
Figure 4 : Okara 17
Figure **5**: Lait de soja (purée) 18
Figure **6** : Schéma Étapes de préparation de l'Okara 18
Figure 7: Pulpe d'orange utilisée 19
Figure 8: Jujube utilisée 19
Figure 9: Graine de chia 20
Figure 10: Graine de Sésame 20
Figure 11 : Rendements d'extraction (%) des échantillons 35
Figure 12: Droite d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux 36
Figure 13: Teneurs en polyphénols totaux des échantillons 37
Figure 14: Droite d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes 38
Figure 15: Teneurs en flavonoïdes totaux des échantillons 39
Figure 16: Pouvoir antiradical des échantillons zizphus lotus , hispanse salvia pour le DPPH 43
Figure 17: Pouvoir antiradical de standard utilisés vitamine C par test DPPH 44
Figure 18 :IC_{50} des différents échantillons zizphus lotus, salvia hispanse, vitamine C 45
Figure 19: Snack fonctionnel à base sous-produits végétaux 46
Figure 20: Histogramme de l'analyse sensorielle du snack 49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Classification botanique de *Ziziphus lotus* (Ghedira, 2013)..... 12

Tableau II : Classification botanique de *Salvia hispanica* L (LORETO MUÑOZ HERNÁNDEZ 2012)..... 13

Tableau III : Comparaison entre les pourcentages d'humidité dans les échantillons..... 33

Tableau IV :teneur en cendre dans les échantillons..... 34

Tableau V: Teneur en protéines dans graine de sésame et okara. 40

Tableau VI: Teneur en lipides dans graine de chia et graine de sésame..... 41

Tableau VII: Teneur en sucres totaux dans jujube, graine de sésame et les résidus de fruits..... 42

Tableau VIII: Caractérisation physico-chimique et nutritionnelle d'un snack 47

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير وجبة خفيفة نباتية وظيفية من خلال تثمين بعض المنتجات الثانوية النباتية، لاسيما الأوكارا (وهو ناتج ثانوي من استخلاص حليب الصويا)، بقايا الفواكه، فاكهة السدر (النبق)، بذور الشيا وبذور السمسم. وتُعرف هذه المكونات بقيمتها الغذائية العالية وتوفرها محليًا. تم إعداد عدة صيغ تجريبية، تلتها تحاليل كيميائية لتحديد محتواها الغذائي، خاصة من حيث البروتينات، والدهون، والسكريات، والمركبات المضادة للأكسدة.

تم اختيار هذه المواد الأولية نظرًا لإمكاناتها الكبيرة في التثمين والاستخدام في إنتاج أغذية صحية، منخفضة السعرات الحرارية، ومغذية وصديقة للبيئة. وقد أظهرت النتائج توازنًا غذائيًا ملحوظاً إلى جانب نشاط مضاد للأكسدة معتبر، مما يجعل منها غذاءً وظيفيًا واعدًا يمكن أن يساهم في تعزيز الصحة.

وتبرز هذه الدراسة أهمية تثمين المنتجات الثانوية في إطار مقاربة شاملة تجمع بين الابتكار الغذائي والحفاظ على الموارد، مع إدماج مبادئ الاقتصاد الدائري والتنمية المستدامة داخل قطاع الصناعات الغذائية الزراعية.

Résumé

Cette étude a pour objectif le développement d'un snack végétal fonctionnel en valorisant des sous-produits végétaux, notamment de l'okara (résidu d'extraction du lait de soja), des résidus de fruits, de jujube, du chia et des graines de sésame. Ces ingrédients sont reconnus pour leur haute valeur nutritionnelle et leur disponibilité locale. Plusieurs formulations expérimentales ont été élaborées, suivies d'analyses chimiques de leur contenu nutritionnel, notamment en protéines, lipides, sucres et composés antioxydants Ces matières premières ont été choisies pour leur potentiel de valorisation et d'utilisation dans la production d'aliments sains, hypocaloriques, nutritifs et respectueux de l'environnement. Les résultats ont révélé un profil nutritionnel équilibré ainsi qu'une activité antioxydante significative, ce qui en fait un aliment fonctionnel potentiel susceptible de contribuer à la promotion de la santé. Cette étude souligne l'importance de valoriser les sous-produits dans une approche globale qui combine innovation alimentaire et conservation des ressources, tout en intégrant simultanément les principes de l'économie circulaire et du développement durable au sein de l'industrie agroalimentaire.

Abstract

This study aims to develop a functional plant-based snack by valorizing plant-based by-products, including okara (a residue from soy milk extraction), fruit residues, jujube, chia seeds, and sesame seeds. These ingredients are known for their high nutritional value and local availability. Several experimental formulations were developed, followed by chemical analyses of their nutritional content, particularly in terms of proteins, lipids, sugars, and antioxidant compounds.

These raw materials were selected for their potential for valorization and use in the production of healthy, low-calorie, nutritious, and environmentally friendly foods. The results revealed a balanced nutritional profile as well as significant antioxidant activity, making it a promising functional food capable of contributing to health promotion.

This study highlights the importance of valorizing by-products through a comprehensive approach that combines food innovation and resource conservation, while simultaneously integrating the principles of circular economy and sustainable development within the agri-food industry.

INTRODUCTION

Les déchets alimentaires représentent l'un des plus grands défis pour la sécurité alimentaire, ainsi que pour la durabilité environnementale et économique. Environ 17 % des aliments produits dans le monde sont gaspillés chaque année, soit 931 millions de tonnes . Ces déchets ont d'importantes conséquences environnementales, notamment l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, la consommation massive d'eau et l'utilisation étendue des terres agricoles. Ils ont également des impacts sociaux et économiques, affectant la disponibilité des aliments, la santé des consommateurs et les revenus des producteurs. Ainsi, réduire les pertes et gaspillages alimentaires est devenu une nécessité pour atteindre les objectifs de développement durable, en particulier l'éradication de la faim et la promotion d'une consommation et d'une production durables **(Schoonbroodt, E. 2024).**

Selon les estimations de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture **(FAO, 2011),** environ un tiers de la production alimentaire mondiale, soit près de 1,3 milliard de tonnes de denrées alimentaires, est gaspillé chaque année. Ce gaspillage représente une perte considérable de ressources et contribue à l'accumulation de déchets, à l'émission de gaz à effet de serre et à l'aggravation de la pollution environnementale. Dans un rapport ultérieur, la (**FAO, 2013)** souligne que ces pertes alimentaires ont de graves conséquences écologiques, notamment en matière de surexploitation de l'eau, des sols et de l'énergie, ce qui souligne la nécessité urgente de solutions innovantes et efficaces.

La valorisation des déchets alimentaires consiste à transformer les restes alimentaires en ressources utiles plutôt que de les jeter, que ce soit par la réutilisation pour la consommation humaine, la production d'aliments pour animaux, ou la production d'énergie et de compost. Cette valorisation vise à réduire le gaspillage, protéger l'environnement et générer une valeur économique à partir de matériaux qui auraient été autrement perdus **(Schoonbroodt, E. 2024).**

Les pertes et les déchets alimentaires constituent aujourd'hui l'un des plus grands problèmes auxquels l'Algérie est confrontée, en raison de leurs impacts économiques, environnementaux et sociaux, ainsi que de leur effet sur la sécurité alimentaire, souvent négligée. Par conséquent, réduire les déchets alimentaires représente une stratégie prometteuse pour assurer la sécurité alimentaire **(Chenafi & Ghebouli, 2024).**

L'ensemble de ces constats impose d'orienter les efforts de recherche vers la valorisation de ces résidus alimentaires, en développant des solutions techniques et des innovations écologiques permettant d'exploiter les déchets organiques pour la production de nouveaux aliments sains, respectant les normes de qualité et de sécurité, et répondant aux exigences d'une économie durable.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui vise à développer un produit sain, à haute valeur nutritive, des barres alimentaires de type snack riches en composés bioactifs, à partir de résidus alimentaires et de plantes naturelles. Les résidus alimentaires, en particulier ceux d'origine organique, représentent une ressource précieuse pouvant être valorisée dans le cadre de l'économie circulaire. Parmi ces déchets, on trouve l'Okara,un sous-produit issu de la production du lait de soja ou du tofu. L'Okara est riche en protéines et en fibres alimentaires, , et contient des composés bioactifs bénéfiques pour la santé. Malgré sa haute valeur nutritionnelle, son utilisation dans l'alimentation humaine reste limitée, ce qui conduit souvent à son gaspillage ou à son usage principalement comme aliment pour animaux. Aujourd'hui, l'okara est considéré comme une ressource alimentaire prometteuse pouvant être intégrée dans divers produits alimentaires après traitement **(Shinde et al., 2025).**

Dans le contexte de la valorisation des déchets organiques, les déchets de fruits et légumes représentent un défi environnemental important en raison de leur grande biodégradabilité et de leur décomposition rapide, liée à leur forte teneur en eau et en matière organique. S'ils ne sont pas correctement gérés, leur élimination directe en décharge peut entraîner l'émission de gaz et de lixiviats susceptibles de polluer le sol et l'eau, posant ainsi des risques pour l'environnement et la santé publique **(Trujillo-Reyes et al., 2023).**

D'autre part, le jujube, et plus particulièrement ses noyaux, est une ressource naturelle locale encore sous-valorisée en Algérie, pourtant ,il est riche en composés phénoliques et possède de puissantes propriétés antioxydantes. pour améliorer la valeur nutritionnelle du produit développé dans cette étude et offir une alternative alimentaire saine et durable, ces ressources souvent ignorées ont été enrichies avec des ingrédients naturels choisis pour leur richesse en éléments bioactifs bénéfiques, cela confère au produit final une qualité nutritionnelle supérieure et un intérêt marqué dans le domaine de la nutrition fonctionnelle.

Cette étude s'adresse à plusieurs catégories de consommateurs intéressés par une alimentation saine et durable, notamment les personnes adoptant un régime végétarien ou souhaitant réduire leur consommation de produits transformés. Elle cible également les

individus souffrant de troubles métaboliques chroniques tels que l'obésité, le diabète ou les problèmes digestifs, qui recherchent des alternatives alimentaires naturelles et sûres.

Les enfants constituent également un axe central de cette recherche, en raison de leurs besoins nutritionnels spécifiques et de leur vulnérabilité face aux additifs nocifs. Par ailleurs, ce produit vise aussi les jeunes et les étudiants, à la recherche de collations nutritives, pratiques et compatibles avec un mode de vie actif et moderne.

Malgré l'abondance croissante des résidus alimentaires d'origine végétale et leur richesse en nutriments, leur valorisation dans l'industrie agroalimentaire reste limitée. Cela perpétue un taux élevé de gaspillage et constitue une perte d'opportunités économiques et environnementales.

D'où découle la problématique de cette étude, formulée comme suit:

La valorisation des résidus alimentaires végétaux locaux (okara, restes de fruits et noyaux de jujube) pour le développement d'un produit alimentaire fonctionnel et durable à haute valeur nutritionnelle.

Notre travail est structuré en trois chapitres:

- **Le premier chapitre** présente des éléments de valorisation des sous-produits agroalimentaire.
- **Le deuxième chapitre** est consacré au matériel et à la méthode avec la présentation du matériel utilisé, le procédé d'élaboration ainsi que les technique de caractérisation employées ce travail.
- **Le troisième chapitre** regroupe l'ensemble des résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, Nous clôturons ce travail par une conclusion générale donnant une synthèse des résultats obtenus et des recommandation

CHAPITRE I

VALORISATION DES SOUS-PRODUITS AGROALIMENTAIRES

CHAPITRE I

VALORISATION DES SOUS-PRODUITS AGROALIMENTAIRES

I. Valorisation des sous-produits agroalimentaires

I.1 Distinction entre déchets et sous-produits

Un sous-produit est un produit résiduel qui apparaît au cours du le processus de fabrication, de transformation ou de distribution d'un produit fini. Il est non intentionnel, imprévisible, et accidentel. Contrairement aux déchets, les sous-produits peuvent être utilisés directement ou bien servir d'ingrédient dans un autre processus de production en vue de la fabrication d'un produit à valeur ajoutée. Ce changement de perception a mené à une évolution terminologique où le terme « déchet» est progressivement remplacé par celui de « coproduit », soulignant ainsi son potentiel de valorisation industrielle et économique. (**Boucherba, 2015)**

I.2. Valorisation des déchets alimentaires

La valorisation des déchets organiques issus de la filière agro-alimentaire fait référence à l'ensemble des opérations techniques (biologiques ou chimiques) qui visent à transformer les résidus provenant de la production, de la transformation, de la distribution ou de la consommation de denrées alimentaires en produits à valeur ajoutée. Contrairement aux méthodes classique d'élimination (mise en décharge, incinération), la valorisation cherche à exploiter le potentiel contenu dans ces déchets pour en tirer des bénéfices environnementaux, économiques ou sociaux.**(OCDE, 2021),** à travers des procédés tels que la méthanisation ou le compostage.L'utilisation de surplus encore consommables pour créer de nouveaux produits alimentaires en est également une approche prometteuse. Toutes ces méthodes permettent de limiter la pression sur les ressources naturelles tout en réduisant l'empreinte écologique de la chaîne alimentaire.**(Zorpas, 2020)**

I. 3 Impact environnemental des déchets agroalimentaires

Le stress environnemental causé par les déchets et sous-produits agroalimentaires est considérable. Ces résidus, s'ils ne sont pas correctement valorisés, entraînent la pollution des sols, des eaux et de l'air. De plus, leur accumulation pose des défis importants sur le plan logistiques et économiques pour les industries agroalimentaires, en particulier dans les pays en voie de développement. Dans ce contexte, la valorisation de ces matières devient non

seulement une nécessité écologique, mais aussi une opportunité de transformation durable. **(Bhat, 2017)**

I.4 Intérêt croissant pour la valorisation des sous-produits agricoles et végétaux

L'exploitation des coproduits agricoles à des fins de valorisation a bénéficié ces dernières années d'un regain d'intérêt pour des raisons tant économiques et environnementales. L'importance de ces coproduits agricoles réside dans leur abondance, leur faible coût, et le fait qu'ils représentent une source organique naturelle disponible dans le monde entier. Toutefois, l'industrie mondiale utilise aujourd'hui moins de 10 % de la biomasse végétale produite, alors que des quantités énormes de résidus agricoles sont brûlées chaque année, ce qui contribue à un problème environnemental croissant. **(Boucherba, 2015)**

La valorisation des sous-produits de l'industrie agroalimentaire est essentielle pour construire des systèmes alimentaires durables, réduire les déchets et promouvoir l'économie circulaire. De plus, la transformation de ces sous-produits en produits fonctionnels et avancés à forte valeur ajoutée constitue une option clé dans les domaines de la bioéconomie et de l'économie circulaire, qui visent à réduire les déchets, renforcer la compétitivité et assurer la durabilité des chaînes de valeur. **(Ligarda-Samanez et al., 2025)**

De grandes quantités de déchets de légumes ne sont pas exploitées et sont jetées sur le bord des routes, ce qui cause une pollution environnementale dans les zones rurales. Cependant, ces déchets, riches en éléments nutritifs, sont mous, juteux et facilement dégradables. Ces quantités importantes de déchets de légumes non utilisés peuvent être valorisées pour produire du vermicompost de haute valeur. Cela est essentiel pour compenser les éléments nutritifs des plantes, préserver la santé des sols, réduire les problèmes de pollution et créer des emplois, ce qui est de plus en plus reconnu comme une stratégie pour une agriculture biologique durable. **(Chatterjee et al., 2014)**

D'un autre côté, La valorisation énergétique des déchets organiques constitue l'une des solutions durables qui combine la satisfaction de la demande croissante en énergie et la réduction des impacts environnementaux négatifs des déchets. Cette approche contribue à transformer les déchets en sources d'énergie renouvelable, telles que le biogaz, réduisant ainsi la dépendance aux combustibles fossiles et limitant les émissions de gaz à effet de serre. La valorisation énergétique soutient également le concept d'économie circulaire en optimisant l'utilisation des ressources, en améliorant la gestion des déchets et en renforçant la durabilité environnementale et économique, ce qui en a fait un sujet d'intérêt croissant dans la recherche

scientifique récente**.(Jameel et al., 2024)**

D'un point de vue économique, la production de produits à forte valeur ajoutée tels que les fertilisants biologiques, les biocarburants, ou encore les composés bioactifs utilises dans l'industrie pharmaceutique ou cosmétique, constitue l'une des opportunités majeures de la valorisation biologique des résidus organiques .

En développant des micro-entreprises ou des PME ou des micro-entreprises spécialisées dans le traitement et la transformation des déchets en produits commercialisables, on peut stimuler l'économie locale et créer des emplois, en particulier en milieu rural. Par ailleurs, cette stratégie permet de réduire les coûts municipaux liés à la gestion des déchets, en libérant des ressources pour d'autres priorités de développement**. (Jalalipour, H., et al., 2025)**

Les déchets et résidus issus des fruits et légumes offrent des opportunités pour la production d'une large gamme de produits à valeur ajoutée, qui peuvent être utilisés dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et les industries auxiliaires. **(Wadhwa et al., 2015).**

Enfin, la valorisation des déchets alimentaires joue un rôle stratégique dans la lutte contre le gaspillage alimentaire, en redonnant une utilité à des produits auparavant considérés comme inutilisables. Elle constitue ainsi une véritable opportunité pour concilier innovation technologique, protection de l'environnement et justice sociale, notamment en favorisant l'accès à une alimentation saine et abordable**. (FAO, 2019)**

II. Potentiel des coproduits comme source de composés bioactifs et nouvelles perspectives

De même que les parties comestibles des produits agricoles, les parties non comestibles – résidus ou sous-produits – contiennent, également, des quantités variables de composés bioactifs. Ces substances comprennent notamment les polyphénols, les tanins, les flavonoïdes, les vitamines A et E, les minéraux essentiels (Ca, K, Mg…), les acides gras (Oméga 3, 6...), les composés volatils, et les pigments naturels. Ces éléments présentent une valeur nutritionnelle et médicinale importante, et démontrent diverses activités biologiques, ce qui ouvre la voie à leur utilisation dans les secteurs pharmaceutique, cosmétique et alimentaire**. (Bhat, 2017)**

Jusqu'à présent, la majorité des déchets agroalimentaires ont été utilisés comme aliments pour le bétail ou comme engrais organiques. Cependant, grâce à la disponibilité des technologies modernes et à l'application des principes de la chimie verte, de nouvelles

approches ont vu le jour telle que leur utilisation dans biogaz et biocarburants. Ces nouvelles approches permettent la transformation efficace des déchets et sous-produits en produits à forte valeur ajoutée, tout en respectant les normes environnementales. Par exemple, la transformation du marc de fruits - un résidu constitué de pulpe, peau, graines et tiges - devient un domaine stratégique malgré sa forte périssabilité, en raison des solutions technologiques permettant sa conservation et valorisation. **(Bhat, 2017**

I.1. Valeur nutritionnelle des sous-produits et son intérêt

La valeur nutritionnelle représente la teneur d'un aliment en nutriments essentiels tels que les glucides, les protéines, les lipides, les vitamines et les minéraux. Elle reflète la capacité d'un aliment ou d'un régime à satisfaire les besoins spécifiques physiologiques de l'organisme humain selon l'age, le sexe, l'état de santé et le niveau d'activité physique.

Une alimentation ayant une valeur nutritionnelle élevée favorise un fonctionnement optimal des systèmes biologiques et contribue au maintien de l'énergie et de l'immunité. **(Gibney, M. J. 2009)**

Une bonne alimentation permet au corps de mieux se défendre contre les infections, favorise un développement sain à chaque étape de la vie, tandis qu'une mauvaise alimentation augmente les risques de nombreuses maladies chroniques.**(Irmak, S. 2020)**

Elle est aussi essentielle dans la lutte contre les carences nutritionnelles, l'obésité et les maladies chroniques, en orientant les recommandations alimentaires à l'échelle individuelle et collective. **(World Health Organization. 2003)**

Dans un contexte de santé publique, la valeur nutritionnelle est un outil fondamental pour évaluer la qualité des aliments et établir des politiques nutritionnelles durables. Elle permet de promouvoir des habitudes alimentaires saines et d'améliorer la qualité de vie à long terme. Intégrer cette notion dans l'éducation nutritionnelle dès le plus jeune âge contribue à créer des comportements alimentaires responsables **(Irmak, S. 2020).**

Face aux transformations constantes des habitudes alimentaires dans le monde, il devient indispensable de développer des politiques nutritionnelles claires, de proposer des produits sains, et de mettre en œuvre des interventions scientifiques rigoureuses pour améliorer la santé publique.

I.2. Composés bioactifs dans les sous-produits agroalimentaires

Les composés bioactifs présents dans les substances actives des aliments et d'autres sources naturelles ont la capacité d'apporter la valeur nutritionnelle recherchée dans les aliments et d'influencer positivement la santé. Par exemple, on peut trouver dans les sous-produits agroalimentaires des polyphénols, des fibres, des vitamines, des minéraux et d'autres substances connues pour leurs propriétés bénéfiques pour la santé . En examinant et en isolant ces composés bioactifs, il est possible de développer de nouveaux ingrédients fonctionnels et compléments alimentaires, tout en réduisant les déchets et en favorisant la durabilité.**(Liu,z el al., 2023)**

I.2.1. Les polyphénols

Les polyphénols sont largement répandus dans le règne végétal. Ils comportent plusieurs familles à savoir: les flavonoïdes, les acides phénoliques, les stilbènes et les lignanes. **(Manach et al., 2004).**

Ils jouent un rôle protecteur pour la plante et ils apportent des effets bénéfiques pour la santé humaine tels que l'effet antioxydant, anti inflammatoire, anticancéreux , ainsi que des effets cardioprotecteurs, neuroprotecteurs, antidiabétiques et antimicrobiens. Ces composés sont capables de piéger les radicaux libres, de moduler les voies de signalisation cellulaire impliquées dans l'inflammation, d'induire l'apoptose des cellules tumorales, d'améliorer la fonction endothéliale, de protéger les neurones contre le stress oxydatif, de réguler la glycémie, et de lutter contre divers agents pathogènes. Ainsi, les polyphénols représentent des molécules bioactives d'intérêt majeur pour la prévention de nombreuses maladies chroniques.**(Manach et al., 2004).**

L'industrie des fruits génère de grandes quantités de déchets fruitiers, avec la pulpe de pomme représentant une part importante, atteignant environ 12 millions de tonnes par an dans le monde. La teneur en flavonoïdes de la peau de pomme est environ trois à six fois plus élevée que celle de la chair, et elle contient des flavonoïdes uniques tels que les glycosides de quercétine, qui ne se trouvent pas dans la chair de la pomme . Les extraits dérivés de la peau de pomme présentent une activité antioxydante significative**.(khalid,MU et al.,2021)**

La carotte contient des niveaux élevés d'anthocyanines, un type de flavonoïdes qui donne aux fruits et légumes leurs pigments rouges, bleus et violets. Ces composés possèdent

de puissantes propriétés antioxydantes et il a été démontré qu'ils offrent des avantages potentiels pour la santé, notamment la réduction du risque de maladies cardiovasculaires et l'amélioration de la santé intestinale . Une grande usine de transformation de carottes peut générer jusqu'à 175 000 tonnes de déchets de carottes par an. **(Tian, L et al.,2019)**

Les peaux et les graines de raisin contiennent des niveaux élevés de resvératrol (famille des Stilbènes), un type de polyphénol connu pour ses propriétés antioxydantes et ses bénéfices potentiels pour la santé. Bien qu'il soit présent dans plus de 70 plantes, le raisin reste la principale source alimentaire de resvératrol **(Liu, Z.,et al.,2023)**

Les graines de sésame contiennent des composés bioactifs similaires aux lignanes. Les bienfaits de ces composés résident dans leurs propriétés antioxydantes, hypocholestérolémiantes, régulatrices des lipides sanguins, protectrices du foie et des reins, favorables au système cardiovasculaire, ainsi que dans leurs effets anti-inflammatoires et antitumoraux, ce qui leur confère de grands avantages pour la santé humaine. Le sésame est largement cultivé en raison de son arôme distinctif et de sa saveur agréable, et il est utilisé dans la préparation de nombreux aliments tels que l'huile de sésame, le tahini (pâte de sésame) ou comme garniture alimentaire. **(Wei et al., 2022)**

I.2.2. Les protéines

Les protéines sont de grandes molécules biologiques qui jouent un rôle crucial dans divers processus biologiques, tels que la croissance et la réparation des tissus, la régulation du métabolisme et son maintien. Ces composés essentiels sont abondamment présents dans l'alimentation et constituent un élément fondamental de nombreux produits laitiers**.(Lui,Z el al., 2023)**

Les résidus de tofu, contenant 27 % de protéines actives, ont été identifiés comme une source de protéines de haute qualité . Parmi les principales sources de protéines végétales, les protéines issues des flocons de champignons et de betterave contiennent 40 % d'acides aminés essentiels et sont considérées comme des composants utilisables dans l'alimentation animale . De plus, les feuilles de thé usagées constituent une bonne source de protéines (18 à 35 % de protéines brutes) et renferment de nombreux acides aminés, mais l'utilisation potentielle des protéines de thé usagées dans les compléments alimentaires destinés à l'homme reste encore inexploitée **(Lui, Z et al., 2023)**

I.2.3. Les fibres alimentaires

Les fibres alimentaires désignent la partie indigestible des matières végétales, comprenant la cellulose et les glucides non cellulosiques tels que l'hémicellulose, les substances pectiques, les gommes, ainsi que la lignine, un composant non glucidique. Elles constituent un élément essentiel de nombreux aliments tels que les fruits (pommes, poires, framboises, mûres, bananes)) et légumes (artichauts, brocolis, carottes, choux de Bruxelles, épinards) indispensables au maintien au bon fonctionnement du système digestif, à la régulation du transit intestinal, à la prévention de certaines maladies chroniques telles que le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires et le cancer colorectal, ainsi qu'au maintien d'un poids corporel sain. Elles sont également présentes dans les sous-produits de la transformation alimentaire, tels que les pelures, les peaux et les tige **(Lui, Z et al., 2023)**

La composition varie selon leur type. Par exemple, la peau de banane contient des niveaux élevés de fibres alimentaires insolubles environ 50 %, qui présentent des propriétés intéressantes, notamment la capacité de rétention d'eau et d'huile ainsi que l'absorption du glucose. **(Lui, Z et al., 2023)** Les résidus de topinambour sont aussi riches avec une teneur de 70 %, la peau d'ail qui est souvent jetée comme un déchet industriel comprend environ 35%**.(Lui, Z et al ., 2023)**

I.2.4. Les vitamines et les minéraux

Il existe plusieurs types de vitamines, notamment les vitamines liposolubles (A, D, E, K) et les vitamines hydrosolubles (vitamines du complexe B et vitamine C. Elles sont des micronutriments essentiels nécessaires en petites quantités pour assurer une croissance et un développement normal. Les fruits et légumes écartés en raison de surproduction ou de défauts esthétiques restent riches en vitamines, en particulier, la vitamine C, les vitamines du complexe B ainsi que la vitamine A.**(Lui , Z et al., 2023)**

Les caroténoïdes qui est un précurseur de la vitamine A sont très répandus dans les résidus agroalimentaires solides. Elles incluent le bêta-carotène, le lycopène, la lutéine et la zéaxanthine . Dans les sous-produits de tomates, la peau contient 90 % en lycopène de la teneur totale en caroténoïdes ; alors que les graines contiennent le bêta-carotène comme principal caroténoïde. **(Lui, Z et al.,2023)**

De même que les vitamines, les minéraux jouent un rôle vital, notamment, dans les processus physiologiques, tels que la régulation de l'équilibre hydrique, le métabolisme, le fonctionnement musculaire et la santé osseuse. Ils sont présents dans les résidus de charcuterie (Ca, Na, Fe, Mg, K, Zn) **(Lui, Z et al., 2023**), dans les pelures des fruits et légumes (K, Ca), les céréales (Fe,Zn,Mg,Se), et les produits laitiers (Ca,P,B12). Parallèlement, le magnésium et le zinc peuvent être trouvés dans les graines et les noyaux de plantes telles que les graine de courge,de tournesol et les noyaux de fruits **(Lui, Z et al., 2023)**

III Caractérisation botanique et composition chimique des plantes sélectionnées

III.1. Le *Ziziphus lotus*

III.1.1 Description botanique

Le *Ziziphus lotus* L. (Z. lotus) est un arbuste fruitier épineux, membre de la famille des Rhamnaceae. Il pousse en touffes de quelques mètres de diamètre et jusqu'à deux mètres de haut, et est communément appelé « Sedra » en Afrique du Nord. Les fruits de Z. lotus . (**Figure** 1**)**sont des drupes à noyaux soudés, ayant la forme et la taille d'une belle olive, d'abord verte, puis jaune, et enfin rouge foncé à maturité de septembre à octobre. **(Benchiekh et al., 2023)**

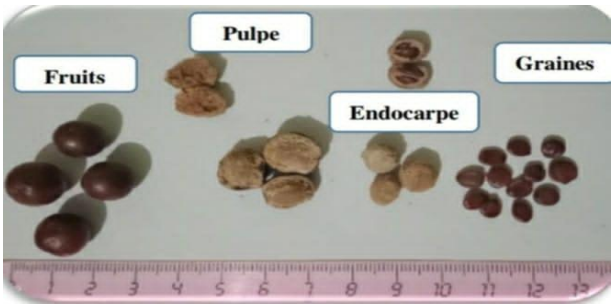


Figure 1: Compartiments du fruit de *Ziziphus lotus*

III.1.2 Classification de *Ziziphus lotus*

Tableau I : Classification botanique de *Ziziphus lotus* (Ghedira, 2013).

Régne	**Végétal**
Emranchement	magnoliophyta (=phanérogames)
Sous_embranchement	Magnoliophytina (Angiospermes)
Classe	magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe.	Rosidae
Ordre.	Rhamnales
Famille	Rhamaceae

Tribu	Ziziphae
Genre	Ziziphus
Espèce	*Ziziphus lotus* (L.) Desf.

III.1.3 La composition biochimique de la jujube

Le jujubier sauvage (*Ziziphus lotus*) est un fruit riche en composés bioactifs bénéfiques, tels que les flavonoïdes et les polyphénols, ce qui lui confère des propriétés nutritionnelles et sanitaires remarquables. Cette section de la recherche abordera les analyses biochimiques qui seront effectuées sur le jujubier sauvage afin de déterminer ses principaux composants

III.2. *Salvia hispanica*

III.2.1 Description botanique de *Salvia hispanica* L.

Les graines de chia **(Figure 2)**sont de petite taille, de forme ovale et plates de longueur comprise entr+e 2,0 et 2,5 mm, de largeur allant de 1,2 à 1,5 mm et d'épaisseur de 0,8 jusqu'à 1,0 mm. Cette graine disponible en différentes nuances de couleurs allant du brun foncé au noir, et parfois gris ou blanc.

C'est une plante herbacée annuelle, qui fleurit en été avec un hauteur d'environ un mètre à pétiole inversé et dentelé feuilles (4-8 cm de long et 3-5 cm de large) à hermaphrodite fleurs. La plante peut pousser dans une large gamme d'argiles bien drainées et sols sableux avec une tolérance raisonnable au sel et à l'acide **(Prathyusha et al.,2019) .**



Figure 2 : Morphologie et graines de *Salvia hispanica*

III.2.2 Classification de *Salvia hispanica* L

Tableau II : Classification botanique de *Salvia hispanica L* (LORETO MUÑOZ HERNÁNDEZ 2012)

Règne	**Plantae** – Plantes
Sous-règne	**Tracheobionta** - Plantes vasculaire
Super division	**Spermatophyta** - Plantes à graines
Division	**Magnoliophyta** - Plantes à fleurs
Classe	**Magnoliopsida** - Dicotylédones
Sous-classe	**Asteridae** – Astéridées
Ordre	**Lamiales** – Lamiales
Famille	**Lamiaceae** – Lamiacées
Genre	**Salvia** - Sauges
Espèce	**hispanica** – hispanique

III.2.3 La composition biochimique de la *Salvia hispanica* L

Les graines de chia contiennent la source botanique la plus riche en [acide α- linolénique (ALA) 18:3, n-3], ainsi qu'une grande quantité de fibres, de minéraux, de composés polyphénoliques, dont principalement la quercétine, la myricétine et l'acide chlorogénique, et une bonne source de protéines. Au cours des deux dernières décennies, des preuves provenant d'études humaines et animales ont suggéré que les graines de chia sont bénéfiques pour améliorer la tolérance au glucose et la résistance à l'insuline, l'adiposité et les profils lipidiques désordonnés. Par conséquent, les graines de chia pourraient constituer une mesure prometteuse dans la prévention et le traitement de la MA en améliorant les facteurs de risque liés à la MA, tels que la résistance à l'insuline, l'obésité et la dyslipidémie **(Yehua Rui et al.,2018)**

III.3. Les graines de sésame

III.3.1 Description botanique de graine de sésame

Le sésame **est** une plante oléagineuse appartenant au genre Sesamum et à la famille Pedaliaceae**(Figure 3**). C'est une plante annuelle qui pousse entre 50 et 100 cm de hauteur, avec des feuilles opposées mesurant de 4 à 14 cm de long et ayant un bord entier **(Salunkhe et al,. 1992).**

Le fruit du sésame est une capsule contenant entre 50 et 100 graines. Les graines de sésame sont en forme de poire, ovales et légèrement aplaties. Leurs dimensions sont de 2,80 mm de longueur, 1,69 mm de largeur et 0,82 mm d'épaisseur**. (Tunde-Akintunde et Akintunde, 2004).**



Figure 3 :Morphologie et graines de *Sesamum indicum*

III.3.2 La composition biochimique de graine de sésame :

Les graines de sésame présentent une composition nutritionnelle remarquable. Elles contiennent en moyenne 50 % d'huile, 25 % de protéines et environ 15 % de glucides. Elles sont particulièrement riches en acides gras essentiels, notamment en acide linoléique (oméga-6) et en acide linolénique (oméga-3), appartenant au groupe des acides gras C18. En outre, les graines de sésame sont une bonne source d'acides aminés essentiels, y compris des acides aminés soufrés, ce qui en fait un ingrédient nutritif de qualité dans l'alimentation humaine **(Sene et al., 2018).**

III.4. Okara

L'Okara est produite en grandes quantités, environ 1,1 kg par kilogramme de soja transformé pour la production de lait de soja. Ce résidu est riche en protéines de haute qualité, en lipides insaturés et en fibres alimentaires, et contient également des isoflavones, des minéraux et des oligosaccharides (comme le raffinose et le stachyose). En raison de cette richesse nutritionnelle et de son activité hydrique élevée, l'okara est très sujet à la putréfaction. Bien que ce sous-produit agricole soit généralement utilisé comme alimentation animale, l'excédent est encore brûlé comme déchet ou mis en décharge, ce qui pose un problème important d'élimination. Pour cette raison, il est essentiel de trouver de nouvelles stratégies pour valoriser cette matière. **(Quintana et al .,2017)**

III.5. Les résidus de fruits

"Les résidus de fruits, comme les pelures, les graines et la pulpe, contiennent des éléments nutritifs importants tels que les fibres, les vitamines et les minéraux. Ils peuvent donc être utilisés comme source nutritionnelle dans certaines industries alimentaires ou pour la fabrication de compléments naturels."

Les composés antioxydants alimentaires et biologiquement actifs, présents dans les fruits et leurs sous-produits, se trouvent dans différentes parties du fruit, y compris la pulpe, les graines et même la peau .Différentes parties du fruit offrent des types et des concentrations uniques d'antioxydants **(Bastos, K et al .,2025)**

CHAPITRE II:

MATERIAUX ET METHODES

CHAPITRE II: MATERIAUX ET METHODES

Ce travail a été réalisé au niveau des laboratoires de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, de Bordj Bou Arreridj. Dans ce chapitre sont présentés les matériaux utilisés dans cette étude, les procédures suivies pour leur préparation ainsi que les techniques de caractérisation.

I. Matériaux utilisés

Dans ce travail nous avons préparé des barres alimentaires type snack, en se basant sur les ingrédients suivants: l'Okara, l'écorce d'orange, les graines de sésame, les graines de Chia et le Jujube.

I.1. L'Okara

L'okara utilisé dans cette étude est une purée de couleur blanche jaunâtre **(Figure 4)** identique à celle qu'on récupère après la filtration des graines de soja écrasées utilisées pour la production de lait de soja. Cet ingrédient a été préparé au laboratoire à partir des graines de soja achetées au marché, en suivant le protocole ci-dessous.



Figure 4 : Okara

Initialement, les graines de Soja ont été triées puis lavées à l'eau distillée pour éliminer toutes les impuretés. Les graines ont ensuite été plongées dans l'eau distillée pendant 8 à 12 heures avant égouttage. Les graines sont ensuite broyées avec l'eau à l'aide d'un blender de marque Moulinex pendant 5 minutes jusqu'à obtention d'une purée (Lait de Soja) comme le montre la **(figure 5).** Une cuisson de cette dernière est réalisée, à une température de 100 à 110 °C pendant 10 min, dans un étuve) avant de filtrer le mélange sur le papier Whatman pour récupérer le résidu solide retenu par le filtre qui est l'Okara.



Figure 5: Lait de soja (purée)

Les étapes suivies pour la préparation de l'Okara sont résumées sur le Schéma II.1.

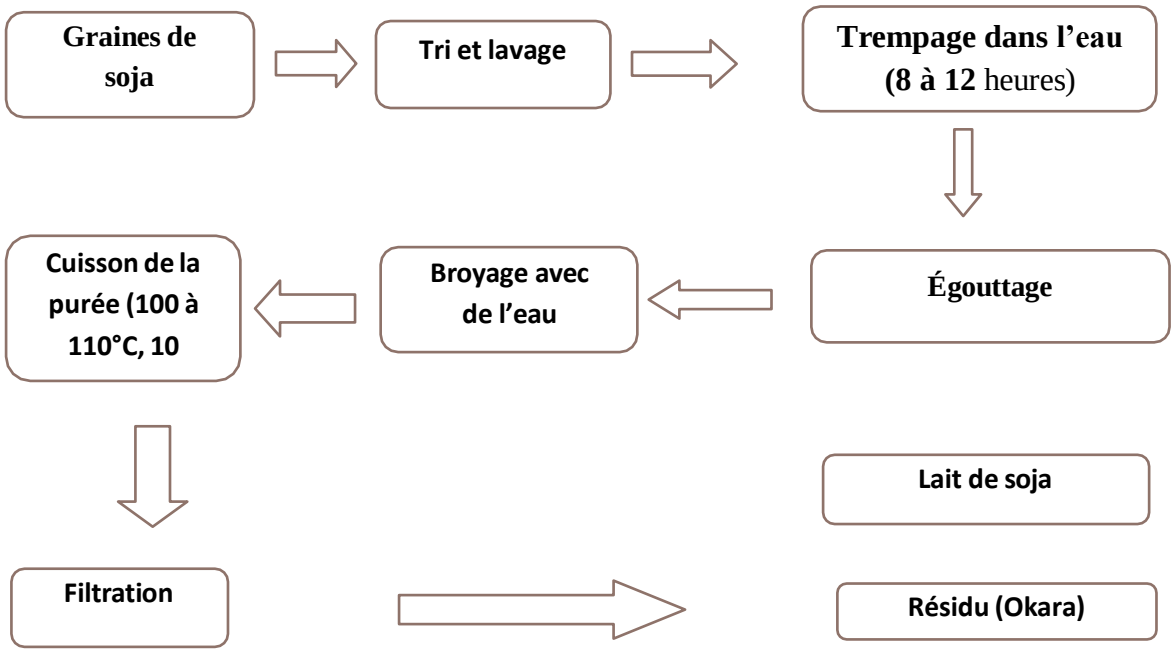


Figure 6: Schéma Étapes de préparation de l'Okara**.**

I.2 Le résidu de fruits

Comme résidu agroalimentaire, on a valorisé la pulpe des oranges qu'on a récupérées après pressage et filtration **(Figure 7)**.

Dans cette étude la pulpe d'orange valorisée est ajoutée comme source de nutriments tels que les fibres, les vitamines et les minéraux.



Figure 7: Pulpe d'orange utilisée

I.3. Le Jujube

Le fruit sauvage valorisé dans cette étude est le Jujube sauvage (**Figure 8**). Il est récolté après maturité dans la région de Bordj Bou Arréridj. Il a une **couleur** brunâtre foncée et un diamètre variant entre 1-2 cm. Le broyage du fruit après lavage et son utilisation entière, y compris la peau et les noyaux, permet de bénéficier de tous ses avantages nutritionnels.

L'utilisation du Jujube sauvage entier (après lavage et broyage) dans les snacks améliore la texture naturelle riche en fibres, tout en ajoutant une saveur distinctive et une douceur naturelle, sans avoir besoin d'ajouter du sucre raffiné.



Figure 8: Jujube utilisée

I.4. Graine de Chia

Graine de chia sont récupérées du commerce. Les graines ont été lavées et séchées à l'air libre avant d'être utilisées **(Figure 9)**.



Figure 9: Graine de chia

I.5. Graine de sésame

Les graines de sésame ont été achetées dans le commerce, soigneusement lavées, puis séchées à l'air libre. Ensuite, elles ont été moulues avant d'être incorporées dans la préparation **(Figure 10)**.



Figure 10: Graine de Sésame

I.6. Préparation du snack

Le snack a été élaboré à partir d'un mélange d'ingrédients naturels et de résidus alimentaires Sélectionnés pour leur valeur nutritionnelle et fonctionnelle.

Les ingrédients utilisés sont les suivants:

Poudre de jujube (y compris les noyaux).

Okara (résidu de l'extraction du lait de soja).

Résidus de fruits (granules d'orange séchées).

Graines de sésame.

Graines de chia.

Un agent liant et édulcorant naturel.

Étapes de préparation :

1. Tous les ingrédients secs ont été d'abord moulus finement afin d'obtenir une texture homogène.
2. Les poudres obtenues ont ensuite été soigneusement mélangées dans un récipient propre.
3. L'agent liant a été incorporé progressivement au mélange sec, jusqu'à obtention d'une pâte homogène et compacte.
4. La pâte a été étalée dans un moule plat recouvert de papier cuisson, en veillant à uniformiser l'épaisseur.
5. La surface a été décorée avec une fine couche de graines de sésame pour améliorer l'aspect visuel et enrichir la valeur nutritionnelle.
6. La préparation a été cuite au four préchauffé à une température comprise entre 150 et 160 °C pendant environ 25 à 30 minutes.
7. Après refroidissement complet, le produit a été découpé en barres prêtes à la consommation.

II.1 Teneur en humidité (H%) et Matière sèche (MS)

La détermination de la matière sèche d'un produit consiste à éliminer toute l'eau absorbée sans provoquer la perte des composés volatils d'origine ou ceux formés par la dégradation des composés sensibles lors du processus de séchage **(Fatianoff et Gouet, 1969).**

A cet effet, la méthode de séchage au four a été utilisée pour déterminer la teneur en humidité de la poudre de jujube, des graines de chia, de sésame ou de l'Okara,le résidu de fruits . Environ un gramme de poudre est pesé et placé dans une capsule préalablement tarée, puis mis dans un four de type Memmert à 105°C pendant 24 heures. Ensuite, l'échantillon est refroidi dans un dessiccateur contenant un agent déshydratant avant d'être pesé à nouveau **(O'Kelly, 2004).**

La teneur en humidité est calculée à l'aide de l'équation 1.

$$H\% = \frac{m_0 - m_F}{m_0} . 100$$

: Masse initiale de l'échantillon avant séchage.
: Masse finale de l'échantillon après séchage.

La matière sèche est ensuite calculée par l'équation 2:

$$\text{Matière sèche} = 100 - H\%$$

II.2 Teneur en cendres

La teneur en cendres représente la fraction minérale des substances alimentaires. Elle est déterminée par la mesure du résidu inorganique obtenu après l'incinération complète de la matière organique **(Djedaia, 2017)** .La teneur en cendres de l'Okara, des résidus de fruits, des graines de sésame et de chia ainsi que du jujube est déterminée selon la méthode décrite par**(Ekissi et al. 2020),** par incinération à sec.Un gramme (1 g) de poudre végétale sèche est pesé et placé dans un creuset en porcelaine préalablement taré. Le creuset est ensuite introduit dans un four Memmert et chauffé à 550 °C pendant 4 heures, jusqu'à l'obtention de cendres blanches, indiquant la combustion complète de la matière organique et la conservation exclusive de la fraction minérale.

Après refroidissement dans un dessiccateur, le creuset est pesé. La teneur en cendres est calculée selon l'équation suivante:

$$TC\ (\%) = \frac{m_f}{m_0} . 100$$

Avec:

m_0 : masse initiale de l'échantillon sec avant incinération (1 g)

mF : masse des cendres obtenues après incineration

I.3. Dosage des protéines (Méthode de Kjeldahl)

Le dosage des protéines est réalisé pour les graines de jujube, les graines de sésame et l'Okara, suivant la **méthode de Kjeldahl-BIPEA (1976).** Cette méthode décrite par BIPEA (1976), permet de doser la **matière azotée totale (MAT)** d'un échantillon après digestion des matières organiques contenant de l'azote, distillation de l'ammoniac libéré et titrage de l'azote total.

Etape 1: Digestion de l'échantillon (Minéralisation)

On pèse 2 g de l'échantillon dans un ballon de digestion. On ajoute lentement en agitant 20 ml d'acide sulfurique concentré à 95% (H_2SO_4). Puis on ajoute, également, 10 g de sulfate de potassium (K_2SO_4) et 2 g d'oxalate de potassium. On effectue un chauffage à l'aide du Buchi 430 (Digestor Germany) pendant 5 heures jusqu'à obtention d'un liquide clair.

Etape 2: Distillation de l'ammoniac libéré

Après transfert du digestat dans un distillateur Buchi 320 (Germany), on ajoute 70 ml d'une solution de soude NaOH 10M pour libérer l'ammoniac. On recueille le distillat dans 15 ml d'une solution tampon d'acide borique (40 g/L).

Etape 3: Titrage de l'azote total

On additionne 10 ml d'indicateur rouge de méthyle (0,05%) au distillat avant de le titrer avec une solution d'acide sulfurique 0,1N jusqu'au changement de couleur.

La teneur des matières azotées totales (MAT) est calculée en appliquant la formule (5). **(BIPEA, 1976)**

$$\mathbf{MAT}\ (\%) = \frac{V_{H_2so_4} * N_{H_2so_4} * 14}{P} * 100$$

$$\text{Teneur en Azote total (\%)} = V(H_2SO_4) \times N(H_2SO_4) \times 0.014 \times 100\%/p$$

Où :

(V) : Volume d'acide sulfurique utilisé lors du titrage (ml)

(N) : Normalité de l'acide sulfurique

(P) : masse de la prise d'essai (g)

Sachant que l'azote est converti en protéines à l'aide d'un facteur de conversion (6,25, car les protéines contiennent en moyenne 16 % d'azote), la teneur en protéines est donc calculé en appliquant la relation 6:

$$\textbf{Protéines}\ (\%) = \textbf{MAT}\ (\%) * \mathbf{6.25}$$

I.4. Détermination des lipides par la méthode de Soxhlet (graine de chia _graine de sésame)

La teneur en lipides des graines de Chia et celles des sésames a été déterminée par la méthode soxhlet (**BIPEA, 1976) .** Cette dernière repose sur le principe d'extraction en cycle continu utilisant un solvant organique non polaire pour extraire les lipides d'un échantillon solide. Ce procédé est basé sur la capacité du solvant à dissoudre sélectivement les lipides, qui sont ensuite récupérés après évaporation du solvant. L'extraction est réalisée par reflux répété du solvant à travers l'échantillon, permettant une récupération efficace des matières grasses.

Un échantillon sec est pesé puis introduit dans une cartouche en cellulose perméable au solvant. Cette dernière est insérée dans un extracteur Soxhlet de volume 100 ml branchée à un ballon de 250 ml contenant un solvant non polaire (éther de pétrole). Le chauffage continu du solvant provoque son évaporation puis sa condensation et son accumulation dans le soxhlet ce qui permet l'extraction des lipides. Une fois le soxhlet est rempli, le solvant enrichi de lipides redescend dans le ballon par effet de siphon. L'évaporation continue du solvant, sa condensation et son accumulation permet d'assurer des cycles d'extraction répétés et un enrichissement du contenu du ballon en lipides (**Bligh & Dyer, 1959).**

Une fois les cycles d'extraction terminés, le solvant contenu dans le ballon est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif, le contenu séché pour éliminer toute trace de solvant résiduel, puis pesé pour déterminer la la teneur en lipides (%) donnée par la masse des lipides extraites par rapport à la prise d'essai, suivant la formule .

Lipides (%) = (P1 - P2) /ME

P1= masse du ballon avec les lipides extraits (g)

P2 = masse du ballon vide (g)

ME= masse de la prise d'essai (g)

I.5. Détermination des sucres totaux

La détermination des sucres totaux des graines de jujube et graine de sésame et de résidu des fruits est donnée par la méthode colorimétrique phénol-sulfurique, selon **(Dubois et al., 1956).** Cette méthode repose sur la réaction des glucides avec le phénol en présence d'acide sulfurique concentré pour former un complexe coloré jaune-orange. L'intensité de coloration est directement proportionnelle à la concentration en sucres totaux.

On prépare préalablement par macération, sous agitation pendant 30 min, un mélange de 5 g de la matière végétale avec 50 ml d'eau distillée, à température de 80 °C. Le mélange est ensuite filtré et le filtrat est récupéré.

Dans un tube à essai, 500 µl du filtrat ont été combinées avec 500 ul de phénol à 5% . Après agitation, 2,5 ml d'acide sulfurique concentré ont été rapidement ajoutés. Les tubes ont ensuite été incubés à 95°C pendant 5 minutes, suivis d'un refroidissement à température ambiante. L'absorbance a été mesurée à 490 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis .

Les teneurs en sucres totaux sont déterminées par extrapolation sur la courbe d'étalonnage du glucose (Absorbance= a.[Glucose]+b)

Les résultats sont exprimés en mg équivalent glucose par ml. Chaque échantillon a été analysé en triplicata.

III Détermination des métabolites secondaires:

III.1 Extraction et quantification des composés phénoliques

Les graines sélectionnées, à savoir : les graines de jujube, les graines de chia, les graines de sésame, le résidu de fruits ont été soigneusement rincées à l'eau distillée, puis séchées à l'abri de la lumière directe. Une fois secs, ils ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique de type Moulinex pendant 2 à 3 minutes, afin d'obtenir une poudre fine, qui a ensuite été conservée dans des récipients en verre hermétiques pour préserver ses propriétés.

L'extraction des composés phénoliques a été réalisée par macération, en suivant la méthode décrite par **(Khouchlaa et al.,2017).** Pour ce faire, 10 g de poudre de l'échantillon végétal ont été mélangés avec 100 ml d'une solution hydro-alcoolique d'éthanol et d'eau avec un rapport volumique 80:20 (v/v).

Le mélange obtenu a été placé dans un bécher recouvert de papier aluminium afin de limiter l'évaporation, puis soumis à une agitation continue pendant 24 heures à l'aide d'un agitateur magnétique.

À l'issue de cette période, la solution a été filtrée à l'aide du papier whatman N°1 afin de récupérer l'extrait riche en composés phénoliques.

Le filtrat est ensuite évaporé à 35°C dans un évaporateur rotatif avant de sécher les extraits et les conserver pour l'utilisation ultérieure dans l'analyse des polyphénols, flavonoïdes, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante des divers échantillons.

Enfin, le rendement d'extraction a été calculé selon une formule spécifique.

$$R\ (\%) = (M\ extrait / M\ échantillon) \times 100$$

R : est le rendement en %

M extrait : Masse de l'extrait sec obtenu en mg.

M échantillon : Masse sèche de l'échantillon végétal en mg.

III.2. Détermination des polyphénols totaux (Les graine de jujube, graine de chia, graine de sésame, le résidu de fruits)

La quantification des polyphénols totaux a été faite en suivant la méthode de Folin-Ciocalteu qui permet la mesure de leur capacité réductrice, en milieu alcalin, sur le réactif de Folin constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide

phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). La réaction induit la formation d'un complexe bleu mesurable à 765 nm par spectrophotomètre (UV-VIS). (**Singleton et Rossi, 1965).**

La coloration produite est proportionnelle à la quantité des polyphénols présente dans les extraits végétaux.

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode décrite par **(Wong et al.,2006)**. Il consiste à incuber pendant 4 minutes à température ambiante, un mélange constitué de 0,2 ml de solution d'extrait (préparés dans le méthanol) et 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu à 10 % (v/v). On ajoute ensuite 0,8 ml d'une solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % (p/v) et on incube une seconde fois pendant 120 minutes à l'obscurité pour éviter une dégradation photochimique. La lecture de l'absorbance est ensuite faite à 765 nm. Comme test à blanc on utilise un mélange contenant 0,2 ml de méthanol, 1 ml de Folin- Ciocalteu et 0,8 ml de Na_2CO_3. Pour chaque extrait, le test est réalisé en triplicata.

Les teneurs en composés phénoliques totaux des extraits sont déterminées par extrapolation sur la courbe d'étalonnage de l'acide gallique. Elles sont exprimées en milligramme (mg) équivalent d'acide gallique par 1 gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait), selon la formule suivante :

$$\textbf{Polyphénols totaux (mg EAG/g)} = C \times V / m$$

Avec :

C: Concentration de l'acide gallique déterminée à partir de la courbe d'étalonnage (mg/ml).

V : Volume de l'extrait phénolique ou aqueux (ml).

m : Masse de l'échantillon sec (g)

III.3 Dosage des flavonoïdes totaux par complexation avec l'aluminium (Les graine de jujube, graine de chia, graine de sésame, le résidu de fruits)

La quantification des flavonoïdes totaux repose sur leur capacité à former un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium, dont l'absorbance maximale est mesurée à 430 nm **(Djeridane et al., 2006).**

Pour ce faire, une solution de chlorure d'aluminium à 2 % est préparée en dissolvant 2 g de $AlCl_3$ dans 100 ml de méthanol.

Une solution d'extrait est obtenue en dissolvant 10 mg de l'échantillon dans 10 ml de méthanol, donnant une concentration finale de 1 mg/ml.

L'analyse consiste à mélanger 1 ml de la solution d'extrait avec 1 ml de chlorure d'aluminium, suivie d'une incubation de 15 minutes à température ambiante avant la mesure spectrophotométrique.

Un échantillon blanc est préparé en remplaçant le chlorure d'aluminium par du méthanol.

Les tests sont réalisés en triplicata.

La teneur en flavonoïdes dans les extraits est calculée à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec la quercétine (5-35 µg/ml dans le méthanol) et exprimée en milligrammes d'équivalent quercétine par gramme d'extrait (mg EQC/g d'extrait).

III.4 Test de piégeage du radical DPPH(Les graine de jujube _ graine de chia)

Ce test permet d'évaluer la capacité antioxydante des composés en mesurant leur aptitude à neutraliser le radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH•), selon la méthode décrite par **Blois en 1958**. Le DPPH• est un radical libre de couleur violette (forme oxydée) qui, en présence d'un antioxydant, capte un proton et se transforme en une forme réduite de couleur jaune. L'intensité de cette décoloration est suivie par spectrophotométrie à 517 nm.

Pour réaliser ce test, on mélange 1,5 ml de la solution d'extrait ou du standard avec 0,5 ml de solution de DPPH (0,1 mM dans le méthanol). On agit vigoureusement avant d'incuber le mélange à l'obscurité pendant 30 minutes, puis on effectue la mesure de l'absorbance à 517 nm. L'absorbance est, également, mesurée pour un échantillon à blanc contenant 1,5 ml d'extrait et 0,5 ml de méthanol et un échantillon témoin préparé avec 1,5 ml de méthanol et 0,5 ml de DPPH.

Les tests sont répétés en triplicata pour garantir la fiabilité des résultats.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH•, calculé selon la formule suivante :

$$\%\ \mathbf{d'inhibition\ du\ DPPH} = \frac{\mathbf{A_{Témoin} - A_{échantillon}}}{\mathbf{A_{Témoin}}} \times \mathbf{100}$$

Où :

$\mathbf{A_{Té}}$: est l'absorbance de l'échantillon témoin,

$\mathbf{A_{é}}$ **:** est l'absorbance de l'échantillon testé.

III.5.Évaluation sensorielle du snack

III.5.1. Objectif de l'évaluation sensorielle

L'évaluation sensorielle a été réalisée afin d'examiner les caractéristiques organoleptiques du snack "Eco Snack", notamment l'apparence, l'odeur, le goût, l'originalité et l'acceptabilité globale.

Cette étape permet de déterminer les perceptions sensorielles des consommateurs et d'identifier les points à améliorer avant la commercialisation.

III.5.2. Organisation et conditions du test

Le test de dégustation a été effectué dans une salle dédiée au sein de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV), sous supervision des responsables de l'étude.

Les participants ont été invités à goûter le snack et à évaluer ses caractéristiques selon une échelle hédonique de 1 à 10, où 1 correspond à "très mauvaise" acceptation et 10 à "excellente" acceptation.

III.5.3. Panel et critères évalués

Panel : 40 consommateurs, dont certains étudiants de la faculté et d'autres participants externes à la faculté.

- **Critères évalués:**
- Apparence visuelle
- Odeur
- Goût
- Originalité

- Acceptabilité globale

III.5.4. Analyse des données

Les notes attribuées par les participants ont été collectées et analysées à l'aide de statistiques descriptives (moyennes et fréquences), afin de déterminer les tendances générales de perception et les préférences du panel.

III.6. Questionnaire d'analyse des avis des consommateurs et de la faisabilité de commercialisation d'un snack sain

III.6.1. Objectif du questionnaire

Ce questionnaire a été conçu pour analyser les perceptions des consommateurs vis-à-vis des snacks alimentaires, évaluer le besoin du marché pour un produit sain et fonctionnel, et estimer la faisabilité économique de la commercialisation du produit "Eco Snack".

Le questionnaire portait sur les habitudes de consommation, les critères influençant le choix des produits alimentaires, l'intérêt pour les snacks sains, ainsi que l'acceptation des produits fabriqués à partir de sous-produits végétaux.

III.6.2. Diffusion du questionnaire

Le questionnaire a été administré directement sur le terrain afin de garantir une participation plus large et d'atteindre un public diversifié, notamment dans les zones urbaines où la consommation de snacks est plus fréquente.

Cette méthode a permis de collecter des données auprès de consommateurs réels et représentatifs du marché cible.

III.6.3. Échantillonnage

L'étude a été réalisée sur un échantillon de 50 participants, caractérisé par :

- Sexe: 36 femmes et 14 hommes.
- Tranches d'âge : tout les catégories
- Niveau d'éducation : tout les catégories
- Localisation géographique: participants issus des milieux urbain et rural.

Ce profil représente une population importante, car elle est particulièrement concernée

par les questions de santé, de nutrition et de praticité alimentaire, formant ainsi le public cible pour les snacks sains.

III.6.4. Structure du questionnaire

Le questionnaire était structuré autour de plusieurs axes:

Habitudes de consommation des snacks, Critères influençant la décision d'achat (goût, santé, ingrédients, prix), Intérêt pour les produits sains, biologiques, végétaliens ou sans sucre, Disposition à tester de nouveaux produits alimentaires,Acceptation des produits fabriqués à partir de sous-produits végétaux, Évaluation de la faisabilité économique et du potentiel de réussite sur le marché local.

III.6.5. Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été traitées à l'aide de statistiques descriptives, incluant les fréquences et les percentages.

Les résultats ont été présentés sous forme de graphiques afin de faciliter leur interprétation. L'analyse a permis:

- D'identifier les tendances générales de consommation des snacks.
- D'évaluer l'intérêt des consommateurs pour le produit sain et innovant.
- D'estimer la sensibilité au prix et la faisabilité économique du produit.
- De connaître le niveau d'acceptation des ingrédients issus de sous-produits végétaux.

CHAPITRE III:

RÉSULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III: RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES :

III.1.1. Teneur en Humidité

La teneur en humidité est un paramètre physico-chimique important pour l'évaluation de la qualité des échantillons. Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau III.**

Tableau III : Comparaison entre les pourcentages d'humidité dans les échantillons

Échantillon	Humidité (%) – Résultats obtenus	Humidité (%) – Valeurs des chercheurs	Références	Matière sèche (%)
Jujubier (Ziziphus lotus)	5.00 ± 0.25	6.05	**(Chouaibi et al., 2011)**	95
Graines de chia (Salvia hispanica)	3.50 ± 0.10	7.20	**(Palma F et al., 2007)**	96.5
Sésame (Sesamum indicum)	3.00 ± 0.15	4.45	**(El Gerssif et al., 1998)**	97
Okara	3.00 ± 0.20	3.00	**(Anjum S et al., 2022)**	97
Résidu de fruits	6.00 ± 0.30	7.60	**(Manjarres-Pinzon et al., 2013)**	94

Le **tableau III** présente les résultats relatifs à la **teneur en humidité** des différents échantillons analysés, comparés aux valeurs de référence rapportées dans la littérature.

Les résultats obtenus montrent que **le taux d'humidité** des échantillons varie entre **3,00 ± 0,20 % et 6,00 ± 0,30 %.** Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées pour l'okara et les graines de sésame (3,00 ± 0,20 % et 3,00 ± 0,15 %, respectivement), suivies des graines de chia (3,50 ± 0,10 %). Le jujubier (Ziziphus lotus) présente une teneur en humidité de 5,00 ± 0,25 %, tandis que les résidus de fruits affichent la valeur la plus élevée, soit 6,00 ± 0,30 %.

La comparaison avec les données bibliographiques met en évidence une concordance globale, malgré la présence de certaines différences. Ainsi, la teneur en humidité du jujubier est de **5,00 ± 0,25 %,** comparée à 6,05 % rapportée par **(Chouaibi et al. ,2011).** De même, les graines de chia présentent une valeur de 3,50 ± 0,10 %, contre 7,20 % mentionnée par Palma et al. (2007).

Concernant le sésame (Sesamum indicum), la teneur en humidité mesurée est de **3,00 ± 0,15 %,** comparée à la valeur de référence de 4,45 % rapportée par **(El Gerssif et al., 1998).** Pour l'okara, la teneur en humidité obtenue est de 3,00 ± 0,20 %, en accord avec les résultats rapportés **par (Anjum et al.,2022).**

Enfin, les résidus de fruits présentent une teneur en humidité de **6,00 ± 0,30 %,** inférieure à la valeur bibliographique de 7,60 % rapportée par **(Manjarres-Pinzon et al .,2013).**

III.1.2. Teneur en cendres

La teneur en cendres permet d'évaluer la richesse minérale des échantillons et leur qualité nutritionnelle. Elle constitue également un indicateur important de la composition globale des matières premières végétales. Les résultats obtenus sont présentés dans **le tableau IV.**

Tableau IV : Teneur en cendre dans les échantillons

Échantillon	Cendres (%) – Résultats obtenus	Cendres (%) – Valeurs des chercheurs	Références
Jujubier (Ziziphus lotus)	2.00 ± 0.10	3.50	**(Murdock et al., 2002)**
Graines de chia (Salvia hispanica)	3.50 ± 0.15	4.50	**(Ixtania et al., 2008)**
Sésame (Sesamum indicum)	5.00 ± 0.20	5.20	**(Egbekun et al., 1997)**
Okara	4.50 ± 0.25	4.00 – 5.00	**(Li et al., 2012)**
Résidu de fruits	3.50 ± 0.15	4.24	**(Feumba D.R., 2018)**

L'étude de la teneur en cendres des échantillons végétaux analysés a permis d'évaluer leur richesse en éléments minéraux. Les résultats obtenus, présentés dans le **tableau IV**, ont été comparés aux valeurs de référence rapportées dans la littérature scientifique.

Pour le jujubier *(Ziziphus lotus)*, la teneur moyenne en cendres enregistrée est de 2,00 ± 0,10 %, comparée à la valeur de 3,50 % rapportée par (**Murdock et al.,2002).**

Les graines de chia (*Salvia hispanica*) ont présenté une teneur en cendres de 3,50 ± 0,15 %, inférieure à la valeur de 4,50 % mentionnée par (**Ixtania et al.,2008).**

Les graines de sésame (*Sesamum indicum*) ont affiché une teneur en cendres de 5,00 ± 0,20 %, très proche de la valeur bibliographique de 5,20 % rapportée par (**Egbekun et al.,1997).**

Concernant l'okara, la teneur en cendres obtenue est de 4,50 ± 0,25 %, se situant dans l'intervalle rapporté par(**Li et al.,2012),** compris entre 4,00 et 5,00 %.

Enfin, les résidus de fruits ont présenté une teneur en cendres de 3,50 ± 0,15 %, comparée à la valeur bibliographique de 4,24 % rapportée **par (Feumba D.R.2018).**

Dans l'ensemble, les valeurs obtenues montrent une grande homogénéité entre les échantillons et sont globalement conformes aux données bibliographiques, confirmant la stabilité minérale de ces matières premières pour leur utilisation dans la formulation du snack fonctionnel.

III.2. RENDEMENT D'EXTRACTION

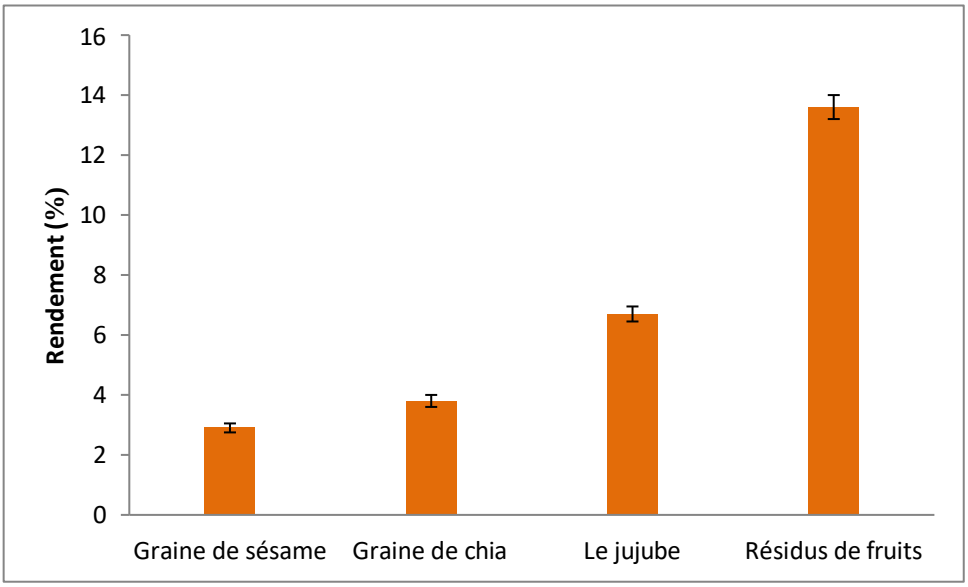


Figure 11 : Rendements d'extraction (%) des échantillons

La figure 11 illustre les rendements d'extraction obtenus pour quatre échantillons distincts : les graines de sésame, les graines de chia, le jujube et les résidus de fruits (principalement des épluchures d'oranges). Les résultats montrent une variabilité notable entre les différents substrats.

Le rendement le plus élevé a été observé pour les résidus de fruits, avec une valeur moyenne de **13,6 ± 0,40 %**, indiquant une richesse importante en composés extractibles. Cette valeur élevée peut être attribuée à la présence de métabolites secondaires et de composés phénoliques abondants dans les peaux d'agrumes, connus pour leur forte solubilité dans les solvants polaires.

À l'inverse, les graines de sésame présentent le rendement le plus faible (**2,9 ± 0,15 %**), suggérant une teneur relativement réduite en substances extractibles dans les conditions expérimentales appliquées. Ce résultat peut s'expliquer par la structure dense et lipidique des graines, qui limite l'extraction des composés hydrosolubles.

Les graines de chia et le jujube affichent des rendements intermédiaires, respectivement de **3,8 ± 0,20 %** et **6,7 ± 0,25 %**. Ces valeurs traduisent une capacité d'extraction modérée, cohérente avec leur composition chimique riche en polysaccharides et en composés phénoliques, mais moins concentrée que celle des résidus de fruits.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que les résidus de fruits représentent une source particulièrement rentable en matière extraite, tandis que les graines de sésame apparaissent comme un substrat peu efficace dans les conditions d'extraction utilisées. Les faibles écarts types enregistrés témoignent par ailleurs d'une bonne reproductibilité des mesures expérimentales.

III.3. COMPOSITION BIOCHIMIQUE

III.3.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par la méthode spectrophotométrique en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, conformément à ce qui a été décrit dans la partie Matériels et Méthodes.

Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g extrait), en se basant sur l'équation de la droite de régression de l'étalonnage de la 12.

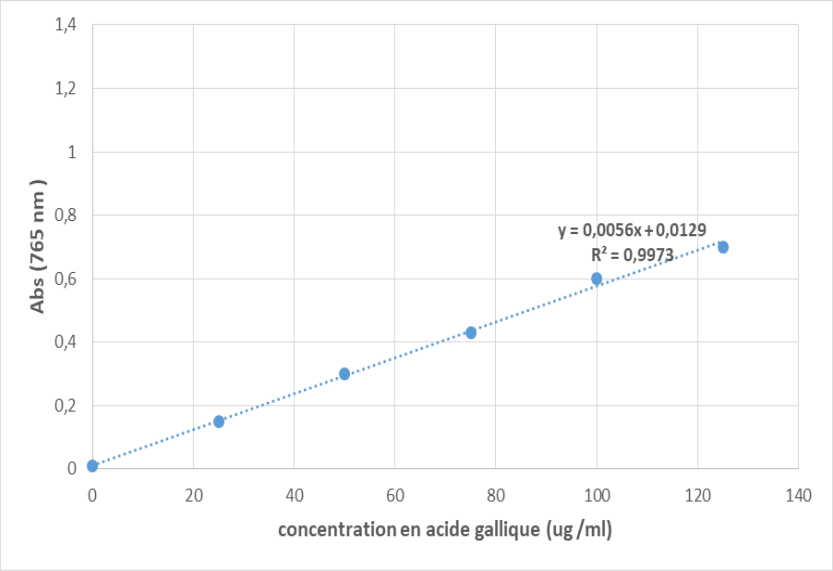


Figure 12: Droite d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

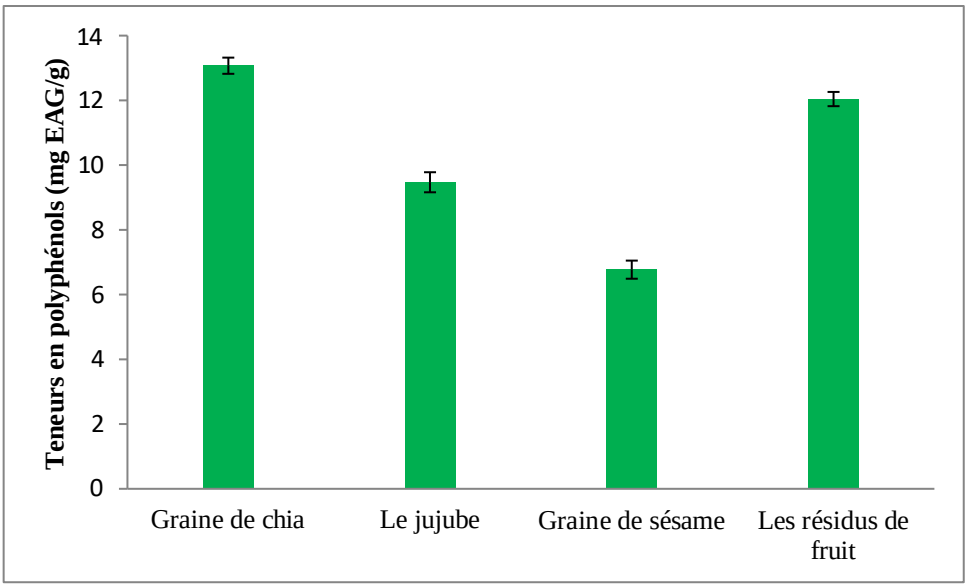


Figure 13: Teneurs en polyphénols totaux des échantillons.

Les résultats **(Figure 13)** obtenus concernant la teneur en polyphénols totaux des différentes graines analysées sont présentés à la figure suivante. Ils montrent que les graines de chia présentent la teneur la plus élevée, avec 13,07 ± 0,25 mg EAG/g d'extrait. Cette valeur reste supérieure aux données bibliographiques rapportées par (**Yemane et al., 2023),** soit 9,24 mg EAG/g d'extrait.

Les résidus de fruits (grains d'orange) présentent également une teneur élevée en polyphénols (12,04 ± 0,22 mg EAG/g d'extrait), très proche de celle rapportée par (**Lisard et al. ,2019)** (12,95 mg EAG/g d'extrait). Les graines de jujube affichent une teneur de 9,47 ± 0,31 mg EAG/g d'extrait, et les graines de sésame montrent la teneur la plus faible (6,77 ± 0,28 mg EAG/g d'extrait), qui reste dans la fourchette mentionnée par (**Xiavhui et al.,2017)** (3,70 – 7,86 mg EAG/g d'extrait).

Dans l'ensemble, les résultats obtenus montrent une grande homogénéité entre les échantillons et sont globalement conformes aux données bibliographiques, confirmant la présence significative de polyphénols dans ces matières premières.

Les polyphénols représentent une classe majeure de composés bioactifs d'origine végétale, reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Ils jouent un rôle essentiel dans la prévention des maladies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires, certains cancers et les troubles neurodégénératifs, en neutralisant les radicaux libres et en limitant les dommages oxydatifs cellulaires. Par ailleurs, ils contribuent à l'amélioration des fonctions cellulaires, au renforcement du système immunitaire et à la protection globale de l'organisme, faisant des polyphénols des composés nutritionnels fonctionnels indispensables à une alimentation

saine **(Cardona et al., 2013).**

III.3.2. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été effectué par la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium ($AlCl_3$).

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent de quercétine par gramme d'extrait (mg EQC/g d'extrait) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la droite d'étalonnage (figure 14).

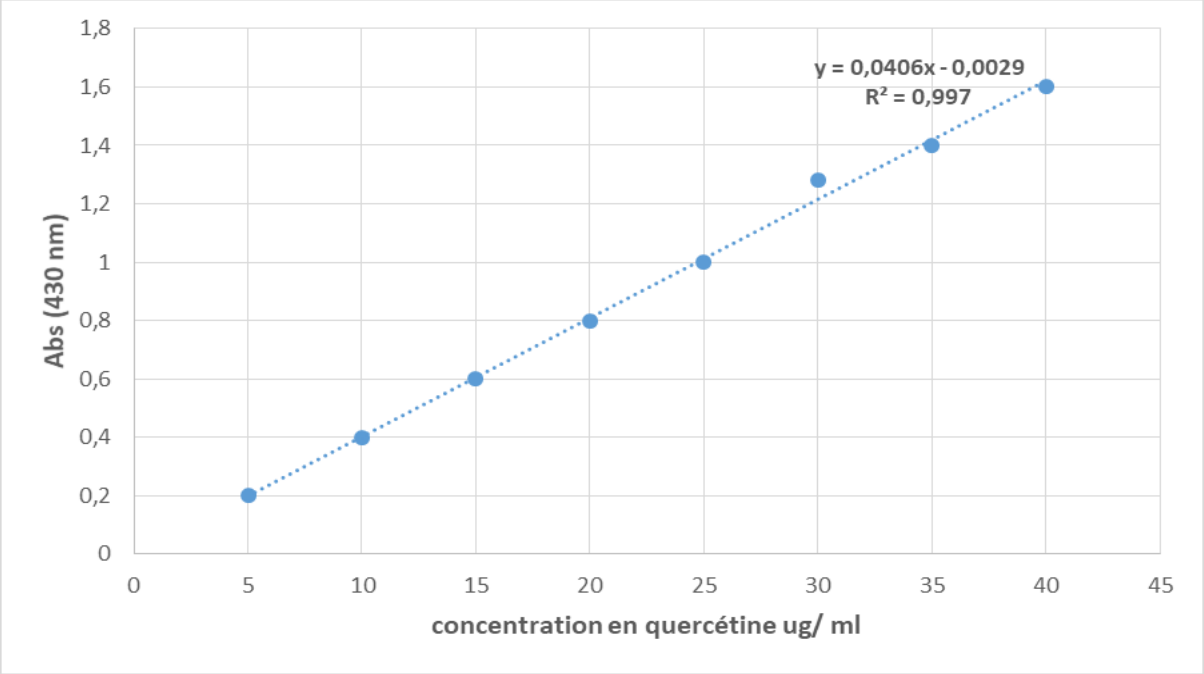


Figure 14: Droite d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

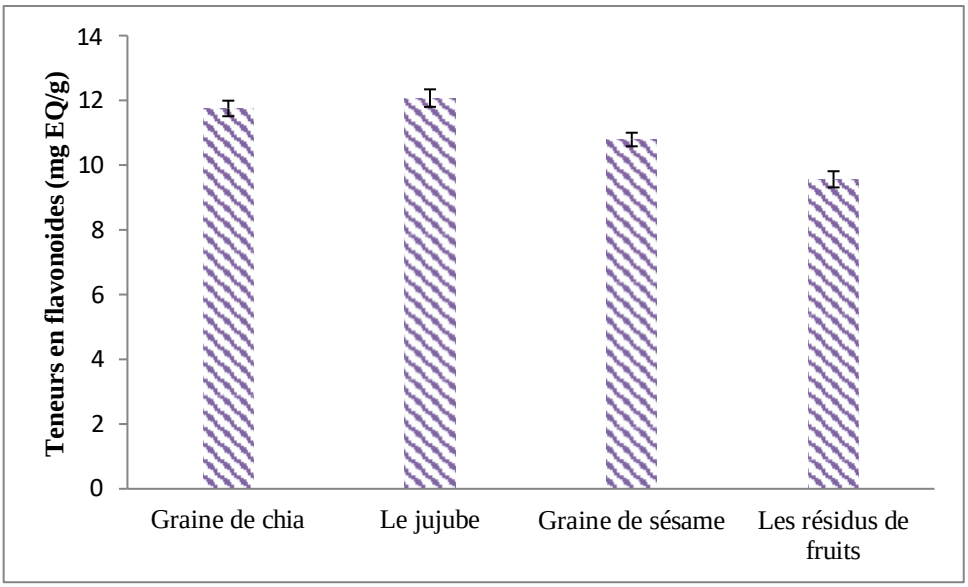


Figure 15: Teneurs en flavonoïdes totaux des échantillons.

La figure 15 illustre la teneur en flavonoïdes totaux des différentes graines analysées.

Les graines de jujube présentent la valeur la plus élevée, avec 12,07 ± 0,27 mg EQ/g d'extrait, comparée à celle rapportée par(**Ivanisova et al., 2017**), soit 15,66 mg EQ/g d'extrait. Les graines de sésame affichent une teneur moyenne de 10,79 ± 0,21 mg EQ/g d'extrait, tandis que les graines de chia présentent une teneur de 11,75 ± 0,24 mg EQ/g d'extrait, comparable aux valeurs rapportées par(**Khiya et al.,2021).** Enfin, les résidus de fruits (grains d'orange) montrent une teneur en flavonoïdes de 9,56 ± 0,25 mg EQ/g d'extrait, proche des valeurs bibliographiques **(Oliyad et al., 2020).**

Dans l'ensemble, les résultats obtenus indiquent une grande homogénéité entre les échantillons et confirment la présence significative de flavonoïdes dans ces matières premières, soulignant leur intérêt nutritionnel et fonctionnel.

Les flavonoïdes constituent une classe majeure de composés phénoliques bioactifs, jouant un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre biologique de l'organisme. Leur fonction ne se limite pas à la neutralisation du stress oxydatif : ils interviennent également dans la modulation des réponses inflammatoires, le soutien des fonctions cardiovasculaires et cérébrales, et la régulation de la prolifération cellulaire, notamment dans les processus tumoraux. Des travaux récents ont aussi mis en évidence leur interaction avec les systèmes immunitaire et neurologique, confirmant leur intérêt croissant en nutrition fonctionnelle et préventive **(Panche et al., 2016).**

III.3.3. Protéine – Lipides - sucre totaux

III.3.3.1 Protéine

Les protéines constituent un élément nutritionnel essentiel, contribuant à la valeur biologique et fonctionnelle des matières premières végétales. Leur teneur permet d'évaluer la qualité nutritionnelle des échantillons étudiés. Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau V.**

Tableau V: Teneur en protéines dans graine de sésame et okara.

Échantillon	Teneur en protéines (%) Écart-type	Teneur (%) (valeurs des chercheurs)
Okara	13,57 ± 0,45	25 **(Lena et al., 2023)**
Graines de sésame	23,64 ± 0,38	22 à 29 **(Sena et al., 2018)**

Les résultats d'analyse **(Tableau V)** ont révélé que la teneur en protéines de l'okara est de 13,57 ± 0,45 %, une valeur nettement inférieure à celle rapportée par **Lena et al. (2023),** soit 25 %. Cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment la variété de soja utilisée, qui influence naturellement la teneur en protéines, ainsi qu'à la méthode d'extraction du lait végétal, qui conditionne la quantité de protéines résiduelles dans l'okara. En effet, une extraction plus efficace entraîne une moindre teneur en protéines dans le résidu solide. Par ailleurs, la teneur en humidité résiduelle de l'Okara peut également contribuer à diluer la concentration apparente en protéines, entraînant une sous-estimation de la teneur réelle.

Concernant les graines de sésame (*Sesamum indicum*), la teneur obtenue est de 23,64 ± 0,38 %, une valeur qui s'inscrit dans l'intervalle rapporté par **Sena et al. (2018)** (22–29 %). Cette concordance avec les données bibliographiques suggère une composition stable et conforme aux valeurs de référence, tout en indiquant que des variations mineures peuvent résulter de facteurs tels que la variété botanique, les conditions de culture, les pratiques post- récolte, ou encore les procédés technologiques appliqués (torréfaction, broyage, séchage).

De manière générale, ces résultats mettent en évidence l'importance des conditions expérimentales et des procédures analytiques dans la détermination des teneurs protéiques. Ils soulignent également la nécessité de considérer l'origine agricole et le mode de transformation industrielle des matières premières lors de la comparaison avec les données issues de la littérature scientifique.

III.3.3.2 Lipides

Les lipides représentent une source énergétique importante et un élément essentiel dans la valeur nutritionnelle des matières premières végétales. Ils jouent également un rôle dans la qualité fonctionnelle des produits alimentaires. Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau VI.**

Tableau VI: Teneur en lipides dans graine de chia et graine de sésame

Échantillon	Teneur en lipides (%)	Teneur (%) (valeurs des chercheurs)
Graine de chia (*Salvia hispanica*)	25,00 ± 0,42	30 à 33 **(Ixtaina et al., 2008); 25 à 40 (Sunand et al., 2023)**
Graine de sésame (*Sesamum indicum*)	27,40 ± 0,37	20,3 à 33,9 **(Hiremath SC et al., 2007**)

Les résultats obtenus dans cette étude concernant la teneur en lipides des graines de chia (*Salvia hispanica*) et de sésame (*Sesamum indicum*) montrent une concordance générale avec les données rapportées dans la littérature, tout en révélant certaines variations qui méritent d'être discutées.

La teneur en lipides des graines de chia a été estimée à 25,00 ± 0,42 %, ce qui correspond à la limite inférieure des valeurs rapportées par **Sunand et al. (2023)**, qui ont indiqué une fourchette comprise entre 25 % et 40 %, et par **Ixtaina et al. (2008),** qui ont observé des teneurs allant de 30 % à 33 %. En ce qui concerne les graines de sésame, la teneur en lipides obtenue (27,40 ± 0,37 %) se situe également dans l'intervalle mentionné par **Hiremath et al. (2007)**, soit entre 20,3 % et 33,9 %.Ces différences entre les résultats peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment les conditions climatiques et pédologiques des zones de culture, la diversité génétique des variétés utilisées, les méthodes d'extraction et d'analyse appliquées, ainsi que le stade de maturité des graines au moment de la récolte et les conditions de stockage **(Sunand et al., 2023).**

Ces résultats confirment que les deux types de graines constituent des sources importantes de lipides, particulièrement d'acides gras insaturés bénéfiques pour la santé. Le chia est riche en acide α-linolénique (oméga-3) **(Ullah et al., 2016)**, tandis que le sésame contient principalement de l'acide linoléique (oméga-6) **(Elleuch et al., 2011)**, ce qui renforce leur valeur nutritionnelle et fonctionnelle.Enfin, les écarts constatés par rapport aux données antérieures ne remettent pas en cause la fiabilité des résultats obtenus dans cette étude, mais traduisent plutôt la complexité de la composition chimique des graines oléagineuses et soulignent l'importance de considérer l'ensemble des facteurs biologiques, environnementaux et techniques lors de l'évaluation de telles matières premières **(Mishra et al., 2015 ; Boukid et al., 2019).**

III.3.3.3 sucre totaux

Les sucres totaux constituent une composante énergétique importante dans la composition nutritionnelle des matières premières végétales. Ils participent à la valeur énergétique et aux propriétés fonctionnelles des produits alimentaires. Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau VII.**

Tableau VII: Teneur en sucres totaux dans jujube, graine de sésame et les résidus de fruits

Échantillon	Teneur en sucres totaux (moyenne ± écart-type) (%)	Teneur (%) rapportée par les chercheurs
Jujube (Ziziphus lotus)	2,35 ± 0,17	**1,70 (Smaili S. et al., 2022)**
Graine de sésame (Sesamum indicum)	1,95 ± 0,13	**0,97 – 2,48 (Elleuch M. et al., 2007)**
Résidu de fruits	5,10 ± 0,28	**9,63 (Shukla S. et al., 2020)**

Les résultats des analyses chimiques ont révélé une variation notable de la teneur en sucres totaux entre les différents échantillons étudiés. Les résidus de fruits présentent la teneur moyenne la plus élevée avec **5,10 ± 0,28 %**, suivis par les graines de jujube (Ziziphus lotus) qui affichent **2,35 ± 0,17 %**, tandis que les graines de sésame (*Sesamum indicum*) montrent les valeurs les plus faibles, soit **1,95 ± 0,13 %**. Cette hiérarchisation reflète la nature biochimique des matrices végétales : les résidus de fruits sont généralement plus riches en sucres simples et solubles, contrairement aux graines qui renferment des quantités plus importantes de composés structuraux tels que les protéines, fibres et lipides.

La comparaison avec les données de la littérature montre une cohérence variable selon les échantillons. Les valeurs obtenues pour les graines de jujube sont légèrement supérieures à celles rapportées par **Smaili et al. (2022)**, qui indiquent une teneur moyenne de 1,70 %. En revanche, les teneurs en sucres des graines de sésame se situent pleinement dans l'intervalle rapporté par **Elleuch et al. (2007)**, soit 0,97 à 2,48 %, témoignant d'une bonne concordance. Cependant, les résidus de fruits montrent une teneur moyenne inférieure à celle observée par **Shukla et al.** (2020), qui ont rapporté une valeur de 9,63 %. Cette différence peut être attribuée à la perte potentielle d'une fraction des sucres solubles lors de la préparation des échantillons, notamment en raison de l'élimination du jus, qui concentre une grande partie des sucres simples.

Les écarts relevés entre les différentes études peuvent s'expliquer par divers facteurs : origine et variété des échantillons, stade de maturité des fruits au moment de la récolte, conditions de séchage et de conservation, ainsi que les méthodes analytiques utilisées pour la quantification des sucres. Par ailleurs, les conditions pédoclimatiques, les pratiques culturales et la composition intrinsèque des espèces végétales influencent fortement la teneur en composés solubles et la distribution des constituants biochimiques dans les matrices étudiées.

III.4. INHIBITION DU RADICAL LIBRE DPPH

Les résultats obtenus montrent que les échantillons ***(Zizphus lotus, Hispanse salvia)*** ont une activité antiradicalaire concentration- dépendante **(figure 16).**

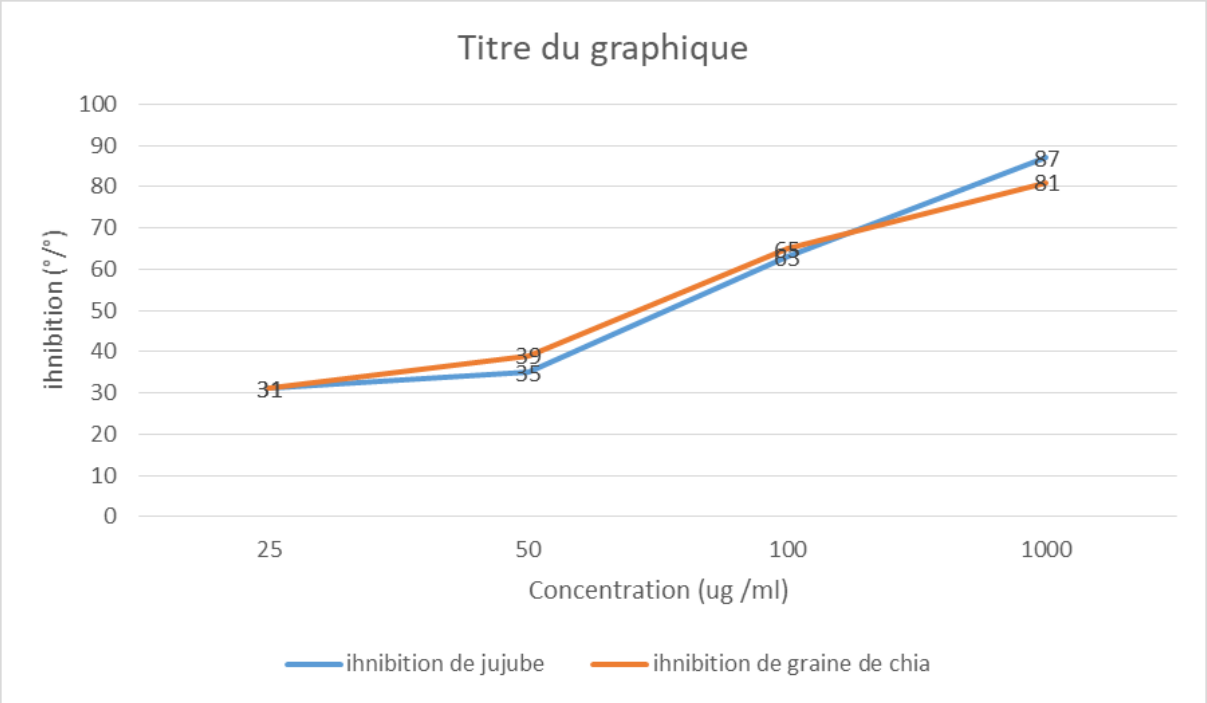


Figure 16: Pouvoir antiradical des échantillons zizphus lotus , hispanse salvia pour le DPPH ;

Selon **la figure 16**, les deux extraits présentent une activité antiradicalaire qui augmente proportionnellement avec la concentration. L'inhibition maximale, de **87 %**, est observée pour l'extrait de *Ziziphus lotus* à une concentration de **1000 µg/ml**, tandis que celle de *Salvia hispanica* atteint **81 %** à la même concentration. À **100 µg/ml**, les taux d'inhibition enregistrés sont respectivement de **63 %** et **65 %** pour le jujube et la graine de chia. À une concentration de **50 µg/ml**, les inhibitions sont de **35 %** pour le jujube et de **39 %** pour la graine de chia. Enfin, à la plus faible concentration testée (**25 µg/ml**), les deux extraits présentent une inhibition similaire de 31 %.

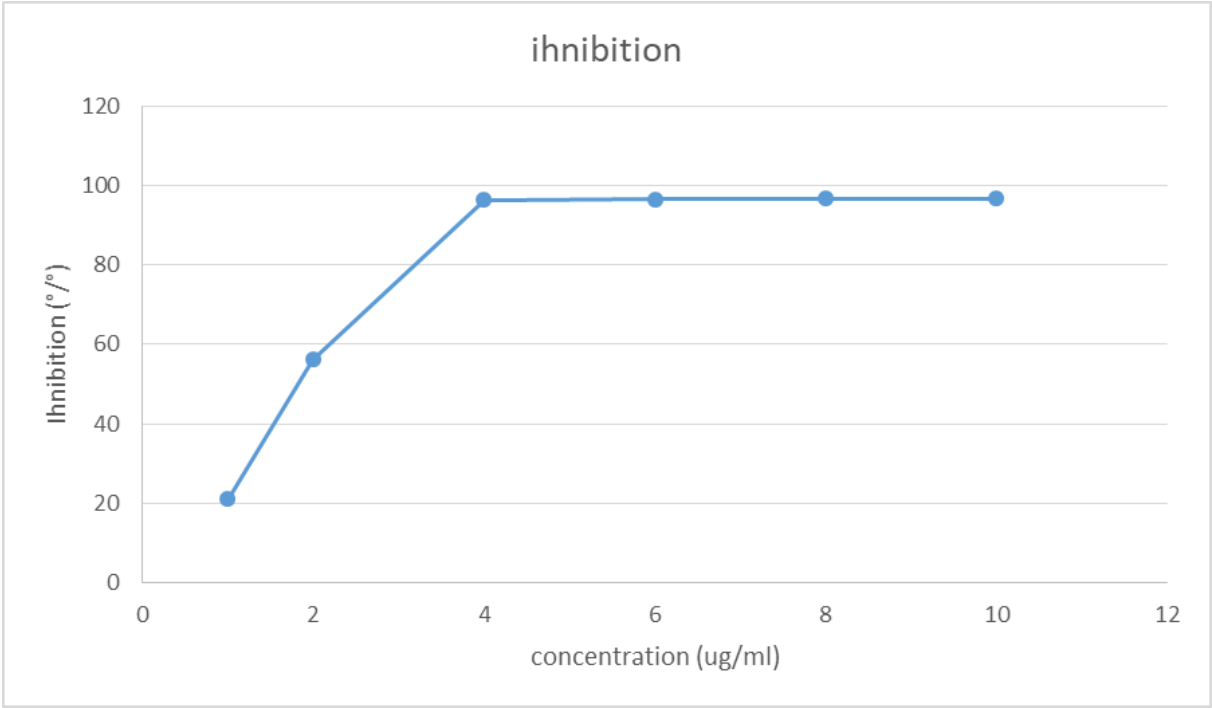


Figure 17: Pouvoir antiradicalaire de la vitamine C évalué par le test DPPH

L'activité antioxydante des différents extraits, ainsi que celle des standards utilisés, est exprimée en IC_{50} (concentration inhibitrice 50). Cette valeur correspond à la concentration d'extrait nécessaire pour neutraliser 50 % du radical libre DPPH. Ainsi, plus la valeur d'IC_{50} est faible, plus le pouvoir antioxydant est élevé. Les valeurs de l'IC_{50} ont été déterminées à partir des courbes présentées dans les figures 14 et 15.

La figure 16 illustre la courbe du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par la vitamine C à différentes concentrations (0,5 ; 1 ; 2 ; 4 µg/ml). On observe une augmentation nette de l'inhibition avec la concentration, atteignant 96 % à la concentration maximale (4 µg/ml). La valeur d'IC_{50} obtenue à partir de cette courbe est de 1,8 µg/ml, confirmant ainsi la forte activité antioxydante de la vitamine C. Cette molécule est utilisée comme standard de référence pour évaluer l'efficacité antioxydante des extraits naturels.

La figure 17 présente l'évolution du pourcentage d'inhibition du radical DPPH par les extraits de *Ziziphus lotus* (jujube) et de *Salvia hispanica* (graines de chia) à différentes concentrations (25, 50, 100 et 1000 µg/ml). On constate une augmentation progressive de l'activité antioxydante avec l'accroissement de la concentration. Le pourcentage maximal d'inhibition atteint 87 % pour l'extrait de Ziziphus lotus et 81 % pour celui des graines de chia.

Les valeurs d'IC_{50} calculées sont respectivement de 76,8 µg/ml pour le jujube et de 71,15 µg/ml pour les graines de chia. Bien que ces valeurs soient supérieures à celle de la vitamine C (1,8 µg/ml), elles traduisent néanmoins une activité antioxydante notable, caractéristique d'extraits d'origine naturelle.

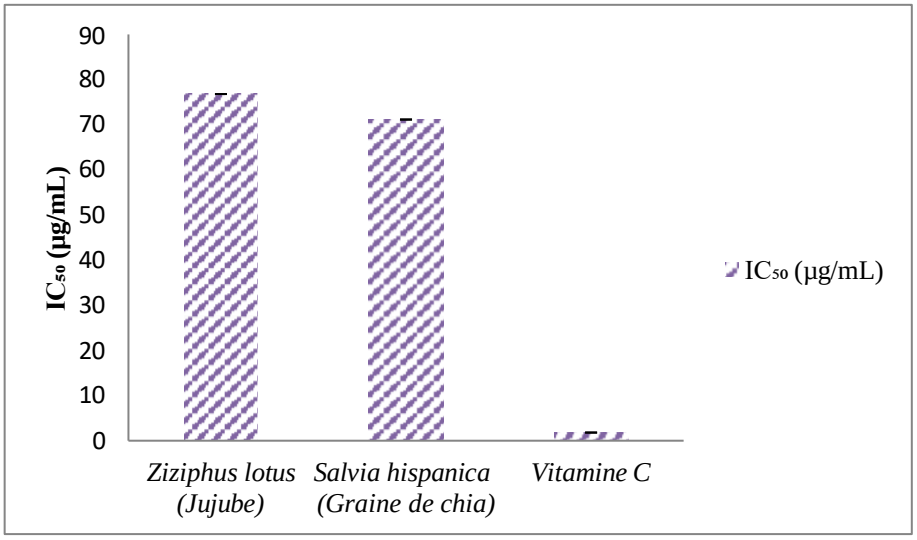


Figure 18 : IC_{50} des différents échantillons Ziziphus lotus, salvia Hispancia, vitamine C.

L'évaluation du pouvoir antioxydant à travers la détermination des valeurs IC_{50} a révélé que l'extrait méthanolique des graines de *Ziziphus lotus* a présenté une activité relativement faible avec uneIC_{50} de 76.8 µg/ml, ce qui est légèrement supérieur à celle rapportée par **(Marmouzi et al., 2019),** qui ont obtenu une IC_{50} de 70.23 µg/ml. Cette différence peut être liée à plusieurs facteurs tels que l'origine botanique des échantillons, les conditions de culture, la période de récolte, la méthode d'extraction ainsi que la concentration en composés phénoliques et flavonoïdiques.

Concernant les graines de *Salvia hispanica*, notre étude a révélé une IC_{50} de 71.15 µg/ml, supérieure à celle trouvée par El **(Dabeey et al., 2024)**, qui ont rapporté une valeur de 54.3 µg/ml. Cette variation peut s'expliquer par des différences dans la teneur en composés antioxydants, influencées par les conditions environnementales et techniques d'extraction.

En comparaison, l'acide ascorbique (vitamine C) utilisé comme standard a montré une activité antioxydante très élevée avec un IC_{50} de seulement 1.8µg/ml, ce qui confirme son efficacité remarquable comme piégeur de radicaux libres.

Bien que des valeurs IC_{50} plus élevées que celles du standard, les extraits méthanoliqus de *Ziziphus lotus* et de *Salvia hispanica* démontrent un potentiel antioxydant intéressant. Ce pouvoir

antiradicalaire est probablement attribué à la présence de molécules polaires telles que les polyphénols et les flavonoïdes, connues pour leur capacité à neutraliser les radicaux libres.

Ces résultats suggèrent une valorisation possible de ces extraits dans les formulations alimentaires à visée fonctionnelle, notamment dans le développement de produits enrichis en antioxydants naturels.

III.4. COMPOSITION DU SNACK



Figure 19: un snack fonctionnel à base de sous-produits végétaux.

Dans le cadre de l'étude de la composition nutritionnelle de la collation végétale développée, une comparaison analytique a été réalisée entre ses composants nutritionnels de base (humidité, cendres, lipides, protéines, polyphénoles) et les valeurs similaires enregistrées dans quelques études antérieures représentant différents collations. Les travaux concernés sont :

- Barre protéinée végane à base de patate douce et protéines de riz (**Baek et al., 2024)**,
- Barre fonctionnelle végétalienne au champignon Coprinus comatus (**Dimopoulou et al., 2023),**
- Barre nutritive à base de maïs, noix de coco et céréales locales **(Edima-Nyah et al., 2019),**
- Barre pour diabétiques à base de patate douce violette et haricots rouges **(Zaddana et al., 2021)** ,
- Tranches de kiwi déshydratées (snack fruité) **(Tylewicz et al., 2020),**
- Barre légumineuse enrichie en probiotiques (Lactiplantibacillus plantarum) **(Schmidt, 2022).**
-

Tableau VIII: Caractérisation physico-chimique et nutritionnelle d'un snack

Références	Humidité (%)	Cendres (%)	Lipides (%)	Protéines (%)	Polyphénols (mg GAE/g)
Étude actuelle	**15,00**	**2,10**	**4,70**	**8,30**	**9,514**
Beak et al., 2024	22,53 – 30,36	1,90 – 2,13	8,29 – 9,38	—	—
Dimopoulou et al., 2023	—	—	2,50 – 17,10	2,50 – 11,60	—
Edima-Nyah et al., 2019	3,78 – 3,46	2,12 – 3,25	5,09 – 8,43	13,81 – 26,10	—
Zaddana et al., 2021	4,21 – 5,00	1,60 – 1,73	4,38	5,00 – 7,82	—
Tylewicz et al., 2020	—	—	—	—	9,22 – 12,45
Schmidt, 2022	—	—	—	—	3,05

L'analyse de l'humidité montre que le **snack développé** présente un taux de **15 %**, une valeur intermédiaire qui traduit un équilibre optimal entre tendreté et stabilité de **conservation**. Ce niveau d'humidité assure une texture agréable tout en limitant le risque de dégradation microbienne au cours du stockage.

En comparaison, le produit étudié par **Baek et al. (2024)** présente une humidité plus élevée (**22,53–30,36 %**), pouvant compromettre la **stabilité du produit** et favoriser la **croissance microbienne**, notamment en l'absence de procédés de conservation efficaces. À l'inverse, les travaux d'**Edima-Nyah et al. (2019)** et de **Zaddana et al. (2021)** rapportent des taux d'humidité beaucoup plus faibles (3,46–3,78 % et 4,21–5,00 %, respectivement). Ces valeurs traduisent des produits plus secs et cassants, offrant une meilleure conservation mais pouvant altérer la texture et réduire l'acceptabilité sensorielle chez les consommateurs recherchant une texture plus équilibrée.

Concernant la teneur en cendres, indicateur de la fraction minérale totale, notre formulation présente une valeur de **2,4 %**, révélant un bon apport en minéraux. Ce résultat se situe dans les plages rapportées par **Baek et al. (2024)** (**1,90–2,13 %**) et **Edima-Nyah et al. (2019)** (**2,12–3,25 %**), ce qui suggère l'utilisation d'ingrédients riches en éléments minéraux et un traitement technologique préservant la valeur nutritionnelle. En revanche, les valeurs légèrement inférieures observées chez **Zaddana et al. (2021)** (**1,60–1,73 %**) pourraient être attribuées à des procédés de transformation plus intensifs ou à l'emploi d'ingrédients moins concentrés en minéraux.

En ce qui concerne la matière grasse, elle est un facteur clé influençant la valeur énergétique et la qualité des lipides consommés. Notre snack affiche un taux moyen de 4.7 %, relativement bas comparé à **Baek** (8.29–9.38 %) et **Edima-Nyah** (5.09–8.43 %). Cela est favorable pour réduire les calories indésirables, surtout si les lipides proviennent de sources végétales saines, rendant le produit adapté aux régimes faibles en gras. Cependant, une teneur plus faible en lipides pourrait affecter la texture et la saveur si l'équilibre des composants gras n'est pas bien ajusté.

Pour les protéines, notre snack présente un taux de 8.32 %, ce qui correspond à une source végétale de qualité et d'efficacité modérée. Cette valeur dépasse certains snacks comme ceux de **Zaddana** (5–7.82 %) et **Dimopoulou** (2.5–11.6 %), mais reste inférieure aux valeurs élevées observées chez **Edima-Nyah** (13.81–26.10 %), indiquant des opportunités d'amélioration du contenu protéique via l'utilisation d'ingrédients à plus forte concentration ou l'optimisation des procédés de préparation. Les protéines sont essentielles pour une consommation durable et saine, influençant directement la satiété et le maintien de la masse musculaire.

En complément des macronutriments, le contenu en polyphénols de notre snack a été évalué à 9.514 mg GAE/g, une valeur élevée qui reflète une richesse en antioxydants végétaux aux nombreux bienfaits pour la santé. En comparaison avec d'autres études, notre snack est proche des valeurs rapportées par (**Tylewicz et al.,2020**), comprises entre 9.22 et 12.45 mg GAE/g, ce qui confirme la qualité et l'efficacité des ingrédients utilisés pour préserver ces composés bioactifs. En revanche, l'étude de **(Schmidt 2022)** rapporte une valeur nettement inférieure (3.05 mg GAE/g) dans un autre type de snack, mettant en lumière la supériorité de notre produit en termes de propriétés antioxydantes.

Cette teneur élevée en polyphénols (valeur nutritionnelle) est attribuée à l'utilisation d'ingrédients végétaux riches comme les graines de chia, ainsi qu'à des méthodes de préparation qui minimisent la perte de ces composés sensibles. Cette caractéristique renforce la valeur santé du snack, en le positionnant comme un choix idéal pour les consommateurs cherchant des aliments naturels contribuant à réduire les dommages causés par les radicaux libres et à renforcer les défenses immunitaires.

Ainsi, la comparaison met en évidence l'équilibre et la cohérence des composants nutritionnels de notre snack végétal développé, combinant humidité modérée, bonne teneur en minéraux, lipides modérés et protéines adéquates. De plus, il se distingue par son contenu

supérieur en polyphénols, ce qui constitue un avantage significatif sur le marché des produits santé. Ces caractéristiques font de notre snack un produit compétitif qui répond aux attentes des consommateurs en quête d'une alimentation complète et saine dans le cadre d'une offre végétale.

III.5. L'ANALYSE SENSORIELLE

III.5.1. Evaluation sensorielle d'un snack

L'analyse sensorielle, ou métrologie sensorielle, regroupe l'ensemble des méthodes, outils et techniques permettant d'évaluer les caractéristiques organoleptiques d'un produit, particulièrement, le goût, l'odorat et l'aspect visuel. Cette analyse vise à décrire et quantifier de manière systématique les perceptions sensorielles du consommateur **(Lefebvre et Bassereau, 2003).**

Le test de dégustation a été réalisé dans une salle dédiée au sein de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV), en présence des étudiants participants à l'évaluation sensorielle.

L'évaluation sensorielle du snack a été menée en utilisant une échelle hédonique. Cette méthode a permis une évaluation complète de plusieurs caractéristiques, notamment l'apparence visuelle, l'odeur, le goût, l'originalité et l'acceptabilité globale. L'histogramme ci-dessous présente le profil sensoriel du snack, tel qu'évalué par un panel d'étudiants non entraînés. Chaque critère a été noté sur une échelle de 1 à 10, où 1 représente une "très mauvais" acceptation et 10 une "excellent".

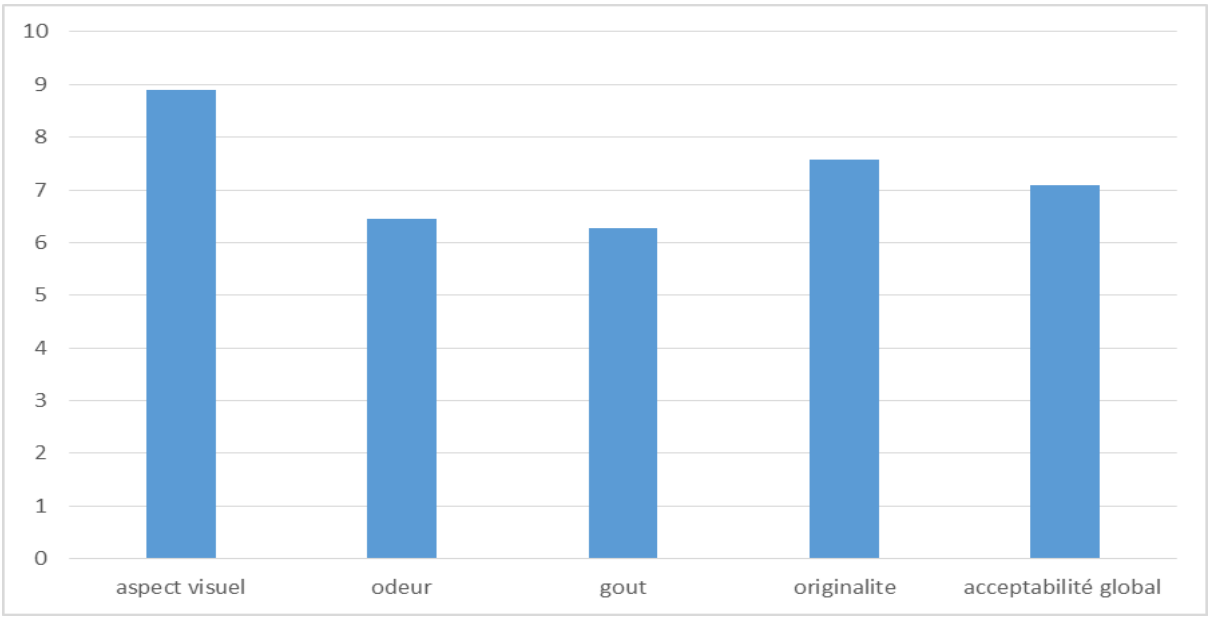


Figure 20: Histogramme de l'analyse sensorielle du snack

Les analyses statistiques des scores ont révélé une acceptabilité générale du produit par les participants, avec une note moyenne de 7.2 pour l'acceptabilité globale. L'apparence visuelle a obtenu la note la plus élevée avec une moyenne de 8.8, ce qui témoigne de l'attrait esthétique du produit. Les originalités (aspects uniques ou innovants) et l'acceptabilité générale ont suivi avec des notes respectives de 7.5 et 7.0. L'odeur a été jugée satisfaisante avec une moyenne de 6.5, tandis que le goût a obtenu une moyenne de 6.3, indiquant qu'il s'agit d'un domaine susceptible d'être amélioré ultérieurement.

III.5.2. Acceptation des Consommateurs

Le score moyen d'acceptabilité globale de 7.2 témoigne d'une bonne acceptation du produit par les consommateurs. La majorité des participants ont exprimé leur satisfaction concernant la forme, la texture et la présentation du produit. Bien que certaines caractéristiques comme l'odeur et le goût aient reçu des évaluations inférieures, elles restent dans des limites acceptables. Ces résultats suggèrent que ce type de snack possède un bon potentiel d'acceptation et de consommation à grande échelle, notamment avec l'introduction de certaines améliorations gustatives (au niveau du goût).

. Questionnaire d'analyse des avis des consommateurs et de la faisabilité de commercialisation d'un produit alimentaire sain

III.6.3.1. Analyse synthétique des caractéristiques de l'échantillon et lien avec le contexte de l'étude

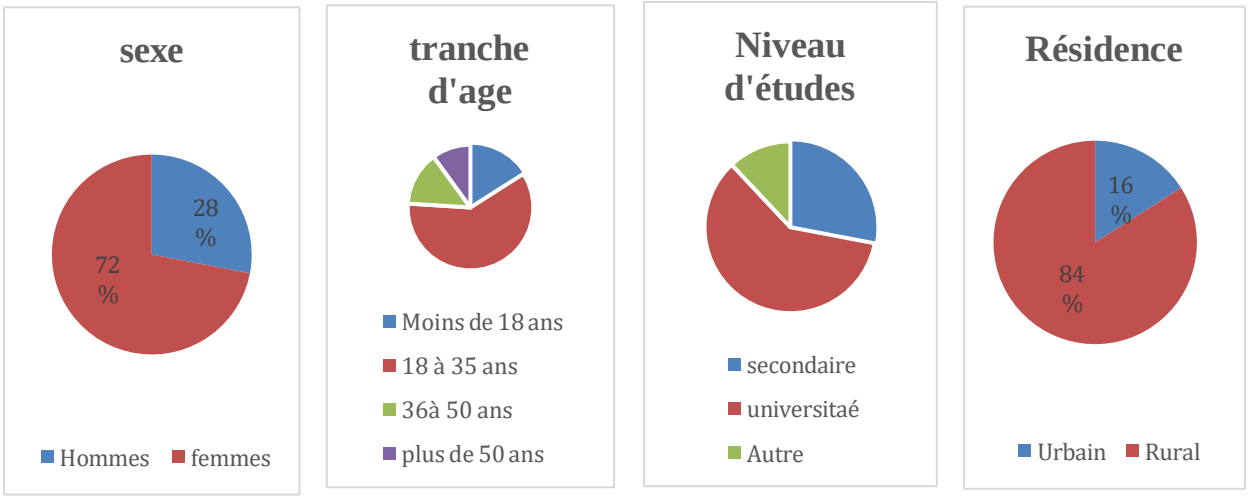


Figure 21: Représentation sectorielle des informations personnelles de l'échantillon test.

L'échantillon de cette étude est composé de 50 participants, majoritairement des femmes (72 %), ce qui reflète un intérêt plus marqué du public féminin pour les questions liées à la santé et à l'alimentation. La tranche d'âge dominante est celle des 18–35 ans (60 %), une population

jeune souvent concernée par les enjeux du bien-être, du mode de vie sain et des produits pratiques à consommer, comme le snack sain.

Par ailleurs, 60 % des participants possèdent un niveau universitaire, ce qui suggère un certain niveau de conscience nutritionnelle, favorisant une lecture critique des informations sur les produits alimentaires. De plus, 84 % vivent en milieu urbain, où le rythme de vie accéléré encourage la consommation de snacks rapides, à condition qu'ils soient perçus comme sains et équilibrés.

III.6.3.2. Étude du marché et évaluation du besoin

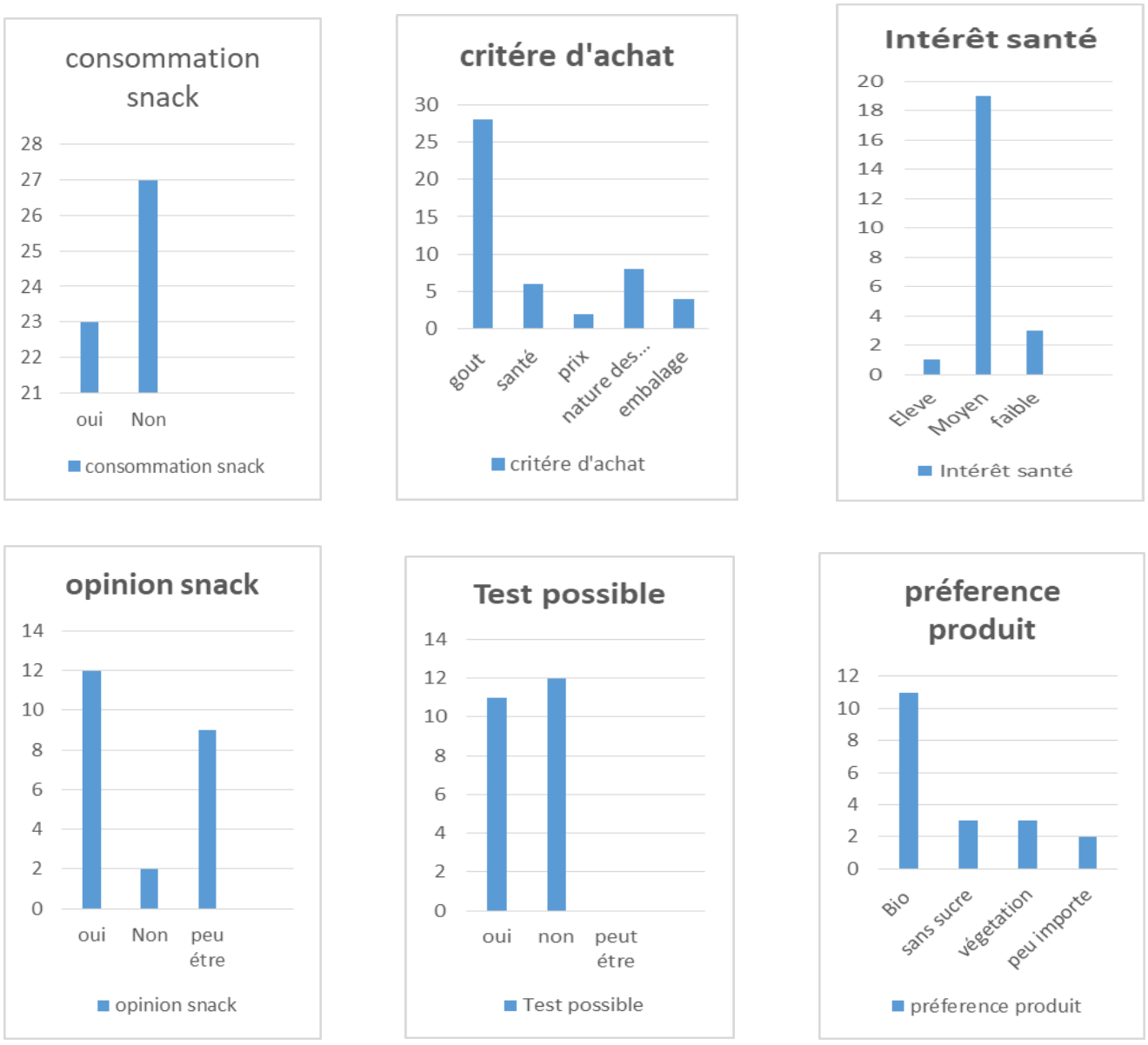


Figure 22: Réponses de l'échantillon test au questionnaire.

Les résultats du questionnaire présentés dans la **(figure 22)** ont mis en évidence une variabilité du comportement des consommateurs vis-à-vis de la consommation des snacks. En effet, les données indiquent qu'une proportion significative des répondants consomme ces produits, tandis qu'une autre proportion ne les intègre pas dans leurs habitudes alimentaires quotidiennes. Cette disparité reflète la diversité des pratiques alimentaires ainsi que les différents niveaux de sensibilisation à la santé.Par ailleurs, les résultats montrent que le goût constitue le critère principal influençant la décision d'achat, devançant d'autres facteurs tels que le prix, la marque et la nature des ingrédients. Cela souligne l'importance déterminante des caractéristiques sensorielles dans l'acceptabilité des produits, et met en évidence la nécessité de développer des produits alliant qualité organoleptique et valeur nutritionnelle.

Concernant l'intérêt porté à l'aspect santé, la majorité des participants a exprimé un intérêt modéré, tandis qu'une proportion plus réduite a manifesté un intérêt élevé, et une minorité un faible intérêt. Ces observations traduisent une prise de conscience croissante des enjeux nutritionnels, sans pour autant que les critères de santé dominent totalement le choix du consommateur.En outre, les résultats relatifs à la possibilité de tester le produit révèlent une forte disposition des consommateurs à essayer de nouveaux produits, ce qui témoigne d'une ouverture favorable à l'innovation alimentaire.

Les préférences exprimées montrent également une orientation vers des produits à caractère sain, notamment ceux d'origine naturelle ou répondant à des exigences nutritionnelles spécifiques.Dans l'ensemble, ces résultats reflètent une tendance émergente des consommateurs à adopter des alternatives alimentaires plus saines, mettant en évidence des opportunités prometteuses pour l'introduction sur le marché de produits innovants conciliant performance sensorielle et bénéfices nutritionnels..

III.6.3.3. Faisabilité économique

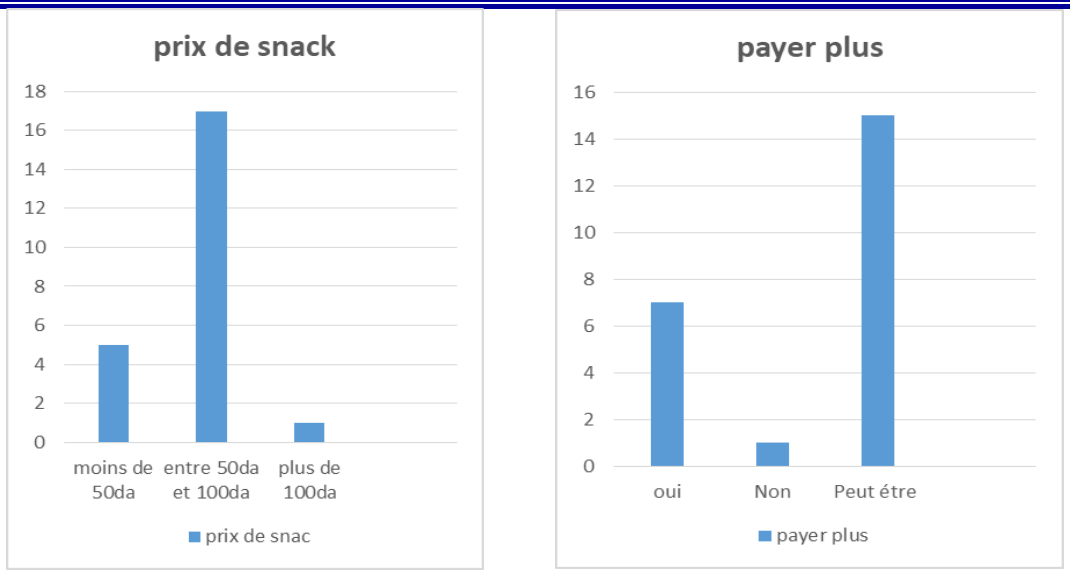


Figure 23: Réponses de l'échantillon test au questionnaire sur la faisabilité économique.

Les résultats de l'enquête concernant la faisabilité économique du produit **(Figure 23)** mettent en évidence une sensibilité marquée des consommateurs au prix des collations. La répartition des réponses montre que la majorité des participants privilégie l'acquisition d'un produit dont le prix se situe dans une fourchette intermédiaire, tandis qu'une proportion plus faible correspond aux consommateurs dépensant moins, et une minorité dépense davantage. Cette distribution reflète une tendance générale des consommateurs à opter pour des produits à prix modéré, soulignant ainsi l'importance d'adopter une politique tarifaire adaptée au pouvoir d'achat tout en préservant la qualité et la valeur nutritionnelle du produit.

En ce qui concerne la disposition à payer un prix plus élevé pour un produit sain, naturel et respectueux de l'environnement, les résultats révèlent un accueil positif relatif de la part des consommateurs. Un nombre significatif de participants se montre prêt à accepter un prix supérieur, tandis qu'une proportion moindre exprime une approbation explicite et que la proportion de refus reste limitée. Ces observations suggèrent une prise de conscience croissante des consommateurs quant à l'importance des dimensions nutritionnelles et environnementales dans leurs choix alimentaires, renforçant ainsi la faisabilité de commercialiser Eco Snack comme produit fonctionnel innovant, même à un prix légèrement supérieur, à condition de mettre en avant ses caractéristiques sanitaires et écologiques.

III.6.3.4. Observations générale

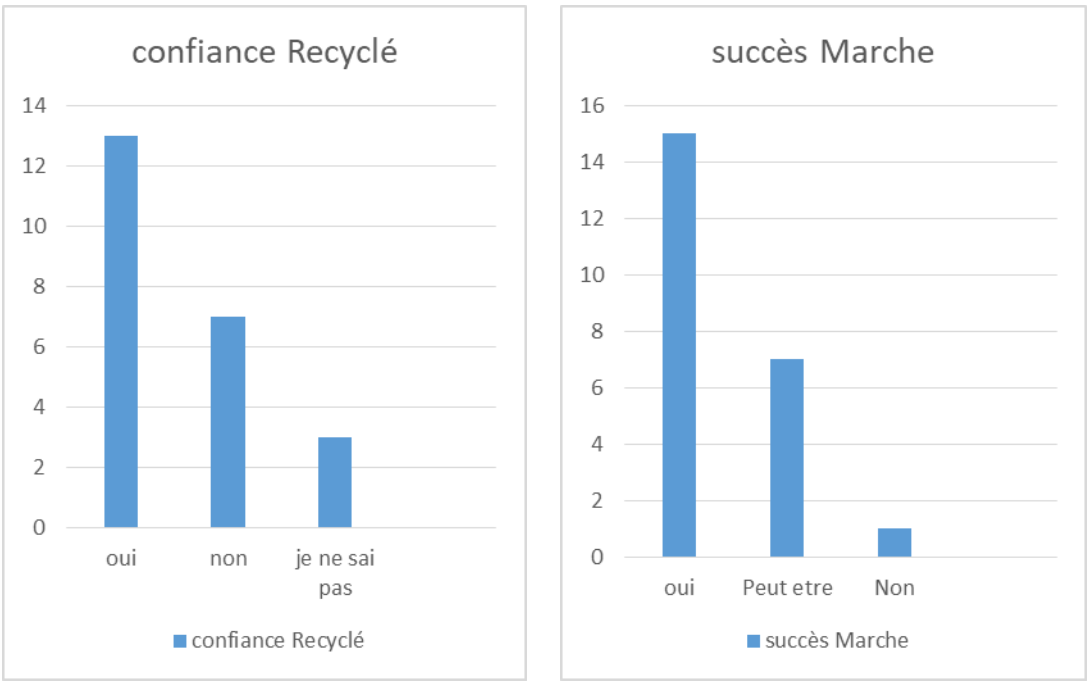


Figure 24 : Estimation de la confiance de l'échantillon test à l'acceptation des sous-produits et succès du marché.

Les résultats de la première question, portant sur le degré de confiance des consommateurs envers les produits fabriqués à partir d'ingrédients recyclés, révèlent une acceptation globale de ce type de produits, bien qu'elle demeure accompagnée de certaines réserves. La majorité des répondants a exprimé sa confiance en répondant « oui », tandis qu'une proportion non négligeable a manifesté une absence de confiance, et qu'une minorité est restée indécise. Ces résultats soulignent l'importance de renforcer la sensibilisation des consommateurs à travers une information claire et transparente concernant l'origine, la qualité et la sécurité de ces ingrédients, afin de consolider la confiance et de réduire les réticences. En ce qui concerne l'évaluation des perspectives de réussite du produit sur le marché, les résultats indiquent une orientation nettement positive.

La plupart des participants estiment que le produit dispose de fortes chances de succès, tandis que d'autres considèrent que sa réussite reste possible sous certaines conditions, contre une proportion très limitée ayant exprimé un avis défavorable. Cette perception optimiste reflète une disposition favorable du marché local à l'égard des produits innovants intégrant une dimension sanitaire et environnementale. Globalement, les résultats du questionnaire mettent en évidence une acceptabilité encourageante d'un produit alimentaire innovant basé sur des ingrédients recyclés, malgré la persistance de certaines réserves liées au facteur de confiance. Néanmoins, les

perspectives de réussite sur le marché local demeurent prometteuses, notamment si le lancement du produit est accompagné d'une stratégie de communication efficace mettant l'accent sur la qualité, la sécurité et les bénéfices environnementaux du produit.

Conclusion

Au cours de cette recherche, nous avons développé un snack fonctionnel à base de sous-produits végétaux qui combine de faibles teneurs en calories et une haute valeur nutritionnelle. Cette étude valorisant les déchets alimentaires et les ingrédients locaux souvent négligés, s'inscrit dans le cadre d'une approche scientifique durable visant à concilier nutrition saine et préservation de l'environnement. La problématique principale résidait dans la manière d'exploiter des résidus alimentaires tels que l'okara et les restes de fruits, en intégrant également le jujubier (*Ziziphus lotus*) en tant que ressource locale sous-exploitée, tout en enrichissant la formulation avec des graines de chia (*salvia hispanica*) et des graines de sésame afin d'améliorer la valeur nutritionnelle du snack obtenu.

Nous avons adopté une démarche expérimentale comprenant les étapes de formulation, de préparation du produit, suivies d'une série d'analyses en laboratoire pour évaluer ses caractéristiques physiques, chimiques et fonctionnelles. Les analyses ont porté sur la teneur en humidité, cendres, protéines, lipides, sucres totaux, ainsi que sur l'activité antioxydante (test DPPH), et l'estimation des teneurs totales en polyphénols et flavonoïdes.

L'analyse comparative a mis en évidence la richesse des différentes matrices végétales en composés bioactifs. Les graines de chia se sont distinguées par la plus forte teneur en polyphénols (13,07 mg EAG/g EX), tandis que le jujubier a présenté la teneur la plus élevée en flavonoïdes (12,07 mg EQ/g EX).

Sur le plan nutritionnel, le sésame s'est révélé particulièrement riche en protéines (23,64 %) et en lipides (27,4 %). L'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH a montré une meilleure efficacité pour le chia (IC_{50} = 71,51 µg/mL).

Ces résultats soulignent le potentiel nutritionnel et fonctionnel de ces sources végétales, susceptibles d'être valorisées dans des applications alimentaires et de santé.

Cette étude a montré également la possibilité d'incorporation de sous-produits alimentaire dans la fabrication de certains produits comme le snack dans une optique de nutrition durable, en contribuant à la fois à la réduction des sous-produits et déchets agroalimentaires, et à la valorisation des ressources locales, tout en offrant des alternatives saines aux consommateurs.

Malgré ces résultats encourageant, certains aspects méritent d'être approfondis, notamment en ce qui concerne l'évaluation sensorielle, la stabilité au stockage et la faisabilité de

la commercialisation. Pour cela, en guise de perspective, on propose d'élargir le champ d'étude afin d'améliorer les propriétés organoleptiques du produit et d'évaluer son impact environnemental et économique à plus grande échelle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Aganga, A. A., & Mosase, K. W. (2001). *Tannins content, nutritive value and dry matter digestibility of Lonchocarous capussa, Ziziphus mucropata, Sclerocarya birrea, Kirkia acuminata and Rhuslancea seeds*. Animal Feed Science and Technology, 91, 107-113.

Anjum, S., Rana, S., Dasila, K., Agnihotri, V., Pandey, A., & Pande, V. (2022). *Comparative nutritional and antimicrobial analysis of Himalayan black and yellow soybean and their okara.* Journal of the Science of Food and Agriculture, 102, 5358–5367.

B

Baek, I.-H., Lee, H. S., Saadah, N. N., Olawuyi, I. F., & Kim, K.-R. (2024). Physicochemical and nutritional characteristics of vegan protein bars formulated with sweet potato and rice protein. Journal of Food Science and Technology, 59(6), 3664-3674.

Bastos, K. V. L. d. S., de Souza, A. B., Tomé, A. C., & Souza, F. d. M. (2025). New Strategies for the Extraction of Antioxidants from Fruits and Their By-Products: A Systematic Review. Plants, 14(5), 755.

Bencheikh N., Radi F Z., Fakchich J., Elbouzidi A., Ouahhoud S., Ouasti M., Bouhrim M., Ouasti I., Hano C. and Elachouri M. (2023). Ethnobotanical, Phytochemical, Toxicological, and Pharmacological Properties of *Ziziphus lotus* (L.) Lam. Pharmaceutica, 16(4), p : 575.

Bhat, R. Sustainability Challenges in Agro-Food Sector; Wiley Blackwell Publishers: West Sussex, UK, 2017; p. 720

BIPEA (1976) . Collection of analysis methods of the European communities. 140 p.

Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37, 911–917.

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200.

Boucherba, N., 2015. Valorisation des résidus agro-industriels. Université Abderrahmane Mira de Béjaïa Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Microbiologie 80

Boukid, F., Folloni, S., Ranieri, R., & Vittadini, E. (2019). A compendium of wheat germ: Separation, stabilization and food applications. Trends in Food Science & Technology, 88, 586–594.

C

Cardona, F., Andrés-Lacueva, C., Tulipani, S., Tinahones, F. J., & Queipo-Ortuño, M. I. (2013). Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. The JournaofNutritionalBiochemistry,24(,1415–1422).https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.05.001

Chatterjee, R., Bandyopadhyay, S., & Jana, J. C. (2014). Evaluation of vegetable wastes recycled for vermicomposting and its response on yield and quality of carrot (Daucus carota L.). International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 3(1), 60. https://doi.org/10.1007/s40093-014-0060-4

Chenafi, K., & Ghebouli, A. (2024). Reducing food waste in bread consumption as a means to achieve food security - A case study of the state of Setif. Journal of Development Research and Studies, 11(1), 504-516.

Chouaibi, M., Mahfoudhi, N., Rezig, L., Donsì, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2011). Nutritional composition of Zizyphus lotus L. seeds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92(6), 1171–1177.compounds. Food Chemistry. 97(4): 654-660.

D

Dabeey, Y. A., Hassan, M. H., Mahmoud, H. I., & Hassan, H. M. (2024). Evaluating the Antioxidant Properties of Chia Seed Extract in Enhancing Wound Healing. Minia Journal of Agricultural Research and Development, 44(4), 689–704.

Dimopoulou, M., Nerantzaki, A. A., Tsevdou, M., Michail, K., & Taoukis, P. S. (2023). Development and characterization of a functional snack bar for diabetic patients based on Coprinus comatus powder. Journal of Functional Foods, 102, 105447. **https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105447**

Djedaia, S. (2017). Physico-chemical study and characterization of the fruit of the lentisk

plant (Pistacia lentiscus L.). Doctoral thesis. Badji Mokhtar-Annaba University.

Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food Chemistry, 97(4), 654–660.

Dubois, Michel., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, et Fred. Smith. 1956.« Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances ».Analytical Chemistry 28 (3): 350-56.

E

Edima-Nyah, A. P., Ojimelukwe, P. C., & Nwabuze, T. U. (2019). In Vitro Nutritional Analysis of High Fibre Snack Bars Produced From Blends of African Breadfruit, Maize and Coconut. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR- JESTFT), 13(10), 52-61

Egbekun,M.k.and Ehieze,M.U.(1997) prosumate composition and functional properties of fullfat and defatted beniseed (sesemum indicum.L) flour plant foods for human nutrition (formerly Qualitas plantarum)51(1)35-41

EKISSI, A. C., KOUAME, B. K., KOKO, C. A., Albert, Y. A. O., & Séraphin, K. A. T.I. (2020). Determination of minerals in leaves of savanna tea (lippia multiflora). Afrique SCIENCE,16(2), 139-14

El-Gerssifi, M., 1998. Les Défauts des Produits de Pâtisserie et Biscuiterie au Cours du Stockage. La Prévention par la Formulation. Industries Alimentaires et Agricoles, 78: 82-88.

Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., & Attia, H. (2007). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry, 124(2), 411-421.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications. Food Chemistry, 124(2), 411421

F

FAO. (2011). Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2013). Food wastage footprint: Impacts on natural resources. Rome : Food and Agriculture

FAO. (2019). The State of Food and Agriculture: Moving forward on food loss and waste reduction. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Falleh, H., Hafsi, C., Mohsni, I., & Ksouri, R. (2021). Évaluation de différents procédés d'extraction des composés phénoliques d'une plante médicinale : Verbena officinalis. Biologie Aujourd'hui, 215(3-4), 133-142.

Fatianoff, N., & Gouet, Ph. (1969). Relation allowing quick and accurate correction of dry matter of ensilages dried in an oven. Annales de Zootechnie, 18(4), 407-418.

Feumba (D.R. 2018 Chemical composition of some selected fruit peels)

Fiorucci, S. (2006). Activités biologiques de composés de la famille de flavonoïdes : approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire [Thèse de doctorat, Université de Nice].

G

Gabriel Quintana, Esteban Gerbino and Andrea Gómez-Zavaglia 2017, Okara: A Nutritionally Valuable By-product Able to Stabilize Lactobacillus plantarum during Freeze-drying, Spray-drying, and Storage ; Frontiers in Microbiology doi: 10.3389/fmicb.2017.00641. eCollection 2017.;)

Ghedira K. (2013). Zizyphus lotus (L.) Desf. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage.Ethnobotanique–monographie, 11, p : 149-153.

Gibney, M. J. (2009). Introduction to Human Nutrition.

H

Hiremath SC, Patil CG, Patil KB, Nagasampige MH. (2007). Genetic diversity of seed lipid content and fatty acid composition in some species of Sesamum L. (Pedaliaceae). African Journal of Biotechnology, 6(5), 539–543

I

Irmak, S. (2020). The Importance of Nutrition for Health and Society. Journal of Food Nutrition and Health, 3(1), 1.

Ivanišová, E., Grygorieva, O., Abrahamová, V., Schubertová, Z., Terentjeva, M., & Brindza, J. (2017). Characterization of morphological parameters and biological activity of jujube fruit (Ziziphus jujuba Mill.). Journal of Berry Research, 7(4), 249–260.

IxtaniaV.y.,NolascoS.M.,TomasM.C(2008) physical properities of chia (savia haspanica L) seeds,Industrial corps and products,28(3)286-293)

J

Jameel, M. K., Mustafa, M. A., Ahmed, H. S., Mohammed, A. J., Ghazy, H., Shakir, M. N., ... & Kianfar, E. (2024). Biogas: Production, properties, applications, economic and challenges: A review. Results in Chemistry, 7, 101549. https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101549

Jalalipour, H., Karami, M., & Dehghani, M. H. (2025). Social, economic and environmental benefits of organic waste home composting in Iran. Waste Management & Research. doi:10.1177/0734242X241227377

Johnson, L., Suleiman, T. and Lusas, E. 1979. Sesame protein: A review and prospectu.s

K

Kalsum Nesa Lena, Nazir Ahmad, Yunika Mayangsari, Mohsen Masud, Md Jahurul Haque, Mohammed Rashed Iqbal, Dwi Larasatie Nur Fikri, and Md Mehdi Hassan. "Health Benefits of Okara for the Management of Diabetes Mellitus." Journal of Food Quality, vol. 2023, 2023, pp. 1-14.

Khalid, MU ; Shabbir, MA ; Mustafa, S. ; Hina, S. ; Quddoos, MY ; Mahmood, S. ; Maryam, Y. ; Faisal, F. ; Rafique, A. Effet de la peau de pomme comme antioxydant sur les caractéristiques de qualité et la stabilité oxydative de la mayonnaise. Appl. Food Res. 2021 , 1 , 100023

Khiya, Z., Farah, A., Ouhammou, M., Bousta, D., & Belyamani, L. (2021). Correlation of Total Polyphenolic Content with Antioxidant Activity of Hydromethanolic Extract and Their Fractions of the Salvia officinalis Leaves from Different Regions of Morocco. Journal of Chemistry, 2021, Article ID 5532436.

Khouchlaa, A., Achour, M., Rharrabti, Y., Gharby, S., Harhar, H., & Charrouf, Z. (2017). Physicochemical characteristics of Opuntia ficus-indica seed oil from Morocco. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences, 11, 1–5.

Kouighat, M., Moussaoui, F. E., Adiba, A., Hafid, A., Bouchyoua, A., Fechtali, M. E., & Naboussi, A. (2025). Evaluation and selection of sesame mutants (*Sesamum indicum* L.) for optimal nutritional profiles in seeds under field drought conditions. OCL, 32.

L

Lefebvre, A., & Bassereau, J. F. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception : ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages, 10, 3-11.

Ligarda-Samanez, C. A., Huamán-Carrión, M. L., Calsina-Ponce, W. C., De la Cruz, G., Calderón Huamaní, D. F., Cabel-Moscoso, D. J., Garcia-Espinoza, A. J., Sucari-León, R., Aroquipa-Durán, Y., & Muñoz-Saenz, J. C. (2025). Technological Innovations and Circular Economy in the Valorization of Agri-Food By-Products: Advances, Challenges and Perspectives. Foods, 14(11), 1950. https://doi.org/10.3390/foods14111950

Lisard, M., Gómez-Cabrera, M. C., & Viña, J. (2019). Polyphenols and their impact on human health: Mechanisms of action. Nutrition Reviews, 77(10), 761–779.

Liu, X., Zhang, Y., Wang, L., & Chen, Y. (2017). Antioxidant properties of dietary polyphenols and their effects on health. Journal of Nutritional Biochemistry, 45, 1–15.

Liu, Z., de Souza, T. S. P., Holland, B., Dunshea, F., Barrow, C., & Suleria, H. A. R. (2023). Valorization of food waste to produce value-added products based on its bioactive compounds.

Loreto Muñoz Hernández (2012). Mucilage from Chia Seeds (*Salvia hispanica*): Microstructure, Physico-chemical Characterization and Applications in Food 1 Industry (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería).

M

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition, 79(5), 727-747.

Manjarres-Pinzon, K., Martínez-Navarrete, N., & Chiralt, A. (2013). Effect of drying conditions on the physical properties of impregnated orange peel. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 30(3), 531–540.

Marmouzi, I., Kharbach, M., El Jemli, M., Bouyahya, A., Cherrah, Y., Bouklouze, A., Van der Heyden, Y., & El Abbès Faouzi, M. (2019). Antidiabetic, dermatoprotective, antioxidant and chemical functionalities in *Ziziphus lotus* leaves and fruits. Industrial Crops and Products, 132, 134-139.

Mishra, A., & Yadav, S. (2015). Comparative analysis of bioactive compounds in seed oils. International Journal of Plant & Soil Science, 5(3), 168–175.

Murdock D-H (2002)encyclopaedia of food a guide healthy nutrition APA academic press(Ed) Sn Diego,California .501p

O

O'Kelly, B. C. (2004). Accurate Determination of Moisture Content of Organic Soils Using the Oven Drying Method. Drying Technology, 22(7), 1767-1776.

OCDE. (2021). Définition et cadre de la valorisation des déchets. Organisation de coopération et de développement économiques

Oliyad, E., Dirigesa, A. O., Misperit, S. I., & Teshoma, J. H. (2020). Détermination du contenu en flavonoïdes et évaluation des activités antioxydantes in vitro d'extraits de pelures d'agrumes sélectionnées. Internationa Journal of Secondary Metabolite, 7(1), 8-18.

P

Palma, F., Donde, M., Lloyd, W.R., 1947. Fixed oils of Mexico. Part 1. Oil of chia- *Salvia hispanica*. J. Am. Oil Chem. Soc. 24, 27. Perez, E.E., Crapiste, G.H., Carelli, A.A., 2007. Some physical and ´ morphological properties of wild sunflower seeds. Biosyst. Eng. 96, 41–45.

Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science, 5, e47. https://doi.org/10.1017/jns.2016.41

Pedneault, K., Leonharts, A., Gosselin, A., Ramputh, A., & Arnason, J. T. (2001).Influence de la culture hydroponique de quelques plantes médicinales sur la croissance et la concentration en composés secondaires des organes végétaux. Texte de conférence, 1-5.

Prathyusha, P., Anila Kumari, B., Jessie Suneetha, W., & Naga Sai Sudha, M. (2019). Chia seeds for nutritional security. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 5(1),production.

R

Rsaissi, N., Bouhache, M., & Bencharki, B. (2013). Potentiel allélopathique du figuier de barbarie « Opuntia ficus-indica (L.) Mill » sur la germination et la croissance du jujubier « *Ziziphus lotus* (L.) Desf. » [Allelopathic potential of Barbary fig « Opuntia ficus-indica (L.) Mill » on the germination and growth of wild jujube « *Ziziphus lotus* (L.) Desf.»]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 3(1), 205-214.

Rui Y., Lv M., Chang J., Xu J., Qin L., & Wan Z. (2018). Chia seed does not improve cognitive impairment in SAMP8 mice fed with high fat diet. Nutrients, 10(8), 1084.

S

Salunkhe, D.K., Chavan, J.K., Adsule, R.N., & Kadam, S.S. (1992). World oilseeds: Chemistry, technology, and utilization. Van Nostrand Reinhold, New York

Schmidt, M. (2022). Activité antioxydante, survie des probiotiques et propriétés sensorielles d'une barre de légumineuses riche en composés phénoliques et enrichie en Lactiplantibacillus plantarum. Alimentation.

Schoonbroodt, E. (2024). Quelles sont les solutions quant à la valorisation des déchets alimentaires dans la restauration ? [Mémoire de Master, HEC-Ecole de gestion de l'Université de Liège]. MatheO. http://hdl.handle.net/2268.2/19984

Sene, B., Diatta, C., Gueye, M. T., & Ba, D. (2018). Caractérisation physicochimique et évaluation de la qualité nutritionnelle de graines de sésame (*Sesamum indicum* L.) cultivées au Sénégal. Journal of Applied Biosciences, 129, 13059–13070

Shinde, R. S., Patil, A. D., Kamble, H. A., Patil, P. D., & Gatade, A. A. (2025). Unlocking the potential of soymilk industry waste (Okara): A comprehensive review on valorization and food applications. Journal of Food Legumes, 38(2), 187-188. https://doi.org/10.53550/jfl.v38.i2.25

Shukla, S., Patel, D., & Kumar, V. (2020). Physico-chemical Characterization of Orange and Date Fruits Pulp. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(12), 3093–3098.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3), 144–158.

Smaili, S., Aksas, H., & Larid, R. (2022). Formulation of a dessert cream enriched with the fruit Zizyphus lotus L based on an edible gelatin obtained from raw tannery waste. Algerian Journal of Environmental Science, 8(4).

Sunand, A., Kumar, P., & Reddy, S. (2023). Role of dietary lipids in metabolic health and disease prevention: A comprehensive review. Journal of Lipid Research and Nutrition, 58(4), 345–360.

Sunand, S., Meera, M. S., & Sreekumar, J. (2023). Nutritional characterization of chia seeds and their application in food. Journal of Food Science and Technology, 60, 1012–1021.

U

Ullah, R., Nadeem, M., Khalique, A., Imran, M., Mehmood, S., Javid, A., & Hussain, J. (2016). Nutritional and therapeutic perspectives of chia (*Salvia hispanica* L.): a review. Journal of Food Science and Technology, 53(4), 1750–1758.

T

Tian, L.; Tan, Y.; Chen, G.; Wang, G.; Sun, J.; Ou, S.; Chen, W.; Bai, W. Metabolism of anthocyanins and consequent effects on the gut microbiota. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2019, 59, 982–991

Toda, K., Chiba, K., & Ono, T. (2007). Effect of components extracted from okara on the physicochemical properties of soymilk and tofu texture. Journal of Food Science, 72(2), C108–C113.

Trujillo-Reyes, Á., Jiménez-Páez, E., Serrano, A., Kassab, G., Fermoso, F. G., & Alonso-Fariñas, B. (2023). Comparative Life Cycle Environmental Impact Assessment of Fruit

and Vegetable Waste Valorization by Anaerobic Digestion as an Alternative in a Mediterranean Market. Processes, 11(12), 3397. https://doi.org/10.3390/pr11123397

Tunde-Akintunde, T.Y., & Akintunde, B.O. (2004). Some physical properties of sesame seed. Biosystems Engineering, 88(1), 127–129.

Tylewicz, U., Nowacka, M., Rybak, K., Drozdzal, K., Dalla Rosa, M., & Mozzon, M. (2020). Design of Healthy Snack Based on Kiwifruit. Foods, 9(12), 1801.

W

Wadhwa, M., Bakshi, M. P. S., & Makkar, H. P. S. (2015). Wastes to worth: value added products from fruit and vegetable wastes. CAB Reviews, 10(043), 1-25. doi:10.1079/PAVSNNR201510043

Wei, P. P., Zhao, F., Wang, Z., Wang, Q., Chai, X., Hou, G., & Meng, Q. (2022). Sesame (Sesamum indicum L.): A Comprehensive Review of Its Nutritional Value, Phytochemical Composition, Health Benefits, Food Applications, and Industrial Applications. Nutrients, 14(19), 4079. https://doi.org/10.3390/nu14194079

Wong, S. P., Leong, L. P., & Koh, J. H. W. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. Food Chemistry, 99(4), 775–783.

World Health Organization. (2003). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases.

Y

Yemane, H., Tesfaye, G., & Mekonnen, A. (2023). Evaluation of the biological activity of plant-derived polyphenols: A review. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 20(2), 120–130.

Z

Zaddana, C., Almasyhurri, S., Nurmala, S., & Oktaviyanti, T. (2021). Snack Bar Berbahan Dasar Ubi Ungu dan Kacang Merah sebagai Alternatif Selingan untuk Penderita Diabetes Mellitus. Journal of Medical and Applied Technology, 13(2), 260-27

Zorpas, A. A. (2020). Strategies and methodologies for the sustainable management of organic waste. Waste Management, 102, 199-206.

Annexes

Annexes 1 : Humidité





Annexes2: Cendre





Annexe 3 : Extraction

1-Broyage

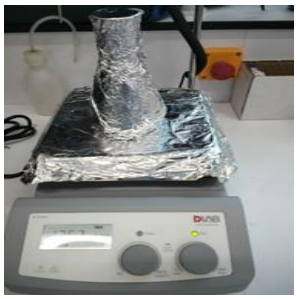








2- Agitation



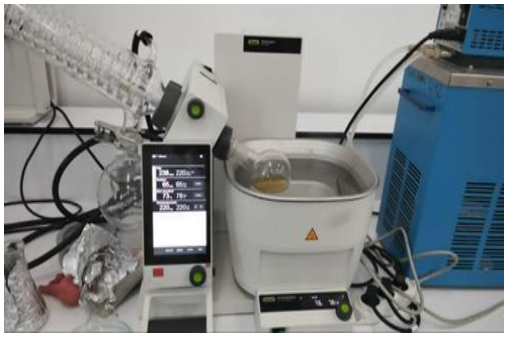


3- filtration

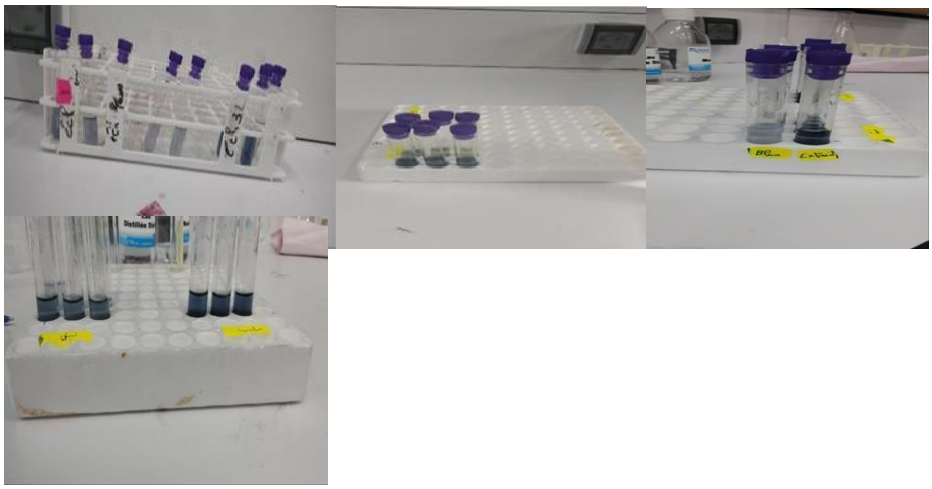




Etavapeur



Annexe 4 :Dosage de polyphénols



Annexe 6 :DPPH



Annexe 7 :Dosage de protéine



Annexe 8 :Lipide (soxhlet)

Annexe 9 : sucre totaux





Annexe 10 :Fiche d'évaluation sensorielle

Questionnaire

Questionnaire d'étude de faisabilité économique, technique et sociale du produit "EcoSnack"

I. Information personnel

1_ Sexe :

Homme

Femme

2 _Tranche d'âge

Moins de 18

18 – 25

26 – 35

36 – 50

Plus de 50

3_ Niveau d'études :

Primaire

Moyen

Secondaire Universitaire

Post-universitaire

4 _Lieu de résidence :

Urbaine

Rural

II. Étude du marché et évaluation du besoin

1_Consommez-vous des snacks régulièrement ?

Oui

Non

2_Quel est le critère principal qui vous attire lors de l'achat d'un snack ?

Goût

pour la santé

Prix

Nature des ingrédients

Emballage

3_Quel est votre niveau d'intérêt pour les produits alimentaires sains et naturels ?

Très élevé

Moyenne

Faible

4_Pensez-vous qu'un snack à base de restes naturels peut être sain et sûr ?

Oui

Non

Pas sûr

5_Seriez-vous prêt(e) à le tester ?

Oui

Peut-être

Non

6_ Préférez-vous que le produit soit :

Bio

Sans sucre

Végétalien

Peu importe

III. Faisabilité économique

1_Combien payez-vous généralement pour un snack ?

Moins de 50 DA

Entre 50 et 100 DA

Plus de 100 DA

2_Quel prix vous semble raisonnable pour "EcoSnack" ?

Indiquez le montant en DA) : _____

3_ Seriez-vous prêt(e) à payer plus cher pour un produit sain, naturel et écologique ?

Oui

Non

Peut-être

IV. Observations générales

1_Avez-vous confiance dans les produits fabriqués à partir d'ingrédients recyclés ?

Oui

Non

Je ne Sais pas

Questionnaire

2_ Pensez-vous que ce produit a des chances de réussir sur le marché local?

Oui

Peut-être

Non

3_Quelles sont vos suggestions pour améliorer le projet ou le produit? (Espace pour la réponse) :

……

……

Annexe Fiche d'analyse sensorielle d'un snack énergétique à base de coproduits alimentaires

Informations générales

Age:…… Sexe:…….

Cette fiche d'analyse sensorielle est conçue pour un nouveau snack à base de coproduits alimentaires. L'objectif est de recueillir des informations objectives et subjectives sur les caractéristiques organoleptiques du produit : aspect, odeur, texture, goût et acceptabilité générale.

1. **« Veuillez évaluer chaque critère sensoriel en attribuant une note de 1 à 10 et en formulant un commentaire si nécessaire. »**

Critère	Note (1 à 10)	Commentaires
Aspect visuel		
Odeur		
Goût		
Originalité		
Acceptabilité globale		

2. Observations générales

Commentaires libres sur le produit : avantages, points à améliorer,

suggestions pour une prochaine version.

.....

.....

Cette formulation est-elle validée pour un développement ultérieur ?

- Oui
- No

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

عنوان المشروع:

تطوير وجبة خفيفة وظيفية تعتمد على المنتجات الثانوية النباتية تجمع بين انخفاض السعرات الحرارية وارتفاع القيمة الغذائية.

مشروع لنيل شهادة مؤسسة ناشئة في إطار القرار الوزاري 1275

الاسم التجاري

Eco Snack

السنة الجامعية

2024-2025

بطاقة معلومات:

حول فريق الاشراف وفريق العمل

1-فريق الاشراف:

فريق الاشراف	
(01):المشرف الرئيسي بعزيز نعيمة	:التخصص **النظم البيئية المائية** **"«أستاذ جامعي**
(01): المشرف الرئيسي حيحات صورية	:التخصص **التغذية وتكنولوجيا الغذاء** **"""أستاذ جامعي**
:المشرف المساعد حامه امال	:التخصص **هندسة الطرائق "أستاذ جامعي"**

2-فريق العمل:

فريق المشروع	التخصص	الكلية
الطالب: بعير شيماء	التنوع البيئي والمحيطي	علوم الطبيعية والحياة وعلوم الأرض والكون
الطالب: تهامي هبة	التنوع البيئي والمحيطي	علوم الطبيعية والحياة وعلوم الأرض والكون
ميهوب فؤاد	كيمياء (تحليل ومراقبة)	علوم الطبيعية والحياة وعلوم الأرض والكون

فهرس المحتويات

المحور الأول: تقديم

المشروع.....

01......

المحور الثاني: الجوانب

الابتكارية.....

04.....

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي

للسوق..... **05**

المحور الرابع: خطة الإنتاج

والتنظيم.....

08.

المحور الخامس: الخطة المالية

.....**...**

09

المحور السادس: النموذج الاولي التجريبي

.....11

المحور الأول: تطوير وجبة خفيفة وظيفية تعتمد على المنتجات الثانوية النباتية، تجمع بين انخفاض السعرات الحرارية وارتفاع القيمة الغذائية

1. فكرة المشروع

يرتكز هذا المشروع على تثمين:

المنتجات الثانوية النباتية غير المستغلة، من خلال تحويلها من مخلفات عضوية إلى مكونات غذائية طبيعية ذات قيمة مضافة. ويشمل ذلك تحديداً :

الأوكارا، وهي بقايا استخلاص حليب الصويا، وتُعد من أبرز المنتجات الثانوية الغنية بالمركبات الغذائية التي غالباً ما تُهمل رغم إمكاناتها الوظيفية .

بقايا الفواكه، التي تشكل مورداً بيولوجياً مهماً يمكن تحويله إلى مكون غذائي مستدام بدل فقدانه كنفايات كبقايا الحمضيات.

فاكهة النبق وبذورها، باعتبارها مادة نباتية مهملة رغم محتواها العالي من المركبات الحيوية.

يهدف هذا العمل إلى تحويل هذه المخلفات النباتية إلى موارد غذائية مبتكرة وذات قيمة غذائية مضافة، مع تعزيز مفهوم الاستغلال الأمثل للمنتجات الثانوية في سياق التنمية المستدامة.

في هذا السياق، تم تطوير سناك غذائي صحي ووظيفي موجه للمستهلك، يعتمد على تركيبة نباتية طبيعية، منخفضة التكلفة، غنية بالعناصر الغذائية، وخالية من المركّبات المثيرة للحساسية مثل الغلوتين واللاكتوز .

يدعّم هذا المنتج بمكونات طبيعية مختارة منها:

بذور الشيا: تعتبر هذه البذور مصدر غني بالألياف الغذائية وأحماض الأوميغا 3، كما تساهم في تعزيز الشعور بالشبع وتحسين صحة الجهاز الهضمي .

السمسم: غني بالكالسيوم، المغنزيوم، البروتينات النباتية، ومضادات الأكسدة، ما يمنح قيمة غذائية عالية للمنتج بما انه يزيد من فترة صلاحية الغذاء (يعتبر مادة حافظة طبيعية).

يتميز هذا السناك بكونه :طبيعي 100 % .

هذا السناك خال من اللاكتوز والغلوتين، ما يجعله ملائمًا للأشخاص ذوي الحساسية أو المتبعين لأنظمة غذائية خاصة غني بالألياف والمركبات النشطة بيولوجيًا المفيدة للصحة.

يمثل المشروع مساهمة في دعم مبادئ الاقتصاد الدائري من خلال إعادة إدماج النفايات العضوية في سلسلة القيمة الغذائية. كما يسمح بتثمين مصادر نبانية طبيعة مهملة.

للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

الى جانب ذلك يقدم خيارًا غذائيًا صحيًا، عمليًا، ومحليًا ضمن رؤية تنموية مستدامة.

2. القيم المقترحة

Eco Snackهو منتج غذائي مبتكر يجمع بين الصحة، الذوق، والاستدامة والتكلفة المنخفضة.

100%نباتي، خالٍ من الغلوتين واللاكتوز.

غني بالألياف، أوميغا 3، الكالسيوم ومضادات الأكسدة.

مصنوع من مخلفات غذائية ومصادر نباتية مهملة (أوكارا، بقايا الفواكه، النبق...) تم تثمينها.

مناسب للنباتيين، لمرضى الحساسية، للرياضيين، لكبار السن وللأشخاص الباحثين عن نمط حياة صحي.

يساهم في تقليل النفايات الغذائية ودعم الاقتصاد الدائري.

منتج يقدم بديلًا طبيعيًا وصحيًا عن السناكات المصنعة، بطعم لذيذ وسعر معقول.

3. فريق العمل

الفريق الأساسي:

الطالبة 1: بعير شيماء – التنوع البيئي والمحيطي.

الطالبة 2: تهامي هبة – التنوع البيئي والمحيطي.

طالب دكتوراه: ميهوب فؤاد.

أعضاء الفريق:

بعزيز نعيمة – تخصص النظم البيئية المائية.

حيحات صورية – التغذية وتكنولوجيا الغذاء.

حامه أمال – هندسة الطرائق.

المهام:

البحث حول المنتجات الثانوية النباتية القابلة للاستغلال في المجال الغذائي .

تصميم وتطوير وصفات أولية للسناك الغذائي مع دراسة ملائمة المكونات والتوازن الغذائي.

للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

تحليل تقنيات التصنيع والحفظ المناسبة لضمان استقرار المنتج وجودته .

إجراء التجارب العملية، وتحليل النتائج العلمية.

تطبيق معايير الجودة والسلامة الغذائية خلال مختلف مراحل التحضير، الخلط، التشكيل، والتخزين.

أدوار الأساتذة (بقية الأعضاء) :

اختيار المواد النباتية المستدامة، ومراعاة التأثير البيئي للمنتجات والقيمة الغذائية المرتفعة والتكلفة المنخفضة.

تطوير الوصفات الغذائية، وضمان التوازن الغذائي والقيمة الغذائية للمنتجات.

اختيار تقنيات التصنيع والحفظ، وضمان تطبيق معايير السلامة والجودة أثناء التجارب مع الحفاظ على البيئة.

4. أهداف المشروع:

على المدى القصير (في حدود 5 سنوات):

تحسين وتثبيت صيغة المنتج من حيث الجودة، المذاق، التركيب الغذائي، ومدة الصلاحية.

إنتاج كميات صغيرة للتجريب والترويج المحلي (معارض، أسواق محلية، مؤسسات تعليمية).

الحصول على آراء المستهلكين وتعديل المنتج بناءً على التغذية الراجعة.

بناء هوية بصرية وتسويقية بسيطة للمنتج لتعريفه كمبادرة صحية وبيئية.

إنشاء شراكات محلية محدودة مع جمعيات أو تعاونيات مهتمة بالتغذية المستدامة أو تثمين النفايات الغذائية.

تحضير ملف متكامل لطلب دعم أو تمويل مستقبلي من هيئات بيئية أو ابتكار .

أهداف المشروع على المدى الطويل (أبعد من 5 سنوات):

إطلاق علامة تجارية متخصصة في إنتاج السناكات الصحية المعتمدة على بقايا غذائية نباتية.

توسيع نطاق الإنتاج والتوزيع ليشمل عدة ولايات أو مناطق داخل الوطن.

إدماج أنواع أخرى من المخلفات الزراعية لتطوير منتجات غذائية متنوعة (حلويات، مشروبات، وجبات خفيفة...).

للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

المساهمة في خلق فرص عمل محلية من خلال مشروع إنتاجي بيئي-غذائي مستدام.

المشاركة في المبادرات الوطنية أو الدولية في مجال الاقتصاد الدائري والأمن الغذائي.

تحقيق أثر بيئي واجتماعي إيجابي من خلال التوعية وتقليل النفايات وتوفير بدائل غذائية حقيقية للمجتمع.

5. جدول زمني لتحقيق المشروع:

الأشهر	شهر1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
اختيار مقر الوحدة الإنتاجية تجهيز الوثائق المطلوبة	✓					
طلب التجهيزات		✓				
بناء او كراء مقر الإنتاج		✓				
تركيب المعدات			✓			
اقتناء المواد الأولية				✓		
بداية انتاج اول منتج					✓	✓

المحور الثاني: الجوانب الابتكارية

الجوانب الابتكارية للمشروع:

تثمين نفايات عضوية مهملة وتحويلها إلى منتج غذائي وظيفي.

إدماج مكونات طبيعية مغذية لم تُستخدم من قبل بهذا الشكل.

منتج خالٍ من الغلوتين واللاكتوز، موجه لفئات حساسة غذائيًا.

اعتماد بدائل اقتصادية دون التأثير على جودة المنتج.

وصفة سهلة وقابلة للتطبيق في إطار مشاريع محلية أو ناشئة.

يعزز الوعي البيئي وثقافة الاستهلاك المستدام .

قابل للتطوير بنُكهات ووظائف غذائية إضافية مستقبلًا.

خلق توازن بين الصحة والتكلفة والطعم.

للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق 1

.السوق المحتمل:(Potential Market)

كل من يهتم بالتغذية الصحية والمنتجات الطبيعية.

الأشخاص الذين يعانون من حساسية الغلوتين أو اللاكتوز.

النباتيون ومتّبعو الحميات الخاصة.

رياضيون ومرتادو النوادي.

أمهات يبحثن عن بدائل صحية لأطفالهن مستهلكون واعون بيئيًا يدعمون الاستهلاك المستدام.

السوق المستهدف:(Target Market)

أطفال، طلبة جامعيون وشباب (من 4 سنوات فما فوق) وكبار السن.

نساء عاملات وربات بيوت يبحثن عن وجبات خفيفة طبيعية وسعر معقول.

أصحاب حضانة وروضة أطفال يحرص على الميزانية، الجودة وسلامة الغذاء.

اصحاب مساحة لعب للأطفال تحتوي على ركن للوجبات أو متجر مدمج.

أطباء أطفال وعيادات تمريض للأطفال.

مرضى الحساسية الذين يحتاجون إلى بدائل خالية من الغلوتين واللاكتوز.

مستهلكون محليون في المدن الكبرى (الجزائر العاصمة، قسنطينة، سطيف،.....).

قياس شدة المنافسة:

المنافسين: كل منتج يقوم بإنتاج: وجبة خفيفة.

من بين نقاط القوة: الأقدمية في السوق.

من بين نقاط الضعف: استخدام مضافات كيميائية غير صحية.

عرض وجبات خفيفة صناعية غنية بالسكريات والدهون.

التحليل الاستراتيجي لمشروع السناك النباتي الوظيفي:(SWOT)

نقاط القوة :

للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

منتج خالٍ من الغلوتين واللاكتوز، موجّه لفئة مهمّشة غذائيًا.

تثمين فعلي لبقايا نباتية مهملة في إطار الاقتصاد الدائري.

إمكانية التصنيع المحلي باستخدام وسائل بسيطة ومنخفضة التكلفة.

استجابة لطلب السوق المتزايد على المنتجات الصحية والمستدامة .

نقاط الضعف:

غياب التجهيزات المتخصصة قد يؤثر على التحاليل التقنية المعمقة (العمر التخزيني، الثبات الميكروبيولوجي).

محدودية التمويل قد تؤثر على الشكل التجاري النهائي (التغليف، التسويق).

الحاجة إلى توعية المستهلك بأهمية المنتجات المعتمدة على مكونات ثانوية .

الفرص:

تزايد الاهتمام بالأنظمة الغذائية الصحية والبدائل الطبيعية.

انفتاح السوق على المنتجات المبتكرة والوظيفية ذات البعد البيئي.

إمكانية إدماج المنتج ضمن برامج التغذية المدرسية أو المؤسساتية.

دعم محتمل من الجهات البيئية والغذائية لمشاريع تثمين النفايات.

التهديدات:

منافسة من منتجات غذائية تجارية مستوردة ذات تغليف جذاب وانتشار واسع.

تحفظ بعض المستهلكين من استهلاك منتجات مصنوعة من "منتجات ثانوية."

تجزئة السوق

تمثل عملية تجزئة السوق خطوة أساسية لفهم الفئات المختلفة من المستهلكين الذين قد يهتمون بالمنتج المقترح، وتوجيه الجهود التسويقية بطريقة فعالة. وبناءً على خصائص السناك النباتي الوظيفي، يمكن تصنيف السوق إلى الفئات التالية:

حسب الخصائص الغذائية والصحية:

أفراد يعانون من حساسية الغلوتين أو اللاكتوز.

أشخاص يتّبعون أنظمة غذائية نباتية أو صحية.

للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

مستهلكون يبحثون عن منتجات طبيعية خالية من المواد الحافظة والملونات.

حسب السلوك الاستهلاكي:

مستهلكون واعون بيئيًا يدعمون المنتجات المستدامة والمبنية على إعادة التدوير.

شباب وطلبة يبحثون عن سناكات سريعة، مشبعة وصحية.

فئة الأمهات وربات البيوت المهتمات بتقديم وجبات خفيفة صحية لأطفالهن.

التموقع **(Positionnement):**

منتج صحي نباتي موجه للأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل الغلوتين واللاكتوز .

يستهدف المستهلك الذي يبحث عن غذاء صحي، عملي، وصديق للبيئة .

يتميز باعتماد مكونات طبيعية ووظيفية، وتثمين المخلفات النباتية .

يوفر خياراً غذائياً مبتكراً يجمع بين الصحة، الذوق، والوعي البيئي.

القنوات التسويقية :

حملات إعلانية على فيسبوك وإنستغرام موجهة حسب العمر والموقع الجغرافي.

التعاون مع مؤثرين محليين في مجال التغذية والرياضة .الترويج عبر محتوى تثقيفي: فيديوهات "ما تأكلوش هذا – جربو **"Eco Snack** ، ومقارنات .المشاركة في المعارض الغذائية والمبادرات البيئية.

الإنتاج**:(Production)**

اسم المنتج (المقترح) **Eco-Snack**

الشعار النصي: "لا شيء يرمى... كل شيء يتحول... إلى صحة " .

الشعار 1: موجه للفئة العامة. الشعار 2: موجه للأطفال.





الهوية البصرية: تصميم بسيط يدمج شكل ورقة نبات خضراء أو ابتسامة تمثل الصحة والعافية.

طبيعة المنتج: سناك نباتي صحي ووظيفي، يعتمد على مكونات طبيعية مثل الأوكارا، بقايا الفواكه،النبق مدعم بذور الشيا والسمسم.

قيمة المنتج: خالٍ من الغلوتين واللاكتوز، غني بالألياف، الأوميغا 3، الكالسيوم، ومضادات الأكسدة.

التغليف **:(Packaging)** الخامة:

عبوات صديقة للبيئة قابلة لإعادة التدوير، تحافظ على النضارة والجودة.

الخصائص: محكمة الغلق، خفيفة وسهلة الفتح، بتصميم جذاب يعكس الجانب النباتي للمنتج.

الأحجام المتوفرة **:**حجم صغير: 30 غ (للاستهلاك الفردي).

حجم متوسط: 50 غ (وجبة خفيفة يومية).

عبوة عائلية: تحتوي على 5–10 وحدات صغيرة (للاستخدام المتكرر).

السعر**:(Prix)**

الهدف: توفير منتج صحي بقيمة غذائية عالية وبسعر معقول.

استراتيجية التسعير :تسعير قائم على القيمة الوظيفية .**(Value-based pricing)** دراسة السوق وأسعار المنافسين .تخفيضات على الكميات أو الاشتراكات الشهرية.

عروض ترويجية للمنتج الجديد

التوزيع:**(Distribution)**

البيع المباشر عبر وسائل التواصل وصفحة خاصة على إنستغرام.

الشراكة مع نوادي رياضية وصيدليات.

التواجد في نقاط بيع متخصصة في الأغذية النباتية .

التعاون مع متاجر كبيرة (**carrefour، Uno، .Ardis**).

البيع على منصات إلكترونية جزائرية مثل**Jumia ، Batolis**، أو**Ouedkniss** .

خدمة التوصيل بالتعاون مع شركات محلية **(Yalidine – Quik)**

لخطة تسويق أول 6 أشهر:(Plan marketing – résumé opérationnel)

الشهر النشاط الأساسي

1إطلاق صفحة إنستغرام وفايسبوك، إنشاء محتوى أولي وتعريف بالمنتج .

2تقديم عينات مجانية في النوادي الرياضية والمدارس، تصوير فيديوهات تجريبية .

3حملة ممولة على فيسبوك/إنستغرام + مسابقات على الإنستغرام .

4التعاون مع أخصائيي تغذية للتوصية بالمنتج عبر قنواتهم.

5بدء البيع على الإنترنت + خصومات للإطلاق.

6المشاركة في معرض محلي أو تنظيم يوم مفتوح لتجربة المنتج.

الترويج :**(Promotion)**

اعتماد حملات توعوية على وسائل التواصل الاجتماعي حول أهمية الغذاء الصحي .

التعاون مع أخصائيي التغذية والمدربين الرياضيين والأطباء للترويج للمزايا الصحية .

المشاركة في المعارض المحلية والدولية .

تصميم منشورات ولوحات إشهارية بسيطة وفعّالة .

إطلاق عينات مجانية وتجارب للمستهلكين .

المحور الرابع: خطة الإنتاج والتنظيم

1.المواد الأولية:

سيتم اعتماد مكونات نباتية وظيفية ذات مصدر محلي وبأقل تكلفة ممكنة، تشمل:

الأوكارا: بقايا استخلاص حليب الصويا، غنية بالألياف والبروتين النباتي.

بقايا الفواكه: ناتجة عن عمليات العصر، غنية بالسكريات الطبيعية ومضادات الأكسدة.

للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

فاكهة النبق: مصدر طبيعي قوي للفيتامين**C** ، مركبات الفينول والألياف.

بذور الشيا: غنية بالأوميغا 3، الألياف الذائبة، والبروتين.

السمسم: غني بالكالسيوم والمغنيزيوم ومضادات الأكسدة.

عملية التصنيع:

سيتم اعتماد تقنية تصنيع بسيطة، محافظة على القيمة الغذائية للمكونات.

1 :الغربلة والتنظيف : إزالة الشوائب من المواد النباتية الثانوية.

2 .التجفيف : لتقليل النشاط المائي وضمان الاستقرار الميكروبيولوجي.

3 الطحن : تحويل البقايا النباتية إلى مسحوق ناعم صالح للدمج .

4الخلط : مزج المكونات بنسب مدروسة وفقاً للتركيبة المثلى.

5 التشكيل : عبر قوالب خاصة لإعطاء الشكل النهائي للسناك.

6 الخبز أو التجفيف النهائي : حسب النمط المستهدف (قطعة طري أو مقرمش).

7 التعبئة والتغليف : في ظروف صحية ومراقبة، مع تغليف محكم يحافظ على الجودة.

المحور الخامس: الخطة المالية PLAN FINANCIER

1. التكاليف الاستثمارية

التجهيزات والمعدات	الكمية	(الثمن للوحدة (دج	المجموع (دج)
آلة خلط وعجن	1	150.000	150.000
فرن كهربائي صغير	3	50,000	150,000
قوالب تشكيل	15	400	6000
INOX طاولة تحضير	1	8000	8000

جهاز قياس حرارة/رطوبة	2	7,500	15,000
أدوات تنظيف وتعقيم	—	---	20000
طابعة ملصقات	1	30000	30000
مكتب	2	20.000	40.000
حواسيب	2	45.000	90.000
كراس	4	8.000	32.000
ميزان الكتروني دقيق	1	6.000	6.000
الة تغليف حراري	1	20.000	20.000
المجموع العام	—	—	567000

2. التكاليف التشغيلية السنوية

المواد الأولية (عامة):
تشمل: بذور شيا، سمسم، نبق، بقايا فواكه، أوكارا. التكلفة السنوية المقدرة: 1.200.000دج

كراء المحل:
25,000 دج/شهر × 12 شهر = 300,000 دج

الماء والكهرباء:
35.000-25.000دج/شهر × 12 شهر =

420.000-300.000 دج

أجور العمال

الوظيفة	عدد العمال	الأجر الشهري (دج)	المجموع السنوي (دج)
عاملات تحضير وإنتاج	2	25,000	600,000
عامل تغليف	1	20,000	240,000
عاملة نظافة	1	18,000	216,000
عاملة تسويق وتوصيل	1	22,000	264,000
المجموع	5	-—	1,320,000

مصاريف تسيير أخرى:

مواد تنظيف، تعبئة، نقل، اتصال، صيانة... = 100,000 دج

لبند	القيمة السنوية (دج)
مواد أولية	1.200,000
كراء المحل	300,000
ماء وكهرباء	420.000-300.000
(5) أجور العمال	1,320,000

مصاريف تسيير أخرى	100,000
المجموع	3.280.000

3. الإيرادات السنوية المتوقعة

نوع المنتج	عدد الوحدات/شهر	سعر البيع للوحدة (دج)	الإيرادات الشهرية (دج)	الإيرادات السنوية (دج)
وحدة صغيرة (30غ)	900	80	72.000	864.000
وحدة متوسطة (50غ)	500	150	75.000	900.000
عبوة عائلية (5–10) وحدات	300	700	210.000	2.520.000
المجموع السنوي	—	—		4.284.000

4 . الربح السنوي الصافي

البيان	القيمة (دج)
الإيرادات السنوية	4.284.000
التكاليف التشغيلية	3.280.000
الربح الصافي	1,004,000

المحور السادس: النموذج الاولي التجريبي

الملحق رقم 04: نموذج العمل التجاري

Segments) شرائح العملاء ciblés الأفراد الباحثون عن نمط حياة صحي ومتوازن الرياضيون ومرتادو مراكز اللياقة الأشخاص .البدنية النباتيون الأفراد الذين يعانون من حساسية الغلوتين واللاكتوز أولياء الأطفال الباحثون عن . بدائل صحية للوجبات الخفيفة العملاء المهتمون بالمنتجات . الصديقة للبيئة والمبنية .على إعادة التدوير الغذائية	**(Relation client) العلاقة مع الزبائن** نعتمد على استراتيجية تواصل مباشر وإنساني لتعزيز ثقة الزبون وبناء مجتمع مهتم بالصحة والتغذية. إطلاق محتوى توعوي دوري عبر وسائل التواصل الاجتماعي (فيديوهات، منشورات، نصائح غذائية) تقديم عينات مجانية في المدارس، الجامعات، والنوادي الرياضية لخلق تجربة مباشرة تقديم اشتراكات شهرية بخصومات خاصة **(Canaux de distribution) قنوات التوزيع** .المتاجر الكبرى (سوبرماركت، هايبر ماركت) نوادي .الصيدليات والمحال البيولوجية .الرياضة واللياقة البدنية البيع عبر الإنترنت .مقاهي وعصائر صحية (موقع رسمي، منصات محلية، وسائل البيع المباشر في المعارض، .التواصل) .الأسواق الأسبوعية، الفعاليات الصحية	**(Proposition de valeur) عرض القيمة** منتج صحي، وظيفي، طبيعي 100%، وخالٍ من غني بالألياف، البروتين .المواد الصناعية النباتي، الأوميغا 3، مضادات الأكسدة، .(C خاصة فيتامين) والفيتامينات مستوحى من الاقتصادالدائري: إعادة توظيف المنتجات الثانوية النباتية بدل رميها مناسب للأنظمة الغذائية الخاصة . .(كيتو، فودماب، نباتي، خالٍ من الغلوتين) متنوع في الحجم والشكل والنكهة لتلبية مختلف أذواق وفئات السوق.	**(Activités principales) الأنشطة الرئيسية** تطوير وتحسين تركيبة المنتج الغذائي وظيفيًا وحسيًا تصنيع، مراقبة جودة، وتعبئة وتغليف . .المنتج إدارة التوزيع والمخزون الترويج عبر مختلف القنوات الرقمية . والميدانية **(Ressources clés) لموارد الرئيسية** المواد الأولية: الأوكارا، بقايا الفواكه، النبق، بذور الشيا، السمسم المعدات الأساسية: آلة تجفيف، . خلاط صناعي، قوالب تشكيل، رأس المال البشري: تقنيون .جهاز تعبئة في الإنتاج الغذائي .، مختصون في الجودة، فريق تسويق البرمجيات: نظم	(Partenaires clés) الشركاء الرئيسيون الموردون المحليون .للمكونات النباتية مخابر الجامعات مخابر التحليل الغذائية مصممو التغليف .والمكروبيولوجية .والشعارات البيئية مؤسسات مختصة في الابتكار .الغذائي .منصات إلكترونية وشركات توزيع جمعيات مهتمة بالتغذية الصحية .والبيئة
(Structure des coûts) هيكل التكاليف .شراء المواد الأولية (موسمية – محلية) .أجور الفريق التقني والإداري .تكلفة التجهيز والتصنيع (آلات ومعدات أساسية) ميزانية الحملات الترويجية .(R&D) التكاليف المرتبطة بالبحث والتطوير .تكاليف التغليف، التحاليل، والتوزيع .والتسويق الرقمي		**(Sources de revenus) مصادر الدخل** .بيع مباشر للمنتج في قنوات البيع المعتمدة .عروض اشتراكية (صناديق شهرية) للتوصيل المنزلي نسخ مخصصة من المنتج بطلبات خاصة (نكهات .مع نوادي رياضية أو مؤسسات صحية (B2B)		