



République Algérienne Démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة ابو بكر بلقايد-تلمسان

Université ABOUBERK BELKAID – TLEMCEN

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département d'Agronomie*



MÉMOIRE

Présenté par

MEHADJI Meriem & MEDJATI Selma Ikram

En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER

En Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème :

Préparation des crackers à base des graines

Soutenu, le 23 / 06 / 2025, devant le jury composé de :

Présidente	Mme. Merghache S.	PF	Université de Tlemcen
Encadrante	Mme. Ghanemi F.Z	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme. Meziane R.	MCA	Université de Tlemcen
Co-encadrent	Mr. Benariba Kadour H.	DR	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

En terminant ce travail, il m'est un agréable devoir : de dire Elhamdoulillah et de remercier sincèrement tous ceux qui de près ou de loin, ont permis la réalisation en apportant une contribution sous une forme ou une autre.

Nous souhaitons exprimer notre sincère gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions tout particulièrement *Mme GHANEMI Fatima Zahra* pour son accompagnement attentif, ses conseils avisés et sa disponibilité tout au long de ce travail. Son expertise a été précieuse dans l'orientation et l'approfondissement de notre projet.

Nous tenons également à remercier *Mr BENARIBA Kaddour Hichem* pour leur soutien, leurs remarques constructives et leur bienveillance.

Notre reconnaissance va également à *Mme BELARBI Meriem*, directrice du laboratoire des produits naturels « *LAPRONA* », pour nous avoir permis de travailler dans un environnement favorable, avec les moyens nécessaires à la réalisation des analyses expérimentales.

Merci à toutes les personnes qui ont joué un rôle dans ce mémoire pour leur temps et leur collaboration, qui ont enrichi significativement cette étude.

Enfin, nous remercions de tout cœur nos familles et nos proches pour leur présence constante, leur soutien moral et leurs encouragements tout au long de cette aventure.

À chacun et chacune d'entre vous, merci

Dédicace

À moi-même.

À celle qui a décidé de ne pas abandonner, même quand tout semblait flou, quand l'envie de tout laisser tomber se faisait sentir.

À celle qui a avancé un pas après l'autre, souvent dans le silence, parfois dans la douleur, mais toujours avec courage.

Je me rends hommage, sans honte, avec tendresse et reconnaissance.

Parce qu'il faut aussi savoir se dire merci, à soi.

Merci d'avoir tenu bon. Merci de ne pas avoir lâché.

À mes parents,

Même absents, vous êtes là.

Dans mes gestes, dans ma façon d'aimer, dans mon besoin de me dépasser.

Ce que vous m'avez transmis sans même le dire continue de m'accompagner chaque jour.

Merci pour vos silences pleins de sens, pour les valeurs gravées en moi.

Chaque réussite, je la vis aussi pour vous.

À mon frère et ma sœur Yacine et Fadia,

Mes repères, mes racines, mon foyer.

Merci pour votre amour simple, vrai, qui n'a jamais eu besoin de grandes démonstrations pour être ressenti.

Merci d'être là, juste là, toujours.

À mon binôme,

Ma sœur choisie, mon soutien précieux.

Merci d'avoir été là dans les hauts comme dans les bas,

D'avoir partagé les nuits blanches, les stress, les rires nerveux et les petites victoires.

Avec toi, tout semblait plus léger, plus possible.

Et à toutes les personnes qui occupent une place, petite ou grande, dans mon cœur, Merci.

Merci pour les mots échangés, les regards rassurants, les moments de pause, les encouragements discrets mais puissants.

Ce mémoire n'est pas juste le fruit de mon travail.

Il est le reflet de tous les liens tissés, des énergies partagées, des soutiens reçus au bon moment

Il est un bout de moi, mais aussi un bout de vous.

Selma

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents : Abdelmajid et saliha

Pour tous leur sacrifice, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leur prière tout au long de mes études

Mes chers et adorable frères et sœurs : Nasrine, Zakaria, Ali et Lamia

Qui ont su me comprendre, l'épauler et m'encourager dans les moments les plus difficiles. Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A ma sœur, celle qui a m'encouragé sans forcer, et m'aimer sans condition, ta présence m'a portée plus que tu ne peux l'imaginer

A la mémoire de ma grande mère Fatima B

J'aurais tant aimé que vous soyez présents, que Dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde.

A ma deuxième mère

A cette enfance qui m'a vu naître, grandir, chuter et me relever, à ces premiers moments, muets mais puissants qui ont gravé en moi les bases de ce que je suis devenue

A mon binôme

Mon autre moitié dans cette aventure, complice de mes folies, témoin de mes doutes, merci pour ta force, ta patience, ton rire dans les moments lourds et ta présence dans les silences, ce mémoire porte nos efforts et notre amitié

A tous les membres de ma grande famille

Mes tantes, leur époux et épouses à mes chers cousins et cousines

A mes chers amis

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

A tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près

Meriem

Résumé

Face à l'évolution des habitudes alimentaires et à une prise de conscience croissante de l'importance d'une alimentation saine, la recherche de snacks équilibrés et nutritifs s'intensifie. Ce mémoire s'inscrit dans cette dynamique en proposant la conception de crackers enrichis en graines et ingrédients naturels, spécifiquement formulés pour répondre aux besoins énergétiques, notamment chez les sportifs. L'objectif est de développer un produit à la fois nutritif, sensoriellement agréable et stable sur le plan physico-chimique.

Deux formulations de crackers ont été développées : l'une intégrant un mélange de cinq graines (chia, pavot, courge, lin, sésame), l'autre uniquement à base de graines de chia et de sésame. Les deux recettes sont élaborées avec de la **farine d'avoine**, et la **seconde formulation contient en plus une petite quantité de farine de pois chiche ainsi que du fromage**, ce qui la distingue également sur le plan gustatif et nutritionnel.

Le processus a inclus l'élaboration des recettes, des analyses physico-chimiques (taux d'humidité, teneur en sucres, fibres, cendres, polyphénols), des évaluations sensorielles et un sondage consommateur. L'activité antioxydante a également été étudiée.

Les analyses ont révélé des différences notables entre les deux formulations. Le premier échantillon (multi-graines) présentait un taux d'humidité plus faible (4,96 %), une teneur en sucres plus élevée (66,48 %), une richesse en fibres (7,29 %) et une teneur en cendres significative (4,52 %), traduisant une densité nutritionnelle intéressante. Le second échantillon, bien que moins riche en sucres et fibres, s'est distingué par une teneur plus élevée en polyphénols totaux (59,08 mg/g), en raison de la richesse antioxydante des graines de chia et de sésame, mais aussi de la présence de fromage et de farine de pois chiche.

Les évaluations sensorielles ont montré une bonne acceptabilité des deux produits, avec une préférence pour la version multi-graines.

Ce travail confirme qu'il est possible de développer des crackers sains, savoureux et techniquement stables en misant sur des ingrédients naturels comme les graines. Le premier échantillon s'est révélé plus équilibré d'un point de vue nutritionnel, tandis que le second présentait un meilleur profil antioxydant. Ces résultats offrent une base solide pour la conception de snacks fonctionnels, adaptés aux besoins spécifiques des consommateurs, notamment les sportifs. De futures recherches pourraient explorer d'autres associations de graines, l'optimisation de la conservation ou encore l'adaptation à des régimes spécifiques (sans gluten, faible FODMAP, etc.).

Mots-clés : crackers, graines, nutrition, analyse physico-chimique, fibres, polyphénols, antioxydants, snacks sains, formulation alimentaire.

Abstract

In response to evolving dietary habits and growing awareness of the importance of healthy eating, the search for balanced and nutritious snacks is intensifying. This thesis aligns with this trend by proposing the development of crackers enriched with seeds and natural ingredients, specifically formulated to meet energy needs, particularly for athletes. The goal is to create a product that is both nutritious, sensorially pleasant, and physicochemically stable.

Two cracker formulations were developed: one incorporating a **mixture of five seeds** (chia, poppy, pumpkin, flax, sesame), and the other made with only **chia and sesame seeds**. Both recipes use **oat flour**, while the **second formulation also includes a small amount of chickpea flour and cheese**, making it distinct in both taste and nutritional profile.

The process included recipe development, physicochemical analyses (moisture content, sugar content, fiber, ash, polyphenols), sensory evaluations, and a consumer survey. Antioxidant activity was also studied.

The analyses revealed notable differences between the two formulations. The first sample (multi-seed) had a lower moisture content (4.96%), higher sugar content (66.48%), greater fiber richness (7.29%), and significant ash content (4.52%), indicating interesting nutritional density. The second sample, although lower in sugars and fiber, showed a higher total polyphenol content (59.08 mg/g), due to the antioxidant richness of chia and sesame seeds, as well as the addition of cheese and chickpea flour.

Sensory evaluations showed good acceptability for both products, with a preference for the multi-seed version.

This work confirms the possibility of developing healthy, tasty, and technically stable crackers using natural ingredients such as seeds. The first sample proved to be more balanced nutritionally, while the second offered a better antioxidant profile. These results provide a solid foundation for designing functional snacks tailored to the specific needs of consumers, especially athletes. Future research could explore other seed combinations, storage optimization, or adaptation to specific diets (gluten-free, low-FODMAP, etc.).

Keywords: crackers, seeds, nutrition, physico-chemical analysis, fiber, polyphenols, antioxidants, healthy snacks, food formulation.

الملخص

في ظل تغيّر العادات الغذائية والوعي المتزايد بأهمية تناول طعام صحي، تزداد الحاجة إلى البحث عن وجبات خفيفة متوازنة ومغذية. يندرج هذا البحث ضمن هذا التوجه، حيث يقترح تصميم نوع من الكراكرز (المقرمشات المالحة) الغنية بالبدور والمكونات الطبيعية، والمصممة خصيصًا لتلبية الاحتياجات الطاقية، خصوصًا لدى الرياضيين. الهدف هو تطوير منتج مغذٍ، مستساغ من الناحية الحسية، ومستقر من الناحية الفيزيوكيميائية

تم تطوير وصفتين مختلفتين من الكراكرز: الأولى تحتوي على **خليط من خمس بدور** (الشيا، الخشخاش، اليقطين، الكتان، وتستخدم السمسم)، والثانية تحتوي فقط على **بدور الشيا والسمسم**، مع إضافة الجبن وكمية صغيرة من دقيق الحمص. كلتا الوصفتين دقيق الشوفان كأساس

شمل العمل إعداد الوصفات، إجراء تحاليل فيزيوكيميائية (محتوى الرطوبة، نسبة السكريات، الألياف، الرماد، والبوليفينولات)، إضافة إلى تقييمات حسية واستبيان موجه للمستهلكين. كما تم دراسة النشاط المضاد للأكسدة

أظهرت التحاليل فروقًا واضحة بين الوصفتين. حيث سجلت العينة الأولى (متعددة البدور) نسبة رطوبة منخفضة (4.96%)، ونسبة سكريات أعلى (66.48%)، وغنى بالألياف (7.29%)، ونسبة رماد ملحوظة (4.52%)، مما يدل على كثافة غذائية عالية. أما العينة الثانية، فرغم احتوائها على نسب أقل من السكريات والألياف، فقد تميزت بنسبة أعلى من البوليفينولات الكلية (59.08 ملغم/غ)، ويرجع ذلك إلى غنى بدور الشيا والسمسم بالمواد المضادة للأكسدة، بالإضافة إلى وجود الجبن ودقيق الحمص

أظهرت التقييمات الحسية تقبلًا جيدًا لكلا المنتجين، مع تفضيل النسخة متعددة البدور

يؤكد هذا العمل إمكانية تطوير كراكرز صحي، لذيذ، ومستقر تقنيًا، اعتمادًا على مكونات طبيعية مثل البدور. وقد تبين أن العينة الأولى أكثر توازنًا من الناحية التغذوية، بينما تميزت العينة الثانية بملف مضاد أكسدة أفضل. تُمثل هذه النتائج قاعدة قوية لتطوير وجبات خفيفة وظيفية، موجهة لتلبية احتياجات فئة معينة من المستهلكين، خاصة الرياضيين. ويمكن في المستقبل دراسة تركيبات أخرى من البدور، وتحسين ظروف الحفظ، أو تكييف المنتج مع أنظمة غذائية خاصة (خالٍ من الغلوتين، منخفض الفودماب، إلخ)

الكلمات المفتاحية: كراكرز، بدور، تغذية، تحليل فيزيائي كيميائي، ألياف، بوليفينولات، مضادات أكسدة، وجبات خفيفة صحية، تركيب غذائي

Sommaire

<i>Remerciements</i>	II
<i>Dédicace</i>	III
<i>Résumé</i>	V
<i>Sommaire</i>	VIII
<i>Liste des figures</i>	XI
<i>Liste des tableaux</i>	XII
<i>Introduction générale</i>	2
Problématique :	4
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
Chapitre 1 : Généralité	6
1. Généralités sur l'alimentation et les snacks sains	6
1.1 Principes de Base d'une Alimentation Équilibrée	6
1.1.1 Équilibre, variété et modération	6
1.1.2 L'équilibre alimentaire entre les nutriments	7
2. L'Évolution des Habitudes Alimentaires	9
2.1. L'importance et l'évolution d'une Éducation Alimentaire	9
2.2 Les Acteurs Clés de l'Éducation Alimentaire	11
3. Définition et le rôle des Snacks dans l'Alimentation	12
3.1. Définition des snacks :	12
3.2. Rôle de snacks :	13
3.3. Les Différents Types de Snacks :	14
3.4. L'impact des collations (snacks) sur la santé :	15
3.5. Les Bienfaits des Snacks Sains sur la Santé :	16
Chapitre 2 : Les crackers	17
1. Définition et l'origine des Crackers	17
1.1 Définition des crackers	17
1.2 Historique des crackers	17
1.3 Les Différents Types des Crackers :	18
1.4 Composition, valeur et la qualité Nutritionnelles	19
1.5 Avantages des Crackers sur le plan technologique et pratique	20
1.6 Les inconvénients des crackers sur le plan nutritionnel :	21
1.7 Ingrédients des Crackers :	21
a. La farine :	21

1.8 La pâte biscuitière	23
1.9 L'impact de la farine complète	23
1.10 Procédé de Fabrication des Crackers dans l'industrie agroalimentaire :.....	23
Chapitre 3 : Les graines.....	28
1. Introduction des graines	28
1.1 Importance des graines dans notre vie :.....	28
1.2 Classification des graines :	28
2. Les graines utilisées.....	29
2.1 Les graines de lin : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :.....	29
2.1.1 Valeurs nutritives :.....	29
2.1.2 L'effet thérapeutique :.....	30
2.2 Les graines de chia : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique.....	31
2.2.1 valeurs nutritives :	31
2.2.2 Effet thérapeutique :	31
2.3 Les graines de sésame : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :	32
2.3.1. Valeurs nutritives :.....	32
2.3.2 Effet thérapeutique :	33
2.4. Les graines pavots : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :.....	34
2.4.1 Valeur nutritive :	34
2.4.2 Effet thérapeutique :	34
2.5 Les graines de citrouille : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :	35
2.5.1 Valeur nutritive :	35
2.5.2 Effet thérapeutique :	37
<i>Matériels et méthodes</i>	39
1. Objectif de l'étude.....	40
2. Questionnaire	40
3. Elaboration des recettes et optimisations des recettes.....	40
4. Les étapes de fabrication	40
4.1 Recettes 01 :	40
5. Méthodes d'analyses physico- chimiques :.....	42
5.1. Calcul du taux d'humidité.....	42
5.2. Détermination quantitative des métabolites primaires :.....	Erreur ! Signet non défini.
5.2.1 Dosages des sucres totaux :	43
5.3 Détermination de la teneur en fibres brutes (AOAC ,1993).....	44
5.4 Détermination de la teneur en cendres (Audigié <i>et al.</i> , 1980).....	46
6. Extractions sélectives	48

6.1 Evaluation du pouvoir antioxydant par la méthode du DPPH :	48
6.2 Dosage des phénols totaux (Brune et al. 1991) et (Blahova et al., 2004) :	49
Résultats et discussions	52
1. Résultats :	53
1.1 Résultats de questionnaire :	53
a. Question sociologique	53
1.2. Résultats et d'analyses physico chimique :	61
a. L'humidité :	61
b. Teneur de sucres totaux :	62
c. Teneur en fibre brutes :	63
d. La teneur en cendres :	64
e. Dosage de polyphénols totaux :	66
f. Etude d'activité anti oxydante :	67
Conclusion	70
Références bibliographiques	72
Annexes	86

Liste des figures

Figure 1 : Le triangle alimentaire	9
Figure 2 : évolution des risques	11
Figure 3 : Schéma les bienfaits des snacks sains	16
Figure 4 : Mélangeur horizontal (Mélangeur horizontal à cadre ouvert avec rouleaux arbre)	24
Figure 5 : Laminage à trois rouleaux	25
Figure 6 : Système de moulage rotatif avec A) rouleau de forçage, B) rouleau de montage, C) rouleau d'extraction, D) lame, E) revêtement en caoutchouc et bande d'extraction, et F) lame de nettoyage	26
Figure 7 : Un exemple de ligne de production de « laminage-jaugeage-découpage » pour crackers à grande échelle.....	27
Figure 8 : Extraction des composants bioactifs à partir des graines et de la pulpe de citrouille	36
Figure 9 : Préparation de Cracker N1	41
Figure 11 : photo d'étuve	43
Figure 12 : dosage des sucre totaux	44
Figure 13 : Extracteur de fibres FibroTeste	46
Figure 14 : teneur en cendres	47
Figure 15 : pouvoir antioxydant par la méthode du DPPH	49
Figure 16 : Le dosage des polyphénols totaux	51
Figure 17 : proportion relatives aux âges	53
Figure 18 : proportions relatives aux sexes	53
Figure 19 : proportion relative aux niveaux d'étude	54
Figure 20 : proportions relatives à la région	54
Figure 21 : nombre de population qui suivi un mode de vie sain	55
Figure 22 : proportion sur la fréquence de consommation des snacks.....	55
Figure 23 : pourcentage des snacks les plus consommées	56
Figure 24 : proportion de la principale motivation pour choisir un produit sain	56
Figure 25 : nombre de population qui connaissent les crackers a la base des graines	57
Figure 26 : nombre de population qui consomment les cracks a la base des graines	57
Figure 27 : proportion des graines préférés dans les produits alimentaires	58
Figure 28 : proportion sur les crackers édiles	58
Figure 29 : nombre de population qui veut voire les crackers a la base de farines dans le marché	59
Figure 30 : nombre de populations qui accorder l'importance de l'origine des ingrédients....	59
Figure 31 : proportion pour la texture préférée dans les crackers	60
Figure 32 : proportion de gout préféré dans les crackers	60
Figure 33 : Résultats du taux d'humidité de crackers	61
Figure 34 : teneur en sucre des crackers	62
Figure 35 : teneur en fibre des crackers	64
Figure 36 : teneur en cendres des crackers.....	65

Liste des tableaux

Tableau 1 : les différents types de snacks	15
Tableau 2 : Classification des Crackers selon leur Fabrication	18
Tableau 3 : les différents types des crackers	19
Tableau 4 : le mode de classification des graines	29
Tableau 5 : Valeur nutritionnelle des graines de sésame	33
Tableau 6 : Valeurs nutritionnelles des graines de citrouille pour 100 g	37
Tableau 7 : Les ingrédients de l'échantillon	40
Tableau 8 : la teneur en polyphénol totaux et les valeurs IC 50 activité antioxydant des crackers par test DPPH.....	67

Introduction générale

Introduction générale

Adopter une alimentation saine et équilibrée est essentiel pour préserver la santé et le bien-être général. Elle apporte les nutriments indispensables au bon développement, à la croissance et au fonctionnement optimal de l'organisme. Une alimentation variée, composée d'aliments riches sur le plan nutritionnel, contribue à prévenir de nombreuses maladies et à améliorer la qualité de vie **(OMS, 2021)**.

Les recommandations nutritionnelles jouent un rôle clé dans la promotion de la santé publique. Elles offrent des conseils concrets pour adopter une alimentation adaptée aux besoins actuels de la population. En insistant sur la qualité des aliments consommés, ces directives aident à orienter les choix alimentaires et à réduire les risques de maladies chroniques **(Mozaffarian et Ludwig, 2010)**.

Les habitudes alimentaires connaissent une transformation profonde. On observe une progression marquée des aliments transformés dits « modernes », intégrant de plus en plus de services, au détriment des produits bruts. Cette évolution s'accompagne d'une banalisation du grignotage, d'une simplification des repas, d'une augmentation des prises alimentaires hors domicile, et d'un essor notable de la restauration rapide. Ces phénomènes contribuent à l'érosion progressive du modèle alimentaire traditionnel. Dans un pays attaché à la culture du bien-manger, l'alimentation s'impose aujourd'hui comme un enjeu central, à la fois individuel et collectif. Cela pose la question de la nécessité de réapprendre à manger, en retrouvant une forme de spontanéité alliant modération, équilibre et plaisir. **(Ologoudou, 2004)**

Les habitudes alimentaires sont façonnées par diverses influences, qu'elles soient environnementales, familiales ou liées au développement **(Maureen et al, 2013)**.

L'éducation nutritionnelle peut être préventive ou curative, avec des objectifs ajustés en fonction du contexte. Ceux-ci incluent la connaissance des aliments et des nutriments, l'évaluation des habitudes alimentaires et des rythmes biologiques, l'analyse des facteurs socio-culturels, ainsi que le changement des comportements alimentaires. Ce dernier aspect est particulièrement complexe à atteindre, car les comportements alimentaires, les goûts et les

préférences se forment tôt dans la vie et deviennent des éléments constitutifs de l'identité de l'enfant **(Martin, 2001)**.

Les produits alimentaires de qualité jouent un rôle essentiel dans le développement durable. En mettant l'accent sur des critères tels que la sécurité alimentaire, la valeur nutritionnelle, l'origine des ingrédients et des méthodes de production responsables, ces produits contribuent à la préservation de l'environnement, à la santé des consommateurs et à leur satisfaction. En soutenant l'agriculture biologique, les systèmes de certification et des pratiques durables, ces produits offrent une solution pour un avenir plus durable dans l'industrie alimentaire **(Rembalkowska, 2007)**.

Le cracker est un aliment plat, sec et cuit au four, généralement fabriqué à partir de farine de blé, et composé d'une pâte non sucrée et sans levain. Les crackers apéritifs constituent un groupe de crackers qui sont généralement levés chimiquement, salés, aromatisés et pulvérisés avec des matières grasses après la cuisson **(Manley, 2000)**.

L'augmentation de la demande pour des collations saines a favorisé la création de nouveaux encas énergétiques, conçus pour allier ingrédients nutritifs et saveurs agréables, afin de répondre aux attentes des consommateurs soucieux de leur bien-être. **(Forough et al., 2013)**.

Nous avons organisé notre travail en trois sections majeures, qui seront exposées après cette introduction et conclut par une conclusion :

- 1- La première section de notre mémoire est consacrée à la synthèse bibliographique, dans cette partie nous ferons référence à des définitions et des explications tirées de la littérature spécialisée afin d'examiner les diverses dimensions de notre sujet d'étude.
- 2- La deuxième section de notre mémoire sera dédiée à l'aspect expérimental, nous fournissons une description détaillée sur la méthodologie que nous avons adoptée pour la réussite de notre produit, ainsi que des analyses que nous avons prévues afin de finaliser notre étude.
- 3- La troisième section de notre mémoire consacrée aux résultats et aux discussions, nous allons examiner les préférences des différentes classes sociales, on utilise particulièrement une approche sensorielle pour évaluer notre produit. Nous aurons une discussion sur suites à ces résultats pour formuler des conclusions appropriées.

On organise notre mémoire de cette façon, on garantit une couverture complète de notre sujet de recherche.

Problématique :

Comment concevoir des crackers enrichis en graines et autres ingrédients naturels, à la fois nutritifs, et sensorielle acceptables et spécifiquement formulés pour répondre aux besoins énergétiques, tout en garantissant des qualités physico-chimiques optimales ?

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Généralité

1. Généralités sur l'alimentation et les snacks sains

1.1 Principes de Base d'une Alimentation Équilibrée

1.1.1 Équilibre, variété et modération

a. Équilibre :

Il est essentiel de bien définir les composantes d'une alimentation équilibrée afin de soutenir les parents, les éducateurs et les responsables de l'alimentation (RA) dans l'adoption de saines habitudes alimentaires. À ce sujet, le cadre de référence Gazelle et Potiron du MSSS précise que l'équilibre alimentaire repose sur deux principes : la présence d'au moins un aliment de chacun des groupes alimentaires à chaque repas, et la diversité des aliments proposés au sein de chaque groupe alimentaire au fil des jours (**Martin *et al.*, 2014**).

b. Variété :

Il reste toutefois difficile de savoir si le concept de variété est réellement bien compris, car la majorité des répondants qui l'évoquent le font de manière vague, à travers des expressions générales comme « manger varié » ou « manger de tout ». Quelques-uns précisent néanmoins leur propos en mentionnant les groupes d'aliments inclus dans le Guide alimentaire canadien (GAC), ce qui est en accord avec les recommandations actuelles (**Dufour Bouchard *et al.*, 2010 ; Martin *et al.*, 2014**).

c. Modération :

La littérature montre que le terme « modération » est souvent mal compris par la population et n'aide pas réellement à améliorer les habitudes alimentaires (**Isherwood et Delose, 2016**). En ce sens, les messages en matière de saine alimentation devraient éviter les formulations vagues et plutôt fournir des repères précis sur ce que signifie une consommation modérée de certains aliments, afin de mieux orienter le public. Par exemple, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a récemment émis une directive claire à ce sujet, recommandant que les sucres ajoutés ne dépassent pas 10 % de l'apport calorique total, soit environ 50 g par jour (**OMS, 2015**). Cette recommandation contraste fortement avec la consommation actuelle de sucre au Canada, qui s'élève à environ 110 g par jour selon Statistique Canada (**Langlois *et al.*, 2011**).

1.1.2 L'équilibre alimentaire entre les nutriments

Un bon équilibre nutritionnel implique une répartition adaptée des nutriments permettant de satisfaire, sans excès, les besoins quantitatifs et qualitatifs de l'organisme. Cet équilibre est essentiel pour répondre à plusieurs objectifs (**Martin, 2001**) :

- À court terme : favoriser une croissance harmonieuse chez l'enfant, maintenir un poids stable chez l'adulte, assurer un fonctionnement optimal des capacités physiques et intellectuelles, et donc préserver un bon état de santé général.
- À long terme : accompagner un vieillissement en bonne santé et contribuer à prévenir ou retarder l'apparition de maladies chroniques et dégénératives (cancers, maladies cardiovasculaires, diabète, cataracte, ostéoporose, pathologies neurodégénératives, etc.).

a. Protéines (11 à 15 % de l'apport énergétique total)

Des études françaises ont souligné les risques potentiels d'un excès de protéines durant la croissance chez l'enfant (**Rolland-C achera et coll., 1996**). Les recommandations générales plaident pour une consommation modérée des sources animales, pour plusieurs raisons :

À conserver, car :

- Elles permettent une couverture plus efficace en acides aminés essentiels.
- La biodisponibilité de certains micronutriments clés (calcium, fer, zinc) y est plus élevée que dans les sources végétales, qui sont aussi dépourvues de vitamine B12.
- Certains nutriments conditionnellement indispensables ou bénéfiques sont exclusivement d'origine animale (**Martin, 2001**).

À limiter, car :

- Elles sont souvent associées à des apports élevés en lipides, pouvant nuire à la santé.
- Les sources végétales, bien que parfois contenant des facteurs antinutritionnels, apportent en revanche des glucides complexes, des fibres, et de nombreux micronutriments protecteurs (**Martin, 2001**).

b. Lipides (30 à 35 % de l'apport énergétique total)

Réduire les lipides constitue un objectif pertinent, notamment en cas de surconsommation énergétique, car ces derniers favorisent davantage le stockage sous forme de tissu adipeux

que les glucides (**Allhaud et coll., 1992**). Un seuil d'apport lipidique par repas a été identifié : au-delà de 10 à 20 g, la lipémie postprandiale augmente de manière significative, ce qui est reconnu comme un facteur de risque dans le développement de l'athérosclérose (**Dallongeville et Fruchart, 1998 ; Dubois et coll., 1998**). Ainsi, un apport lipidique inférieur à 30 % de l'énergie quotidienne est recommandé.

Cependant, un régime trop pauvre en lipides peut également poser problème :

- Il limite l'apport en vitamines liposolubles et en acides gras essentiels.
- Il est souvent peu appétissant, rendant sa mise en œuvre difficile à long terme.

c. Glucides (50 à 55 % de l'apport énergétique total)

Il est scientifiquement complexe de définir une répartition précise entre glucides simples et complexes. Toutefois, certaines recommandations visent à limiter la part des sucres simples à moins de 10 % de l'apport énergétique total, pour plusieurs raisons :

De nombreux produits sucrés sont également riches en lipides, augmentant considérablement leur densité énergétique et leur attrait gustatif (**Emmett et Heaton, 1995**). Les sucres raffinés, dépourvus de micronutriments, sont souvent qualifiés de « calories vides ». En outre, certains produits sucrés, par leur praticité et leur attrait, favorisent le grignotage. Cela peut entraîner une réponse glycémique rapide suivie d'une hypoglycémie réactionnelle, induisant une sensation de faim précoce et encourageant une surconsommation alimentaire (**Emmett et Heaton, 1995**).

1.1.3. Équilibre entre apports et dépenses énergétiques

Il est essentiel d'ajuster l'apport énergétique aux dépenses, et réciproquement. Une activité physique régulière contribue efficacement à compenser des excès d'apports, souvent faciles à atteindre. Cette activité ne se limite pas à la pratique d'un sport (**AFERO, 1998**), mais englobe également des gestes du quotidien, comme marcher à bon rythme sur de courtes distances, bricoler ou encore faire le ménage.

1.1.4. Classification des aliments

Les aliments peuvent être répartis en groupes selon leurs caractéristiques nutritionnelles. Cette classification doit rester cohérente et accessible (**Benkadri et Karoune, 2003**). Traditionnellement représentée sous forme de pyramide, comme le propose l'OMS – et adaptée par l'USDA dans sa campagne de sensibilisation à la réduction des lipides – cette classification a évolué vers une version plus visuelle et pédagogique. Selon **Martin (2001)**,

Comme le montre l'image suivante :

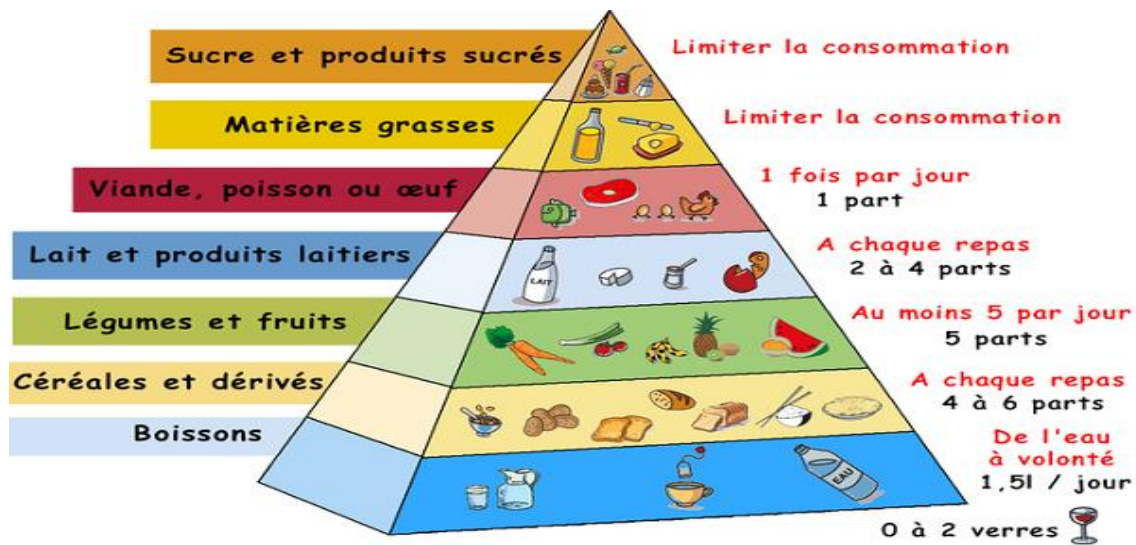


Figure 1 : Le triangle alimentaire (Martin, 2001).

2. L'Évolution des Habitudes Alimentaires

2.1. L'importance et l'évolution d'une Éducation Alimentaire

L'éducation à l'alimentation vise à accompagner les individus dans leurs choix alimentaires afin de favoriser une vie saine, active et épanouie, tant sur le plan personnel que social. Ce domaine a connu d'importantes évolutions, influencées par divers facteurs qui en façonnent le développement. Au fil du temps, les modalités de mise en œuvre de cette éducation se sont transformées, laissant place à des initiatives innovantes et des approches créatives pour diffuser les messages éducatifs. Celles-ci s'appuient sur une meilleure compréhension des systèmes biologiques et des dynamiques sociales (Brunori *et al.*, 2008).

Le nouveau projet nutritionnel formulé dans la déclaration de Giessen prend en compte la complexité croissante du champ de la nutrition. Il propose des pistes de réflexion qui ouvrent la voie à d'autres domaines d'action, contribuant ainsi au renforcement de l'éducation nutritionnelle et diététique (Cannon et Leitzmann, 2005).

L'expérience montre que se limiter à transmettre des informations sur les principes d'une alimentation équilibrée ne suffit pas nécessairement à améliorer l'état de santé ou la qualité nutritionnelle des populations. En effet, les personnes ciblées n'ont pas toujours les moyens de mettre en pratique ces connaissances, en raison de contraintes qui échappent à leur contrôle (Yach, 2011). C'est pourquoi les interventions visant à promouvoir un mode de vie sain (OMS, 2009a), ainsi que la mise en place de politiques publiques favorables – par des mesures

juridiques, réglementaires, fiscales ou normatives – deviennent des compléments indispensables à toute démarche éducative (**Padilla, 2010a**).

Les stratégies mises en œuvre pour dépasser les obstacles aux résultats attendus des programmes d'éducation nutritionnelle évoluent en permanence. Elles participent à façonner les nouvelles approches de la nutrition au XXI^e siècle. Toutefois, ces programmes font face à des menaces sérieuses : les perturbations croissantes du système alimentaire et l'érosion de la biodiversité locale, liées à la cadence effrénée de la vie moderne, compromettent la cohésion familiale, affaiblissent le respect de soi et entraînent l'abandon progressif des traditions culinaires. Cela menace également la transmission de la mémoire alimentaire méditerranéenne (**Padilla, 2010b**).

Cette évolution de l'éducation nutritionnelle s'explique aussi par les différences de développement entre les pays du Nord industrialisé et ceux du Sud en développement. Les écarts sont notamment dus à la transition épidémiologique encore en cours dans de nombreux pays du Sud, où la sous-nutrition côtoie les maladies non transmissibles (MNT) Et l'obésité, parfois au sein d'une même communauté, voire d'un même foyer, Cette double charge nutritionnelle impose une reconfiguration des politiques de santé et une adaptation fine des messages éducatifs à des réalités nutritionnelles apparemment contradictoires (**Maire et al., 2002**). Ces différences tiennent également à l'absence de cadres législatifs solides, à un accès inégal aux services de base et aux systèmes de protection sociale, ainsi qu'au niveau globalement plus faible de connaissances en santé et nutrition (**Vancheri, 2011**).

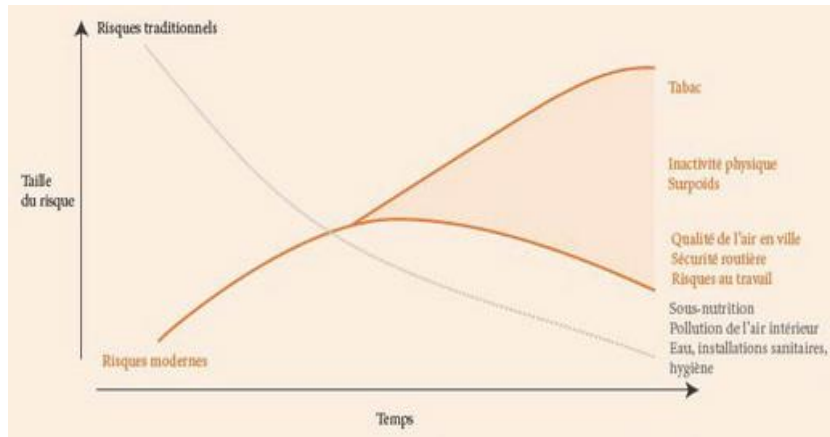


Figure 2 : évolution des risques (WHO 2009b).

2.2 Les Acteurs Clés de l'Éducation Alimentaire

2.2.1. Le rôle des proches (famille et communauté)

La famille représente le premier environnement éducatif de l'enfant, notamment en matière d'alimentation. Ce sont les parents qui façonnent, dès le plus jeune âge, les habitudes alimentaires de leurs enfants, en décidant quels aliments sont disponibles à la maison et dans quelles conditions ils sont consommés (Lavallée *et al.*, 2004 ; Baughcum *et al.*, 2000). Leur rôle est donc central dans l'acquisition de comportements alimentaires sains. À ce titre, ils peuvent autant faciliter que freiner une éducation nutritionnelle équilibrée, selon les habitudes qu'ils transmettent.

Un aspect crucial de cette éducation réside dans l'accompagnement psychologique, notamment durant la phase de néophobie alimentaire, où l'enfant rejette les aliments inconnus par peur de la nouveauté. Cette étape, comme le souligne (Poulain, 2017), fait partie intégrante de la construction de l'identité alimentaire. Les parents doivent ainsi faire preuve de patience, proposer régulièrement de nouveaux aliments sans forcer, et favoriser un climat positif lors des repas pour encourager la curiosité et l'ouverture alimentaire. Le contexte familial des repas joue également un rôle important. Si les repas deviennent un moment de tension ou de règlement de conflits, cela peut avoir un effet négatif sur la relation à la nourriture. L'ambiance autour de la table influence donc directement le comportement alimentaire (Poulain, 2017).

2.2.2. Le rôle du milieu scolaire (écoles, éducateurs, professionnels)

L'école constitue un acteur essentiel dans l'éducation à l'alimentation. Les enseignants, en tant qu'éducateurs à la santé, participent à l'apprentissage des bons comportements alimentaires. De plus, une grande partie des enfants prend ses repas à la cantine, ce qui renforce le rôle du cadre scolaire dans la construction des habitudes alimentaires, plusieurs éléments internes à l'école influencent ces pratiques. **(Poulain, 2017)** évoque la proxémie alimentaire et les règles de commensalité, en soulignant que manger en groupe n'est pas toujours synonyme de convivialité. À la cantine, l'environnement peut parfois générer du stress, altérant le plaisir de manger.

(Arboix-Calas, 2014) défend une approche éducative centrée sur les compétences psychosociales plutôt que sur les seules connaissances scientifiques. Elle propose de considérer l'élève comme un "sujet mangeur" – un individu autonome, capable de faire des choix, plutôt qu'un simple récepteur d'informations. Cette perspective valorise l'éducation par l'expérimentation, la prise de décision et la responsabilité.

(Berthoud, 2015) montre que l'alimentation scolaire est également traversée par des enjeux économiques et politiques. L'école est un lieu où se croisent les intérêts publics, citoyens et commerciaux. Ainsi, éduquer à l'alimentation dépasse la simple question nutritionnelle : cela touche aux valeurs sociales, à la place de l'enfant dans la société et aux tensions entre sphères publique et privée.

3. Définition et le rôle des Snacks dans l'Alimentation

3.1. Définition des snacks :

Les collations sont généralement décrites comme de petites portions de nourriture ou de boisson consommées entre les repas principaux. Toutefois, cette définition peut varier selon le contexte. Dans certains cas, une collation est identifiée par le moment où elle est prise (par exemple, dans les 15 minutes suivant un repas). Dans d'autres, elle se définit par la taille de la portion (plus réduite qu'un repas standard) ou encore par la quantité de calories ingérées. Ainsi, la frontière entre collation et repas peut parfois être floue **(Chapelot, 2011)**.

Les individus considèrent généralement le petit-déjeuner, le déjeuner et le dîner comme les repas principaux, tandis que toutes les autres prises alimentaires (comme le goûter) sont vues comme des collations.

Le moment de la journée :

Les repas principaux se situent habituellement :

- Entre 6h et 10h pour le petit-déjeuner,
- Entre 12h et 15h pour le déjeuner,
- Entre 19h et 21h pour le dîner.

En dehors de ces plages horaires, les prises alimentaires sont qualifiées de snacks ou collations.

L'apport énergétique :

- Un repas fournit généralement plus de 15 % de l'apport énergétique quotidien recommandé.
- Une collation, elle, représente moins de 15 % de cet apport. **(Chapelot, 2011).**

3.2. Rôle de snacks :

Une collation équilibrée entre les repas aide à réguler les hormones de satiété, évitant ainsi une faim excessive avant le repas suivant. À l'inverse, réduire le nombre de repas diminue la capacité à contrôler l'appétit **(Leidy et Campbell 2011)**. La majorité des chercheurs s'accorde à dire qu'un rythme alimentaire structuré et régulier favorise la gestion du poids, tandis qu'un grignotage impulsif (sans décision consciente) nuit à la qualité de l'alimentation et au poids corporel **(Berg et Forslund 2015 ; Leech et al. 2017)**.

De nombreuses études ont exploré le lien entre la fréquence alimentaire et certains marqueurs de maladies chroniques comme le poids, la tension artérielle, les profils lipidiques et glycémiques **(St-Onge et al., 2017)**. Bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires, il semble qu'une fréquence plus élevée de repas soit associée à un risque moindre d'obésité, notamment chez les enfants et adolescents. En revanche, le fait de sauter régulièrement des repas est généralement lié à un risque métabolique accru : IMC plus élevé, tour de taille élargi, taux de glucose, d'insuline et de triglycérides à jeun plus élevés **(Deshmukh-Taskar et al., 2010 ; Freitas Júnior et al., 2012 ; Schröder et al., 2017)**.

Les collations représentent également une opportunité d'intégrer certains aliments ou nutriments souvent insuffisamment présents aux repas principaux **(Fayet-Moore et al., 2017)**.

Par exemple, manger un fruit en collation, le matin ou l'après-midi, est un excellent moyen d'atteindre les recommandations journalières (2 à 3 portions de fruits), surtout si les repas principaux n'en contiennent pas assez. Cela contribue ainsi à améliorer la qualité globale de l'alimentation.

Il convient de noter que consommer des collations comme "aliments réconfortants" ne traduit pas nécessairement une faiblesse. Dans certains cas, cela peut même s'avérer bénéfique, lorsqu'elles s'intègrent à un régime varié et équilibré (**Troisi et Gabriel 2011**).

Une étude du département de psychologie de l'Université de Californie (**Finch et Tomiyama 2015**) a analysé les données de 2 379 femmes âgées de 18 à 19 ans participant à une vaste étude, incluant des tests psychologiques. Ces tests évaluaient leur réaction face à des situations stressantes ainsi que leur tendance à se tourner vers des aliments réconfortants en cas d'ennui, de stress, d'inquiétude ou de colère. Chez les femmes sans trouble dépressif, celles ayant consommé des aliments réconfortants après une situation stressante ressentaient moins le stress que les autres.

Les collations peuvent aider à gérer le stress dans certaines situations, tout en apportant une part de plaisir dans des régimes parfois trop stricts. Ces régimes rigides sont souvent voués à l'échec à long terme, et peuvent entraîner des comportements compensatoires comme les excès ou le grignotage incontrôlé. À l'inverse, une alimentation plus flexible, incluant des moments de plaisir comme les collations, est plus facile à maintenir sur le long terme (**Stewart et al., 2002**).

3.3. Les Différents Types de Snacks :

Le tableau catégorise les différents types de snacks selon leur transformation et leurs ingrédients, d'après (**Hui et sherkat 2005**) on y distingue les snacks peu transformés des produits plus élaborés.

Tableau 1 : les différents types de snacks (Hui et Sherkat, 2005)

Catégorie	Description	Exemple
Snacks de 1re génération	Produits naturels, peu transformés.	Fruits secs, noix, chips, popcorn
Snacks de 2eme génération	Produits à ingrédient unique ou directement extrudés.	Chips de tortilla, maïs soufflé
Snacks de 3eme génération	Produits multi-ingrédients, obtenus par cuisson-extrusion (granulés ou demi-produits).	Bouchées extrudées à base de céréales/légumineuses assaisonnées

3.4. L'impact des collations (snacks) sur la santé :

Les données disponibles, majoritairement issues des États-Unis, indiquent une augmentation notable de la fréquence des repas chez les enfants et adolescents, passant de 3 à 5 repas par jour entre 1970 et 2000, accompagnée d'un apport calorique accru, principalement via les collations riches en desserts et boissons sucrées (Popkin et Duffey, 2010 ; Piernas et Popkin, 2010 ; Cole et Fox, 2008). Bien qu'aucun consensus ne soit établi sur le lien direct entre le nombre de repas et le poids corporel des enfants (American Dietetic Association, 2008 ; Evans *et al.*, 2015), plusieurs études suggèrent une relation inverse entre fréquence des repas et surcharge pondérale, notamment grâce à un meilleur contrôle de la faim (Larson et Story, 2013 ; Kaisari *et al.*, 2013). Une étude menée sur des enfants et adolescents a montré que chaque repas ou collation supplémentaire augmentait l'apport énergétique, mais que l'impact sur la qualité du régime variait selon l'âge : il était positif chez les enfants d'âge scolaire, mais négatif chez les adolescents en cas de collations fréquentes (Evans *et al.*, 2015). Au Canada, la majorité des enfants consomment en moyenne 2,3 collations par jour, représentant plus d'un tiers de l'apport énergétique total, dont une grande partie est issue d'aliments considérés comme sains (Hutchinson *et al.*, 2018).

3.5. Les Bienfaits des Snacks Sains sur la Santé :

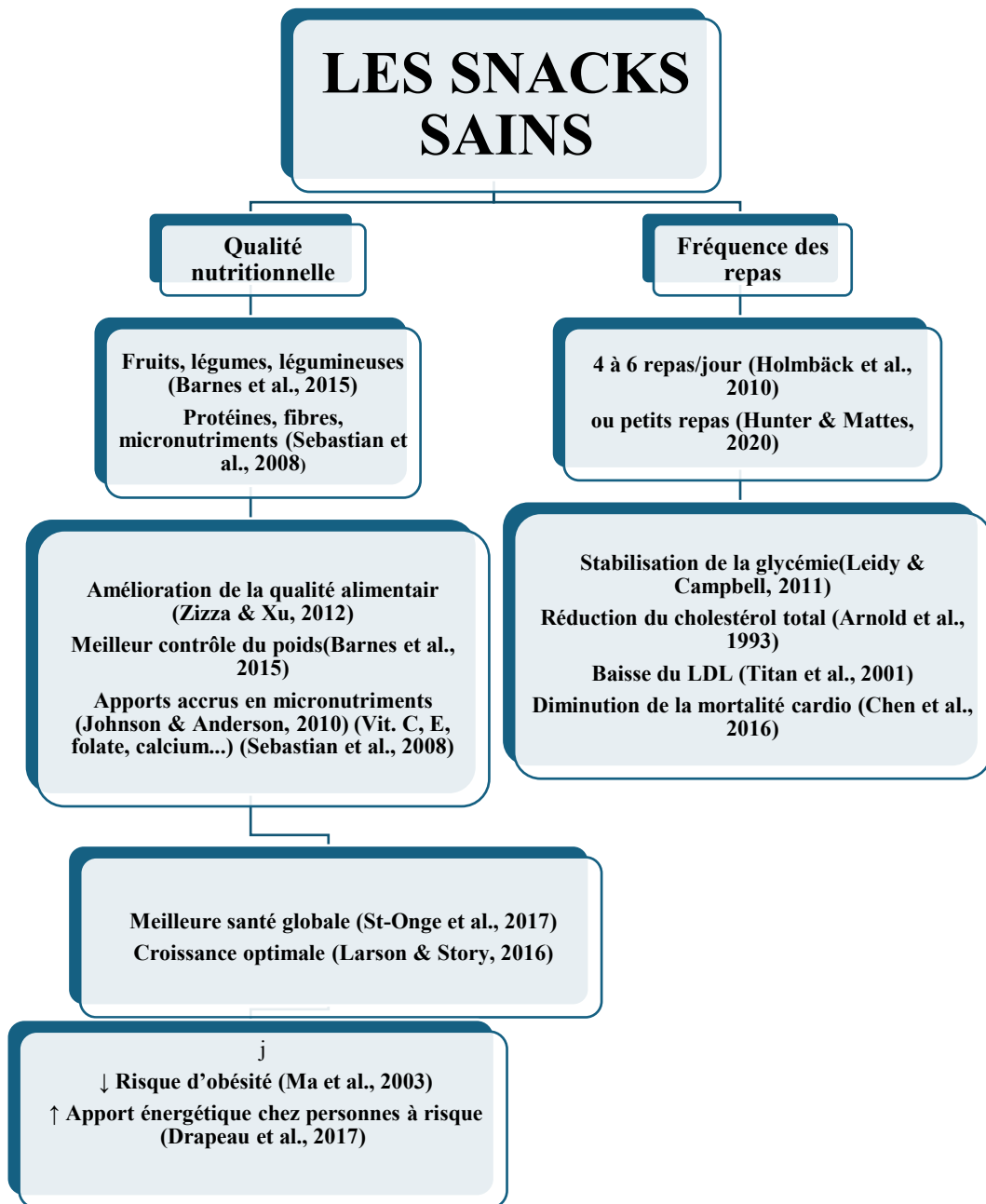


Figure 3 : Schéma les bienfaits des snacks sains (Originale)

NB : Bienfaits conditionnés par la QUALITÉ du snack (Chapelot, 2011) et la structure de l'alimentation (≠ grignotage anarchique) (Hunter et Mattes, 2020)

Chapitre 2 : Les crackers

1. Définition et l'origine des Crackers

1.1 Définition des crackers

Les crackers sont de petits produits de boulangerie frais et croustillants, qui peuvent être levés ou non levés, et sont fabriqués de différentes manières. Un cracker produit un bruit qui éclate ou crépite. Les crackers contiennent généralement peu ou pas de sucre, avec un taux de matière grasse de 10 à 20 %. La pâte à cracker contient de l'eau à hauteur de 20 à 30 %, ce qui rend le processus de cuisson rapide. Toutes les variétés sont levées chimiquement avec de la levure. En général, des huiles sont diffusées et du sel est saupoudré sur la surface des crackers pour améliorer leurs caractéristiques et leurs attributs gustatifs (**Singla et al., 2023**).

1.2 Historique des crackers

En 1899, presque toutes les villes des États-Unis comptaient une ou plusieurs boulangeries produisant des crackers. Étant donné que les crackers et les biscuits sont des produits périssables, ils étaient livrés rapidement après la cuisson, et les zones de distribution étaient donc restreintes. La qualité variait énormément en raison de la détérioration au fil du temps ainsi que des différences dans les méthodes de fabrication, Bien qu'ils se conservassent mieux que le pain ordinaire, de nombreuses raisons expliquaient la perte de qualité des crackers dans les magasins généraux. Les tonneaux n'étant pas couverts, les crackers absorbaient l'humidité de l'air. Les produits contenant des matières grasses étaient sujets à l'oxydation lipidique. D'autres articles vendus dans les magasins, allant du kérosène au poisson séché, pouvaient altérer le goût des crackers. Les conditions n'étaient pas hygiéniques ; les contaminations les plus répugnantes provenaient des insectes, des souris et d'autres nuisibles. Les crackers et les biscuits étaient devenus populaires au milieu des années 1800. Des biscuits durs appelés hardtack ou pain de mer étaient vendus dans le Massachusetts dès 1790 pour approvisionner les navires, un type de pain conçu pour résister au rancissement, au dessèchement ou à la désintégration durant les longues traversées. De la même manière, la guerre de Sécession a stimulé la demande de hardtack en tant que pain portable. En 1869, un nouveau type de four, appelé reel oven (four à tambour), a rendu possible la cuisson continue des crackers, augmentant considérablement la productivité et la qualité du processus de fabrication. (**Peters et al., 1899**).

1.3 Les Différents Types des Crackers :

Les crackers se distinguent selon leur procédé de fabrication, le type levage et leur caractéristiques spécifiques. Le tableau ci-dessous présente trois types principaux de crackers, classés selon (Gerlat *et al.*, 2010), avec leurs particularités technologiques et sensorielles.

Tableau 2 : Classification des Crackers selon leur Fabrication (Gerlat *et al.*, 2010)

Type de crackers	Procédé de fabrication	Levage	Particularité
Crackers au bicarbonate	Double fermentation : 1. Levain fermenté 16–20h 2. Pâte finale fermentée 3–6 h	Fermentation longue	Arômes développés, texture caractéristique
Crackers apéritifs (snack)	Mélange rapide, fermentation courte de 30 min à 4 h	Levage chimique	Préparation rapide, adaptés aux arômes variés
Crackers aromatisés (salés)	Procédé similaire au soda crackers, souvent fermentés	Fermentation	Enrichis en fromage, épices ou autres arômes

Les crackers se déclinent en plusieurs variétés selon les ingrédients utilisés et les préférences culturelles. Le tableau ci-dessous adapté de Sykes et Davidson (2020), présente différents types de crackers avec leurs composants principaux et leurs caractéristiques spécifiques, telles que la texture, le goût ou les méthodes de cuisson.

1.4 Composition, valeur et la qualité Nutritionnelles

1.4.1. La composition

Tableau 3 : les différents types des crackers (Sykes et Davidson, 2020)

Nom du cracker	Ingrédients principaux	Caractéristiques
Water biscuit	Farine, huile végétale, sel, eau	Texture dure et croustillante, pâle avec taches foncées, s'émiette facilement
Cream cracker	Farine de blé, farine de malt d'orge, sel, eau, levure	Texture croustillante, s'émiette facilement, cuisson à 270–300 °C
Puff crackers	(Non détaillé ici, souvent à base de riz ou farine de blé soufflée)	Texture légère et soufflée
Bath Oliver	Farine, levure, beurre, lait	Biscuit britannique classique, croquant, souvent servi avec du fromage
Wholemeal crackers	Farine complète	Plus riches en fibres, goût rustique
Crispbread	Généralement à base de seigle	Très mince et croustillant, utilisé comme base pour tartines
Malaysian crackers	Souvent à base de tapioca ou crevettes, frits	Texture légère et croquante, souvent épicée ou salée

La recette de base repose sur quatre éléments essentiels : la farine, la matière grasse, le sucre et l'eau, dont les proportions varient largement selon le type de biscuit. De nombreux autres ingrédients peuvent être ajoutés pour enrichir la texture et le goût, tels que les œufs, le lait, le chocolat, les émulsifiants, les agents réducteurs ou encore les fruits secs et les amandes (Feillet, 2000).

La composition des biscuits comme les crackers devient de plus en plus élaborée, rendant l'étude des matières premières particulièrement intéressante, car chacune d'elles influence la

qualité finale du produit. Face à une concurrence intense, les fabricants innovent en modifiant ou en optimisant leurs procédés de fabrication (**Ait Aneur, 2006**).

Contrairement à d'autres produits céréaliers comme le pain, les biscuits se distinguent par leur faible teneur en eau et la diversité des ingrédients utilisés dans leur élaboration (**Charun et Morel, 2001**).

1.4.2. La qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle des biscuits, comme les crackers, est déterminée par la nature et la quantité des ingrédients qui les composent riches en glucides, lipides et protéines, les biscuits ont pour principal constituant la farine, faisant des glucides le macronutriment dominant. La teneur en lipides varie selon la recette, mais selon l'USDA, un biscuit standard contient 8,5 grammes de matières grasses totales, dont 5,3 grammes de graisses saturées. En ce qui concerne les protéines, celles présentes dans les biscuits ne fournissent pas l'ensemble des acides aminés essentiels, ce qui en fait une source incomplète. De plus, certaines réactions chimiques, comme la réaction de Maillard, la caramélisation et l'oxydation des lipides, peuvent altérer la qualité nutritionnelle en réduisant notamment la valeur des protéines (**Maache-Rezzoug et al., 1998a**).

Un produit céréalier de qualité devrait présenter un index glycémique faible et constituer une source importante de protéines, fibres, vitamines, minéraux et antioxydants afin d'optimiser ses bienfaits pour la santé (**Bourekoua, 2018**).

1.5 Avantages des Crackers sur le plan technologique et pratique

Également appelés crackers de riz, crackers frits ou crackers soufflés, les crackers croustillants de tapioca sont un en-cas croustillant de style local. Craquelin qui est un en-cas local couramment transformé en troisième transformation en Thaïlande, en Malaisie continentale, dans l'archipel malais, et le Vietnam. Désignés ci-après simplement comme craquelins, ils sont appelés de différentes manières Khao Kriab, Kerupuk, Keropok, Krupuk, Kropek, ou Bánh Phồng Tôm en thaïlandais, indonésien, malais, javanais, tagalog et vietnamien (**Wang et al., 2012**). La pâte à cracker est d'abord cuite à la vapeur, puis de fines tranches sont séchées. Les tranches séchées, également appelées produits semi-finis, sont brièvement frites pour obtenir des crackers soufflés et croustillants. Les tranches séchées sont plus faciles à stocker ou transporter et ont une durée de conservation beaucoup plus longue que les crackers prêts à manger. Les saveurs courantes des crackers en la Thaïlande incluent du poisson, des crevettes, de la citrouille et du taro. Des crackers préparés à partir d'un mélange de fécule de tapioca et de la farine faite à partir de la pulpe de bananes vertes a également été rapportée (**Say et al., 2022**).

1.6 Les inconvénients des crackers sur le plan nutritionnel :

Ces dernières années, la production et la consommation de produits de confiserie à base de farine ont augmenté. Ce segment du groupe de produits domine le marché en raison de son accessibilité à la population et de sa nature traditionnelle dans la structure alimentaire. Parmi la large gamme de produits de confiserie, la part des crackers est d'environ 20%. Actuellement, le problème du manque de fibres alimentaires, de vitamines, de macro- et microéléments dans l'alimentation des gens est très urgent (**Matveeva, 2016**). Dans les crackers salés fabriqués selon la technologie traditionnelle, il est habituel d'ajouter du fromage et du romarin, des oignons frits, des herbes de Provence et des graines de diverses plantes (lin, sésame et cumin), etc. Au cours du vingtième siècle, des biscuits sucrés commercialisés sous le nom d'« Indiens » sont apparus, avec l'ajout de miel et de sucre ainsi que de fruits secs et de noix, pour améliorer leur goût. (**Matveeva, 2016**).

La valeur énergétique de ces crackers est assez élevée, mais la composition en vitamines et minéraux est pauvre (**Kovaleva et al., 2019**).

1.7 Ingrédients des Crackers :

Les crackers sont préparés à partir d'un mélange de farine, d'eau, de sucre et de matière grasse, ces deux derniers ingrédients étant généralement ajoutés en petites quantités (**Kweon et al., 2013**). La fermentation de la pâte peut être obtenue par l'ajout de levure ou de levain avant la cuisson. Cependant, ce procédé prolonge le temps de fabrication et est peu utilisé dans l'industrie agroalimentaire. À l'échelle industrielle, lorsque la pâte doit lever, on privilégie principalement l'utilisation d'agents levants chimiques (**Miskelly, 2017**).

a. La farine :

La farine constitue l'ingrédient principal dans la fabrication des crackers, d'où l'importance cruciale de son choix. Une farine de blé tendre semble particulièrement adaptée, notamment si elle présente un gluten à haute résistance et une faible capacité de rétention d'eau. En effet, une capacité de rétention d'eau trop élevée pourrait nécessiter un allongement du temps ou une augmentation de la température de cuisson pour évacuer l'excès d'humidité, ce qui entraînerait un surcoût de production (**Kweon et al., 2013**). Par ailleurs, la farine joue un rôle structurant en assurant la cohésion des autres ingrédients grâce à la formation d'un réseau viscoélastique, ce qui permet d'agir sur la texture et la dureté du produit final (**Chavan et al., 2016**).

b. L'eau :

Les crackers contiennent généralement une faible quantité d'eau (**Slade *et al.*, 2006 ; Kweon *et al.*, 2013**). Celle-ci joue plusieurs rôles essentiels : elle permet de réguler la température de la pâte — l'eau ajoutée est généralement chaude —, de dissoudre certains ingrédients comme le sucre, et de favoriser la formation du réseau de gluten (**Slade *et al.*, 2006 ; Kweon *et al.*, 2013 ; Chavan *et al.*, 2013**). Lors de la cuisson à haute température, la pâte subit une expansion verticale, des bulles brunâtres apparaissent à la surface, et une perte significative d'humidité est observée (**Kweon *et al.*, 2013**).

c. La matière grasse :

Qu'elle soit d'origine animale ou végétale, la matière grasse a pour fonction d'enrober les particules de farine, limitant ainsi la formation du réseau de gluten. Cela contribue à obtenir une texture plus tendre et moins croustillante du cracker (**Chavan *et al.*, 2016**).

d. Le sel :

Le sel, ingrédient incontournable, intervient à plusieurs niveaux. Il renforce la saveur du produit, ralentit le processus de fermentation et accroît la résistance du gluten, contribuant ainsi à la texture finale (**Chavan *et al.*, 2016**).

e. Les agents levants :

L'ajout de bicarbonate de soude permet d'augmenter le pH de la pâte. Ce composé se décompose ensuite en carbonate de sodium et en dioxyde de carbone, entraînant la formation de bulles d'air à l'intérieur de la pâte (**Kweon *et al.*, 2013**).

f. Le sucre :

Les crackers peuvent contenir du sucre en faible proportion (généralement moins de 30 g pour 100 g d'eau). Le sucre est totalement dissous au moment du mélange, rendant sa taille de particules sans impact sur la cuisson. Contrairement aux cookies, où une forte concentration de sucrose empêche une dissolution complète dès le mélange, le sucre dans les crackers ne dépend donc pas du temps de cuisson (**Slade *et al.*, 2006 ; Kweon *et al.*, 2013**). Enfin, une faible quantité de sucre peut également améliorer la formation du réseau de gluten, ce qui renforce la ténacité de la pâte, un facteur important dans la qualité finale des crackers (**Slade *et Levine*, 2006 ; Kweon *et al.*, 2013**).

1.8 La pâte biscuitière

La pâte biscuitière constitue l'étape intermédiaire essentielle entre la farine et le biscuit final, et sa qualité influence directement la réussite industrielle du produit. La rhéologie de la pâte joue un rôle clé dans la fabrication des biscuits, car une pâte trop ferme ou trop molle peut entraîner des difficultés lors de son traitement sur les équipements de production, compromettant ainsi la qualité du produit fini (**Manohar et Rao, 2002**).

Pour obtenir des pâtes biscuitières de bonne qualité, il est crucial de maîtriser chaque étape du processus de fabrication, notamment la formulation, le pétrissage, le laminage et la cuisson. La capacité de la pâte à être correctement manipulée après le pétrissage conditionne la découpe des biscuits et leur acheminement jusqu'au four (**Assifaoui, 2006**).

1.9 L'impact de la farine complète

L'utilisation de farine complète a été envisagée pour son apport en fibres, mais elle présente certains inconvénients. Contrairement à la farine blanche, la farine complète contient des arabinoxylanes, issus de l'épicarpe du son de blé. Ces composés ont une forte capacité d'absorption d'eau, ce qui modifie la composition de la pâte. En effet, une partie de l'eau absorbée par les arabinoxylanes n'est plus disponible pour la formation du réseau de gluten, élément essentiel dans la structure des crackers. En conséquence, la rétention des gaz durant la cuisson est réduite, entraînant une diminution du volume du cracker. De plus, la faiblesse du réseau de gluten affecte la texture du produit final, le rendant plus fragile et moins croquant (**Li et al., 2014**).

Par ailleurs, l'arabinoxylane est également le principal polysaccharide non cellulosique présent dans la drêche de brasserie (**Mussatto et Roberto, 2005 ; Rachwał et al., 2020**). L'ajout de cette dernière pourrait accentuer ces effets négatifs, en modifiant davantage la structure et les propriétés rhéologiques de la pâte à crackers.

1.10 Procédé de Fabrication des Crackers dans l'industrie agroalimentaire :

Selon (**Chavan et al, 2016**) le développement de crackers en laboratoire ne reflète pas toujours les conditions de production d'une industrie agroalimentaire. En effet, la fabrication à grande échelle nécessite une optimisation des procédés, une organisation rigoureuse et un matériel adapté. Cette section explore les équipements et techniques utilisés dans une petite entreprise agroalimentaire, ainsi que les possibilités d'expansion pour une production industrielle de plus grande envergure.

1.10.1 Ligne de production des crackers

La fabrication des crackers suit plusieurs étapes clés :

a. Pesée des ingrédients :

La première étape consiste à mesurer les différents ingrédients. Pour les petites productions, cette opération peut être réalisée manuellement. Cependant, pour des rendements plus élevés ou une production en continu, l'utilisation de doseurs automatiques permet d'optimiser la précision et d'améliorer l'efficacité du processus (Chavan *et al.*, 2016).

b. Mélange des ingrédients

Une fois les ingrédients pesés, ils sont mélangés afin d'obtenir une pâte homogène. Selon l'échelle de production, différents types de mixeurs peuvent être utilisés :

- Mixeur vertical : couramment employé dans les petites structures en raison de sa compacité et de sa facilité d'utilisation (Chavan *et al.*, 2016).
- Mixeur horizontal à grande vitesse : plus adapté aux volumes importants, il assure un mélange rapide et uniforme des ingrédients (Chavan *et al.*, 2016).

Ces équipements et procédés constituent la base d'une production artisanale ou semi-industrielle, mais peuvent être ajustés et automatisés pour s'adapter à une fabrication à grande échelle.

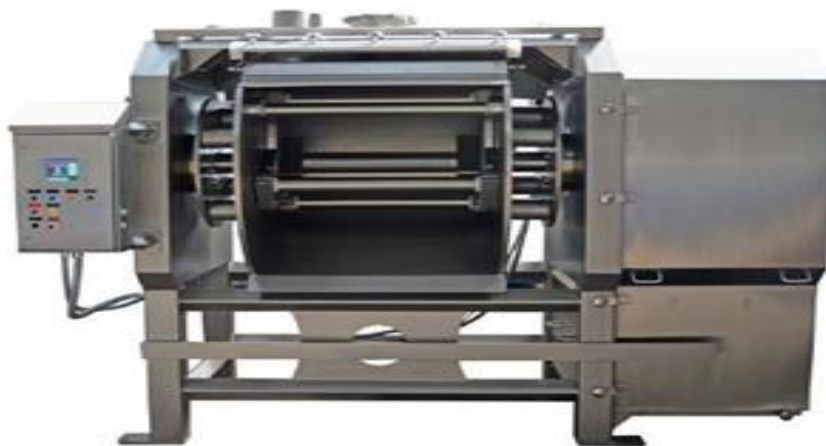


Figure 4 : Mélangeur horizontal (Mélangeur horizontal à cadre ouvert avec rouleaux arbre) (Chavan *et al.* 2016)

Après le mélange des ingrédients, vient l'étape de formation des crackers, qui varie en fonction du niveau de production. Pour les petites productions (start-ups, artisanat), cette étape peut être réalisée manuellement à l'aide d'un laminoir manuel ou électrique, suivi de l'utilisation

d'emporte-pièces pour donner aux crackers leur forme finale. Pour des volumes plus importants, deux procédés industriels sont envisageables : Système "laminage-jaugeage-découpage" :

Ce processus débute par un laminage automatique effectué avec un laminoir à trois rouleaux (Chavan *et al.*, 2016).

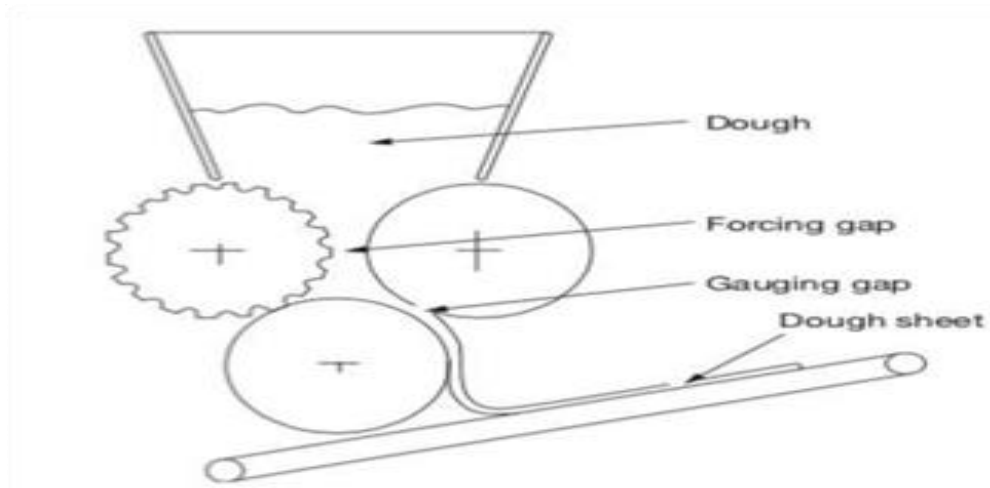


Figure 5 : Laminage à trois rouleaux (Chavan *et al.*, 2016)

Ensuite, une étape de jaugeage permet d'affiner l'épaisseur de la pâte.

Enfin, la découpe est réalisée pour obtenir la forme souhaitée des crackers.

c. Système de moulage rotatif :

Cette technique permet de former les crackers en une seule étape grâce à un rouleau gravé qui imprime directement la forme et la texture sur la pâte. Elle est particulièrement adaptée aux grandes productions, car elle assure une cadence élevée et une uniformité parfaite des produits finis (Chavan *et al*, 2016).

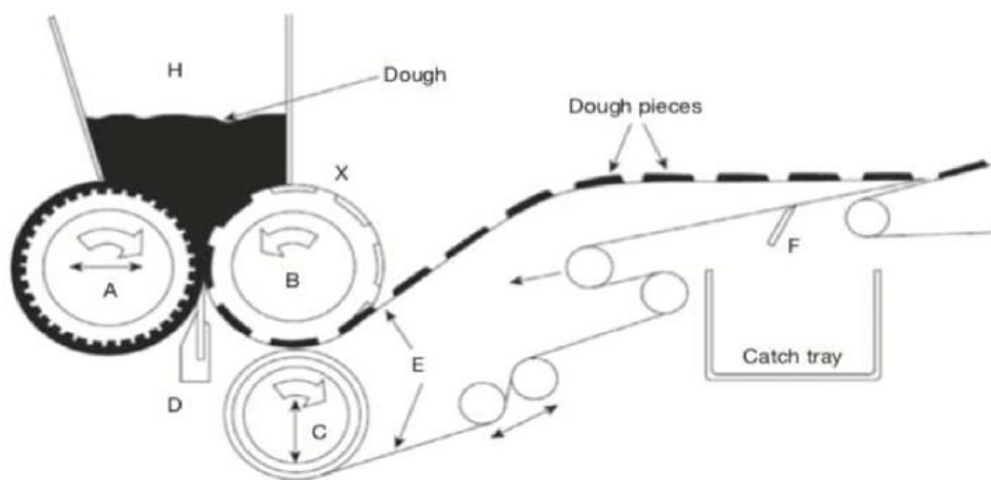


Figure 6 : Système de moulage rotatif avec A) rouleau de forçage, B) rouleau de montage, C) rouleau d'extraction, D) lame, E) revêtement en caoutchouc et bande d'extraction, et F) lame de nettoyage (Chavan *et al.*, 2011).

Une fois les crackers formés, ils passent à l'étape de cuisson, dont le mode varie en fonction de la taille de l'entreprise :

- Dans les petites entreprises, la cuisson se fait généralement dans des fours statiques, adaptés aux faibles volumes de production.
- Dans les grandes structures industrielles, on utilise des fours à tapis roulant, dont la longueur peut varier de 30 à 150 mètres, assurant une cuisson continue et homogène des crackers (Chavan *et al*, 2016).
- Après la cuisson, les crackers sont refroidis à l'air libre sur un convoyeur, ce qui permet de stabiliser leur texture avant l'emballage.
- Enfin, la dernière étape du processus est le conditionnement, qui sera abordé dans la partie dédiée à l'emballage. (Chavan *et al*, 2016).

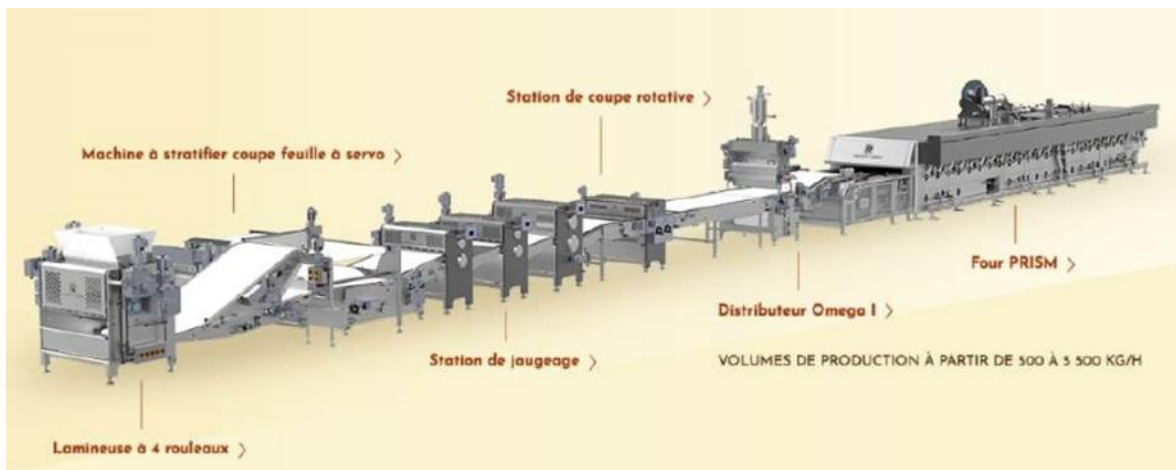


Figure 7 : Un exemple de ligne de production de « laminage-jaugeage-découpage » pour crackers à grande échelle (Chavan et al. 2016)

Chapitre 3 : Les graines

1. Introduction des graines

1.1 Importance des graines dans notre vie :

La graine est une structure essentielle des plantes à graines (spermatophytes), jouant un rôle clé dans la reproduction, la dissémination et la survie dans des conditions environnementales extrêmes. Sa diversité morphologique, liée aux stratégies de dispersion et de germination, est très grande. Elle se compose de trois éléments principaux : l'embryon, l'endosperme et l'enveloppe. La graine constitue une avancée évolutive majeure, offrant à l'embryon protection et nutriments, ce qui a permis aux plantes à graines de dominer les écosystèmes terrestres. On note un parallèle évolutif entre la graine et la reproduction vivipare chez les mammifères. Enfin, les graines sont cruciales pour l'alimentation humaine et animale, les céréales comme le blé et le riz étant parmi les plus importantes (**Johri et al., 1984**).

Les graines de légumineuses telles que les arachides, les haricots et le soja sont riches en protéines ou en glucides. Les graines sont aussi utilisées comme épices, condiments, et dans la production de boissons (café, chocolat, alcools forts), les extraits de graines étant utilisés comme médicaments, et les huiles alimentaires et industrielles extraites de graines comme celles du soja, de l'arachide, de la noix de coco, du tournesol, et du lin, entre autres (**Vaughan 1970**).

1.2 Classification des graines :

Le tableau ci-dessous présente différentes approches pour classer les graines il met en évidence les méthodes utilisées, les résultats obtenus et les références associées, offrant ainsi un aperçu des différentes stratégies employées dans ce domaine d'étude.

Tableau 4 : le mode de classification des graines (Martin, 1946 ; Ajaz et Hussain, 2015 ; Ghamari, 2012).

Thème	Contenu / Méthode	Résultats Conclusions	Références
Classification des graines selon Martin	Classification basée sur l'embryon, l'endosperme, et la taille. 10 types initiaux + graines "naines" (0,3–2 mm) et "micro" ($\leq 0,2$ mm)	La catégorie "naine" a été supprimée et "micro" remplacée par "indifférenciée". Inclusion de nouveaux types non intégrés auparavant.	Martin, 1946
Révision de la classification	Étude comparative des graines "naines" vs graines de petite taille non classées comme "naines"	Aucune différence constante entre les deux groupes. Révision de la clé de Martin justifiée.	Martin, 1946
Classification assistée par Weka	Utilisation de caractéristiques morphologiques de graines (surface, périmètre, etc.) avec les algorithmes de Weka (Function, Bayes, Meta, Lazy)	Multilayer Perceptron et Logistics ont donné la meilleure précision (95,2 % à 10 plis ; 97,6 % à 5 plis ; 99,5 % avec Training Set)	Ajaz et Hussain, 2015
Comparaison de réseaux neuronaux pour pois chiches	Réseaux de neurones supervisés (rétropropagation) vs non supervisés (carte auto-organisatrice), sur 400 échantillons de 4 variétés	Le réseau non supervisé offre de meilleures performances (79 % de précision contre 73 % pour le supervisé)	Ghamari, 2012

2. Les graines utilisées

2.1 Les graines de lin : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :

2.1.1 Valeurs nutritives :

La graine de lin (*Linum usitatissimum*) se distingue par sa richesse en protéines, matières grasses et fibres alimentaires, ce qui en fait un excellent allié pour une alimentation saine. En moyenne, les graines de lin cultivées au Canada renferment 41 % de lipides, 20 % de protéines et 28 % de fibres. Malgré leur petite taille, elles possèdent une valeur nutritionnelle remarquable, principalement grâce à trois composants clés l'acide alpha-linolénique (ALA), un acide gras oméga-3 représentant environ 20 % du poids sec, la lignine végétale

sécoisolaricirésinol di glucoside (SDG), présente à hauteur de 1 %, et les fibres solubles, qui constituent environ 6 % du poids sec. (**Adolphe *et al.*, 2010**).

2.1.2 L'effet thérapeutique :

Par ailleurs, les graines de lin joueraient un rôle protecteur contre les maladies cardiovasculaires et les syndromes métaboliques, en aidant à réduire le taux de lipides et de glucose sanguin, la pression artérielle, le stress oxydatif et l'inflammation. Cette efficacité est principalement attribuée à leur richesse en oméga-3 et en lignines, notamment le di glucoside de sécoisolaricirésinol, un phytoœstrogène aux propriétés antioxydantes (**Prasad, 2009 ; Goyal *et al.*, 2014**).

Leur forte teneur en fibres alimentaires favorise la satiété, ce qui les rend utiles dans les régimes amincissants. En outre, leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires pourraient contribuer à réduire le risque de certains cancers hormonosensibles, tels que ceux du sein, de l'endomètre, de l'ovaire et de la prostate (**Adolphe *et al.*, 2010 ; Goyal *et al.*, 2014**).

Les graines de lin présentent une teneur élevée en lignines, en particulier le di glucoside de sécoisolaricirésinol (SDG) (**Van den Driessche *et al.*, 2018**). Des essais cliniques ont mis en évidence leur effet préventif contre le cancer du sein, ainsi qu'une réduction de la croissance tumorale (**Parikh *et al.*, 2019**). Ces lignines, considérés comme des phytoœstrogènes, sont transformés par les bactéries du microbiote intestinal, ce qui en améliore la biodisponibilité. Une fois converti par divers processus (déméthylation, déshydroxylassions, déshydrogénation), le SDG devient de l'entérolactone, un entérolignane aux propriétés protectrices.

Des études épidémiologiques ont montré qu'une concentration élevée en entérolactone dans le plasma est associée à une meilleure survie chez les femmes ménopausées atteintes d'un cancer du sein, avec une réduction de la mortalité allant de 33 à 70 %. Ce potentiel protecteur pourrait également s'étendre à d'autres types de cancers, notamment ceux de la prostate, du côlon et du poumon (**Parikh *et al.*, 2019**). Les effets sont plus marqués lorsque les graines sont consommées moulues, avec un bénéfice observé dès 25 g par jour.

Par ailleurs, les graines de lin contiennent des composés cyanogénétiques tels que la linustatine et la néolinustatine, qui peuvent libérer de l'acide cyanhydrique sous l'action de la β -glucosidase intestinale. Toutefois, des quantités comprises entre 15 et 100 g ne génèrent pas de taux de cyanure dangereux pour l'organisme. La linatine, un composé de type antivitamine B6,

n'a pas montré d'effet avéré de carence chez l'humain (**Parikh et al., 2019**). Enfin, tout comme les graines de chanvre et de chia, celles de lin sont riches en phosphore, principalement sous forme d'acide phytique.

2.2 Les graines de chia : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique

2.2.1 valeurs nutritives :

La graine de chia contient environ 40 % de lipides, dont les deux tiers sont constitués d'acide α -linoléique, un acide gras oméga-3. Cela lui confère un rapport oméga-6/oméga-3 de 1 : 3, ce qui explique l'intérêt croissant pour cette graine. Elle renferme également environ 20 % de protéines, soit davantage que la plupart des céréales, avec une bonne teneur en lysine et en acides aminés soufrés (**Ullah et al., 2016**). En revanche, sa teneur en glucides est faible, autour de 7 à 8 %, et ceux-ci ne proviennent pas des fibres.

La graine de chia est également riche en fibres insolubles, à l'instar de la graine de chanvre. Très hydrophile, elle peut absorber entre 12 et 15 fois son volume en eau, formant ainsi un gel ou mucilage (**Din et al., 2021**). Toutefois, un cas a été rapporté où une personne a subi une obstruction de l'œsophage après avoir consommé une cuillère à café de graines de chia suivie d'un verre d'eau, soulignant la nécessité de prudence.

Côtés minéraux, la graine de chia est bien pourvue en phosphore, magnésium et calcium. Elle contient aussi 2,2 fois plus de fer que les épinards (**Ullah et al., 2016**). Cependant, la biodisponibilité de ces nutriments peut être réduite par la présence de fibres, d'acide phytique (à hauteur de 1 à 1,2 %, un taux comparable à celui des céréales complètes) et de composés phénoliques (représentant 8,8 % de la matière sèche), tels que les acides chlorogénique et caféique ou encore la quercétine, couramment présents dans les plantes (**Din et al., 2021**).

La mouture de la graine améliore l'absorption de ces composés, sauf en ce qui concerne le fer (**Melo et al., 2019**). Elle favorise également la biodisponibilité de l'acide α -linoléique : chez des femmes ménopausées, une modification des lipides plasmatiques n'a été observée qu'après consommation de farine de chia (**Jin et al., 2012**).

2.2.2 Effet thérapeutique :

Les graines de chia sont reconnues pour leurs nombreuses propriétés thérapeutiques. Riches en antioxydants tels que le kaempférol, l'acide caféique, la myricétine, l'acide chlorogénique et la quercétine, elles offrent des effets protecteurs contre les maladies hépatiques, cardiovasculaires,

le vieillissement prématuré et certains cancers. Leur haute teneur en fibres favorise une meilleure digestion et contribue à la régulation de la glycémie, ce qui est particulièrement bénéfique pour les personnes atteintes de diabète. Selon (Ullah *et al.*, 2016), les protéines sans gluten, les vitamines et les acides gras polyinsaturés (PUFA) présents dans les graines de chia jouent un rôle thérapeutique dans la gestion de l'hypertension, du diabète et des troubles lipidiques. Ces composants agissent également comme antioxydants, anticoagulants, anti-inflammatoires, anxiolytiques, antidépresseurs, laxatifs, analgésiques, et soutiennent le système immunitaire ainsi que la santé visuelle.

Les graines de chia possèdent de nombreux effets bénéfiques sur la santé. Elles sont riches en acides gras oméga-3 (EPA et ALA), qui favorisent la santé cardiovasculaire en régulant la fréquence cardiaque, en diminuant la pression artérielle et en réduisant les risques d'AVC et d'infarctus (Leaf et Kang, 1998 ; Pawlosky *et al.*, 2003 ; Vuksan *et al.*, 2010 ; Fernandez *et al.*, 2008b ; Alwosais *et al.*, 2021). Leur richesse en fibres permet également de stabiliser la glycémie, de réduire les triglycérides, le cholestérol LDL et d'améliorer la tolérance au glucose, notamment chez les personnes diabétiques (Ho *et al.*, 2013 ; Almri, 2019 ; Enes *et al.*, 2020). Sur le plan immunitaire, les graines de chia stimulent les réponses immunitaires sans provoquer d'effets indésirables, offrant une alternative mieux tolérée que les autres sources d'oméga-3 (Ayerza et Coates, 2005 ; Fernandez *et al.*, 2008b ; Parker *et al.*, 2018). Elles se distinguent également par leur forte activité antioxydante, capable d'inhiber l'oxydation enzymatique et de neutraliser les radicaux libres (Coelho *et al.*, 2015 ; Marineli *et al.*, 2015 ; Sargi *et al.*, 2013 ; Reyes-Caudillo *et al.*, 2008). Par ailleurs, leur consommation a montré des effets anti-obésité, avec une réduction de l'adiposité, de la stéatose hépatique et de l'inflammation grâce à l'amélioration du métabolisme lipidique (Poudyal *et al.*, 2012). Sur le plan digestif, elles améliorent la structure des villosités intestinales, favorisent un microbiote sain et optimisent l'absorption des nutriments (Mišta *et al.*, 2017 ; Pereira da Silva *et al.*, 2019). Enfin, des études ont montré que les peptides extraits de chia pourraient ralentir le vieillissement cutané en inhibant certaines enzymes responsables de la dégradation de la peau (Aguilar-Toala et Liceaga, 2020).

2.3 Les graines de sésame : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :

2.3.1. Valeurs nutritives :

La graine de sésame contient des composés phénoliques particuliers, appelés lignines, principalement la sésamoline et la sésamine (Abbas *et al.*, 2022). Lors du grillage, la sésamoline se transforme en sésamol, un composé possédant une activité antioxydante accrue.

Les lignines du sésame sont également reconnues pour leurs effets antiprolifératifs, ainsi que pour leur action bénéfique sur les lipides sanguins et la pression artérielle, comme le rapportent plusieurs études (**Melo et al., 2021**). Toutefois, l'allergie au sésame touche environ 0,1 à 0,2 % de la population, avec un risque d'anaphylaxie potentiellement élevé dans les régions où cette graine est couramment consommée (**Adatia et al., 2017**).

Selon **Gawen (2022)**, les graines de sésame appartiennent à la famille des oléagineux et présentent une valeur énergétique relativement élevée, à l'instar d'autres graines de cette catégorie (voir Tableau 5). Toutefois, consommées en petites quantités, elles s'intègrent parfaitement dans une alimentation équilibrée.

Graines de sésame : teneur pour 100 g

Tableau 5: Valeur nutritionnelle des graines de sésame (**GAWEN, 2022**).

Protéines	17.7g
Glucides	9.3g
Fibres alimentaires	8g
Lipides	56,4g
Eau	4g

2.3.2 Effet thérapeutique :

L'huile et les graines de sésame présentent d'importantes propriétés fonctionnelles, nutritionnelles et thérapeutiques. Grâce à la présence de lignines comme la sésamine et la sésamoline, ainsi qu'à des tocophérols, l'huile de sésame se distingue par sa grande stabilité oxydative et sa résistance à la chaleur (**Chau et al., 2021 ; Xiao et al., 2021 ; Liu et al., 2020**). En nutrition, les graines et sous-produits du sésame, notamment le tourteau et la farine, sont riches en protéines, en peptides bioactifs et en composés antioxydants, ce qui les rend adaptés à l'élaboration d'en-cas sains, de biscuits enrichis et d'aliments fonctionnels (**Görgüç et al., 2019 ; Aloba, 2001 ; Agu et al., 2014**). Leur richesse en lignines leur confère également des propriétés nutraceutiques, notamment antioxydantes, hypocholestérolémiantes, anticancéreuses, anti-inflammatoires et cardioprotectrices (**Elleuch et al., 2011 ; Soleymani et al., 2020 ; Mohammed et al., 2019**). En médecine traditionnelle et moderne, l'huile et les extraits de sésame sont utilisés pour traiter diverses affections : stéatose hépatique, troubles

dermatologiques, troubles métaboliques, et même en prévention des dommages cérébrovasculaires (Rohilla et Bhatt, 2018 ; Sharma *et al.*, 2020 ; Farbood *et al.*, 2019). Enfin, les applications non alimentaires du sésame, notamment en cosmétique et en pharmacie, tirent parti de ses propriétés antiseptiques et antioxydantes (Namiki, 2007 ; Yadav, 2020).

2.4. Les graines pavots : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :

2.4.1 Valeur nutritive :

Une variété blanche des graines contenait 40 % d'huile brute et 27 % de protéines ($N \times 6,25$), tandis qu'une variété bleue contenait 33 % d'huile et 21 % de protéines. La composition en acides aminés des deux variétés était similaire, avec des scores chimiques de 60 et 66, respectivement (Eklund *et al.*, 1975). Un tourteau a été préparé par pression hydraulique à température ambiante. Le rapport d'efficacité protéique de ce tourteau chez les rats était de 2,34. Un concentré de protéines a été préparé à partir du tourteau de pavot par extraction à l'eau alcaline suivie de la précipitation isoélectrique des protéines. Le précipité lyophilisé contenait 70 % de protéines et 18 % de graisses. La lysine disponible était l'acide aminé limitant dans le concentré de protéines (Eklund *et al.*, 1975).

2.4.2 Effet thérapeutique :

Les graines de pavot sont riches sur le plan nutritionnel, notamment en minéraux essentiels tels que le calcium, le fer, le magnésium, le phosphore et le potassium. Utilisées entières, elles servent d'épices en cuisine ou d'éléments décoratifs. Réduites en pâte, elles font office d'hydratant pour la peau. Quant à l'huile extraite des graines de pavot, elle possède de nombreuses applications culinaires, industrielles et médicinales. L'huile de pavot iodée est particulièrement bien absorbée par les cellules du carcinome hépatocellulaire (CHC), une propriété exploitée en chimiothérapie ainsi que dans la fabrication d'émulsions, de peintures, de vernis et de savons. Elle est également utilisée pour traiter la diarrhée, la dysenterie et les brûlures (Hall et Soskice, 2001).

Les graines de pavot contiennent aussi du magnésium, du zinc, du manganèse, du potassium, du calcium, du cuivre et du fer. Le cuivre favorise la production de globules rouges, le zinc agit comme cofacteur pour de nombreuses enzymes impliquées dans la croissance, le développement cellulaire et la synthèse de macromolécules biologiques essentielles. Le potassium aide à réguler la pression artérielle et le rythme cardiaque, tandis que le manganèse joue un rôle clé comme cofacteur d'enzymes antioxydantes, notamment la superoxyde dismutase (Sarathy *et al.*, 2008).

Le pavot, notamment par ses dérivés opioïdes, est reconnu pour ses puissants effets analgésiques, utilisés traditionnellement pour soulager une large gamme de douleurs, allant des céphalées et douleurs dentaires aux douleurs plus sévères liées à l'accouchement ou à des troubles rénaux, en bloquant la transmission des signaux douloureux (Sleigh, 2010). En plus de leur action contre la douleur, les opioïdes présentent un effet hypnotique notable, historiquement exploité sous forme d'alcool ou d'opium pour favoriser le sommeil, bien que cela soit aujourd'hui considéré comme un effet secondaire dans le développement pharmaceutique moderne (Heydari *et al.*, 2013). Des recherches ont également mis en évidence des effets neuroprotecteurs des graines de pavot, en particulier au niveau de l'hippocampe chez le rat lors d'épisodes d'ischémie cérébrale, et une capacité à atténuer les comportements de dépendance à la morphine chez la souris, en réduisant l'expression de la sensibilisation comportementale et la préférence conditionnée de lieu (Heydari *et al.*, 2013).

2.5 Les graines de citrouille : valeurs nutritives et l'effet thérapeutique :

2.5.1 Valeur nutritive :

Les propriétés physiques, la composition chimique et la proportion d'acides gras ont été déterminées par un chercheur et ses collègues. Ils ont constaté que les graines de citrouille contenaient 41,59 % d'huile, 25,4 % de protéines, 5,2 % d'humidité, 25,19 % de glucides, 5,34 % de fibres et 2,49 % de cendres totales, Les composés phénoliques totaux, les stérols totaux, les cires et les tocophérols totaux étaient respectivement de 66,25 mg d'acide gallique par kg d'huile, 1,86 %, 1,56 %, et 882,65 mg de tocophérol par kg d'huile (Ardabili *et al.*, 2011).

Les niveaux de tocophérol et de squalène ont également été mesurés. L'approche consiste en une hydrolyse acide et une extraction des lipides, observée au moyen d'une saponification alcaline, avant l'analyse par HPLC (chromatographie liquide haute performance). Le bêta-sitostérol est le phytostérol principal identifié, allant jusqu'à 24,90 mg pour 100 g de graines de citrouille (voir tableau 6). Le squalène est également remarquable, avec une quantité de 89 mg pour 100 g, et la teneur totale en matières grasses des graines de citrouille atteint 42,30 % (Ryan *et al.*, 2007).

Kim et ses collègues ont mentionné que les acides gras (AG) présents dans les graines de citrouille sont : acide palmitique, acide oléique, acide linoléique et acide stéarique. Les graines de *Cucurbita moschata* et *Cucurbita pepo* contenaient nettement plus de γ -tocophérol que *Cucurbita maxima*, dont les graines étaient plus riches en β -carotène. Les graines de *Cucurbita pepo* contenaient également beaucoup plus de β -sitostérol que les autres types de citrouille.

Parmi 11 variétés de graines et de noix analysées pour leur valeur nutritionnelle, ce sont les graines de citrouille qui ont obtenu le score le plus élevé en teneur en fer, avec $95,85 \pm 33,01$ ppm (Kim *et al.*, 2012).

Les principaux composants bioactifs présents dans les différentes parties de la citrouille, notamment dans les graines et la pulpe, sont résumés dans un diagramme de flux ci-dessous, ainsi que les principaux procédés d'extraction des composants bioactifs (figure 8).

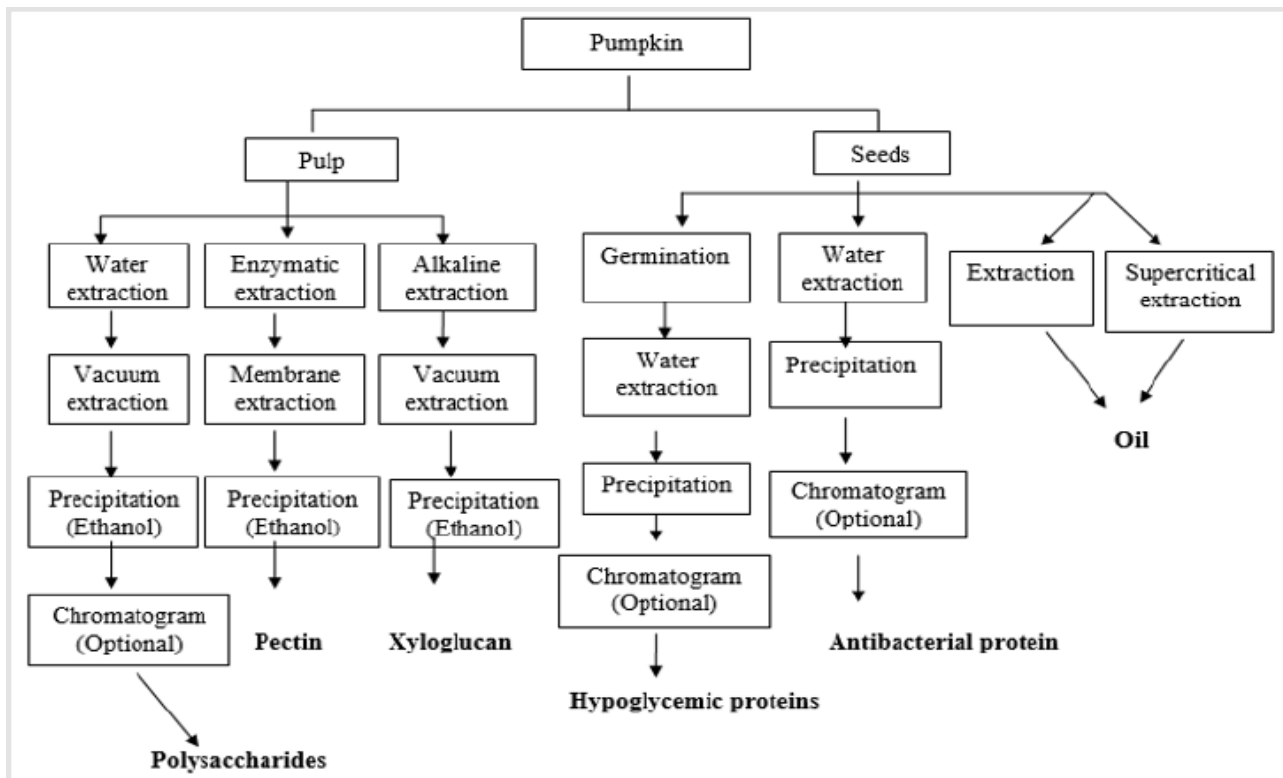


Figure 8 : Extraction des composants bioactifs à partir des graines et de la pulpe de citrouille (Syed *et al.*, 2019)

Tableau 6: Valeurs nutritionnelles des graines de citrouille pour 100 g (Syed et al., 2019)

Components	Nutritional Values	RDA Percentage
Carbohydrates	10.71 grams	8 Percent
Energy	559Kcal	28 Percent
Total Fats	49.05g	164 Percent
Protein	30.23g	54 Percent
Fiber	6g	16 Percent
Cholesterol	0mg	0 Percent
Micronutrients (Vitamins)		
B ₉ (Folic acid)	58 micro gram	15 Percent
B ₃ (Niacin)	4.8mg	31.0 Percent
B ₅	0.75mg	15.0 Percent

B ₆	0.14mg	11.0 Percent
B ₂	0.15mg	12 Percent
B ₁ (Thiamin)	0.272mg	23 Percent
Vit. C	0.272mg	3.0 Percent
Vit. A	16 IU	0.50 Percent
Vit. E	35.1mg	272 Percent
Major Minerals		
Na ⁺	7.0mg	0.5 Percent
K ⁺	809.0mg	17.0 Percent
Mineral Deposits		
C ⁺	46.0mg	4 1/2 Percent
Cu	1.43mg	148.0 Percent
Fe (Iron)	8.8mg	110.0 Percent
Mg	592mg	148 Percent
Mn	4.54 mg	195 Percent
P	1232mg	175 Percent
Se	9.40 micro gram	17.0 Percent
Zn	7.8mg	17.0 Percent
Phytochemicals		
Beta-Carotenoid	9 micro gram	---
Beta-Crypto Xanthin	1 micro gram	---
Lutein-Zeaxanthin	74 micro gram	---

2.5.2 Effet thérapeutique :

Les graines et l'huile de courge possèdent une activité antioxydante remarquable, attribuée à leur richesse en composés phénoliques tels que la vanilline, la lutéoline, le tyrosol ou encore l'acide sinapique, avec une capacité de réduction du radical DPPH atteignant 62 % (Andjelkovic *et al.*, 2010). Les protéines isolées de graines ont également montré une action antioxydante, hépatoprotectrice et anti-inflammatoire significative chez des rats soumis à divers stress oxydatifs (Nkosi *et al.*, 2006 ; El Boghdady, 2011). Les effets hypolipémiants de ces

graines ont été mis en évidence par la réduction des taux de cholestérol et de triglycérides, et l'amélioration du profil lipidique chez des rats nourris avec des mélanges incluant la courge (Makni *et al.*, 2008 ; Gossell-Williams *et al.*, 2011 ; Barakat et Mahmoud, 2011). Par ailleurs, l'huile de courge présente une action antimicrobienne contre plusieurs pathogènes (Hammer *et al.*, 1999) et des protéines antifongiques comme MAP11 et PR-1 ont été identifiées (Xie, 2004 ; Park *et al.*, 2010). Sur le plan cardiovasculaire, l'huile de courge exerce des effets hypotenseurs comparables à ceux de l'amlodipine (El Mosallamy *et al.*, 2012), tandis que ses propriétés anticancéreuses se manifestent notamment par l'inhibition de l'hyperplasie prostatique et la réduction du risque de cancer du sein post-ménopause (Gossell-Williams *et al.*, 2006 ; Hong *et al.*, 2009 ; Zaineddin *et al.*, 2012). Elle montre aussi une activité antidiabétique par réduction de la glycémie et amélioration du profil enzymatique hépatique (Makni *et al.*, 2010, 2011 ; Teugwa *et al.*, 2013). Enfin, une étude clinique a démontré son effet bénéfique contre l'oxalocrystallurie infantile, en réduisant la formation de cristaux urinaires (Vorant *et al.*, 1987 ; Zhou *et al.*, 2007).

Matériels et méthodes

1. Objectif de l'étude

- Concevoir des recettes innovantes des crackers en exploite diverse combinaison de graines et d'autres ingrédients.
- Adopter des analyses physico chimiques
- Evaluer l'acceptabilité des crackers par le consommateur
- Formuler un produit qui favorisant l'apport énergétique et la récupération.

2. Questionnaire

On a réalisé un questionnaire de 19 questions (**Voir l'annexe**)

3. Elaboration des recettes et optimisations des recettes

Les ingrédients de l'échantillon (crackers) :

Tableau 7: Les ingrédients de l'échantillon

Les ingrédients pour la recette 1 :	Les ingrédients pour la recette 2 :
160g farine d'avoine (sans gluten)	100g de fromage
Une cuillère de sésame	1 œuf
Une cuillère de graines de lin	6g de graines de chia
Une cuillère de graines de pavot	Graines de sésame
Une cuillère de graines de chia	60g de beurre
Une cuillère de graines de citrouille	16g de farine de pois chiche (sans gluten)
2cuillère d'huile d'olive	Farine d'avoine (sans gluten)
½ de la levure chimique	
Un peu d'eau	

4. Les étapes de fabrication

4.1 Recettes 01 :

On met une cuillère de graines de chia dans l'eau tiède et on le laisse 10 min jusqu'on obtenir un gel, puis on broie les graines dans un robot et en les ajoutes avec les 160g de farine d'avoine puis on ajoute la levure un peu de sel et un peu des herbes de Provinces pour aromatiser notre

cracker ensuite on va ajouter 2 cuillères d'huile d'olive et le gel de graines de chia, on mélange et on ajoute un peu d'eau jusqu'à obtenir une pâte

On étale la pâte en couche fine entre deux feuilles de papier sulfurisé avec un rouleau, puis on enlève délicatement la feuille de papier sulfurisé du dessus et on les coupe en des petits morceaux. On enfourne délicatement le sulfurisé avec la pâte finement étalée dans le four à 180°C pendant 30 minutes et les sort après et laisse refroidir puis conserve dans des boîtes hermétiques.

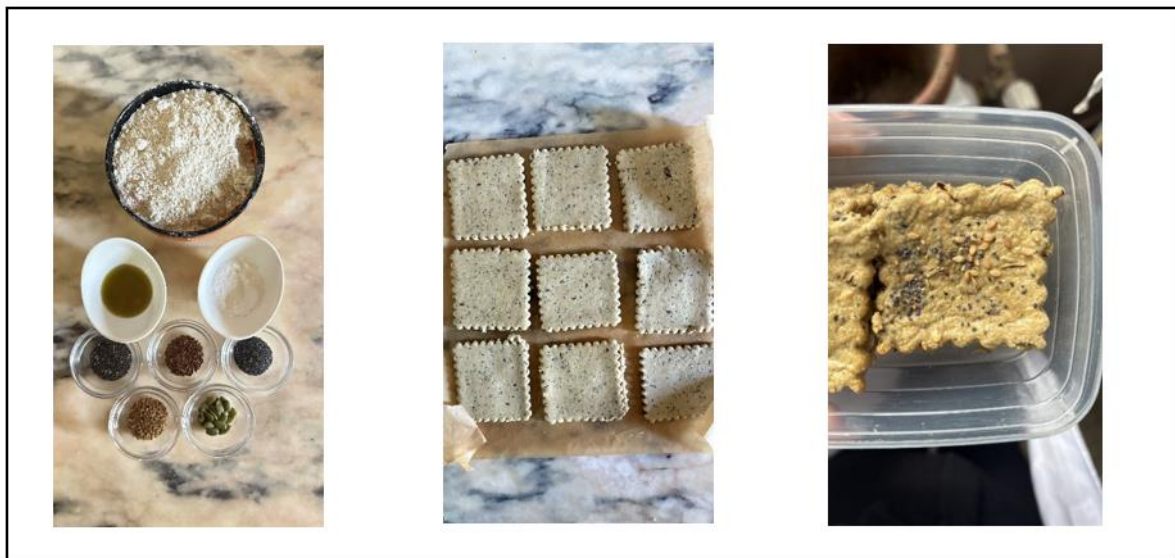


Figure 9: Préparation de Cracker N1 (Originale)

4.2.Recettes 02 :

On commence par mélanger du fromage râpé avec du beurre et des graines de chia, puis on ajoute un œuf et on bat bien le tout à l'aide d'un batteur jusqu'à ce que la préparation devienne homogène. On rajoute ensuite la farine des pois chiches, puis on ajoute progressivement de la farine d'avoine jusqu'à obtenir une pâte prête, on la place au réfrigérateur pendant un moment. Ensuite l'étale à l'aide d'un rouleau, on saupoudre la surface des graines de sésame, puis on la découpe en petit carrés. Enfin, on les dispose sur une plaque de cuisson et on les enfourne à 180°C jusqu'à ce qu'ils soient bien dorés.



Figure 10: préparation de cracker N2 (**Originale**)

5. Méthodes d'analyses physico- chimiques :

5.1. Calcul du taux d'humidité

L'évaluation du taux d'humidité des graines a été effectuée à l'aide d'une technique physique appelée méthode par étuvage (AOAC 950.01, 1990). Près de 2g de graines sont déshydratés par étuvage. À 103°C pendant 3 heures (jusqu'à atteindre une masse stable), puis rafraîchis pendant une heure au dessiccateur. On assimile alors la diminution de masse observée suite à cet étuvage à la quantité d'eau présente dans le produit. L'humidité est déterminée comme la moyenne des résultats de trois tests, exprimée en grammes d'eau pour 100 grammes de graines.

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = [(P2-P3) / (P2-P1)]$$

P1 : Masse en grammes du récipient de tare.

P2 : masse en grammes du (récipient de tare + échantillon) avant le processus de séchage.

P3 : masse en grammes du (vase de tare et échantillon) une fois séché.



Figure 11: L'étuve a 105 °C (Originale)

5.2. Dosages des sucres totaux :

Selon la méthode de Dubois *et al.*, (1956). La mesure des monosaccharides qui composent les polysaccharides nécessite la rupture de toutes les liaisons glycosidiques par le biais d'une hydrolyse acide, généralement réalisée avec l'acide sulfurique. L'analyse se fonde sur des méthodes colorimétrie, dont le principe repose sur la condensation par estérification d'un chromogène (phénol) avec les produits de déshydratation des pentoses, hexoses et acide uroniques. Dans des conditions de forte acidité et de chaleur, ces oses se déshydratent respectivement en dérivés du furfural, hydroxy-méthyl-furfural et en acide 5-formylfuroique. les chromophores génèrent des teintes jaune-orange absorbantes proportionnellement dans le spectre visible en fonction de la quantité de sucres présents (**Ruiz,2005**). la concentration en sucres et indiquée en $\mu\text{g} / \text{mL}$ (convertie en g/L) de α D + glucose, basée sur une courbe d'étalonnage. (**Annexe**)

a. Modes opératoires :

On ajoute 20mL d'acide sulfurique (0.5M) a 0.5 g de l'échantillon. Ensuite, l'ensemble est mis dans une étuve à 105°C pour une durée de 3 heures.

Le mélange contenu dans le bécher est ensuite transféré dans une fiole, et le volume est porté à 500 mL avec de l'eau distillée. Le résultat obtenu est alors filtré et stocker à 4°C. par la suite, des dilutions de 1/3 sont effectuées à partir de ces filtrat (trois testes). Nous avons délicatement versé 1mL de chaque échantillon, 1m de phénol a 5% et mL d'acide sulfurique (H_2SO_4) a 96%, dans des tubes en pyrex de diamètre 2 cm, une fois vortexés, les tubes ont été placés dans une

étuve a 100°C pendant 5 minutes, puis laissés dans l'obscurité pendant 30 minutes. La densité optique a ensuite été mesurée à une longueur d'onde de $\lambda = 490\text{nm}$.

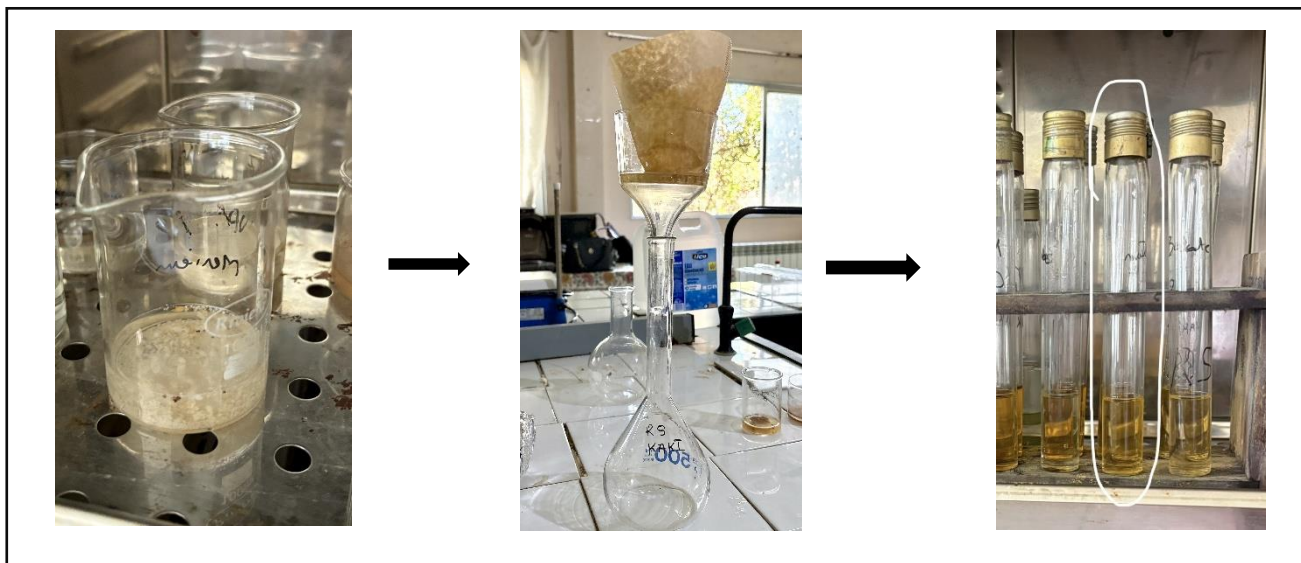


Figure 12 : dosage des sucre totaux (Originale)

b. Présentation des résultats :

Le calculs de la concentration de sucres totaux se fait à partir des densités optiques relevées sur l'échantillon examiné, en basant sur la courbe de calibrage.

5.3 Détermination de la teneur en fibres brutes (AOAC ,1993)

Cette analyse est effectuée en suivant la méthode de **Henneberg et Stohmann (1860)**, également connue sous le nom de méthode, weende, à l'aide d'un extracteur de fibres brutes FIWE-VELP SCIENTIFICA

a. Principe :

Une réaction avec l'hydroxyde de sodium permet de dissoudre les hémicelluloses, tandis que l'acide sulfurique décompose la cellulose, laissant derrière lui une lignine résiduelle en poudre brun-noir.

b. La méthode d'analyse suivante a été mise en œuvre :

- préparé les solutions d'acide sulfurique (H_2SO_4) ont 1,25%et d'hydroxyde de potassium (KOH)a 1,25%.

- environ 1g d'échantillon a été réduit en poudre et pesé avec une exactitude de 1mg (PO).
- les creusets renfermant l'échantillon ont été installés dans l'extracteur de fibres.
- on a ensuite introduit 150 mL d'acide sulfurique a 1,25 dans la colonne, après avoir préchauffé cette solution pour minimiser le temps repuis pour l'ébullition.
- suite à l'ajout de 3 à 5 gouttes de n-octanol (agent anti-moussant), nous avons permis au mélange de bouillir pendant précisément 30 minutes, comptées à partir du début de l'ébullition. L'évacuation de l'acide sulfurique a été effectuée.
- trois fois, les creusets ont été nettoyés avec 30 mL d'eau distillée chaude, en connectant l'air comprimé à chaque fois pour homogénéiser leur contenu.
- suite à la vidange du dernier de lavage, nous avons ajouté 150mLd'hydroxyde de potassium (KOH0) a 1,25 préalablement chauffé, ainsi que de 3a 5 gouttes d'agent anti-moussant(n-octanol). Par la suite, nous avons fait bouillir le tout pendant une demi-heure.
- après avoir éliminé la solution de KOH, le reste a été rincé 3 fois avec 30 mL d'eau distillée chaud, en mélangeant à chaque fois avec l'air comprimé pour agiter le contenu de creuset.
- le lavage final a été réalisé à l'aide d'eau distillée froide afin de refroidir les creusets, puis le contenu de ces derniers a été rincé 3 fois avec 25 mL d'acétone, en mélangeant chaque fois grâce de l'air comprimé
- une fois les creusets retirés, on a défini le poids à l'état sec après un séchage d'une heure dans un four à 105°C, ou jusqu'à atteindre un poids stable (P1). Ce poids correspond à la somme des fibres brutes et des cendres par apport aux poids initial.
- les creusets ont été positionnés dans un four a moufle a une température de 550°C pendant une durée de 3 heures, puis ils ont été repesés après avoir refroidi dans un dessiccateur. On tie le résidu qui reste dans les creusets (P2).
- l'écart de poids correspond au contenu en fibres brutes dépourvues de cendres par rapport à l'étape précédente.

c. Présentation des résultats :

La formule ci-dessous est utilisée pour le calcul de la teneur en fibres brutes :

$$\text{Fibres brutes (\%)} = (P1 - P2) / P0 \times 100$$

P0 : poids de l'échantillon a examiner.

P1 : poids des creusets et de l'échantillon avant incinération.

P2 : poids des creusets et de l'échantillon post-incinération.

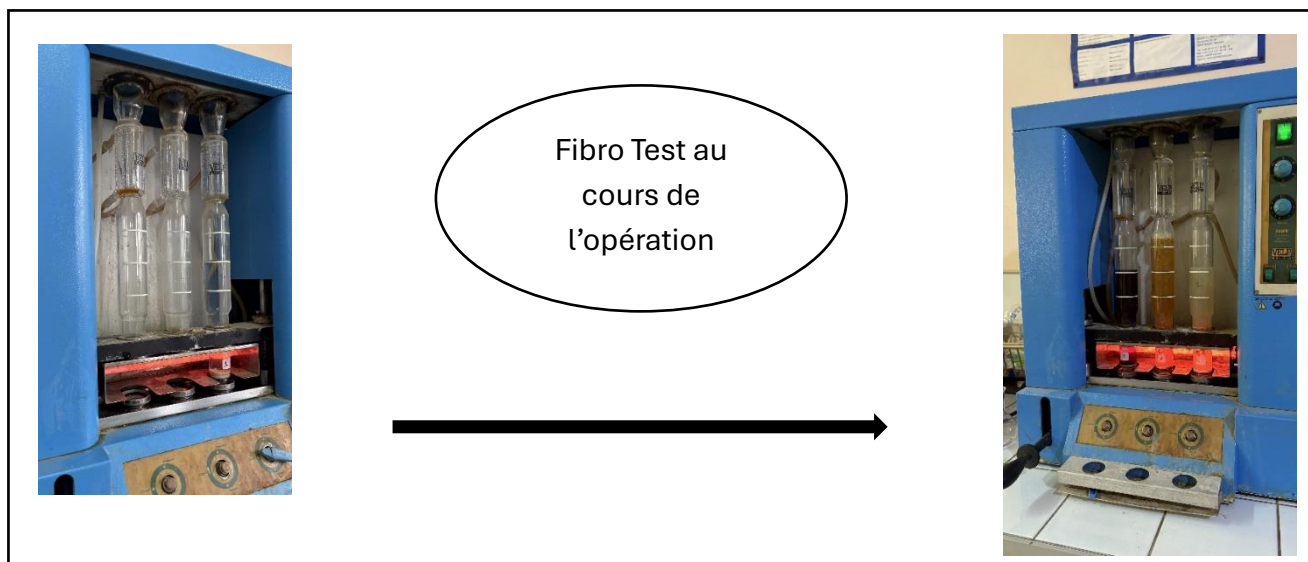


Figure 13 : Extracteur de fibres Fibro Teste (Originale)

5.4 Détermination de la teneur en cendres (Audigié *et al.*, 1980)

a. Principe :

Les cendres totales représentent le résidu minéral qui persiste après la combustion d'un échantillon renfermant des éléments organiques d'origine animal, végétale ou artificielle.

Cela implique une incinération dans un four a moufle, en utilisant des creusets en porcelaine, a une température de 750°C jusqu'à ce que les résidus deviennent blancs suite au refroidissement

b. Mode opératoire :

-nous avons effectué une pré-incinération des creusets en porcelaine à 300°C pendant 15 minutes. Une fois refroidis, les creusets ont été pesés sans contenu (P1), puis avec un échantillon de 1g (P2).

-l'ensemble a ensuite été placé dans un four a moufle réglé à 750°C jusqu'à ce que son contenu acquière une teinte grisâtre. Après refroidissement dans un dessiccateur, cette teinte devient purement blanchâtre.

-enfin, une dernière pesée des creusets (P3) a été effectuée.

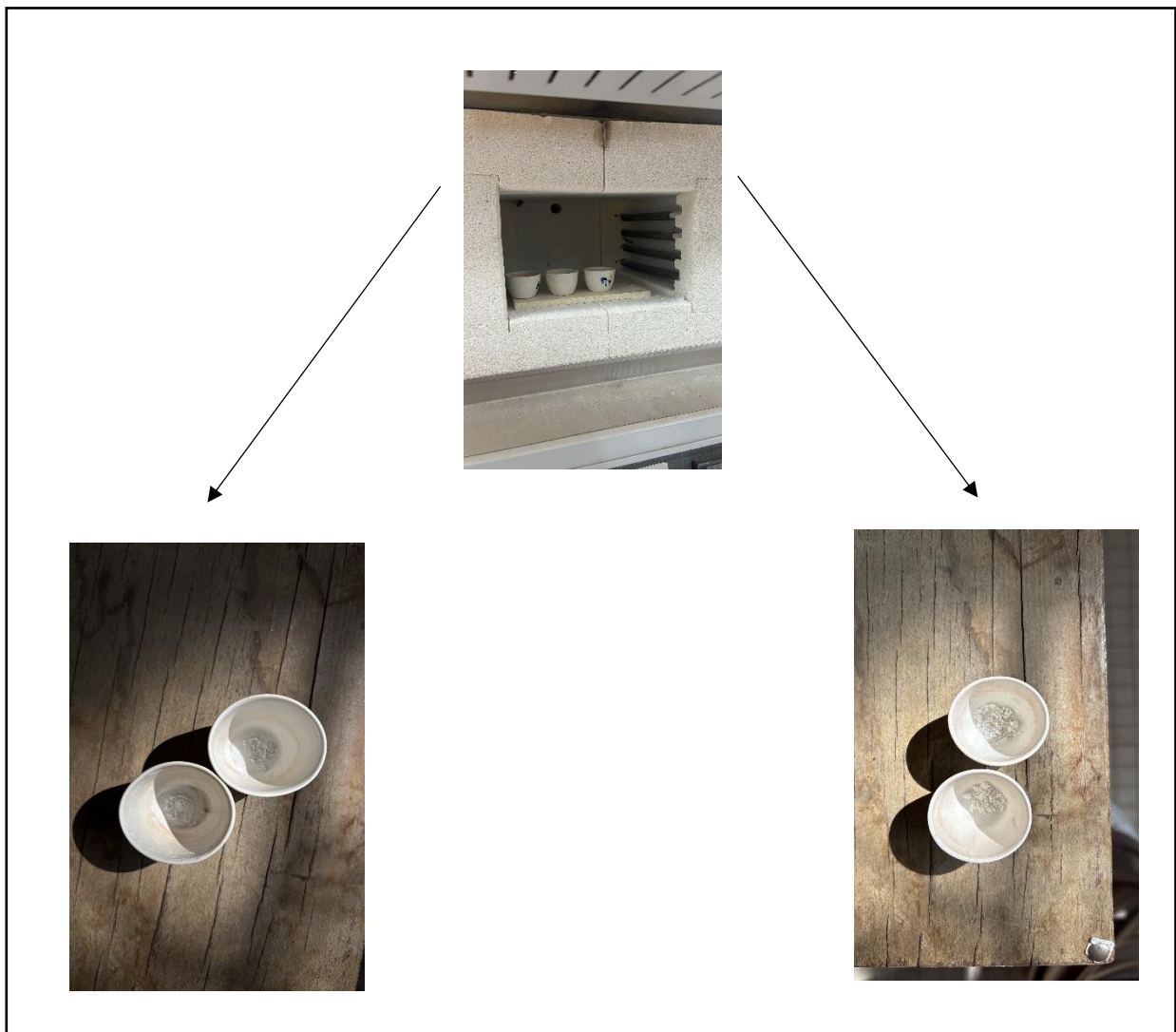


Figure 14 : teneur en cendres (Originale)

c. Présentation des résultats :

La formule suivante est utilisée pour exprimer les résultats :

$$\text{Pourcentage de cendres (\%)} = [(P2-P3) / (P2-P1)] * 100$$

Où :

P1 : poids du creuset lorsqu'il est vide.

P2 : masse du creuset et de l'échantillon avant leur combustion.

P3 : poids du creuset et de l'échantillon suite à l'incinération.

100 : pour indiquer le pourcentage.

6. Extractions sélectives

6.1 Evaluation du pouvoir antioxydant par la méthode du DPPH :

a. Principes :

Le DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) est quasiment le radical libre le plus stable qui soit. Dans une solution (comme le méthanol ou l'éthanol), le DPPH est distingué par sa couleur violette qui l'intensité est obtenue entre 515 et 517 nm. Lorsqu'un donneur d'hydrogène est présent, le DPPH se transforme en sa forme non radicalaire de couleur jaune pâle (forme d'hydrazine). Le passage de la première forme à la seconde est associé à une baisse de l'absorbance (DO), qui peut être exprimée en termes de pourcentage de réduction du DPPH.

Traditionnellement, on considère qu'une forte capacité à piéger (réduire) les radicaux libres correspondent à une activité antioxydant importante (Lee *et al.*, 2004).

b. Mode opératoire :

-on ajoute 50 µL de chaque solution méthanoïque des divers extraits (n-butanol et acétate d'éthyle pour l'extrait de flavonoïdes) à différentes concentrations, à 1950 µL d'une solution de DPPH dans le méthanol à une concentration de 0,0025g/100mL. Pour chaque solution, un échantillon témoin a été préparé en fonction de sa concentration.

-le contrôle négatif a été élaboré simultanément en combinant 50 µl de méthanol avec 1950 µL de la solution de DPPH employée.

-les tubes ont été placés dans l'obscurité pendant une demi-heure à température ambiante. la mesure des diverses concentrations a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 515nm (voir annexe).

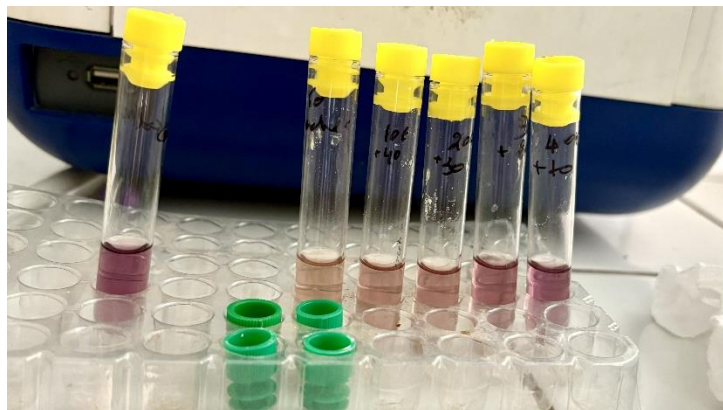


Figure 15 : pouvoir antioxydant par la méthode du DPPH (Originale)

c. Présentation des résultats :

On exprime les résultats suivant la formule ci-dessous (Yen et Duh, 1994) :

(%) Du DPPH= (DO contrôle (0) -DO échantillon (t)/DO contrôle (0)) x 100

(%) Du DPPH : proportion de diminution ou d'inhibition du DPPH.

Contrôle (DO) : mesure de densité optique a t= 0min.

Echantillon DO (t) : densité optique de l'antioxydant a t= 30 minutes.

Nous serons mesure de déduire graphiquement l'C50, qui est la concentration de l'antioxydant (l'extrait ou le composé) requise pour diminuer ou inhiber 50 % du DPPH, à partir de la variation du taux de réduction du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait phénolique on trace la courbe (voire l'annexe).

6.2 Dosage des phénols totaux (Brune et al. 1991) et (Blahova et al., 2004) :

a. Principe :

Cette quantification s'appuie sur la technique employant le réactif de Folin-Ciocaltau. Ce réactif se compose d'un mélange d'acide phosphomolybdique. Quand les phénols subissent une oxydation, ce réactif est un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène réduit. L'intensité de la teinte est en rapport direct avec la quantité de composés phénoliques oxydés,

La mesure de la coloration est effectuée au spectrophotomètre, en prenant l'acide gallique comme standard.

b. Mode opératoire :

La quantification des polyphénols se fait par colorimétrie de la manière suivante :

-Nous avons incorporé 2500 μL du réactif Folin, dix fois dilué, à 500 μL de l'extrait, suivi de l'ajout de 2000 μL de solution Na_2CO_3 à une concentration de 7.5%.

- Le mélange a été soigneusement remué puis placé en incubation à l'abri de la lumière pendant une heure à une température de 20°C ;

-L'absorbance des diverses concentrations a été mesurée par rapport à un témoin, à une longueur d'onde de 765 nm, en utilisant un spectrophotomètre.

-Une série d'étalonnage, visant à mesurer les absorbances des diverses concentrations d'acide gallique, a été mise en place de la manière suivante :

-Une solution mère contenant de l'acide gallique à une concentration de 0,3 mg/mL a été élaborée ;

-En utilisant cette solution mère, les dilutions filles suivantes ont été mises en place : 0,21 - 0,15 - 0,105 - 0,075 - 0,06 - 0,045 - 0,024 mg/mL. On a traité 500 μL de chaque dilution fille et de la solution mère en suivant le même processus mentionné précédemment pour l'échantillon.

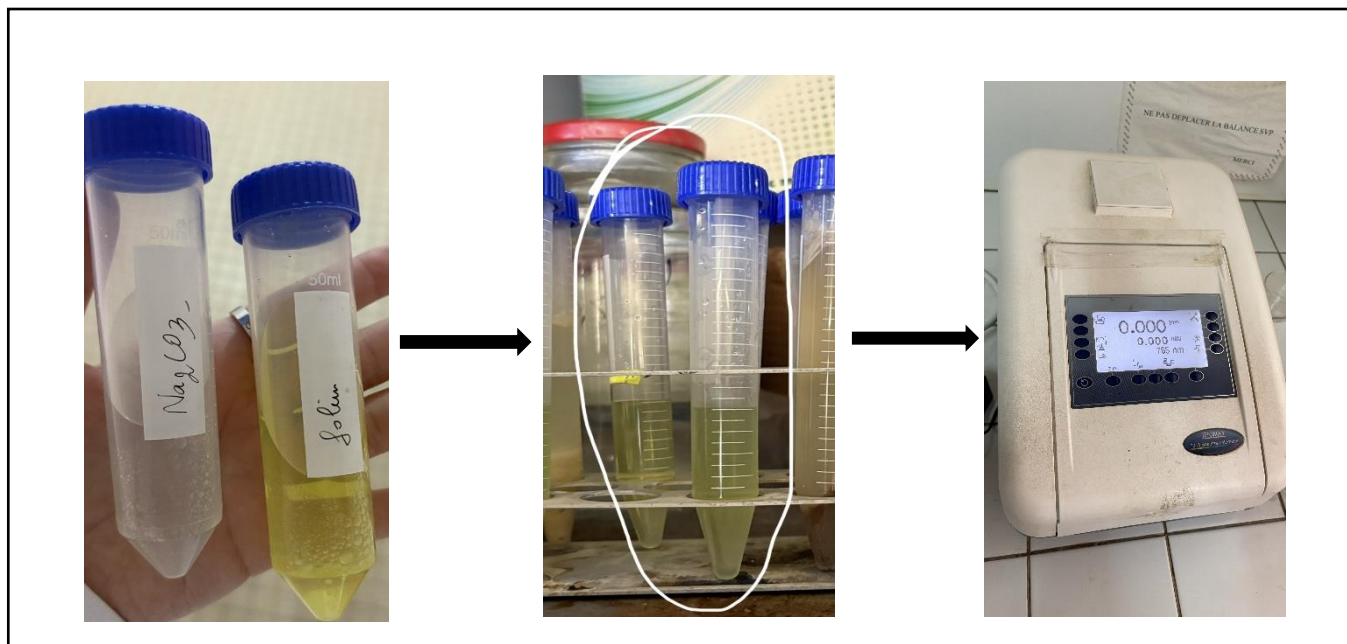


Figure 16: Le dosage des polyphénols totaux (**Originale**)

c. Présentation des résultats :

En utilisant les densités optiques mesurées, nous avons pu calculer la concentration en polyphénols de l'échantillon grâce à l'équation ci-dessous :

$$\text{Abs} = 8,5529 C + 0,0566$$

Abs : absorbance,

C : la concentration des phénols totaux rapportés à l'acide gallique en mg/mL.

Résultats et discussions

1. Résultats :

1.1 Résultats de questionnaire :

a. Question sociologique :

Quelle est votre âge ?

102 réponses

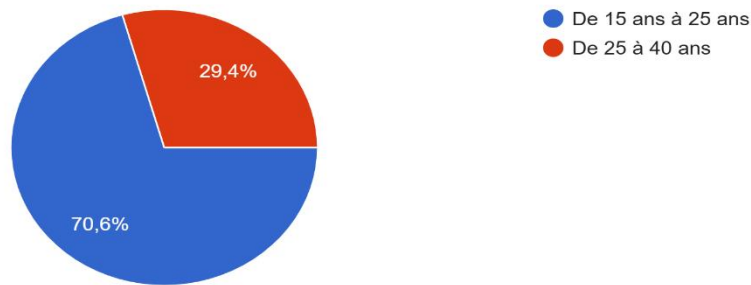


Figure 17: proportion relatives aux âges

La tranche d'âge la plus répandue est celle de 15ans a 25 ans avec un pourcentages de 70,6% puis la tranche de 25 ans a 40 ans avec un pourcentages de 29,4%.

Quelle est votre sexes?

102 réponses

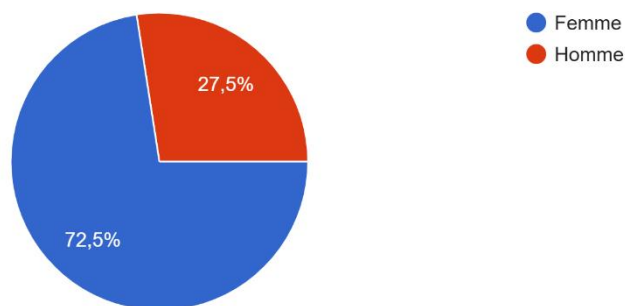


Figure 18: proportions relatives aux sexes

Notre population est composée de 72 femmes avec un pourcentage de 75,5% et 27 hommes avec un pourcentage de 27,5 %.

Quelles est votre niveau d'étude ?

102 réponses

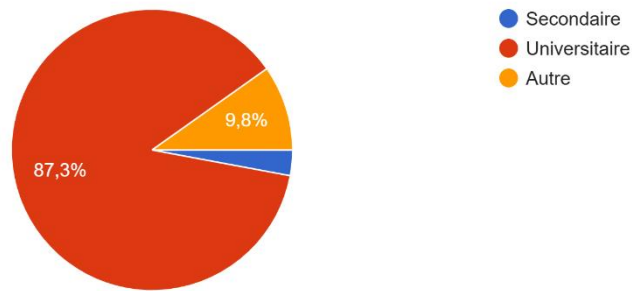


Figure 19: Proportion relative aux niveaux d'étude

Notre population est composée de 87,3% d'étudiants en université et 9,8% faire d'autre étude

Quelle votre ville ou région de résidence ?

102 réponses

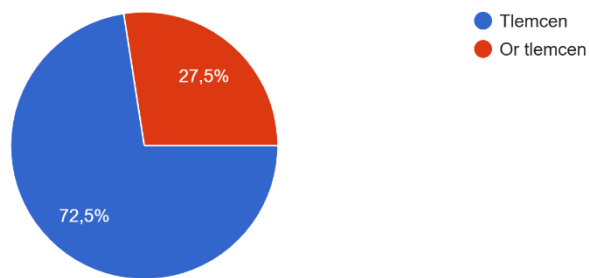


Figure 20: proportions relatives à la région

Notre population vit principalement à Tlemcen avec un pourcentage de 72,5% et 27,5% hors Tlemcen.

b. Questions sur la culture de consommateur :

Suivez vous un mode de vie sain (alimentation équilibré,activité physique 'ect)?

102 réponses

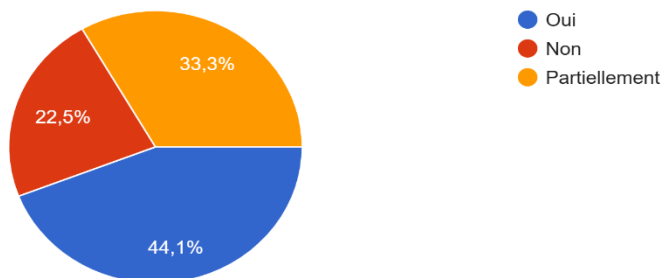


Figure 21: nombre de population qui suivi un mode de vie sain

44,1% de notre population suivis un mode de vie sain et 33,3% de notre population suive partiellement et enfin 22,5% ne suive aucun mode de vie

À quelle fréquence consommez vous des snacks ?

102 réponses

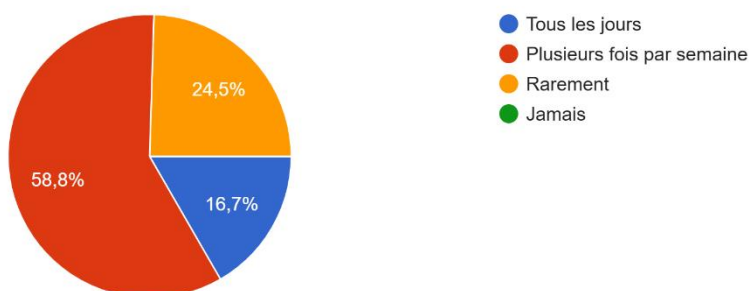


Figure 22: proportion sur la fréquence de consommation des snacks

58,8% de notre population consomme les snacks plusieurs fois par semaine puis 24,5% les consommez tous les jours. Enfin 16,7% qui consomme les snacks rarement.

Quelle type de snacks consommez vous le plus souvent ?

103 réponses

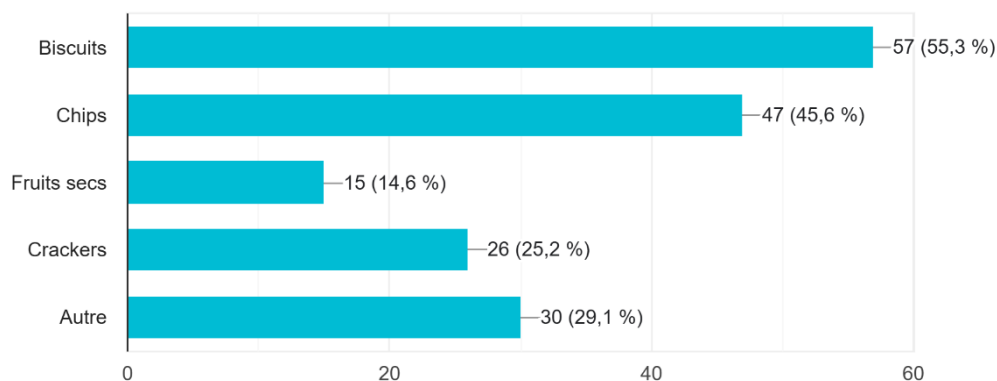


Figure 23: pourcentage des snacks les plus consommées

Nos populations ciblées consomment majoritairement les biscuits avec un pourcentage de 55,3%, ensuite les chips avec un pourcentage de 45,6% puis les crackers avec 25,5% et un faible pourcentage de fruits secs 14,6% et finalement 29,1% de notre population consomment autres snacks.

c. Question étude de marché :

Quelle est votre principale motivation pour choisir un produit sain?

103 réponses

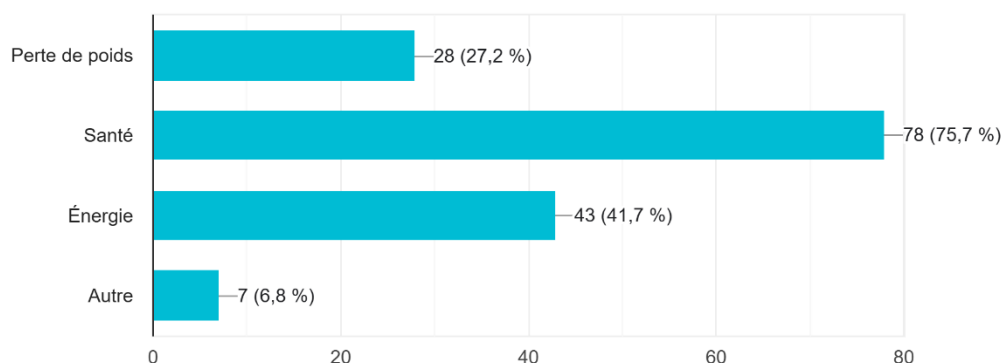


Figure 24: proportion de la principale motivation pour choisir un produit sain

La plupart de notre population choisie la santé avec un pourcentage de 75,7% et 41,7% qui veut l'énergie dans leur produits sains et enfin 27,2% veut la perte de poids.

Connaissez vous les crackers à la base des graines ?
103 réponses

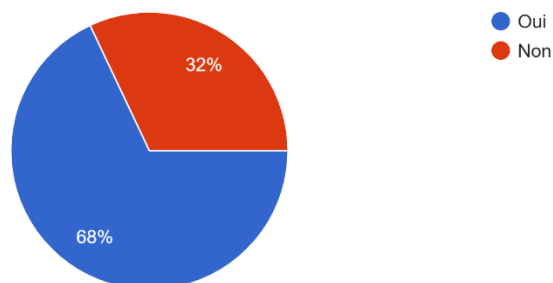


Figure 25: nombre de population qui connaissent les crackers à la base des graines

La plus parts de notre population connaissent ses crackers avec un pourcentage de 68% et 32% qui ne connaissent pas ses

Si oui, avez-vous déjà les consommez ?
103 réponses

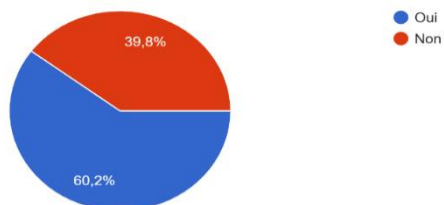


Figure 26: nombre de population qui consomment les cracks à la base des graines

La plupart des personnes consomment ses crackers avec un pourcentage de 60,2%

Quelle(s) type(s) de graines préférez-vous dans les produits alimentaires ?

103 réponses

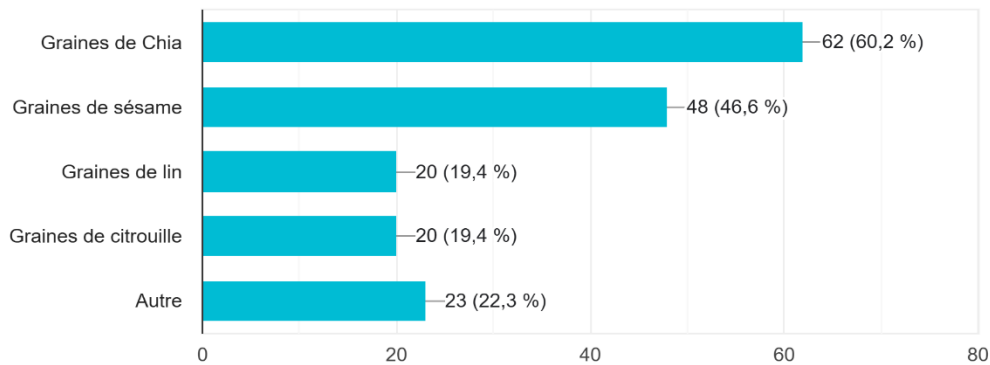


Figure 27: proportion des graines préférées dans les produits alimentaires

Ce graphe présente les résultats d’une enquête sur les préférences des consommateurs concernant les types de graines incorporées dans les produits alimentaire, les graines de chia sont les plus demandées avec un pourcentage de 60,2% après les graines de sésame avec un pourcentage de 46,4%, concernant les graines de lin et citrouille avec 19,4% et 22,3% préfèrent d’autres graines.

Pour vous un crackers idéale est.....

109 réponses

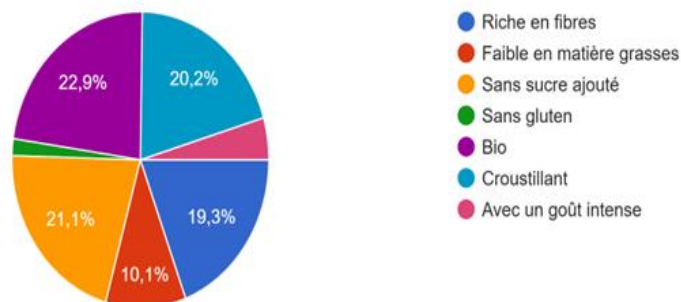


Figure 28: proportion sur les crackers édiées

Les préférences des consommateurs concernant les attributs clés qu'ils recherchent dans les crackers, la plupart des personnes préfère les crackers bio et croustillant avec un pourcentage de 21,4% puis les fibres et sans sucre ajouté avec 20,4% et enfin 9,7% de personnes les préfèrent sans matière grasses.

Serez vous intéressé à un nouveau produit de crackers à base des graines dans le marché ?

103 réponses

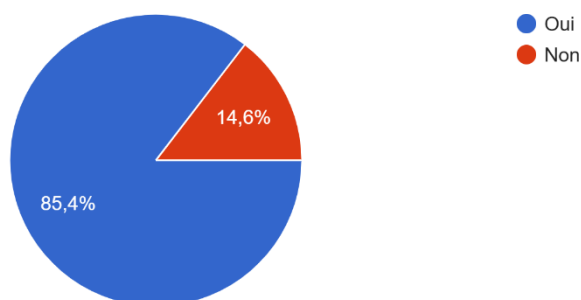


Figure 29 : nombre de population qui veut voir les crackers à la base de farines dans le marché

85,4% de notre population veut ses crackers dans le marché et 14,6% des personnes qui ne veulent pas voir les crackers la base des graines dans le marché.

Quelle importance accorder vous l'origine des ingrédients ?

103 réponses

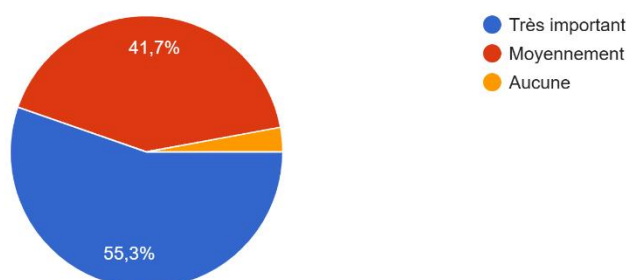


Figure 29: nombre de populations qui accordent l'importance de l'origine des ingrédients

55,3% de nos populations donnent l'importance à les ingrédients dans les produits alimentaires et 41,7% qui sont moyennement.

Quels ingrédients évitez-vous dans les crackers ?

La plupart des participants ont proposé d'éviter le sucre et les additifs chimiques, l'huile de palme, les arômes artificiels, les conservateurs et trop de sel.

Quel prix serez-vous prêt à payer pour 100g d'un cracker sain et naturel ?

Les interrogés ont proposé un prix de 100 da pour 100g des crackers sains et naturelles

d. Analyses sensorielles

Quelle texture préférez vous dans un crackers ?

103 réponses

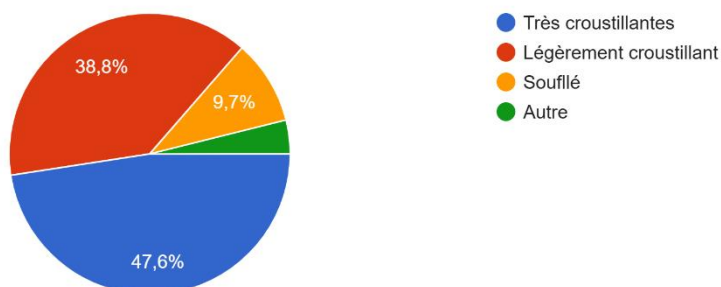


Figure 30: proportion pour la texture préférée dans les crackers

47,6% de notre population préfèrent la croustillance dans les crackers et 38,8% veulent qu'ils soient légèrement croustillants et 9,8% préfèrent la texture soufflée

Quelle goût préférez vous dans les crackers ?

103 réponses

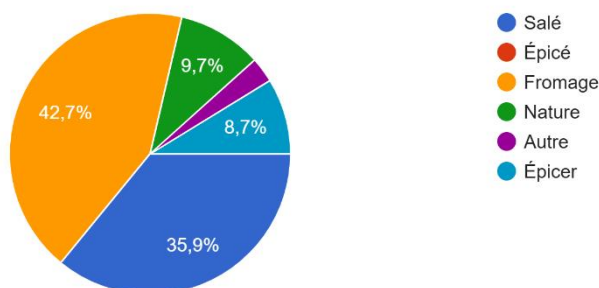


Figure 31: proportion de goût préféré dans les crackers

La plupart des participants préfèrent le goût fromagé avec un pourcentage de 42,7%

Et 35,9% veu qu'ils soient épicés et enfin un pourcentage de 9,7% et 8,7% qu'ils veulent les crackers nature et salé.

Quelle couleur préférez-vous dans les crackers ?

La plupart des participants veulent la couleur dorée.

Quelle votre opinion sur les produits alimentaires à la base des graines ?

Tous les participants ont adoré cette idée ils sont trouvés que les produits alimentaires à base de graines sont très bénéfiques pour la santé et ils sont riches en fibres en protéines et en bons lipides et en plus ils apportent de l'énergie et favorisent une alimentation équilibrée particulièrement leur dans côté naturel et nutritif.

1.2.Résultats et d'analyses physico chimique :

a. L'humidité :

La teneur en humidité a eu un impact significatif sur les composés aromatiques, l'intensité de la couleur ainsi que sur les caractéristiques sensorielles des graines de sésame (Yang et al. 2024).

L'analyse des teneurs en humidité des deux échantillons de crackers met en évidence une différence significative. Le premier échantillon, élaboré à partir d'un mélange de cinq graines présente un taux d'humidité de 4,96%. En revanche, le second échantillon, contenant uniquement des graines de chia et sésame affiche un taux d'humidité beaucoup plus élevé à

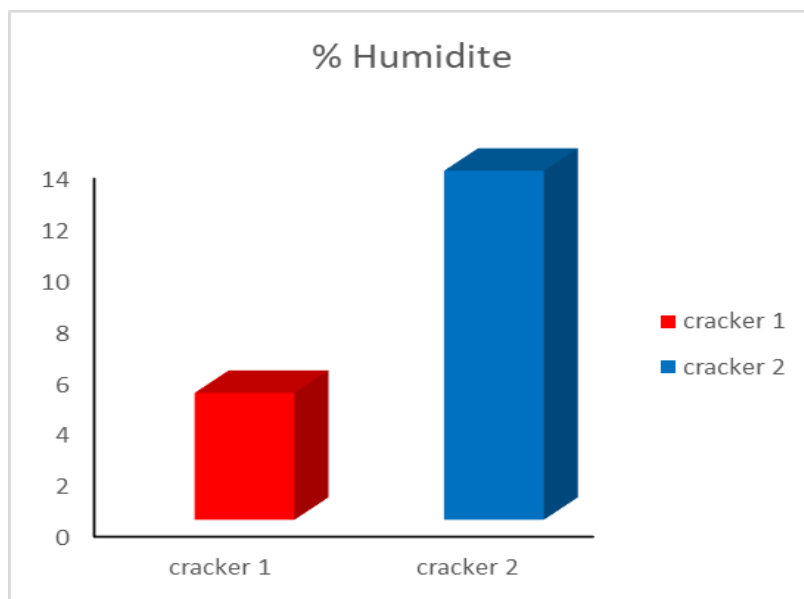


Figure 32: Résultats du taux d'humidité de crackers

13,64% comme il est montré dans la figure, cette variation peut s'expliquer par plusieurs facteurs liés à la composition et la formulation des crackers.

Comme on connaît les graines sont riches en teneur en eau surtout les graines de lin avec un taux de 6,8% (U.S. Department of Agriculture, 2019 ; Kajla et al. 2015)

Les graines de citrouilles et pavot présente la même teneur en eau avec un taux de 5,2% d'après l'étude de (Batool et al. 2022) et (ANSES, 2020) par contre les graines de chia sont un peu supérieures de celle ci avec un taux de 5,8% (Din et al. 2021)

Les graines de sésames présentent une faible teneur en eau estimé par 3,6% (ANSES, 2020 ; Melo et al. 2021) aussi (Kouighat et al. 2025) montrent que l'ensemble des génotypes de sésame a présenté une réduction de leur teneur en eau.

En comparaison avec l'étude de (Meriles et al, 2021), La teneur en humidité des crackers variait entre 3,90 % et 5,45 % (base sèche). Ses résultats rejoignent les mêmes qui sont trouvés dans le premier échantillon mais ils sont trop inférieurs par rapport au deuxième échantillon et ça revient à la formulation de crackers et les ingrédients utilisées.

b. Teneur de sucres totaux :

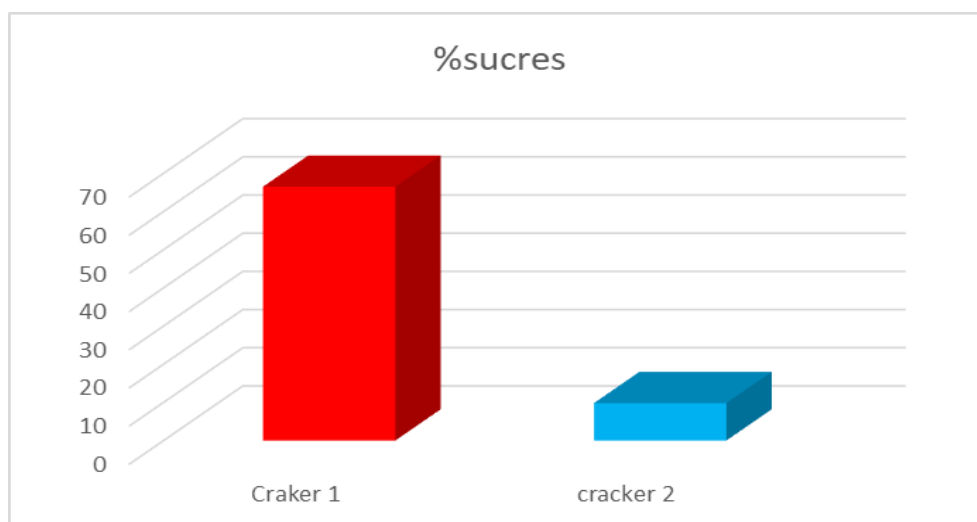


Figure 33: teneur en sucre des crackers

Les résultats obtenus concernant la teneur en sucres montrent un contraste marqué entre les deux formulations. Le premier échantillon présente une teneur en sucres de 66,48%, tandis que le deuxième échantillon contient 9,8% cette différence considérable liée à la composition des graines et le fromage utilisées, et ça montre que les graines utilisées dans le premier échantillon sont riches en sucre comme il était montré dans l'étude de (Din *et al.*, 2021), la teneur en glucide de graine de chia est entre 26 et 41% et les graines de pavot (ANSES, 2020) avec un pourcentage de 13,7% et les graines de lin (U.S. Department of Agriculture, 2019 ; Kajla *et al.*, 2015) avec 34,4% et en fin graines de citrouille avec 10,7% (Batool *et al.*, 2022). Les résultats du premier échantillon sont proches aux autres études à cause de l'incorporation de ces graines dans un seul cracker par contre le deuxième échantillon qui est composé seulement de graines de chia et graines de sésame présente une faible quantité de sucre avec un pourcentage de 4,5% (ANSES, 2020 ; Melo *et al.*, 2021). Une étude de (Rizki, 2017) a trouvé aussi que les graines de sésame sont pauvres en sucres par rapport aux autres graines, elle a trouvé une teneur de sucre (2,03 et 3,38% dans 100g de graines). Donc on peut dire que l'effet d'incorporation de plusieurs graines dans un produit alimentaire influence sur la teneur en sucre.

c. Teneur en fibre brutes :

Les fibres alimentaires présentes dans les aliments, en particulier dans les graines entières, constituent un élément essentiel en raison de leurs effets bénéfiques potentiels sur la santé. De nombreuses études ont montré que leur consommation contribue à réduire le risque de maladies coronariennes, de diabète de type 2, ainsi que de divers types de cancer (Reyes-Caudillo *et al.* 2008).

Le dosage de fibre brutes effectué sur les crackers à base des graines permis d'obtenir un taux important estimé à 7,29% pour le premier échantillon riche en graines et le deuxième échantillon on obtient un taux de 3,77%, la figure ci-dessous permet de comprendre bien ses résultats, cette différence s'explique par la diversité des graines utilisées comme il est montré dans l'étude de (Rizki, 2017) que les graines de sésame sont très riches en fibres alimentaires avec un taux de 17,55% à 20,84% donc on peut dire que les graines de sésame peuvent être considérées comme une source de fibres qui pourrait être utilisées dans la formulation alimentaire et aussi les graines de chia représentent un taux élevé de fibres estimé de 18% à 30% dans l'étude de (Kihal et Mokhtari, 2021).

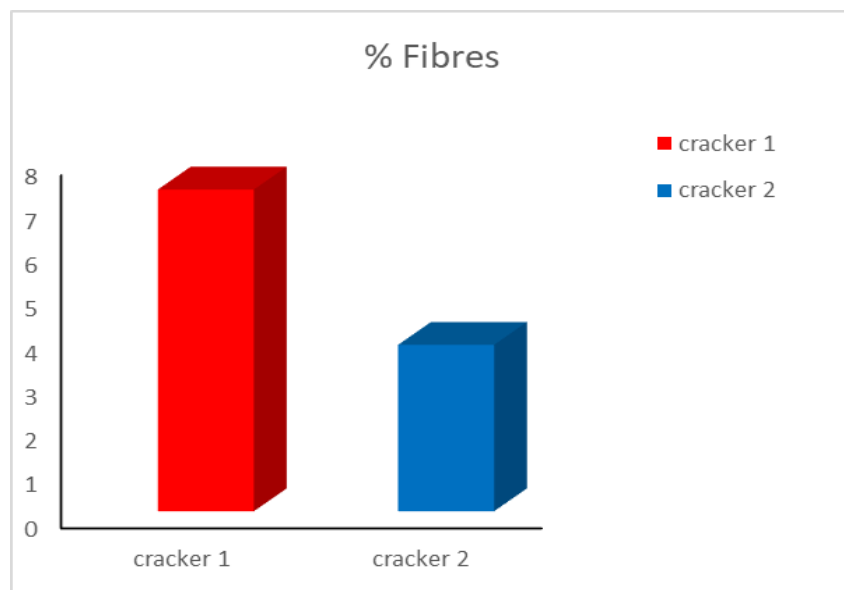


Figure 34: teneur en fibres des crackers

Pour les graines de pavot et les graines de lin sont aussi riche en fibres avec une teneur de 14,8% (ANSES, 2020), et 23,1% pour les graines de lin (U.S. Department of Agriculture, 2019 ; **Kajla et al., 2015**).

Pour les graines de citrouille présentent un faible taux de fibres d'après l'étude de (**Ježek et al. 2021**). Il est estimé de 3,50%, est le même taux trouvé dans l'étude de (**Batool et al., 2022**). Ces résultats sont supérieurs à notre résultat car nos graines sont incorporées avec eux dans un cracker et aussi l'influence de la cuisson. Mais les résultats indiquent que nos crackers riches en fibres:

d. La teneur en cendres :

La mesure de la teneur en cendres permet d'évaluer la qualité d'un échantillon, car seuls les faibles teneurs sont considérées comme acceptables pour la consommation humaine

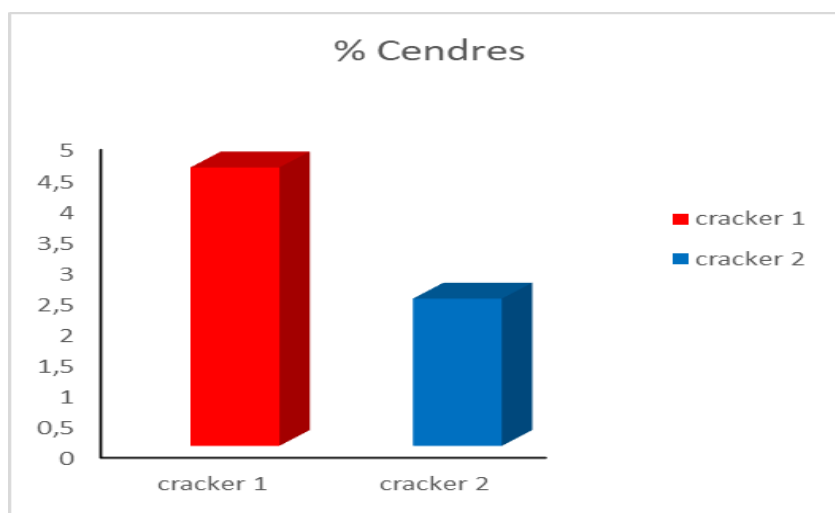


Figure 35: teneur en cendres des crackers

La figure en haut présente l'évaluation de la teneur en cendres nous a révélé un taux estimé à 4,52% pour le premier échantillon et ça indique qu'il est riche en minéraux et un taux de 2,39% pour le deuxième, cette différence revient aussi à la diversité des graines car le premier échantillon riche en graines que le deuxième. Dans l'étude de **(Fernandes *et al.*, 2017)** qui ont travaillé sur le mucilage de poudres de chia pour améliorer la fraction lipidique des pains et des gâteaux, ils ont trouvés le taux de cendres de graine de chia 4,93% et c'est la même pour l'étude de **(Din *et al.*, 2021)** et pour les graines de sésame, la teneur en cendre est estimé de 3,85% à 4,75% cette valeur est supérieur par rapport à l'étude de **(ANSES, 2020 ; Melo *et al.*, 2021)** car elle est estimé de 2% et par rapport aux graines de pavot, leurs teneur en cendres est évalué de 6,6% **(ANSES, 2020)** et les graines de lin estimées avec un pourcentage de 3,5% **(U.S. Department of Agriculture, 2019 ; Kajla *et al.*, 2015)**.

Les graines de citrouilles présentent une grande quantité de minéraux dans sa composition avec un taux de 9,43% d'après **(Ježek *et al.*, 2021)** mais cette valeur est supérieure aux résultats de **(Batoool *et al.*, 2022)** estimés avec 4,8%.

Ces résultats sont un peu supérieurs par rapport à notre résultat et ça pour l'influence d'incorporer les graines dans les produits alimentaire, la cuisson, le broyage et la chaleur. Donc on peut dire que plus les graines sont fraîches plus que la teneur en minéraux augmente.

e. Dosage de polyphénols totaux :

Les composés phénoliques suscitent un vif intérêt scientifique en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé (**Richard et al. 2001**). Les analyses effectuées ont révélé la présence de polyphénols totaux dans deux types de biscuits élaborés.

Les résultats obtenus pour les deux formulations de crackers montrent que l'échantillon composé de cinq types de graines présente une teneur en polyphénol légèrement supérieure 0,118 mg/ml à celle du cracker à deux graines (sésame et chia) qui affiche une concentration de 0,112 mg/ml, cette variation peut être attribuée à la diversité de matière première végétale des graines utilisées car la concentration de polyphénols varie selon le type de graine et leur condition de culture donc l'ajoute de graines comme le lin, le pavot et citrouille semble avoir enrichi le profil phénolique global du produit.

Comme il est montré dans l'étude de (**Rizki et al., 2014**) dans le Maroc sur la caractérisation physicochimique et la capacité antioxydante in vitro de 35 cultivars de sésame que la teneur en polyphénols de graine de sésame varie entre 0,187mg/ml pour 0,05g et 0,117pour 0,03g.

La teneur en polyphénols de graine de chia est estimée à 209,86mg/100g environ 2,10mg/ml de la matière sèche, la concentration en composés phénoliques des graines de chia provenant du Mexique se situait entre 88 et 92 mg pour 100 g environ 0,88 et 0,99mg/ml (**Reyes-Caudillo et al. 2008**). D'après l'étude de (**Drużyńska et al. 2021**) la teneur en polyphénol totaux de graine de chia incorporé dans un produit alimentaire comme le yaourt estimé par une valeur de 39mg/100g de matière sèche donc 0,39mg/l.

Pour la teneur en polyphénol du premier échantillon est élevé à cause de l'ajout plus les grains de lin qui présentent un taux de polyphénol 0,98mg/mL (**Brodowska et al., 2014**) et les graines de pavot avec une valeur varie entre 0,0003mg/ml et 0,0444mg/l (**Gevenkiris et al., 2011**). On constate que nos résultats sont proches avec les résultats des études travaillés sur les graines de sésame, par contre nos résultats sont supérieurs aux résultats trouvés dans les autres graines.

Des études ayant examinées l'enrichissement de crackers ou de biscuits avec des ingrédients riches en composés bioactifs (souvent issus de sous-produits de transformation) ont rapporté des teneurs en composés phénoliques totaux inférieures à 18 mg GAE/g (**Ajila et al. 2008 ; Ahmed & Abozed, 2015 ; Morales-Polanco et al. 2017**). Donc, on peut dire qu'il faut bien choisir la graine intégrait dans notre alimentation.

f. Etude d'activité anti oxydante :

Les résultats montrent que la valeur expérimentale de l'IC50 d'inhibition de deuxième cracker est (0,31 mg/ml) reste inférieure à celle du premier cracker (0,36 mg/ml), cela peut expliquer par des variations dans la composition phénolique, où la synergie des composés bioactifs présente dans les différentes graines utilisées. Donc on peut dire que le deuxième échantillon présente une activité antioxydante élevée que le premier.

Dans l'étude de (Rizki, 2017) sur les graines de sésame de deux régions ,elle a montré que l'activité antioxydant par la méthode de DPPH de graines de sésame $57,1 \pm 0,56 \mu\text{g}/\text{mg}$ environ $0,057\text{mg}/\text{ml}$ donc ça prouve que les graines de sésame présentent une activité antioxydant importante car elle contient des composés phénoliques particuliers, notamment des lignines tels que la sésamoline et la sésamine, Lors du processus de grillage, la sésamoline se transforme en sésamol, un composé présentant une activité antioxydant plus élevée (Abbas et al., 2022),aussi les graines de chia possède une activité antioxydant moyennement élever comme il montre dans l'étude de (Latreche et Boudali, 2024) ils ont trouvées une valeur de $59 \pm 18,25\text{mg}/\text{ml}$, et par rapport aux graines de lin présente une activité antioxydant moyennement élever d'après l'étude de (Mehidi et Kara,2021) ils ont trouvés une valeur de $0,05\text{g}/\text{ml}$, les autre graines comme pavot et citrouille présente une faible activité antioxydant donc une peut dire que les graines de sésame et chia et lin utilisées dans nos crackers sont riche en polyphénols cela montre que notre cracker présent a un pouvoir antioxydant important.

On remarque que nos résultats sont supérieurs en raison de mélanger plusieurs graines pour la formulation des crackers. Donc en peut dire que plus la diversité des graines plus l'activité antioxydant augmente.

Tableau 8: la teneur en polyphénol totaux et les valeurs IC 50 activité antioxydant des crackers par test DPPH

Echantillons	Polyphénol totaux	IC 50 Activité antioxydant (DPPH)
Cracker 1 (mg/ml)	0,118 mg/mL	0,36 mg/mL
Cracker 2 (mg/ml)	0,112 mg/mL	0,31 mg/mL

Comme il montre ce tableau que le deuxième cracker qui contient peu de graines présente une activité antioxydant élevée malgré la faible teneur en polyphénols par contre le premier cracker

riche en graines présente un taux de polyphénol élevée et une faible activité antioxydant , en effet l'efficacité antioxydant dépend non seulement de la quantité de polyphénols, mais aussi de leur nature chimique, de leur biodisponibilité et de présence d'autre composés antioxydants agissant en synergie, Ces résultats suggèrent que la formulation multi graines permet de maximiser l'effet antioxydant global.

Conclusion

Conclusion

Tout au long de ce travail, nous avons cherché à répondre à une problématique essentielle dans le contexte alimentaire actuel : comment concevoir des crackers enrichis en graines et en ingrédients naturels, qui soient à la fois nutritifs, sensoriellement appréciés et physico-chimiquement stables ? Cette question prend tout son sens dans un monde où les consommateurs sont de plus en plus attentifs à la qualité nutritionnelle, à la naturalité des produits et à leur impact sur la santé.

Pour y parvenir, nous avons adopté une démarche rigoureuse mêlant recherche bibliographique, formulation, analyses physico-chimiques et évaluations sensorielles. Deux formulations de crackers ont été développées. La première intègre un mélange de cinq graines (chia, pavot, courge, lin, sésame), tandis que la seconde est basée sur un duo de graines (chia et sésame), enrichie en fromage et complétée par de la farine d'avoine et une petite quantité de farine de pois chiche. Ces choix d'ingrédients visaient à optimiser à la fois le profil nutritionnel et les qualités organoleptiques des produits.

Les analyses physico-chimiques ont permis de caractériser les deux échantillons sur plusieurs critères clés : humidité, sucres, fibres, cendres, polyphénols, texture, et masse volumique. Elles ont révélé que le cracker multi-graines présentait un meilleur équilibre nutritionnel (notamment en fibres et en minéraux), tandis que le cracker chia-sésame-fromage se démarquait par une teneur plus élevée en polyphénols totaux, traduisant un profil antioxydant plus marqué. Les évaluations sensorielles ont, quant à elles, mis en évidence une bonne acceptabilité globale des deux recettes, avec une légère préférence pour la version multi-graines en raison de sa richesse en texture et en goût.

Ce mémoire met en évidence la faisabilité du développement de snacks fonctionnels, sains et savoureux à partir d'ingrédients simples et naturels comme les graines. Il montre que la valorisation de ces matières premières permet non seulement d'enrichir les produits en fibres, protéines et micronutriments, mais aussi d'en améliorer la texture et l'arôme sans recours à des additifs industriels.

Au-delà des résultats obtenus, ce travail ouvre de nombreuses perspectives. Il serait pertinent de prolonger cette recherche par des études sur la conservation à long terme, l'enrichissement ciblé en micronutriments essentiels (fer, calcium, zinc), ou encore l'adaptation des formulations à des régimes alimentaires spécifiques (sans gluten, faible teneur en sel, sans lactose, etc.). Il serait également intéressant d'élargir l'échantillon de population lors des tests sensoriels, en ciblant des groupes spécifiques comme les enfants, les seniors ou les sportifs afin d'adapter les recettes à leurs attentes particulières.

En conclusion, ce projet constitue une première étape solide vers la conception de crackers innovants, à la croisée du plaisir gustatif et de l'équilibre nutritionnel. Il reflète une volonté de repenser les produits de snacking en phase avec les besoins actuels des consommateurs, en alliant santé, naturalité, durabilité et satisfaction sensorielle.

Références bibliographiques

- [1] A. Kovaleva, E. Pyanikova, O. Evdokimova, A. Pavlova, E. Pavlova, Approbation of the cookie recipe with the addition of ingredients that increase nutritional value, E3S Web Conf. 613 (2025) 02010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202561302010>.
- [2] -A. E. Kovaleva, A. S. Ryazantseva, Development of the recipe for crackers enriched with vegetable raw materials, 157 (2019) [Google Scholar], (2019).
- [3] - A. Eklund, G. Ågren First published: 01 June 1975 <https://doi.org/10.1007/BF02672167>, (1975).
- [4] - A. Paoli, G. Tinsley, A. Bianco, T. Moro L'influence de la fréquence et du moment des repas sur la santé humaine : le rôle du jeûne Nutriments, 11 (4) (2019), p. 719, 10.3390/nu11040719, (2019).
- [5] - Abbas S, Sharif MK, Sibte-Abbas M, et al. Nutritional and therapeutic potential of sesame seeds. J Food Qual 2022;6163753., (2022).
- [6] - Abbas S, Sharif MK, Sibte-Abbas M, et al. Nutritional and therapeutic potential of sesame seeds. J Food Qual 2022;6163753., (2022).
- [7] - Achouri A. , Nail V. , et Boye JI , Isolat de protéines de sésame : fractionnement, structure secondaire et propriétés fonctionnelles , Food Research International . (2012) 46 , n° 1, 360 – 369 , <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.01.001>, 2-s2.0-84856568077., (2012).
- [8] - Adatia A, Clarke AE, Yanishevsky Y, Ben-Shoshan M. Sesame allergy: current perspectives. J Asthma Allergy 2017;10:141-51., (2017).
- [9] - Adolphe JL, et al. Br J Nutr 2010 ;103 :929-938. [file:///C:/Users/DELL/Downloads/HEAL.factsheet_NUTRIENT_FR%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/HEAL.factsheet_NUTRIENT_FR%20(1).pdf), (2010).
- [10] - Adolphe JL, Whiting SJ, Juurlink BH, Thorpe LU, Alcorn J., (2010). Health effects with consumption of the flax lignin secoisolariciresinoldiglucoside. Br J Nutr; 103:929–38., (2010).
- [11] -AFERO A (1998). Recommandations pour le diagnostic, la prévention et le traitement de l'obésité. Cah Nutr Diet 33 (Suppl 1)., (1998).
- [12] - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqual. 2020., (2020).
- [13] - Agu HO et Okoli NA, Évaluations physico-chimiques, sensorielles et microbiologiques de biscuits à base de blé améliorés avec des graines de sésame et du plantain non mûr, Food Sciences and Nutrition. (2014) 2, no. 5, 464 – 469, <https://doi.org/10.1002/fsn3.135>, 2-s2.0-85024910697., (2014).

- [14]
- Aguilar-Toala, J. E., & Liceaga, A. M. (2020). Identification of chia seed (*Salvia hispanica* L.) peptides with enzyme inhibition activity towards skin-aging enzymes. *Amino Acids*, 52(8), 1149–12. <https://doi.org/10.1007/s00726-020-02879-4>, (2020).
- [15]
- Ahmed, Z.S. & Abozed, S.S. (2015). Functional and antioxidant properties of novel snack crackers incorporated with *Hibiscus sabdariffa* by-product. *Journal of Advanced Research*, 6, 79–87., (2015).
- [16]
-AILHAUD G., GRIMALDI P et NEGREL R (1992). Cellular and moléculaire aspects of adipose. *Ann RevNutr* 12 : 207- 233., (1992).
- [17]
- Ait Ameer L., 2006. Evolution de la qualité nutritionnelle des protéines de biscuits modèles au cours de la cuisson au travers d'indicateurs de la réaction de Maillard : Intérêt de la fluorescence frontale. Thèse de doctorat en chimie analytique. Université de Paris 207., (2006).
- [18]
- Ajila, C.M., Leelavathi, K. & Prasada Rao, U.J.S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48, 319–326, (2008).
- [19]
-Akram, Rizwan Shukat. Nutritional and Therapeutic Importance of the Pumpkin Seeds. *Biomed J Sci & Tech Res* 21(2)2019. BJSTR. MS.ID.003586. Received: September 05, 2019
Published: September 12, 2019 Citation: Qamar Abbas Syed, Mafia Syed/publication/336797715_Nutritional_and_Therapeutic_Importance_of_the_Pumpkin_Seeds/links/5db2798b4585155e270005ce/Nutritional-and-Therapeutic-Importance-of-the-Pumpkin-Seeds.pdf?__cf_chl_tk=Y0FBVYhZ4vsEjZ2qAWo0zGEquHU14rvsl0fMNns4Bfc-1744758632-1.0.1.1-5YaOot4JnMAR15F0zZqZDNj8qWIEsJFKm0ztzT9IeS4, (2019).
- [20]
- Almri, E. (2019). The influence of two types of chia seed on some physiological parameters in diabetic rats. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 8(3), 131–136. https://www.researchgate.net/profile/Eman-Alamri-3/publication/341992891_The_Influence_of_Two_Types_of_Chia_Seed_on_Some_Physiological_Parameters_in_Diabetic_Rats/links/5fd28b34a6fdcc697bf6faff/The-Influence-of-Two-Types-of-Chia-Seed-on-Some-Physiological-Parameters-in-Diabetic-Rats.pdf, (2019).
- [21]
- Aloba AP, Effet des graines de sésame sur le biscuit de millet, *Journal of Plant Foods for Human Nutrition*. (2006) 64, 21 – 27., (2006).
- [22]
- Aloba AP, Effet des graines de sésame sur les caractéristiques des biscuits au mil, *Plant Foods for Human Nutrition*. (2001) 56, no. 2, 195 – 202, <https://doi.org/10.1023/a:1011168724195>, 2-s2.0-0034925973., (2001).
- [23]
- Alwosais, E. Z. M., Al-Ozairi, E., Zafar, T. A., & Alkandari, S. (2021). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) supplementation to the diet of adults with type 2 diabetes improved systolic blood pressure: A randomized controlled trial. *Nutrition and Health*, 27(2), 181–189., (2021).
- [24]
- American Dietetic Association. 2008. Position of the American Dietetic Association: Nutrition Guidance for Healthy Children Ages 2 to 11 Years. *J Am Diet Assoc*. 108:1038–1047., (2008).

- [25] - Andargie M., Vinas M., Rathgeb A., Möller E., et Karlovsky P., Lignanes de sésame (*Sesamum indicum* L.) : une revue complète, *Molecules* . (2021) 26 , n° 4, <https://doi.org/10.3390/molecules26040883>., (2021).
- [26] - Andjelkovic M, J Van Camp, A Trawka, R Verhe (2010) Phenolic compounds and some parameters of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science* 112(2): 208-217., (2010).
- [27] - AOAC International. (1990). (Association of Official Analytical Chemist) Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed. Gaithersburg, USA: AOAC Press; 1990., (1990).
- [28] - AOAC International. (1993). Methods of analysis for nutrition labeling. Arlington, USA., (1993).
- [29] - Aondona MM , Ikya JK , Ukeyima MT , Gborigo T. w. JA , Aluko RE , et Girgih AT , Propriétés antioxydantes et antihypertensives in vitro de l'hydrolysate de protéines enzymatiques de graines de sésame et des fractions peptidiques d'ultrafiltration , *Journal of Food Biochemistry* . (2021) 45 , n° 1, 13587, <https://doi.org/10.1111/jfbc.13587> ., (2021).
- [30] -Arboix-Calas, F. (2014). Dis-moi ce que tu manges... Éducation et socialisation. Les Cahiers du CERFEE, (36). <https://doi.org/10.4000/edso.1002>, (2014).
- [31] -Ardabili, AG, R Farhoosh, M HH Khodaparast (2011) Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp *pepo* Var *Styriaka*) Grown in Iran. *Journal of Agriculture Sciences and Technology* 13: 1053-1063, (2011).
- [32] -ASSIFAOUÏ A., CHAMPION D., CHIO^{TELLI} E. and VEREL A. (2006) Characterization of water mobility in biscuit dough using a low-field H NMR technique. *Carbohydrate Polymers*. 64 : 197-204., (2006).
- [33] - Audigié CL, Figarelle J, Zons Zani. (1980). Manipulation d'analyses biochimiques. Ed. Doin. Paris. Pp 88-97., (1980).
- [34] - Ayerza, R. J., & Coates, W. (2007). Seed yield, oil content and fatty acid composition of three botanical sources of ω -3 fatty acid planted in the Yungas ecosystem of tropical Argentina. *Tropical Science*, 47(4), 183–187. <https://doi.org/10.1002/ts.211>, (2007).
- [35] - Ayerza, R., & Coates, W. (2005). Chia: Rediscovering an ancient crop of the aztecs. University of Arizona., (2005).
- [36] -B. M. Johri (ed.), *Embryology of Angiosperms* © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1984, (1984).
- [37] -Barakat LA, RH Mahmoud (2011) The anti-atherogenic, renal protective and immunomodulatory effects of purslane, pumpkin and flax seeds on hypercholesterolemic rats. *North American Journal of Medical Sciences* 3(9): 411-417., (2011).
- [38] - Batool M, Ranjha MMAN, Roobab U, et al. Nutritional value, phytochemical potential, and therapeutic benefits of pumpkin (*Cucurbita* sp.). *Plants* 2022;11(11):1394., (2022).

- [39] - Baughcum, A. E., Chamberlin, L. A., Deeks, C. M., Powers, S. W. et Whitaker, R. C. (2000). Maternal Perceptions of Overweight Preschool Children. *Pediatrics*. 106.1380-1386.10.1542/peds.106.6.1380., (2000).
- [40] -BENKADRI S et KAROUNE R. La restauration en milieu scolaire. Evaluation des rations proposées par deux cantines scolaires : cantine BENBOULAIID de Téléghma et cantine KHEDROUCHE de Grarem (2001/2002). Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Nutrition et Technologies Agro- Alimentaires. INATAA (Université de Constantine) 2003 p 20.C, (2001).
- [41] - Berg C, Forslund HB. 2015. The Influence of Portion Size and Timing of Meals on Weight Balance and Obesity. *Curr Obes Rep*. 4:11–18., (2015).
- [42] -Berthoud, M., & De Iulio, S. (2015). Apprendre à manger : l'éducation alimentaire à l'école entre Politiques publiques, médiations marchandes et mobilisations citoyennes. *Openedition journal*, p.105-128. <https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.9710>, (2015).
- [43] - Blahova E, Brands Teterova E, Fabulova A. (2004) . Isolation and determination of phenolic compounds in fruit-green tea. *Journal of liquid Chromatography and related technology*. 27 (1). Pp 31-48., (2004).
- [44] - Bordin K. , Kunitake MT , Aracava KK , et Trindade CSF , Changements dans les aliments causés par la friture profonde — une revue , *Archivos Latinoamericanos de Nutricion* . (2013) 63 , n° 1, 5 – 13 ., (2013).
- [45] -Bourekoua, Hayat. (2018). Gluten-free improvers thesis 2018, (2018).
- [46] - Brar PK et Danyluk MD , Noix et céréales : microbiologie et risques de contamination avant récolte , *Preharvest Food Safety* . (2018) 6 , 105 – 121 , <https://doi.org/10.1128/9781555819644.ch6>., (2018).
- [47] - Brune M, Hallberg L, and Skanberg A.B. (1991). Determination of iron-binding phenolic groups in foods. *J. Food Sci*, 56: 128–131 and 167., (1991).
- [48] -Brunori (Gianluca), Jiggins (Janice), Gallardo (Rosa) et Schmidt (Otto), New Challenges for Agricultural Research : Climate Change, Food Security, Rural Development, Agricultural Knowledge Systems, Bruxelles, Commission européenne, Standing Committee on Agricultural Research (SCAR), 2008., (2008).
- [49] - Bukvicki D. , Gottardi D. , Prasad S. , Novakovic M. , Marin PD , et Tyagi AK , Les effets curatifs des épices dans les maladies chroniques , *Current Medicinal Chemistry* . (2020) 27 , n° 26, 4401 – 4420 , <https://doi.org/10.2174/0929867325666180831145800> ., (2020).
- [50] - C. de Graaf Effets des collations sur l'apport énergétique : une perspective évolutive *Appétit*, 47 (1) (2006), pp. 18 - 23, 10.1016/j.appet.2006.02.007, (2006).
- [51] - CA Zizza, B. Xu Le grignotage est associé à la qualité globale de l'alimentation chez les adultes *J Acad Nutr Diet*, 112 (2012), pp. 291 - 296, 10.1016/j.jada.2011.08.046, (2012).
- [52]

- Cannon (Geoffrey) et Leitzmann (Claus), « The New Nutrition Project », *Public Health Nutrition*, 8 (6a), 2005, p. 673-694., (2005).
- [53] -Charun E., et Morel M. 2001. Quelles caractéristiques pour une farine biscuitière ? Influence de la dureté des blés et de la composition biochimique des farines sur leur aptitude biscuitière. *Communications scientifiques & technologiques*, p 2-16., (2001).
- [54] - Chau C.-F. , Ciou J.-Y. , et Wu C.-L. , Analyse de l'huile de sésame commercialisée : caractérisation de la qualité et stabilité oxydative de l'huile de sésame mélangée , *ACS Food Science & Technology* . (2021) 1 , n° 7, 1222 – 1227 , <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.1c00008>., (2021).
- [55] -Chavan, R. S., Sandeep, K., Basu, S. & Bhatt, S. (2016) Biscuits, Cookies, and Crackers : Chemistry and Manufacture. *Encyclopedia of Food and Health*, 437-444., (2016).
- [56] -Chavan, R. S., Sandeep, K., Basu, S. & Bhatt, S. (2016) Biscuits, Cookies, and Crackers : Chemistry and Manufacture. *Encyclopedia of Food and Health*, 437-444. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00076-3>, (2016).
- [57] - Coelho, V. R., Vieira, C. G., de Souza, L. P., Moysés, F., Basso, C., Papke, D. K. M., & Pereira, P. (2015). Antiepileptogenic, antioxidant and genotoxic evaluation of rosmarinic acid and its metabolite caffeic acid in mice. *Life Sciences*, 122, 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2014.11.009>, (2015).
- [58] - Cole N, Fox MK. 2008. Diet Quality of American Young Children by WIC Participation Status: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2004. *Math Policy Res Reports*., (2008).
- [59] - Czech A. , Grela ER , et Ognik K. , Effet de la friture sur la teneur en nutriments et la composition en acides gras des muscles de certains fruits de mer congelés , *Journal of Food and Nutrition Research* . (2015) 3 , 9 – 14 ., (2015).
- [60] - D. Chapelot Le rôle du grignotage dans le bilan énergétique : une approche biocomportementale *J Nutr*, 141 (2011), pp. 158 - 162, 10.1016/j.physbeh.2018.03.035, (2011).
- [61] -D. Chapelot Le rôle du grignotage dans le bilan énergétique : une approche biocomportementale *J Nutr*, 141 (2011), pp. 158 - 162, 10.3945/jn.109.114330, (2011).
- [62] - D. Chapelot Le rôle du grignotage dans le bilan énergétique : une approche biocomportementale *J Nutr*, 141 (2011), pp. 158 - 162, 10.3945/jn.109.114330, (2011).
- [63] - D. Chapelot, B Benelam, SA Stanner, JL. Buttriss Le rôle du grignotage dans le bilan énergétique : une approche biocomportementale *J Nutr*, 141 (2011), pp. 158 – 162, 10.1111/nbu.12042, (2011).
- [64] -DALLONGEVILLE J et FRUCHART J (1998). Post- prandial dyslipidemia : à risk factor for coronary heart disease. *Ann Nutr Metab* 42 : 1-11., (1998).
- [65]

- DE Mager, R Wan, M Brown, A Cheng, P Wareski, DR Abernethy et al. La restriction calorique et le jeûne intermittent modifient les mesures spectrales de la variabilité de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle chez le rat FASEB J, 20 (6) (2006), pp. 631 - 637, 10.1096/fj.05-5263com, (2006).

[66]

-Deshmukh-Taskar PR, Nicklas TA, O'Neil CE, Keast DR, Radcliffe JD, Cho S. 2010. The Relationship of Breakfast Skipping and Type of Breakfast Consumption with Nutrient Intake and Weight Status in Children and Adolescents : The National Health and Nutrition Examination Survey 666 1999-2006. J Am Diet Assoc. 110 :869–878., (2010).

[67]

-Din ZU, Alam M, Ullah H, et al. Nutritional, phytochemical and therapeutic potential of chia seed (*Salvia hispanica* L.). A mini-review. Food Hydrocoll Health 2021;1:100010., (2021).

[68]

- Din ZU, Alam M, Ullah H, et al. Nutritional, phytochemical and therapeutic potential of chia seed (*Salvia hispanica* L.). A mini-review. Food Hydrocoll Health 2021;1:100010., (2021).

[69]

-Drużyńska, B., Wołosiak, R., Grzebalska, M., Majewska, E., Ciecierska, M., & Worobiej, E. (2021). Comparaison de la teneur en composants bioactifs sélectionnés et des propriétés antiradicalaires des yaourts enrichis en graines de chia (*Salvia hispanica* L.) et des graines de chia trempées dans du jus de pomme. Antioxidants, 10(12), 1989., (2021).

[70]

-DUBOIS C., BEAUMIER G et JUHEL C (1998). Effects of graded amounts (0- 50g) of dietary fat on post- prandial lipemia and lipoproteins in normolipidemic adults. Am J Clin Nutr 67: 31- 38., (1998).

[71]

- Dubois M.K.A, Gilli Y.K, Hamilton P.A. (1956). Colometric method for determination of sugars and related substance. Anal and chem, 28: 350-356, (1956).

[72]

-Dufour Bouchard A, Farah R, Gagnon H. Vision de la saine alimentation pour la création d'environnements alimentaires favorables à la santé. Gouvenement du Québec. 2010., (2010).

[73]

-El Boghdady NA (2011) Protective effect of ellagic acid and pumpkin seed oil against methotrexate-induced small intestine damage in rats. Indian Journal of Biochemistry and Biophysiology 48(6): 380-387., (2011).

[74]

- El Mosallamy AE, AA Sleem, OM Abdel Salam, N Shaffie, SA Kenawy (2012) Antihypertensive and cardioprotective effects of pumpkin seed oil. Journal of Medicinal Food 15(2): 180-189., (2012).

[75]

- Elleuch M. , Bedigian D. , et Zitoun A. , Les graines de sésame (*Sesamum indicum* L.) dans l'alimentation, la nutrition et la santé Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention , 2011 , Academic Press, Cambridge, MA, États-Unis , 1029 – 1036 , <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-375688-6.10122-7> , 2-s2.0-84856254741., (2011).

[76]

-EMMETT P et HEATON K (1995). Is extrinsic sugar a vehicle for dietary fat ? Lancet 345 : 1537- 1540., (1995).

[77]

- Enes, B. N., Moreira, L. P., Toledo, R. C., Moraes, É. A., Moreira, M. E., Hermsdorff, H. H., Noratto, G. D., Mertens-Talcott, S. U., Talcott, S. T., & Martino, H. S. (2020). Effect of

- different fractions of chia (*Salvia hispanica* L.) on glucose metabolism, in vivo and in vitro. *Journal of Functional Foods*, 71, 104026. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104026>, (2020).
- [78] - Evans EW, Jacques PF, Dallal GE, Satchek J, Must A. 2015. The role of eating frequency on total energy intake and diet quality in a low-income, racially diverse sample of schoolchildren. *Public Health Nutr.* 18:474–481, (2015).
- [79] - Evans EW, Jacques PF, Dallal GE, Satchek J, Must A. 2015. The role of eating frequency on total energy intake and diet quality in a low-income, racially diverse sample of schoolchildren. *Public Health Nutr.* 18:474–481., (2015).
- [80] - EW Evans, PF Jacques, GE Dallal, J Satchek, A. Must Le rôle de la fréquence des repas sur l'apport énergétique total et la qualité de l'alimentation dans un échantillon d'écoliers à faible revenu et racialement diversifié *Santé publique Nutrition*, 18 (2015), pp. 474 – 481 [10.1017/S1368980014000470](https://doi.org/10.1017/S1368980014000470), (2015).
- [81] - F. Bellisle Repas et collations, qualité de l'alimentation et équilibre énergétique *Physiol Behave*, 134 (2014) , pp. 38 - 43, [10.1016/j.physbeh.2014.03.010](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.03.010), (2014).
- [82] - Farbood Y. , Ghaderi S. , Rashno M. , Khoshnam SE , Khorsandi L. , Sarkaki A. , et Rashno M. , Sésamine : un agent protecteur prometteur contre le déclin cognitif associé au diabète chez le rat , *Life Sciences* . (2019) 230 , 169 – 177 , <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2019.05.071> , 2-s2.0-85066281250., (2019).
- [83] -Fayet-Moore F, Peters V, McConnell A, Petocz P, Eldridge AL. 2017. Weekday snacking prevalence, frequency, and energy contribution have increased while foods consumed during snacking have shifted among Australian children and adolescents : 1995, 2007 and 2011–12 National Nutrition Surveys. *Nutr J.* 16 :65, (2017).
- [84] -Feillet P. 2000. Le graines de blé, composition et utilisation. INRA. Paris. 308p. Gandhi K., Gautam P, —Kumar K., Sharma R., et Mann B. 2021. Physico-chemical, characteristics of biscuits fortified with whey protein concentrate–iron sulphate (WPC– FeSO₄) complex. *Journal of food measurement and characterization.* P 2838., (2000).
- [85] - Fekir y .2018.Nutrition et consommation de complément alimentaire en musculation : les risques de dérives possibles et le rôle du pharmacien d'officine pour les éviter .thèse de doctorat en pharmacie, université de CLAUDE BERNARD-LYON 1,181p., (2018).
- [86] -Fernandes, S.S., de las Mercedes Salas-Mellado, M., 2017. Addition of chia mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chem* 227, 237-44., (2017).
- [87] - Fernandez, I., Vidueiros, S. M., Ayerza, R., Coates, W., & Pallaro, A. (2008b). Impact of chia (*Salvia hispanica* L. (on the immune system: Preliminary study. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 67(OCE1), (OCE1). <https://doi.org/10.1017/S0029665108006216>, (n.d.).
- [88] -Finch LE, Tomiyama AJ. 2015. Comfort eating, psychological stress, and depressive symptoms in Young adult women. *Appetite.* 95 :239–244., (2015).
- [89] - Food Science & Technology Phytochemical profile, nutritional composition, and therapeutic potentials of chia seeds: A concise review Sunanda Biswas,Fakhar Islam,Ali Imran,Tahir

Zahoor, Rabia Noreen, Maleeha Fatima, show all Article: 2220516 | Received 03 Feb 2023,
Accepted 29 May 2023, Published online: 15 Jun 2023 Cite this article
<https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2220516>, (2023).

[90]

- Foroughi, M., Maghsoudi, Z., Ghiasvand, R., & Iraj, B. (2013). Healthy snacks market and development of a new energizing snack. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, (2013).

[91]

- Freitas Júnior IF, Christofaro DGD, Codogno JS, Monteiro PA, Silveira LS, Fernandes RA. 2012. The Association between Skipping Breakfast and Biochemical Variables in Sedentary Obese Children and Adolescents. *Journal of Endocrinology*. 191:103–110.
Schröder H, Bawaked RA, Ribas-Barba L, Izquierdo-Pulido M, Roman-Viñas B, Fíto M, Serra Majem L. 2017. Cumulative Effect of Obesogenic Behaviours on Adiposity in Spanish Children and Adolescents. *Obes Facts*. 10:584–596. *Scents. J Pediatr*. 161 :871–874., (2012).

[92]

- G.H. Johnson, G.H. Anderson Définitions du grignotage : impact sur l'interprétation de la littérature et les recommandations diététiques *Crit Rev Food Sci Nutr*, 50 (2010), pp. 848 - 871, [10.1080/10408390903572479](https://doi.org/10.1080/10408390903572479), (2010).

[93]

- Gandhi AP et Taimini V. , Évaluation organoleptique et nutritionnelle des biscuits au sésame (*Sesame indicum L.*) , *Asian Journal of Food and Agro-Industry (AFJAI)* . (2009) 2 , 87 – 92 ., (2009).

[94]

-GAWEN. (2022). Graines de sésame : comment profiter de leurs bienfaits ? la fourche. <https://blog.lafourche.fr/graines-de-sesame-bienfaits.>, (2022).

[95]

-Ghamari, S. (2012). Classification of chickpea seeds using supervised and unsupervised artificial neural networks. *African Journal of Agricultural Research*, 7(21), 3193-3201. *Seed Classification using Machine Learning Techniques*, (2012).

[96]

- Görgüç A. , Birçan C. , et Yılmaz FM , Le son de sésame comme sous-produit non exploité : effet de l'extraction assistée par enzymes et ultrasons sur la récupération des protéines et des composés antioxydants , *Food Chemistry* . (2019) 283 , 637 – 645 , <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.077>, 2-s2.0-85060536311., (2019).

[97]

-Gossell Williams M, A Davis, N O'Connor (2006) Inhibition of testosterone-induced hyperplasia of the prostate of Sprague- Dawley rats by pumpkin seed oil. *Journal of Medicinal Food* 9(2): 284-286., (2006).

[98]

-Gossell Williams M, C Hyde, T Hunter, D Simms Stewart, H Fletcher, et al. (2011) Improvement in HDL cholesterol in postmenopausal women supplemented with pumpkin seed oil: pilot study. *Climacteric* 14(5): 558-564., (2011).

[99]

- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M., (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food, *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1633–1653., (2014).

[100]

- Grasso S. , Snacks extrudés à partir de sous-produits industriels : une revue , *Trends in Food Science & Technology* . (2020) 99 , 284 – 294 , <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.012> ., (2020).

- [101]
- H. Nuru, F. Mamang Association entre grignotage et obésité chez les enfants : une revue de la littérature *Int J Commun Med Public Health*, 2 (2015), pp. 196 - 200, 10.5455/2394-6040.ijcmph20150501, (2015).
- [102]
- H.J. Leidy, W.W. Campbell L'effet de la fréquence des repas sur le contrôle de l'appétit et la prise alimentaire : bref résumé des études d'alimentation contrôlée *J Nutr*, 141 (2011), pp. 154 - 157, 10.3945/jn.109.114389, (2011).
- [103]
- Hammer KA, CF Carson, TV Riley (1999) Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology* 86(6): 985-990., (1999).
- [104]
- Hashempour-Baltork F. , Torbati M. , Azadmard-Damirchi S. , et Savage GP , Propriétés de qualité des snacks de maïs soufflé incorporés à de la poudre de graines de sésame , *Food Sciences and Nutrition* . (2018) 6 , n° 1, 85 – 93 ., (2018).
- [105]
- HJ Chen, Y Wang, LJ. Cheskin Relation entre la fréquence des repas et la mortalité par maladie cardiovasculaire chez les adultes américains : étude de suivi NHANES III *Ann Epidemiol*, 26 (2016), pp. 527 - 533, 10.1016/j.annepidem.2016.06.006, (2016).
- [106]
- Ho, H., Lee, A. S., Jovanovski, E., Jenkins, A. L., Desouza, R., & Vuksan, V. (2013). Effect of whole and ground salba seeds (*Salvia Hispanica L.*) on postprandial glycemia in healthy volunteers: A randomized controlled, dose-response trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67(7), 786–788. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2013.103>, (2013).
- [107]
- Hong H, CS Kim, S Maeng (2009) Effects of pumpkin seed and saw palmetto oil in Korean men with symptomatic benign prostatic hyperplasia. *Nutrition Research Practices* 3(4): 323-327., (2009).
- [108]
- <https://hal.science/hal-05007006/document?>, (n.d.).
- [109]
-<https://toubkal.imist.ma/bitstream/handle/123456789/25436/11317%20HAJAR%20RIZKI.pdf?sequence=1>
*[https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2021/Valorisation%20de%20l%E2%80%99esp%C3%A8ce%20Salvia%20hispanica%20L%20\(Chia\)%20%20Etude%20Th%C3%A9orique.pdf](https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2021/Valorisation%20de%20l%E2%80%99esp%C3%A8ce%20Salvia%20hispanica%20L%20(Chia)%20%20Etude%20Th%C3%A9orique.pdf), (2021).
- [110]
-Hui, Y. H., & Sherkat, F. (Eds.). (2005). *Handbook of food science, technology, and engineering* (1st ed., Vol. 4, pp. 168-2-168-3). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b15995>, (2005).
- [111]
- Hutchinson JM, Watterworth JC, Haines J, Duncan AM, Mirotta JA, Ma DWL, Buchholz AC. 2018. Snacking Patterns of Preschool-Aged Children: Opportunity for Improvement. *Can J Diet Pract Res*. 79:2–6., (2018).
- [112]
- I Holmbäck, U Ericson, B Gullberg, E. Wirfält Une fréquence alimentaire élevée est associée à un mode de vie globalement sain chez les hommes et les femmes d'âge moyen et à une probabilité réduite d'obésité générale et centrale chez les hommes. *Br J Nutr*, 104 (7) (2010), pp. 1065 - 1073, 10.1017/S0007114510001753, (2010).
- [113]

- J. Sleigh. (2010). Disentangling Hypnos from his poppies. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 113(2): 271-272., (2010).
- [114] -Ježek, J., Mirtič, K., Rešetič, N., Hodnik, J. J., & Vergles Rataj, A. (2021). Effet de la supplémentation en tourteaux de graines de courge et en clous de girofle moulus (*Syzygium aromaticum*) sur l'excrétion des œufs de nématodes gastro-intestinaux chez les moutons. *Parasite*, 28, 78., (2021).
- [115] -Jin F, Nieman DC, Sha W, et al. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant Foods Hum Nutr* 2012;67(2):105-10. <https://hal.science/hal-05007006/document?>, (2012).
- [116] - Kaiser MJ, Bauer JM, Rämisch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, Thomas DR, Anthony PS, Charlton KE, Maggio M, et al. 2010. Frequency of Malnutrition in Older Adults: A Multinational Perspective Using the Mini Nutritional Assessment. *J Am Geriatr Soc*. 58:1734–1738., (2010).
- [117] - Kajla P, Sharma A, Sood DR. Flaxseed-a potential functional food source. *J Food Sci Technol* 2015;52(4):1857-71., (2015).
- [118] - Kim MY, EJ Kim, YN Kim, C Choi, BH Lee (2012) Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts. *Nutrition Research Practices* 6(1): 21-27. Tableau et figure :, (2012).
- [119] -- A. Gevenkiris, Master Thesis (Nat. & Appl. Sci.), Middle East Technical University, Turkey, (2011).
- [120] -Kweon, M., Slade, L., Levine, H., & Gannon, D. (2013). Cookie- Versus Cracker-Baking— What's the Difference ? Flour Functionality Requirements Explored by SRC and Alveography. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(1), 115–138., (2013).
- [121] -Lal Hussain Quality Enhancement Cell/ DCS &IT, University of Azad Jammu and Kashmir Muzaffarabad, Pakistan Email: lall_hussain2008@live.com, (n.d.).
- [122] - Langlois K, Garriguet D. Consommation de sucre chez les Canadiens de tous âges: *Statistique Canada*; 2011., (2011).
- [123] - Larson N, Story M. 2013. A Review of Snacking Patterns among Children and Adolescents: What Are the Implications of Snacking for Weight Status? *Child Obes*. 9:104–115., (2013).
- [124] - Laurent Miclo. Les nouvelles graines, des superaliments ?. *Pratiques en Nutrition : santé et alimentation*, 2023, 19 (73), pp.36-40. [ff10.1016/j.pranut.2022.12.009](https://doi.org/10.1016/j.pranut.2022.12.009)ff. [ffhal-05007006f](https://hal-05007006f), (2023).
- [125] -Lavallée, M., Garnier, C., Quesnel, M., Marchildon, A. & Bouchard, L (2004). Les représentations Sociales de l'alimentation : convergences et divergences entre enfants, parents et enseignants. *Revue De L'Université de Moncton*. Volume 35, numéro 2, p.101–129., (2004).
- [126]

- Leaf, A., & Kang, J. X. (1998). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. In A. P. Simopoulos, Ed. *The return of T-3 fatty acids into the food supply, I: Land based animal food products and their health effects* (pp. 24–37) Karger Publishers. <https://doi.org/10.1159/000059667>, (1998).
- [127] - Lee J.H, Koo N. S, Min D. B. (2004). Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive review in food Science and food Safety*, 3, 20-33. Références :, (2004).
- [128] -Leech RM, Timperio A, Livingstone KM, Worsley A, McNaughton SA. 2017. Temporal eating patterns : associations with nutrient intakes, diet quality, and measures of adiposity. *Am J Clin Nutr.* 106 :1121–1130., (2017).
- [129] -Leidy HJ, Campbell WW. 2011. The Effect of Eating Frequency on Appetite Control and Food Intake : Brief Synopsis of Controlled Feeding Studies. *J Nutr.* 141 :154–157. -Berg C, Forslund HB. 2015. The Influence of Portion Size and Timing of Meals on Weight Balance and Obesity. *Curr Obes Rep.* 4 :11–18., (2011).
- [130] -Li, J., Hou, G. G., Chen, Z., Chung, A. L., & Gehring, K. (2014). Studying the effects of wholewheat flour on the rheological properties and the quality attributes of whole-wheat saltine cracker using SRC, alveograph, rheometer, and NMR technique. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.07.022>, (2014).
- [131] - Liu Y. , Wu Q. , Xia Z. , Wu Y. , Li Y. , et Gong Z. , Détermination simultanée et rapide de la sésamine et de la sésamoline dans les huiles de sésame à l'aide de la fluorescence matricielle d'excitation-émission couplée à une décomposition trilineaire alternée auto-pondérée , *Journal of the Science of Food and Agriculture* . (2020) 100 , n° 12, 44184424, <https://doi.org/10.1002/jsfa.10481>., (2020).
- [132] - LM Arnold, MJ Ball, AW Duncan, J. Mann Effet de l'apport iso énergétique de trois ou neuf repas sur les lipoprotéines plasmatiques et le métabolisme du glucose *Am J Clin Nutr*, 57 (1993), pp. 446 - 451, 10.1093/ajcn/57.3.446, (1993).
- [133] - Lu X. , Zhang L. , Sun Q. , Song G. , et Huang J. , Extraction, identification et relation structure-activité de peptides antioxydants à partir d'hydrolysats de protéines de sésame (*Sesamum indicum* L.) , *Food Research International* . (2019) 116 , 707 – 716 , <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.001> , 2-s2.0-85053735770., (2019).
- [134] - M. Heydari, M. Hashem Hashempur, A. Zargaran. (2013). Medicinal aspects of opium as described in Avicenna's Canon of Medicine. *Acta MedicoHistorica Adriatica.* 11(1): 101-112. [file:///C:/Users/DELL/Downloads/8-IJCBS-15-08-08%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/8-IJCBS-15-08-08%20(2).pdf), (2013).
- [135] -MAACHE-REZZOUG Z., BOUVIER J. M., ALLEF K. and PATRASC. (1998 a) Effect of Principal Ingredients on Rheological Behavior of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. *Journal of Food Engineering.* 35 : 23-42., (1998).
- [136] -Maire (Bernard), Lioret (Sandrine), Gartner (Agnès) et Delpuech (Francis), « Transition nutritionnelle et maladies chroniques non transmissibles liée à l'alimentation dans les pays en développement », *Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé*, 12 (1), janvierfévrier 2002, p. 45-55., (2002).

- [137]
- Makni M, H Fetoui, NK Gargouri, M El Garoui, N Zeghal (2011) Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder: effect on hyperlipidemia and antioxidant status in alloxan diabetic rats. *Journal of Diabetes Complications* 25(5): 339-345., (2011).
- [138]
- Makni M, H Fetoui, NK Gargouri, M Garoui, H Jaber, et al. (2008) Hypolipidemic and hepatoprotective effects of flax and pumpkin seed mixture rich in omega-3 and omega-6 fatty acids in hypercholesterolemic rats. *Food Chemistry Toxicology* 46(12): 3714-3720., (2008).
- [139]
-Makni M, M Sefi, H Fetoui, M El Garoui, NK Garouri, et al. (2010) Flax and pumpkin seeds mixture ameliorates diabetic nephropathy in rats. *Food Chemistry and Toxicology* 48(8-9): 2407-2412., (2010).
- [140]
-Manley. (2000). *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*, 3rd edn. Cambridge: Woodhead Publishing Limited., (2000).
- [141]
-Manohar S et Rao P-H. 2002. Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits ; USE elastic recovery of dough to predict biscuit quality. *Food research international*, p 807-813. -MAACHE-REZZOUG Z., ALLAF K., BOUVIER J. M. et TAYEB J. (1998 c) Relation entre caractéristiques physiques et propriétés rhéologiques de la farine et de la pâte. *Sciences des aliments*. 18 : 267-281., (2002).
- [142]
- Marineli, R. S., Lenquiste, S. A., Moraes, E. A., & Maróstica, M. R. (2015). Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. *Food Research International*, 76(3), 666–674. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.039>, (2015).
- [143]
- MARTIN A. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. 3ème édition. Editions Tec et Doc Lavoisier. Paris, 2001,1-469 p., (2001).
- [144]
-MARTIN A. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. 3ème édition. Editions Tec et Doc Lavoisier. Paris, 2001,1-469 p., (2001).
- [145]
-Martin V, Parent M, Blouin M, Durand C. *Gazelle et Potiron, cadre de référence pour créer des environnements favorables à la saine alimentation, au jeu actif et au développement moteur en services de garde éducatifs à l'enfance*. . Gouvernement du Québec, Ministère de la Famille 2014. Disponible : ., (2014).
- [146]
-Martin, A.C. (1946) The comparative internal morphology of seeds. *The American Midland Naturalist* 36, 513–660. A revision of Martin's seed classification system, with particular reference to his dwarf-seed type Published online by Cambridge University Press: 01 March 2007 Carol C. Baskin and Jerry M. Baskin *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)* ISSN: 3159-0040 Vol. 2 Issue 5, May – 2015 *Seed Classification using Machine Learning Techniques*, (1946).
- [147]
- Maureen M. Black, Ph.D., Kristen M. Hurley, Ph.D, University of Maryland School of Medicine, Septembre 2013., (2013).
- [148]

- Melo D, Álvarez-Ortí M, Nunes MA, et al. Whole or defatted sesame seeds (*Sesamum indicum* L.)? The effect of cold pressing on oil and cake quality. *Foods* 2021;10(9):2108., (2021).
- [149] -Meriles, S. P., Piloni, R., Cáceres, G. V., Penci, M. C., Marín, M. A., Ribotta, P., & Martínez, M. L. (2021). Compositional characteristics, texture, shelf-life and sensory quality of snack crackers produced from non-traditional ingredients. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos Córdoba (ICYTAC-CONICET), Universidad Nacional de Córdoba, Argentina., (2021).
- [150] -Mindy Gerlat, Jennifer A.M. Janz, Jeeyup (Jay) Han Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions Volume 43, Issue 2, March 2010, Pages 627-633, (2010).
- [151] -Miskelly, D. (2017). Optimisation of End-Product Quality for the Consumer. *Cereal Graines*, 653–688, (2017).
- [152] - Mišta, D., Króliczewska, B., Pecka-Kiełb, E., Kapuśniak, V., Zawadzki, W., Graczyk, S., & Bednarczyk, M. (2017). Effect of in ovo injected prebiotics and synbiotics on the caecal fermentation and intestinal morphology of broiler chickens. *Animal Production Science*, 57(9), 1884. <https://doi.org/10.1071/AN16257>, (2017).
- [153] - ML Ovaskainen, H Reinivuo, H Tapanainen, ML Hannila, T Korhonen, H. Pakkala Les collations comme élément d'apport énergétique et de consommation alimentaire *Eur J Clin Nutr*, 60 (4) (2006), pp. 494 - 501, 10.1038/sj.ejcn.1602343, (2006).
- [154] -Melo D, Machado TB, Oliveira MBPP. Chia seeds: an ancient grain trending in modern human diets. *Food Funct* 2019;10(6):3068-89., (2019).
- [155] - Mohammed OB , El-Razek A. , Mohamed A. , Bekhet MH , et Moharram YGED , Évaluation des graines, de l'huile et du mucilage de chia égyptien (*Salvia hispanica* L.) comme nouveaux ingrédients alimentaires , *EJFS* . (2019) 47 , n° 1, 11 – 26, (2019).
- [156] - Morales-Polanco, E., Campos-Vega, R., Gaytan-Martinez, M., Enriquez, L. & Loarca-Pina, G. (2017). Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa* L) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. *LWT - Food Science and Technology*, 86, 418–423., (2017).
- [157] - Mozaffarian, D., & Ludwig, D. S. (2010). Dietary guidelines in the 21st century—a time for food. *JAMA*., (2010).
- [158] - MP St-Onge, J Ard, ML Baskin, SE Chiuve, HM Johnson, P Kris-Etherton, et al. Moment et fréquence des repas : implications pour la prévention des maladies cardiovasculaires : une déclaration scientifique de l'American Heart Association *Circulation*, 135 (2017), pp. e96 - e121, 10.1161/cir.0000000000000476, (2017).
- [159] - MR Soeters, PB Soeters, MG Schooneman, SM Houten, JA. Romijn Réciprocité adaptative du métabolisme des lipides et du glucose dans la famine humaine à court terme *Am J Physiol*, 303 (2012), pp. E1397 - E1407, 10.1152/ajpendo.00397.2012, (2012).
- [160]

- Mussatto, S.I., & Roberto, I.C. (2005). Acid hydrolysis and fermentation of brewer's spent grain to produce xylitol. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(14), 2453–2460. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2276>, (2005).
- [161] - N. Larson, M. Story Une étude des habitudes de grignotage chez les enfants et les adolescents : quelles sont les implications du grignotage sur le poids ? *Obésité infantile*, 9 (2013), pp. 104 - 115, 10.1089/chi.2012.0108, (2013).
- [162] - Namiki M. , Fonctions nutraceutiques du sésame : une revue , *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* . (2007) 47, no. 7, 651 – 673, <https://doi.org/10.1080/10408390600919114>, 2-s2.0-35348929361., (2007).
- [163] - Nkosi CZ, AR Opoku, SE Terblanche (2006) Antioxidative effects of pumpkin seed (Cucurbita pepo) protein isolate in CCl4- induced liver injury in low-protein fed rats. *Journal of Phytotherapy Research* 20(11): 935-940., (2006).
- [164] - OLOGOUDOU, M. (2004). LE RÔLE DE L'ÉDUCATION DANS L'ALIMENTATION. In SECTION DE L' AGRICULTURE ET DE L' ALIMENTATION & ANDRÉ THEVENOT, Bureau 159 (p. N U M É R O) [Étude]., (2004).
- [165] - OMS, (2021), World Health Organization. Alimentation saine, (2021).
- [166] -OMS, 2008-2013 Action Plan for the Global Strategy for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases, Genève, OMS, 2009a., (2008).
- [167] - OMS. Sugar intake for adults and children. Guideline: Éditions de l'OMS; 2015. 49 p., (2015).
- [168] - P.A. Hall, D. Soskice. (2001). Varieties of capitalism: The institutional foundations of comparative advantage. OUP Oxford: pp., (2001).
- [169] -Padilla (Martine), « Is the Mediterranean Diet, World Paragon, Sustainable from Field to Plate ? », présentation, Rome, Biodiversity and Sustainable Diets, International Scientific Symposium, 3-5 novembre 2010b., (n.d.).
- [170] -Padilla (Martine), « Pour de nouvelles politiques alimentaires en Méditerranée », Lettre de veille du CIHEAM, 13, printemps 2010a, p. 12-14., (n.d.).
- [171] - Parikh M, Maddaford TG, Austria JA, et al. Dietary flaxseed as a strategy for improving human health. *Nutrients* 2019;11(5):1171., (2019).
- [172] - Parikh M. , Maddaford TG , Austria JA , Aliani M. , Netticadan T. , et Pierce GN , Les graines de lin alimentaires comme stratégie pour améliorer la santé humaine , *Nutrients* . (2019) 11 , n° 5, <https://doi.org/10.3390/nu11051171> , 2-s2.0-85066926649., (2019).
- [173] - Park SC, JR Lee, JY Kim, Hwang I, Nah JW, et al.(2010) Pr-1, a novel antifungal protein from pumpkin rinds. *Biotechnology Letters* 32(1): 125-130., (2010).
- [174]

- Parker, J., Schellenberger, A. N., Roe, A. L., Oketch-Rabah, H., & Calderón, A. I. (2018). Therapeutic perspectives on chia seed and its oil: A review. *Planta medica*, 84(9–10), 606–612. <https://doi.org/10.1055/a-0586-4711>, (2018).
- [175] - Pawlosky, R., Hibbeln, J., Lin, Y., & Salem, N. (2003). N-3 fatty acid metabolism in women. *The British Journal of Nutrition*, 90(5), 993–994. <https://doi.org/10.1079/BJN2003985>, (2003).
- [176] - Pereira da Silva, B., Kolba, N., Stampini Duarte, H. S., Hart, J., & Tako, E. (2019). Soluble extracts from chia seed (*Salvia hispanica* L.) affect brush border membrane functionality, morphology and intestinal bacterial populations in vivo (*Gallus gallus*). *Nutrients*, 11(10), 2457. <https://doi.org/10.3390/nu11102457>, (2019).
- [177] - Peters, Frank M. 1899. “Method of and Means for Packing Biscuit, Crackers, or the Like.” U.S. Patent No. 621,974. Washington, D.C.: U.S. Patent Office., (n.d.).
- [178] - Piernas C, Popkin BM. 2010. Trends In Snacking Among U.S. Children. *Health Aff.* 29:398–404. Poggiogalle E, Jamshed H, Peterson CM. 2018. Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism*. 84:11–27., (2010).
- [179] - Popkin BM, Duffey KJ. 2010. Does hunger and satiety drive eating anymore? Increasing eating occasions and decreasing time between eating occasions in the United States. *Am J Clin Nutr.*91:1342–1347., (2010).
- [180] - Brodowska, K., Catthoor, R., Brodowska, A. J., Symonowicz, M., & Łodyga-Chruścińska, E. (2014). A comparison of antioxidant properties of extracts from defatted and non-defatted flax (*Linum usitatissimum*) seeds. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, 13(2), 16–23. Agricultural University of Tirana.
- [181] - Potentiel nutritionnel et thérapeutique des graines de sésame Sabiha Abbas, Mian Kamran Sharif, Muhammad Sibt-e-Abbas, Tadesse Fikre Teferra, Muhammad Tauseef Sultan, Muhammad Junaid Anwar Première publication : 22 avril 2022 <https://doi.org/10.1155/2022/6163753>Citations : 19, (2022).
- [182] - Poudyal, H., Panchal, S. K., Waanders, J., Ward, L., & Brown, L. (2012). Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearoyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 24(2), 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.11.011>, (2012).
- [183] -Poulain, J.P. (2017). Comment changer nos comportements alimentaires. Séminaire de la chaire UNESCO, Alimentations du Monde. <https://www.chaireunesco-adm.com/Comment-changer-noscomportements-alimentaires>, (2017).
- [184] - Prasad, K., (2009). Flaxseed and cardiovascular health. *J Cardiovas Pharmacol*;54:36977., (2009).
- [185] -Rachwał, K., Waśko, A., Gustaw, K., & Polak-Berecka, M. (2020). Utilization of brewery wastes in food industry. *PeerJ*, 14(8), e9427. Doi : 10.7717/peerj.9427. PMID : 32742775 ; PMCID : PMC7367049. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32742775/>, (2020).

- [186]
-Raja Haroon Ajaz Department of Computing and IT Iqra University, Islamabad Campus,
Pakistan Email: haroon11_raja@yahoo.com, (n.d.).
- [187]
-Readingbakery.fr. Reading Bakery Systems. Consulté le 4 mai 2022,
<https://www.readingbakery.fr/cracker-productionsystems.html>, (2022).
- [188]
- Rembiałkowska, E. (2007). Quality food products and their place in sustainable
development. *Journal of Food Science and Technology.*, (2007).
- [189]
-Reyes-Caudillo E., Tecante A., Valdivia-Lopez M.A. (2008). Dietary fibre content and
antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.)
seeds. *Food Chem.* 107 (2): 656-663., (2008).
- [190]
- Reyes-Caudillo, E., Tecante, A., & Valdivia-Lo'pez, M. A. (2008). Dietary fibre content and
antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.)
seeds. *Food Chemistry*, 107(2), 656–663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>,
(2008).
- [191]
-Richard T., Vergé S., Vercauteren J., et Monti J-P. 2001. Étude de l'interaction taninprotéine
par RMN et modélisation moléculaire. Deuxième journée scientifique de l'UFR des sciences
pharmaceutiques. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 140 : 127-166., (2001).
- [192]
- Rohilla S. et Bhatt DC , Importance de l'administration ciblée de médicaments
hépatoprotecteurs spécifiques au foie : une revue des nouvelles approches à base de plantes et
de formulation dans la gestion de l'hépatotoxicité , *Current Drug Targets .* (2018) 19 , n° 13,
1519 – 1549 , <https://doi.org/10.2174/1389450119666180104113601> , 2-s2.0-85057555676.,
(2018).
- [193]
-Rolland Cachera et coll. *Eur J Clin Nutr* 1991 ; 45:13-21. Courbe de corpulence chez les
garçons de 0 à 18 ans., (1991).
- [194]
- RS Sebastian, LE Cleveland, JD. Goldman Effet de la fréquence des grignotages sur les
apports alimentaires des adolescents et le respect des recommandations nationales *J Adolesc
Health*, 42 (2008), pp. 503 - 511, [10.1016/j.jadohealth.2007.10.002](https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2007.10.002), (2008).
- [195]
-Ryan E, K Galvin, TP Connor, AR Maguire, NM Brien (2007) Phytosterol, squalene,
tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods
and Human Nutrition* 62(3): 85-91., (2007).
- [196]
- S. Sarathy, C. Sullivan, J.B. Leon, A.R. Sehgal. (2008). Fast food, phosphorus-containing
additives, and the renal diet. *Journal of Renal Nutrition.* 18(5): 466-470., (2008).
- [197]
- Sargi, S. C., Silva, B. C., Santos, H. M. C., Montanher, P. F., Boeing, J. S., Santos Júnior, O.
O. & Visentainer, J. V. (2013). Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich
in omega-3: Chia, flax, and perilla. *Food Science & Technology*, 33(3), 541–548.
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000057>, (2013).
- [198]
-Say, M., Fuangpaiboon, N., Hirunsorn, P., & Tangwongchai, R. (2022). Composite flour
cracker enriched with banana flour: Formulation optimization and properties. *Asia-Pacific*

- [199]
- Segura-Campos, M. R., Salazar-Vega, I. M., Chel-Guerrero, L. A., & Betancur-Ancona, D. A. (2013). Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. *Lwt-Food Science and Technology*, 50(2), 723–731. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.017>, (2013).
- [200]
- Sharma L. , Saini CS , Punia S. , Nain V. , et Sandhu KS , Graines de sésame (*Sesamum indicum* L.) Oléagineux : attributs pour la santé et applications alimentaires , 2021 , Springer, Singapour ., (2021).
- [201]
- Sharma T. , Airao V. , Buch P. , Vaishnav D. , et Parmar S. , Le sésamol protège les neurones CA1 de l'hippocampe et réduit l'infarctus neuronal dans un modèle global d'ischémie cérébrale chez le rat , *PharmaNutrition* . (2020) 14 , 100217, <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2020.100217> ., (2020).
- [202]
-Singla, Mohit & Sharma, Mohit & Jan, Kulsum & Habib, Mehvish. (2023). *Technology of Biscuits.*, (2023).
- [203]
-Slade, L., Levine, H., Kweon, M. & Gannon, D. (2006). Cookie vs. Cracker baking—what's the difference ? Flour functionality requirements explored by SRC and alveography. Paper presentation at the 53rd Annual Research Review Conference, 21 March USDA-ARS Soft Wheat Quality Laboratory, Wooster, OH., (2006).
- [204]
- SM Titan, S Bingham, A Welch, R Luben, S Oakes, N Day, et al. Fréquence des repas et concentrations de cholestérol sérique dans la population de Norfolk de l'enquête prospective européenne sur le cancer (EPIC-Norfolk) : étude transversale *BMJ*, 323 (7324) (2001), p. 1286, [10.1136/bmj.323.7324.1286](https://doi.org/10.1136/bmj.323.7324.1286), (2001).
- [205]
- Soleymani S. , Habtemariam S. , Rahimi R. , et Nabavi SM , Le quoi et le qui des lignanes alimentaires dans la santé humaine : un accent particulier sur les effets prooxydants et antioxydants , *Tendances en science et technologie alimentaires* . (2020) 106 , 382 – 390 , <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.015> ., (2020).
- [206]
- Rizki, H., Kzaiber, F., Elharfi, M., Latrache, H., Zahir, H., & Hanine, H. (2014). Physicochemical characterization and in vitro antioxidant capacity of 35 cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.) from different areas in Morocco. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 3(11), 2319–7064.
- [207]
- SR Hunter, RD. *Mattes Le rôle de la fréquence des repas et des grignotages sur l'apport énergétique et l'IMC* éditeur H. Meiselman (éd.), *Manuel de l'alimentation et de la boisson : perspectives interdisciplinaires*, Springer, New York (2020), pp. 659-678, [10.1007/978-3-030-14504-0_115](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14504-0_115), (2020).
- [208]
-St-Onge M-P, Ard J, Baskin ML, Chiuve SE, Johnson HM, Kris-Etherton P, Varady K. 2017. *Meal*, (2017).
- [209]

- Stewart TM, Williamson DA, White MA. 2002. Rigid vs. Flexible dieting : association with eating disorder symptoms in nonobese women. *Appetite*. 38 :39–44, (2002).
- [210]
- Sykes, G. B., & Davidson, I. (2020). Crackers. In G. B. Sykes & I. Davidson (Eds.), *Biscuit, cookie and cracker process and recipes* (pp. 1-31). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820598-3.00001-9>, (2020).
- [211]
-T. V. Matveeva, Flour confectionery products of functional purpose. *Scientific bases, technologies, recipes*, 360 (2016) [Google Scholar], (2016).
- [212]
- Tan, K. Y., & Seow-Choen, F. (2007). Fiber and colorectal diseases: Separating fact from fiction. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 13(31), 4161–4167. <https://doi.org/10.3748/wjg.v13.i31.4161>, (2007).
- [213]
-Teugwa CM, T Boudjeko, BT Tchinda, PC Majiato, D Zofou (2013) Anti hyperglycaemic globulins from selected Cucurbitaceae seeds used as antidiabetic medicinal plants in Africa *BMC Complementary and Alternative Medicine* 13: 63., (2013).
- [214]
- TL Barnes, SA French, LJ Harnack, NR Mitchell, J. Wolfson Comportements de grignotage, qualité de l'alimentation et indice de masse corporelle dans un échantillon communautaire d'adultes qui travaillent *J Acad Nutr Diet*, 115 (2015), pp. 1117 - 1123, [10.1016/j.jand.2015.01.009](https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.01.009), (2015).
- [215]
-Topos Mondial Corp. Open Frame 3-Roller Bar Horizontal Bakery Mixer. Consulté le 4 mai 2022, <https://www.toposmondial.com/public/product.aspx?ProductID=24600>, (2022).
- [216]
-Troisi JD, Gabriel S. 2011. Chicken Soup Really Is Good for the Soul. *Psychol Sci*. 22 :747–753., (2011).
- [217]
-U.S. Department of agriculture, Agricultural research Service. FoodData Central, 2019. <https://fdc.nal.usda.gov.>, (2019).
- [218]
-Ullah R., Nadeem M., Ayaz M., Imran M., Tayyab M. (2016). Fructionation of Chia oil for enrichment of Omega 3 and 6 Fatty Acids and Oxidative Stability of Fractions. *Food Sci. Biotechnol.*, 25 (1) :41-47., (2016).
- [219]
- 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. 0, (2016).
- [220]
- V Drapeau, S Pomerleau, V. Provencher Grignotage et bilan énergétique chez l'homme éditeurs AM Coulston, CJ Boushey, MG Ferruzzi, LM Delahanty (éd.), *Nutrition dans la prévention et l traitement des maladies* (4e éd.), Academic Press, Londres (2017), pp. 539-568, [10.1016 / B978 0-12-802928-2.00025-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802928-2.00025-4), (2017).
- [221]
- Van den Driessche JJ, Plat J, Mensink RP. Effects of superfoods on risk factors of metabolic syndrome: a systematic review of human intervention trials. *Food Funct* 2018;9(4):1944-66., (2018).
- [222]

- Vancheri (Cori) (rapporteur), Innovations in Health Literacy. Workshop Summary, Washington (D. C.), Population Health and Public Health Practice Board of the Institute of Medicine, National Academies Press, 2011., (2011).
- [223]
-Vaughan JG (1970) The structure and utilization of oil seeds. 1 st edn. Chapman and Hall, London, (1970).
- [224]
- Voranunt SS, C Yarnnon, P Ngunboonsri (1987) The effects of pumpkin seeds on oxaicrystafluria and urinary compositions of children in hyperendemic area. American Journal of Clinical Nutrition 45(1): 115 121., (1987).
- [225]
- Vuksan, V., Jenkins, A. L., Dias, A. G., Lee, A. S., Jovanovski, E., Rogovik, A. L., & Hanna, A. (2010). Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: Possible explanation of the long-term effects of whole grain salba (*Salvia hispanica* L.). European Journal of Clinical Nutrition, 64(4), 436–438. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.159>, (2010).
- [226]
- Vuksan, V., Whitman, D., Sievenpiper, J., Jenkins, A., Rogovik, A., Bazinet, R., Vidgen, E., & Hanna, A. (2007). Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes. Diabetes Care, 30(11), 2804–2810. <https://doi.org/10.2337/dc07-1144>, (2007).
- [227]
-Wang, Y., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2012). Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. LWT - Food Science and Technology, 2012(147), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.011.2>, (2012).
- [228]
-Ward D, P Ainsworth (1998) The development of a nutritious low cost weaning food for Kenya infants. African Journal of Health Sciences 5(12): 89-95., (1998).
- [229]
-Weight management, nutrition and energy needs for Gymnastics FIG Mai/May 2011 © Par le / By Dr. A. Jay Binder (USA)., (2011).
- [230]
- WP Woodhead Publishing. (2011). Laminating. In : Biscuit manufacture, Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies (4th ed.). Cambridge : Woodhead Publishing Limited, (2011).
- [231]
-WP Woodhead Publishing. (2011). Sheeting, gauging and cutting. In : Biscuit manufacture, Manley's Technology of Biscuits, Crackers and cookies (4th ed.). Cambridge : Woodhead Publishing Limited, (2011).
- [232]
- WS Hassen, K Castetbon, S Péneau, C Tichit, A Nechba, A Lampuré, et al. Facteurs socio-économiques et démographiques associés au comportement de grignotage dans un large échantillon d'adultes français Int J Behav Nutr Phys Act, 15 (2018), p. 25, 10.1186/s12966-018-0655-7, (2018).
- [233]
- Xiao Y. , Liu Z. , Gu H. , Yang F. , Zhang L. , et Yang L. , Méthode améliorée pour obtenir de l'huile essentielle, de l'asarinine et de la sésamine à partir d'Asarum heterotropoides var. mandshuricum en utilisant la distillation à la vapeur assistée par micro-ondes suivie d'une extraction par solvant et d'une activité antifongique de l'huile essentielle contre *Fusarium* spp

, Cultures et produits industriels . (2021) 162 , 113295,
[https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113295.](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113295), (2021).

[234]

- Xie JM (2004) Induced polarization effect of pumpkin protein on B16 cell. Fujian Medical University Acta 38: 394-395., (2004).

[235]

- Y Ma, ER Bertone, EJ Stanek III, GW Reed, JR Hebert, NL Cohen et al. Association entre les habitudes alimentaires et l'obésité dans une population adulte américaine vivant en liberté Am J Epidemiol, 158 (1) (2003), pp. 85 - 92, 10.1093/aje/kwg117, (2003).

[236]

- Y Zhu, JH. Hollis Associations entre la fréquence des repas et l'apport énergétique, la densité énergétique, la qualité de l'alimentation et le poids corporel chez les adultes aux États-Unis Br J Nutr, 115 (2016), pp. 2138 - 2144, 10.1017/S0007114516001112, (2016).

[237]

-Yach (Derek), « Nutritional Change Is not a Simple Answer to Non-communicable Diseases », British Medical Journal, 343 (7821), 3 septembre 2011, p. 455-457., (2011).

[238]

- Yadav K. , Évaluation du potentiel thérapeutique des collations indiennes formulées préparées à partir d'ingrédients alimentaires fonctionnels et de S MIX , 2020 ., (2020).

[239]

-Yang M, Hou L, Dong Y, Wang B, Liu H, Wang X. 2024. Teneur en eau des graines de sésame décortiquées : un facteur clé affectant l'arôme et la sécurité de la pâte de sésame (tahini). J Food Sci 89 : 1361–1372. [CrossRef] [PubMed] [Google Scholar], (2024).

[240]

- Zaineddin AK, K Buck, A Vrieling, J Heinz, D Flesch Janys, et al. (2012) The association between dietary lignans, phytoestrogen-rich foods, and fiber intake and postmenopausal breast cancer risk: a German case control study. Nutrition and Cancer-journal 64(5): 652-665., (2012).

[241]

-Zhou T, Q Kong, J Huang, R Dai, Q Li (2007) Characterization of Nutritional Components and Utilization of Pumpkin. Global Science Books 1: 313 321., (2007).

Annexes

Les questionnaires :

Crackers à base des graines et les snacks sains

* Indique une question obligatoire

1. Quelle est votre âge ? *

Une seule réponse possible.

- De 15 ans à 25 ans
 De 25 à 40 ans

2. Quelle est votre sexe ? *

Une seule réponse possible.

- Femme
 Homme

Activ
Accède

3. Quelles est votre niveau d'étude ? *

Une seule réponse possible.

- Secondaire
 Universitaire
 Autre

4. Quelle votre ville ou région de résidence ? *

Une seule réponse possible.

- Tlemcen
 hor Tlemcen

5. Suivez vous un mode de vie sain (alimentation équilibré,activité physique 'ect)? *

Une seule réponse possible.

- Oui
 Non
 Partiellement

6. À quelle fréquence consommez vous des snacks ? *

Une seule réponse possible.

- Tous les jours
 Plusieurs fois par semaine
 Rarement
 Jamais

Ac
Acc

7. Quelles types de snacks consommez vous le plus souvent ? *

Plusieurs réponses possibles.

- Biscuits
 Chips
 Fruits secs
 Crackers
 Autre

8. Connaissez vous les crackers à la base des graines ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
 Non

9. 12. Quelles goût préférez vous dans les crackers ? *

Une seule réponse possible.

- Salé
 Épicé
 Fromage
 Nature
 Autre

14. Queles ingrédients évitez vous dans les crackers ? *

15. Quelle prix Serez-vous prêt à payer pour 100g d'un crackers sains et naturel ? *

13. Serez vous intéressé à un nouveau produit de crackers à base des graines dans le marché ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
 Non

16. Quelle est votre principale motivation pour choisir un produit sain? *

Plusieurs réponses possibles.

- Perte de poids
 Santé
 Énergie
 Autre

17. Quelle texture préférez vous dans un crackers ? *

Une seule réponse possible.

- Très croustillantes
 Légèrement croustillant
 Soufflé
 Autre

18. Quelle importance accorder vous l'origine des ingrédients ? *

Une seule réponse possible.

- Très important
 Moyennement
 Aucune

19. Quelle est votre opinions sur les produits alimentaires à la base des graines

1. Évaluation de la teneur en eau :

Essai	Poids de boite pétri vide (g)	Poids de l'échantillon(g)	Poids de boite pétri + l'échantillon avant l'étuvage	Poids de boite pétri+ L'échantillon après 3h de l'étuvage
Essai 1 pour cracker 1	78,543	2,003	80,55	80,449
Essai 1 pour cracker2	59,274	2,007	61,271	60,989
Essai 2 pour cracker 1	78,446	2,006	80,47	80,371
Essai 2 pour cracker 2	59,17	2,004	61,175	60,911

2. Évaluation de la teneur en cendres :

Essai	Poids des Creusets vides (g)	Poids de l'échantillon(g)	Poids des creusets + Échantillons avant Incinération (g)	Poids des creusets + Échantillons après Incinération (g)
Essai 1 pour cracker 1	22,277	1,0006	23,283	22,329
Essai 1 pour cracker2	61,646	1,0004	22,65	21,665
Essai 2 pour cracker 1	20,327	1,0006	21,333	20,366

Essai 2 pour cracker 2	22,395	1,0003	23,398	22,424
------------------------	--------	--------	--------	--------

3.

Évaluation de la teneur en fibres brutes :

Essai	Poids des creusets vides (g)	Poids de l'échantillon(g)	Poids des creusets + Échantillons avant étuvage (g)	Poids des creusets + échantillons après Étuvage (g)
Cracker 1	20,6389	1,0004	21,6389	21,6121
Cracker 2	19,3441	1,0004	20,3441	20,3303

4. Courbe d'étalonnage du dosage des sucres totaux :

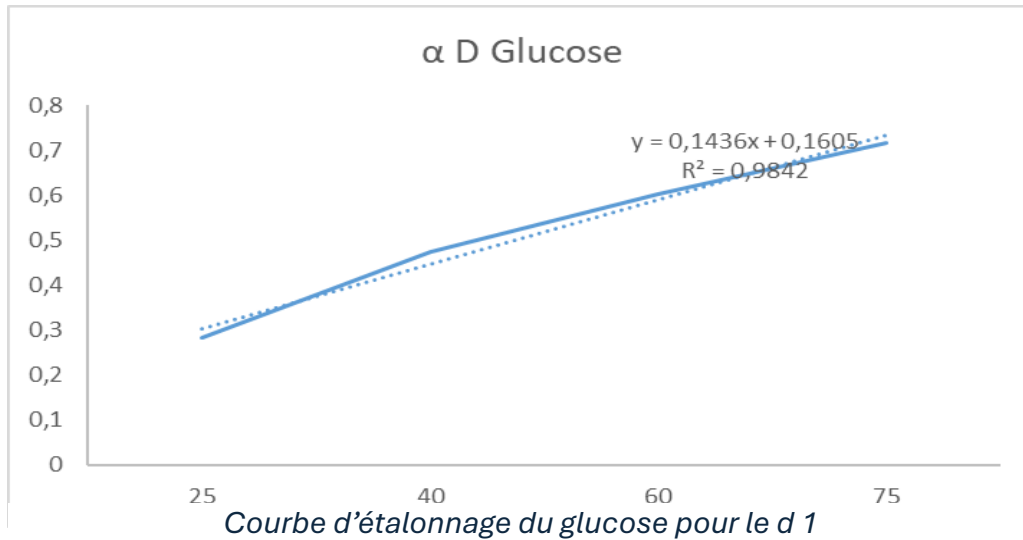
La courbe d'étalonnage, élaborée en utilisant le glucose comme standard, sert de référence pour le dosage des sucres totaux. La préparation de la gamme d'étalonnage s'effectue selon les étapes suivantes :

Une solution mère (SM) de glucose α -D+ à une concentration de 100 μ g/ml est préparée en dissolvant 0,01 g de glucose dans 100 ml d'eau distillée. À partir de cette solution, différentes dilutions sont réalisées pour obtenir des concentrations de, 25, 40, 60 et 75 μ g/ml.

Pour chaque concentration, 1 ml de solution est prélevé, auquel sont ajoutés 1 ml de phénol à 5 % et 5 ml d'acide sulfurique concentré (98 %) à l'aide d'une burette. Après agitation au vortex, les tubes sont chauffés à 100°C pendant 5 minutes, puis maintenus à l'obscurité pendant 30 minutes.

La densité optique de chaque échantillon est ensuite mesurée à 490 nm. Les valeurs obtenues permettent de tracer la courbe d'étalonnage.

$$DO=f(C) \rightarrow DO= \varepsilon \times C + b.$$



5. DO des sucres totaux :

Essai	Do
Cracker 1	1,662
Cracker 2	0,61

6. Dosage des polyphénols totaux (méthode de Folin-Ciocalteu)

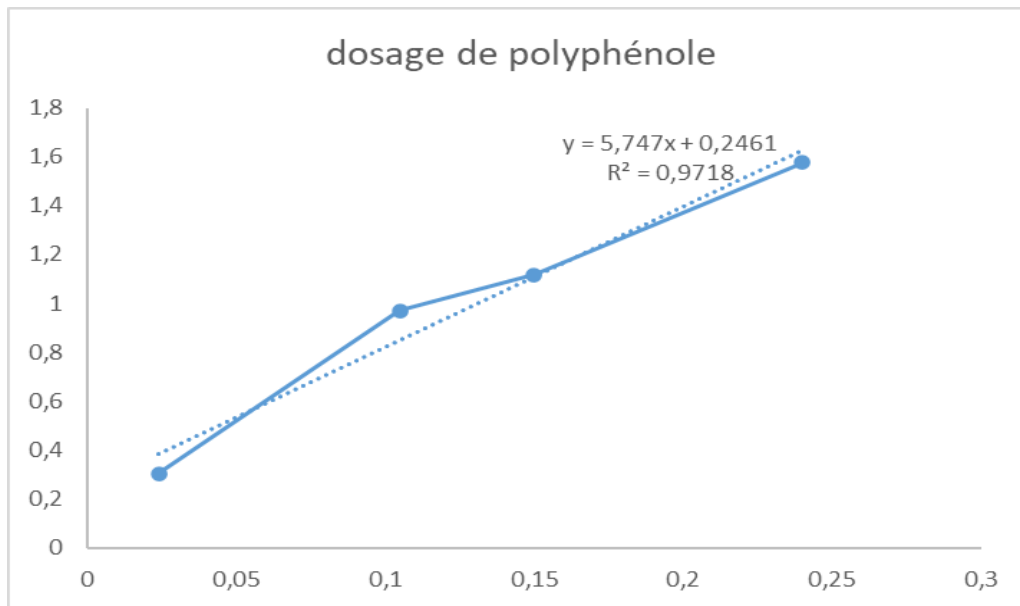
Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux :

Pour chaque série de dosages, il est nécessaire de préparer une courbe d'étalonnage. Une solution mère d'acide gallique à une concentration de 50 mg/ml est d'abord préparée. À partir de cette solution, plusieurs dilutions sont réalisées afin d'obtenir les concentrations suivantes : 0,024 mg/ml, 0,105 mg/ml, 0,15 mg/ml, 0,24 mg/ml

Dans chaque tube, les réactifs suivants sont ajoutés :

10 µL de la solution diluée correspondante, 1,7 ml d'eau distillée, 300 µL du réactif de Folin-Ciocalteu.

Après un temps de réaction de 3 minutes, 0,5 ml d'une solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % est ajouté. Les tubes sont ensuite laissés à l'obscurité pendant 30 minutes. La densité optique est ensuite mesurée à 760 nm, en comparaison avec un témoin.

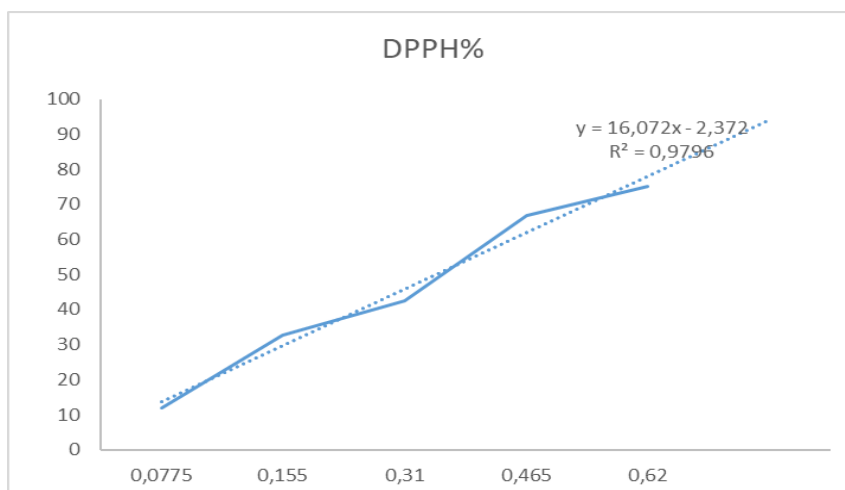


Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux

DO des polyphénols totaux :

Essai	Do
Cracker 1	0,396
Cracker2	0,433

7. Pouvoir antioxydant des crackers 1 :

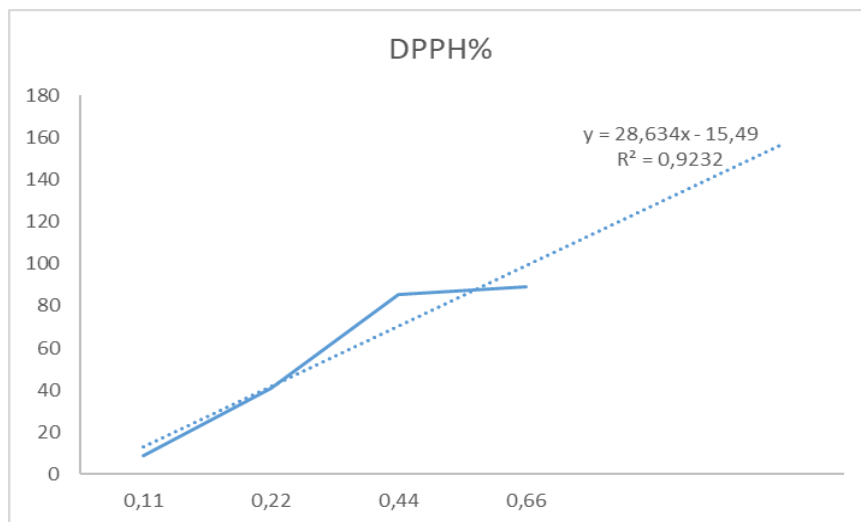


Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des extraits phénoliques de crackers 1

Concentration	% d'inhibition du
---------------	-------------------

(Mg/ml)	DPPH
0	0
0,0775	11,89
0,155	32,71
0,31	42,62
0,465	66,79
0,62	75,21

8. Pouvoir antioxydant des crackers 2 :



Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des extraits phénoliques de crackers 2

Concentration (mg/ml)	% d'inhibition du DPPH
0	0
0,11	8,86
0,22	40,66
0,44	85,5
0,66	89,36