

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ahmed Zabana de Relizane
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de science de la nature et de vie



MEMOIRE
En vue de l'obtention du diplôme de MASTER
Dans le cadre de la décision 008 : Diplôme Institution Economique
..... Spécialité : Biochimie appliquée
Intitulé

Développement de produits sans gluten pour répondre aux besoins nutritionnels spécifiques des personnes atteintes de la maladie cœliaque.

Présenté par :

Mlle : CHOUGRANI Hayet

Mlle : CHERITE Karima

Devant les membres de jury :

Président : Dr BELHAMRA Zineb

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Encadrant : Dr MELLALI Sarah

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Co-Encadrant : Dr TAFAOUI Louiza

Docteur en Biologie (U. Relizane)

Examineur : Dr AROUSSI Abdelkrim

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Représentant de l'incubateur : Dr SBAHI Khayra

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Représentant du partenaire économique :

(Etablissement / adresse)

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Avant tout Nous remercions DIEU « Tout Puissant» qui nous a donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail. Nos remerciements les plus sincères s'adressent

à Dr MELLALI Sarah,

d'avoir accepté la direction de ce mémoire,

et pour l'intérêt qu'elle a donné pour accomplir ce travail. Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et ma gratitude pour sa disponibilité, sa patience, ses conseils, sa compréhension, ses qualités pédagogiques et scientifiques.

Veillez trouver ici, Madame nos reconnaissance et tout notre respect.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent également

à notre Co encadrante Dr TARFAOUI Louiza,

Veillez trouver ici, Madame notre reconnaissance et tout notre respect.

Nous remercions vivement Dr BELHAMRA Zineb, qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider le jury

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à Dr AROUSSI Abdelkrim, pour avoir accepté d'examiné notre travail ainsi que pour sa précieuse aide.

Nous adressons également nos remerciements à Dr SBAHI Khayra pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de se joindre à ce jury en tant que membre d'incubateur.

Un grand merci au personnel Enseignant et Administratif du Département de Biologie

Nous remercions tous les ingénieurs des laboratoires qui nous ont aidés lors de l'expérimentation.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie humblement ce travail aux personnes qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours :

À ma chère mère et à mon cher père,
Pour leur amour inconditionnel, leurs prières constantes et leur soutien indéfectible qui m'ont permis d'atteindre mes objectifs.

À mes frères bien-aimés, Abdelhadi, Mohamed et Haythem,
Pour leur soutien moral, leurs précieux conseils et leur présence réconfortante durant toutes mes années d'études.

À ma chère grand-mère,
Que je remercie du fond du cœur et à qui je souhaite une excellente santé.

À ma chère binôme Karima,
Pour sa compréhension, sa gentillesse et notre excellente collaboration.

À mes respectées enseignantes, Mme MELLALI S. et Mme Tafraoui L.,
Pour leur patience, leurs précieux enseignements et leur soutien constant.

À mes chers amis Hayet et Zahera,
Pour leur aide précieuse et leur réconfort dans les moments difficiles.

À toute ma famille,
Pour leur encouragement et leur affection tout au long de ce chemin.

CHOUGRANI Hayet

Dédicace

Grâce à Dieu et à Son aide, j'ai enfin réalisé ce modeste travail, que je dédie à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, avec mes sentiments les plus profonds. Je souhaite exprimer

Ma reconnaissance particulière à :

À mon cher papa et ma chère maman :

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel, mon pilier solide, celui qui ne fléchit jamais et ma considération. Pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous m'avez apportés depuis mon enfance.

J'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

L'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne pourrai jamais suffisamment vous en remercier. Puisse Dieu, le très-Haut, vous accorder Santé, bonheur et longue vie, et faire en sorte que je ne déçoive jamais.

À mes chères sœurs (Maroua et Aya) et mon seul frère

les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte. Pour vous, Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès, notamment dans la réussite de vos examens du BEM et du Bac, et que Dieu, le tout-puissant, vous protège et vous garde.

À mes enseignantes exceptionnelles Dr MELALI Sarah et Dr TARFAOUI Luiza

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour leur encadrement et leurs précieux conseils.

À mes meilleurs amies Hayet1 Hayet2 Zahour

Je suis fière que vous soyez mes amies.

CHERITE Karima

RESUME

Dans un contexte où l'alimentation saine et fonctionnelle est de plus en plus recherchée, le développement de produits innovants à base d'ingrédients naturels s'impose. L'objectif de Cette étude est la formulation d'une barre énergétique sans gluten à fort potentiel nutritionnel et bioactif à base de caroube (*Ceratonia siliqua L.*), de feuilles de moringa (*Moringa oleifera L.*) et de graines de citrouille (*Cucurbita pepo L.*), en valorisant leurs propriétés nutritionnelles et bioactives. Ces ingrédients, riches en composés bioactifs tels que les polyphénols, flavonoïdes, protéines, fibres et minéraux, ont été choisis pour leur potentiel antioxydant, antimicrobien et nutritionnel. La formulation a été optimisée pour obtenir un produit équilibré, adapté aux besoins des consommateurs recherchant une alimentation saine, naturelle et exempte de gluten.

Le produit final a été évalué à travers des analyses nutritionnelles, phytochimiques (recherche des métabolites secondaires), antioxydantes (DPPH) ainsi qu'une analyse sensorielle pour apprécier son acceptabilité. Le produit est riche en glucide (48g/100g), protéine (9g/100g), lipide (23g/100g) et de 449Kcal/100g calorie ; les plantes utilisées présente une richesse en polyphénols, flavonoïde et également bonne activité antioxydante .

Les résultats obtenus démontrent un bon potentiel fonctionnel et sensoriel du produit développé, mettant en valeur l'intérêt de l'utilisation d'ingrédients locaux dans la conception de nouveaux aliments santé.

Mots-clés : barre énergétique, caroube, moringa, graines de citrouille, antioxydants, sans gluten, alimentation.

ABSTRACT

In a context where healthy and functional food is increasingly sought after, the development of innovative products based on natural ingredients is essential. Objective of this study fits into this approach by exploring the formulation of a gluten-free energy bar with high nutritional and bioactive potential, based on carob (*Ceratonia siliqua* L.), moringa leaves (*Moringa oleifera* L.), and pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.), highlighting their nutritional and bioactive properties. These ingredients, rich in bioactive compounds such as polyphenols, flavonoids, proteins, fibers, and minerals, were selected for their antioxidant and nutritional potential. The formulation was optimized to achieve a balanced product, suitable for consumers seeking a healthy, natural, and gluten-free diet.

The final product was evaluated through nutritional analysis, phytochemical screening (for secondary metabolites), antioxidant activity (DPPH), and a sensory analysis to assess its acceptability. The product is rich in carbohydrates (48g/100g), proteins (9g/100g), fats (23g/100g), and provides 449 Kcal/100g. The selected plants showed high contents of polyphenols and flavonoids and along with good antioxidant activities.

The results demonstrate the functional and sensory potential of the developed product, highlighting the value of using local ingredients in the development of new health-promoting foods.

Keywords: energy bar, carob, moringa, pumpkin seeds, antioxidants, gluten-free, food.

ملخص

في ظل تزايد الطلب على الأغذية الصحية والوظيفية، يُعد تطوير منتجات مبتكرة قائمة على مكونات طبيعية أمرًا ضروريًا. وتندرج هذه الدراسة في هذا الإطار من خلال استكشاف صيغة لوح طاقة خالي من الغلوتين، يتميز بقيمة غذائية ونشاط حيوي مرتفع، ويعتمد على الخروب (*Ceratonia siliqua* L.) و أوراق المورينغا (*Moringa oleifera* L.)، وبذور اليقطين (*Cucurbita pepo* L.) مع التركيز على خصائصها الغذائية والنشطة بيولوجيًا. وقد تم اختيار هذه المكونات لغناها بالمركبات النشطة حيويًا مثل البوليفينولات، الفلافونويدات، البروتينات، الألياف، والمعادن، إضافة إلى خصائصها المضادة للأكسدة والقيمتها الغذائية.

تم تحسين تركيبة المنتج لتحقيق توازن يجعله مناسبًا للمستهلكين الباحثين عن نظام غذائي صحي، طبيعي، وخالي من الغلوتين. وتم تقييم المنتج النهائي من خلال التحليل الغذائي، والفحص الكيميائي النباتي للكشف عن المستقلبات الثانوية، بالإضافة إلى تحليل حسي لتقييم مدى تقبله. النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة DPPH.

أظهر المنتج احتواءً عاليًا على الكربوهيدرات (48 غ/100 غ)، البروتينات (9 غ/100 غ)، والدهون (23 غ/100 غ)، ويوفر 449 سعرة حرارية لكل 100 غ. وأظهرت النباتات المختارة محتوى عالٍ من البوليفينولات والفلافونويدات، إلى جانب نشاط جيد كمضادات للأكسدة. وتُظهر النتائج الإمكانيات الوظيفية والحسية للمنتج المطور، مما يبرز أهمية استخدام المكونات المحلية في تطوير أغذية جديدة تعزز الصحة.

الكلمات المفتاحية: شريط طاقة، خروب، مورينغا، بذور اليقطين، مضادات الأكسدة، خالي من الغلوتين، غذاء

Table des matières

Remercîments

Dédicace

Résumé

Liste des abréviations

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Chapitre 1: Comprendre la maladie cœliaque .

1.Définition de la maladie cœliaque.....4

2.Différences entre la maladie cœliaque et l'allergie au blé 4

3.Épidémiologie 5

4. Facteurs d'apparition de la maladie 6

4.1 Facteurs exogènes 7

5. Physiopathologie de la maladie cœliaque 9

6.Symptômes et diagnostic..... 10

6.1.Symptômes de la maladie cœliaque 10

6.2.Diagnostic..... 11

6.2.1.Diagnostic sérologique 11

7.Etude histologique..... 13

8.Traitement de la maladie cœliaque..... 14

9. Produits sans gluten..... 15

Chapitre 2 :Valorisation de la caroube , moringa et des graines de citrouille dans l'alimentation sans gluten

1.Caroube 17

1.1. Définition de caroube 17

1.2. Distributions de caroube..... 18

1.3. Composition Nutritionnelle de caroube 19

1.3.1.Carbohydrates..... 20

1.3.2.Protéines 20

1.3.3.Minéraux 20

1.3.4.Fibres 21

1.3.5.Vitamines 21

1.4.Applications de la alimentation de la caroube	21
1.5. Applications biochimiques de la caroube.....	22
1.5.1. Activités antimicrobiennes et antifongiques	22
1.5.2.Activités antidiabétiques	22
1.5.3.Activités antioxydants	23
1.5.4.Effets anticancéreux	24
1.5.5.Effets anti diarrhéiques.....	24
2. Moringa	25
2.1. Définition de moringa	25
2.2.Distribution de <i>Moringa oleifera</i>	25
2.3.Composition nutritionnelle exceptionnelle	26
2.4.Les principaux bienfaits du moringa.....	27
2.4.1.Combattre la malnutrition	27
2.4.2.Lutter contre le stress oxydatif	27
2.4.3.Régulation de la glycémie	27
2.4.4.Soutien immunitaire	27
2.4.5.Propriétés anti-inflammatoires	27
3.Les graines de citrouille	28
3.1.Définition	28
3.2.Distribution Les graines de citrouille	29
3.3. Régions principales de culture des graines de citrouille en Algérie	29
3.4.Bienfaits des graines de citrouille pour la santé.....	30
3.4.1.Prévention du système cardiaque	30
3.4.2.Renforcement du système immunitaire.....	30
3.4.3.Des vitamines du groupe B	30

Chapitre 3: Matériels et méthodes

1. Objectif.....	33
2. Méthodologie de travail	33
3.Matériel végétal.....	33
3.2.Site de prélèvement	33
3.3.Echantillonnage	34
3.4.Transformation des plantes en poudre (matériel végétal sec)	34
3.5.Lavage et stérilisation.....	34
4. Teneur de certains métabolites pour le sous le produit	35

4.1.Matières grasses (lipide).....	35
4.2.Protéines	35
4.3.Glucides.....	35
4.4.Fibre alimentaires	35
5.Dosage des métabolites secondaires de chaque plante.....	36
5.1..Extraction du matériel végétal.....	36
5.2.Le rendement d'extraction	36
5.3.Dosage des polyphénols totaux	37
5.4.Dosage des flavonoïdes totaux	38
5.5.Dosage des tannins	38
6.Évaluation de l'activité antioxydante (Pouvoir scavenger du radical DPPH).....	38
7.Etude organoleptique.....	39
8.Test de contamination	40
9. Préparation de produit (les barres énergétique).....	41
Chapitre 4 Résultats et discussion	
1.Les analyse physicochimique pour le sous produit.....	44
1.2.Résultats nutritionnelles (par 100 g de produit)	44
2. L'analyse de gluten	45
3.Le résultat de calculs de rendement	45
4. Evaluation de dosage de métabolites secondaires.....	45
4.1. Dosage de métabolites secondaires pour la caroube	45
4.2.Dosage de métabolites secondaires de la plante de Moringa	46
4.3.Dosage de métabolites secondaires pour les grains de citrouille	47
5. Evaluation de l'activité Antioxydante.....	48
5.1.Activité antioxydante de caroube	48
5.2.Activité antioxydante de moringa	49
5.3.Activité antioxydante de grain de citrouille	49
7. Les analyse microbiologique.....	51
7.1. Les résultats du test de contamination.....	51
Conclusion.....	53
Références bibliographique.....	55
ANNEXES 01 : Les courbe d'étalonnage.....	60
ANNEXES 02: Les analyses physicochimique et le gluten	63
ANNEXES 03: Questionnaire de l'étude organoleptique.....	64

ANNEXES 04: Journal officiel de la république Algérienne N25.....	65
ANNEXES 05: Journal officiel de la république Algérienne N39	71
Guide start-up.....	72

Liste des Abréviations

Abs : Absorbance

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium

BHT : Hydroxyluène butylé

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

HCL : Acide chlorhydrique

IC₅₀ : Concentration correspondante à 50% d'inhibition de l'échantillon à analyser

MC : Maladie de coeliaque

Mg EAG/ml Ext : Miligramme d'équivalent d'acide gallique par millilitre de l'extrait

Mg CE/ml Ext : Miligramme d'équivalent de catéchine par millilitre de l'extrait

MH : Mueller Hinton

NaOH : Hydroxyde de sodium

PPT : Polyphénols totaux

Liste des figures

Figure 1 : Maladie coeliaque	4
Figure 1 :Maladie cœliaque	4
Figure 2 :Prévalence de la maladie cœliaque selon les pays	6
Figure 3 :Les Facteurs génétiques et exogènes dans la maladie cœliaque	7
Figure 4 :Mécanisme physiopathologique de la MC	9
Figure 5 :Plan proposé par l'ESPGAN et la NASPGHAN pour le diagnostic de la maladie cœliaque	13
Figure 6 :Le système de classification Marsh des villosités intestinales montre un spectre s'étendant du tissu sain (Marsh 0) à l'atrophie totale (Marsh 3c) utilisé pour identifier la maladie cœliaque	14
Figure 7 :Fruit du caroubier (Bourmadia 15 Mai 2025).....	17
Figure 8 : Distribution de caroubier en Algérie	19
Figure 9 : Composition nutritionnelle de la caroube et des bienfaits pour la santé	19
Figure 10 :Arbre de moringa (photo prise à Blida 03Février 2025)	26
Figure 11 : Les graines de citrouille (prélevés à Mostagnem février 2025).....	28
Figure 12 : Procédure d'extraction par macération	36
Figure 13 : Diagramme résumant les étapes du processus de fabrication de la barre énergétique	42
Figure 14 :Dosage de polyphénole, flavonoïde et tannins pour la caroube	46
Figure 15 :Dosage de polyphénole, flavonoïde et tannins pour la Moringa	46
Figure 16 :Dosage de polyphénole, flavonoïde et tannins pour les grains de citrouille.....	47
Figure 17 :Activité antioxydante de caroube	48
Figure 18 :Activité antioxydante de Moringa	49
Figure 19 :Activité antioxydante de Grain de citrouille.....	50
Figure 20 :Résultat de l'étude organoleptique	50
Figure 21 :Absence des germes dans les milieu de culture.....	52

Liste des tableaux

Tableau 1 :Manifestations de la maladie cœliaque	12
Tableau 2 :Présentation des plantes utilisées	35
Tableau 3 :Extraction avec macération éthanolique.....	37
Tableau 4 : Les milieux favorables à la croissance des germes recherché et leur durée et la température d'incubation.....	40
Tableau 5 : Observation des colonies sur les milieux	41
Tableau 6 :Calcul de rendement	45
Tableau 7 : Résultats des analyses microbiologique effectuées sur les barres fabriquées	51

Introduction général

L'alimentation joue un rôle essentiel dans la santé humaine. Une alimentation déséquilibrée est l'un des principaux facteurs de risque des maladies liées aux troubles alimentaires (**Alkhatib et al., 2017**). Face à cette problématique croissante, l'industrie agroalimentaire s'oriente vers la production d'aliments fonctionnels, dont les barres énergétiques représentent une forme pratique, nutritive et populaire. Ces barres permettent d'apporter une énergie immédiate et des nutriments essentiels, ce qui les rend particulièrement prisées des sportifs et des personnes actives (**Gopalan et al., 2019**).

La formulation de barres énergétiques à base d'ingrédients naturels et fonctionnels est devenue une tendance croissante. Des plantes médicinales comme le moringa (*Moringa oleifera* L.) ou des fruits riches en antioxydants comme la caroube (*Ceratonia siliqua* L.) sont de plus en plus intégrés dans ces produits pour leurs bienfaits nutritionnels et thérapeutiques. Le moringa est reconnu pour sa richesse en vitamines, minéraux, protéines et antioxydants puissants, ce qui lui confère un potentiel dans la prévention de nombreuses maladies (**Anwar et al., 2007**). De son côté, la caroube contient des fibres alimentaires, des polyphénols et d'autres composés bioactifs ayant des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes (**Sultana et Anwar, 2008**).

Un autre ingrédient fonctionnel d'intérêt est la graine de citrouille (*Cucurbita pepo* L.), appréciée pour sa richesse en protéines, acides gras essentiels, phytostérols et autres composés bioactifs. Ces graines contribuent à la santé cardiovasculaire, au bon fonctionnement du système immunitaire et possèdent également des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes (**Nkosi et al., 2005**).

Le développement d'une barre énergétique sans gluten, à base de caroube, moringa et graines de citrouille, s'inscrit ainsi dans une démarche de valorisation de produits naturels à fort potentiel nutritionnel et fonctionnel. Une telle formulation vise à répondre aux attentes des consommateurs recherchant des alternatives saines, pratiques et adaptées aux régimes spécifiques, notamment sans gluten.

Ce projet de recherche a pour objectif de formuler une barre énergétique fonctionnelle en combinant ces trois ingrédients naturels. Il s'agira d'évaluer sa composition nutritionnelle, sa richesse en métabolites secondaires, ainsi que ses propriétés antioxydantes, et ses caractéristiques organoleptiques. Une telle étude permettra de valoriser des ressources végétales locales dans le développement d'un produit à haute valeur ajoutée, répondant aux exigences actuelles de santé et de nutrition.

Chapitre 1

Comprendre la maladie cœliaque

1. Définition de maladie cœliaque

La maladie cœliaque est une pathologie d'origine immunologique : chez certaines personnes, l'ingestion d'une protéine présente dans les farines (blé, orge, seigle) – le gluten – déclenche une réaction exagérée du système immunitaire, d'où une inflammation entraînant la destruction des villosités de la muqueuse intestinale (**Figure 1**). En conséquence, l'absorption des nutriments est plus ou moins réduite, en fonction de la gravité et de l'extension de la maladie (**Joubert, 2018**) .

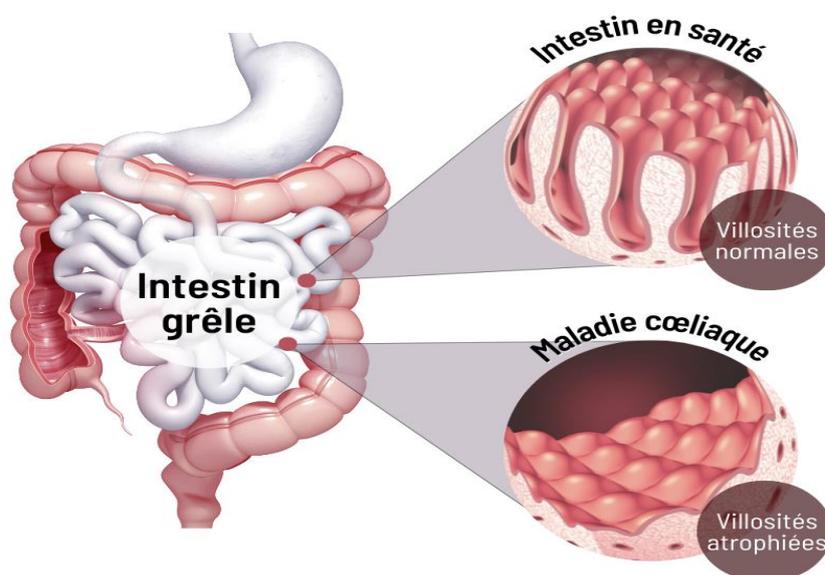


Figure 1 : Maladie cœliaque (Hopkins, 2021)

2. Différences entre la maladie cœliaque et l'allergie au blé

Trois grandes familles de pathologies liées au gluten ont été mises en évidence :

2.1. La maladie cœliaques

la prédisposition des patients est génétique, le simple fait de consommer du gluten déclenche une réaction inflammatoire au niveau des villosités intestinales. Environ 1% de la population est affecté, et seulement 10 à 20% des cas seraient diagnostiqués. Le régime d'exclusion est la seule option, y compris des produits contenant des traces de gluten.

Le système immunitaire adaptatif des patients, en présence des protéines du gluten (les gliadines) produit divers anticorps, ce qui peut causer, à terme, des lésions de la paroi intérieure de l'intestin, avec des problèmes de digestion et une moindre assimilation par l'organisme des nutriments, des minéraux et des vitamines.

2.2.La sensibilité au gluten (et au blé) non cœliaque : caractérisée par un ensemble de symptômes digestifs et extra digestifs survenant rapidement (quelques heures à jours) après l'ingestion de gluten et amélioré par l'éviction du gluten sans avoir les caractéristiques biologiques (absence d'anticorps spécifiques) et histologiques (absence d'atrophie velléitaire) de la maladie cœliaque. Elle serait bien plus fréquente que la maladie cœliaque.

2.3.L'allergie au blé : c'est une allergie alimentaire qui affecte les organes respiratoires et la peau. Les données françaises sur la prévalence sont peu nombreuses (**Drschar, 2016**).

3.Épidémiologie

Grâce à l'évolution des méthodes de diagnostic et des études épidémiologiques, la MC est maintenant mieux décrite.

La prévalence de la MC, c'est-à-dire le nombre de cas présents dans la population, a beaucoup évoluée (**Figure 2**). Elle est estimée à 1 pour cent en Europe, aux Etats Unis, en Australie et en Argentine alors qu'elle était rapportée à environ 1 pour mille aux Etats Unis il y a encore 40 ans (**Catassi , 2015**).

- a) En Algérie, une insuffisance de l'information est notée. Dans la commune de Constantine, une augmentation de la prévalence de la maladie cœliaques de 0,11% en 2000 à 0,97% en 2009 a été notée (**Zidouni, 2009**).
- b) En Europe, la prévalence de la MC varie selon les pays. Elle atteint une valeur maximale de 2 à 3% en Finlande alors qu'elle est de seulement 0,2% en Allemagne. Dans le monde, elle est plus importante : en Finlande (2-3%), au Sahara occidental (5,6%) et au Mexique (1,5 à 3,5%).
- c) En Afrique Subsaharienne et dans les autres pays d'Asie, la prévalence de la MC est inférieure à celle des pays occidentaux même si le gradient décroissant Nord-Sud de la prévalence de la MC dans le monde est de moins en moins

visible notamment à cause de son augmentation en Inde (supérieure à 1%) et dans certains pays d'Amérique latine (Catassi, 2015)

Ce sont les pays en voie de développement qui subissent la plus forte augmentation de la prévalence de la MC. Ainsi, le rôle des facteurs environnementaux dans le déclenchement de la MC (tels que le changement brusque des habitudes alimentaires et la propagation de céréales de plus en plus toxiques mais rentables pour les cultures) a été fortement suggéré ces dernières décennies (Catassi, 2011).



Figure 2 :Prévalence de la maladie coeliaque selon les pays (Juhan, 2018)

4. Facteurs d'apparition de la maladie

Plusieurs facteurs sont impliqués dans la physiopathologie de la maladie coeliaque même si cette dernière n'est pas totalement comprise. On note l'interaction de ces facteurs qui sont génétique : génétique, exogènes, immunologique (Figure3).

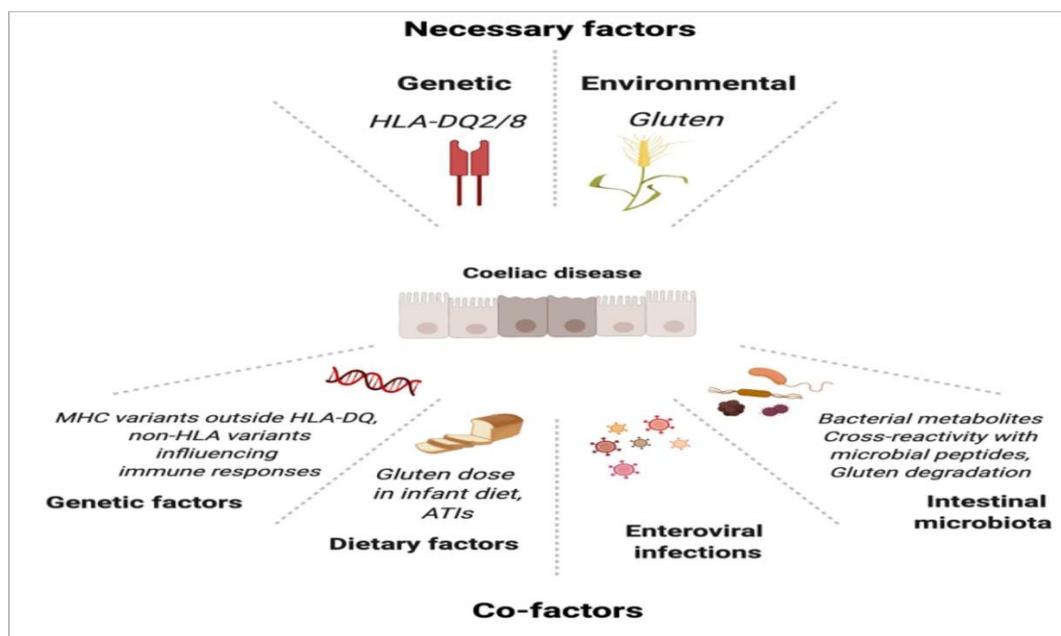


Figure 3 :les Facteurs génétiques et exogènes dans la maladie cœliaque (Cerf-Bensussan, 2022)

4.1.Facteurs exogènes

4.1.1.Le gluten

Le gluten est le terme utilisé pour décrire la fraction protéique extraite du blé, orge et seigle, responsable de la maladie cœliaque. Il s'agit d'une fraction protéique alcool- soluble (**insoluble dans l'eau**) de céréale qu'on appelle prolamine, constituée de 33 acides aminés riche en glutamine (environ 15%) et proline (environ 30%) et dont le nom varie selon l'origine de la céréale : Gliadine pour le blé, hordéine pour l'orge et sécaline pour le seigle En raison de sa richesse en glutamine et proline, cette fraction protéique n'est pas digérée par l'intestin humain, c'est-à-dire qu'elle n'est pas dégradée par les enzymes gastriques, pancréatiques ou de la bordure en brosse de l'intestin (Sturges *et al.*,1991 ;Shan *et al.*,2002).

Le gluten est composé de 2 fractions que nous pouvons distinguer par leur caractère soluble ou non dans l'alcool :

4.1.1.1. Les prolamines toxique

Les protéines responsables d'intolérance au gluten sont les prolamines. Ces dernières (**gliadine du blé, sécaline du seigle et hordéine de l'orge, collectivement désignée sous le nom du gluten**) ont été identifiées comme le composant de ces céréales capable d'induire des dommages chez les cœliaques (**Crowe, 2008**). Les séquences toxiques des prolamines (gliadine, sécaline et hordéine) ont plusieurs caractéristiques uniques qui contribuent à leurs propriétés immunogènes. Elles sont extrêmement riches en acides aminés proline et glutamine (**Mouterde et al., 2008**).

Ces deux acides aminés sont à la base des deux étapes majeures dans la cascade inflammatoire de la maladie cœliaque :

- ✓ Ils confèrent une résistance à la dégradation enzymatique, car l'intestin humain n'a pas une prolylendopeptidase qui peut aisément couper les peptides du gluten riches en prolines.
- ✓ Les peptides du gluten riches en glutamine sont un substrat idéal pour la désamination par la transglutaminase tissulaire (**Lerner, 2010**).

4.1.1.2. Les glutenines

Les glutélines, (gluténines pour le blé). Ce sont des protéines agrégées. (**L. Charbonnier et al., 1980**). La gluténine est considérée comme étant inoffensive, mais comme elle est toujours accompagnée de la gliadine, elle est éliminée d'emblée. (**Chiny et Lignom, 2013**).

Les gluténines représentent 40 à 50% des protéines de réserve de blé. Contrairement aux gliadines, les gluténines sont des protéines polymériques de haut poids moléculaire compris entre 500 à 10 000 kDa, qui résultent de la polymérisation de sous-unités. Les gluténines sont divisées en 2 groupes de sous-unités polypeptidiques : celles de hauts poids moléculaires (SG- HPM) et celles de faibles poids moléculaires (SG-FPM).

5. Physiopathologie de la maladie cœliaque

La maladie cœliaque résulte d'une interaction complexe entre des facteurs environnementaux, génétiques et immunitaires (Kagnoff, 2007 ;Tkoub, 2008).

Chez les individus porteurs d'une prédisposition génétique, notamment ceux exprimant les molécules HLA-DQ2 ou HLA-DQ8, les résidus glutamine de la gliadine (composant du gluten) sont transformés en glutamates sous l'action de la transglutaminase tissulaire (étape 1). Cette forme modifiée de gliadine est ensuite captée par les cellules présentatrices d'antigène exprimant HLA-DQ2/DQ8, ce qui entraîne l'activation de lymphocytes T CD4+ spécifiques du gluten (étape 2). Ces lymphocytes sécrètent alors des cytokines telles que l'interféron gamma (IFN- γ) et l'interleukine 21 (IL-21), stimulant la production d'anticorps dirigés contre le gluten et la transglutaminase (étape 3). En réponse, une surproduction d'interleukine 15 (IL-15) est déclenchée (étape 4). Cette IL-15 active les lymphocytes intra-épithéliaux, qui deviennent cytotoxiques et attaquent les cellules épithéliales intestinales (étape 5). Cette destruction cellulaire provoque une atrophie des villosités intestinales (Godat, 2013).

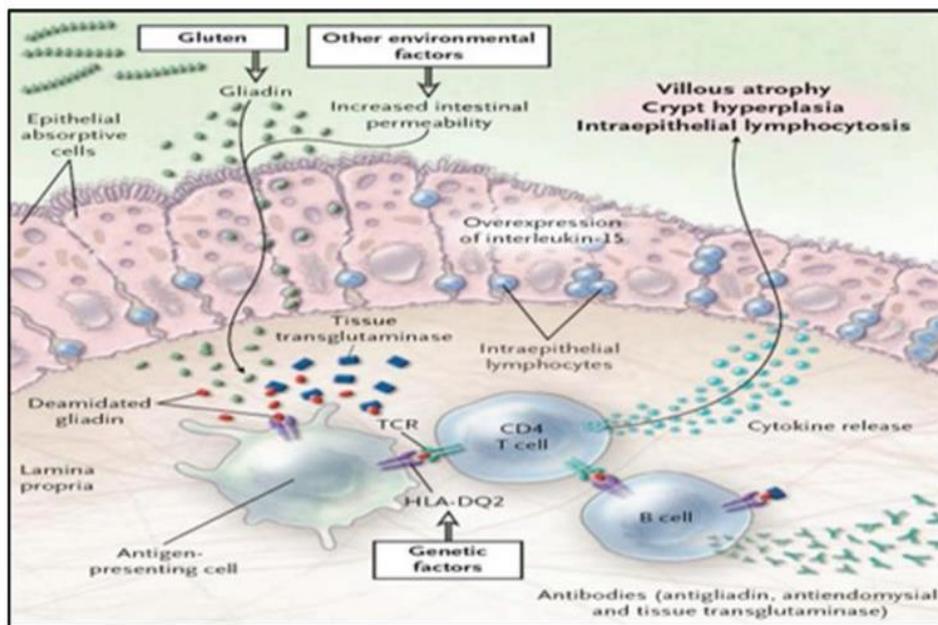


Figure 4 :Mécanisme physiopathologique de la MC (Hill, 2005)

Les différentes étapes du mécanisme de physiopathologie de la maladie

- Franchissement de la barrière épithéliale par la gliadine.
- Formation du complexe gliadine-transglutaminase dans la lamina propria : déamination de la gliadine et augmentation de son immunogénicité.
- Formation du complexe gliadine-transglutaminase-HLA II et présentation par les macrophages aux lymphocytes T CD4+.
- Activation des lymphocytes T CD4+.
- Activation des plasmocytes à immunoglobuline A de la muqueuse : formation d'anticorps anti-endomysium et sécrétion de cytokines (dont les interleukines IL 8).
- Activation par les IL 8 des macrophages qui synthétisent les métalloprotéines.
- Déstructuration de la matrice extracellulaire par les métalloprotéines : hypertrophies des cryptes.

6.Symptômes et diagnostic

6.1.Symptômes de la maladie cœliaque

Le spectre clinique de la maladie cœliaque est large. Les formes classiques, qui ne représentent que 10 à 20 % des cas, comportent la triade diarrhée-douleurs abdominales-malabsorption.

Les formes les plus fréquentes, soit plus de 80 % des cas, sont représentées par les formes pauci-symptomatiques. Les circonstances de découverte de ces formes sont un dépistage chez les parents du premier degré de maladie cœliaque, les antécédents de régime sans gluten dans l'enfance (**Ventura et al., 1999 ;Green et al.,2005**).

Chez l'enfant, un retard staturo-pondéral ou une puberté tardive peuvent constituer les seuls signes cliniques, malgré un état de santé général apparemment normal. Parmi les autres manifestations fréquentes figurent une fatigue persistante et une élévation des transaminases sériques.

Chez l'adulte, les formes symptomatiques ou dites classiques se présentent souvent sous forme de diarrhée chronique, de distension abdominale, de douleurs, de fatigue et de signes de malabsorption (**Green et Cellier, 2007; Catassi et Fasano, 2008**).

Néanmoins, de nombreux patients présentent peu, voire aucun, symptôme digestif, tout en exprimant des signes extra-intestinaux. Parmi ceux-ci, on peut retrouver une dermatite herpétiforme, une anémie, de l'ostéoporose, des troubles de la fertilité ou encore des atteintes neurologiques (**Alaedini et Green, 2005**).

6.2.Diagnostic

Pour le diagnostic de la maladie cœliaque, la Société Européenne pour la gastroentérologie et la Nutrition Pédiatriques (ESPGAN) et la Société Nord-Américaine pour la gastroentérologie, l'Hépatologie et la Nutrition Pédiatrique (NASPGHAN) ont recommandé le plan de conduite à tenir pour le diagnostic présenté dans la (**figure N°5**) (**Briani, 2008**).

6.2.1.Diagnostic sérologique

La mise au point de tests sérologiques constitue la plus grande percée dans le dépistage de la maladie cœliaque

- ✓ **Anticorps anti-gliadine** : ce fut le premier test sérologique mis au point dans les années 1980. En raison de sa sensibilité et sa spécificité relativement faibles, ce test ne doit pas être utilisé pour dépister la maladie cœliaque (**Rachid et Lee,2016**).
- ✓ **Anticorps anti-réticuline** : ce deuxième test sérologique mis au point a été utilisé brièvement. Puisqu'il existe des tests plus sensibles, ce test ne doit pas être utilisé à des fins de dépistage (**Roujon, 2013 ; Rashid et Lee, 2016**).
- ✓ **Les anticorps anti-endomysium** : Ce test est reconnu pour sa grande sensibilité et spécificité dans le diagnostic de la maladie cœliaque. Toutefois, il présente l'inconvénient d'être relativement coûteux en raison de la nécessité de recourir à des techniques d'immunofluorescence . (**Rashid et Lee, 2016 ; Gargouri,2017**).
- ✓ **Les anticorps anti-transglutaminase tissulaire (anti-TGt)** : En 1997, il a été découvert que l'enzyme transglutaminase tissulaire était l'antigène responsable de la production des anticorps anti-endomysium. Le coût de ce test est depuis devenu plus abordable.

De nos jours, la majorité des laboratoires hospitaliers privilégient la mesure des anticorps anti-TGt plutôt que celle des anticorps anti-endomysium (**Deprez,2018**).

- ✓ **Les anticorps anti-peptides désaminés de la gliadine (DGP)** : Représentant la dernière génération de tests sérologiques, ce test n’apporte pas de bénéfice significatif par rapport au dosage des anticorps anti-TGt lorsqu’il est utilisé comme test de dépistage principal. Néanmoins, la recherche des anticorps anti-DGP de type IgG s’avère légèrement plus sensible que celle des anti-TGt de type IgG. Elle est donc recommandée chez les patients présentant un déficit sélectif en IGA (**Ludvigsson,2014 ;Rashid et Lee, 2016**).

Tableau 1 :Manifestations de la maladie cœliaque (Oxentenko., 2008)

Caractéristiques chimiques		
Gastro-intestinales	Diarrhée, Stéatorrhée, Flatulence, Distension, Perte de poids, Anorexie, Douleur abdominale	
Extra-intestinales	Résultats de laboratoire	Anémie ; Insuffisances de vitamines ; Niveaux d’aminotransférase élevés.
	Peau	Dermatite herpétiforme
	Hématologie	Atrophie splénique.
	Musculosquelettique	Ostéopénie/ostéoporose ; Ostéomalacie : Défauts d’émail : Arthropathie : Crampes de muscle/ tétanie.
	Neurologiques	Neuropathie périphérique : Ataxie : Epilepsie.
	Reproductive	Infertilité : Puberté retardée
	Psychiatrique	Dépression anxiété

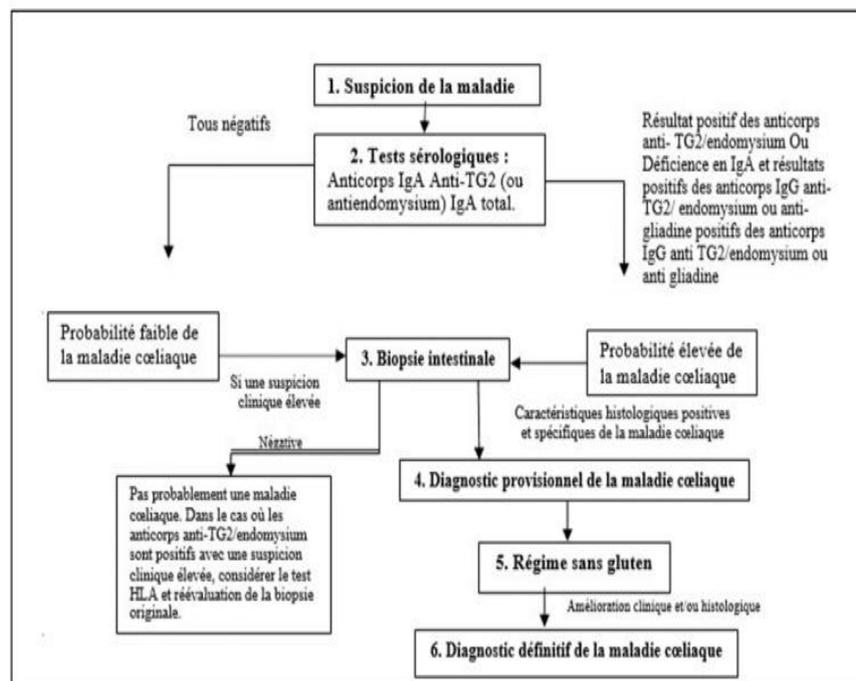


Figure 5 :Plan proposé par l'ESPGAN et la NASPGHAN pour le diagnostic de la maladie coeliaque (Briani, 2008).

7. Etude histologique

L'évaluation histologique des lésions intestinales repose principalement sur différentes classifications Marsh (Biesiekierski, 2011), dont la plus utilisée est celle de Marsh (Marsh MN 1992), allant du stade 0 au stade 4 (Figure N°1=6). On retrouve également la classification de Matuchansky et Marche, qui propose une gradation de 1 à 5 (Matuchansky, 1970).

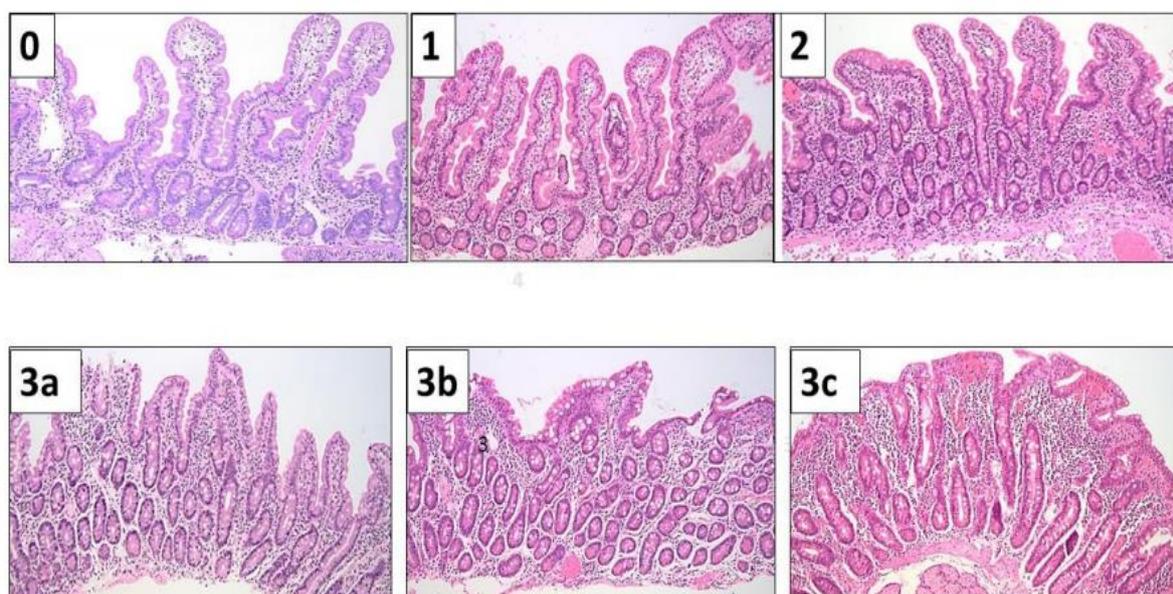


Figure 6 :Le système de classification Marsh des villosités intestinales montre un spectre s'étendant du tissu sain (Marsh 0) à l'atrophie totale (Marsh 3c) utilisé pour identifier la maladie cœliaque (Biesiekierski, 2011)

8.Traitement de la maladie cœliaque

Le traitement de la maladie cœliaque est à la fois simple dans son principe et exigeant dans son application. Il repose exclusivement sur un **régime strict sans gluten à vie**. En éliminant totalement le gluten de leur alimentation, les patients permettent à leur muqueuse intestinale de cicatriser. La plupart des symptômes s'atténuent progressivement, et le risque de complications graves liées à une maladie cœliaque non traitée diminue considérablement (Hill *et al.*, 2005).

Le régime sans gluten (**RSG**) reste à l'heure actuelle le seul traitement de la MC, le principe de ce régime repose sur l'exclusion complète et définitive du gluten et la suppression de tous les aliments contenant les 4 céréales toxiques (**Blé, Seigle, Orge et avoine**) et le remplacement de ces produits par d'autres aliments tel que le riz et le maïs. Aussi une bonne tolérance de l'avoine a été suggérée chez l'adulte à partir des études montrant que des quantités modérées d'avoine peuvent être incluse dans un **RSG** sans effets indésirables et une quantité de 2.5 à 5g/jour de gluten n'induit pas de changement morphologique de la muqueuse intestinale chez les patients atteints de MC (Montgomery, 1988 ; Janatani, 1995). L'objectif du RSG est de corriger les anomalies cliniques, biologiques et

histologiques de la maladie et de diminuer le risque de complication à long terme notamment le lymphome non hodgkinien de l'intestin de grêle (**Vahedi et al., 2011**).

9. Produits sans gluten

Les produits sans gluten sont des aliments qui ne contiennent pas de gluten, une protéine présente naturellement dans certaines céréales comme le blé, l'orge et le seigle. Ces produits sont spécialement conçus pour les personnes atteintes de maladie cœliaque ou souffrante d'intolérance ou de sensibilité au gluten. Ils permettent de suivre un régime alimentaire strict sans compromettre la santé digestive ni provoquer de réactions immunitaire il existe une grande variété de produits sans gluten disponibles sur le marché. Parmi eux, on retrouve :

- Les farines sans gluten (farine de riz, de maïs, de sarrasin, de pois chiches, etc.).
- Les pâtes sans gluten (pâtes de riz, de maïs, de lentilles, de pois chiches, de quinoa).
- Les biscuits et gâteaux sans gluten (biscuits à la farine d'amande, gâteaux au chocolat sans farine, cookies au sarrasi).
- les barres énergétiques sans gluten (barres aux fruits secs, barres aux noix, barres aux céréales sans gluten comme le riz soufflé, le quinoa, ou le sarrasin).

Chapitre 2

Valorisation de la caroube, du moringa et des graines de citrouille dans l'alimentation sans gluten

1.Caroube

1.1. Définition de caroube

Le nom scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua L.*, dérive du mot grec « *Kera* », qui se rapporte à la forme kératomorphe du fruit (**Figure7**), et au mot latin *siliqua*, qui fait référence à la dureté et à la forme des gousses.(**Mavromoustakos et Tzakos, 2016**) .



Figure 7 :Fruit du caroubier (Bourmadia 15 Mai 2025)

Le caroubier est cultivé dans les pays méditerranéens, surtout pour ses fruits comestibles et sucrés. Sa production mondiale, estimée à 250 000 tonnes, est essentiellement

concentrée en Espagne, au Maroc, en Italie, au Portugal, en Grèce, en Turquie, au Chypre et en Algérie (**Benamar, 2011**).

La caroube est naturellement sans gluten. Elle est souvent utilisée comme alternative au cacao dans les régimes sans gluten .

Dans les magasins bio et spécialisés, ou en ligne, vous trouverez facilement de la caroube sous forme de poudre ou de farine). Elle est obtenue après broyage de la gousse entière du caroubier. C'est la forme la plus couramment utilisée pour remplacer le chocolat dans les préparations sucrées. Elle entre également dans la fabrication de compléments alimentaires sous forme de gélules. La poudre ou la farine de caroube se mélange facilement dans des recettes de pâtisserie ou simplement dans des boissons (smoothies, milkshakes, etc) .C'est un épaississant naturel fréquemment utilisé dans l'industrie alimentaire (sous la désignation E410) car il contient du galactomannane, un sucre complexe composé d'amidon (**Jean,2025**).

1.2. Distributions de caroube

Le caroubier est distribué, à l'état sauvage, en Turquie, Chypre, Syrie, Liban, Palestine, Sud de Jordanie, Egypte, Arabie saoudite, Tunisie et Libye avant d'atteindre l'Ouest de la méditerranéen. Il a été disséminé par les grecs en Grèce et en Italie et par les arabes le long de la côte Nord de l'Afrique, au Sud et à l'Est de l'Espagne. Dès lors, il a été diffusé au Sud du Portugal et au Sud-Est de France (**Hillcoat, 1980**) .

En Algérie, la distribution de caroubier suivant le critère de production, se trouve dans les wilayas suivantes : Bejaia, Blida, Tipaza, Boumerdés, Ain-Defla, Bouira, Tlemcen, Mascara, Tizi Ouzou (**Figure8**) .

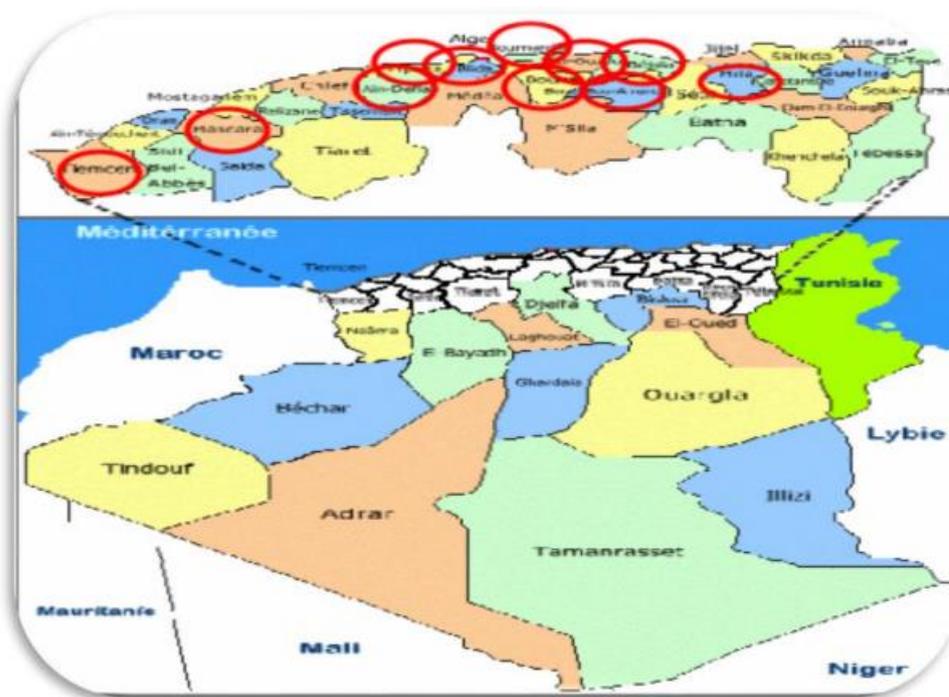


Figure 8 : Distribution de caroubier en Algérie (Zitouni, 2010)

1.3. Composition Nutritionnelle de caroube

Le fruit de caroube est un mélange compliqué de métabolites secondaires. Une variété de nutriments, y compris les fibres, le sucre et divers polyphénols, sont présents. De nombreux minéraux et acides aminés sont également abondants dans la caroube (Figure9).



Figure 9 : Composition nutritionnelle de la caroube et des bienfaits pour la santé (Alqan, 2023)

1.3.1.Carbohydrates

Les fruits de la caroube sont une **source vitale** de sucre et ont une grande valeur nutritionnelle. Des recherches antérieures ont révélé que la teneur en glucides dans la gamme cultivée d'environ 40 à 55 g 100 g⁻¹ dm (**Turhan, 2014**). Habituellement, le cultivar de caroube contient une teneur en sucre plus élevée (**Sigge, 2011**). Selon la composition du sucre, la caroube, le **saccharose** est une source vitale de CHO et sa quantité est de 52 g 100 g⁻¹ dm (**Diaz, 1997**). Les concentrations de **fructose** et de **glucose** peuvent atteindre 1,8 à 12,5 g 100 g⁻¹ dm et 1,8-10,2 g 100 g⁻¹ dm respectivement. Le sucre de caroube est prélevé sur les fruits et utilisé pour fabriquer du sirop naturel de caroube (**Livesey, 2003**).

1.3.2.Protéines

Il existe plusieurs acides aminés présents dans les caroubes comme les **acides aminés soufrés (méthionine et cystéine)**, acides (**acide aspartique et acide glutamique**), l'hydroxyle (sérine et tyrosine), l'aliphatique (alanine, glycine, isoleucine, leucine, la proline et la valine), les plantes basiques (arginine, histidine et lysine). Environ 57 % de la composition en acides aminés dans les gousses est constituée de groupes aminés basiques et amidiques. Les fruits de la caroube ont été examinés comme un excellent apport d'acides aminés conformément aux exigences de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour les protéines. En particulier, la concentration d'acides aminés essentiels dans les caroubes croisées approximativement les normes de l'OMS (**Miz et Dziki, 2013**).

1.3.3.Minéraux

Le calcium et le potassium se trouvent tous deux en grandes quantités dans les caroubes. Les concentrations de potassium peuvent atteindre 970 mg 100 g^{x 1} poids sec et 1120 mg 100 g^{x 1} poids sec, tandis que les concentrations de sel commencent à 300 mg 100 g^{x 1} (**Rizzo et al., 2004**). Comme 1 L de lait contient 1200 mg de calcium alors qu'une tasse de lait contient la même quantité de calcium qu'un seul morceau de caroube. Le fruit de la caroube contient peu de quantités de composants biologiques importants comme le magnésium et le phosphore. Les microminéraux, y compris le manganèse, le nickel, le cobalt, le zinc, le baryum, le fer et le cobalt, y sont également inclus. Le fer est le microminéral la plus concentrée. Par rapport aux graines, les gousses contiennent une concentration plus faible de composants biologiques (**Barak et Mudgil, 2014**).

1.3.4.Fibres

En enlevant l'eau de la pulpe de caroube qui représente entre 30 % et 40 % de la pulpe totale de caroube. Les fibres de caroube sont divisées en deux catégories, y compris les fibres solubles et insolubles (**Camero et Merino, 2004**). Le processus d'obtention de fibres naturelles de caroube a également été autorisé (**Haber, 2002**). La lignine, la cellulose et l'hémicellulose constituent la partie insoluble des fibres alimentaires. Cependant, la quantité minimale de polyphénols dans la caroube s'étend à 70 % des fibres totales. La différence entre les fibres de caroube et les autres sources de fibres alimentaires est due au niveau plus élevé de polyphénols. La fibre de caroube est une fibre alimentaire à la fois insoluble et non sémentable (**Nasar-Abbas et al., 2016**). La fibre soluble est inférieure (maximum 10 g 100 g^{L-1} de cette fibre de caroube) et consiste en une simple catégorie de glucides. En fin de compte, les fibres de caroube ont des fonctions dans la rhéologie de la pâte dans les produits à base de boulangerie (**Nawrocka et al., 2016**).

1.3.5.Vitamines

La poudre de caroube est une source précieuse de vitamines E, D, C, NA, B2 et B12 (**Eleni, 2018**).

1.4.Applications de la alimentation de la caroube

De nos jours, les graines de caroube sont utilisées comme alternative à la poudre de cacao dans les produits alimentaires et l'examen approfondi des attributs chimiques et sensoriels des produits. Actuellement, le remplacement du cacao dans du chocolat au lait blanc par de la poudre de gousse de caroube a été étudié. Les teneurs en protéines ont été augmentées dans une certaine mesure en utilisant plus de poudre de caroube au lieu du cacao dans du chocolat blanc, mais la teneur en fibres et en sucre s'améliore fortement ; Dans la confection de gâteaux sans gluten à base de banane et de farine de soja, l'effet de la farine de caroube a également été examiné, notamment en ce qui concerne les caractéristiques sensorielles et physico-chimiques des différentes recettes (**Haber, 2003**). L'utilisation de la poudre de caroube permet d'augmenter la teneur en fibres alimentaires. Toutefois, elle diminue la résilience, l'élasticité et la cohésion des gâteaux par rapport à ceux contenant

de la poudre de cacao. Un remplacement à 75 % par de la caroube ne provoque toutefois pas de différences notables au niveau des propriétés sensorielles (**Rosa et al., 2015**).

La poudre torréfiée présente une richesse d'activité antioxydante et des teneurs phénoliques et des résultats. De plus, la poudre torréfiée a amélioré les aspects d'acceptabilité des propriétés sensorielles de l'odeur de café de caroube, de l'arôme, de l'arôme caramel, de l'odeur mocha, de la sensation de la bouche, de la viscosité et du goût amer par la suite (**Moreira et al., 2017**). Elle peut être due à l'association des pyrazines, de la pyridine, des cétones et des aldéhydes qui concernent le goût et l'arôme torréfiés typiques (**Afoakwa, 2016**).

1.5. Applications biochimiques de la caroube

1.5.1. Activités antimicrobiennes et antifongiques

L'extrait de *ceratonia siliqua* L. méthanol a été testé pour des activités antimicrobiennes comme contrasté avec l'extrait de méthanol majeur de *Plantago* qui était plus efficace pour bon nombre de ces bactéries. L'extrait de *C. siliqua* L. était plus actif dans *Enterococcus* sp. Le méthanol et les extraits aqueux ont été testés seuls et en collaboration avec de nombreux autres agents antimicrobiens (gentamicine, amikacine, ampicilline et clindamycine) (**Talibi et al., 2012**). Les extraits et les agents antimicrobiens combinés ont été plus efficaces que chacun d'entre eux de manière indépendante. La propriété antibactérienne contre *Pectobacterium atrosepticum* a été évaluée dans le rouge tendre de la pomme de terre. L'extrait d'acétone était plus actif. Il a été constaté que l'extrait de méthanol des feuilles était actif pour *Listeria monocytogenes*. L'analyse d'extrait d'HPLC a fourni sept composés antibactériens et des gousses sèches d'extraction ont été dépistées pour 14 formes de champignons et de bactéries (**Meziani et al., 2015**).

1.5.2. Activités antidiabétiques

L'extrait sec de la gousse d'éthanol/eau a été étudié pour le diabète induit par la streptozocine chez le rat. La glycémie a été diminuée (**Hsouna et al., 2012**). L'association de fleurs de Roselle séchées (*Hibiscus sabdariffa* L.) et de gousses de caroube sèches a été extraite de l'eau et administrée à des rats diabétiques induits par l'allioxane. L'extrait a été vérifié avec et sans rayons gamma combinaison de poudre végétale (**Jamous et al., 2015**).

Chez les rats diabétiques induits par l'alloxane, un extrait aqueux de la gousse prématurée a été évalué pour un antidiabétique. C'est plus réussi qu'un extrait aqueux de gousses matures. La poudre de gousses sèches pour phytostérols avec n-hexane a été isolée (**Mokhtari et al., 2011**). La même partie a utilisé le même extrait pour l'étude de la même maladie, à l'exception des lapins femelles qui ne sont pas enceintes. Extrait aqueux dilué en fibres de gousses sèches sans graines et a été préparé et testé pour supprimer la maladie de l'antidiabétique en inhibant le glucoside. L'activité appropriée a été trouvée (**Hamza et Al-Seeni, 2015**).

1.5.3. Activités antioxydants

Les feuilles éthylologiques et les extraits de pulpe (tous les sexes de l'arbre) ont été testées pour des radicaux (DPPH) ainsi que des activités antioxydants et des feuilles d'extrait comme étant plus actives. Le dichlorométhane, l'hexane, l'éther diéthylique, le méthanol/eau (8 :2 v/v) et l'acétate d'éthyle ont été extraits successivement des feuilles. Des extraits des trois variétés arborées ont été examinés pour l'activité antioxydant (DPPH) et la teneur totale en phénolique (**Rtibi et al., 2017**).

Les antioxydants, les carotènes et les polyphénols ont été évalués à partir d'extrait éthanol de gousses sèches. Quatre-vingts pour cent d'extrait aqueux de méthanol étaient prêts et mesurés sur l'activité antioxydant (trois méthodes). Cependant, l'analyse de l'étage inverse de la HPLC a été réalisée à cette fin. Les gousses (pas de graines) ont été extraites à l'eau, à l'éther de pétrole, au méthanol, à l'éthanol, à l'hexane et à l'acétone. Les extraits ont été testés pour leur contenu phénolique total, leur activité antioxydant (ABTS) et la peroxydation lipidique cérébrale et myocardique in vitro et in vivo (rats). Les extraits polaires ont été plus actifs que les extraits non polaires (**Al-Saeed, 2017**).

L'extrait de méthanol des feuilles a été testé par diverses méthodes d'activité antioxydante et s'est avéré très efficace par rapport à de nombreuses autres plantes fruitières. La teneur totale en phénolique et la capacité antioxydante (DPPH et FRAP) de l'extrait de méthane provenant de feuilles sèches ont été identifiées. Par rapport à d'autres plantes étudiées, il y avait des activités modérées dans le caroubier. L'extrait aquatique de gousses de caroube sèche a été préparé et sa teneur totale en phénolants et son activité antioxydante ont été établies. Les extraits aqueux et les extraits de méthanol ont été trouvés assez élevés

(composant de la plante non indiqué) et ont été contrôlés pour leur activité antioxydante ainsi que leur teneur totale en phénolique (**Macho-Gonzalez et al., 2017**).

1.5.4.Effets anticancéreux

Le cancer colorectal est devenu l'un des cancers les plus fréquents de la société occidentale (**Johns et Houlston, 2001**). Des études épidémiologiques et cliniques ont montré qu'un régime réglementaire peut supprimer le cancer colorectal. Les chercheurs concluent que divers composés phénoliques sont des substances associées hautement prometteuses pour les fruits, les légumes, le riz, le thé et le vin, qui sont très utiles pour le corps de l'homme. Le but est de minimiser le stress oxydatif en chélatant les radicaux libres ou l'activité redox. Certaines études ont également montré que la prolifération de différentes formes de lignées cellulaires cancéreuses peut être efficacement inhibée (**O'Keefe, 2016**). La fibre alimentaire est un autre facteur possible qui peut réduire le risque de cancer du côlon. Les aliments riches en graisses et en protéines ont un impact bénéfique sur le cancer colorectal mais ont une relation néfaste avec les glucides complexes élevés et la consommation élevée de fibres. Des études antérieures ont montré que les polyphénols et les fibres alimentaires réduiraient le risque de cancer, tandis que la fibre de caroube se combine avec ces deux nutriments (**Klenow et al., 2009**).

1.5.5.Effets anti diarrhéiques

Les différents pourcentages de caroube sont réduits les signes de diarrhée. L'étude précédente a montré que la solution de caroube à 2 % peut prévenir l'hémagglutination et l'adhérence d'*Escherichia coli* sur des cellules épithéliales spécifiques des intestins. L'efficacité de la fraction proposée peut être démontrée en bloquant l'adhérence des bactéries isolées à partir du plus haut tractus intestinal des enfants. La proportion était constituée de 40 % de tanins ou 21,2 % de polyphénols et de 26,4 % de fibres alimentaires. Les tanins ne sont pas tenus pour la première fois responsables de l'intervention antidiarrhéique. Ont démontré par des stratégies de modèles in vitro et in vivo que l'extraction tanine du rhubarbe réglemente à la baisse les voies PKA/p-CREB et influence par conséquent le transport de l'eau dans les cellules des aquaporines 2 et 3, a également breveté un médicament diététique anti diarrhéique, qui comprend des tanins insolubles dans l'eau d'au moins 20 % en poids de particules de molles à base de matière sèche (**Wursch, 1991**).

2. Moringa

2.1. Définition de moringa

Moringa oleifera (*Moringaceae* L.) aussi appelé « l'arbre de la vie » ou « arbre miracle ». Est largement utilisé dans la médecine traditionnelle. C'est un arbuste, originaire du sud d'Asie, Afrique et des îles de caraïbes (**Alhakmani et al., 2013**). Le *Moringa oleifera* est naturellement sans gluten.

Cela signifie que les feuilles, les graines, les fleurs et les gousses de moringa **ne contiennent pas de gluten** car le moringa n'est pas une céréale (**Holst, 2010**). Cette plante a de nombreuses propriétés valorisables, ce qui fait d'elle un sujet d'étude très intéressant. Elle est très prometteuse en fonction de :

- ✓ Teneur en nutriment,
- ✓ Activité Antioxydant,
- ✓ Composés photochimiques,
- ✓ Facilité de culture et de transformation (**Laleye et al., 2015**).

2.2. Distribution de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera Lamarck est un arbre originaire des régions d'Agra et d'Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya, mais il est cultivé aujourd'hui dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde (**Rajangam et al., 2001**). La plante *Moringa oleifera* peut se trouver dans des zones très arides comme le Sahara, mais elle préfère les climats semi-tropicaux tropicaux humides (**Olson., 2001**).

Moringa oleifera ou « arbre miracle » est une plante à croissance rapide qui, en fin de croissance, peut atteindre jusqu'à 10 à 15 m de haut et son diamètre jusqu'à 3 mètres, c'est une espèce qui demande très peu d'eau et elle peut tolérer jusqu'à 6 mois de sécheresse (**Neto et al., 2017**). Le tronc est de couleur gris violacé, il est généralement droit, mais peut se ramifier, atteindre parfois 3 mètres. Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol (**Foidl et al., 2001**).



Figure 10 :Arbre de moringa (photo prise à Blida 03Février 2025)

2.3.Composition nutritionnelle exceptionnelle

Présentant un profil nutritionnel très varié, le moringa est considéré comme un super aliment. Il est, en effet, particulièrement riche en :

- ✓ Vitamines A, B, C, D, E
- ✓ Minéraux : calcium, potassium, fer, magnésium
- ✓ Protéines végétales sources de tous les acides aminés essentiels

- ✓ Antioxydants, notamment en flavonoïdes et polyphénols (quercitrine, chlorogénate, bêta-carotène...) (Fahey,2005).

2.4.Les principaux bienfaits du moringa

2.4.1.Combattre la malnutrition

Du fait de sa richesse nutritionnelle, le moringa est idéal pour lutter contre la malnutrition et pour soutenir les personnes convalescentes. Tout comme la spiruline, c'est un complément alimentaire utile en cas de carences alimentaires (Malbranque, 2025).

2.4.2.Lutter contre le stress oxydatif

Riche en antioxydants, le moringa aide à neutraliser les radicaux libres responsables du stress oxydatif. Il contribue ainsi à prévenir le vieillissement cellulaire prématuré et le développement de certaines maladies chroniques. Si cette caractéristique vous intéresse particulièrement, vous pouvez également vous tourner vers nos compléments alimentaires Quercitaine et Aramé (Sreelath et Padma,2009).

2.4.3.Régulation de la glycémie

Certaines études suggèrent que la consommation de moringa est liée à une baisse des taux de sucre dans le sang. Il peut donc s'avérer utile pour les personnes souffrant d'un diabète de type 2 (Williamson et Fahey,2018).

2.4.4.Soutien immunitaire

Riche en vitamines, minéraux et antioxydants qui participent à l'immunité, le moringa contribue à renforcer les défenses naturelles de l'organisme. À ce titre, il concourt à prévenir les infections virales et bactériennes (Malbranque, 2025).

2.4.5.Propriétés anti-inflammatoires

Le moringa renferme des composés qui contribuent à réduire l'inflammation. Il aide ainsi à prévenir les maladies inflammatoires chroniques ainsi que certains troubles digestifs (Yatoo et al.,2018).

3. Les graines de citrouille

3.1. Définition

La citrouille appartient à la famille des *Cucurbita pepo* L., est une plante comestible bien connue qui a été fréquemment utilisée comme aliment fonctionnel ou médicament à base de plantes. Les citrouilles contiennent des acides gras insaturés riches, des phytoestrogènes et des vitamines E dans leurs graines qui ont des propriétés pharmaceutiques, nutraceutiques et cosméceutiques potentielles. Les informations concernant leurs composants nutritionnels et les propriétés thérapeutiques des graines de citrouille ont augmenté de manière dynamique au cours des dernières années et cette étude se concentre sur les trois principaux composants des graines de citrouille qui ont été décrites précédemment. Plusieurs types d'acides gras insaturés sont la composante dominante des graines de citrouille qui peuvent jouer un rôle dans la prévention de la maladie et promouvoir la santé.

Les graines de citrouille contiennent également les principaux composés phytoestrogènes, c'est-à-dire le scoisoularrérol et le lariciresinol qui ont un effet estrogénique, tels que la prévention de l'hyperlipidémie et de l'ostéoporose chez les femmes ménopausées. Les phytoestrogènes dans les graines de citrouille peuvent également être liés à une diminution de la tumeur hormonale. Les graines de citrouille sont riches en teneurs en vitamine E en tant que capteur de radicaux libres émergents, anti-âge et antioxydants tels que l'a-tocophérol et le g-tocophérol. Les résultats de ces études prouvent que le domaine des brevets pour le produit d'innovation des graines de citrouille est prometteur pour l'avenir ainsi que leurs immenses propriétés nutraceutiques (**Applequist, 2006**). Les graines de citrouille sont naturellement sans gluten et constituent une excellente source de protéines, de fibres, de fer et de magnésium (**Roy, 2010**).



Figure 11 : les graines de citrouille (prélevés à Mostagnem février 2025)

3.2. Distribution Les graines de citrouille

Elles sont cultivées dans plusieurs régions du monde où la culture de la citrouille est adaptée :

États-Unis : notamment dans l'État de l'Illinois, principal producteur de citrouilles pour graines (Libby's Pumpkin, Nestlé – Illinois, USA). **Chine** : premier producteur mondial de graines de courge (citrouille). **Inde** : production importante pour les graines consommées en alimentation et médecine traditionnelle. **Autriche** : connue pour ses graines de courge de Styrie (« Steirische Kürbiskerne »), très réputées. **Mexique** : berceau historique du *Cucurbita pepo* L., cultivé traditionnellement pour ses graines (appelées « pepitas »).

Elle est cultivée dans un Climat chaud, températures entre 20 °C et 30 °C (Smith, 1997).

3.3. Régions principales de culture des graines de citrouille en Algérie

a) Le Nord de l'Algérie

Tizi Ouzou, Bouira, Alger, et Tipaza sont des régions qui bénéficient d'un climat méditerranéen favorable à la culture de la citrouille, Ces zones, avec leur sol fertile et leur climat doux, sont particulièrement adaptées pour la culture des citrouilles.

b) Les Hautes Plaines

Les Hautes Plaines comme Sétif, M'sila, Djelfa, et Bordj Bou Arreridj sont également des régions importantes pour la culture de la citrouille, Ces régions ont un climat continental avec des étés chauds, ce qui permet la culture de variétés de courges et la récolte de leurs graines.

c) Le Sud de l'Algérie

Bien que les conditions désertiques ne soient pas idéales, dans des oasis comme **Touggourt** ou **Ghardaïa**, la culture de certaines variétés de courges (y compris pour la récolte des graines) est possible grâce à des techniques d'irrigation adaptées, Les plantations de courges dans ces régions sont souvent gérées avec des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte pour compenser le climat aride (FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), 2021)

3.4. Bienfaits des graines de citrouille pour la santé

Les graines de citrouille sont remplies de toutes sortes de minéraux, nutriments et antioxydants qu'on trouve rarement dans d'autres aliments. Elles ont un goût sucré qui rappelle celui des noix

3.4.1. Prévention du système cardiaque

Une demi-tasse de graines de citrouille contient 100 % de l'apport quotidien recommandé de magnésium, ce qui contribue positivement à plusieurs fonctions physiologiques, notamment l'action de pompage du cœur, la formation d'os et de dents en santé, la relaxation des vaisseaux sanguins et le transit intestinal. Le magnésium agit également pour diminuer la tension artérielle, ce qui peut aider à prévenir les crises cardiaques et les AVC . Les graines de citrouille crues fournissent énormément de vitamine E, soit 21.4 mg par 1/4 de tasse – ce qui représente 140 % de l'apport quotidien recommandé. La vitamine E est un puissant antioxydant qui garde les tissus musculaires en santé et protège les poumons contre les polluants associés aux maladies cardiaques. Elle dilate également les vaisseaux sanguins et éclaircit le sang, ce qui en retour diminue la tension artérielle et réduit le risque de caillots sanguins (**Dupont, 2021**).

3.4.2. Renforcement du système immunitaire

Les graines de citrouille sont l'une des sources de zinc les plus riches qui soient. Le zinc est utile à l'organisme à plus d'un titre : il participe à la santé des yeux et de la peau, au sommeil, à l'humeur, à l'immunité et à la régulation de l'insuline. Une carence en zinc peut mener à des épisodes plus fréquents de rhume et de grippe, à la fatigue chronique, à la dépression et au développement de l'acné (**Nkosi et al., 2005**).

3.4.3. Des vitamines du groupe B

Les graines de citrouille sont l'une des meilleures sources naturelles de vitamines B, comme la thiamine, la riboflavine, la niacine et l'acide pantothénique. La niacine aide à réduire le « mauvais cholestérol » dans le sang. Des carences en vitamines B peuvent être à l'origine de multiples problèmes comme l'anémie, la fatigue, la dépression, la constipation, la mauvaise digestion, les troubles cardiaques, la confusion, les pertes de mémoire et le manque

CHAPITRE 2 Valorisation de la caroube, du moringa et des graines de citrouille dans l'alimentation sans gluten

de concentration, le mauvais état de la peau, des cheveux et des ongles, l'irrégularité cardiaque, l'humeur instable, le manque d'appétit et l'anxiété (**Dupont, 2021**) .

Chapitre 3

Matériels et méthodes

1. Objectif

L'objectif de cette étude était de réaliser un sous-produit sans gluten qui est une barre énergétique à base de la caroube, moringa et grains de citrouille à fin d'aider les malades qui souffrent de maladie colique d'évaluer les valeurs nutritionnelle du produit finale ainsi que le taux des métabolites secondaires de trois sources végétales : grain de Citrouille, Caroube et Morinaga, en lien avec l'intérêt croissant pour les aliments fonctionnels adaptés à une alimentation sans gluten.

L'évaluation s'est appuyée sur des mesures (IC50) et sur le dosage de métabolites secondaires

2. Méthodologie de travail

Le protocole expérimental utilisé dans la présente étude porte sur la réalisation de :

- a. La détermination de la composition nutritionnelle du produit finale à base de caroube, Le moringa, grains de citrouille.
- b. Etude de la composition (certains métabolites primaires et secondaire) de chaque plantes et leur activité antioxydante .

3. Matériel végétal

3.1. Choix de la variété

Les échantillons utilisés pour cette étude sont constitués de caroube (*Ceratonia siliqua* L.), moringa, (*Moringa oleifera* L.) et les grain de citrouille (*Cucurbita pepo* L.)

3.2. Site de prélèvement

- Les échantillons ont été prélevés à partir des régions Relizane : yallel sidi saada lors du mois de juillet durant la période de la récolte des fruits pour le caroube.
- Les échantillons ont été prélevés à partir des régions saharienn : Blida . lors du mois de janvier durant la période de la récolte des fruits pour le moringa.
- Les échantillons ont été prélevés à partir des régions Médi : Mostaganem . lors du mois février durant la période de la récolte des fruits pour les grain de la citrouille.

3.3.Echantillonnage

Après prélèvement, les échantillons sont conservés afin de préserver tous les métabolites et exposé à l'air libre à température ambiante.

3.4.Transformation des plantes en poudre (matériel végétal sec)

La poudre de chaque échantillon est obtenue en suivant les quatre étapes :

3.5.Lavage et stérilisation

Les plantes ont été lavées préalablement avant l'obtention de la poudre, plusieurs lavages successifs sont effectués à l'eau de robinet pour l'élimination de la poussière et toutes substances étrangères.

3.6.Séchage

Le séchage est réalisé sur un papier absorbant, on laisse les graines sécher à l'air libre pendant 48h.

3.7.Broyage

Les graines ont été concassées mécaniquement à l'aide d'un mortier en cuivre, puis broyées avec un broyeur électrique représentait dans le tableau 2.

Le but de cette partie porte sur la détermination de la teneur en nutriments du Caroube, Moringa et les grains de citrouille en effectuant une série d'analyses physicochimiques.

L'étude de la composition chimique des échantillons nous permet d'évaluer certains teneurs en métabolites primaires et secondaires qui serviront par la suite à la préparation du produit sans gluten.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées respectivement dans les laboratoires suivants :

- Laboratoire pédagogique du département des sciences biologique de UNV de Relizane
- Laboratoire d'analyse de la qualité OC laboratoire SidiAbad Relizane
- Laboratoire de Recherche de faculté de science

Tableau 2 :Présentation des plantes utilisées

	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	<i>Moringa oleifera</i> L.	<i>Cucurbita pepo</i> L.
Plante avant le broyage			
Transformation des plantes en poudre			

4. Teneur de certains métabolites pour le sous le produit

Ce dernier a été effectué au sein du laboratoire privé de contrôle de qualité alimentaire, chaque paramètre a été dosé en fonction de :

4.1.Matières grasses (lipide)

Il s'agit d'une extraction solide liquide , en utilisant l'appareil ou l'extracteur de Soxhlet (Luque de Castro and García-Ayuso, 1998)

4.2.Protéines

Dosage des protéines a été réalisé par la méthode de NA 724 Kjeldahl (N. 5,70)

4.3.Glucides

Dosage des glucides a été réalisé par la méthode Bertrand

4.4.Fibre alimentaires

Dosage des fibres alimentaire a été réalisé en suivant la méthode de Weende

5. Dosage des métabolites secondaires de chaque plante

La méthode d'extraction utilisée sur les poudres des plantes est une macération éthanolique à froid à 70% de 24 heures ; illustrée dans la figure suivante :

5.1. Extraction du matériel végétal

La méthode d'extraction utilisée sur les poudres est une macération éthanolique à froid à 70% de 24 heures ; illustrée en annexe dans la figure 12 et le tableau 3 suivants :

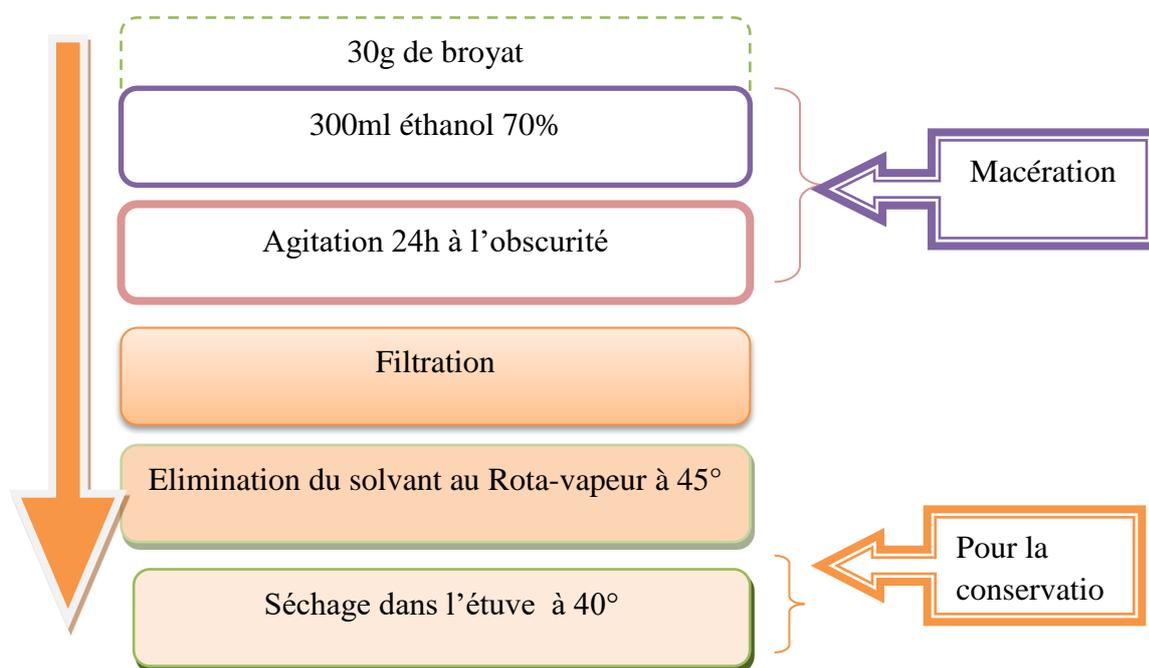


Figure 12 : Procédure d'extraction par macération

5.2. Le rendement d'extraction

Après l'étape d'extraction, on calcule le rendement d'extraction, qui s'exprime en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ, et est déterminé par l'équation suivante :

$$R = (P_1) \times 100 / P_0$$

R : Rendement (en %).

P₁ : Est la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g.

P₀ : Est la masse de l'échantillon végétale en g

Tableau 3 :extraction avec macération éthanolique

	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	<i>Moringa oleifera</i> L.	<i>Cucurbita pepo</i> L.
Plante lors de l'extraction			
Observation du Rendement			

5.3.Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols totaux des différents extraits ont été déterminés en utilisant la procédure de Folin-Ciocalteu. En effet, le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué de l'acide phosphotungstique $H_3PW_{12}O_{40}$ et l'acide phosphomolybdique $H_3Pm_{12}O_{40}$. La réduction de ces acides en présence des phénols conduit à la formation d'un mélange d'oxyde bleu du complexe de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) qui absorbe à 764 nm. Le protocole consiste à mélanger 20 ml de chaque extrait avec 1,58 ml d'eau distillée et 100 ml de réactif Folin-Ciocalteu. Le mélange est homogénéisé à l'aide d'un vortex puis 300 ml de carbonate de sodium saturé à 7,5% (m/v) ont été ajoutés. Après 30 min de repos à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 764 nm. La teneur en composés phénoliques totaux a été exprimée en mg équivalent d'acide gallique (EAG)/g d'extrait sec.

5.4. Dosage des flavonoïdes totaux

La quantification des flavonoïdes s'effectue par la méthode adaptée par (**Zhishenet al.,1999**) avec le trichlorure d'aluminium (AlCl₃) et la soude (NaOH) et la teneurs en flavonols est déterminée selon le protocole décrit par (**Adedapo et al.,2008**) Les échantillons ont été incubés pendant 1 heure à une température ambiante. L'absorbance a été déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible à $\lambda = 415$ nm. Les flavonoïdes totaux ont été exprimés en mg équivalent de quercétine par rapport à la courbe d'étalonnage standard de la quercétine (mg E_q/g d'extrait sec).

5.5. Dosage des tannins

La quantification des tanins condensés se fait par la méthode de la Vanilline qui a la capacité de réagir avec les unités des tanins dans un milieu acide (**Porice et al., 1978**). Les tanins indiqués par (**Price et al., 1978**). 200 µl de chaque échantillon ont été ajoutés au réactif de la vanilline (8% HCl, 37% méthanol et 4% de vanilline méthanolique). Ensuite, les tubes ont été placés dans un bain-marie à 30°C pendant 20 min. Cette méthode repose sur la capacité de la vanilline à réagir avec les tanins condensés en présence d'acide pour produire un complexe coloré dont l'absorbance est mesurée à 500 nm. Les résultats ont été exprimés en mg équivalent du catéchol /g d'extrait sec (mg ECAT/g d'extrait).

6.Évaluation de l'activité antioxydante (Pouvoir scavenger du radical DPPH)

Cette méthode consiste à inhiber le DPPH un radical stable de couleur violette qui vire en couleur jaune lorsqu'il est réduit par un antioxydant. La méthode utilisée pour tester la capacité d'inhibition ou de piégeage du radical libre du DPPH est celle développée par (**Brand-Williams et al., 1995**). En effet, 100 µl de chaque extrait à différentes concentrations (0 à 1 mg/µl) ont été ajoutés à 10 µl de la solution méthanolique du DPPH à 0,004%. Le mélange de 100 µl du méthanol avec 10 µl de la solution du DPPH est utilisé comme contrôle négatif. Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant

standard le BHT. Après 30 min, l'absorbance est mesurée à 517 nm. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH de chacune des extraits est calculé suivant l'équation 1.

$$\% \text{ d'inhibition} = [(AB - AS)/AB] \times 100 \text{ Equation 1}$$

AB est l'absorbance du contrôle et AS l'absorbance de chaque concentration des extraits utilisés .

7. Etude organoleptique

Le sous-produit à base de caroube, moringa et grain de citrouille a été étudié sur le plan gustatif, sa texture et son aspect. Il a été évalué par 40 personnes.

Le test de dégustation a été réalisé au laboratoire pédagogique du département des sciences biologiques de la Faculté des Sciences et de la Technologie de l'Université de Relizane. Après la préparation de notre échantillon , nous avons organisé une journée de dégustation à laquelle ont participé 30 personnes de divers âges.

Les dégustateurs ont été invités à consigner leurs impressions sensorielles sur l'échantillon en répondant à un questionnaire préalablement établi (**Annexe 03**). Cette journée de dégustation nous a permis de mettre en évidence les principales caractéristiques sensorielles des boissons étudiées et de déterminer les préférences des participants. L'analyse sensorielle a porté sur les critères suivants :

- Le goût ;
- L'odeur ;
- La texture en bouche ;

8. Test de contamination

a) Préparation des milieux de culture

Tout d'abord on a préparé les milieux de culture précise des germes microbiologique, il est crucial d'utiliser les milieux de culture appropriés. Illustre les milieux de culture adaptés à la croissance de différents germes recherchés, en précisant les conditions d'incubation idéales telles que la température et la durée (**Tableau 04**).

b) Préparation des dilutions

En microbiologie, une dilution en cascade est généralement réalisée pour le dénombrement des bactéries présentes. Le nombre de bactéries dans un échantillon peut être trop élevé pour être compté directement, il est nécessaire de diluer les échantillons. Nous allons réaliser une série de dilutions avec les concentrations suivantes : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} .

Dans un flacon ajouter 100 ml d'eau stérile plus 3g de notre produit et homogénéiser le contenu, après on a ajouté dans 03 flacon 90 ml d'eau stérile. Ensuite prélevé à le flacon 10 ml de solution et ajouter dans le 2^{ème} 10^{-2} . Répéter cette procédure en transférant 10ml du 2^{ème} tube au 3^{ème} flacon, et ainsi de suite.

Tableau 4 : les milieux favorables à la croissance des germes recherchés et leur durée et la température d'incubation

Germes recherchés	Milieux	Incubation	
		Température (°C)	Durée (heures)
Les germes aérobies	PCA	30°C	48h
<i>Escherichia coli</i>	BLG	44°C	48h
<i>Staphylocoques à coagulase +</i>	CHAPMAN	37°C	48h
Moisissures	PDA	22°C	48h
<i>Salmonella</i>	HEKTOEN	37°C	24h

c) Mode opératoire

A l'aide d'une micropipette stérile, déposez 1ml de chaque dilution dans deux boîtes de pétri. Versez ensuite le milieu de culture dans toutes les boîtes et homogénéiser le mélange.

en effectuant des mouvements circulaires en forme de 8. Retournez les boîtes et incubez-les dans une étuve.

d) **Lecture**

Tableau 5 : observation des colonies sur les milieux

Les germes	Observation
Les germes aérobies	Présence de colonies caractéristique blanche d'environ de 2mm de diamètre
<i>Escherichia coli</i>	Colonies bleu-noir à reflet métallique ou rouges.
<i>Staphylocoques à coagulase +</i>	Présence de colonies blanche entourées d'un halo noir
Moisissures	Les colonies de moisissures présentent un aspect velouté, sont généralement plus grand et peuvent être blanches ou pigmentées.
<i>Salmonella</i>	La présence de salmonelles se manifeste par des colonies vertes avec un centre noir.

9. Préparation de produit (les barres énergétiques)

Pour la préparation de notre sous-produit, il a été nécessaire de travailler dans des conditions d'absence totale de la présence du gluten, donc tous les instruments utilisés ont été stériles et le travail était réaliser loin de toute contamination au gluten.

Dans un baule stérile on a ajouté et mixé les ingrédients suivent : le caroube, poudre des dattes, miel, les grains de citrouille et le beurre de cacahuète, huile de coco, flocons d'avoine , moringa (minéraux et fibre), le sel.

Et pour enrobé les barres on a mixer le caroube, l'huile de coco et beurre de cacahuète.la formulation est illustré dans la figure suivante :

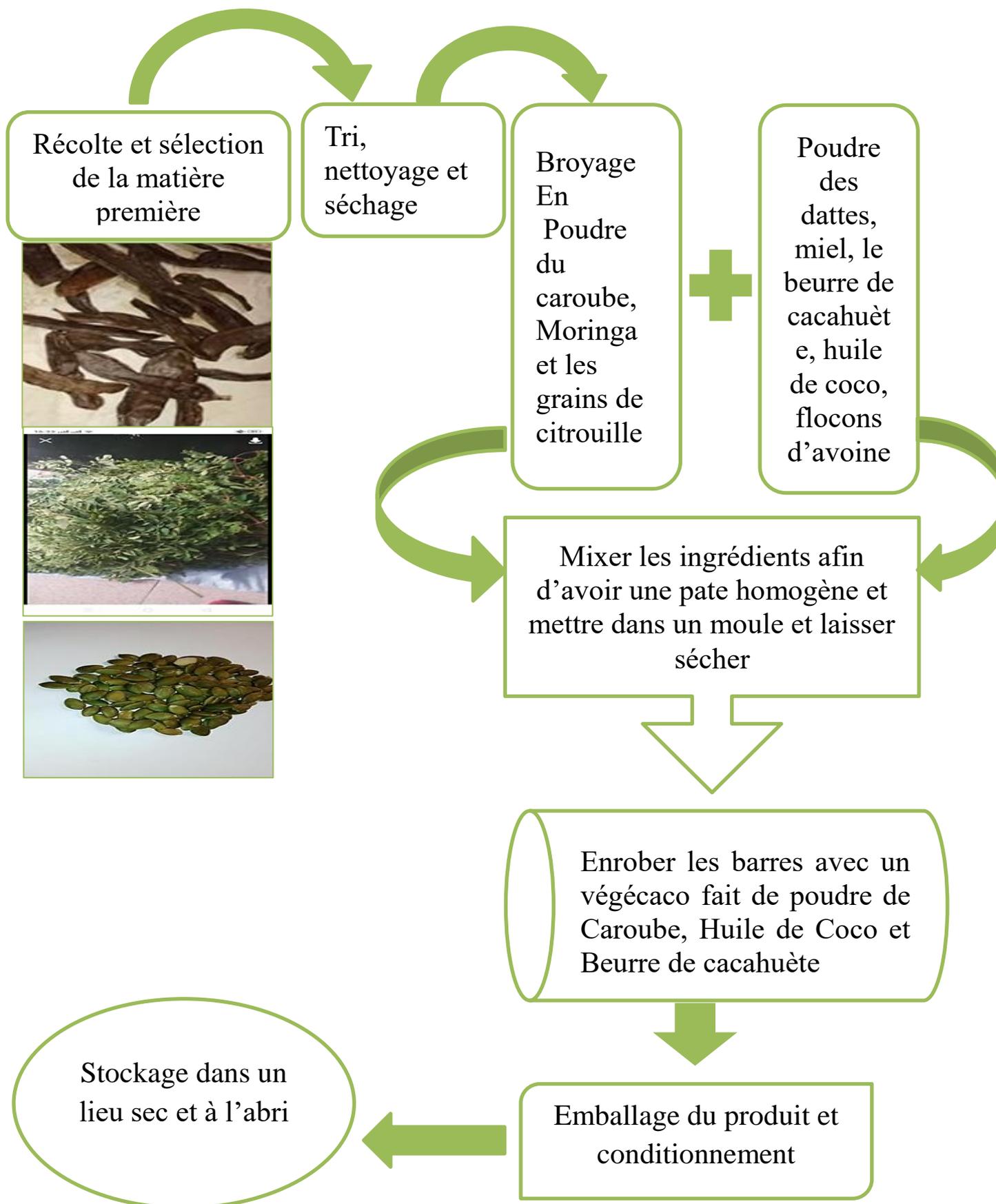


Figure 13 : Diagramme résumant les étapes du processus de fabrication de la barre énergétique

Chapitre 4

Résultats et discussion

1. Les analyse physicochimique pour le produit(barre énergétique)

1.1.Résultats nutritionnelles (par 100 g de produit)

Les analyses nutritionnelles réalisées sur notre produit sont exprimés dans Annexe 02.

a) Lipides

C'est une teneur relativement élevée en matières grasses à savoir **23 g/100 g**, ce qui est typique des barres énergétiques enrichies en graines, huiles végétales (ex : graines de citrouille, huile de coco) 9 g d'acides gras saturés représente ~39 % des lipides totaux, ce qui peut être considéré comme modéré à élever.

b) Protéines

Bonne teneur protéique à savoir (**9 g/100 g**), adaptée pour un produit énergétique ou sportif. Cela peut venir de l'ajout de graines riches en protéines (ex : citrouille)

c) Glucides

Nous constatant une teneur élevée en sucres simples (58 % des glucides totaux) à savoir (**48 g/100 g, dont 28 g de sucres**) dans notre produit. Cela confère une libération rapide d'énergie, adaptée pour les efforts physiques.

d) Fibres alimentaires

Le taux de fibre retrouvé dans notre produit est de bonne quantité à savoir **7 g/100 g**, les aliments riches en fibres sont bénéfiques pour la digestion et le transit intestinal.

e) Sel

Nous constatant une très faible teneur en sel dans notre produit à savoir (**0,2 g/100 g**) .Compatible avec une alimentation faible en sodium.

f) Valeur énergétique

Nous avons retrouvé **449 kcal/100 g**, une Densité énergétique typique des barres nutritionnelles. L'énergie provient surtout des lipides (23 g = ~207 kcal) et glucides (48 g = ~192 kcal).

L'analyse physicochimique des barres révèle une composition équilibrée entre glucides (48 %), lipides (23 %) et protéines (9 %), avec un apport énergétique total de 449 kcal/100 g ce qui indique que c'est une barres énergétique dans **le Journal officiel (JORDAP) N°25du**

16 chaaban 1439/ 02 Mai 2018 (Annexe 03). La teneur élevée en fibres (7 %) constitue un atout nutritionnel non négligeable, favorisant la satiété et la régulation du transit. La présence de 28 g de sucres simples indique un produit à libération énergétique rapide, adapté aux besoins des sportifs ou en cas d'effort prolongé. Toutefois, la teneur en acides gras saturés (9 g) reste à surveiller dans le cadre d'une consommation quotidienne. Globalement, cette barre énergétique peut être considérée comme un aliment fonctionnel intéressant, notamment si enrichi en ingrédients à potentiel antioxydant comme les graines de citrouille.

2. L'analyse de gluten

Notre produit (barre énergétique) ne contient pas de gluten selon les analyse obtenue dans (**Annexe02**) , il est sans gluten.

3.Le résultat de calculs de rendement

Le rendement d'extraction réaliser pour la caroube, la moringa et les grains de citrouille est présenté dans le **tableau n°6** .

Tableau 6: calcule de rendement

	<i>Ceratonia siliqua L.</i>	<i>Moringa oleifera L.</i>	<i>Cucurbita pepo L.</i>
Rendement	R=35.85%	R=5.18%	R=12%

4. Evaluation de dosage de métabolites secondaires

Dosage de métabolites secondaires des extraits Caroube, Moringa et Grain de citrouille a été évaluée en équilibre à l'acide gallique pour le polyphénole et Catéchine pour flavonoïde .Les résultats sont exprimés en IC50, représente la concentration efficace de l'extrait capable de piéger 50 % des radicaux DPPH, dans la valeur la plus basse correspond à l'activité la plus forte. Les résultats obtenus sont mentionnés dans les figures n°14, n° 15 Et n°16.

4.1. Dosage de métabolites secondaires pour la caroube

L'expression du résultat du dosage des polyohénolés, flavonoides et tannins de caroube est représenté dans la **figure 14**.

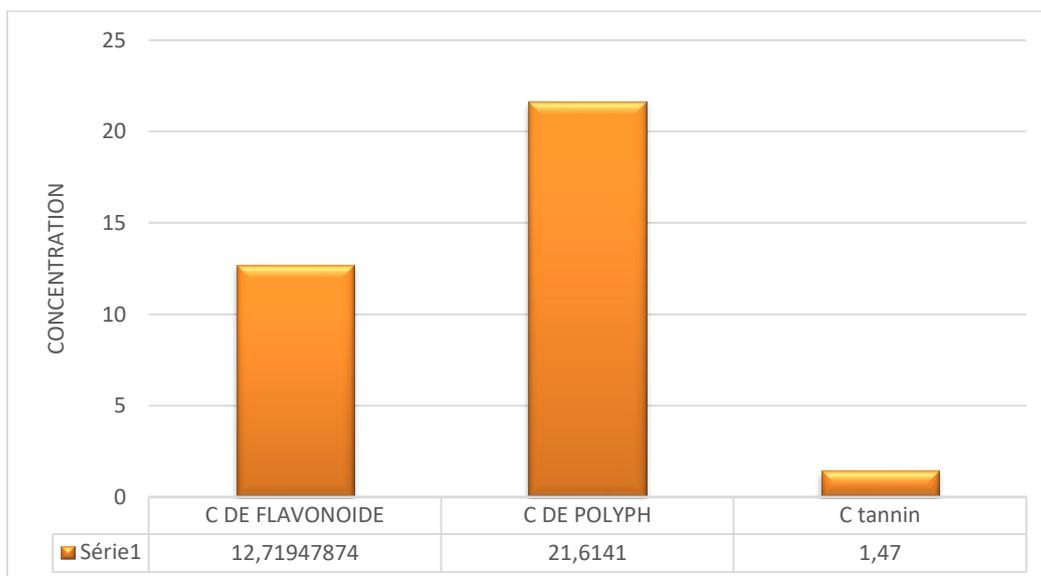


Figure 14: dosage de polyphénole, flavonoïde et tannins pour la caroube

D'après les résultats de cette étude dans **figure 14**, révèlent une richesse (grande diversité moléculaire) de la polyphénols (21.61mgGAE/ml) dans notre extrait de caroube que choisie pour étude en métabolites secondaires, et pour le flavonoïde (12.71mg CE/ml) et le tannin 1,47 mg CE/ml. Notre résultat est plus élevé que (**Calogero Alfano,2024**) qui ont retrouvé 0.051 ± 0.010 mg GAE/ml et le flavonoïde 0.051 ± 0.034 mg CE/ml.

4.2. Dosage de métabolites secondaires de la plante de Moringa

L'expression du résultat du dosage des polyphénols, flavonoïdes et tannins de Moringa est représenté dans la **figure 15**.

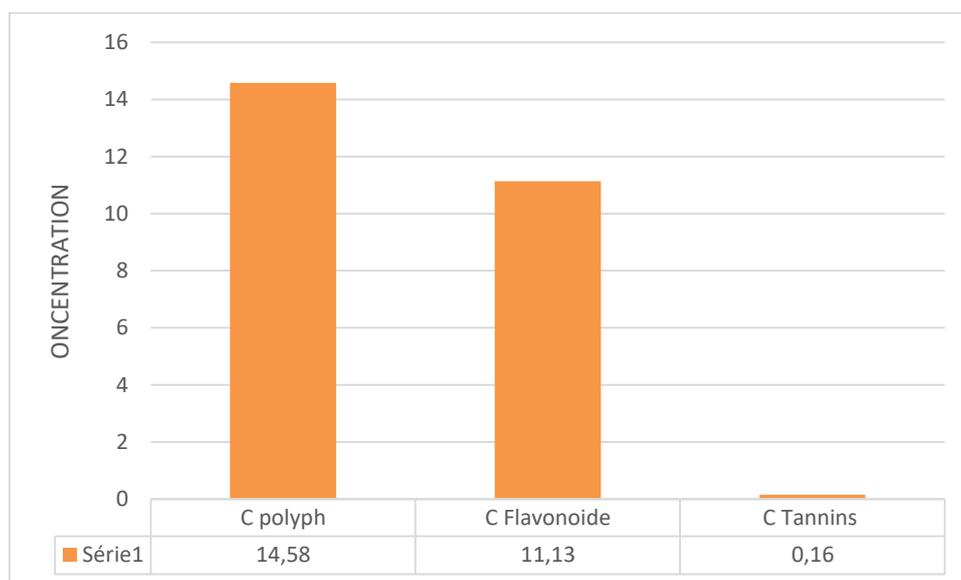


Figure 15: dosage de polyphénole, flavonoïde et tannins pour la Moringa

Les résultats obtenue de l'extrait de moringa (*Moringa oleifera* L.) **figure 15** est reconnu pour sa richesse en composés bioactifs, notamment les phénoliques (14.58 mg GAE/ml) et flavonoïde (11.13mg CE/ml) et para port le tannins une faible concentration (0.16mg/ml), qui sont de puissants antioxydants naturels.

Par ailleurs, nos résultats se sont avérés plus élevé à ceux menés par (**yehezkiel Steven kurnulwan,2021**) le polyphénole $16.7 \cdot 10^{-3}$ mgGAE/ml et le Flavonoïdes $26.1 \cdot 10^{-3}$ mgCE/ml.

4.3.Dosage de métabolites secondaires pour les grains de citrouille

L'expression du résultat du dosage des polyohénols, flavonoïdes et tannins des grains de citrouille est représenté dans la **figure 16**.

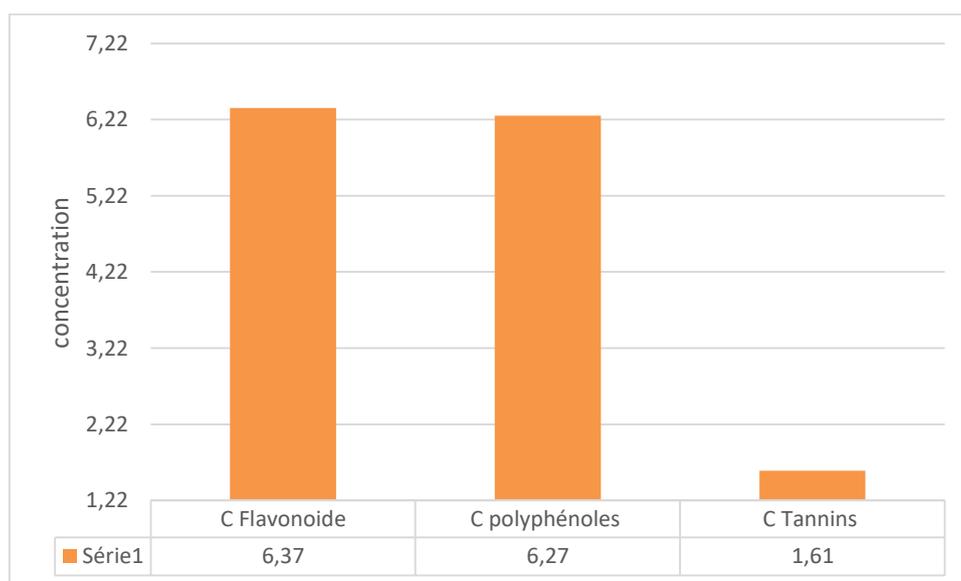


Figure 16: dosage de polyphénole, flavonoïde et tannins pour les grains de citrouille

Ces résultat dans **figure 16** montrent que l'extrait des Grains de Citrouille on a interpréter : une richesse en PPT et Flanoïdes Le dosage révèle une teneur modérée en polyphénols (6.27mg GAE/ml) et flavonoïdes (6.37 mgCE/ml) et une faible concentration en tannins (1.61mgCE/ml). Par ailleurs notre résultat est élevé par rapport au résultat retrouvé par (**K Yogeswara chari et al., 2018**) trouvé que la teneur en flavonoïdes (2.91mgCE/ml) et polyphénol (3.85mgGAE/ml) et tanins 0.814mg TAE/ml), nos expliquent la différence en évoquant le type de extraction, l'origine géographique.

5. Evaluation de l'activité Antioxydante

L'activité anti-oxydante des extraits caroube, les feuilles de moringa et grain de citrouille a été évaluée contra le radicale libre DPPH en présence des antioxydantes standard qui sont l'acide ascorbique .Les résultats sont exprimés en IC50, représente la concentration efficace de l'extrait capable de piéger 50 % des radicaux DPPH, dont la valeur la plus basse correspond à l'activité la plus forte.

5.1.Activité antioxydante de caroube

L'expression du résultat retrouvé de l'activité antioxydante de caroube est représentée dans la figure 17

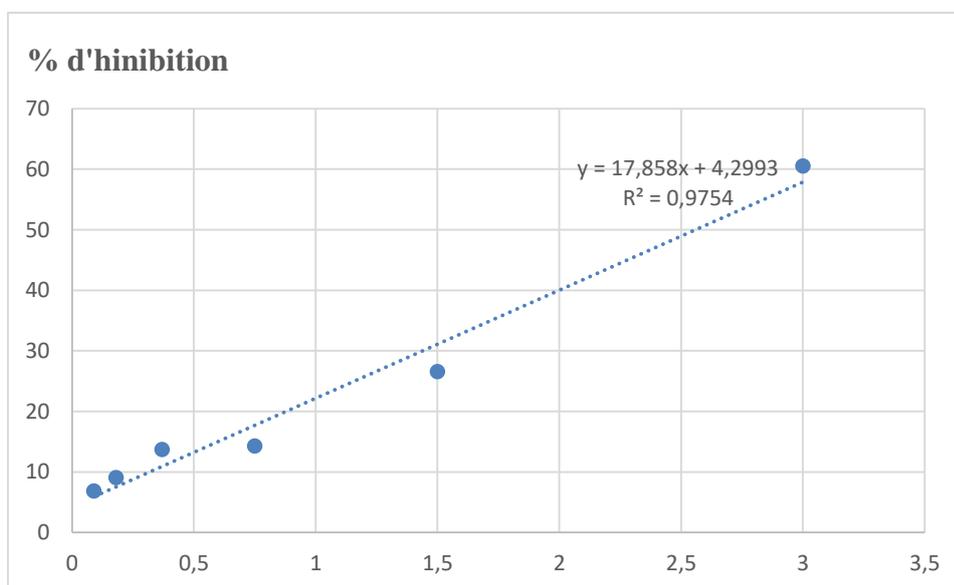


Figure 17:Activité antioxydante de caroube

L'extrait des gousses de *Ceratonia siliqua* L. a présenté une activité antioxydante (**figure 17**) remarquable avec une IC50 de 2.56µg/ml, en équilibre avec un acide ascorbique qui est de 3,65 µg/ml alors on remarque que notre résultat est proche à celui rapportées dans la littérature, telles qu'IC50 de 1.04-3.78µg/ml décrite par (**Bouzoubaa et al., 2020**) et (**Benkeblia, 2021**). Ces résultats suggèrent une efficacité accrue, probablement attribuable à la méthode d'extraction ou à une concentration élevée en composés bioactifs.

5.2. Activité Antioxydante de moringa

L'expression du résultat retrouvé de l'activité antioxydante de Moringa est représentée dans la **figure 18**

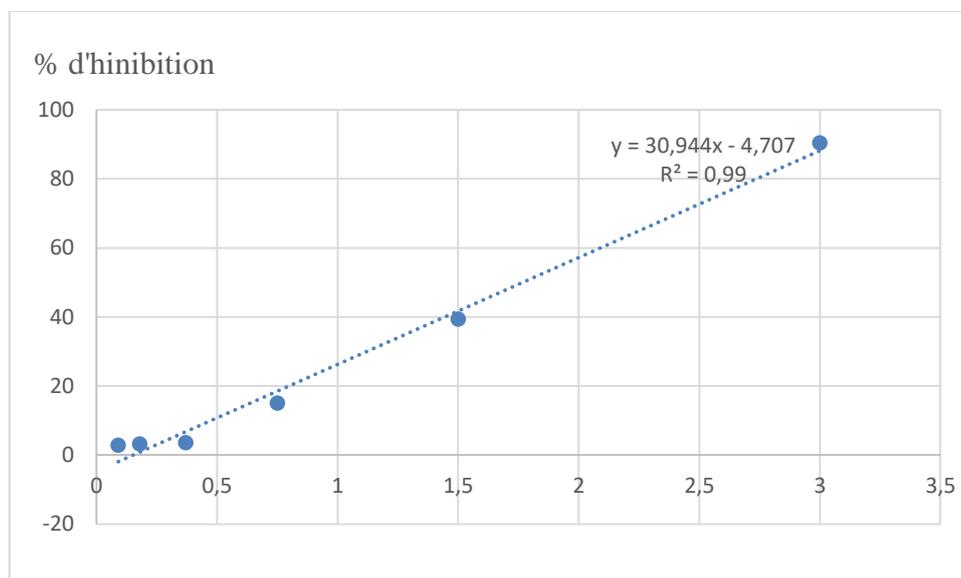


Figure 18: Activité antioxydante de Moringa

L'extrait de *Moringa oleifera* L. a présenté une activité antioxydante (**figure18**) remarquable avec une IC50 de 1.46µg/ml contre 3,65 µg/ml de l'acide ascorbique, tandis que dans d'autres recherches, les valeurs rapportées dans la littérature, telles que l'IC50 de 76.21µg/ml pour un extrait méthanolique de feuilles de *M.oleifera* L. (**Deepali Depali et Vibhuti Gulia et al., 2025**). Cette efficacité accrue pourrait être attribuée à une concentration élevée en composés phénoliques et à la méthode d'extraction employée.

5.3. Activité antioxydante de grain de citrouille

L'expression du résultat retrouvé de l'activité antioxydante des grains de citrouille est représentée dans la **figure 18**.

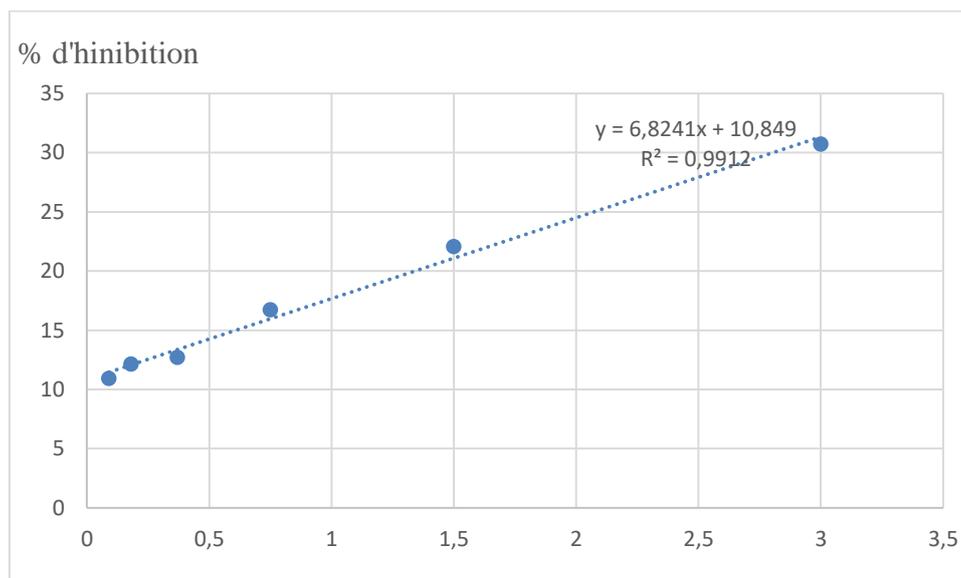


Figure 19:Activité antioxydante de Grain de citrouille

l'extrait des graines de *Cucurbita pepo* L. a présenté une activité antioxydante **figure 19)** remarquable avec une IC50 de 5.74 μ g/ml, avec 3,65 μ g/ml de l'acide ascorbique qui est inférieur aux valeurs rapportée dans la littérature, telles que l'IC50 de 69 μ g/ml pour un extrait méthanoïque de graines de *C.pepo* L. (Subbiah ,Manjula et al.,2025). Cette efficacité accrue pourrait être attribuée à une concentration élevée en composés phénoliques.

6. L'analyse organoleptique

L'analyse organoleptique est représentée dans la **figure n°20**.

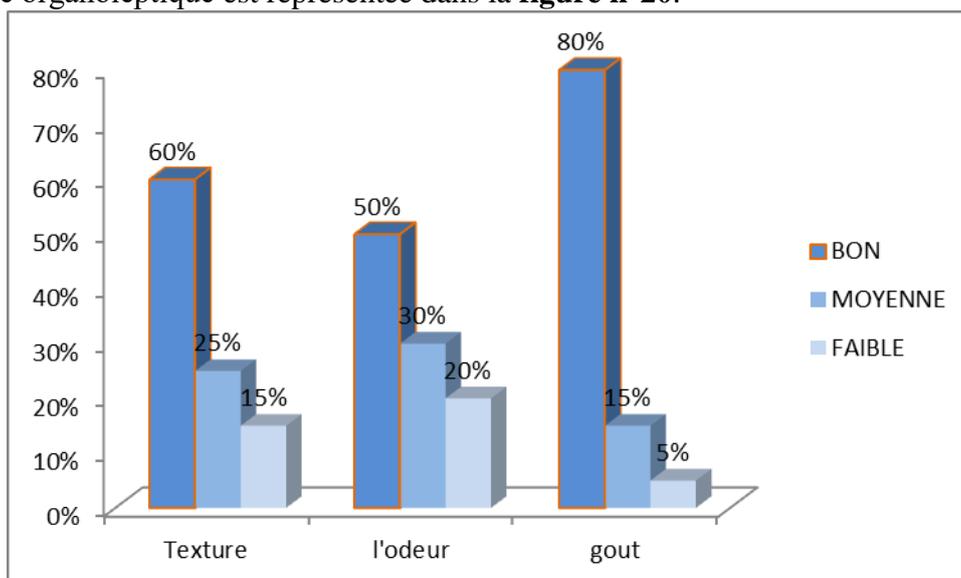


Figure 20:Résultat de l'étude organoleptique

La majorité des participants trouvent que le produit a une bonne texture, une odeur agréable et un bon goût. C'est un bon indicateur de qualité sensorielle.

Concernant la texture nous avons remarqué que 60% des participants ont retrouvé que la barre énergétique à une bonne texture, pour l'odeur, 50% ont observé qu'elle présente une forte odeur et justement ceci est au parfum fort du caroube. Tandis que pour le goût, alors 80% ont été satisfait du bon goût notre produit.

7. Les analyse microbiologique

7.1. Les résultats du test de contamination

Les résultats de test contamination du produit fini sont rapportés dans le **Tableau N°08** , ainsi que dans les **Figures N°21**

D'après le tableau ci-dessous, tous les résultats sont négatifs, ce qui signifie une absence totale des germes dans notre produit fini. Conformément aux normes établies par le **JORA(2017)**, cette absence a été attribuée à la bonne pratique d'hygiène, à l'efficacité des procédés appliqués, ainsi qu'à l'absence de contamination par des micro-organismes pathogènes.

Tableau 7: Résultats des analyses microbiologique effectuées sur les barres fabriquées

Germes recherchés	R1	R2	R3	R3	Normes JORA(2017)
Germes aérobie	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	3-30
<i>Staphylococcus</i> à <i>coagulase</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ²
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence dans 25g
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ²

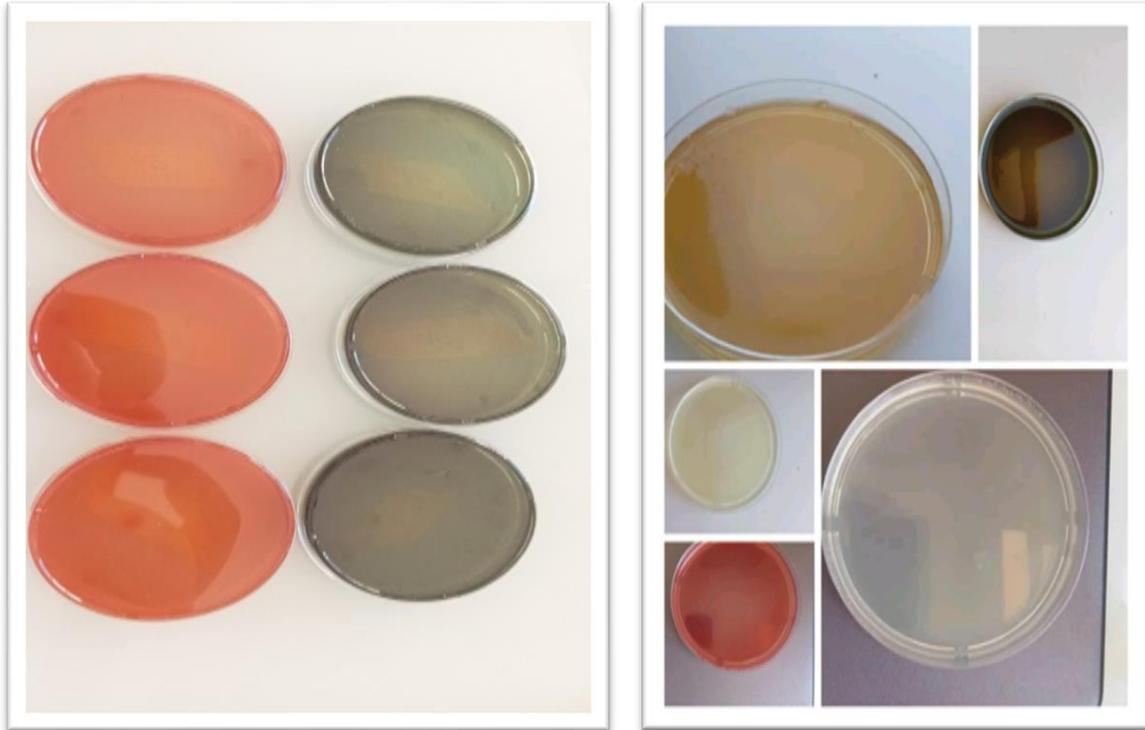


Figure 21:absence des germes dans les milieu de culture

Les analyses microbiologiques ont confirmé que cette barre est de haute qualité et répond aux normes de sécurité sanitaire, la rendant parfaitement adaptée à la consommation.

Conclusion

L'objectif de ce travail était de formuler une barre énergétique sans gluten à base de caroube, de feuilles de moringa et de graines de citrouille, en mettant en valeur leurs qualités nutritionnelles et bioactives. Les résultats obtenus ont permis de valider l'intérêt de cette combinaison d'ingrédients naturels pour le développement d'un produit à la fois sain, fonctionnel et sensoriellement acceptable.

Sur le plan nutritionnel, la barre développée présente une composition équilibrée avec une richesse en glucides (48 g/100 g), en lipides (23 g/100 g) et en protéines (9 g/100 g), pour une valeur énergétique de 449 kcal/100 g et ne contient pas de gluten (sans gluten) , ce qui répond aux besoins d'un produit énergétique ciblant une population active ou soucieuse de son alimentation.

L'analyse phytochimique a révélé une teneur importante en polyphénols et en flavonoïdes, témoignant de la présence de composés bioactifs d'intérêt. Ces résultats sont renforcés par les tests antioxydants (méthode DPPH) qui ont montré une bonne capacité de piégeage des radicaux libres, confirmant le pouvoir antioxydant des plantes sélectionnées.

Par ailleurs, les extraits végétaux utilisés ont montré une activité antimicrobienne notable, particulièrement contre certaines souches pathogènes, suggérant un potentiel préservateur naturel du produit, sans avoir recours à des additifs chimiques.

Enfin, l'analyse sensorielle a démontré une bonne acceptabilité globale du produit par les panelistes, notamment en termes de goût, de texture et d'aspect, ce qui constitue un atout pour sa mise en valeur sur le marché.

Dans l'ensemble, cette étude met en évidence la faisabilité de formuler un aliment fonctionnel à partir de ressources végétales locales et naturellement sans gluten. Le produit obtenu offre une valeur ajoutée nutritionnelle et fonctionnelle, tout en répondant à la demande croissante pour des aliments sains, durables et adaptés à divers régimes alimentaires. Ce travail ouvre ainsi la voie à d'autres recherches dans le domaine des aliments santé, de la valorisation des plantes locales et de l'innovation agroalimentaire.

Perspectives

Au regard des résultats encourageants obtenus dans cette étude, plusieurs perspectives de recherche et de développement peuvent être envisagées :

- **Optimisation de la formulation** : Des travaux futurs pourraient porter sur l'ajustement des proportions des ingrédients ou l'ajout d'autres composants naturels (fruits secs, fibres solubles, épices, etc.) afin d'améliorer davantage les qualités nutritionnelles, fonctionnelles et sensorielles du produit.
- **Évaluation clinique ou nutritionnelle** : Des essais in vivo ou des études auprès de populations cibles (sportifs, personnes intolérantes au gluten, consommateurs soucieux de leur santé) permettraient d'évaluer les effets physiologiques réels de la barre énergétique sur la santé humaine (énergie, satiété, statut antioxydant...).
- **Développement à l'échelle industrielle** : Cette formulation pourrait être adaptée à une production à plus grande échelle, en étudiant les procédés de fabrication, les coûts de production, l'emballage éco-responsable et l'intégration dans une chaîne logistique alimentaire durable.

Diversification des produits : La formulation de cette barre pourrait être déclinée en plusieurs variantes (aromatisées, enrichies, allégées, etc.) ou intégrée dans d'autres formes alimentaires comme des biscuits, des poudres nutritionnelles ou des compléments énergétiques

Références bibliographique

A

- Abadie V et al. (2011). Integration of genetic and immunological insights into a model of celiac disease pathogenesis. *Annu. Rev. Immunol*, 29: 493–525.
- Afoakwa, E. O. (Ed.). (2016). *Production, transformation et consommation mondiale de cacao*. Wiley.
- Alaedini A. & Green P.H. (2005). Narrative review: celiac disease: understanding a complex autoimmune disorder. *Ann Intern Med*, 142: 289-298.
- Alhakmani, F., Kumar, S., Okindra, A., et Khan, A. (2013). Estimation of total phenolic content, in vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicin*, 3(8), 623-627.
- Anwar et al. (2007). *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. *Journal of Food Science and Technology*.
- Applequist, W. L., Avula, B., Schaneberg, B. T., Wang, Y.H. et Khan, I. A. (2006). Teneur comparée en acides gras de graines de quatre espèces de cuitapes cultivées dans un jardin commun. *J. Compost. Food Anal.*, 19, 606-611.
- Aretaeus. (1856). *The Extant works of Aretaeus, the Cappadocian*. Sydenham Society.
- Arvanitoyannis, I. S., & Kargaki, G. (2013). Nutritional and functional properties of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Food Reviews International*, 29(3), 263-276.

B

- Bao, F., & Bhagat, G. (2012). Histopathology of celiac disease. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 22: 679-94.
- Barak, S., & Mudgil, D. (2014). Gomme de caroube de haricot: transformation, propriétés et applications alimentaires. *International Journal of Biological Macromolecules*, 66, 74–80.
- Benamar BENMAHIOUL, Meriem KAÏD-HARCHE et Florence DAGUIN. (2011). Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples. *Forêt méditerranéenne*.
- Berger, E. (1958). Allergic pathogenesis of celiac disease with studies of the splitting up of pathogenic antigens by enzymes. *Bibl Paediatr*, 6(67): 1–55.
- Bower S.L., Sharrett M.K. & Plogsted S. (2007). *Celiac disease: a guide to living with gluten intolerance*. Demos Medical Publishing.

Références bibliographiques

- Bouaslla & Zidouni. (2009). Prévalence de la maladie cœliaque à Constantine (2000-2009) et diététique associée. Mémoire de magistère, Université Mentouri Constantine.
- Breton C. (2002). Prévention des allergies respiratoires professionnelles en boulangerie-pâtisserie. INRS.
- Briani, C., Samaroo D., & Alaedini A. (2008). Celiac disease: from gluten to autoimmunity. *Autoimmunity Reviews*, 7: 644-650.

C

- Camero, B. M., & Merino, C. S. (2004). Carob Bean (*Ceratonia siliqua* L.) et ses produits. US Patent 6,695,911.
- Catassi C. & Fasano A. (2008). Celiac disease. In: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Academic Press.
- Catassi C., Gatti S., Lionetti E. (2015). World perspective and celiac disease epidemiology. *Dig Dis Basel Switz*, 33(2): 141–6.
- Cellier C. (2006). La maladie cœliaque de l'adulte. *Revue Française des Laboratoires*, 369: 23–27.
- Charbonnier L. et al. (1980). Toxicité comparée de différentes céréales pour les sujets intolérants au gluten. *Reproduction Nutrition Développement*, 20(4B): 1369–1377.
- Crowe S.E. (2008). Celiac disease. In: *Nutrition and Gastrointestinal Disease*. Humana Press.
- Cuisine l'Angélique. (2010). Site de recettes sans gluten.

D

- Dicke W.K., Weijers H.A., Van De Kamer J.H. (1953). Coeliac disease. II. The presence in wheat of a factor having a deleterious effect in cases of coeliac disease. *Acta Paediatr*, 1: 34–42.
- Dupont, M. (2021). *Les graines de citrouille : un trésor nutritionnel*. Éditions Santé Naturelle.
- Deepali Deppali, Vibhuti Gulia ,Sahil singh Dhul, Gholamreza Abdi (2025).Dévoilement du Moringa oleifera une puissante source de propriétés antioxydantes et antibactériennes.

E

- Estelle Yelouassi. (2022). Maladie cœliaque : causes et traitements de l'intolérance au gluten. *Information Hospitalière*.

Références bibliographiques

F

- FAO. (2021). Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

G

- Godat, S., Velin D., Aubert V., Nydegger A., Schoepfer A., & Maillard M. (2013). Maladie cœliaque : état des lieux. *Rev Med Suisse*, 9: 1584–1589.

H

- Haber, B. (2002). Avantages et applications de la fibre de caroube. *Cereal Foods World*, 47(8): 365.
- Hsouna, A. B., Alayed, A. S., & Abdallah, E. M. (2012). Activités antimicrobiennes de l'extrait de gousses de *Ceratonia siliqua* L. *African Journal of Microbiology Research*, 6(14): 3480–3484.

I

- Iipumbu, L. (2008). Analyse de composition des cultivars de caroube. Université de Stellenbosch.

J

- Johns Hopkins Medicine. (2021). Celiac Disease.
- Juan Revenga. (2018). El diagnóstico de celiacuría es un fastidio y un alivio al descubrir que solo era eso.

K

- Kagnoff, M. (2007). Celiac disease: pathogenesis of a model immunogenetic disease. *J Clin Invest*, 117: 41–49.
- K Yogeswara chari, picheswara Rao Polu, Rekha R Shenoy (2018).évaluation de l'extrait de grains de citrouille dans le cancer du colon induit par 1,2-diaméthylhydrazine chez le rat wistar.

L

- Lerner A. (2010). New therapeutic strategies for celiac disease. *Autoimmunity Reviews*, 9: 144–147.

Références bibliographiques

M

- Malamut G., Meresse B., Cellier C., Cerf-Bensussan N. (2009). Celiac disease in 2009: a future without gluten-free diet. *Gastroenterol Clin Biol*, 33: 635–647.
- Mavromoustakos, T., & Tzakos, A. G. (2016). Composants fonctionnels de caroube. *International Journal of Molecular Sciences*, 17, 1875.
- Meeuwisse G.W. (1970). Diagnostic criteria in coeliac disease. *Acta Paediatr Scand*, 59: 461–463.
- Mengyao Peng, Dan lu, Jie Liu,Bo Jiang ,Jingjing Chen .(2021).Effet de la torréfaction sur l'activité antioxydante, la composition phénolique et la qualité nutritionnelle des graines de citrouille.

N

- Nasar-Abbas, S. M. et al. (2016). Carob Bean: A Bioactive-Rich Food Ingredient. *Global Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1): 63–72.

O

- Olives J-P. (2013). La Maladie cœliaque : de l'enfant à l'âge adulte. Post'U.

P

- Papaefstathiou, E. et al. (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. *Food Science & Nutrition*.
- Paulley J.W. (1954). Observation on the aetiology of idiopathic steatorrhoea. *Br Med J*, 2(4900): 1318–21.

R

- Rawashdeh M.O., Khalil B., Raweily E. (1996). Celiac disease in Arabs. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 23: 415–8.

S

- Shan L. et al. (2002). Structural basis for gluten intolerance in celiac sprue. *Science*, 297: 2275–79.
- Smith, B.D. (1997). *The Emergence of Agriculture*. Scientific American Library.

V

Références bibliographiques

- Volta U., Villanacci V. (2011). Celiac disease: diagnostic criteria in progress. *Cell Mol Immunol*, 8(2): 96–102.

Z

- Zitouni A. (2010). Monographie et perspectives d'avenir du caroubier (*Ceratonia siliqua*) en Algérie. Thèse Ing. Agron., INSA.

ANNEXES 01: les courbe d'étalonnage

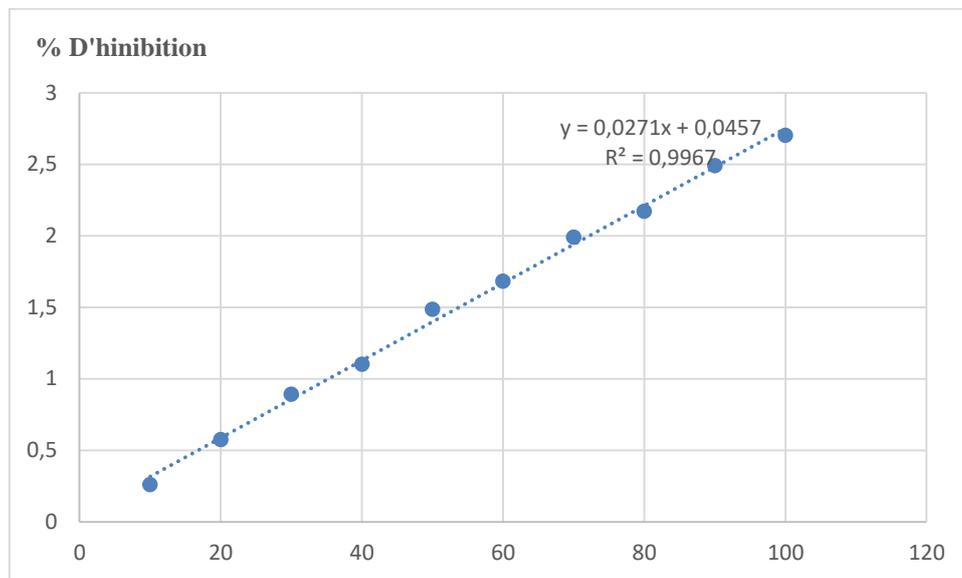


Figure 1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

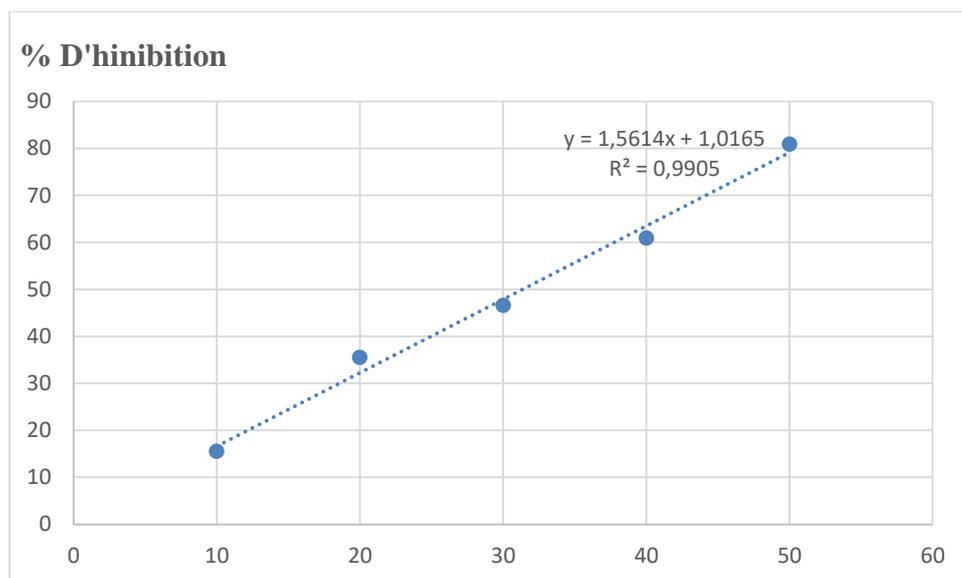


Figure 2 : Courbe d'étalonnage de catéchine

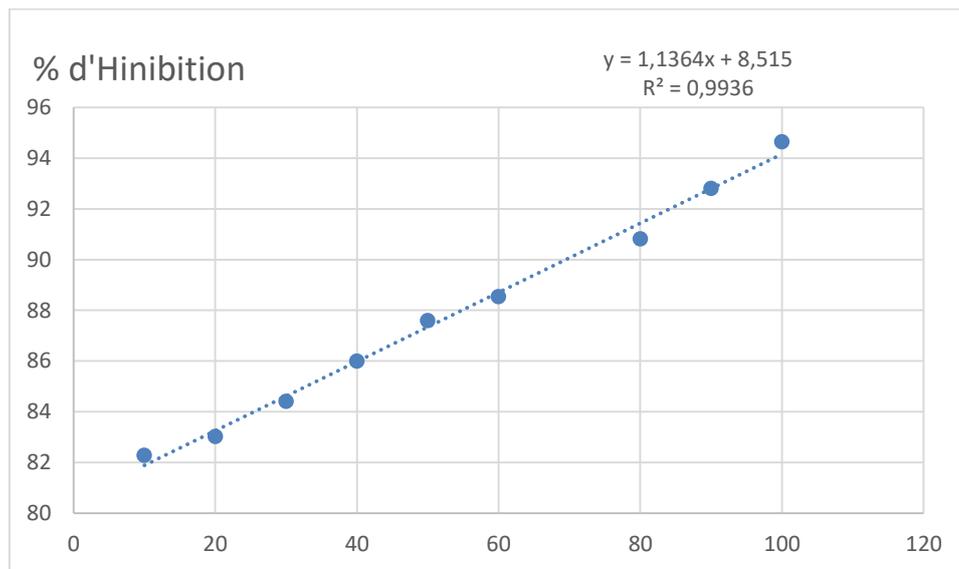


Figure 3 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

ANNEXE 02 : les analyse physicochimique et le gluten



OC Laboratoire
Qualité, Eau & Environnement

Autorisé par le Ministère du Commerce en Analyse de la Qualité et de la Conformité
Décret n° 018 du 05 septembre 2019
Approuvé par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
Ord. N° 46/08AM/2012 du 18 août 2012

N° d'enregistrement 825/25	Bulletin d'analyses Physicochimique	Date de réception 21/05/2025
--------------------------------------	---	--

Identification échantillon	Demandeur
Nature: Barre énergétique	
Référence: /	
D.F: /	
D.L.C: /	CHOUGRANI Hayet
Lot N°: /	Wilaya de Relizane
Prélevé le: 21/05/2025	Algérie
Par: Client	

Ref	Paramètres / Détermination	Unités	Résultat	Réf. Méthodes
25S	Teneur en sel	g/100g	0,2	Calcul
76A	Lipides	g/100g	23	(1)
	Dont acides gras saturés	g/100g	9	(5)
77A	Protéines	g/100g	9	(2)
78A	Glucides	g/100g	48	(3)
	Dont sucres	g/100g	28	
80A	Fibres alimentaires	g/100g	7	(4)
86A	Gluten	g/100g	00	Classique
81A	Energie	Kcal/100g	449	Calcul
		(Kj/100g)	(1878)	

Bulletin établi le: **19/02/2024**

Le Directeur du Laboratoire



OULD CHEIKH Adda
Directeur O.C Laboratoire

(1) : Extraction Soxhlet
(2) : NA 724 Kjeldahl (N.S.70)
(3) : Méthode Bertrand
(4) : Méthode Weende
(5) : Méthode interne

NB : le bulletin d'analyse ne concerne que l'échantillon soumis à l'essai. Il comporte une (01) page.

Siege Social : 21, Bd Sidj Abed Relizane 48000
Site web : <http://www.oclaboratoire.com>
E-Mail : contact@oclaboratoire.com
Tel : +213(0)4671690 / Fax : +213(0)46715904 / Mob : +213(0)661097301

RC N° 92A0811289
NIF: 197348010015929
Article N° 48400603043
NIS: 197348010015929



ANNEXE 03 : Questionnaire de l'étude organoleptique

Fish de dégustation

Barre énergétique

Date : __/__/__

Age : _____

Sexe : _____

Le gout	Agréable	Bon	moyen	désagréable
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La couleur	Intense	foncé	claire	faible
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La texture en bouche	Epaisse	homogène	liquide
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Que pensez-vous sur notre produit ! Satisfaisante	non satisfaisante
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANNEXE 04 : Journal officiel de la république Algérienne N°25

N° 25		Mercredi 16 Chaâbane 1439	
57 ^{ème} ANNEE		Correspondant au 2 mai 2018	
			
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية			
<h1>الجريدة الرسمية</h1>			
إتفاقات دولية ، قوانين ، ومراسيم قرارات وآراء ، مقررات ، مناشير ، إعلانات و بلاغات			
JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX - LOIS ET DECRETS ARRETES, DECISIONS, AVIS, COMMUNICATIONS ET ANNONCES (TRADUCTION FRANÇAISE)			
ABONNEMENT ANNUEL	Algérie Tunisie Maroc Libye Mauritanie	ETRANGER (Pays autres que le Maghreb)	DIRECTION ET REDACTION SECRETARIAT GENERAL DU GOUVERNEMENT WWW.JORADP.DZ Abonnement et publicité : IMPRIMERIE OFFICIELLE Les Vergers, Bir-Mouand Raïa, BP 376 ALGER-GARE Tél : 021.54.35.06 à 09 021.65.64.65 Fax : 021.54.35.12 C.C.P. 3300-30 ALGER TELEX : 65 180 IMP OF DZ BADR : 040.300.0007 68/KG ETRANGER : (Compte de vises) BADR : 060.320.0400 12
	1 An	1 An	
Edition originale.....	1090,00 D.A	2675,00 D.A	
Edition originale et sa traduction....	2180,00 D.A	5350,00 D.A (Frais d'expédition en sus)	
Edition originale, le numéro : 14,00 dinars. Edition originale et sa traduction, le numéro : 28,00 dinars. Numéros des années antérieures : suivant barème. Les tables sont fournies gratuitement aux abonnés. Prière de joindre la dernière bande pour renouvellement, réclamation, et changement d'adresse. Tarif des insertions : 60,00 dinars la ligne			

Allégations	Conditions d'utilisation
Faible teneur en sucres	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en sucres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 5 g de sucres par 100 g, dans le cas des solides ou 2,5 g de sucres par 100 ml, dans le cas des liquides.
Sans sucres	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de sucres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,5 g de sucres par 100 g, dans le cas des solides ou par 100 ml, dans le cas des liquides.
Sans sucres ajoutés	Allégation selon laquelle il n'a pas été ajouté de sucres à une denrée alimentaire, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas de monosaccharides ou disaccharides ajoutés ou toute autre denrée alimentaire utilisée pour ses propriétés édulcorantes. Si les sucres sont naturellement présents dans la denrée alimentaire, l'indication suivante devrait également figurer sur l'étiquetage : « CONTIENT DES SUCRES NATURELLEMENT PRÉSENTS ».
Pauvre en sodium ou en sel ⁽¹⁾	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire est pauvre en sodium ou en sel, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,12 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g ou par 100 ml.
Très pauvre en sodium ou en sel ⁽¹⁾	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire est très pauvre en sodium ou en sel, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,04 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g ou par 100 ml. Cette allégation ne doit pas être utilisée pour les eaux minérales naturelles.
Sans sodium ou sans sel ⁽¹⁾	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de sodium ou de sel, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,005 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g.
Sans sodium ou sel ajouté ⁽¹⁾	Allégation selon laquelle il n'a pas été ajouté de sodium ou de sel à une denrée alimentaire, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas de sodium ou de sel ajouté ou tout autre ingrédient contenant du sodium ou du sel ajouté et si le produit ne contient pas plus de 0,12 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g ou par 100 ml.

⁽¹⁾ La teneur en équivalent en sel est calculée à l'aide de la formule suivante : sel = sodium x 2,5.

26	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 25	16 Chaâbane 1439 2 mai 2018
ANNEXE II Les conditions applicables aux allégations nutritionnelles concernant la teneur en éléments nutritifs		
Allégations	Conditions d'utilisation	
Faible valeur énergétique	<p>Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible valeur énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que pour un produit contenant, au maximum, 40 kcal (170 kJ) pour 100 g, dans le cas des solides ou, au maximum, 20 kcal (80 kJ) pour 100 ml, dans le cas des liquides. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 4 kcal (17 kJ) par portion, avec des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement une petite cuillère de saccharose), s'applique.</p>	
Valeur énergétique réduite	<p>Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une valeur énergétique réduite, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si la valeur énergétique est réduite d'au moins, 30 %, en indiquant la ou les caractéristiques entraînant la réduction de la valeur énergétique totale de la denrée alimentaire.</p>	
Sans apport énergétique	<p>Allégation selon laquelle une denrée alimentaire n'a pas d'apport énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit contient au maximum 4 kcal (17 kJ) pour 100 ml. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 0,4 kcal (1,7 kJ) par portion, ayant des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement une petite cuillère de saccharose), s'applique.</p>	
Faible teneur en matières grasses	<p>Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en matières grasses, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 3 g de matières grasses par 100 g dans le cas des solides ou 1,5 g de matières grasses par 100 ml dans le cas des liquides (1,5 g à 2 g par 100 ml pour le lait partiellement écrémé).</p>	
Sans matières grasses	<p>Allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de matières grasses, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,5 g de matières grasses par 100 g ou par 100 ml. Cependant, les allégations du type «à X % sans matières grasses» sont interdites.</p>	

16 Chaâbane 1439 2 mai 2018		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 25		27	
Allégations		Conditions d'utilisation			
Faible teneur en graisses saturées		Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en graisses saturées, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans contenus dans le produit n'est pas supérieure à 1,5 g par 100 g dans le cas des solides ou à 0,75 g par 100 ml dans le cas des liquides, la somme des acides gras saturés et des acides gras trans ne pouvant pas produire, dans les deux cas, plus de 10% de l'énergie.			
Sans graisses saturées		Allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de graisses saturées, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans n'excède pas 0,1 g de graisses saturées par 100 g ou par 100 ml.			
Faible teneur en Cholestérol		Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en cholestérol, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que : - si le produit ne contient pas plus de 0,02 g de cholestérol dans 100 g dans le cas des solides ou 0,01g par 100 ml dans le cas des liquides ; et - si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans contenus dans le produit n'est pas supérieure à 1,5 g par 100 g dans le cas des solides ou à 0,75 g par 100 ml dans le cas des liquides ; et - si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans ne pouvant pas produire, dans les cas des solides et des liquides, plus de 10 % de l'énergie.			
Sans Cholestérol		Allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de cholestérol, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que : - si le produit ne contient pas plus de 0,005 g de cholestérol dans 100 g dans le cas des solides ou 0,005 g par 100 ml dans le cas des liquides ; et - si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans contenus dans le produit n'est pas supérieure à 1,5 g par 100 g dans le cas des solides ou à 0,75 g par 100 ml dans le cas des liquides ; et - si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans ne pouvant pas produire, dans les cas des solides et des liquides, plus de 10 % de l'énergie.			

ANNEXE II	
Les conditions applicables aux allégations nutritionnelles concernant la teneur en éléments nutritifs	
Allégations	Conditions d'utilisation
Faible valeur énergétique	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible valeur énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que pour un produit contenant, au maximum, 40 kcal (170 kJ) pour 100 g, dans le cas des solides ou, au maximum, 20 kcal (80 kJ) pour 100 ml, dans le cas des liquides. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 4 kcal (17 kJ) par portion, avec des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement une petite cuillerée de saccharose), s'applique.
Valeur énergétique réduite	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une valeur énergétique réduite, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si la valeur énergétique est réduite d'au moins, 30 %, en indiquant la ou les caractéristiques entraînant la réduction de la valeur énergétique totale de la denrée alimentaire.
Sans apport énergétique	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire n'a pas d'apport énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit contient au maximum 4 kcal (17 kJ) pour 100 ml. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 0,4 kcal (1,7 kJ) par portion, ayant des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement une petite cuillerée de saccharose), s'applique.
Faible teneur en matières grasses	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en matières grasses, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 3 g de matières grasses par 100 g dans le cas des solides ou 1,5 g de matières grasses par 100 ml dans le cas des liquides (1,5 g à 2 g par 100 ml pour le lait partiellement écrémé).
Sans matières grasses	Allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de matières grasses, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur. Elle ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,5 g de matières grasses par 100 g ou par 100 ml. Cependant, les allégations du type «à X % sans matières grasses» sont interdites.

2- Apports journaliers de référence (AJR) en énergie et en certains nutriments à l'exclusion des vitamines et des sels minéraux (adulte) :

Énergie ou nutriment	Apport journalier de référence
Energie	8 400 kJ (2 000 kcal)
Graisses totales	70 g
Acides gras saturés	20 g
Glucides	260 g
Sucres	90 g
Protéines	50 g
Sel	6 g

3- Les valeurs nutritionnelles de référence- Maladies non transmissibles (VNR-MNT) :

Niveau d'apport à ne pas dépasser

Acides gras saturés 20g

Sodium 2000 mg

Niveau d'apport à atteindre

Potassium 3500 mg

ANNEXE 05 : Journal officiel de la république Algérienne N°39

N° 39		Dimanche 8 Chaoual 1438	
56 ^{ème} ANNEE		Correspondant au 2 juillet 2017	
 الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجريدة الرسمية إتفاقات دولية، قوانين، ومراسيم قرارات وآراء، مقررات، مناشير، إعلانات وبلاعات JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX - LOIS ET DECRETS ARRETES, DECISIONS, AVIS, COMMUNICATIONS ET ANNONCES (TRADUCTION FRANÇAISE)			
ABONNEMENT ANNUEL	Algérie Tunisie Maroc Libye Mauritanie	ETRANGER (Pays autres que le Maghreb)	DIRECTION ET REDACTION SECRETARIAT GENERAL DU GOUVERNEMENT WWW.JORADP.DZ Abonnement et publicité: IMPRIMERIE OFFICIELLE Les Vergers, Bir-Mouad Raïs, BP 376 ALGER-GARE Tél : 021.54.35.06 à 09 021.65.64.63 Fax : 021.54.35.12 C.C.P. 3200-50 ALGER TELEX : 65 180 IMPOF DZ BADR: 060.300.0007 688KG ETRANGER: (Compte devises) BADR: 060.320.0600 12
	1 An	1 An	
Edition originale.....	1090,00 D.A	2675,00 D.A	
Edition originale et sa traduction.....	2180,00 D.A	5350,00 D.A (Frais d'expédition en sus)	
Edition originale, le numéro : 13,50 dinars. Edition originale et sa traduction, le numéro : 27,00 dinars. Numéros des années antérieures : suivant barème. Les tables sont fournies gratuitement aux abonnés. Prière de joindre la dernière bande pour renouvellement, réclamation, et changement d'adresse. Tarif des insertions : 60,00 dinars la ligne			

Annexes

Produits de biscuiterie	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	3	30
	Moisissures	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i> (1)	5	0	Absence dans 25 g	

Autres produits de confiserie (caramels, bonbons, nougats, halkouma...)	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁵	10 ⁶
	Coliformes totaux	5	2	2	10 ²
	Moisissures	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

Guide start-up



Carte d'information

À propos de l'équipe d'encadrement du groupe de travail



1- Équipe d'encadrement :

Équipe d'encadrement (à titre indicatif)	
Encadrante principal : Dr. MELLALI Sarah	Spécialité : Biologie Cellulaire et moléculaire
Co- Encadrante : Dr. TARFAOUI Louiza	Spécialité : Biologie et santé



2- Équipe de projet :

Équipe de projet	Faculté	Spécialité
Étudiant 01 : CHOUGRANI Hayet	Sciences de la nature et la vie	Biochimie appliquée
Étudiant 02 : CHERITE Karima	Sciences de la nature et la vie	Biochimie appliquée





Index

Contenu



Table des matières

<u>Premier axe : Présentation du projet</u>	<u>1</u>
1. L'idée de projet (la solution proposée)	2
2. Les Valeurs suggérées	2
3. L'équipe.....	3
4. Les Objectifs du projet.....	4
5. Le planning de réalisation du projet.....	4
<u>Deuxième axe : Aspects innovants</u>	<u>5</u>
1. La nature des innovations.....	6
2. Les domaines d'innovation.....	6
<u>Troisième axe : Analyse stratégique du marché</u>	<u>7</u>
1. Le segment du marché.....	8
2. La mesure de l'intensité de la concurrence.....	8
3. La stratégie marketing	9
<u>Quatrième axe : Plan de production et organisation</u>	<u>10</u>
1. Le processus de production.....	11
2. L'approvisionnement.....	12
3. La main d'œuvre.....	12
4. Les principaux partenaires.....	12
<u>Cinquième axe : Plan financier</u>	<u>13</u>
1. Les coûts et les charges.....	14
2. Le chiffre d'affaires.....	14
3. Les comptes de résultats escomptés.....	14
4. Le plan de trésorerie.....	14
<u>Sixième axe : Prototype expérimental</u>	<u>15</u>

Introduction



La maladie cœliaque est une affection auto-immune chronique déclenchée par une réaction immunitaire anormale au gluten, une protéine présente dans le blé, l'orge et le seigle. Cette réaction entraîne une atrophie des villosités de l'intestin grêle, provoquant une malabsorption des nutriments essentiels. Ces pathologies touchent environ 0,5 % à 1 % de la population algérienne, ce qui représente près de 22 000 à 44 000 cas, avec un fort taux de sous-diagnostic. Les manifestations cliniques comprennent une diarrhée chronique, des douleurs abdominales récurrentes, une perte de poids, une fatigue persistante, une anorexie, ainsi qu'une anémie ferriprive. D'autres complications associées peuvent apparaître, telles que des troubles neurologiques, une ostéoporose, ou encore des maladies auto-immunes comme le diabète de type 1.

L'objectif notre travail vise à développer des produits innovants d'origine végétale, naturellement sans gluten, adaptés aux besoins spécifiques des personnes atteintes de la maladie cœliaque. Ces produits se présentent sous forme de barres énergétiques, formulées à partir de plantes médicinales locales riches en nutriments. Des espèces botaniques telles que : *Ceratonia siliqua L.* (le caroubier) *Moringa oleifera* (moringa) et les (Graines de citrouilles) *Cucurbita pepo* ont démontré une efficacité nutritionnelle intéressante, grâce à leur richesse en fibres, vitamines, antioxydants et protéines végétales. Elles permettent de compenser la perte d'énergie, de soutenir la régénération intestinale et de prévenir les carences fréquentes chez les patients cœliaques. L'intégration de ces composés naturels constitue une alternative efficace et sûre aux barres énergétiques conventionnelles, souvent coûteuses, rares sur le marché algérien, et formulées avec des additifs chimiques aux effets secondaires potentiels. Notre formulation est présentée sous forme de barres énergétiques fonctionnelles, sans gluten, sans additifs, disponibles à un prix abordable, riches en fibres et en micronutriments essentiels, contribuant ainsi à une alimentation saine, sûre et adaptée aux cœliaques



Le premier axe

Présentation du projet



Guide du projet pour obtenir un Diplôme/ Startup dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275





Premier axe

Présentation du projet

1. L'idée de projet (solution proposée)

Nous cibons l'industrie alimentaire et la santé humaine en produisant des barres énergétiques spécialement conçues pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque, en leur fournissant une source d'énergie fiable et sécurisée, en soutenant un modèle alimentaire sain, en facilitant la gestion nutritionnelle au quotidien, en prévenant les carences nutritionnelles et en améliorant leur qualité de vie grâce à une alternative alimentaire sûre, agréable et adaptée à leurs besoins spécifiques, le tout sans additifs industriels, avec une formulation 100 % naturelle, accessible à un coût abordable et disponible sur les marchés algériens.

L'idée de projet a commencé à partir d'une étude qui a révélé qu'environ 1 à 2 % de la population en Algérie est atteinte de la maladie cœliaque, une pathologie auto-immune liée à l'intolérance permanente au gluten et nécessitant un régime strict sans gluten pour éviter des complications digestives et nutritionnelles graves.

Alors que les produits sans gluten disponibles sur le marché local sont rares, coûteux et souvent enrichis en additifs chimiques, cette réalité souligne la nécessité de produire une solution nutritionnelle naturelle, accessible et spécifiquement adaptée aux besoins des personnes atteintes de la maladie cœliaque.

Cela a été concrétisé par le développement de barres énergétiques sans gluten, riches en vitamines, fibres et nutriments essentiels, formulées comme complément alimentaire naturel, facile à consommer et à transporter, offrant une alternative saine, équilibrée et sans substances chimiques ni additifs industriels.

Le lieu d'implantation est sélectionné pour sa proximité avec des zones montagneuses riches en plantes médicinales naturelles et sans produits chimiques, garantissant un approvisionnement en matières premières de qualité pour une production efficace, à coût abordable, et destinée aux marchés algériens.

2-Les valeurs proposées :

- ✓ Nos barres énergétiques sans gluten à base de plantes médicinales, sont adaptées à tous les groupes d'âge.
- ✓ Offrir une alternative nutritionnelle saine, sûre et sans gluten, sans effets secondaires indésirables, pour une consommation quotidienne en toute sécurité.
- ✓ Fournir un apport équilibré en vitamines, fibres, et éléments nutritifs essentiels, contribuant à prévenir les carences fréquentes chez les personnes atteintes de la maladie cœliaque.
- ✓ Un prix abordable, accessible à une large gamme de consommateurs.
- ✓ Intégrer des procédés innovants dans la formulation et la fabrication, garantissant à la fois goût, texture, et haute valeur nutritionnelle
- ✓ Promouvoir la santé et le bien-être par des produits naturels, respectueux du corps et de l'environnement, sans additifs chimiques.

_3.Équipe de travail :

L'équipe du projet est composée des membres suivants :

- ✓ -CHERITE Karima : la spécialité de Biochimie appliquée, son rôle est de garantir la formulation nutritionnelle de la barre énergétique, des analyses de contrôle de qualité et de s'assurer que le produit final répond aux besoins nutritionnels des consommateurs, tout en étant riche en protéines, vitamines et minéraux essentiels
- ✓ CHOUGRANI Hayet : la spécialité de Biochimie appliquée, responsable des stratégies de marketing, de la promotion du produit et de l'analyse du marché pour assurer une commercialisation réussie et le positionnement efficace du produit sur le marché, en étudiant la demande pour les produits sains adaptés aux régimes sans gluten

Objectifs du projet :

À court terme (0-1 an) :

- ✓ Introduire notre barre énergétique sans gluten sur le marché et la positionner comme une option innovante et saine.
- ✓ Atteindre une couverture de 15 % dans les principales wilayas de la région ouest et capturer 2 % du marché des produits sans gluten.

À moyen terme (1-3 ans) :

- ✓ Couvrir 25 % des points de vente pertinents dans les régions ouest et centre.
- ✓ Introduire de nouvelles saveurs et variantes pour les barres énergétiques et les produits sans gluten.
- ✓ Atteindre 5 % du marché des produits sans gluten dans la région ouest.

À long terme (3-5 ans) :

- ✓ Devenir l'un des leaders du marché des produits sans gluten en Algérie.
- ✓ Explorer les marchés voisins.
- ✓ Intégrer des pratiques écologiques dans la production.
- ✓ Capturer 15 % du marché national et obtenir une reconnaissance internationale.

4-Calendrier de réalisation du projet :

TRAVAUX

			Mois						
			1	2	3	4	5	6	7
1		Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires	✓	✓	✓				
2		Commande des équipements		✓	✓				
3		Construction d'un siège de production (usine)			✓	✓	✓		
...		Installation des équipements			✓	✓	✓		
N		Achat de matières premières						✓	
...		La production du barre énergétique							✓



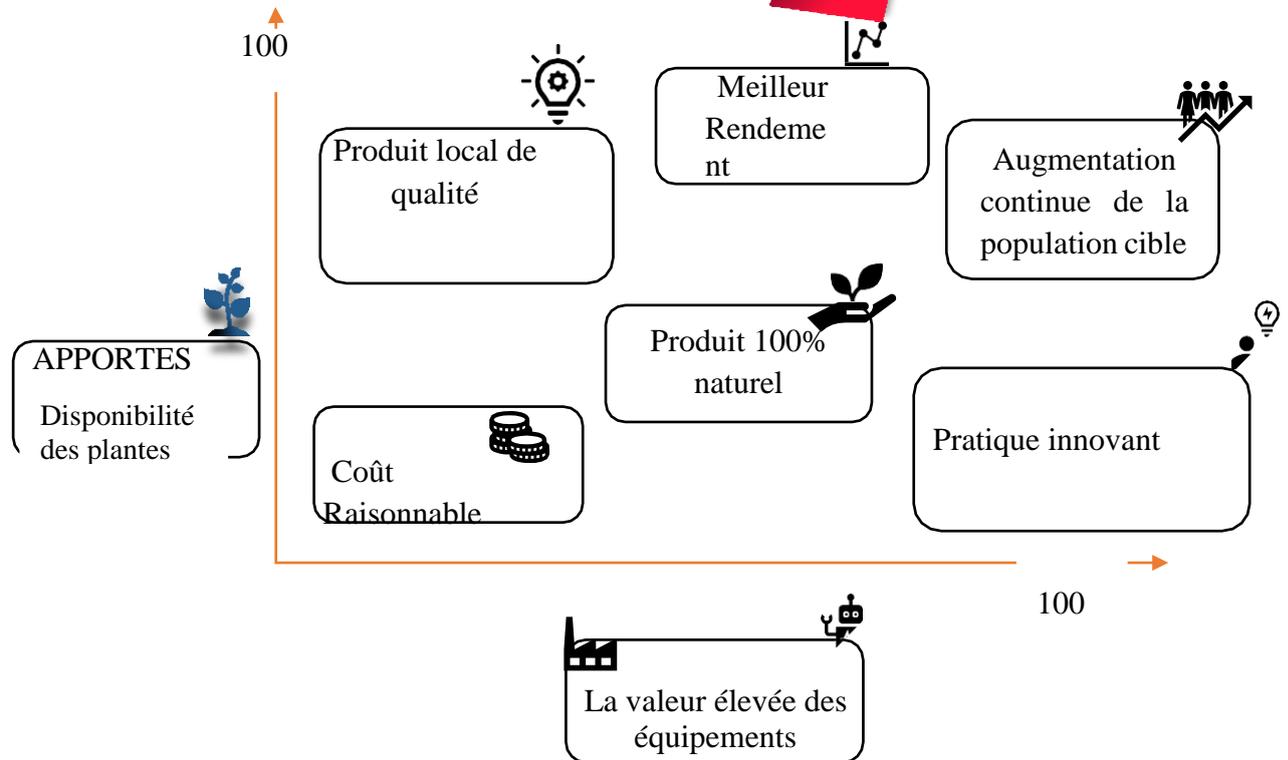
Aspects innovants





Deuxième axe : Aspects innovants

1. Nature des innovations :



2. Domaines d'innovation :

Offre de produits innovants : Les barres énergétiques que nous proposons s'inscrivent clairement dans le domaine de l'innovation, car elles présentent une formule unique et naturelle, actuellement inexistante sur le marché. Elles combinent de manière inédite des ingrédients naturels sûrs tels que la caroube, le moringa et les graines de citrouilles, pour offrir une source d'énergie nutritive et 100 % sans gluten, spécialement conçue pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque.

- ✓ **Accessibilité économique :** Ce produit a été conçu pour être proposé à un prix abordable, ce qui le rend accessible à un large éventail de consommateurs, en particulier les personnes souffrant d'intolérance au gluten ou atteintes de la maladie cœliaque, qui peinent souvent à trouver des alternatives saines à un coût raisonnable. Il cible également les populations à revenu modeste et les zones où l'offre sans gluten est rare ou inexistante.
- ✓ **Variété nutritionnelle et fonctionnelle :** Ces barres offrent une alternative alimentaire riche en fibres, vitamines et minéraux, et fournissent une énergie

Durable sans additifs industriels ni conservateurs. Elles conviennent à tous les âges et à tous les modes de vie (étudiants, professionnels, sportifs...).

- ✓ **Emballages innovants** : Le produit est conditionné dans un emballage pratique et sain, conçu pour préserver la fraîcheur et les propriétés des ingrédients naturels, tout en facilitant son transport et sa consommation à tout moment.
- ✓ **Méthodes de production innovantes** : Nous utilisons des techniques de fabrication modernes qui permettent de maintenir une qualité nutritionnelle optimale. Grâce à des équipements spécialisés, nous assurons une production efficace, sécurisée et rentable, tout en réduisant les pertes et en augmentant la compétitivité de notre produit à l'échelle nationale et internationale.



Troisième axe : Analyse stratégique du marché



Troisième axe

Analyse stratégique du marché



1. Le segment du marché

❖ **Le marché potentiel :** Le marché potentiel pour notre barre énergétique inclut :

- ✓ Toutes les personnes et institutions intéressées par une alimentation saine, naturelle et sans gluten, notamment les personnes atteintes de la maladie cœliaque, les sportifs, les nutritionnistes, ainsi que les centres de santé, les clubs de sport et les magasins bio.
- ✓ Les motivations d'achat incluent les bienfaits nutritionnels de nos ingrédients naturels (Morinaga, Graines de citrouille et caroube), l'originalité du produit sur le marché, et ses saveurs naturelles et attrayantes. De plus, nos barres sont conçues dans une démarche éco responsable, réduisant le gaspillage des ressources végétales locales.
- ✓ Ce marché s'étend sur l'ensemble du territoire national et comprend plusieurs milliers de consommateurs potentiels sensibles à la santé, au bien-être et aux régimes alimentaires spécifiques

❖ **Le marché cible (le segment) :**

- ✓ Nous visons à offrir des barres énergétiques naturelles sans gluten, destinées principalement aux personnes atteintes de la maladie cœliaque, qui représentent environ 1 % de la population algérienne, ainsi qu'à toute personne souffrant d'une sensibilité au gluten ou souhaitant adopter un mode de vie plus sain.
- ✓ Ces barres sont formulées à partir de plantes naturelles disponibles localement telles que la caroube, le moringa et les graines de citrouille, afin de proposer un produit nutritif, sûr, pratique, et à un prix abordable pour tous les segments de la population. Représente le groupe d'individus ou d'institutions à qui nous proposons ou offrons nos produits.
- ✓ Pour sécuriser des ventes à long terme et établir une base de clientèle fidèle, des contrats d'achat avec des clients importants tels que les pharmaciens, les nutritionnistes, ainsi que les centres de santé, les clubs de sport, les magasins bio, les supermarchés, les grandes surfaces, seront nécessaires.



2. Mesure de l'intensité de la concurrence :

Le tableau ci-dessous présente les concurrents internationaux, en mettant en évidence leurs points forts et leurs faiblesses

Nom commercial	Points forts	Les faiblesses
	<p>Riche en protéines (30%).</p> <p>Pratique à consommer.</p> <p>Sans gluten</p>	<p>Peut contenir des sucres ajoutés – ce qui réduit ses bénéfices santé.</p> <p>Prix plus élevé 200DA– 300 DA souvent plus cher que des alternatives naturelles (œufs, yaourt, etc.).</p> <p>Peut contenir des allergènes (lactose, soja, arachides...) – à vérifier pour les personnes sensibles.</p> <p>Barre protéiné</p> <p>Valeurs énergétiques pour 100g=357,98Kcal Et pour 40g=143,19Kcal.</p>
 <p>ELITE</p>	<p>Énergie Instantanée & Durable.</p> <p>Riche en Protéines.</p>	<p>Teneur en sucre parfois élevée Peut ne pas convenir aux personnes surveillant leur glycémie ou suivant un régime faible en sucre.</p> <p>Prix plus élevé que la moyenne 200DA250DA Positionnement premium qui peut être un frein pour certains consommateurs.</p> <p>Texture ou goût spécifique Peut ne pas plaire à tout le monde (trop compact, trop sucré, ou goût trop naturel).</p> <p>Allergènes possibles Contient souvent des fruits à coque, du soja ou du lait.</p> <p>Elle contient du gluten</p> <p>Barre protéine</p> <p>Valeur nutritionnelle pour 100g= 376Kcal</p>



Acha Chocolat Snack

Présentation attrayante

Combinaison populaire

Marquage en plusieurs langues

Valeur nutritionnelle pour 100g=532,65kcal

Manque d'informations nutritionnelles visibles : Aucune information sur les sucres, graisses, etc sur la face visible.

Absence d'informations sur les allergènes : Important pour les consommateurs sensibles (arachides, gluten, etc.).

Packaging simple : Bien qu'efficace, il pourrait paraître trop basique face à des concurrents avec un design plus "premium".

Elle contient du gluten
Barre protéine



ATTACK Energy Bar – Crawl

Énergétique et fonctionnelle : Conçue comme une **barre d'énergie**, probablement destinée aux sportifs ou pour une recharge rapide.

Ingédients intéressants :

Caroube : alternative naturelle au cacao, riche en fibres.

Noisette : bonne source de lipides sains et de protéines

Barre énergétique

Pas d'informations nutritionnelles visibles : Les protéines, sucres ne sont pas affichés.

Prix élevé : 200DA

Elle contient du gluten

Valeur nutritionnelle pour 100g=426,42 Kcal



Riche en protéines (30%).

Goute agréable

Pratique à consommer.

Sans gluten

Valeur nutritionnelle pour 100g=227 Kcal.

Peut contenir des sucres ajoutés – ce qui réduit ses bénéfices santé.

Prix plus élevé 200DA– 300DA

souvent plus cher que des alternatives naturelles (œufs, yaourt, etc.).

Peut contenir des allergènes (lactose, soja, arachides...)

Barres protéines



Internationnel

Nom commercial	Points Forts	Les faiblesses
 <p>RXBAR</p>	<p>Ingrédients simples et transparents</p> <p>Sans gluten</p> <p>Riche en protéines</p>	<p>Certaines saveurs avec sucre élevé Contiennent des œufs (allergènes)</p>
 <p>KIND</p>	<p>Sans gluten À base de fruits secs et noix Bon goût</p>	<p>Sucre ajouté Toutes les références ne sont pas végétaliennes</p>



3. La stratégie marketing

Nous nous positionnons comme la référence en barres énergétiques 100% sûres et savoureuses pour les personnes intolérantes au gluten, en mettant en avant :

- ✓ **Sécurité absolue** : Produits certifiés sans gluten, fabriqués dans un environnement contrôlé pour éviter toute contamination croisée.
- ✓ **Qualité nutritionnelle** : Formules naturelle riches en énergie, protéines et fibres, sans additifs artificiels.
- ✓ **Gourmandise et praticité** : Saveurs innovantes et format nomade, adapté aux besoins des consommateurs actifs.

3.2. Politique de prix

Nous adoptons une stratégie de **prix premium justifié** par :

- ✓ La qualité supérieure de nos ingrédients naturels.
- ✓ Les certifications sans gluten.

3.3. Canaux de distribution

Pour garantir une accessibilité maximale, nos produits seront disponibles via :

❖ **Notre site e-commerce :**

- ✓ Vente directe avec livraison rapide.
- ✓ Abonnement pour fidéliser les clients (ex : box mensuelle).

❖ **Plateformes spécialisées :**

- ✓ Marketplaces.
- ✓ Sites dédiés aux produits sans gluten.

❖ **Réseaux de distribution physique :**

- ✓ Magasins bio et épiceries healthy.



3.4. Stratégie de communication

Notre objectif est d'éduquer, sensibiliser et fidéliser via :

❖ Réseaux sociaux (Instagram, Facebook, TikTok) :

- ✓ Contenu éducatif (ex : "Comment vivre mieux avec la maladie cœliaque ?").
- ✓ Témoignages clients et partenariats avec des influenceurs.
- ✓ Recettes créatives utilisant nos barres.

❖ Partenariats stratégiques :

- ✓ Collaboration avec des associations de patients cœliaques.
- ✓ Interventions de diététiciens pour crédibiliser la marque.

Quatrième axe

Plan de production et d'organisation



Commission nationale de coordination du suivi de l'innovation et des incubateurs universitaires





Quatrième axe :

Plan de production et d'organisation



1. Le Processus de production

Nous utilisons le schéma ci-dessous, qui explique les étapes du processus de production :



Figure 1 : Différentes étapes de la réalisation du prototype



2-L'Approvisionnement

Notre stratégie d'approvisionnement repose sur **des partenariats rigoureux avec des fournisseurs certifiés, une traçabilité optimale des matières premières et un contrôle qualité strict** pour garantir des barres énergétiques sans gluten sûres et haut de gamme.

2.1. Sélection des fournisseurs

❖ Matières premières végétales :

Nous collaborons directement avec des producteurs agricoles spécialisés pour fournir des ingrédients 100% sans gluten et de qualité premium :

- ✓ Caroube, Morinaga (alternative au cacao), graines de citrouille, etc.
- ✓ Exigences : Certifications sans gluten

❖ Équipements & emballages :

Achat auprès de fournisseurs garantissant des matériaux hygiéniques et adaptés aux normes agroalimentaires.

2.2. Partenariat avec un laboratoire agroalimentaire

Pour assurer une fabrication irréprochable :

❖ Collaboration avec un laboratoire expert en contrôle la qualité et en production sans gluten, afin de :

- ✓ Valider les recettes sur le plan nutritionnel et sanitaire.
- ✓ Contrôler l'absence de traces de gluten (tests ELISA).
- ✓ Optimiser les procédés de fabrication (température, hygrométrie).

3. La main d'œuvre

- ✓ Pour garantir une gestion efficace de la production de nos barres énergétiques sans gluten, riches en fibres et en protéines, et proposées à un coût abordable, nous recruterons une équipe de professionnels spécialisés dans divers domaines. Nous ferons appel à des experts en nutrition et en industrie agroalimentaire pour superviser la qualité des barres et leur conformité aux normes sanitaires, en veillant à leur absence de gluten et à l'équilibre de leur apport nutritionnel. Des techniciens qualifiés seront chargés de la transformation des ingrédients naturels tels que la caroube, la Morinaga et les graines de citrouilles, tandis que des ingénieurs optimiseront les processus de fabrication et assureront le contrôle qualité, afin de garantir un produit sain, sûr et accessible aux personnes atteintes de la maladie cœliaque.

- ✓ En parallèle, nous aurons également besoin de comptables expérimentés pour assurer la gestion financière de notre projet de production de barres énergétiques sans gluten. Ils seront chargés de l'élaboration des budgets, du suivi des coûts de production, ainsi que de l'établissement de prévisions financières précises, afin de garantir la viabilité économique du produit et sa disponibilité à un prix accessible pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque.

Nous recruterons des professionnels spécialisés dans la gestion du travail à distance, la communication avec des clients internationaux et le marketing, dans le cadre de notre projet de production de barres énergétiques sans gluten pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque.



- ✓ Leur rôle consistera à coordonner les opérations, gérer les commandes, renforcer les relations commerciales à l'échelle internationale et promouvoir notre produit. Leur expertise en marketing assurera une communication efficace, une satisfaction client accrue et une expansion durable de notre projet.

4. Les Principaux partenaires

Les principaux partenaires de notre projet incluent

- ✓ Les fournisseurs de matières premières naturelles (caroube, Morinaga, graines des citrouilles).
- ✓ Les entreprises spécialisées dans l'emballage.
- ✓ Les laboratoires certifiés pour une production sans gluten.
- ✓ L'incubateur de l'université de Relizane pour le soutien technique.
- ✓ Les médecins, les pharmaciens et nutritionnistes pour l'encadrement et la recommandation du produit.



CNC SIU

MHER

ALGÉRIE

Cinquième axe :

Plan financier





Cinquième axe : Plan financier



1. Les Coûts et charges :

Les principales sources de financement sont :

- ✓ - L'investissement personnel.
- ✓ - Participer à un programme d'incubation d'entreprise.
- ✓ Assistance du gouvernement.

2. Le Chiffre d'affaires :

Produit destiné client	N-2	N-1	N	N+2	N+3	N+4	N+5
Quantité produit	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000
Prix HT produit	150	150	150	150	160	160	165
Ventes produit	2250000DA	3000000DA	3750000DA	4500000DA	5600000DA	6400000DA	7200000DA
Chiffre d'affaires global	2250000DA	3000000DA	3750000DA	4500000DA	5600000DA	6400000DA	7200000DA

3. Les Comptes de résultats escomptés (voir Annexe 02)

4. Le Plan de trésorerie (voir Annexe 03).



CNC SIU

MHER

ALGÉRIE



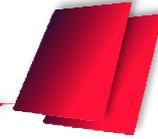
Sixième thème : Prototype expérimental





Sixième axe

Prototype expérimental



1- Nom et logo de l'entreprise : nous avons choisi le nom **Massel** avec le logo ci-dessous :



Figure 2 : Logo de l'entreprise

Nous avons développé un prototype de barres énergétiques saines sans gluten d'un poids de 40 grammes, élaborées à partir d'ingrédients naturels et nutritifs tels que la caroube, les graines de citrouille et la Morinaga.

Cette formule a été conçue pour offrir une option alimentaire riche en énergie et en fibres, adaptée aux personnes souffrant d'intolérance au gluten ou suivant un régime sans gluten. Notre recette combine les bienfaits de la caroube, reconnue pour sa haute teneur en antioxydants, des graines de courge riches en bonnes graisses et protéines, ainsi que de la Morinaga, une source importante de vitamines et minéraux.

Le produit se distingue par une texture ferme et un goût naturel délicieux, ce qui en fait un choix idéal pour les sportifs et les personnes cherchant une collation saine soutenant leur activité quotidienne avec une énergie durable.

Le prototype est accompagné d'un emballage moderne et attrayant, mettant en valeur les ingrédients sains du produit et facilitant son transport et sa consommation à tout moment.

Cette étape représente un moment clé pour tester l'acceptation du produit par les consommateurs avant la production commerciale. Les retours des utilisateurs nous aideront à améliorer la formulation et l'emballage afin de garantir une qualité élevée répondant aux attentes des clients en termes de goût, texture et valeur nutritionnelle.



Figure 4 : Moulage de la barre énergétique



Figure 5 : Emballage de la barre énergétique



Liste des annexes





Annexe 1

Budget de STURTUP



ACTIF En DZD	REALISATION			PREVISION				
	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
ACTIF non courants	1827000	1857000	1977000	1937000	2007000	2227000	2537000	2797000
Batiments	800000	800000	800000	800000	800000	800000	800000	800000
Equipements & outils	70000	70000	70000	80000	100000	120000	130000	140000
Matériel de transport	200000	200000	200000	200000	200000	300000	400000	500000
Matériel de production	500000	500000	500000	500000	500000	550000	600000	700000
Actifs financiers fixes	250000	280000	400000	350000	400000	450000	600000	650000
Actifs d'impôts différés	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
Actifs courants	830000	1050000	1217000	1362000	1595000	1720000	2035000	2295000
Matières premières	60000	70000	77000	85000	90000	95000	100000	150000
Marchandises	40000	50000	55000	57000	60000	65000	70000	75000
Produits	200000	250000	300000	350000	400000	450000	500000	550000
Clients	200000	300000	350000	380000	400000	450000	500000	550000
Effets à recevoir	30000	30000	35000	40000	45000	60000	65000	70000
Trésorerie	300000	350000	400000	450000	600000	600000	800000	900000
Total Actif	2657000	2907000	3194000	3299000	3602000	3947000	4572000	5092000
Passif								
En DZD	REALISATION			PREVISION				
	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Capitaux propres	1200000	1200000	1200000	1500000	1500000	1600000	1700000	1800000
Capitale social	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Réserves	200000	200000	200000	500000	500000	600000	700000	800000
Dettes à court terme	2537000	2787000	3074000	3149000	3452000	3787000	4402000	4912000
Impôts exigibles	7000	7000	4000	9000	2000	7000	2000	2000
Fournisseurs	2000000	2000000	3000000	3000000	3000000	3000000	4000000	4000000

Effets à payer	46000 0	710000	0	70000	470000	710000	330000	840000
Salaires des employés	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000
TOTAL PASSIF	26570 00	2907000	3194000	<i>3299000</i>	<i>3602 000</i>	<i>394700 0</i>	<i>4572 000</i>	<i>5092 000</i>

Annexe 2

Comptes de résultats escomptés



En DZD	REALISATION			PREVISION				
	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Production vendue	70000	80000	810000	850000	90000	910000	920000	1000000
Production immobilisée	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Subventions d'exploitation	40000	20000	40000	30000	10000	40000	40000	40000
Production de l'exercice	114000	104000	854000	884000	104000	954000	964000	1044000
Achats consommés	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Services extérieurs	4000	4500	5000	6000	6500	5600	7000	6000
Amortissement de l'exercice	7000	7500	8000	9000	9500	8600	10000	9000
Valeur ajoutée d'exploitation	107000	96500	846000	875000	94500	945400	954000	1035000
Salaires des employés	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000
Impôts et taxes	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Excédent brut d'exploitation	32000	21500	771000	800000	19500	870400	879000	960000
Autres produits opérationnels	20000	30000	40000	40000	50000	55000	65000	77000
Autres charges opérationnelles	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Résultat opérationnel	14000	24000	34000	34000	44000	49000	59000	71000
Produits financiers	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000
Charges financières	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Résultat financier	14000	19000	24000	29000	34000	39000	44000	49000
Résultat courant avant impôts	28000	43000	58000	63000	78000	88000	103000	120000

Annexe 3

Comptes du Trésor

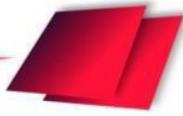


Tableau des flux de trésorerie

	1ère année	2ème année	3ème année
Flux de trésorerie des activités opérationnelles	5000000	5000000	7000000
Flux de trésorerie des activités d'investissement	2000000	2000000	2000000
Flux de trésorerie des activités de financement	1000000	1000000	1000000
Solde initial de trésorerie	80000000	8000000	1000000
Flux de trésorerie net	8000000	8000000	1000000

Evaluation des revenus de 2025 à 2028 (en Dinar Algérien) :

Année	2025	2026	2027	2028
Revenu unitaire	153.179DA	250.61DA	300.2DA	600.3 DA
Revenu annuel	102.31DA	150 DA	200DA	350 DA
Coût annuel	285.33DA	250.34DA	250.44DA	250DA
Revenu net annuel	285.33DA	535.64DA	786.11DA	1036.11DA

Business Model Canvas					
Partenaires clés		Activités Clés	Propositions de valeur	Relation Client	Clients
<ul style="list-style-type: none"> -Les fournisseurs de matières premières naturelles. -Les entreprises spécialisées dans l'emballage. -Les laboratoires certifiés pour une production sans gluten. -L'incubateur de l'université de Relizane. -Les médecins, les pharmaciens et nutritionnistes. 		<ul style="list-style-type: none"> -Récolte et tri de la matière première : les plantes nutritionnelles naturelles telles que la caroube, la moringa et les graines de citrouilles, -Les appareils : (mélangeur industriel...) -Matériel d'emballage : emballage individuels alimentaires sans allergènes...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nos barres énergétiques sans gluten à base de plantes médicinales, sont adaptées à tous les groupes d'âge. Offrir une alternative nutritionnelle saine, sûre et sans gluten, sans effets secondaires indésirables, pour une consommation quotidienne en toute sécurité. Fournir un apport équilibré en vitamines, fibres, et éléments nutritifs essentiels, contribuant à prévenir les carences fréquentes chez les personnes atteintes de la maladie cœliaque. Un prix abordable, accessible à une large gamme de consommateurs. Intégrer des procédés innovants dans la formulation et la fabrication, garantissant à la fois goût, texture, et haute valeur nutritionnelle Promouvoir la santé et le bien-être par des produits naturels, respectueux du corps et de l'environnement, sans additifs chimiques 	<ul style="list-style-type: none"> -Support personnalisé (téléphone, email, chat) -Programme de fidélité -Communauté sur les réseaux sociaux (recettes, conseils, témoignages) 	<ul style="list-style-type: none"> -Toutes les personnes et institutions intéressées par une alimentation saine naturelle et sans gluten -Personne atteintes de la maladie cœliaque -Consommateurs à la recherche de produits 100% naturels -Pharmacies les nutritionnistes, clubs de sport, les magasins bios les supermarchés
		Ressources clés		Canaux	
		<ul style="list-style-type: none"> -Fournisseurs se plantes médicinales. - Formule exclusive -Plataforma e-commerce -Equipe marketing (Digital, branding, packaging) -Sociétés de livraison et centre de distribution. - Fermes de la caroube, la moringa et les citrouilles 		<ul style="list-style-type: none"> Pharmacies, parapharmacies - vente directe (E-commerce, site web, Amazon, plateformes bio) - magasins bio et diététiques - Réseaux sociaux 	
Coûts			Revenus		
<ul style="list-style-type: none"> - Achat de matières premières - Fabrication et conditionnement - Marketing et publicité - Logistique et transport - Conformité réglementaire 			<ul style="list-style-type: none"> -Vente directe de produit (en ligne ou en magasin) -Abonnements mensuels (pack d'énergie naturelle pour cœliaque) Formations ou webinaires sur l'alimentation sans gluten et naturelle 		

Guide du projet

**Pour obtenir un diplôme/startup
Dans le cadre de l'Arrêté Ministériel 1275**

**Décembre
2022**

