



République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahleb Blida -1-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Laboratoires Sciences, Technologies et Développement Durable

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Domaine Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Nutrition et Diététique Humaine

THEME

Valorisation de la caroube

Formulation des barres énergétiques

Présenté par

M^{elle} SlifiRiyanet M^{elle} ZenatiMeriem Sarah

Membre de jury :

Dr.Bouchakour R.	MCA	USDB	PRESIDENTE
Dr. Zatra Y.	MCA	USDB	EXAMINATRICE
Dr. Deffairi D.	MCA	USDB	PROMOTRICE
Dr. Kouidri A.	MCA	USDB	CO. PROMOTRICE

ANNEE 2022-2023

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre gratitude envers Dieu le Tout-Puissant pour nous avoir accordé la santé, le courage et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à notre promotrice, Dr Djamila Deffairi Maitre de conférences au Département Sciences alimentaires m Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université Blida 1 pour avoir accepté de nous encadrer et pour toute l'aide précieuse qu'elle nous a apportée, ses conseils avisés et sa gentillesse tout au long de notre projet.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos chaleureux remerciements à M^{me} Kouidiri Amel Maitre de conférences au Département Sciences alimentaires Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université Blida 1 pour ses conseils judicieux qui ont contribué à l'amélioration de notre travail.

Nous exprimons notre reconnaissance envers les membres du jury, notamment M^{me}. Bouchakour R. Maitre de conférences au Département Sciences alimentaires Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université Blida 1 qui a accepté de présider le jury, ainsi que M^{me} Zatra Y. Maitre de conférences au Département Biologie, Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université Blida 1, pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Nous souhaitons également remercier tous les enseignants du département des sciences alimentaires pour leur précieux savoir partagé tout au long de notre parcours universitaire.

Enfin, nous tenons à remercier sincèrement tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce modeste travail.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Ma mère, pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices

Mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordé

Ma sœur Selma et mon frère Wassim pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études

Mes cousins Chahinez et Hocine pour leurs amours et leurs encouragements

Tous les membres de ma famille. Que dieu leur donne une longue et joyeuse vie

Mes chers amis pour leurs aides et supports dans les moments difficiles, tout particulièrement Linda et Aya

Sans oublier ma chère copine et binôme Riyan pour sa sympathie et sa patience

- Zenati Meriem Sarah-

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Je tiens à dédier cette travail à :

Mes parents pour leur amour inconditionnel, leur soutien et leurs sacrifices pour me permettre d'atteindre mes objectifs.

Mes frères Abdellah et Billel et mes sœurs Bouchra et Ikram et son mari Alyès et ses enfants ma source de joie Mohamed et Adam, qui ont toujours été là pour moi,

Mes tantes, et mon cher oncle Kadi pour leur encouragement et motivation à aller de l'avant.

Ma chère binôme Meriem pour tous les moments que nous avons passés ensemble.

Et enfin toutes les personnes qui ont été présentes dans ma vie pendant ces années d'études. Tous mes amis particulièrement Moufida, mes professeurs, mes collègues de classe et tous ceux qui ont contribué à ma croissance personnelle et professionnelle.

- Slifi ryan-

Résumé :

Notre étude met en évidence le potentiel de la caroube en tant qu'ingrédient clé dans la formulation des barres énergétiques.

Les analyses physicochimiques (pH, humidité, matière grasse, protéine, teneur en cendre, degré de brix et flavonoïdes) et microbiologiques (anaérobie sulfite-réducteurs, salmonelle, levures et moisissure, GAMT, coliforme totaux et fécaux, E. Coli et entérobactéries) des matières premières ont révélé des résultats satisfaisants et conformes aux normes.

En effet , les barres énergétiques formulées contiennent 11,2 g de protéines, 57,4g de glucides et 12,68g de lipides pour 100g, et présentent une valeur énergétique et nutritionnelle de 388,52kcal pour 100 g.

Ce qui en fait de ces barres une source potentiellement efficace d'énergie et de nutriments avant ou pendant l'exercice physique.

Les résultats du test de dégustation obtenus montrent une bonne appréciation des dégustateurs des barres formulées sur le plan organoleptique à savoir l'apparence, la texture, le goût, et l'odeur.

Les barres formulées ont été bien acceptées par les dégustateurs, et qu'elles ont suscité un fort intérêt pour un éventuel achat.

Le test de stabilité pendant quatre semaines a révélé que les barres formulées restent stables sur le plan organoleptique et microbiologique pendant 2 semaines alors qu'il y a eu un changement de goût et un développement de moisissure à partir de la 3^{ème} semaine.

Les résultats suggèrent que l'utilisation de la caroube peut contribuer à la formulation de produits alimentaires plus sains et durables, tout en offrant aux consommateurs une alternative naturelle aux ingrédients traditionnels.

Mots clés : Barre énergétique, Caroube, Formulation

ملخص:

تسلط دراستنا الضوء على إمكانات الخروب كعنصر رئيسي في صياغة قضبان الطاقة. أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية (الأس الهيدروجيني والرطوبة والدهون والبروتين ومحتوى الرماد ودرجة البركس والفلافونيدات) والميكروبيولوجية (اللاهوائية المختزلة للكبريتو والسالمونيلا والقولون الكلي والبرازي والإشريكية القولونية والبكتيريا المعوية) مرضية **GAMT** والخمائر والعفن و نتائج متوافقة مع المعايير

في الواقع ، تحتوي ألواح الطاقة المركبة على 11.2 جرامًا من البروتين ، و 57.4 جرامًا من الكربوهيدرات ، و 12.68 جرامًا من الدهون لكل 100 جرام ، ولها طاقة وقيمة غذائية تبلغ 388.52 كيلو كالوري لكل 100 جرام

هذا يجعل هذه ألواح مصدرًا فعالًا محتملاً للطاقة والمواد الغذائية قبل التمرين أو أثناءه. تظهر نتائج اختبار التذوق الذي تم الحصول عليه تقديرًا جيدًا لمتذوقي ألواح المصنعة على المستوى الحسي ، أي المظهر والملمس والطعم والرائحة

تم قبول ألواح المصنعة جيدًا من قبل المتذوقين ، وأثارت اهتمامًا قويًا بالشراء المحتمل. أظهر اختبار الثبات لمدة أربعة أسابيع أن القضبان المصنعة تظل مستقرة حسيًا وميكروبيولوجيًا لمدة أسبوعين ، بينما كان هناك تغيير في المذاق وتطور العفن من الأسبوع الثالث. تشير النتائج إلى أن استخدام الخروب يمكن أن يساهم في صياغة منتجات غذائية أكثر صحة واستدامة ، مع تزويد المستهلكين بديل طبيعي للمكونات التقليدية

الكلمات المفتاحية: ألواح الطاقة ، الخروب ، التركيبة

Abstract :

Our study highlights the potential of carob as a key ingredient in the formulation of energy bars.

Physicochemical analyzes (pH, humidity, fat, protein, ash content, degree of brix and flavonoids) and microbiological (sulfito-reducing anaerobes, salmonella, yeasts and molds, GAMT, total and faecal coliforms, E. Coli and enterobacteria) revealed satisfactory and standard-compliant results.

In fact, the formulated energy bars contain 11.2 g of protein, 57.4 g of carbohydrates and 12.68 g of lipids per 100 g, and have an energy and nutritional value of 388.52 kcal per 100 g.

This makes these bars a potentially effective source of energy and nutrients before or during exercise.

The results of the taste test obtained show a good appreciation of the tasters of the formulated bars on the organoleptic level, namely the appearance, the texture, the taste, and the smell.

The formulated bars were well accepted by tasters, and generated strong interest in potential purchase.

The four-week stability test revealed that the formulated bars remain organoleptically and microbiologically stable for 2 weeks, while there was a change in taste and mold development from the 3rd week.

The results suggest that the use of carob can contribute to the formulation of healthier and more sustainable food products, while providing consumers with a natural alternative to traditional ingredients.

Keywords: Energy bar, Carob, Formulation

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie 01 : Le caroubier

I.1.Taxonomie et terminologie commune.....	3
I.2. Description botanique.....	4
I.3. Origine du caroubier	4
I.4.Composition nutritionnelle de la caroube	5
I.4.1.Teneur en composés phénoliques	6
I.4.2.Les minéraux.....	7
I.4.3. Les acides aminés	8
I.5. Valeur nutritionnelle de la caroube	8
I.6. Processus de la poudre de caroube.....	9
I.7. Utilisation de la caroube dans l'industrie alimentaire	10
I.8. Effets thérapeutiques de la caroube	10
I.8.1. Effet antioxydant : stress oxydatif	10
I.8.2. Effet antiathérogène.....	11
I.8.3. Prévention de cancer.....	11
I.8.4. Effet anti diarrhéique	12
I.8.5.Effet anti diabétique	12
I.8.6. Effet gastro intestinal.....	13
I.9. Production de la caroube	13

Partie II : Les barres énergétiques

II.1. histoire des barres énergétiques	15
II.2. Définition des barres énergétiques	15
II.3. composition d'une barre énergétique	16
II.4. matières premières	16
II.4.1 avoine.....	17
II.4.2. fruits secs	18
II.4.3. Le chocolat.....	18

Chapitre II : Partie Expérimentale

Partie I : Matériel et méthodes

III.1. Matériel d'étude	20
III.2. Préparation des matières premières	25
III.3. formulation de la barre énergétique	28
III.4. Les analyses physico chimiques des matières premières	31
III.4.1. Détermination de pH.....	31
III.4.2. Détermination de la teneur de cendres	31
III.4.3. Détermination de la teneur en eau	31
III.4.4. Détermination de la teneur en matière grasse.....	32
III.4.5. Dosage des protéines.....	32
III.4.6. Degrés de Brix	32
III.4.7. Détermination de taux de sucres	32
III.5. Les analyses microbiologiques des matières premières.....	33
III.5.1. Détermination des germes anaérobies mésophiles totaux.....	33
III.5.2. Détermination des coliformes totaux et fécaux	33

III.5.3.Détermination des entérobactéries.....	33
III.5.4.Détermination des levures et moisissures	33
III.5.5.Détermination des anaérobies sulfito-réducteurs.....	34
III.5.6.Détermination des salmonelles	34
III.5.7.Détermination des E. Coli	34
III.6. test de dégustation.....	34
III.6.1. panel de dégustation.....	34
III.7. test de stabilité	35

Partie II : Résultats et interprétation

III.1. Résultats et interprétations des analyses physico chimiques	36
III.2. Résultats et interprétation des analyses microbiologiques	41
III.3. Résultats et interprétation du test dégustatif.	45
III.4. Résultat du test de stabilité	49
III.5. Valeur énergétique de la barre énergétique.....	50
Conclusion et perspectives.....	52
Annexes et références.	55

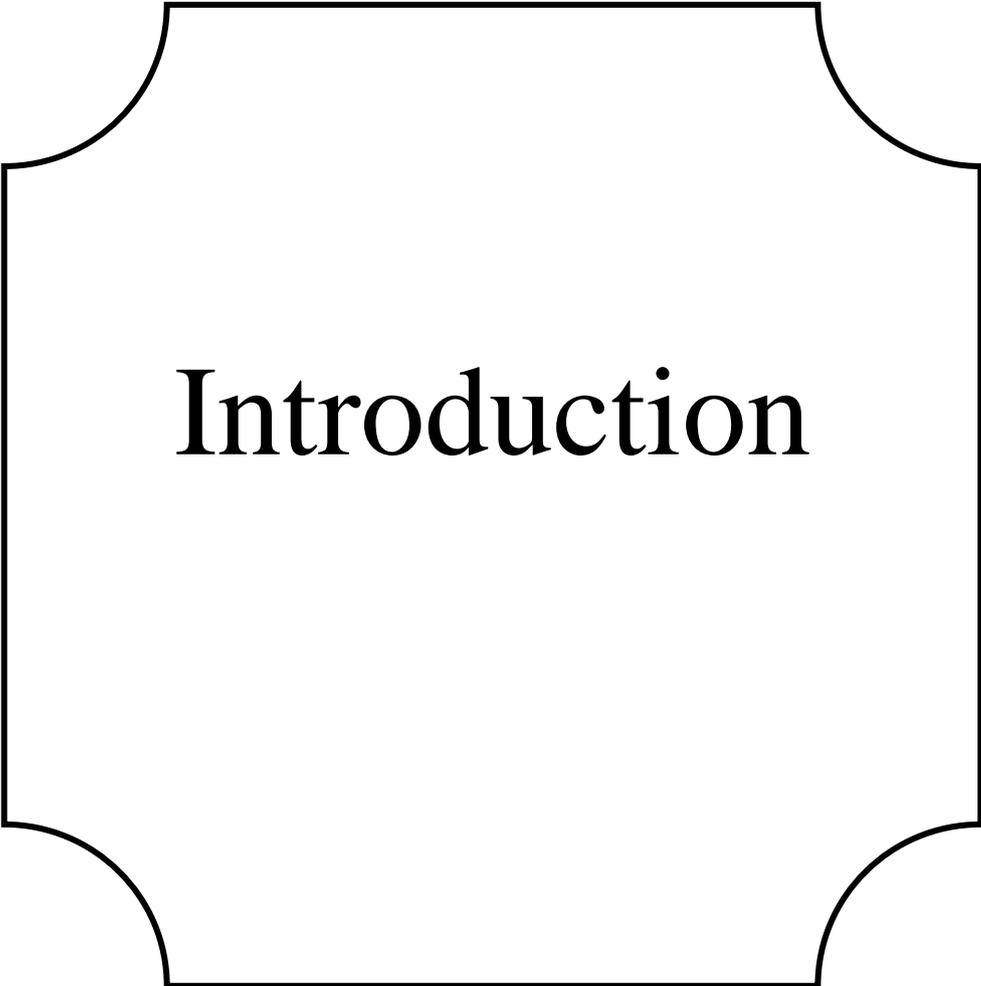
Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
Tableau 1	résumé des composés phénoliques les plus courants dans différentes parties du fruit de la caroube.	7
Tableau 2	composition nutritionnelle de la poudre de caroube selon le département de l'agriculture d'USA.	8
Tableau 3	composition nutritionnelle de l'avoine.	18
Tableau 4	composition nutritionnelle du chocolat	18
Tableau 5	Apports nutritionnels de la BE commerciale	20
Tableau 6	Composition nutritionnelle des dattes (degletnour)	21
Tableau 7	composition nutritionnelle des amandes.	21
Tableau 8	composition nutritionnelle des noix	22
Tableau 9	composition nutritionnelle des noisettes	23
Tableau 10	Composition nutritionnelle des graines de sésame	24
Tableau 11	Recette de la formulation de la barre énergétique	24
Tableau 12	Panel de la dégustation	35
Tableau 13	résultats des analyses physico chimiques de la poudre de caroube.	36
Tableau 14	résultats physicochimiques des dattes.	38
Tableau 15	résultats des analyses physico chimiques des amandes.	38
Tableau 16	résultats des analyses physico chimiques de l'avoine.	39
Tableau 17	résultats des analyses physico chimiques des graines de sésame.	39
Tableau 18	résultats des analyses physico chimiques des noix.	39
Tableau 19	résultats des analyses physico chimiques des noisettes.	40
Tableau 20	résultats des analyses physico chimiques de chocolat noir.	40
Tableau 21	résultats microbiologiques de la poudre de caroube.	40
Tableau 22	résultats microbiologiques des dattes.	41
Tableau 23	résultats microbiologiques des amandes.	42
Tableau 24	résultats microbiologiques de l'avoine.	42
Tableau 25	résultats microbiologiques de la graine de sésame.	43
Tableau 26	résultats microbiologiques des noix.	43
Tableau 27	résultats microbiologique des noisettes.	44
Tableau 28	Résultats du test dégustait.	45

Tableau 29	Les différents changements d'une boule énergétique	49
Tableau 30	La valeur énergétique pour 100g.	50
Tableau 31	Valeur énergétique pour 25g	51
Tableau 32	ciblage des dattes avec noyau.	66
Tableau 33	ciblage des dattes sans noyau.	66
Tableau 34	Fiche de dégustation	73

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	Arbre de caroubier (yooreka)	4
Figure 2	Variation de la superficie récoltée et de la production de la caroube en Algérie (FAOSTAT 2018).	13
Figure 3	Diagramme de formulation des barres énergétiques	16
Figure 4	la barre énergétique commerciale « Energy Bar HeartAttack » (originale)	21
Figure 5	photographie originale de graines de sésame	25
Figure 6	photographie originale des amandes	26
Figure 7	photographie originale des dattes	26
Figure 8	Photographie originale de poudre de caroube	27
Figure 9	Photographie originale des noix et noisettes	27
Figure 10	photographie originale de l'avoine	27
Figure 11	diagramme de formulation des barres énergétiques	29
Figure 12	Photo originale des boules énergétiques	31
Figure 13	Diagramme des résultats de test dégustatif	46
Figure 14	Résultats de la satisfaction globale	48
Figure 15	Etuve	71
Figure 16	Boîtes de pétri	71
Figure 17	Pipette pasteur	71
Figure 18	Pipette graduée	71
Figure 19	Balance	71
Figure 20	Bec benzène	71
Figure 21	Malaxeur de laboratoire	71
Figure 22	Four à moufle	72
Figure 23	Capsules en porcelaine	72
Figure 24	Dessiccateur	72
Figure 25	Distillateur	72
Figure 26	Burette	72
Figure 27	Réfractomètre	72



Introduction

L'industrie alimentaire est constamment à la recherche d'ingrédients naturels et sains pour répondre à la demande croissante des consommateurs en matière de produits alimentaires nutritifs et respectueux de l'environnement. Selon l'Organisation mondiale de la santé, une alimentation équilibrée aide à prévenir toutes les formes de malnutrition ainsi que des maladies non transmissibles telles que le diabète, les maladies cardiaques, les accidents vasculaires cérébraux et le cancer (Organisation Mondiale de la Santé, 2018).

La caroube présente un grand potentiel dans ce contexte, offrant des possibilités d'innovation et de développement de nouveaux produits.

La caroube, également connue sous le nom de "pain de Saint-Jean" ou "locuste Bean", est une légumineuse largement cultivée dans la région méditerranéenne. Depuis l'Antiquité, la caroube a été utilisée à des fins alimentaires et médicinales en raison de ses nombreuses propriétés bénéfiques (activité antioxydant, réduction du niveau de cholestérol total, épaississant naturel..). Cependant, malgré son potentiel, la caroube reste relativement sous-valorisée dans de nombreux pays.

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell (Quezel et Santa, 1962).on le trouve à l'état naturel en association avec l'amandier, *Olea Europea* et *Pistacia Atlantica* dans les étages semi-arides chauds, subhumides et humides.

Le caroubier en Algérie reste très négligé et n'a pas encore eu la place qu'il mérite dans les programmes de reboisement et ce, malgré les retombées socio-économiques que cette plante peut avoir à l'échelle nationale et surtout régionale.

Les fruits de caroube ont reçu beaucoup d'attention de la part de la communauté scientifique en raison de leurs valeurs nutritionnelles élevées et de leurs effets bénéfiques potentiels sur la santé. Ces dernières années, la caroube est de plus en plus utilisée dans les industries agroalimentaires afin de développer des produits alimentaires innovants aux propriétés fonctionnelles (Rodriguez-Solana et al, 2021).

Les barres énergétiques diététiques sont des produits alimentaires compacts et portables conçu pour fournir une source concentrée d'énergie et de nutriments essentiels. Ces barres sont généralement consommées comme collation ou substitut de repas pour soutenir l'apport énergétique lors d'activités physiques intenses, pour combler les petites faims entre les repas ou comme aide à la perte de poids.

Dans un but de valorisation du produit de terroir « la caroube » et afin de profiter de sa richesse en sucre et ces vertus thérapeutiques, la poudre de caroube a été intégrée dans une formulation d'une barre énergétique.

Notre étude de valorisation de la caroube dans la formulation des barres énergétiques vise à explorer les différentes possibilités d'utilisation de cet ingrédient dans la formulation et à évaluer ses effets sur les caractéristiques sensorielles, nutritionnelles et fonctionnelles des produits finis. Pour développer des barres énergétiques plus saines et équilibrées, offrant une alternative nutritive aux produits traditionnels présents sur le marché.

Dans le contexte de formuler des barres énergétiques à la base de caroube la question posée est : comment la gomme de caroube peut contribuer à la texture, la stabilité et la qualité globale du produit ?

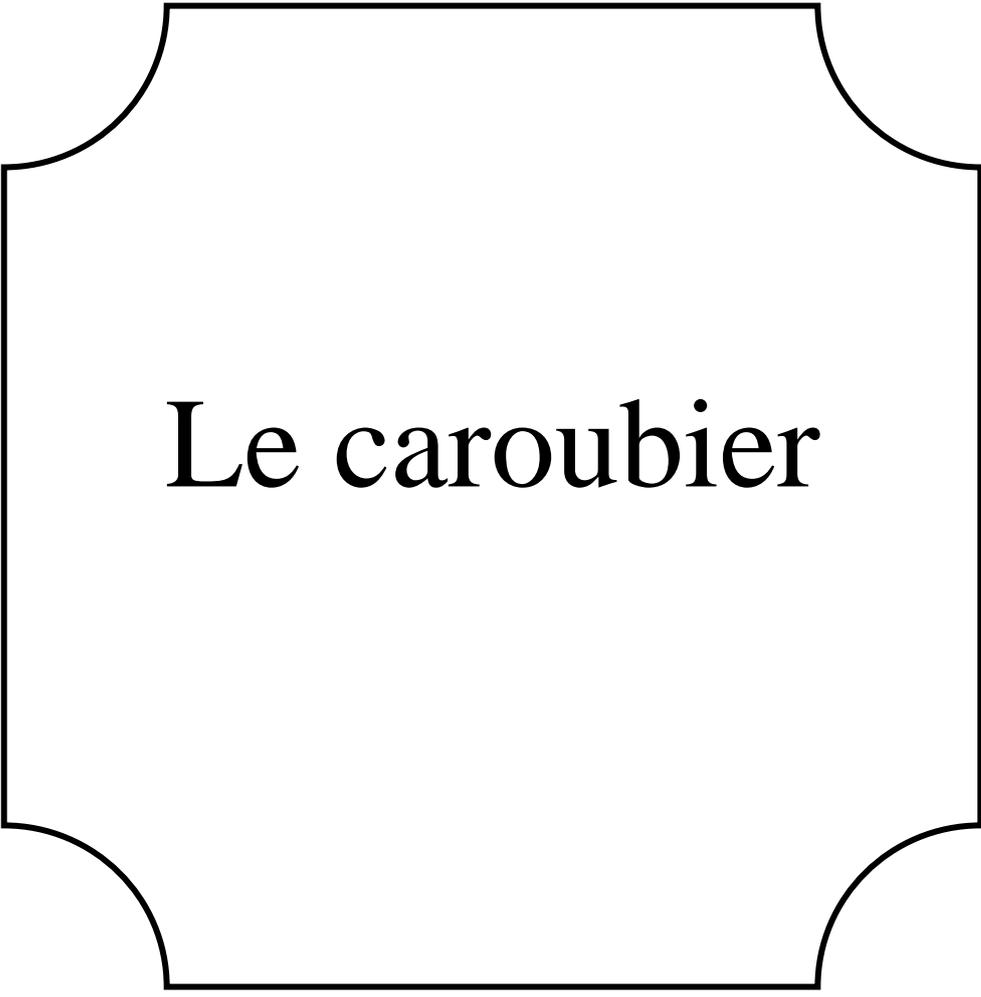
Pour répondre à cette question et aboutir à notre objectif, notre étude s'articule sur 2 chapitres :

Une première partie sur des données bibliographiques comprenant des généralités sur le caroubier et sa valorisation ainsi que des généralités sur les barres énergétiques.

Une deuxième partie expérimentale présentant : Matériel et méthodes, Résultats et interprétation.

Enfin une conclusion générale et perspectives.

Références bibliographiques.



Le caroubier

1- Taxonomie et terminologie commune

Le nom scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua*, proposé par Linné est dérivé du mot grec “Keras” = corne et du latin “siliqua” (gousse), en allusion à la dureté et la forme de la gousse. La dénomination de l'espèce *C. siliqua* L. dans différents pays et langues découle d'une forme générale du nom arabe Al kharroub ou kharroub, comme c'est le cas de algarrobo ou garrofero en espagnol (Albanell, 1990). Par ailleurs, (Batlle et Tous, 1997) mentionnent que son nom commun vient de l'hébreu kharuv donnant lieu à plusieurs dérivés tels que, kharrub en arabe, algarrobo en espagnol, carrubo en italien, caroubier en français, garrofer ou garrover en catalan...etc. Dans certains cas, le caroubier prend une terminologie commune selon la croyance que Saint Jean-Baptiste s'alimenta du fruit de cet arbre durant son séjour dans le désert, lequel a donné origine à la dénomination “pain de Saint Jean-Baptiste” (Albanell, 1990). En raison de leur uniformité, les graines du caroubier sont appelées “carats” et ont pendant longtemps servi aux joailliers comme unité de poids pour la pesée des diamants, des perles et d'autres pierres précieuses (1 carat = 205,3 mg) (Rejeb, 1995).

Le genre *Ceratonia* ; appartient à la famille des légumineuses, ordre des Rosales, sous famille des Caesalpinioideae (Quezel et Santa, 1962).

Le caroubier, une espèce xérophyte bien adaptée aux conditions écologiques méditerranéennes, présente des systèmes racinaires profonds qui résistent à la sécheresse et ne tolèrent pas l'engorgement (Gucel et Sakcali, 2012). En raison de la crise climatique croissante, cette plante nécessite peu d'entretien et peut être une solution prometteuse à l'avenir, tant sur le plan écologique qu'économique. Une étude approfondie menée par Santos et al. (2019) a précisément décrit les conditions thermiques de croissance du caroubier dans la région de l'Algarve, une zone au climat bien défini au Portugal. Cette étude confirme que le caroubier s'épanouit principalement dans les régions chaudes avec peu de besoins en froid, où les températures oscillent entre 16 et 36 °C pendant plus de la moitié de l'année. Cette caractéristique rend le caroubier potentiellement utile pour la protection contre les incendies dans les écosystèmes agro-forestiers des pays méditerranéens. De plus, en l'absence de taille régulière, le caroubier contribue à former des formations buissonnantes, ce qui en fait une composante essentielle de la végétation méditerranéenne. Sa facilité de propagation par plantation (Srečec et al, 2017) est une autre raison de son intérêt. Ces connaissances revêtent une grande importance pour divers secteurs socio-économiques, tels que l'agriculture et la sylviculture, en contribuant au zonage bioclimatique et aux évaluations d'adéquation.

2- Description botanique du caroubier

Le caroubier, ayant un nombre de chromosomes de $2n = 24$, est un arbre caractérisé par son feuillage dense, persistant et luxuriant. Dans des conditions favorables, il peut atteindre une hauteur de 7 à 10 mètres, voire 15 à 20 mètres dans les régions orientales, avec une circonférence à la base du tronc allant de 2 à 3 mètres. Doté d'une longévité remarquable pouvant atteindre jusqu'à 200 ans, le caroubier est un arbre xérophile. Ses racines puissantes peuvent pénétrer le sol à une profondeur de 18 mètres ou plus. Sa croissance est particulièrement lente, notamment pendant les premières phases de son développement. Il a la capacité de produire des rejets vigoureux à partir de la souche, et ses branches se distinguent par leur solidité et leur robustesse (Ait Chittetal., 2007) (voir figure 1).



Figure1 : arbre de caroubier (yoorekaa 2021)

3- Origine du caroubier

L'origine du caroubier reste incertaine car plusieurs hypothèses émanant de divergences entre différents auteurs ont été avancées. Vavilov (1951) localise l'origine du caroubier dans la région Est de la Méditerranée, incluant la Turquie, la Syrie et la Palestine. Cependant, des études archéo botaniques basées sur des restes carbonisés de bois et de fruits ont démontré la présence du caroubier dans l'est de la Méditerranée dès le Néolithique (4000 av. J.-C.), une période marquant le début de la domestication des espèces ligneuses (Estrada et al, 2006). Néanmoins, la nature thermophile de cette espèce et sa présence sur les hauts plateaux du Yémen suggèrent que son origine pourrait être située dans le sud de l'Arabie (Liphschitz, 1987). La découverte d'une nouvelle espèce de caroubier, *Ceratonia oreothauma* Hillc., Lewis et Verde, considérée comme étant plus ancienne que *Ceratoniasiliqua* et survivant dans les montagnes d'Oman (Arabie) et de Somalie, semble soutenir cette dernière hypothèse (Hillcoat et al, 1980). Par ailleurs, Zohary (1973) considère le caroubier comme une relique de la flore

Indo-Malaisienne, tout comme les groupes *Olea*, *Laurus*, *Myrtus* et *Chamaerops*. Cette hypothèse, selon laquelle le caroubier aurait une origine tropicale, est étayée par des caractéristiques physiologiques importantes propres à l'espèce. Par exemple, sa période de floraison tardive (de juillet à octobre), inhabituelle pour les arbres et arbustes méditerranéens, ainsi que la présence d'une activité enzymatique photosynthétique de "type C4" (typique des plantes des climats chauds) pendant les premières étapes de son développement, qui est ensuite inhibée à l'âge adulte (Catarino et Bento-Pereira, 1976). De plus, la longévité des feuilles, qui est presque deux fois supérieure à celle des espèces méditerranéennes les plus communes, tend à confirmer l'origine tropicale de la plante (Catarino, 1993).

4- Composition nutritionnelle de la caroube

Les gousses de caroube sont riches en sucres, avec le saccharose représentant jusqu'à 95 % des sucres totaux (Avallone et al 1997). Le glucose et le fructose se trouvent en concentrations plus faibles, soit environ 2 à 4 % et 6 à 7 % respectivement (Nasar-Abbas, E-Huma, Khan MK, 2016). D'autres glucides tels que le maltose, le raffinose, le stachyose, le verbascose et la xylose ont également été identifiés en petites quantités, mais les inositols sont présents en quantités significatives (Aceituno, Rodríguez-Sánchez et Ruiz-Matute, 2013).

Les gousses de caroube sont une excellente source d'autres composés bioactifs qui contrebalancent la teneur élevée en sucre, notamment les fibres alimentaires, qui représentent jusqu'à 40 % de la caroube (Brassesco et al 2021). La fraction insoluble des fibres de caroube comprend la cellulose, l'hémicellulose et la lignine, et elle constitue jusqu'à 70 % de la teneur totale en fibres de la caroube (Zayed MZ, 2019). Les fibres alimentaires solubles sont présentes en quantités moindres (maximum de 10 g pour 100 g de fibres de caroube) (Zayed MZ, 2019).

De plus, la caroube est pauvre en matières grasses (0,2 à 1,0%) et contient des quantités appréciables de protéines, soit 2 à 7%, qui sont principalement présentes dans les graines et en particulier dans le germe de la graine. Selon la saison de récolte, la teneur totale en protéines et la composition en acides aminés varient (Zayed MZ, 2019).

Ces dernières années, la caroube est de plus en plus utilisée dans les industries agroalimentaires afin de développer des produits alimentaires innovants aux propriétés fonctionnelles : produits de boulangerie-pâtisserie, aliments enrichis en caroube, pâtes fermentées et non fermentées, boissons lactées à base de caroube et décoctions d'eau. Les

principaux produits de caroube sont la farine, la poudre et le sirop, qui sont obtenus à partir de la pulpe de caroube.

La farine de germes (ou d'embryons) de graines, qui contient les plus grandes quantités de protéines (de 55 à 67 %), est obtenue en tant que sous-produit du traitement des graines. Jusqu'à présent, son utilisation principale a été dans la production d'aliments pour animaux. Les fractions protéiques principales qui ont été quantifiées sont l'albumine et la globuline (32 %), ainsi que la glutéline (68 %). Aucune prolamine, y compris le gluten, n'a été détectée, ce qui permet d'utiliser cette farine dans la fabrication de produits sans gluten.

-Le germe de caroube contient également 6,6 % de lipides, dont 21 % sont des lipides polaires. De plus, la farine de germes de graines contient des proportions significatives d'acides gras mono insaturés, en particulier l'acide oléique (représentant 34,4 % de la teneur totale en acides gras), qui est connu pour ses effets protecteurs contre les risques cardio-métaboliques. En outre, la forte concentration de composés phénoliques et de phospholipides dans la farine de germes de graines (représentant 11,8 % en volume) pourrait accroître le potentiel antioxydant, augmentant ainsi la stabilité et la durée de conservation des produits de boulangerie à base de caroube (Siano et al 2018).

4.1-Teneur en composés phénoliques

Dans les fruits de caroube, les composés phénoliques se trouvent sous forme libre, sous forme liée ou sous forme conjuguée soluble ; Dubravka et al. Ont rapporté que la majorité des composés phénoliques de caroube sont liés de manière covalente aux fibres alimentaires (Novotni, Curic, et Bituh M 2011). De plus, le germe de caroube et la graine de caroube sont de riches sources de composés phénoliques (Durazzo,Turfani , et Narducci 2014) La composition polyphénolique des différentes parties de la caroube est présentée dans le (Tableau 1).

La gousse de caroube est riche en composés phénoliques : principalement des acides phénoliques, des gallotanins et des flavonoïdes, et elle se caractérise par un potentiel antioxydant élevé. La teneur en polyphénols varie fortement en fonction de facteurs environnementaux et génétiques ainsi que de la méthode d'extraction suivie ; par conséquent, la concentration totale varie entre 7,1 et 382,0 mg d'équivalents d'acide gallique par 100 g.

Des composés phénoliques (tels que l'acide gallique, les gallotanins, l'acide cinnamique, la myricétine) sont également présents dans la fibre de caroube à une concentration de 3,94 g/kg

Les fruits de la caroube sont particulièrement riches en flavonols tels que la quercétine, la myricétine, le kaempférol et leurs dérivés glucosidiques. Les rhamnosides de quercétine et de myricétine sont généralement les flavonoïdes les plus abondants dans la caroube. La présence de flavones (apigénine, lutéoline et chrysoeriol), de flavanones (naringénine) ou d'isoflavones (génistéine) sont peu abondantes (Papagiannopoulos. Wollseifen,2004).

Tableau 1 : Résumé des composés phénoliques les plus courants dans différentes parties du fruit de la caroube (Roseiro L.B, Duarte L.C.2013)

Polyphénols	Partie/fraction
acide 4-hydroxybenzoïque	Pulpe
Acide caféique	Pulpe
L'acide chlorogénique	Graine
Acide cinnamique	Fibre, pulpe
Acide coumarique	Fibre, pulpe
Acide férulique	Fibre, pulpe, graine

4.2- Minéraux

La gousse de caroube contient également des quantités importantes de minéraux, notamment du potassium (970–1089 mg/100 g), du calcium (266–319 mg/100 g), du phosphore (76–79 mg/100 g) et du magnésium (55–56 mg/100g), De nombreux facteurs affectent la composition chimique du fruit ainsi que sa teneur en minéraux, par exemple, la température (Cruz et al., 1993), la sécheresse (Nunes et al., 1992), l'irrigation et la fertilisation (Correia et Martins-Loução, 1997) et la salinité (El-Dengawy et al., 2011).

4.3- Acides aminés

Les fruits de la caroube présentent une teneur en acides aminés constituée d'un mélange de 17 résidus, comprenant l'acide aspartique, l'acide glutamique, la sérine, la glycine, l'histidine, l'arginine, la thréonine, l'alanine, la tyrosine, la valine, la proline, la méthionine, l'isoleucine, la leucine, la cystéine, la phénylalanine et la lysine (Sigge et al, 2011). Ensemble, l'acide aspartique, l'asparagine, l'alanine, l'acide glutamique, la leucine et la valine représentent environ 57 % de la teneur totale en acides aminés des gousses (Ayaz et Torun H, 2007). Dans

l'ensemble, les caroubes peuvent être considérées comme une bonne source d'acides aminés selon les normes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour les protéines. Plus précisément, elles contiennent les sept acides aminés essentiels (thréonine, méthionine, valine, isoleucine, leucine, phénylalanine et lysine) à des concentrations conformes aux normes de l'OMS (Glew et al, 2009).

5-Valeur nutritionnelle de la caroube

La valeur Nutritionnelle de la caroube selon le Département de l'Agriculture des États-Unis (2010) dans le tableau (2)

Farine de caroube, 1 cuillère à soupe (6 g)

Tableau 2 : composition nutritionnelle de la poudre de caroube selon le département de l'agriculture d'USA

Eau	0,21g	Vitamine B6	0,02mg
Energie	55,74 kJ	Vitamine B9	1,74 µg
Protéines	0,28g	Choline	0,71mg
Lipides totaux	0.04g	Vitamine A	0,06 µg
Cendres	0,14g	Carotène beta	0,48 µg
Glucides	5,33g	Vitamine E	0,08mg
Fibres	2,39g		
Sucres, total y compris NLEA	2,94g		
Calcium	20.88mg		
Fer	0,18mg		
Magnésium	3,24mg		
Phosphore	4,74mg		
Potassium	49,62mg		
Sodium	2,10mg		
Zinc	0,06mg		

Cuivre	0,03mg
Vitamine C	0,01mg
Riboflavine	0,03mg
Niacine	0,11mg

6- Processus de la poudre de caroube

Pour le traitement des gousses de caroube, il est courant de rôtir la caroube concassée avant d'être broyée. Pour cela les croquettes de caroube sont traitées à des températures comprises entre 120 et 180 °C, typiquement 150 °C pendant des durées allant de 10 à 60 min, afin d'obtenir plusieurs degrés de torréfaction (basse, moyenne et haute torréfaction). Lors de la torréfaction, certaines réactions telles que la caramélisation du sucre et la réaction de Maillard ont lieu, affectant la qualité de la farine (Yousif et Alghzawi2000). Ainsi, à mesure que le temps de torréfaction de la farine de caroube est augmenté, une augmentation du niveau de polyphénols totaux, de la capacité antioxydante et de l'indice de brunissement ainsi qu'une légère diminution de la valeur du pH sont produites (Sahin et al. 2009). Cependant, la présence de certains composés de la réaction de Maillard bien connus pour leurs effets toxiques, comme le furfural ou l'hydroxyméthyl-furaldéhyde (5-hydroxyméthyl-2-furaldéhyde ; HMF) est augmentée dans les farines soumises à des temps de torréfaction plus longs (Cepo et al 2014). La torréfaction modifie également la fraction volatile de la farine de caroube, réduisant le pourcentage d'acides, d'alcools et d'aldéhydes et augmentant le niveau de furanes, de pyrroles et d'esters. Cela conduit à une amélioration de l'arôme de la farine la rendant plus proche du chocolat ou du cacao (Cantalejo1997).

7-Utilisation de la caroube dans l'industrie alimentaire

La caroube présente un potentiel considérable dans l'industrie alimentaire, non seulement en raison de ses bienfaits pour la santé (Goulas et al, 2016), mais aussi de son arôme distinctif et persistant même après transformation. Cette caractéristique unique peut s'expliquer par la présence d'acides, d'esters, et d'aldéhydes/cétones émis par les fruits et la poudre de caroube, qui sont des composés organiques volatils biogéniques contribuant à la croissance, à la

reproduction et à la défense des plantes (Krokou et al, 2019). D'autre part, afin de diversifier et de développer de manière innovante l'industrie alimentaire, une modernisation technologique complète et des stratégies d'expansion de la gamme de produits sont nécessaires. Lobanov et al. (2018) ont étudié l'impact économique de l'intégration d'ingrédients végétaux dans la production innovante d'aliments fonctionnels à base de farine. Plus précisément, la production d'une brioche à la lécithine avec 4 % de caroube a entraîné une augmentation de la teneur en protéines, lipides et fibres, ainsi qu'une réduction de la teneur en glucides, avec une efficacité de production supérieure à celle de la brioche à la lécithine sans caroube. Le prix du pain à la caroube n'était supérieur que de 6 % par rapport à celui sans caroube. Cette analyse confirme que la caroube est une matière première excellente pour la production de pain sans gluten et de farines enrichies en vitamines, minéraux et protéines.

8-Effets thérapeutiques de la caroube

De nombreuses études ont révélé plusieurs réactions physiologiques au caroubier et à ses produits qui peuvent être pertinentes pour la promotion de la santé humaine et la prévention ou le traitement de certaines maladies chroniques (Goulas et al, 2016).

8.1-Propriété antioxydante : Stress oxydatif

Une variété importante de radicaux libres et d'ions, tels que les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et les espèces réactives de l'azote (RNS), sont présents. Ces substances peuvent être générées à l'intérieur des cellules par des processus métaboliques endogènes ou provenir de sources externes telles que la pollution atmosphérique, la contamination de l'eau, la fumée de cigarette, les métaux lourds, certaines drogues et les radiations (Loullis et Pinakoulaki, 2017). En fonction de leur concentration, ces radicaux libres peuvent avoir un double rôle en tant que composés bénéfiques ou toxiques. À faible dose, ils régulent plusieurs facteurs physiologiques et la signalisation cellulaire. Cependant, à des concentrations élevées, l'accumulation de ROS/RNS dans l'organisme conduit au stress oxydatif. Ce dernier est associé au développement de maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et neurodégénératives, car il altère la structure et les fonctions normales des cellules (Circu et Aw, 2010).

Les polyphénols sont des antioxydants exogènes qui peuvent neutraliser l'excès de ROS/RNS. La caroube, étant riche en acides phénoliques, participe à la chélation des radicaux libres, prévenant ainsi le stress oxydatif (Loullis et Pinakoulaki, 2017). L'extrait phénolique de

caroube a également démontré des effets sur les cellules d'adénomes, protégeant ces cellules contre les facteurs de stress oxydatif, en particulier le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) (Klenow et al, 2009).

8.2-Effet antiathérogène

Les polyphénols jouent un rôle crucial dans l'inhibition de la peroxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL), car lorsque ces dernières sont oxydées, elles favorisent le développement de l'athérosclérose (Berrougui et al, 2008). Les LDL sont les principaux transporteurs de cholestérol, d'esters de cholestérol et de triglycérides depuis les sites d'absorption et de synthèse vers les sites de bioactivité (Loullis et Pinakoulaki, 2017).

Les polyphénols présents dans les fibres de caroube ont un effet bénéfique sur le sang humain, en réduisant les concentrations de cholestérol total, de LDL et de triglycérides, tout en augmentant les niveaux de cholestérol HDL (lipoprotéine de haute densité) (Zunft 2001 et Gruendel 2006). D'autres études ont également montré que les fibres de caroube présentent un effet antiathérosclérotique similaire chez les lapins (Valero-Munoz et al., 2014).

8.3- Prévention du cancer

Le cancer est le résultat d'une série de mutations ou altérations génétiques qui se produisent dans les cellules de l'organisme (Moadel et Harris, 2007). Les polyphénols possèdent un potentiel important en tant qu'agents chimio-préventifs et thérapeutiques naturels (Manson, 2003). Les extraits polyphénoliques aqueux de caroube ont démontré leur capacité à réduire la prolifération des cellules cancéreuses hépatocellulaires (Corsi et al., 2002), ainsi que la viabilité des cellules cancéreuses du col de l'utérus, par apoptose, ainsi que des cellules cancéreuses du sein et de la prostate (Custodio et al., 2011). De plus, ces extraits polyphénoliques aqueux de caroube ont également montré une inhibition de la prolifération des cellules de carcinome et d'adénome du côlon (Klenow et al., 2009). Des résultats similaires ont été observés avec l'extrait de fibres de caroube (Klenow et al., 2008).

8.4- Effet anti diarrhéique

La gomme de caroube possède une valeur médicinale en raison de sa capacité à réduire les infections gastro-intestinales causées par *Escherichia coli* productrices d'enterotoxines, qui sont responsables de diarrhées chez les nourrissons (Guggenbichler, 1983 ; Dakia et al., 2011 ; Kaderi et al., 2014). Les extraits des feuilles de *Ceratonia siliqua* L. ont démontré un effet inhibiteur sur plusieurs souches d'*E.coli* et de *Staphylococcus*. Les glyconutriments agissent

comme des prébiotiques spécifiques pour la flore bénéfique, inhibant ainsi la prolifération excessive des bactéries pathogènes. Cette propriété permet d'utiliser le caroubier comme un traitement sûr et efficace pour soulager rapidement les diarrhées aiguës chez les enfants (Rtibi et al., 2017).

8.5-Effet antidiabétique

La régulation ou la gestion du diabète de type 2 repose sur des stratégies thérapeutiques visant à réduire l'hyperglycémie post-prandiale en inhibant deux enzymes clés associées à cette maladie, à savoir l' α -amylase et l' α -glucosidase. L' α -glucosidase, une fois catalysée, libère du glucose dans le sang, entraînant ainsi une élévation de la glycémie. Les inhibiteurs de l' α -glucosidase permettent de limiter l'absorption intestinale des glucides et donc de prévenir l'augmentation du taux de glucose sanguin (Rtibi et al., 2017).

Les décoctions aqueuses des feuilles, de la farine de germe, de la pulpe, de la gomme et de l'écorce de tige du caroubier ont démontré une activité inhibitrice in vitro sur l' α -amylase et l' α -glucosidase (Custódio et al., 2015). Les inositols, tels que le d-pinitol, présentent un fort potentiel pour la santé et ont été proposés comme traitement pour divers troubles, notamment le diabète de type 2, l'obésité, l'athérosclérose et l'hypertension (Nasar-Abbas et al., 2015). Le d-pinitol joue un rôle important dans le contrôle du diabète (Bates et al., 2000).

L'administration orale de pinitol extrait de la caroube (à une dose de 10 mg/kg) a entraîné une réduction significative de la glycémie chez des rats diabétiques induits par la streptozotocine, observée entre 2 et 6 heures après l'administration (Kim et al., 2005).

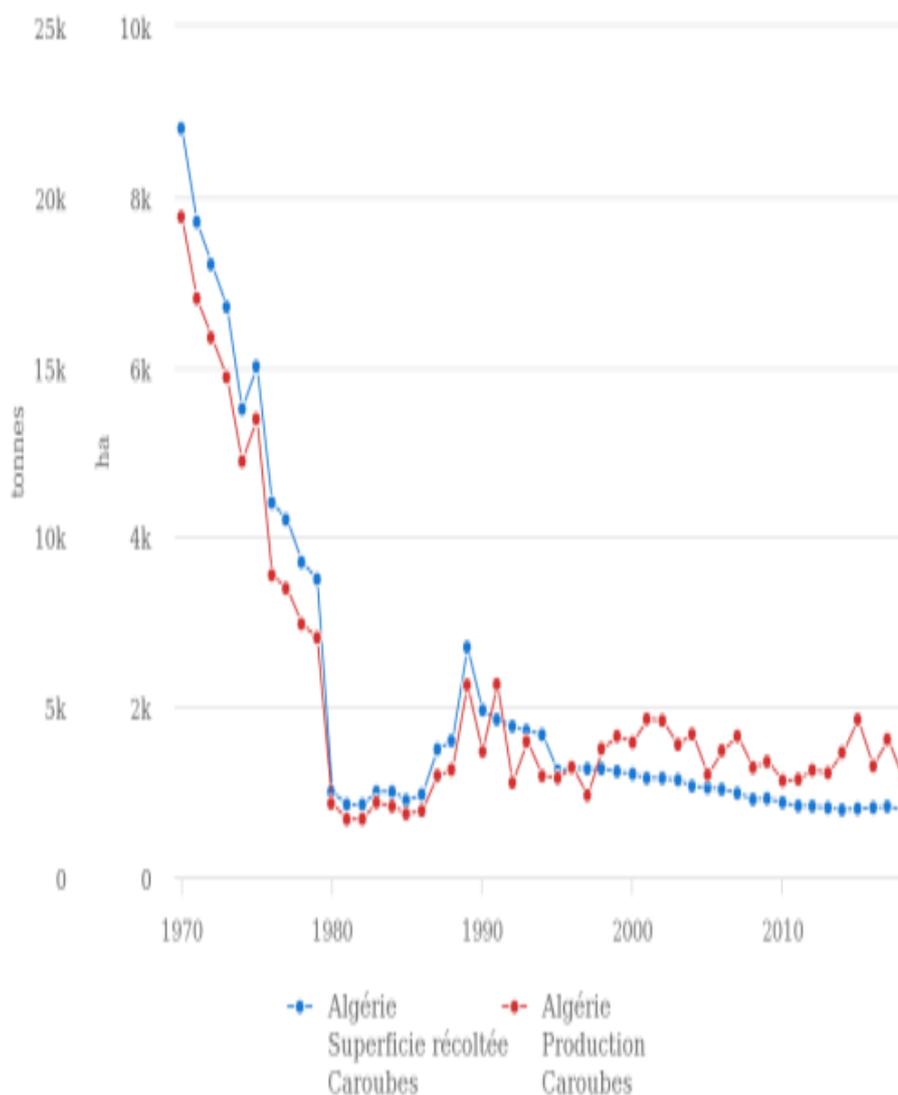
8.6-Effet gastro-intestinal

Miyazawa et al. (2007) ont démontré que les agents épaississants tels que la gomme de caroube (galactomannanes) ont été administrés avec succès pour le traitement du reflux gastro-œsophagien (régurgitations) chez les nourrissons.

9-Production de la caroube

Selon les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la surface cultivée en caroubier en Algérie était d'environ 1210 hectares en l'an 2000.

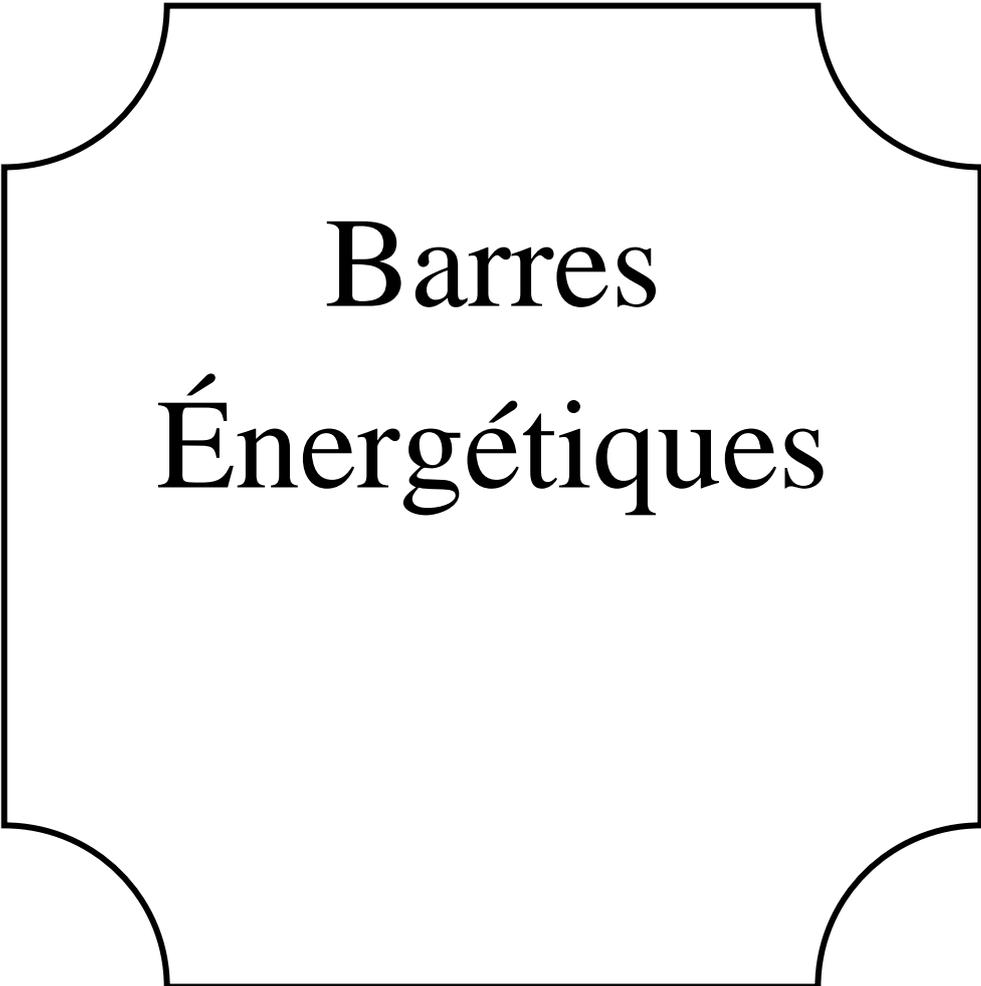
Douze ans plus tard, cette surface s'est réduite pour atteindre seulement 821 hectares. La production a également diminué, passant de 3952 tonnes en 2000 à 3136 tonnes en 2012. Malgré son vaste territoire et ses capacités, l'Algérie se situe en retard parmi les pays méditerranéens producteurs de caroube, loin derrière l'Espagne, le Maroc, l'Italie et d'autres pays. La production de caroube en Algérie a connu une légère régression, passant de 4000 tonnes en 2011 à 3136 tonnes en 2012, principalement en raison des incendies de forêt et de l'abandon de cette culture en raison de la présence terroriste dans les montagnes.



Source: FAOSTAT (juil. 15, 2020)

Figure 02 : Variation de la superficie récoltée et de la production de la caroube en Algérie (FAOSTAT 2018).

On remarque qu'en Algérie la production de la caroube ainsi que la surface cultivée ont baissé de façon remarquable depuis 1970 jusqu'à 1981. Les données sont estimées à 8800 ha et 19400 t en 1970 diminuant à 850 ha et 1693 t en 1981. Dans les années suivantes, on note globalement une augmentation des données jusqu'à l'année 1989. Ensuite, la superficie récoltée a connu une diminution continue tandis que la production présente des fluctuations sans pour autant être importantes (FAOSTAT, 2018).

A decorative frame with a double-line border and rounded corners, enclosing the text.

Barres Énergétiques

1-Histoire des barres énergétiques

En 1959, les Forces armées américaines ont sollicité Pillsbury pour développer de la nourriture destinée aux astronautes. La société agroalimentaire s'est alors engagée dans la création d'une gamme variée de produits, dont les "Space Food Sticks", une sorte de nourriture d'urgence conçue pour être utilisée si les astronautes devaient rester confinés dans leurs combinaisons pressurisées à la suite d'un événement accidentel.

Dix ans plus tard, les Space Food Sticks ont été introduits dans les magasins et commercialisés en tant qu'aliment équilibré et nutritif. Non seulement appréciées par les personnes sur Terre, ces barres étaient également très prisées par les astronautes, qui en emportaient une version de 20 centimètres lors des missions Apollo 11, 12 et 15. En 1973, elles figuraient encore au menu de la mission Skylab, où les astronautes étaient prévus pour consommer une barre Space Food Stick tous les trois jours.

De nos jours, il existe une grande variété de barres énergétiques sur le marché, chacune proposant des ingrédients et des saveurs différents afin de répondre aux besoins et aux préférences individuelles. Parmi les ingrédients couramment utilisés dans ces barres, on trouve les fruits séchés, les noix, les céréales et les protéines (Rey, 2019).

2-Définition des barres énergétiques

Les barres énergétiques aident à soutenir l'effort physique en fournissant des nutriments essentiels aux muscles et au corps. Par conséquent, sa composition et les aliments qu'il contient sont cruciaux. Ce type de barre énergétique est le parfait complément des boissons énergisantes lors d'efforts intenses ou particulièrement prolongés. Ils apportent généralement tous les nutriments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme avant et pendant l'effort physique.

Les barres énergétiques sont également connues sous le nom de barres de supplément, barres énergétiques ou barres granola. Ils sont considérés comme une bonne source d'énergie pour les athlètes, l'aidant à développer leur endurance et à maintenir un poids corporel idéal, tout en leur fournissant un apport quotidien adéquat de tous les nutriments. Les sportifs, les adolescents et les écoliers sont les principaux consommateurs de ces produits.

Riche en protéines, il contient également des minéraux essentiels pour le corps humain. Les céréales, les raisins secs, les dattes, les oranges, les bananes, les feuilles de stévia, le beurre de cacao et diverses noix telles que les cacahuètes, les noix de cajou, les amandes, les noix et

autres fruits secs sont utilisés dans les barres énergétiques pour les rendre plus attrayantes et plus savoureuses. Les barres énergétiques peuvent également être préparées avec de l'avoine, du pop-corn, du lait concentré, des dattes, du jaggery, de la cardamome moulue, des flocons de noix de coco, des raisins secs, des amandes et du beurre. Le fromage cheddar et l'isolat de protéines de lactosérum ont été utilisés pour améliorer les propriétés fonctionnelles des barres énergétiques développées pour les athlètes (Jabeen et al, 2021).

3-Composition d'une Barre énergétique

Une barre énergétique (BE) doit être en mesure d'apporter au consommateur une quantité suffisante et précise de certains nutriments. Les BE(s) de bonne qualité doivent contenir des vitamines, des minéraux et des glucides. Dans l'idéal, les vitamines présentes dans les barres seront les vitamines E, C, B1 et B3, tandis que les minéraux apportés devront être le zinc, le magnésium et le sodium (Compléments aliments pour la musculation, consulté 2021).

Elle doit contenir au minimum 20 g de glucides de qualité, 50 mg de sodium, 300 mg de potassium, 56 mg de magnésium, au moins deux vitamines du groupe B, des antioxydants, et des BCAA (Acides aminés ramifiés- Leucine/Valine/Isoleucine) (KINJAO, 07 avril 2016).

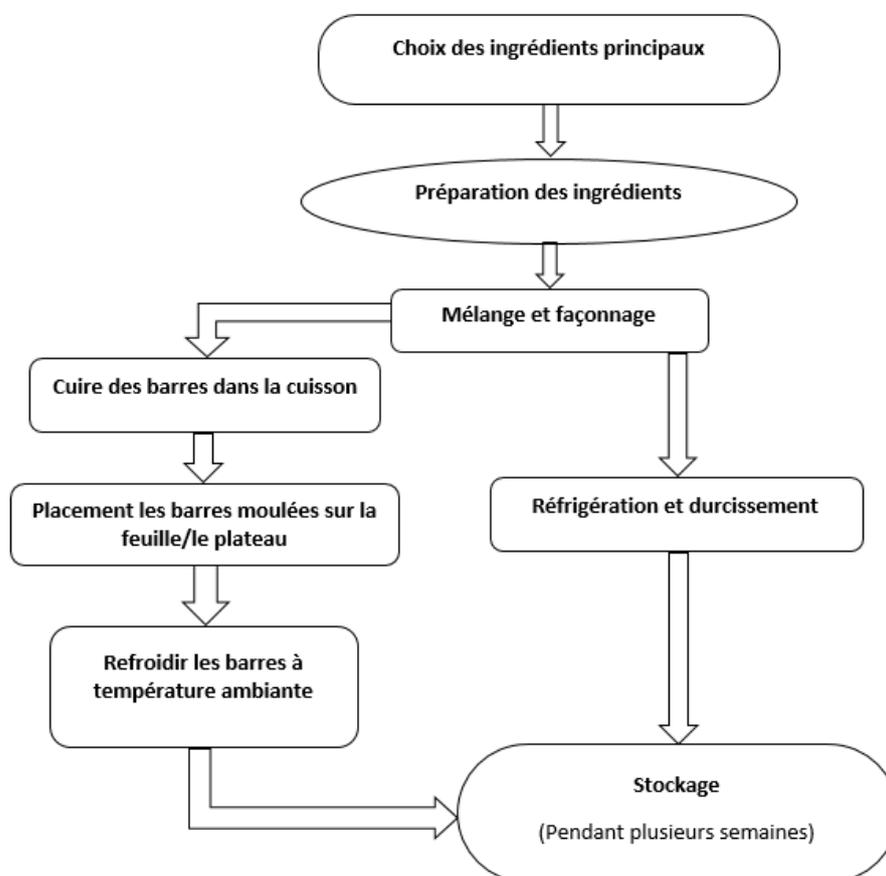


Figure 3 : diagramme de formulation des barres énergétiques

4-Matières premières

4.1-Avoine

Définition

L'avoine est une plante qui pousse dans toutes les régions tempérées. Comme le blé, il appartient à la famille des graminées, il peut atteindre une hauteur de 1,50 mètre et possède des feuilles longues et fines. Sa grosse tige porte des fleurs et des épis à son sommet, dans lesquels se trouvent les graines de la plante.

Ceux-ci peuvent être pressés. Une fois les enveloppes retirées, elles deviennent de la farine d'avoine. Cependant, l'enveloppe n'est pas passée inaperçue. Il fournit du son d'avoine, qui a fait l'objet de nombreuses études et aurait la capacité de réduire le taux de cholestérol sanguin.

L'avoine est une plante annuelle glabre au système racinaire très développé. Les tiges ne sont généralement pas aussi dures que le blé, de sorte que l'avoine est plus sensible à la pluie. Les feuilles sont en forme de ruban et s'enroulent autour de la tige, avec des ligules blanches près de l'insertion qui aident à distinguer l'avoine graminée des autres céréales. L'inflorescence est un groupe d'épillets appelés panicules, et la disposition des épillets sur le rachis distingue les variétés paniculaires et groupées. Chaque épillet contient 2 ou 3 fleurs, la dernière fleur avortant généralement. A maturité, il n'y a que deux grains dans l'épillet.

Les glumes entourent le grain et forment des balles lors de battage. La glumelle reste attachée au grain et présente généralement une barbe. La fleur ressemble à celle du blé, et la fécondation a lieu avant l'ouverture des glumes, ce qui facilite les croisements entre les différentes variétés.

Le grain est un akène qui renferme une graine, et les enveloppes peuvent se détacher de l'amande, contrairement au blé. L'avoine a la capacité de se nourrir même dans les sols pauvres.

C'est une céréale qui exploite efficacement les ressources du sol et qui présente une grande résistance à la sécheresse. Par conséquent, elle peut être cultivée dans des terrains de qualité médiocre, des terrains récemment défrichés et des sols en rotation culturale (Damerdji, 2016).

Tableau 3:Composition nutritionnelle de l’avoine

Nutriments	Teneur pour 100g
Energie	389 kcal
Glucides	66.27g
Lipides	6.9g
Protéines	16.89g
Fibre	10.6g
Acide alpha linoléique	0.111g

4.2-les fruits secs

Définition

Les fruits secs Sont des aliments riches en nutriments. Ce sont de bonnes sources de protéines végétales, de graisses insaturées, de fibres, de vitamines et de minéraux. En termes botaniques, le mot « noix » est utilisé pour décrire une large gamme de graines, principalement issues d'arbres ; cependant, il existe quelques exceptions, comme les cacahuètes qui sont considérées comme des légumineuses. Les noix les plus couramment consommées sont les amandes, les noix du Brésil, les noix de cajou, les noisettes, les noix de pécan, les cacahuètes, les pignons de pin, les pistaches, les noix et les noix de macadamia

4.3- Chocolat

Définition

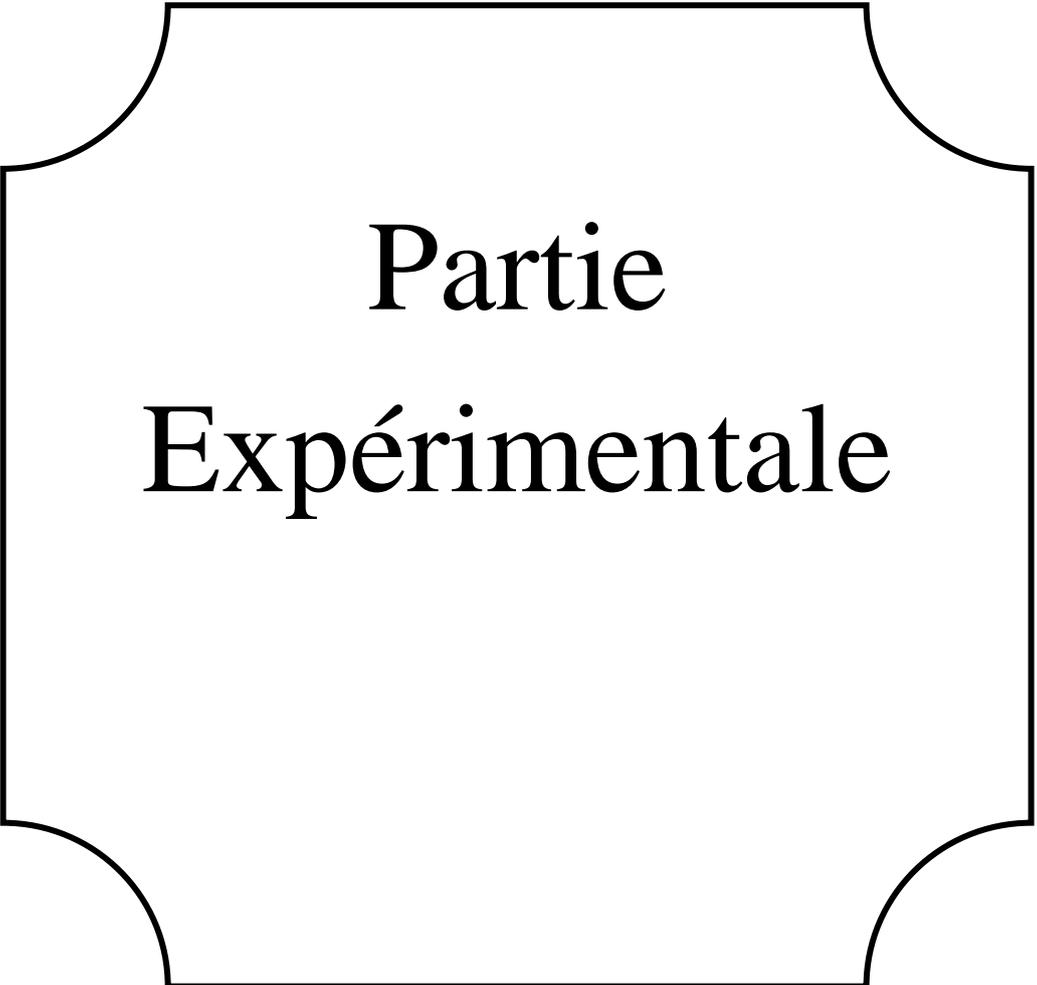
Le chocolat est autant reconnu comme un aliment pour fins gourmets qu’apprécier par ceux qui souhaitent faire une réserve d’énergie. Souvent montré du doigt pour sa richesse en calories et en graisses, le chocolat est aussi un aliment aux mille et une vertus. Il regorge d’antioxydants, il contient un type d’acides gras ayant certains effets bénéfiques pour la santé et il renferme même plusieurs vitamines et minéraux (Macht et Dettmer 2006)

Tableau 4 : composition nutritionnelle de chocolat

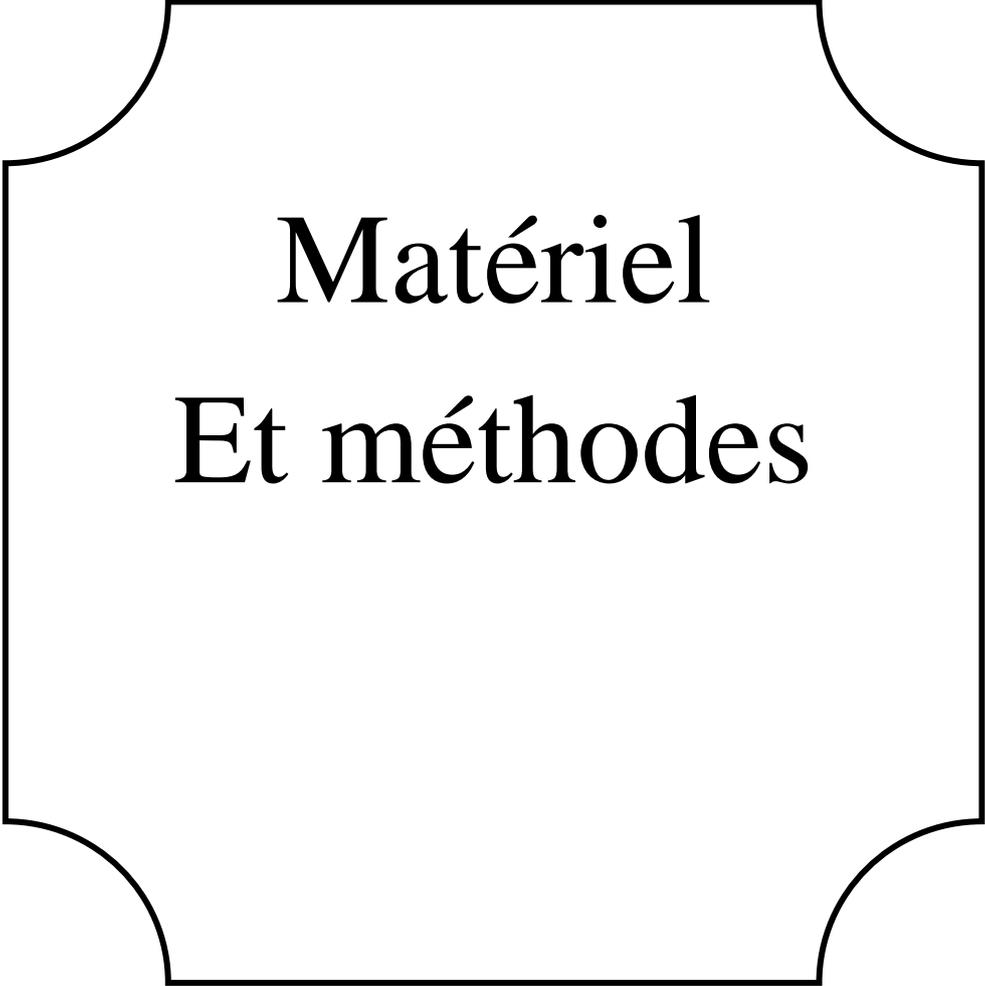
Tableau nutritionnel	Pour 100g
Energie	559 kcal
Protéine	8 g
Matière grasse	39 g

Barres énergétiques

Acide gras saturée	24 g
Glucide	39 g
Sucre	34 g
Cacao	65 %



Partie
Expérimentale



Matériel
Et méthodes

Dans un but de valorisation du produit de terroir « la caroube » et afin de profiter de sa richesse en sucre et ces vertus thérapeutiques, la poudre de caroube a été intégrée dans une formulation d'une barre énergétique

-Lieu et date de stage

Notre stage a été effectué au niveau de laboratoire de contrôle de qualité (CACQE) à Beni mered-Blida pendant 1 mois de 25 avril 2023 jusqu'à 15 mai 2023.

Nous avons effectué des analyses microbiologiques et physicochimiques pour les matières premières afin de garantir la qualité du produit fini.

Les analyses physicochimiques et microbiologiques des matières premières alimentaires visent à assurer la sécurité, évaluer la qualité, garantir la conformité réglementaire, soutenir le développement de produits et à faciliter la traçabilité dans l'industrie alimentaire.

1-Matériel d'étude

1-1-Barre énergétique industrielle

La description de la barre énergétique industrielle

La BE (barre énergétique) est appelée « Heart Attack Bar » (figure 4) produite en Algérie, région de Saoula cité Meridja.

Elle est composée de : dattes, avoine, pâte de dattes, beurre de cacahuète, noisettes, caroube, et le sel. (Tableau5) présente les apports nutritionnels de cette barre énergétique.

Tableau 5 : apports nutritionnels de la BE industrielle.

BE :Barre Energétique

Apports nutritionnels pour 100g		
Energie	1671.06 kj	AJR % (Apport Journalier Recommandé)
		19,92%
Energie Kcal	398,42 kcal	

Protéines	06,02g	12,04%
Glucides	57,30 g	22,03%
Lipides	14,06 g	20,08%
Fibres	9,30 g	-
Sodium	00,22 g	11%
Sel	00,57 g	9,50%



Figure 4: la barre énergétique industrielle « Energy Bar HeartAttack » (originale)

1-2-Barre énergétique formulée

-La BE (barre énergétique) formulée est composée de : dattes, avoine, noisettes, caroube, amande, noix, graine de sésame, zeste de citron et le sel.

-Sous forme des boules de 25g enrobé au chocolat noir et non enrobé.

1-3-Poudre de caroube

-La poudre de caroube utilisée de la marque de Probalex « CARUMA », « CARUMA » ; c'est un ingrédient naturel obtenu après un long processus de transformation de la pulpe de caroube sans aucun additif 100% caroube. Elle est conditionnée dans des doypacks avec fermeture zip de 250 grammes.

-Les autres ingrédients utilisés dans la formulation de la barre énergétique sont

1 -Dattes

Nous avons utilisé les dattes de type DegletNour 1kg achetés de la wilaya de Biskra-Algérie, Emballées dans une boîte en carton.

Les dattes sont une source excellente de bienfaits nutritionnels et pour la santé. Leur composition chimique (tableau 6) comprend des glucides, des fibres alimentaires, des protéines, des graisses, des minéraux, des vitamines, des enzymes, de l'acide phénolique et des caroténoïdes, qui sont tous directement liés aux avantages nutritionnels et pour la santé qu'elles offrent aux consommateurs(Ibrahim et al., 2021).

Tableau 6 : Composition nutritionnelle des dattes (degletnour)(Thomas, et Gebhardt 2011).

Nutriments	Teneur pour 100g
Valeur énergétique	282 kcal
Protéines	2.45 g
Glucides	75 g
dont sucres	63 g
dont fibres alimentaires	8 g
Lipides	0,3 g
dont acides gras saturés	0,1 g

2-Avoine

Nous avons utilisé 1Kg de flocons d'avoine provenant de la wilaya de Blida,l'avoine est achetée en grammage est emballés dans un sachet en plastique.

3-Amandes

Les 100 g d'amandes utilisées proviennent de la wilaya De Blida. Emballés dans une boîte en plastique.

Les amandes sont largement reconnues pour leur valeur nutritionnelle (tableau 7) et leur potentiel élevé de promotion de la santé. Elles sont riches en acides gras essentiels, en antioxydants, en vitamines, en acides aminés et en minéraux. Grâce à leur composition, une consommation régulière d'amandes est associée à une réduction du risque de maladies cardiovasculaires, de cancer, de mortalité toutes causes confondues, ainsi que de mortalité liée aux maladies respiratoires, au diabète, aux infections, et bien d'autres (Aune et al, 2016).

Tableau 7 :Composition nutritionnelle des amandes

Nutriments	Teneur pour 100 g
-------------------	--------------------------

Calories	600kcal
Protéines	21,4 g
Glucides	8,76 g
Lipides	52,5 g
- saturés	3,95 g
-mono insaturés	33,4 g
- poly insaturés	12,4 g
Fibres alimentaires	9,9 g

4- Noix

La noix utilisée provient de la wilaya de Blida, nous avons achetées 100g. Emballés dans une boîte en plastique.

Les noix de noyer sont caractérisées par une coquille dure et renferment une graine à l'intérieur. Elles ont une forme ovale et sont de taille moyenne à grande. Leur enveloppe extérieure est verte et devient brune lorsqu'elle atteint sa maturité. Les cerneaux de noix, qui sont la partie comestible, sont riches en nutriments (tableau 8).

Tableau 8 : composition nutritionnelle des noix

Nutriments	Pour 100 g
Energie	660 g
Protéine	13.3 g
Glucide	6.88 g
Lipides	67.3 g
Sature	6.45
Mono insaturés	14.1 g
Polyinsaturés	43.6 g
Fibres	6.7 g

5- Noisettes

Les noisettes proviennent de la wilaya de Blida, nous avons achetées 100g. Emballés dans une boîte en plastique.

La noisette est généralement consommée crue ou grillée et est couramment utilisée dans la confiserie, le chocolat, les gâteaux, et bien d'autres préparations. En raison de sa haute valeur nutritive (tableau 9) et de sa saveur distinctive, elle est une matière première essentielle dans l'industrie alimentaire et de transformation (Gorji et al, 2018).

Tableau 9: Composition nutritionnelle des noisettes.

Nutriments	Pour 100 g
Calories	628
Protéines	17 g
Glucides	7,2 g
Lipides	56,9 g
-saturés	4,75 g
-mono insaturés	44,2 g
-polyinsaturés	5,4 g
-oméga-3*	0,05 g
Cholestérol	0 mg

6-Graines de sésames

Nous avons achetées 150g de graines de sésame de la wilaya de Blida, emballées dans une boîte en plastique

La graine de sésame est d'une extrême richesse : elle renferme 20 à 22 % de protéines de très haute qualité (les mêmes acides aminés de base que les protéines animales), 48 à 52 % de corps gras et une forte proportion de minéraux et d'oligo-éléments précieux : calcium (Ca), phosphore (P), fer (Fe), magnésium (Mg), silice (Si), aluminium(Al), chrome (Cr), nickel (Ni), cuivre (Cu) et sélénium (Se) ainsi que la quasi-totalité des vitamines du complexe B, E. Les graines de sésame contiennent trois fois plus de calcium qu'une mesure comparable de lait. Les Européens utilisent son huile en substitution de l'huile d'olive (Le tableau 10) présente la composition nutritionnelle des graines de sésame(Lyon, 1972).

Tableau 10: Composition nutritionnelle des graines de sésame.

Éléments nutritifs	pour 100 g
---------------------------	-------------------

Energie	646kcal
Protéines	24.9g
Lipides	56.1g
Acides gras saturés (g)	8.1g
Acides gras mono-insaturés (g)	21.6g
Acides gras polyinsaturés (g)	23.9g
Glucides	4.5g
Dont sucres (g)	0.48 g
Fibres	11.9 g

7-Chocolat noir 65%

Le chocolat utilisé de la marque de « DADA » noir 65%, Son poids net est 250g.

2-Préparation des ingrédients

2.1-Préparation des graines de sésame

Pour donner à ces petites graines une saveur grillée et une texture encore plus croquante, elles sont disposées sur une poêle, et laisser torréfier à sec pendant 10 min. La peau va brunir et se détacher, cette étape permet d'exalter le gout du sésame (figure 5).



Figure 5 : photographie originale de graines de sésame

2.2-Préparation des amandes

Pour donner aux amandes une texture plus croquante et une saveur grillée,elles sont disposées sur une poêle,et laisser torréfier à sec pendant 10 min.après les amandes sont concassées (Figure 6).



Figure 6 : photographie originale des amandes

2.3-Préparation des dattes

Les dattes utilisées, et précisément « DegletNour » qu'on a choisi dans cette préparation jouent le rôle d'un agent liant, en plus de donner à la barre une texture moelleuse et riche. Les dattes sont ensuite dénoyautées manuellement à l'aide d'un couteau ménager (Figure 7).



Figure 7: photographie originale des dattes

2.4-Préparation de la caroube

La caroube (*Ceratonia siliqua*) utilisée provient de la région de « Remchi W de Tlemcen », récoltée en septembre 2020, Les gousses ont été nettoyées, séchées et séparées de leur graines manuellement par concassage .La pulpe subit plusieurs prétraitements, elle est séchée, torréfiée pendant 2 à 3 h à 60°C sous agitation continue, puis broyée à l'aide d'un broyeur électrique, tamisée puis stockée hermétiquement dans des boucaux en verre à l'abri de la lumière, il existe deux types de poudre de caroube,40 et la 35 degré,(en effet le type de caroube ou bien le degré caroube est justifier par rapport au procédé de la torréfaction).

On a utilisé la farine de caroube conditionnée produite par Probalex 100% caroube de la marque CARUMA (Figure 8).



Figure 8: Photographie originale de farine de caroube

2.5-Préparation des noix et les noisettes

Pour donner aux noix et aux noisettes une texture plus croquante et une saveur grillée,elles sont disposées sur une poêle,et laisser torréfier à sec pendant 10 min.après les amandes sont concassées (figure 9).



Figure 9 : Photographie originale des noix et noisettes

2.6-Préparation de l'avoine

Pour donner flacons d'avoine une saveur grillée,elles sont disposées sur une poêle,et laisser torréfier à sec pendant 10 min (Figure 10).



Figure10 : photographie originale de l'avoine

3-Formulation de la barre énergétique

Les matières premières utilisées et le diagramme de formulation de la barre énergétique sont représentés dans le tableau 11 et la Figure 11.

Tableau 11 : Recette de formulation de la barre énergétique

Avoine	Caroube	Amandes	Graine de sésame	Les noix	Les noisettes	Les dattes	Zeste de citron	Sel
500g	50g	50g	50g	50g	50g	400g	5g	5g

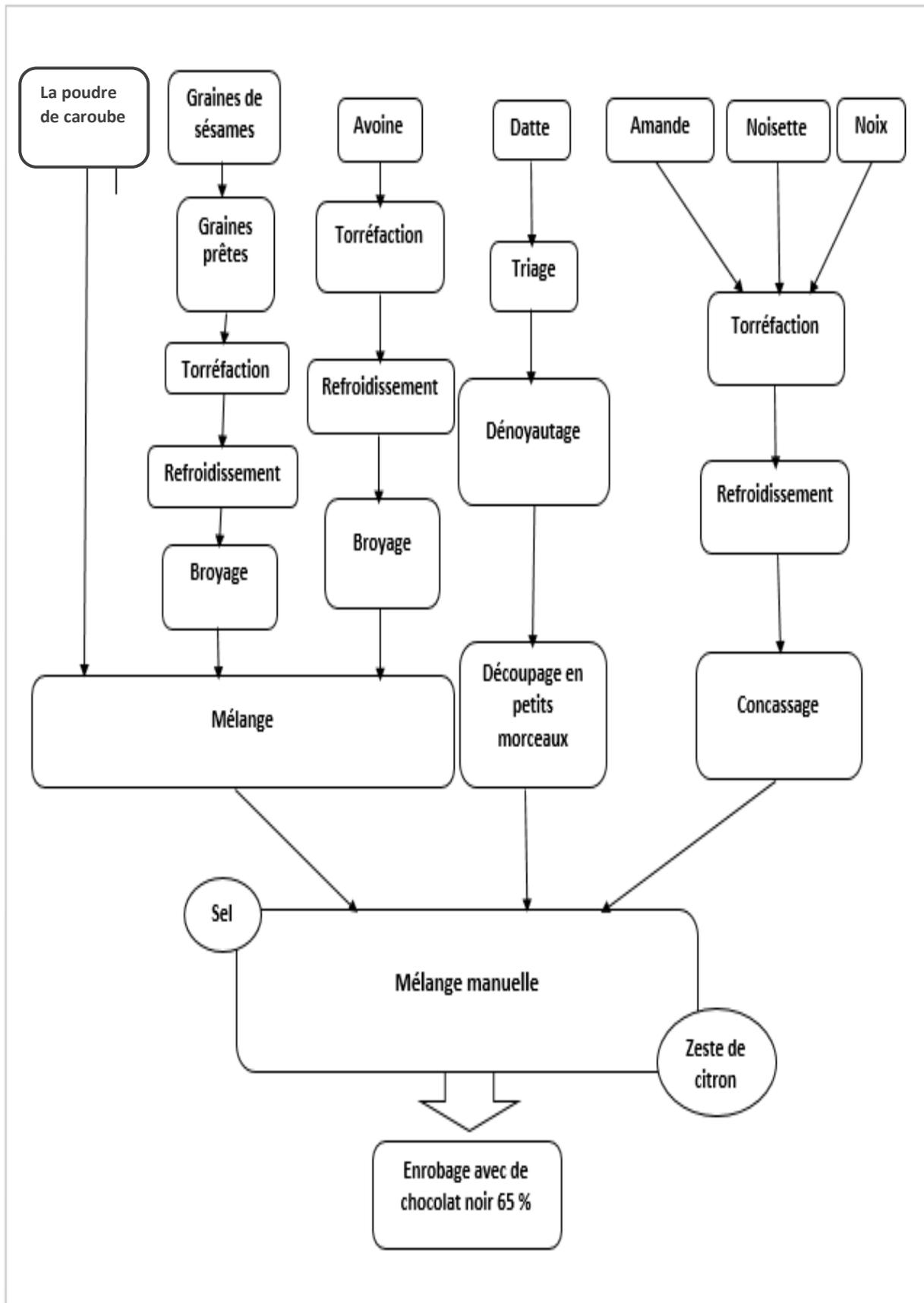


Figure11 : diagramme de formulation des barres énergétiques

Mode opératoire

- Après la préparation des ingrédients, dans un mixeur, ajoutez l'avoine, les graines de sésame et la poudre de caroube. Mélangez jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène et bien combinés.
- Ajoutez les noix, les noisettes et les amandes dans le mixeur avec le mélange obtenu.
- Mélangez à nouveau jusqu'à l'obtention d'un mélange granuleux.
- Ajoutez les dattes pour que le mélange devienne collant.
- Pour une amélioration de la texture de mélange, ajoutez le sel.
- L'ajout de zeste de citron est optionnel, il apporte une saveur intense et fraîche dans la recette.
- Le formage des boules se fait manuellement, formez une boule de 25g chacune, laissez refroidir une heure avant l'enrobage.
- Faire fondre le chocolat noir dans un bain-marie, remuer le chocolat fondu régulièrement pendant qu'il se réchauffe. Laissez refroidir pour quelques minutes.
- La forme choisie pour les barres était sous formes de boules énergétiques ; le choix de cette forme que nous avons choisi est justifié par plusieurs raisons :
 - Les boules sont faciles à saisir et à consommer, ce qui en fait une forme plus pratique pour les barres énergétiques.
 - Les boules peuvent être pré dosées pour constituer des portions individuelles. Cela facilite le contrôle des portions et permet aux consommateurs de gérer leur consommation de manière plus précise. Les barres énergétiques sous forme de boules permettent aux consommateurs de prendre la quantité souhaitée sans avoir à découper ou à casser la barre.
- Deviser la quantité des boules réalisé en deux
- A l'aide d'une cuillère, mettez la moitié de la quantité des boules dans le chocolat fondu pour l'enrobage et laissez refroidir pendant 2 heures.
- l'autre quantité gardez sans enrobage (figure 12)



Figure 12: photo originale des boules énergétiques formulées.

Les boules formulées ont été comparée aux boules industrielles.

Méthodes

4- Analyses physico-chimiques des matières premières

Les analyses physicochimiques effectuées sont : la détermination de pH, teneur de cendres, l'humidité, teneur en matière grasse, dosage de protéines, degrés de brix, détermination de l'acidité, détermination le taux de sucre

➤ Détermination de pH : (NF V05 – 108 DE JUILLET 1970)

Principe

Le produit est dispersé dans l'eau distillé qu'on fait bouillir. Après refroidissement on détermine le pH de façon classique avec un pH mètre à deux électrodes.

Mode opératoire : (annexe 1)

➤ Détermination de la teneur de cendres :(NF V 05-113, 1972)

Principe

Un échantillon de 5 g de produit est mis dans des capsules et à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant.

Mode opératoire : (annexe 1)

➤ **Détermination de la teneur en eau :(Méthode AOAC 934.06)**

Principe :

Il est basé sur un étuvage du produit à pression atmosphérique normale, à une température de 130°C dans des conditions opératoires définies. La perte de masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit.

Mode opératoire : (annexe 1)

➤ **Détermination de la teneur en matière grasse (ISO 663:1998)**

➤ **Principe :**

C'est une technique d'extraction par solvant qui utilise des cycles d'ébullition et de condensation répétés pour extraire efficacement les composés d'intérêt, tels que les matières grasses, à partir d'un échantillon solide. Le solvant extrait est collecté dans un ballon et évaporé ultérieurement pour obtenir les composés d'intérêt.

Mode opératoire : (annexe 1)

➤ **Dosage des protéines (méthode de Kjeldahl, 1883)**

Principe :

La méthode de Kjeldahl est une méthode de référence pour la détermination de l'azote total dans les échantillons organiques. Elle est basée sur la digestion des composés organiques en présence d'acide sulfurique et la détermination de l'azote sous forme d'ammonium par titrage.

Mode opératoire : (annexe 1)

➤ **Degré de brix (NF .V05 -109 ,1970)**

Principe :

Le degré Brix (°Brix) est une unité de mesure utilisée pour déterminer la concentration en sucre d'une solution, principalement dans les liquides tels que les jus de fruits, les sirops et les boissons sucrées. Le principe du degré Brix repose sur la mesure de la densité d'une solution à l'aide d'un réfractomètre.

Mode opératoire : (annexe 1)

➤ **Détermination du taux de sucres (ISO 10342:2010)**

➤ **Principe :**

C'est une technique d'analyse qui mesure l'absorption ou la transmission de la lumière par un échantillon. Un rayonnement lumineux de longueur d'onde spécifique est dirigé à travers l'échantillon, et la quantité de lumière absorbée ou transmise est mesurée, ce qui permet d'obtenir des informations sur la concentration ou la composition de l'échantillon.

Mode opératoire : (annexe 1)

5- Les Analyses microbiologiques

Plusieurs analyses microbiologiques ont été effectuées pour garantir la bonne qualité des matières premières et assurer leur sécurité telle que : recherche et dénombrement des entérobactéries, les germes anaérobies sulfite-réducteurs, salmonelle, levures et moisissures, Escherichia coli, les germes aérobies mésophiles totaux et les coliformes totaux et fécaux

➤ **Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) :**

Principe :

Le dénombrement des germes a été réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture « PCA » incubé à 42°C pendant 48 heures (NF 08- 051 ; Norme Jour /Alg/1991).

Mode opératoire : annexe 1

➤ **Dénombrement des coliformes totaux et fécaux :**

Principe :

Le dénombrement coliformes a été réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture « VRBL » incubé à 44-42°C pour les fécaux et 37°C pour les totaux pendant 24-48 heures (N FV08-017 ; Norme Jour /Alg/1991).

Mode opératoire : annexe 1

➤ **Recherche et dénombrement des entérobactéries :**

Principe :

Le dénombrement des entérobactéries a été réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture « VRBG » incubé à 46°C pendant 48 heures (NFV08-061 ; Jour/Alg/1998).

Mode opératoire : annexe 1

➤ **Recherche et dénombrement des levures et moisissures :**

Principe :

l'OGA milieu sélectif qui par addition de l'oxytétracycline permet l'inhibition des bactéries, en cas e leur existence dans la dilutionensemencée (Norme XPV08-059).

Mode opératoire : annexe 1

➤ **Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteur :**

Principe :

La recherche des anaérobies sulfito-réducteur se base sur leur croissance, dans un milieu sélectif, tryptose sulfite « TSC » incubé à 46°C pendant 20 heures (NFV08-061 ; Jour/Alg/1998).

Mode opératoire : annexe 1

➤ **Recherche de Salmonella :**

Principe :

Le nombre de salmonella étant en générale faible dans le produit, il est nécessaire de procéder à un pré-enrichissement dans l'eau peptone et à enrichissement par le bouillon Muller-Kauffmann puis un isolement dans un milieu sélectif gélose TSI (Guirand, 1998 ; jora N44/2017).

Mode opératoire : annexe 1

➤ **détermination d'E. Coli :**

Principe :

L'isolement des bactéries par Bouillon lactosé, et puis la confirmation par milieu (EC) (jora N33/2013).

Mode opératoire : annexe 1

6-Test de dégustation des boules énergétiques préparées

Lieu et date de test :

Ce test est réalisé en moi de mai pendant 2 jours consécutifs aux niveaux d'une salle de sport pour femmes à Zeralda wilaya d'Alger, dans la faculté Saad dahlebBlida, et quelque membres de familles et d'amis.

L'objectif du test :

Il s'agissait de comparer les caractéristiques relatives des deux produits soumis à la dégustation par un test sensoriel. Une Barre commerciale « Heartattack Bar » est comparée aux deux BE fabriquées, à travers l'appréciation de paramètre comme :

L'aspect, le gout, la texture, l'odeur.

Le panel de dégustation :

Le panel était composé de 25 personnes, femmes et hommes (Tableau 12)

Tableau 12 : panel de la dégustation

Catégorie	Femmes	Hommes
Nombre	14	11

7-Le test de stabilité :

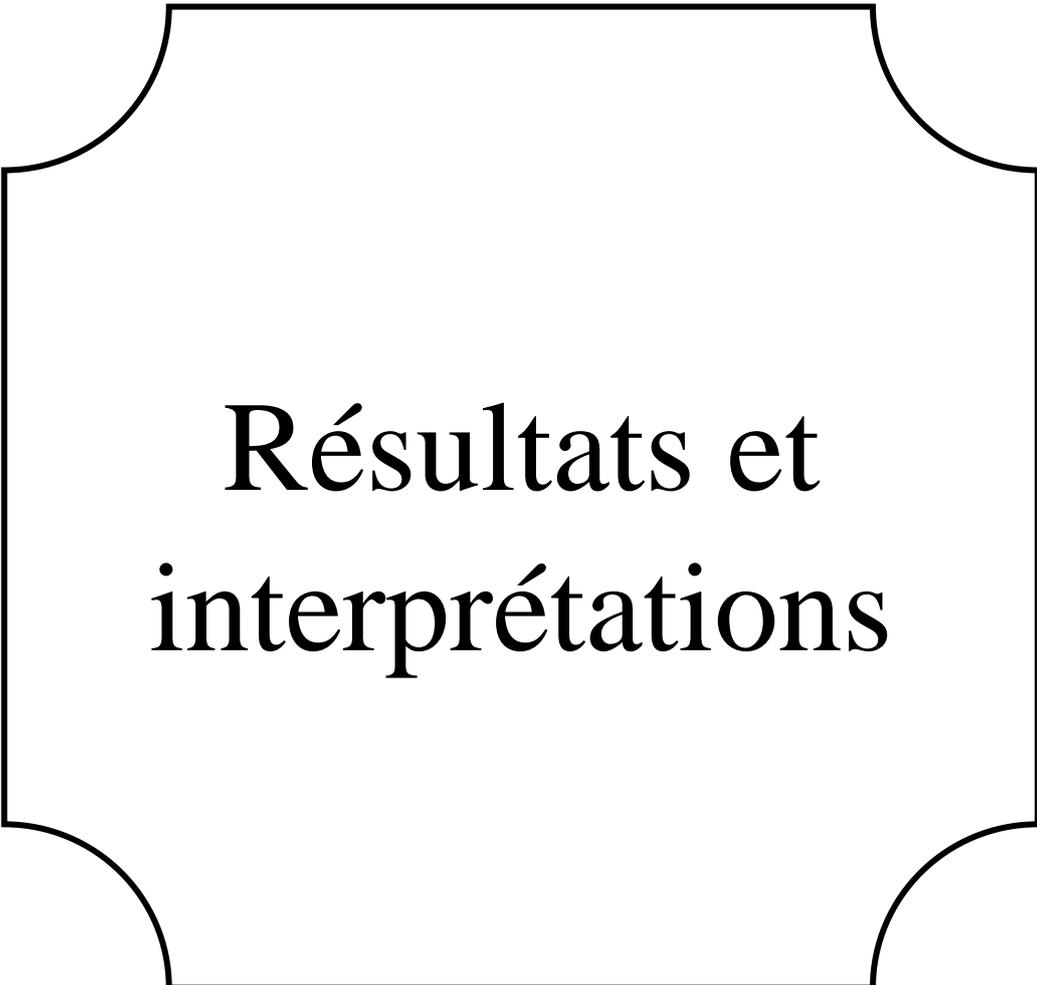
Le test de stabilité permet d'observer le développement de bactéries, de levures ou moisissures pour une BE fabriquée prévue pour un stockage à température ambiante et à l'air libre. Le produit doit être emballé avec un papier film alimentaire, et conservé dans des conditions hygiéniques après sa fabrication.

Objectif de test :

Ce test permet d'évaluer la stabilité et la DLC (Date Limite de Consommation), des produits fabriqués et les possibilités de traitements ultérieurs

Principe :

Mettre les échantillons loin de la lumière et l'humidité pour suivre les différents changements organoleptique « aspect, odeur, gout », et changements chimiques « levures et moisissures ».



Résultats et interprétations

Résultats des analyses physicochimiques**1 – Résultat des analyses physicochimiques de la poudre de caroube**

Les résultats des analyses physicochimiques réalisées sur la caroube telles que ; la détermination de pH, teneur en eau, teneur en matière grasse, dosage des protéines, degrés de Brix, détermination de la teneur en cendres, et les flavonoïdes sont représentés dans le tableau 13

Tableau 13: résultats des analyses physico chimique de la poudre de caroube.

Critères d'analyse	Résultats
pH	5,17
Humidité (%)	8,31%
Matière grasse	3,90
Protéines (g/100g)	40
La teneur en cendres	4,83g
Degrés de Brix (%)	42%
Flavonoïdes (mg/g)	0,4 mg

Interprétation des résultats**L'humidité**

Le tableau 13 montre que l'humidité de la caroube est de 8,31.

Notre résultat est en accord avec les résultats des auteurs sCalixto et Cañellas (1982), Avallone et al. (1997) et Ozcan (2007), qui rapportent que la teneur en humidité de la poudre de caroube peut varier de 6% à 15,6%.

Des études ont démontré que cette humidité est influencée par divers facteurs tels que les conditions environnementales (pluie et humidité atmosphérique relative), le degré de maturité des fruits et la durée et les conditions de stockage (Iipumbu, 2008).

Matière grasse

D'après le tableau 13, la teneur en matière grasse est de 3,90%.

Notre résultat corrobore ceux de Gubbuk et al. (2010). En effet Selon Gubbuk et al., (2010) la teneur en matière grasse est comprise entre 0,1% et 1.3%.

Une teneur élevée en matière grasse peut réduire la durée de conservation de la poudre de caroube (Gubbuk et al., 2010).

Protéines

D'après le tableau 13 la poudre de caroube contient 40% de protéines.

En général, la caroube peut être considérée comme une bonne source d'acides aminés selon les normes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en matière de protéines (Goulas et al, 2016).

Chaque partie de la caroube contient un taux de protéines différent à d'autres parties.

La teneur en protéines la plus élevée peut atteindre 54,7% (Dakia et al., 2007).

Teneur de cendres

Nos résultats ont montré que la teneur en cendres est de 4,83g,

Selon Calixto et Cañellas (1982) ; Avallone et al.(1997)et Yousif et Alghzawi(2000).La teneur en cendres de la caroube varie entre 1 et 6 g/100 g. Donc notre résultat se situe dans cette fourchette.

Degrés de Brix

D'après le tableau 13, la teneur en sucre est 42%, La teneur en sucre de la caroube peut varier considérablement selon l'espèce, la variété, la maturité physiologique, la saison de récolte, le climat et les conditions de stockage (Ayaz et al., 2007). En général, les cultivars de caroube cultivés ont une teneur en sucre plus élevée que les cultivars sauvages (Turhan, 2013).

Flavonoïdes

D'après le tableau 13 on remarque que la teneur des flavonoïdes est 0,4mg.

Les flavonoïdes représentaient 26 % des polyphénols, et les principaux composants ont été identifiés comme étant les glycosides myricétine et quercétine-3-O- α -L-rhamnoside (environ 9 % et 10 %, respectivement) (Owen et al, 2003).

2- Résultats des analyses physicochimiques des dattes

Les analyses physicochimiques effectuées sur les dattes sont : la teneur en eau et l'acidité.

Ils sont représentés dans le tableau 14

Tableau 14 : les résultats physicochimiques des dattes

Critères d'analyses	Résultats	Norme	Références
La teneur en eau (humidité %)	29,31 %	30%	CXS 143-1985
Calibre	5g	Minimum	CXS 143-1985
		4g	

Les résultats du tableau 14 indiquent la bonne qualité physico-chimique des dattes ;

Selon ce tableau la teneur en eau des dattes est 29,31% cette teneur est proche de celle exigée par la norme CXS143-1985 qui stipule que la teneur en eau maximale des dattes est 30%. Cela signifie que les dattes sont conformes aux standards établis pour assurer leurs qualités. Une teneur en eau adéquate dans les dattes est importante, car elle contribue à maintenir leur texture, leurs saveurs, et leurs propriétés nutritionnelles.

Le calibre est le poids unitaire des dattes, les résultats obtenus indiquent que le calibre des dattes est acceptable selon la norme CXS 143-1985.

3- Résultats des analyses physicochimiques des amandes

Les résultats des analyses physico chimiques des amandes (teneur en eau) sont consignés dans le tableau 15

Tableau 15: résultats des analyses physico chimiques des amandes.

Critères d'analyses	1 ^e détermination	2 ^e détermination	La norme	Références
La teneur en eau (humidité %)	5,90%	5,82%	6,5%	CEE-ONU DDP-06
	Moyenne : 5,86%			

-D'après les résultats obtenus, la moyenne de la teneur est 5,86%, donc notre résultat est conforme à la norme qui exige que la teneur maximale en eau des amandes est 6,5%.

La teneur en eau des amandes peut varier en fonction des facteurs tels que la variété, la maturité, les conditions de culture, et les méthodes de séchage.

4- Résultats des analyses physicochimiques de l'avoine

Les résultats des analyses physico chimiques de l'avoine sont représentés dans le tableau 16

Tableau 16 : résultats des analyses physico chimiques de l'avoine.

Critères d'analyses	1 ^e détermination	2 ^e détermination	La norme	références
La teneur en eau (humidité %)	10,55%	10,62%	14%	CXS 201-1995
	Moyenne : 10,58%			

D'après les résultats obtenus consignés dans le tableau 16, la moyenne de la teneur en eau de l'avoine est 10,58%, ces résultats sont conformes à la norme qui stipule une teneur en eau de 14%.

5- Résultats des analyses physicochimiques des grains de sésames

Les résultats des analyses physico chimiques des graines de sésame sont représentés dans le tableau 17.

Tableau 17: résultats des analyses physico chimiques des graines de sésame

Critères d'analyses	Résultats	Norme	Références
La teneur en eau (humidité %)	3,52	5%	USDA 2014
La teneur de cendres%	3,36%	4%	USDA 2014

D'après le tableau 17, la teneur en eau des grains de sésames est de 3,52%. Ce résultat est satisfaisant d'après la norme qui exige une teneur en eau maximale des graines de sésame de 5%.

Selon la norme La teneur de cendre maximale est 4%, notre résultat représenté dans le tableau 17 qui est de 3.36 % est conforme à la norme.

6- Résultats des analyses physicochimiques des noix

Les résultats des analyses physico chimiques des noix sont représentés dans le tableau 18.

Tableau 18 : résultats des analyses physico chimiques des noix.

Critères d'analyses	Résultats	Norme	Références
La teneur en eau(humidité %)	4.2%	5%	CEE-ONU DDP-02
La teneur en matière grasse	67,3	70%	ANSES 2017

-Les résultats représentés dans le tableau18 indiquent la bonne qualité physico-chimique des noix.

La teneur en eau des noix est de 4.2%.

Selon les normes, la Teneur en eau maximale des noix est 5%, lorsque les noix contiennent une quantité excessive d'eau, cela peut entraîner une détérioration de la texture, une diminution de la durée de conservation, et une augmentation du risque de développement de moisissures. Donc notre résultat est acceptable.

-La matière grasse dans les noix est une composante importante qui contribue à leur profil nutritionnel et à leurs caractéristiques sensorielles.

La teneur en matière grasse obtenu est 67,3%, cela veut dire que c'est un résultat conforme aux normes.

7-Résultats des analyses physicochimiques des Noisettes

Les résultats des analyses physico chimiques des noisettes sont représentés dans le tableau 19

Tableau 19: résultats des analyses physico chimiques des noisettes.

Critères d'analyses	Résultats	Norme	Références
La teneur en eau (humidité %)	5,4%	7,3%	ANSES 2017
La teneur en matière grasse	56,6%	61%	ANSES 2017

-Les résultats affichés dans le tableau 19 indiquent la bonne qualité physico-chimique des noisettes, En effet la teneur en eau des noisettes est de 5.4% et leur teneur en matière grasse est de 56.6%.

Selon lanormeANSES 2017 la teneur en eau maximale des noisettes est 7,3% et la teneur de la matière grasse est 61%. Nos résultats sont conformes à la norme.

8- Résultats des analyses physicochimiques du Chocolat noir

Les résultats des analyses physico chimiques de chocolat noir sont représentés dans le tableau 20

Tableau 20: résultats des analyses physico chimiques du chocolat noir.

Critères d'analyses	Résultats	Norme	Références
Teneur en sucre	38,3%	54,3	ANSES 2017
La teneur en matière grasse	45%	45%	ANSES 2017

Le tableau 20 montre que la teneur en sucre du chocolat noir est de 38.3% et celle de la matière grasse est de 45%.

Nos résultats sont conformes aux normes ANSES 2017 qui stipule que la teneur en sucre et de la matière grasse duchocolat noir sont respectivement 54.3% et 45%.

9. Résultat des analyses microbiologiques

1- Résultats des analyses microbiologiques de la Poudre de caroube

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de caroube(Les anaérobiesulfito-réducteurs, salmonelle, levures et moisissures, GAMT, coliformes totaux et fécaux et les entérobactéries) sont représentés dans le tableau 21.

Tableau 21 : résultats des analyses s microbiologique de la poudre de caroube

Les germes Recherchés	Résultats (UFC/g)	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
anaérobie sulfito-réducteurs	Abs	$3 \cdot 10^2 - 10^3$	Jora N39/2017
Salmonelle	Abs	Abs	Jora N39/ 2017
levures et moisissures	Abs	Abs	Jora N39/2017
GAMT	7000	$60 \cdot 10^3 - 201 \cdot 10^3$	Jour/Alg/1 998
coliformes totaux	10	$<10^2$	Jora N39/2017
Coliformes fécaux	Abs	3-10	Jour/Alg/1998
Entérobactéries	10	10_10^2	Jora N39/2017

Selon le tableau 21, Les résultats indiquent une absence totale des salmonelles, de levures, de moisissures et de coliformes fécaux, ce qui est conforme aux critères d'acceptation du journal officiel de la république Algérienne JORA 2017.

Cependant, il y a une légère présence de GAMT7000 germes et 10 germe d'entérobactéries, mais ce résultat reste acceptable par la norme JORA N°39/2017.

2- Résultats des analyses microbiologiques des Dattes

Les résultats des analyses microbiologiques des Dattes (les levures et moisissures, salmonelles et *Escherichia coli*) sont représentés dans le tableau 22

Tableau 22: résultats des analyses microbiologique des dattes

Germe recherché	Résultats (UFC/g)	Limites microbiologiques (UFC/g)	Norme
Salmonelle	Abs	Abs	jora N°39/2017
Levure et moisissure	9	$10^2 - 10^3$	jora N°39/2017
E. Coli	Abs	10_10^2	jora N°39/2017

Les résultats des analyses microbiologiques des dattes indiquent une absence de salmonelle, d'E. Coli et une faible contamination en levures et moisissures.

Ces résultats sont conformes aux limites microbiologiques définies par la norme JORA N°39/2017. Par conséquent, les dattes peuvent être considérées comme sûres sur le plan microbiologique et appropriées à la consommation.

3- Les résultats des analyses microbiologiques des Amandes

Les résultats des analyses microbiologiques des Amandes (salmonelle, E. Coli et levures et moisissures) sont représentés dans le tableau 23.

Tableau 23 : résultats microbiologique des amandes

Germe recherché	Résultats (UFC/g)	Limites microbiologiques (UFC/g)	Norme
Salmonelle	Abs	Abs	Jora N39 /2017
Levure et moisissure	Abs	$10^2 - 10^3$	Jora N39 /2017

E. Coli	Abs	2_20	Jora N39 /2017
---------	-----	------	----------------

Les résultats des analyses microbiologiques des amandes indiquent une absence de salmonelle, d'E. Coli et de levures et moisissures. Ces résultats sont conformes aux limites microbiologiques définies par la norme Jora N39/2017. Ce qui indique que notre amande est de bonne qualité microbiologique.

4-Résultats des analyses microbiologiques de l'Avoine

Les résultats des analyses microbiologiques de l'Avoine (les anaérobies sulfite_réducteurs et levures et moisissures) sont représentés dans le tableau 24.

Tableau 24 : résultats microbiologiques de l'avoine.

Germe recherché	Résultats (UFC/g)	Limites microbiologiques (UFC/g)	Norme
Anaérobiesulfite-réducteurs	Abs	10 ² – 10 ³	Jora N39 /2017
Levures et moisissures	Abs	10 ³ – 10 ⁴	Jora N39 /2017

Le tableau 24 montre une absence totale des germes recherchés.

Selon Jora N39/2017 ces résultats montrent que la qualité de notre avoine est satisfaisante.

5-Résultats des analyses microbiologiques des Graines de sésames

Les résultats des analyses microbiologiques des Graines de sésames (salmonelle, levures et moisissures et E. Coli.) sont représentés dans le tableau 25.

Tableau 25 : résultats des analyses microbiologiques de la graine de sésame.

Germe recherché	Résultats (UFC/g)	Limites microbiologiques (UFC/g)	Norme
Salmonelle	Abs	Abs	Jora N39 /2017
Levures et moisissures	Abs	10 ² – 10 ³	Jora N39 /2017
<i>Escherichia coli</i>	1	2_20	Jora N39 /2017

Les résultats des analyses microbiologiques des graines de sésame consignés dans le tableau 25 indiquent une absence de salmonelle et de levures et moisissures, ce qui est conforme aux limites microbiologiques définies par la norme Jora N39/2017.

De plus, la faible quantité d'E. Coli détectée (1 UFC/g) est en dessous de la limite inférieure. Donc les graines de sésame sont de bonne qualité microbiologique.

6- Résultats des analyses microbiologiques des Noix

Les résultats des analyses microbiologiques des Noix (les salmonelles, levures et moisissures et E. Coli.) sont représentés dans le tableau 26.

Tableau 26 : résultats des analyses microbiologiques des noix.

Germe recherché	Résultats (UFC/g)	Limites microbiologiques (UFC/g)	Norme
Salmonelle	Abs	Abs	Jora N39 /2017
Levures et moisissures	Abs	$10^2 - 10^3$	Jora N39 /2017
Escherichia coli	Abs	2_20	Jora N39 /2017

Les résultats des analyses microbiologiques des noix mentionnés dans le tableau 26 indiquent une absence totale de salmonelle, des levures et des moisissures, ainsi que d'E. Coli.

Ces résultats sont satisfaisants aux limites microbiologiques définies par la norme Jora N39/2017.

Par conséquent, les noix peuvent être considérées comme sûres sur le plan microbiologique et appropriées à la consommation.

7-Résultats des analyses microbiologiques des Noisette

Les résultats des analyses microbiologiques des Noisette (les salmonelles, levures et moisissures et E. Coli) sont représentés dans Le tableau 27.

Tableau27 : résultats des analyses microbiologiques des noisettes.

Germe recherché	Résultats (UFC/g)	Limites microbiologiques (UFC/g)	Norme
Salmonelle	Abs	Abs	Jora N39 /2017
Levures et moisissures	Abs	10 ² – 10 ³	Jora N39 /2017
Escherichia coli	5	2_20	Jora N39 /2017

Les résultats des analyses microbiologiques des noisettes indiquent une absence de salmonelle et de levures et moisissures, ce qui est conforme aux limites microbiologiques définie par la norme Jora N39/2017. Cependant, il y a une présence d'E. Coli qui reste inférieure à la norme Jora N39/2017.

Résultats du test de dégustation

Tableau 28 : Résultats du test dégustatif

Caractéristique		Barre A	Barre À	Barre B
Aspect	Lisse	16	2	14
	Granuleux	9	23	12
Odeur	Aromatisé	24	17	20
	Non aromatisé	3	8	5
Texture	Moelleuse	11	7	7
	Sec	5	10	2
	Croustillante	5	4	-
	Lisse	3	1	11
	Collante	1	2	5
Gout	Mauvais	-	1	4
	Bon	7	9	7
	Très bon	9	10	7
	Excellent	9	5	7

Résultats et interprétations

Sucre	Légèrement sucré	11	14	12
	Très sucré	1	-	9
	Equilibré	13	11	4
La moyenne de la Satisfaction globale /10		8.26	7.8	7.51
Intention d'achat Oui/non		Oui : 21 Non : 4	Oui : 17 Non : 8	Oui : 17 Non : 8

Barre A: la boule énergétique réalisée avec enrobage

BarreÀ: la boule énergétique réalisée sans enrobage

Barre B : la barre énergétique industrielle (heartattack)

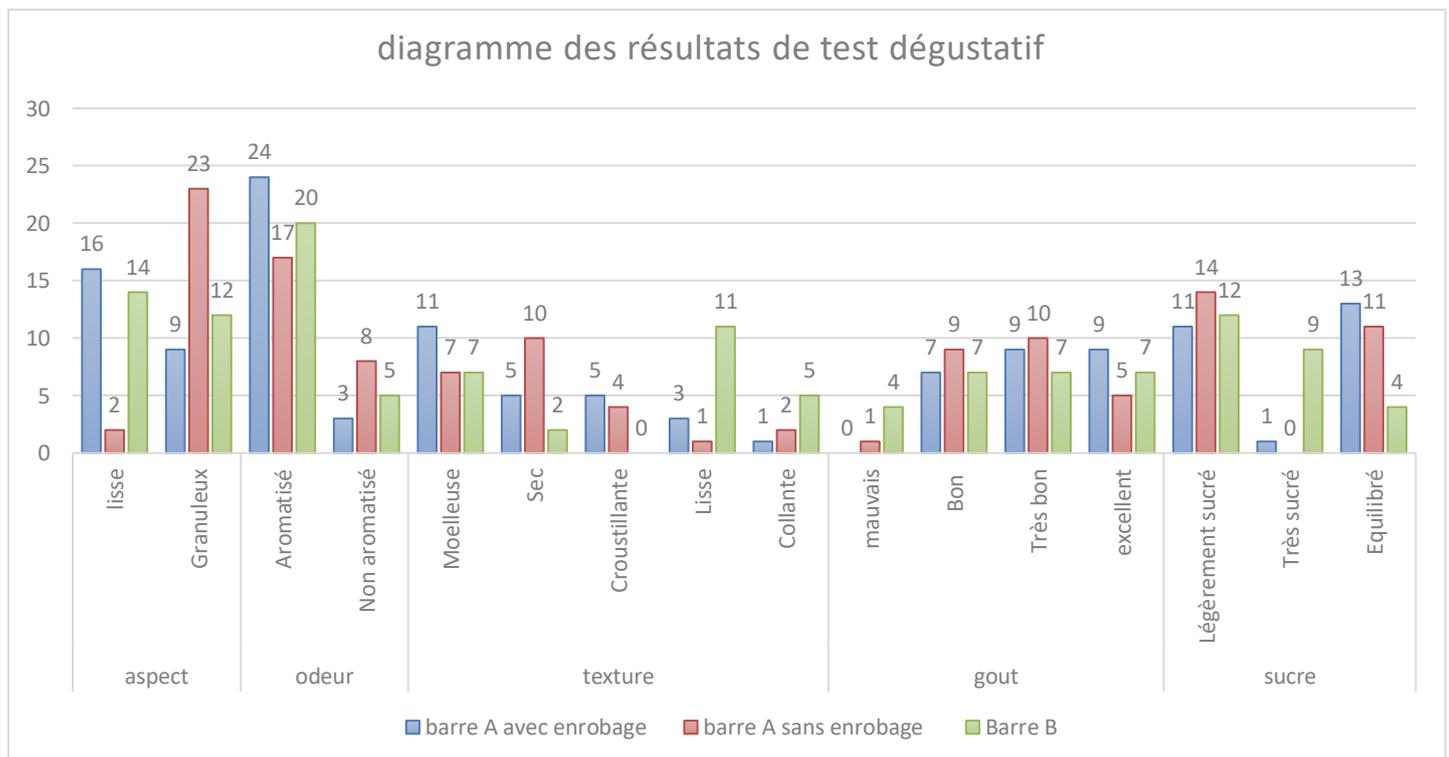


Figure 13 : diagramme de comparaison

Interprétation du diagramme

Ce diagramme représente les résultats du test dégustatif de 25 personnes.

Les caractéristiques étudiées sont ; l'aspect, l'odeur, la texture, le gout, le taux de sucre

-L'aspect :

L'ensemble des résultats ont montré que :

La barre A présente un aspect moelleux, tandis que la barre À a un aspect granuleux, et la barre B a un aspect lisse. Cela indique des différences dans l'apparence visuelle des 3 BE (barre énergétique).

-L'odeur :

Les 3 BE dégagent une odeur aromatisée ; la barre A a une odeur de chocolat, tandis que la barre sans enrobage dégage une odeur citronnée avec des notes de fruits secs, la barre B a une odeur plus prononcée de la pâte des dattes.

-la texture :

L'ensemble des résultats montre que la barre A a une texture moelleuse en raison de la couche de chocolat et les dattes moelleuses, par contre la barre sans enrobage a une texture plus sèche. La barre B présente une texture lisse.

-Le gout :

La barre A avec enrobage est perçu meilleur du point de vue gout. Les deux autres sont comparables, mais il y'a une préférence pour la barre À.

-Le taux de sucre :

La barre À et la barre B ont montré un gout légèrement sucré, et la barre A présente un taux de sucre équilibré. Le gout sucré peut apporter une sensation de plaisir et de satisfaction lors de la dégustation d'un produit. Un produit légèrement sucré peut donc contribuer à rendre l'expérience alimentaire plus agréable sans être excessivement sucré.

-Satisfaction globale :

La barre A a obtenu le score le plus élevé parmi les trois. Les dégustateurs ont exprimé une forte satisfaction locale, ce qui suggère qu'ils ont trouvé son goût, sa texture ou ses caractéristiques globales très agréables.

La barre À: Les dégustateurs ont indiqué une satisfaction locale satisfaisante, bien que légèrement inférieure à celle de la barre A. Cela suggère que la barre À est également bien perçue en termes de goût et de texture, mais peut-être avec quelques réserves mineures.

La barre B :elle a reçu une note de satisfaction locale décente, elle se situe en dessous des scores des barres A et À. Cela peut indiquer que les dégustateurs ont trouvé cette barre légèrement moins satisfaisante en termes de goût ou de texture par rapport aux autres.

Les résultats indiquent que la barre A a obtenu le score le plus élevé en termes de satisfaction locale parmi les trois barres testées. Les personnes ayant goûté cette barre ont exprimé une forte satisfaction (figure 14)

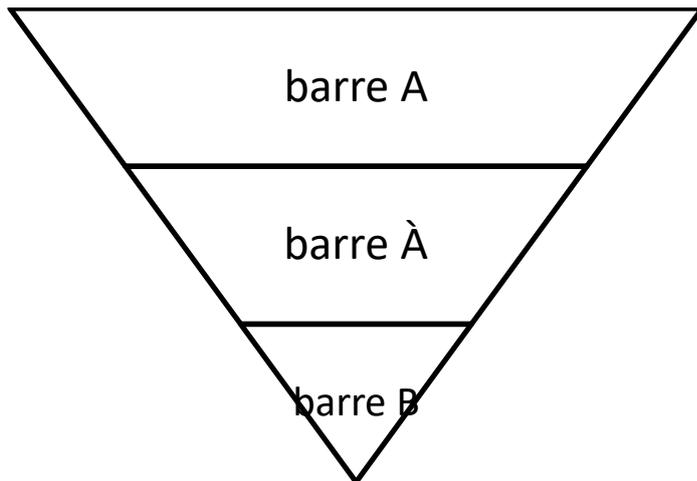


Figure 14 : Résultats de la satisfaction globale

-Intention d'achat

Barre A : Parmi les personnes qui ont dégusté cette barre énergétique, 21 ont exprimé leur intention d'acheter (oui), tandis que 4 ont indiqué qu'ils n'avaient pas l'intention d'acheter (non) en raison de l'enrobage au chocolat noir. Ces résultats suggèrent que la plupart des dégustateurs ont été convaincus par la barre A avec enrobage et seraient enclins à l'acheter.

Barre À : Pour cette barre énergétique, 17 personnes ont exprimé une intention d'achat (oui) tandis que 8 ont indiqué ne pas avoir l'intention d'acheter (non). Bien que moins de dégustateurs testeurs aient exprimé une intention d'achat pour la barre À par rapport à la barre A avec enrobage, il y a tout de même un nombre significatif de participants intéressés par cette barre énergétique.

Barre B : Parmi les participants, 17 ont exprimé une intention d'achat (oui) et 8 ont indiqué ne pas avoir l'intention d'acheter (non). Ces résultats suggèrent que la barre B a suscité un niveau similaire d'intérêt que la barre À, avec une majorité de dégustateurs ayant exprimé une intention d'achat.

Les barres A, À et B ont toutes généré un certain intérêt commercial, mais la barre Assemblé avoir suscité la plus grande intention d'achat parmi les participants. Cependant, il est important de noter que ces résultats ne tiennent pas compte d'autres facteurs tels que le prix, la disponibilité ou les préférences individuelles, qui peuvent également influencer la décision d'achat.

Résultat du test de stabilité

-Les résultats consignés dans le tableau 29 résumant la stabilité des barres sur le plan organoleptique et microbien pendant 4 semaines.

Tableau 29 : stabilité de la barre sur les plans organoleptiques et microbiens pendant 4 semaines

Semaine	Changements	
	Moisissures/levures	Organoleptiques
1ere	- absence	-
2eme	-	-
3	-	prsence
4	+	+

- : aucun changement

+ : présence de changement.

Semaine 1 et 2: Aucun changement n'a été observé en ce qui concerne la présence de moisissures/levures et les caractéristiques organoleptiques.

Semaine 3 : Aucun changement n'a été observé en ce qui concerne la présence de moisissures/levures, mais il y a eu changements dans les caractéristiques organoleptiques.

Semaine 4 : Une présence de moisissures/levures a été observée, ainsi qu'un changement dans les caractéristiques organoleptiques. Cela indique que la barre a commencé à montrer des signes de détérioration microbiologique et des altérations dans ses qualités sensorielles.

La stabilité de la barre énergétique a diminué au fil des semaines, avec une augmentation de la présence de moisissures/levures et des changements dans les caractéristiques organoleptiques. Il est possible que la barre énergétique ait une durée de conservation limitée et qu'elle soit plus susceptible de se détériorer au fil du temps, ce qui peut influencer négativement la qualité perçue par les consommateurs.

Valeur énergétique pour 100g des barres énergétiques

La valeur énergétique des barre A (formulée) et barre B (industrielle) pour 100g sont représenté dans le tableau 29 sachant que : 1 g de glucide donne 4 kcal d'énergie.

1 g de protéine donne 4 kcal d'énergie.

1 g de lipide donne 9 kcal d'énergie.

Tableau 29 : la valeur énergétique de barre A (formulée) et barre B (industrielle) pour 100g

Barre B (industrielle)		Kcal	Barre A (formulée)		Kcal
Protéines	6,02g	24,08	Protéines	11,2g	44,8
Glucides	57,30g	229,2	Glucides	57,4g	229,6
Lipides	14,06g	126,54	Lipides	12,68g	114,12
Total kcal		379,82			388,52

Le tableau 29 : représente la valeur calorique, teneur en protéines, teneur en glucides, et la teneur en lipides.

Valeur calorique : le tableau montre que la barre industrielle a une valeur calorique de 379,82 kcal, tandis que la barre A a une valeur calorique de 388,52 kcal,

Sur la base de ces chiffres, on peut dire que la barre A a une valeur calorique légèrement plus élevée que la barre industrielle. La différence entre les deux est d'environ 8,7 kcal.

Cela signifie que si vous consommez la barre A au lieu de la barre industrielle, vous ingérez un peu plus de calories.

Teneur en protéines : selon le tableau 29, la barre industrielle contient 6,02g de protéines, et la barre A contient 11,2 g de protéines. Les protéines sont importantes pour la construction musculaire et la récupération. Donc cette comparaison peut aider à choisir une barre riche en protéines si c'est un critère important.

Teneur en glucides : le tableau 29 montre que la barre industrielle a une teneur en glucides de 57,30g, et la barre A a une teneur en glucides de 57,4g. Cela peut être utile pour les

personnes qui cherchent à contrôler leurs apports en glucides ou qui ont des besoins spécifiques en termes d'énergie fournie par les glucides.

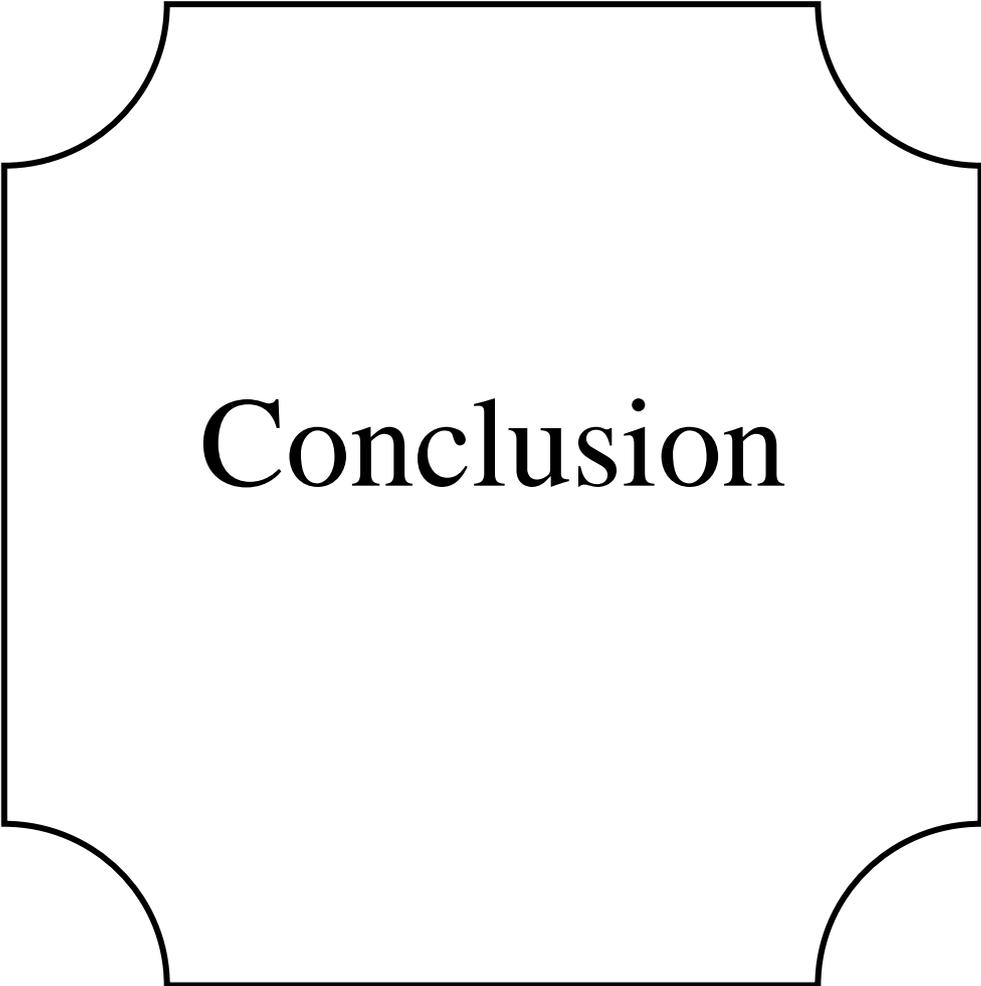
Teneur en lipides : selon le tableau 29, la barre industrielle contient 14,6g de lipides, tandis que la barre A contient 12,68g de lipides.

Valeur énergétique pour 25 g

La valeur énergétique des barre A (formulée) et barre B (industrielle) pour 25g est représentée dans le tableau 30.

Tableau 30 : la valeur énergétique de barre A (formulée) et barre B (industrielle) pour 25g

Barre B (industrielle)		Kcal	Barre A		Kcal
Protéines	1.50g	6	Protéines	2,08g	8.32
Glucides	14.32g	57.28	Glucides	14,35g	57.4
Lipides	3.51g	31.59	Lipides	3.17g	28.53
Total kcal		94.95			97.13



Conclusion

Conclusion

L'objectif de cette étude était de mettre en évidence les avantages et le potentiel du produit qui est la caroube (*Ceratonia siliqua* L.) et l'incorporer dans la formulation des barres énergétiques.

On peut dire que la caroube peut contribuer à améliorer la texture, la stabilité et la qualité globale du produit. Elle agit comme un agent liant, aidant à maintenir la cohésion de la barre et à prévenir la séparation des ingrédients. De plus, la caroube possède des propriétés épaississantes, ce qui peut améliorer la consistance de la barre et faciliter le processus de fabrication.

Les résultats obtenus ont révélé que :

- Les analyses physico chimiques et microbiologiques sont conformes et acceptables selon les normes établis
- La combinaison de nos ingrédients naturels dans une barre énergétique a été acceptable.
- Les barres préparées ont été testées pour leur stabilité et ont été jugées de bonne qualité avec l'absence de moisissure pendant 3 semaines, et un changement de goût dans la 3^e semaine, et ça sans utilisation d'additifs.
- Le test sensoriel a permis de conclure que la formulation A préparée avec enrobage a été évaluée comme la meilleure en termes de goût, d'odeur et au taux de sucres, bien que les autres formulations (formulation A sans enrobage et la barre industrielle) aient été évaluées comme presque identiques en termes d'apparence par les dégustateurs.
- En outre, la valeur énergétique de notre barre (388,52 Kcal/100g) est supérieure à celle de la barre commerciale (379,82Kcal/100g), avec l'avantage d'être composée de produits locaux et peu transformés.

La valorisation de la caroube dans la préparation des barres énergétiques ouvre la voie aux multiples avantages sur le plan nutritionnel, économique, environnemental et sociétal.

D'un point de vue nutritionnel, la caroube est une source naturelle de nombreux nutriments essentiels tels que les vitamines, les minéraux et les fibres alimentaires. Ces éléments contribuent à une alimentation équilibrée et favorisent la santé générale. Les barres énergétiques à base de caroube offrent ainsi une alternative saine et nutritive pour répondre aux besoins énergétiques quotidiens.

Sur le plan économique, l'exploitation de la caroube présente un fort potentiel pour les producteurs locaux. En favorisant sa culture et sa transformation, cela peut créer de nouvelles opportunités d'emploi et stimuler les économies locales. De plus, la commercialisation des barres énergétiques à base de caroube peut ouvrir des marchés diversifiés tant au niveau national qu'international, offrant ainsi des avantages économiques durables à long terme.

Du point de vue environnemental, la caroube est une culture durable et résistante, nécessitant moins d'eau et d'intrants chimiques par rapport à d'autres cultures similaires. En encourageant la culture de la caroube, on peut favoriser des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, réduisant ainsi l'empreinte écologique de l'industrie alimentaire.

Enfin, la valorisation de la caroube dans les barres énergétiques peut également avoir un impact positif sur la société dans son ensemble. En proposant des alternatives saines et naturelles, cela contribue à sensibiliser le public à une alimentation équilibrée et encourager des habitudes de consommation plus responsables. De plus, en soutenant les producteurs locaux, cela renforce les liens communautaires et favorise le développement durable des régions agricoles.

Au terme de ce travail, on peut dire que la caroube représente une opportunité précieuse pour diversifier l'offre alimentaire, promouvoir une alimentation saine et durable, soutenir les économies locales préserver l'environnement.

La préparation de barres énergétiques à base de caroube est une innovation qui peut bénéficier à tous les acteurs impliqués, des agriculteurs aux consommateurs. Il est donc essentiel de continuer à explorer et à développer cette voie prometteuse afin de maximiser les avantages pour la santé, l'économie et la planète

En perspective de cette étude, il serait souhaitable de :

- dans l'intérêt des consommateurs, de créer un programme de promotion des aliments sains. Cela nécessiterait une sensibilisation des consommateurs afin de les encourager à adopter de meilleures habitudes alimentaires comme :

- la diminution de la consommation de sucre

- Ajouter des additifs pour une longue durée de conservation, ils doivent être naturels pour garder le concept d'une barre diététique.

- Préparer le chocolat avec moins de sucre.

- faire des études économiques sur les couts de chaque produit (avoine, caroube, amandes, Noix, noisettes, graines de sésame, dattes) et exploiter cette étude sur le plan industriel.

Références

.A.

Action pour le climat de la Commission européenne — Changement climatique : causes du changement climatique. [(Consulté le 11 avril 2022).

Aune, D. et al. (2016) 'Nutconsumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies', *BMC Medicine*, 14(1). doi:10.1186/s12916-016-0730-3.

Avallone R., Plessi M., Baraldi M., Monzani A. Détermination de la composition chimique de la caroube (*Ceratonia Siliqua*) : protéines, lipides, glucides et tanins. *J. Compositions alimentaires. Anal.* 1997 ; 10 :166–172. doi : 10.1006/jfca.1997.0528.

Ayaz FA, Torun H., Ayaz S., Correia PJ, Alaiz M., Sanz C., Gruz J., Strnad M. Determination of chemical composition of anatolian carob pod (*Ceratonia siliqua* L.): Sugars, amino and acides organiques, minéraux et composés phénoliques. *J. Qualité alimentaire* 2007 ;

Ayaz FA, Torun H., Glew RH, Bak ZD, Chuang LT, Presley JM, Andrews R. Teneur en éléments nutritifs de la farine de gousse de caroube (*Ceratonia siliqua* L.) préparée commercialement et domestiquement. *Aliments végétaux Hum. Nutr.* 2009

.B.

Battle, I. and J. Tous. 1997. Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Bener et al, 2022 Extraction assistée par micro-ondes de composés antioxydants à partir de sous-produits de noisette de Turquie (*Corylus avellana* L.) à l'aide de solvants eutectiques profonds naturels : modélisation, optimisation et caractérisation phénolique chimie alimentaire (2022)

Berrougui, H., Loued, S., Elghmari, A., Bouadili, A., Haddadi, B., & Khalil, A. (2008). Antiatherogenic effect of *Ceratonia Siliqua* L. extract: inhibition of lipid peroxidation, inflammation and enhancement of cholesterol efflux. *Chemistry and Physics of Lipids*, 154, S53–S54.

Brassesco ME, Brandão TRS, Silva CLM, Pintado M. Caroube (*Ceratoniasiliqua* L.): Une nouvelle perspective pour les aliments fonctionnels. *Tendances Food Sci. Technol.* 2021 ; 114 :310–322.

.C.

Calixto, F. S., &Cañellas, J. (1982). Components of nutritional interest in carobpods (*Ceratoniasiliqua*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33(12), 1319-1323.

Circu, M. L., &Aw, T. Y. (2010). Reactiveoxygenspecies, cellular redox systems, and apoptosis. *Free Radical Biology and Medicine*, 48(6), 749-762.

Compléments aliments pour la musculation (consulté 2021). *Tout Savoir Sur Les Barres Énergétiques*.

Corsi, L., Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., &Baraldi, M. (2002). Antiproliferativeeffects of *Ceratoniasiliqua* L. on mouse hepatocellularcarcinomacell line. *Fitoterapia*, 73(7-8), 674-684.

Custodio L., Escapa A.L., Fernandes E., Fajardo A., Aligue R., Albericio F., Neng N., Nogueira J.M.F., Romano A. Phytochemical profile, antioxidant and cytotoxic activities of the carobtree (*Ceratoniasiliqua* L.) germflourexttracts. *Plant. Food. Hum. Nutr.* 2011 ; 66:78–84

Custódio, L., Patarra, J., Alberício, F., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., & Romano, A. (2015). In vitro antioxidant and inhibitoryactivity of water decoctions of carobtree (*Ceratoniasiliqua* L.) on cholinesterases, α -amylase and α -glucosidase. *Natural Product Research*, 29(22), 2155-2159.

.D.

Dakia P.A., Wathelet B., Paquot M. Isolation and Chemical Evaluation of Carob (*Ceratoniasiliqua* L.)SeedGerm. *Food Chem.* 2007 ; 102:1368–1374. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.05.059.

Dakia, P. A. (2011). Carob (*Ceratoniasiliqua* L.) seeds, endosperm and germ composition, and application to health. In *Nuts and seeds in health and diseaseprevention* (pp. 293-299). AcademicPress.

-Damerdji, A. (2016). Diversité orthoptérologique (caelifères) sur deux plantes cultivées : *Avenasativa* L. et *Hordeumvulgare* L. (Poacées) dans la région de Tlemcen, NordOuest Algérien. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.* 28 418-427. -S.A. Ibrahim, A.A. Ayad, L.L. Williams, R.D. Ayivi, R. Gyawali, A. Krastanov, S.O. Aljaloud Date fruit: A review of the chemical and nutritional compounds functionaleffects and food application in nutrition bars for athletes *International Journal of Food Science and Technology*, 56 (4) (2021), pp. 1503-1513, 10.1111/ijfs.14783

.E.

Evreinoff, V. A. (1947). Le Caroubier ou *Ceratonia siliqua* L. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 27(299), 389-401.

.G.

-Gorji, Moeini et Memariani, 2018 Almond, hazelnut and walnut, threenuts for neuroprotection in Alzheimer'sdisease: A neuropharmacologicalreview of their bioactive constituents *PharmacologicalResearch* (2018)

Goulas, V., Stylos, E., Chatziathanasiadou, M. V., Mavromoustakos, T., &Tzakos, A. G. (2016). Functional components of carob fruit : Linking the chemical and biologicalspace. *International journal of molecular sciences*, 17(11), 1875.

Gubbuk, H., Kafkas, E., Guven, D., &Gunes, E. (2010). Physical and phytochemical profile of wild and domesticatedcarob (*Ceratonia siliqua* L.) genotypes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (4), 1129-1136.

Guggenbichler, J. P. (1983). Adherence of enterobacteria in infantile diarrhea and itsprevention. *Infection*, 11(4), 239-242.

.H.

Hillcoat, D., Lewis, G., &Verdcourt, B. (1980). A new species of *Ceratonia* (LeguminosaeCaesalpinioideae) fromArabia and the Somali Republic. *Kew Bulletin*, 261-271.

HosseiniAdarmanabadi, S.M. et al. (2023) 'Pharmacotherapeuticpotential of walnut (*juglans* spp.) in age-relatedneurologicaldisorders', *IBRO Neuroscience Reports*, 14, pp. 1–20. doi:10.1016/j.ibneur.2022.10.015.

.J.

JABEEN, S. et al. (2021) 'Effect of nutri-bar in the development of Stamina Building and exercise-performance in young male-athletes', *Food Science and Technology*, 41(4), pp. 1017–1024. doi:10.1590/fst.26620.

.K.

Kastler, F. (2016) '68. Organisation Mondiale de La Santé', *Traité de santé publique*, p. 641. doi:10.3917/lav.bourd.2016.01.0666.

Kim, J. I., Kim, J. C., Joo, H. J., Jung, S. H., & Kim, J. J. (2005). Determination of total chiroinositol content in selected natural materials and evaluation of the antihyperglycemic effect of pinitol isolated from soybean and carob. *Food Science and Biotechnology*, 14(4), 441-445.

KINJAO (07 avril 2016). Barres énergétiques: qu'est-ce qu'une barre énergétique, comment la choisir...toutes nos réponses.

Klenow, S., Gleib, M., Haber, B., Owen, R., & Pool-Zobel, B. L. (2008). Carob fibre compounds modulate parameters of cell growth differently in human HT29 colon adenocarcinoma cells than in LT97 colon adenoma cells. *Food and chemical toxicology*, 46(4), 1389-1397.

.L.

Loullis A., Pinakoulaki E. Caroube en tant que substitut du cacao : un examen de la composition, des avantages pour la santé et des applications alimentaires. *EUR. Rés alimentaire. Technol.* 2018 ; 244 :959–977.

Loullis, A., & Pinakoulaki, E. (2018). Carob as cocoa substitute : a review on composition, health benefits and food applications. *European Food Research and Technology*, 244(6), 959-977.

Lutz, G. (2020) 'Usage et mésusage de la rhétorique des addictions en santé au travail', *Sciences de la société [Preprint]*, (106). doi:10.4000/sds.12402.

.M.

Macht, M., & Dettmer, D. (2006). Everyday mood and emotions after eating a chocolate bar or an apple. *Appetite*, 46(3), 332-336.

Mahtout, R., Ortiz-Martínez, V. M., Salar-García, M. J., Gracia, I., Hernández-Fernández, F. J., Pérez de los Ríos, A., ...& Lozano-Blanco, L. J. (2018). Algerian carobtreeproducts: A comprehensivevalorizationAnalysis and future prospects. *Sustainability*, 10(1), 90.

Manson, M. M. (2003). Cancer prevention—the potential for diet to modulatemolecularsignalling. *Trends in molecularmedicine*, 9(1), 11-18.

Martins V., Dias C., Caldeira J., Duarte LC, Reis A., da Silva TL Sirop de pulpe de caroube : Une source méditerranéenne potentielle de carbone pour la production de caroténoïdes par *RhodosporidiumToruloides* NCYC 921. *Bioresour. Technol. Rép.* 2018 ; 3 : 177–184.

Miyazawa, R., Tomomasa, T., Kaneko, H., Arakawa, H., &Morikawa, A. (2007). Effect of formula thickenedwithreduced concentration of locustbeangum on gastroesophageal reflux. *ActaPaediatrica*, 96(6), 910-914

-MJ Zibaenezhad , P Farhadi , Attar , A Mosleh , F Amirmoezi , A Azimi _ Effets de l'huile de noix sur les profils lipidiques chez les patients diabétiques hyperlipidémiques de type 2 : Un essai randomisé, en double aveugle, contrôlé par placebo *Nutrition & Diabète* , 7 (4) (2017) , p. e259 ,10.1038/nutd.2017.8

Mahtout R., Ortiz-Martínez V., Salar-García M., Gracia I., Hernández-Fernández F., Pérez de los Ríos A., Zaidia F., Sanchez-Segado S., Lozano-Blanco L. Produits algériens du caroubier : une analyse complète de la valorisation et des perspectives d'avenir. *Durabilité*. 2018 ; 10h90. doi : 10.3390/su10010090.

.N.

Nasar-Abbas SM, E-Huma Z., Vu T.-H., Khan MK, Esbenshade H., Jayasena V. Croquettes de caroube : un ingrédient alimentaire riche en bioactifs. *Compr. Rev Food Sci. Sécurité alimentaire*. 2016 ; 15 : 63–72.

Nasar-Abbas, S. M., e-Huma, Z., Vu, T. H., Khan, M. K., Esbenshade, H., &Jayasena, V. (2016).Carobkibble: A bioactive-richfoodingredient. *ComprehensiveReviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 63-72.

NORME CEE-ONU DDP-02 concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des CERNEAUX DE NOIX ÉDITION 2019

NORME CEE-ONU DDP-06 NATIONS UNIES New York, Genève 2003

Novotni D., Curic D., Bituh M., ColicBaric I., Skevin D., Cukelj N. Indice glycémique et composés phénoliques de pain congelé partiellement cuit au levain. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2011.

.O.

Ozcan MM, Arslan D., Gökçalik H. Quelques propriétés de composition et teneur en minéraux des fruits, de la farine et du sirop de caroube (*CeratoniaSiliqua*). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2009 ; 58 : 652–658.

Owen, R. W., Haubner, R., Hull, W. E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., & Haber, B. (2003). Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food and Chemical Toxicology*, 41(12), 1727-1738.

.R.

Rodríguez-Solana R., Romano A., Moreno-Rojas JM Pulpe de caroube : un sous-produit nutritionnel et fonctionnel répandu dans le monde entier dans la formulation de différents produits alimentaires et boissons. Une critique. *Processus.* 2021 ; 9 :1146.

Rodríguez-Solana R., Romano A., Moreno-Rojas JM Pulpe de caroube : un sous-produit nutritionnel et fonctionnel répandu dans le monde entier dans la formulation de différents produits alimentaires et boissons. Une critique. *Processus.* 2021 ; 9 :1146.

Rtibi, K., Selmi, S., Grami, D., Amri, M., Eto, B., El-Benna, J., ...&Marzouki, L. (2017). Chemical constituents and pharmacological actions of carob pods and leaves (*Ceratonia siliqua* L.) on the gastrointestinal tract : A review. *Biomedicine&Pharmacotherapy*, 93, 522- 528.

Ruiz-Aceituno L., Rodríguez-Sánchez S., Ruiz-Matute AI, Ramos L., Soria AC, Sanz ML Optimisation d'une procédure biotechnologique pour le fractionnement sélectif d'inositols bioactifs dans des extraits de légumineuses comestibles. *J. Sci. Alimentaire Agric.* 2013 ; 93 :2797–2803.

.S.

Siano F., Sciammaro L., Volpe M.G., Mamone G., Puppo M.C., Picariello G. Integrated Analytical Methods to Characterize Lipids from *Prosopis* spp. And *Ceratonia Siliqua* Seed Germ Flour. *Food Anal. Methods.* 2018 ; 11:3471–3480

Sigge GO, Lipumbua L., Britza TJ Composition approximative des cultivars de caroube poussant en Afrique du Sud. *S. Afr. J. Sol végétal.* 2011

Simsek S., Ozcan M.M., Al Juhaimi F., ElBabiker E., Ghafoor K. Amino Acid and Sugar Contents of Wild and Cultivated Carob (*Ceratonia Siliqua*) Pods Collected in Different Harvest Periods. *Chem. Nat. Compd.* 2017 ; 53:1008–1009.

.T.

Thomas, R.G. and Gebhardt, S.E. (2011) ‘Challenges and results of sampling Chinese restaurant menu items for the USDA national nutrient database for standard reference’, *The FASEB Journal*, 25(S1).

Turhan, I. (2014). Relationship between sugar profile and D-pinitol content of pods of wild and cultivated types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.). *International Journal of Food Properties*, 17(2), 363-370.

.U.

-U. Najeeb, M.Y. Mirza, G. Jilani, A.K. Mubashir, W.J. Zhou Sesame S. Gupta (Ed.), *Technological Innovations in Major World Oil Crops*, vol. 1, Springer, New York, NY (2012), 10.1007/978-1-4614-0356-2_5P

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2014). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27*

.V.

Valero-Muñoz, M., Martín-Fernández, B., Ballesteros, S., Lahera, V., & de las Heras, N. (2014). Carob pod insoluble fiber exerts anti-atherosclerotic effects in rabbits through sirtuin1 and peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α . *The Journal of nutrition*, 144(9), 1378-1384.

Vivatvakin, B., & Buachum, V. (2003). Effect of carob bean on gastric emptying time in Thai infants. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12(2).

.Z.

Zhu BJ, Zayed MZ, Zhu HX, Zhao J., Li SP Polysaccharides fonctionnels du fruit de la caroube : Une revue. *Menton. Méd.* 2019 ; 14 : 1–10.

Zunft, H. J. F., Lüder, W., Harde, A., Haber, B., Graubaum, H. J., & Gruenwald, J. (2001). Carobpulp preparation for treatment of hypercholesterolemia. *Advances in Therapy*, 18(5), 230-236.

Zunft, H. J. F., Lüder, W., Harde, A., Haber, B., Graubaum, H. J., Koebnick, C., & Grünwald, J. (2003). Carobpulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic patients. *European Journal of Nutrition*, 42(5), 235-242.

Annexes

-Annexe 1

1-Détermination du pH : (NF V 05-108, 1970)

Mode opératoire

1. Peser 5g e produit dans un bécher remplir par l'eau distillée jusqu'à 50g.
2. Agitation mécanique, jusqu'à ce que la solution devienne homogène.
3. refroidir à 20° C.
4. Avant de mesurer le pH de notre produit, il faut étalonner l'appareil.
5. Une fois le pH équilibré, introduire l'électrode dans le bécher contenant notre produit.

-Matériel utilisé : pH mètre inoLab pH7310

2-Détermination du taux de cendres

Mode opératoire

-Dans des capsules en porcelaine, on pèse 5g de produit ;

- On place les capsules dans un four à moufle réglé à 550 ± 15 °C pendant 5 heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre ;

- On retire les capsules du four, on les met dans le dessiccateur pour se refroidir et puis, on les pèse.

Expression de résultats :

$$\text{MO (\%)} = (\text{M1-M2/Pe}).100$$

Ou :

MO % : Matière organique.

M1 : Masse des capsules + prise d'essai.

M2 : Masse des capsules + cendres.

Pe : Masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit :

$$\text{Cd} = 100 - \text{MO \%}$$

3-Détermination de la teneur en eau

Mode opératoire

Dans des boîtes, on pèse 5g de produit ;

- On place les boîtes dans un étuve réglé à 160 °C pendant 6 heures ;
- On retire les boîtes du four, on les met dans le dessiccateur pour se refroidir et puis, on les pèse.

4-Teneur en matière grasse : (Méthode soxhlet)

Mode opératoire

L'échantillon alimentaire est préparé en broyant et en homogénéisant une quantité précise d'aliment,

Une quantité précise de l'échantillon est pesée et placée dans la cartouche Soxhlet ;

La cartouche est placée dans un extracteur Soxhlet, le solvant est chauffé (hexane)

Le solvant organique dissout la matière grasse de l'échantillon et remonte dans le ballon de distillation.

Le solvant organique est ensuite évaporé par chauffage du ballon de distillation.

5-Dosage des protéines (méthode kjeldahl)

Mode opératoire

Préparation de l'échantillon : mesurer une quantité connue de l'échantillon et la mettre dans un ballon Kjeldahl.

Ajout d'acide sulfurique : ajouter une quantité connue d'acide sulfurique concentré (H₂SO₄) dans le ballon Kjeldahl. L'acide sulfurique doit être suffisant pour digérer complètement l'échantillon, mais pas en excès.

Ajout d'un catalyseur : ajouter un catalyseur dans le ballon Kjeldahl (généralement, le sulfate de cuivre).

Digestion : chauffer le ballon Kjeldahl sur une plaque chauffante ou dans un bloc de digestion pour digérer complètement l'échantillon.

Refroidissement : une fois la digestion terminée, laissé refroidir le ballon Kjeldahl.

Neutralisation : ajouter une solution alcaline (par exemple, une solution de soude ou de potasse) pour neutraliser l'acide sulfurique et convertir l'azote sous forme d'ammonium.

Distillation : distiller l'ammonium dans le ballon Kjeldahl dans une solution d'acide borique, qui piège l'ammoniac dans une solution tampon.

Titration : titrer la solution d'acide borique avec une solution d'acide sulfurique de concentration connue pour déterminer la quantité d'ammonium dans l'échantillon.

Calcul : calculer la quantité d'azote dans l'échantillon en utilisant une formule appropriée.

6-Degrés de Brix

Mode opératoire

Étalonnage du réfractomètre : Avant de commencer les mesures, le réfractomètre doit être étalonné à l'aide d'une solution de référence, généralement une solution de saccharose à une concentration connue.

Préparation de l'échantillon : L'échantillon liquide, tel qu'un jus de fruit, est prélevé et filtré si nécessaire pour éliminer les particules solides.

Mesure avec le réfractomètre : Une petite quantité de l'échantillon est déposée sur la plaque de mesure du réfractomètre. La lumière passe à travers l'échantillon et est réfractée. Le réfractomètre mesure l'angle de réfraction de la lumière et calcule ensuite l'indice de réfraction de l'échantillon.

Conversion en degré Brix : L'indice de réfraction mesuré est converti en degré Brix à l'aide d'une échelle de conversion spécifique fournie par le fabricant du réfractomètre. Cette échelle indique la correspondance entre l'indice de réfraction et la concentration en sucre en degré Brix.

Lecture des résultats : La lecture sur l'échelle du réfractomètre indique la concentration en sucre de l'échantillon en degré Brix.

7-Teneur en eau (méthode AOAC 934.06) pour les dattes

Principe

Détermination de la teneur en eau d'une portion d'essai par dessiccation à 60 degrés pendant 6 heures dans une étuve sous une pression inférieure ou égale à 100 mm Hg (13,3 kPa)

-Calibre (CODEX STAN 143-1985)

Principe :

Les dattes peuvent être calibrées d'après le tableau ci-après :

a) Dattes avec noyau :

Calibre	Nombre de dattes par 500g
Petites	Plus de 100
Moyennes	Entre 80 et 100
Grosses	Moins de 80

Tableau 31 : ciblage des dattes avec noyau

b) dattes sans noyau :

Calibre	Nombre de dattes par 500g
Petites	Plus de 110
Moyennes	Entre 90 et 110
Grosses	Moins de 90

Tableau 32 : ciblage des dattes sans noyau

8-Préparation des dilutions

La préparation des dilutions pour les matières premières a été réalisée en suivant le procédé ci-dessus :

On prend 5g de chaque ingrédient (avoine, amande, caroube, datte, graines de sésame, noisette, noix) avec 45 ml de milieu TSE

-Ce mélange a été homogénéisé à l'aide d'un malaxeur de laboratoire

-on prend un volume de ce dernier et on ajout un volume précis d'eau peptone

-A partir de la suspension mère, nous avons prélevé stérilement à l'aide d'une pipette un volume de 1 ml que l'on a introduire dans un tube à essai contenant au préalable 9 ml d'eau Physiologique.

9- Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT)

Mode opératoire :

- Dans les conditions favorables, utiliser deux boites de pétri pour chaque dilution
- Déposer stérilement (devant une flamme du bec benzène) dans chaque boite de pétri 1 ml de la dilution appropriée (prise de la solution mère).
- Verser dans chaque boite la gélose nutritive appropriée (T.G.E A)
- Mélanger en maintenant la boite couverte sur la surface de la paillasse (par des mouvements de va et vient)
- Laisser refroidir et incuber à 30°C pendant 3 jours
- Après expiration du temps d'incubation, procéder au comptage des colonies de bactéries dans chaque boite de pétri en s'aidant d'un conteur automatique

10- Dénombrement des coliformes totaux et fécaux (N FV08-017 ; Norme Jour /Alg/1991)

Mode opératoire :

- Préparation des échantillons : Prélevez un échantillon représentatif de l'eau, de l'aliment ou de tout autre matériau à tester. Diluez l'échantillon si nécessaire pour obtenir une concentration appropriée.
- Préparation des milieux de culture : Préparez les milieux de culture appropriés pour les coliformes fécaux et totaux. Le milieu de culture couramment utilisé est le bouillon lactosé.
- Inoculation des échantillons : Inoculez les échantillons dilués dans les tubes contenant le bouillon lactosé.
- Incubation : Placez les tubes dans une étuve ou une incubatrice réglée à une température spécifique (généralement 35-37°C) et laissez-les incuber pendant une période de temps déterminée (généralement 24-48 heures).
- Lecture des résultats : Après l'incubation, examinez les tubes pour détecter la présence de gaz (production de bulles) ou un changement de couleur du milieu, indiquant la présence de coliformes totaux. Les tubes montrant des signes de croissance de coliformes fécaux peuvent également être identifiés par la formation d'un anneau de précipitation sombre.
- Dénombrement : Comptez les tubes montrant des signes de croissance de coliformes fécaux ou totaux et enregistrez les résultats. Le dénombrement peut être exprimé en UFC/ml ou en UFC/g, en fonction de l'échantillon testé.

11- Recherche et dénombrement des entérobactéries (NFV08-017)

Mode opératoire :

- Préparation des échantillons : Prélevez un échantillon représentatif de l'eau, de l'aliment ou de tout autre matériau à tester. Diluez l'échantillon si nécessaire pour obtenir une concentration appropriée.
- Préparation des milieux de culture : Préparez un milieu de culture sélectif approprié pour les entérobactéries, tel que l'agar MacConkey ou l'agar EMB (eosine-méthylène bleu). Ces milieux contiennent des inhibiteurs qui limitent la croissance d'autres bactéries non ciblées.
- Inoculation des échantillons : Inoculez les échantillons dilués sur les plaques de culture contenant le milieu sélectif approprié.
- Incubation : Placez les plaques dans une étuve ou une incubatrice réglée à une température spécifique (35-37°C) et laissez-les incuber pendant une période de temps déterminée (24-48 heures).
- Lecture des résultats : Après l'incubation, examinez les plaques pour détecter la présence de colonies caractéristiques d'entérobactéries. Les colonies typiques d'entérobactéries peuvent présenter des caractéristiques telles que la couleur rouge/rosée sur l'agar MacConkey ou une couleur métallique verte ou violacée sur l'agar EMB.
- Dénombrement : Comptez les colonies d'entérobactéries présentes sur chaque plaque et enregistrez les résultats. Le dénombrement peut être exprimé en UFC/ml ou en UFC/g, en fonction de l'échantillon testé.

12- Recherche et le dénombrement des levures et moisissures

Mode opératoire

Des boîtes de Pétri préparées en utilisant un milieu de culture sélectif défini sontensemencées. En fonction du nombre de colonies attendu, une quantité spécifique de suspension mère et les dilutions

Les boîtes de Pétri sont ensuite incubées en aérobiose à 25 °C ± 1°C pendant cinq (5) a sept (7) jours (JORA n° 52- 2015).

13-Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteur

Mode opératoire

Prendre deux boîtes de Pétri stériles. A l'aide d'une pipette stérile, transférer dans chaque boîte 1 ml de suspension mère

Ajouter dans chacune des boîtes de Pétri environ 15 ml de gélose au sulfite de fer refroidi à l'aide d'un bain d'eau à une température comprise entre 44°C et 47°C.

Bien mélanger l'inoculum avec le milieu gélosé à l'aide de mouvements horizontaux, puis laisser le milieu se solidifier

Après solidification du milieu, verser dans la boîte 5 ml à 10 ml du même milieu, de manière recouvrir la couche précédente.

Après solidification, incuber les boîtes de Pétri dans des jarres pour anaérobiose (4.3) à 37°C ± 10°C pendant 24 h à 48 h.

14-Recherche et le dénombrement des salmonelles

Mode opératoire

Pour réaliser cette recherche on doit passer par trois étapes :

Le pré-enrichissement

Nous avons introduit 1 ml de la suspension mère (10-1) dans 10 ml de milieu B.L.M.T.

Après homogénéisation à la main on incube à 37°C pendant 24 heures.

L'enrichissement

Nous avons transféré 1 ml de la suspension de pré-enrichissement dans un tube à essai qui contient 10 ml d'un milieu sélectif S.F.B. Le tube a été incubé à 37°C pendant 24 heures. Le but de cette étape est d'éliminer au maximum les autres germes et de garder uniquement les germes appartenant au genre salmonelle.

L'isolement

Se réalise sous forme de stries sur milieu sélectif solide qui est la gélose Hektoene, à partir du milieu d'enrichissement. L'incubation est faite à 37°C pendant 24 heures.

15-Recherche le dénombrement d'Escherichia coli

Mode opératoire

Inoculer un milieu d'enrichissement sélectif liquide avec une quantité déterminée de la suspension initiale de la suspension mère pour essai.

Incuber le tube à 37 °C pendant 48 h. Examiner la formation de gaz dans le tube après 24 h et 48 h.

Une subculture dans un tube contenant un milieu sélectif liquide et incuber à 44 °C pendant 48h (jora n64 – 2017).

-Annexe 2

Matériel utilisé dans les analyses :



Figure14 : étuve



figure 15:Boîtes de pétri



figure16 : Pipette pasteur



Figure 17: pipette gradue



figure18 : balances



figure19 : bec benzène



Figure20 : Malaxeur de laboratoire



figure 21:Four à moufle :Nabertherm



Figure 22: Capsules en porcelaine **figure23 :** dessiccateur **figure24 :** Distillateur Kjeldahl



Figure25 : burette



figure26 : Réfractomètre

-Annexe 3

Fiche de dégustation

Fiche de dégustation :

Nom :

Âge :

date :

Caractéristique		Barre A	Barre À	Barre B
Aspect	Lisse			
	Granuleux			
Odeur	Aromatisé			
	Non aromatisé			
Texture	Moelleuse			
	Sec			
	Croustillante			
	Lisse			
	Collante			
Gout	Bon			
	Très bon			
	Excellent			
Sucre	Légèrement sucré			
	Très sucré			
	Equilibré			
Satisfaction globale /10				
Intention d'achat Oui/non				

Tableau 33 : fiche de dégustation

