

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Biotechnologies
Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

DAHOUI Amina et ATTAF Rania

Thème

Amélioration de la qualité d'un produit sans gluten a base de farine de fève « cookies » avec la farine du caroube.

Soutenu le : 02/07/2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mr. Rai A</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme. Ammouche Z</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme.Mohammedi S</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mme.Sayyah S</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ de Bouira</i>	<i>Invitée d'honneur</i>

Année Universitaire : 2021/2022.

Remerciements

« La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage »

Nous remercions tout d'abord **Allah** qui nous a donné le courage et la patience pour terminer ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude et reconnaissance à notre promotrice Madame **AMMOUCHE Z** pour avoir accepté de diriger, avec beaucoup de patience et de dévouement, ce mémoire de fin d'études.

Nous voulons exprimer également nos vifs remerciements aux membres de jury:

A monsieur **Rai A**, maître de conférences classe B à la faculté de sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'UAMOB, Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire.

A madame **Mohammedi S**, maître assistant classe A à la faculté de sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'UAMOB, qui a bien aimablement accepté de juger ce travail, Sincères remerciements

Nous exprimons aussi notre reconnaissance à toute l'équipe du **Laboratoire répression des fraudes –Sour El Ghozlane Bouira-**de nous avoir accueilli afin d'effectuer notre stage pratique.

Nous remercions aussi **Madame HAMANI S** et **Monsieur AMMOUCHE A**, de laboratoire chimie de la faculté ST qui nous ont donné toute l'aide nécessaire pour réaliser les analyses chimiques.

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	3
I - Maladie cœliaque et régime sans gluten.....	4
I-1- Maladie cœliaque.....	4
I-2- Formes de la maladie.....	4
I-3- Régime sans gluten.....	5
I-4- Principes et objectifs du régime sans gluten.....	6
I-5- Régime sans gluten et équilibre alimentaire.....	6
I-6- Aliments autorisés et aliments interdits dans le régime sans gluten.....	7
II - Légumes secs.....	8
II-1- Généralités.....	8
II-2- Composition et valeur nutritionnelle des légumes secs.....	8
II-3- Fève.....	9
III- Caroube et amélioration de la qualité.....	12
III -1-Présentation de caroubier.....	12
III -2- Origine et répartition géographique.....	12
III-3- Composition chimique de la poudre de caroube.	14
III-4-Domains d'utilisation.....	17
IV - Technologie biscuitière.....	19
IV -1- Définition	19
IV -2- Classification des biscuits	19
IV-3-Principaux ingrédients et leurs effets.....	20
IV -4- Pâtes biscuitières et Cuisson	22
IV-5-Critères d'évaluation de la qualité du biscuit.....	23
Chapitre II : Partie expérimentale.....	25
I - Matériel et méthodes.....	26
I-1- Préparation du matériel végétal.....	26
I-2- Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	29
I-3- Produit élaboré.....	34
I-3-1- Présentation du produit élaboré.....	34
I-3-2- Etapes d'élaboration du biscuit	34
I-4- Analyse du produit fini	37
I-4-1- Analyses physico-chimiques	37

Table des matières

I-4-2- Analyses organoleptiques	37
II - Résultats et discussion.....	38
II-1- Caractéristiques physico-chimiques des farines étudiées	38
II-2- Caractérisation physicochimique du biscuit élaboré	40
II-3- Résultats de l'analyse sensorielle	41
Conclusion.....	44
Références bibliographiques.....	47
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 Composition chimique (g/100g) de certaines légumineuses alimentaires.....	9
Tableau 02 Classification du genre <i>Ceratonia</i>	12
Tableau 03 Valeurs moyennes de la composition chimique brute et de la valeur calorique de la poudre de caroube.....	14
Tableau 04 Valeurs moyennes de la teneur en minéraux de la poudre de caroube (mg/kg).....	15
Tableau 05 Valeurs moyennes de la teneur en vitamines de la poudre de caroube.....	16
Tableau 06 Teneurs en composés phénoliques de la poudre de caroube (ppm).....	17
Tableau 07 Différentes opérations de préparation de la farine de fève.....	26
Tableau 08 Résultats des analyses physicochimiques des farines utilisées.....	38
Tableau 09 Résultats des analyses physicochimiques du produits fini « Cookies » (avec caroube et sans caroube).....	40

Liste des figures

Liste des figures

Figure 01 Le Caroubier.....	13
Figure 02 Origine et distribution du caroubier dans le monde.....	13
Figure 03 Fève (Aguadulce).....	26
Figure 04 Farine de fève.....	27
Figure 05 Fruit du caroube « el kharroube ».....	27
Figure 06 Résultats des traitements des gousses du caroube.....	28
Figure 07 Farine de caroube (FC).....	29
Figure 08 Diagramme d'élaboration de cookies.....	36
Figure 09 Présentation graphique du profil sensoriel du produit fini « Cookies ».....	42

Liste des abréviations

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation.

FAO: Food and Agriculture Organization.

FC : Farine du Caroube.

HLA: Human Leukocyte Antigen (Antigène Leucocytaire Humain).

ISO: Organisation Internationale de Normalisation.

MC: Maladie Cœliaque.

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

RSG: Régime Sans Gluten.

CCLS : Coopératives des Céréales et de Légumes Sec.

Introduction

La maladie cœliaque est une entéropathie auto-immune induite par l'ingestion de gluten (protéine présente dans le blé et d'autres céréales seigle, orge et avoine) chez des sujets génétiquement prédisposés (**DENERY-PAPINI *et al.*, 2001 ; CEGARRA, 2006 ; SCHMITZ, 2007**). La fraction protéique toxique est la gliadine (extrait alcoolique des prolamines du blé), appelée aussi sécaline dans le cas du seigle, avénine de l'avoine et hordénine pour l'orge. Ces protéines sont responsables d'une atrophie totale ou subtotale des villosités intestinales conduisant à une malabsorption de nombreux éléments nutritifs qui se traduit par un retard de croissance chez les enfants et un risque d'ostéoporose chez les adultes.

Les études épidémiologiques ont montré que 10 % de la population mondiale souffre de la maladie cœliaque. Ce taux classe cette maladie comme l'une des intolérances alimentaires les plus communes (**DENERY-PAPINI *et al.*, 2001**).

En Algérie, peu de données sont disponibles sur la fréquence de cette maladie. Elle reste, cependant, dangereuse, à cause de ses complications dues surtout à l'inobservance du régime alimentaire, très contraignant (**SAIDAL, 2010**).

Le traitement de la maladie cœliaque est uniquement diététique. Il consiste à un régime strict avec l'élimination totale du gluten de l'alimentation. Ce traitement est simple dans son principe mais difficile à mettre en œuvre compte tenu des contraintes sociales qu'il impose notamment après la première année de la vie, au fur et à mesure que l'enfant grandit. Il pose un problème dans les pays où l'alimentation est à base de céréales (**DENERY-PAPINI *et al.*, 2001 ; CEGARRA, 2006 ; SCHMITZ, 2007**).

Pour cela, la mise à disposition des farines et des produits sans gluten sur le marché devient une nécessité pour aider les personnes atteintes de la maladie cœliaque et aussi pour diminuer la dépendance vis-à-vis des marchés extérieurs et contribuer à la diminution de la fréquence et de la gravité de la maladie.

Par ailleurs, les produits diététiques du commerce destinés à cette tranche de population sont pour la plupart importés, onéreux, peu diversifiés, de texture et de goût peu apprécié (**BENATALLAH, 2009 ; SAFIR 2020**).

Dans ce contexte, notre travail consiste à la valorisation des produits de terroirs (fève et caroube) et l'amélioration de la situation alimentaire des malades cœliaques algériens,

Introduction

voire leur état nutritionnel, par la formulation des biscuits sans gluten à base de farine de fève améliorés qualitativement par la farine du caroube, pour répondre aux besoins exprimés et offrir un nouveau produit de qualité nutritionnelle meilleure.

En plus des légumineuses qui sont caractérisées à la fois par de fortes valeurs énergétique et nutritionnelle à cause de la teneur élevée en protéines de leurs graines (**DAGFINN *et al.*, 2011**), le caroube est une espèce agro-sylvopastorale ayant d'énormes intérêts socio-économiques et écologique considérables, ses gousses plus riches en sucre que la canne à sucre et la betterave sucrière, sont utilisées en industrie agroalimentaire comme aliment de bétail, pour la préparation de jus de fruits, de biscuit et de chocolat, comme substance de cacao, notamment comme anti-diarrhéique, leur richesse en fibres leur confère des vertus hypocholestérolémiantes et hypoglycémiantes ; les composés phénoliques qu'elles contiennent sont à l'origine de leur propriétés antioxydantes (**BINER *et al.*, 2007**).

Ce travail est constitué de trois parties, la première est réservée à la synthèse bibliographique relative à la maladie cœliaque et sa prévalence. Les légumineuses utilisées comme substituant au blé tendre, la farine de caroube utilisée pour l'amélioration de la qualité et à la technologie biscuitière, la deuxième partie décrit les analyses faites sur la matière première utilisée et le biscuit élaboré. La dernière partie quand a elle traite l'interprétation des résultats obtenus.

Chapitre I :

Synthèse

bibliographique

I-Maladie cœliaque et régime sans gluten

I-1- Maladie cœliaque

La maladie cœliaque (MC) ou intolérance au gluten, connue depuis des siècles, est une maladie auto-immune chronique fréquente, connue comme une entéropathie chronique à composante auto-immune induite par l'ingestion de nourritures contenant du gluten chez des sujets génétiquement prédisposés. Nous les appelons aussi : sprue non tropicale, sprue cœliaque ou entéropathie au gluten (**DENERY-PAPINI *et al.*, 2001; GUANDALINI et GUPTA, 2002 ; ANCELLIN *et al.*, 2004 ; CEGARRA, 2006 ; SCHMITZ, 2007**).

La maladie cœliaque est en pleine révolution et elle est considérée comme l'une des intolérances alimentaires les plus courantes. Des études montrent qu'entre 0,5 et 1 % de personnes dans le monde souffrent de la maladie cœliaque. C'est l'une des maladies gastro-intestinales les plus courantes dans les pays européens, avec une prévalence de plus de 3 %. Cette prévalence est faible en Afrique du Nord à 1 à 2 % et une situation particulière en Afrique Noire (**TALAL *et al.*, 1997; CLOT *et al.*, 2001 et DENERY-PAPINI *et al.*, 2001**).

En Algérie, il existe peu de travaux relatifs à la maladie cœliaque, pas de nouvelles statistiques, nous ne possédons pas encore de données actuelles sur l'ampleur de la maladie, mais selon les seules données à notre disposition qui sont celles de la prévalence moyenne calculé sur les trois villes (Khenchla, Guelma, Mila) est au moins 1.33% **BENATALLAH (2009)**.

Actuellement, le seul traitement scientifiquement prouvé pour la maladie cœliaque est basé sur la diététique, un régime 100 % sans gluten ou l'élimination totale de tous dérivés du blé, d'orge et de seigle. (**DENERY-PAPINI *et al.*, 2001; CEGARRA, 2006; SCHMITZ, 2007**).

I-2- Formes de la maladie

La maladie cœliaque peut survenir à tout âge. Elle est précoce avant cinq mois surtout si l'introduction du gluten dans l'alimentation est prématurée (**BOURILLON, 2000**).

Dans la plupart des cas, la "forme du nourrisson et du très jeune enfant" qui apparaît chez les sujets jeunes entre 6 mois et 2 ans, comme période de sevrage du lait maternel (**BOURILLON, 2000**). La "forme tardive de l'enfant" touche les enfants vers l'âge de 9

ans, et la " forme adulte" qui apparaît chez les sujets adultes entre 30 et 59 ans, les femmes plus tôt que les hommes.

Il y a Cinq phénotypes de la maladie qui sont identifiés (**KOUROUCHE et al., 2001**):

- **Classique** (représente 10-20 % des cas) (**LOUNES, 2020**) : Les lésions comprennent une atrophie villositaire ou subtotale de siège au moins proximale (duodénale ou duodéno-jéjunale) avec l'accroissement des lymphocytes intra-épithéliaux. Alors que le duodénum est toujours atteint de manière localisée parfois (lésion en plage) et lorsque l'iléon proximal et le jéjunum distal sont atteints présentant le tableau classique de la maladie (**SZAJEWSKA et al., 2012**).

- **Atypiques** : Ce sont les formes les plus fréquentes et consistent en des symptômes extra-digestifs ou digestifs mais non spécifiques tels que: constipation chronique, douleurs abdominales récurrentes, retard de croissance et anémie ferriprive réfractaire (**RAMPERTABSD, 2006, HUSBY et al., 2012**).

- **Silencieuse** : Cette forme se caractérise par des sérologies positives et une atrophie villositaire plus ou moins sévère (**ROSTOM et al., 2006**).

- **Latente** : Il s'agit de patients asymptomatiques, des sérologies positives isolées et une morphologie normale de la muqueuse intestinale, parfois seulement avec une proportion accrue de lymphocytes intraépithéliaux. Ce patient est porteur du gène HLA DQ2/DQ8 (antigène leucocytaire humain de classe II) (**POWELL, 2008**).

- **Réfractaire** : Dans ce cas, les personnes atteintes de la maladie cœliaque ne répondent pas à un régime sans gluten et sont sujettes à une duodéno-jéjuno-iléite ulcéreuse ou à un lymphome (**SCHMITZ et GARNIERLENGLINE, 2008**).

I-3- Régime sans gluten

Le traitement de la maladie cœliaque est basé sur une RSG à vie. Ce régime repose sur l'élimination de tous les aliments contenant le gluten qui est la fraction protéique de la farine de blé, de seigle et d'orge et les remplacent par des produits à base d'amidon de riz, de maïs ou de fécule de pomme de terre L'avoine, autrefois considérée comme toxique, peut être autorisée à la condition de ne pas être contaminée par d'autres céréales (**HAINES et ANDERSON, 2008**).

La dose « admissible » journalière de gluten n'est pas précisée et susceptible de changer d'une personne à l'autre. Mais elle est nécessairement très basse, en termes de l'ordre de plusieurs milligrammes de gluten (10 à 100 mg) par jour, qui peut être consommée sans risque (**HAINES et ANDERSON, 2008**).

La recherche suggère que le maintien à long terme d'un régime sans gluten peut avoir un effet bénéfique sur la qualité de vie des patients atteints de la maladie cœliaque au moment du dépistage, qui sont pour la plupart considérés comme asymptomatiques (**AKOBENG et THOMAS, 2008**). Le strict respect du RSG reste difficile, touchant moins de la moitié des sujets.

L'Algérie est l'un des pays qui sont qualifiés de type céréalier à blé (**FAO, 2009**), donc le gluten est présent dans de nombreuses préparations alimentaires algériennes. Cela peut entraîner des problèmes pour suivre un régime sans gluten.

I-4-Principes et objectifs du régime sans gluten

Le régime sans gluten est la base du traitement de la maladie cœliaque et il ne sera introduit qu'après un diagnostic clair. Le gluten est la fraction protéique de la farine de blé, de seigle et d'orge, ces céréales et leurs sous-produits doivent être éliminés de l'alimentation (**MATUCHANSKY et al., 2004**).

Les patients souffrant de déficit nutritionnel peuvent avoir besoin de suppléments de fer, de calcium ou de vitamines d'après (**JANATYINEN et al., 2002**). D'autre part, les produits laitiers devraient être évités dans les premiers mois en cas de pénurie secondaire de lactase. Après trois à six mois, il peut être recréé (**SRINIVASON et al., 1999 ; BAILLARGEON, 2006**).

Le régime sans gluten chez le cœliaque a deux objectifs : Il vise à corriger les anomalies cliniques, biologiques et historiques de la maladie et aussi à réduire le risque d'infection osseuse et tumorale à long terme, y compris le lymphome malin de l'intestin grêle (**MATUCHANSKY et al., 2004**).

I-5-Régime sans gluten et équilibre alimentaire

Selon plusieurs études, il est souhaitable de consacrer plus d'attention aux problèmes liés à la surveillance appropriée de la maladie cœliaque, non seulement la conformité au régime alimentaire, mais aussi l'équilibre alimentaire de l'alimentation elle-même

(THOMPSON, 2008). Une alimentation variée est la clé pour concilier un bon équilibre nutritionnel avec un régime sans gluten (SCHMITZ, 2007 ; SAFIR 2020).

Des alternatives aux produits contenant du gluten, telles que des quantités élevées de glucides, de protéines et de fibres, et davantage de vitamines et de minéraux, doivent être fournies en qualité et en quantité pour compenser les carences causées par la malabsorption intestinale. Dans le cas cette maladie, un régime sans gluten apporte tous les nutriments nécessaires à une alimentation équilibrée ; pour la plupart des adultes et des enfants, le régime alimentaire doit comprendre 2 à 4 fruits ; 3 à 5 variétés de légumes, 6 à 11 variétés de céréales sans gluten et 3 à 4 variétés de produits laitiers. Un régime qui comprend tous ces éléments aide à fournir des nutriments essentiels (THOMPSON, 2008).

I-6-Aliments autorisés et aliments interdits dans le régime sans gluten

Tous types de produits contenant du gluten ou des dérivés du blé, du seigle ou de l'orge sont éliminés de l'alimentation des sujets atteints de la maladie cœliaque. Donc, les aliments à base de la farine, tous types de farine, de seigle et d'orge comme les pâtes, le pain, les pâtisseries, aussi les aliments dans lesquels de la farine a été ajoutée comme charcuterie, condiments, plats cuisinés, conserves doivent être éliminés des plats quotidiens (**Annexe 01**).

Le maïs et le riz sont autorisés dans le régime sn gluten, donc la farine de blé et ses dérivés peuvent être remplacés par la farine de maïs (Maïzena) ou la farine de riz (SCHMITZ, 2007).

II- Légumes secs

II-1- Généralités

Les légumineuses sont une grande famille (*Fabaceae*) qui comprend des plantes ornementales, fourragères et alimentaires. Leurs graines sont comestibles et elles sont réparties en 3 groupes : les légumineuses (lentilles, pois cassés, pois chiches, fèves, haricots secs, etc.), les légumineuses à cosses (pois, haricots mungo, etc.) et les oléagineux (soja, arachide etc.) (CULLIS et KUNERT, 2017).

Les légumineuses sont intéressantes en raison de la présence de grandes quantités de protéines végétales, de fibres, de minéraux et de vitamines, et des valeurs faibles en matières grasses. Les espèces telles que l'haricots, les pois et les lentilles, sont riches en lysine, et dépourvues en acides aminés soufrés (DAGFINN A *et al.*, 2011).

Les études ont montré que les fibres contenues dans les légumineuses peuvent avoir un impact sur le cancer colorectal en le réduisant de 38 % (DAGFINN A *et al.*, 2011).

II-2-Composition et valeur nutritionnelle des légumes secs

Les légumineuses jouent un rôle vital dans la nutrition et l'économie. Leur importance dans l'alimentation est qu'elles sont riches en protéines (deux à trois fois plus que la plupart des céréales) (LIENER, 1962).

Les protéines des légumineuses, situées presque entièrement dans les cotylédons, sont constituées principalement d'albumine (10 à 20 %) et de globuline (60 à 90 %). La fraction albumine est généralement très hétérogène car elle regroupe la plupart des protéines qui ont des rôles physiologiques dans la graine. Elle se dissout dans l'eau et est facilement attaquée par les enzymes digestives. Les globulines ont une fonction de réserve. Leurs structures compactes expliquent leurs résistances aux enzymes digestives (LIENER, 1962).

Le profil en acides aminés contenus dans les protéines des légumineuses est opposé à celui des céréales. Ils sont généralement caractérisés par des niveaux élevés de lysine et des niveaux relativement faibles d'acides aminés soufrés. Ce défaut est plus prononcé dans le cas des pois et fèves que dans le cas des pois chiches (PIHLANTO et KORHONEN, 2003 ; THARANATHAN et MAHADEVAMMA, 2003 ; JACOBS et GALLAHER, 2004).

En plus d'être une source riche et moins chère en protéines, les légumes secs sont une excellente source de fibres, de glucides complexes, de vitamines (B9) et de minéraux (en particulier le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc), et de composés bioactifs (LIENER, 1962).

La composition chimique globale des légumineuses est résumée dans le **tableau 01**.

Tableau 01: Composition chimique (g/100g) de certaines légumineuses alimentaires

(SANJEEWA *et al.*, 2010; NDIFE *et al.*, 2011; ZHOU *et al.*, 2013).

Légumineuse	Nom scientifique	Protéines	Glucides	Lipides	Minéraux	Fibres
Fèverole	<i>Vicia faba</i>	26,12	58,29	1,53	3,08	25
Soja	<i>Glycine max L.</i>	36 - 39	30 - 36	10 - 19,9	2,5 - 4,9	6,5 - 9,3
Pois chiche	<i>Cicer arietinum</i>	19 - 27	60-64	6-7,6	2,48 – 3	17,4-22
Lentille	<i>Lens culinari</i>	25,8	60-62	1,06	2,67	30,5
Haricot	<i>Phaseolus Vulgaris</i>	21,6	62,36	1,42	3,6	15,2
Arachide	<i>Arachis Hypogaea</i>	20 - 26	14 - 16	40 - 49	2,33 - 3	8,5 – 10

II-3-Fève

La fève (*Vicia faba L*) est une plante herbacée annuelle diploïde (2n = 12 chromosomes) et partiellement allogénique. Il se compose d'organes végétaux et d'organes reproducteurs. Les organes végétatifs comprennent: les racines, les tiges et les feuilles, et les organes reproducteurs sont composés de fruits et de fleurs d'où proviennent les graines (WANG *et al.*, 2012).

La fève et la féverole sont des cultivars de la même variété, *Vicia faba L.*, originaire du sud de la mer Caspienne et semée dans de nombreux climats tempérés (DUPIN *et al.*, 1992 ; ABU-REIDAH *et al.*, 2017). La fève appartient à la tribu en décomposition. Ses dimensions conduisent à une subdivision en 3 sous-espèces en fonction de la taille des graines (NUESSLY *et al.*, 2004), qui sont :

- *Vicia faba* var. *minor* Beck et *Vicia faba* var. *equina* Pers, ou féveroles dont les graines sont respectivement de petite taille et de taille moyenne. Elles sont principalement cultivées pour l'alimentation animale ou comme engrais vert ;

- *Vicia faba* var. *major* Harz, ou fève proprement dite se distingue par la taille importante de ses graines. Elle est destinée à l'alimentation humaine.

En considérant les différences de comportement physiologique (résistance au froid) des fèves, il est possible de sélectionner des variétés adaptées aux conditions environnementales, dont on connaît deux types: les fèves de printemps et les fèves d'hiver (**BOYELDIEU, 1991**).

En Algérie, la fève a toujours été l'une des espèces les plus utilisées dans les montagnes, notamment à la Kabylie, pour l'alimentation humaine et animale. L'espèce a considérablement diminué depuis que l'alimentation du bétail a été développée. Plus récemment, une étude est menée sur la valeur nutritionnelle du haricot Sidi Aïch (wilaya de Bejaia) dans le but de l'intégrer dans l'alimentation des poulets de chair (**CHOUAKI, 2006**).

II-3-1-Composition et valeur nutritionnelle

Contrairement aux céréales, les graines de fèves sont riches en protéines de lysine et pauvres en méthionine, cystéine et tryptophane. Par conséquent, les légumineuses sont fréquemment présentes dans l'alimentation des humains et du bétail (**CREPON et al., 2010**).

Selon **LARRALDE et MARTINEZ (1991)**, la valeur nutritionnelle des fèves est attribuée à sa teneur élevée en protéines (25% à 35%), dont la plupart sont des globulines (60%), des albumines (20 %), des glutélines (15 %) et des prolamines.

Les fèves sont également une source de glucides (50% à 60% d'amidon), des minéraux (leur teneur varie de 1% à 3,5%, particulièrement le calcium et le fer), des fibres (7%) et des vitamines (la teneur en tocophérol, niacine et l'acide folique est plus élevée, tandis que la teneur en vitamines hydrosolubles telles que la vitamine C et la riboflavine est plus faible). En revanche, la proportion de lipides est plus faible (1% à 2,5%) et elle est particulièrement riche en acides gras linoléiques (**LARRALDE et MARTINEZ, 1991**).

La fève est une source d'énergie considérable, 344 kcal/100 g, et peut remplacer efficacement les protéines animales dans les pays pauvres (**CHAIEB et al., 2011**). Cependant, **KÖPKE et NEMECEK** rapportent que les graines de féverole contiennent des antinutriments

tels que: les tanins qui réduisent la digestibilité des protéines, et les dérivés de vicine et de convicine qui provoquent une acidophilie uniquement chez les personnes présentant une carence en glucose 6-phosphate déshydrogénase sanguine. La plupart de ces substances sont éliminées par cuisson ou simple trempage, mais aussi par traitement physico-chimique ou sélection de nouvelles variétés à faible teneur en composés antinutritionnels (**CREPON *et al.*, 2010**).

III- Caroube et amélioration de la qualité

III -1-Présentation de caroubier

III-1-1- Taxonomie

L'Origine du mot "caroube" en arabe el kharroube. Le nom scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua* L. est dérivé du grec *Keras* (corne) et du latin *siliqua*, signifiant silique ou gousse, impliquant la fermeté et la forme du fruit (BERROUGUI, 2007 ; BATTEL et TOUS, 1997). Le genre *Ceratonia* appartient aux *Fabaceae* la famille des légumineuses, Rosales, sous-famille *Caesalpinioideae* (Tableau 02) (QUEZEL et SANTA, 1962 ; BERROUGUI, 2007).

Tableau 02: Classification du genre *Ceratonia* (SBAY, 2008).

Règne	Plantae
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliosida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Rosales</i>
Famille	<i>Legumineuses</i>
Sous-famille	<i>Caesalpinioideae</i>
Sous-tribu	<i>Ceratoniiinae</i>
Genre	<i>Ceratonia</i>

III-2-Origine et répartition géographique

III-2-1-Origine de caroubier

L'arbre caroubier (Figure 01) est essentiellement méditerranéen, il a une importance écologique, industrielle ornemental indiscutable. L'origine de caroubier semble être du Moyen-Orient (Syrie, Turquie), est domestiqué depuis 4000 ans avant J.C et sa culture extensive date au moins de 2000 ans avant J.-C (BINER *et al.*, 2007). La culture du Caroubier est connue depuis les égyptiens au XVème siècle avant J.-C. La farine du fruit a été utilisée même par les pharaons pour rigidifier les bandelettes des mamies (XVIIe siècle avant J.C) (BINER *et al.*, 2007).



Figure 01: Le Caroubier (SBAY, 2008).

III-2-2-Répartition géographique

- **Internationale**

Le caroubier est étendu à l'état naturel principalement en Turquie, Chypre, Liban, Syrie, Palestine, Sud de Jordanie, Egypte, Arabie Saoudite, Tunisie et Libye avant d'atteindre la Méditerranée occidentale (SBAY et ABOUROUH, 2006 ,VALVILOV, 1951). Il a été dispersé par les Grecs en Grèce et en Italie par les Arabes le long de la côte nord de l'Afrique, au sud à l'est de l'Espagne (Figure02). Dès lors, il a été diffusé dans le sud du Portugal et dans le sud-est de la France (BATTLE et TOUS, 1997).

Le caroubier est introduit avec succès dans de nombreux autres pays au climat chaud et semi-aride, principalement aux États-Unis (Floride et Californie), en Australie, en Argentine, en Arizona, au Chili, au Mexique et en Afrique du Sud. En général, la répartition des espèces d'arbres comme *C. Siliqua* est limitée par le stress dû au froid (MITRAKOS, 1981).

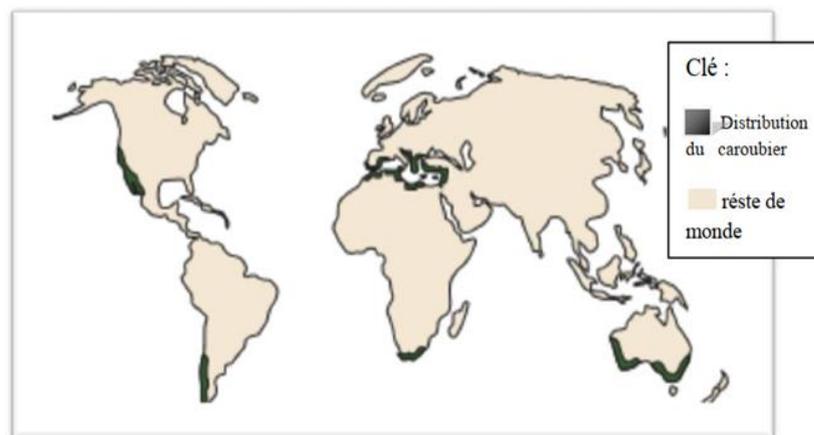


Figure 02: Distribution du caroubier dans le monde (BATTLE et TOUS, 1997).

- **Nationale**

En Algérie, le caroubier est souvent cultivé dans l'Atlas saharien et il est très répandu localement (QUEZEL et SANTA, 1962). Ses lieux de prédilection sont les collines ensoleillées du littoral ou zones côtières: Grande-Kabylie et Oued-Isser, Monts d'Oran et versants de Mostaganem au sol chaud semi-aride, Mitidja et vallées intérieures. Elles descendent jusqu'à Boussaâda, dans la région de Tralas au nord de Tlemcen (ARNH, 2004).

III-3-Composition chimique de la poudre de caroube

III-3-1-Composition chimique brute et valeur calorique

La poudre de caroube est classée parmi les meilleures sources en protéines (source animale et végétale) et considérée comme un complément alimentaire dans diverses cultures et elle est consommée pour sa délicatesse et sa comestibilité (tableau 03) (DAKIA, 2007).

Tableau 03 : Valeurs moyennes de la composition chimique brute et de la valeur calorique la poudre de caroube (YOUSIF et ALGHAZAWI, 2000; BERROUGUI, 2007).

Composition chimique et valeurs caloriques	%
Humidité	5,29
Protéine	6,34
Cendre	3,16
Fibre brute	7,30
Glucides	75,92
Gras brute	1,99
Valeur calorifique Kcal. /100 g.	346,95

III-3-2-Teneur en éléments minéraux:

Les données relatives aux valeurs moyennes de la teneur en métaux de la poudre de caroube sont fournies dans le **tableau04**.

Tableau 04: Valeurs moyennes de la teneur en minéraux de la poudre de caroube (mg/kg) (AYAZ *et al.*, 2007 ; AYAZ *et al.*, 2009).

Minéraux	mg/kg
Mn	10,24
Zn	24,71
Fe	381,80
Cu	4,84
Se	9,79
Ca	2123
Na	505,97
K	8637,64
P	2255,21
S	17 577,80

Ces données montrent que la poudre de caroube est considérée comme une source riche en Fe, Ca, Na, K, P et S. Les oligo-éléments Cu, Zn agissent comme des cofacteurs d'enzymes antioxydants pour défendre le corps contre les radicaux libres de l'oxygène produit lors du stress oxydatif (AYAZ *et al.*, 2007 ; AYAZ *et al.*, 2009).

III-3-3-Teneur en Vitamines

Les données citées dans le **tableau05** représentent la valeur moyenne de la teneur en vitamines de la farine de caroube. Les données montrent que la farine de caroube est une bonne source de vitamines E, D, C, de niacine, de B6 et d'acide folique par contre elle contient moins de vitamine A, B2 et B12.

Tableau 05: Valeurs moyennes de la teneur en vitamines de la poudre de caroube (OWEN *et al.*, 2003 ; AYAZ *et al.*, 2007).

Vitamines	Unités
Vitamines liposolubles	µg/100 g
A	1 407
E	5 377
D	4,9
Vitamines hydrosolubles	mg/100 g
C	830,08
B2	0,38
Niacine	185.68
B6	23,80
Acide folique	41,97
B12	1,30

III-3-4-Teneurs en composés phénoliques:

La teneur en composés phénoliques de la poudre de caroube est indiquée dans le **tableau 06**. Les données montrent que la farine de caroube est constituée de 11 composés phénoliques. Les valeurs les plus élevées sont trouvées pour le pyrogallol, le catéchol, l'acide chlorogénique et l'acide protocatéchinique, tandis que les valeurs les plus basses concernent les composés phénoliques : la coumarine, l'acide cinnamique, l'acide férulique, l'acide gallique et de l'acide vanillique.

L'acide chlorogénique et l'acide caféique sont des antioxydants qui inhibent la formation de composés N-nitroso mutagènes et cancérigènes in vitro (**HAN *et al.*, 2007**).

De plus, certains acides phénoliques (acide caféique, acide férulique, acide gallique et acide protocatéchinique) aident à combattre divers types de cancer, notamment le cancer du sein, du poumon et de l'estomac (**KUMAZAWA *et al.*, 2002**).

Tableau 06: Teneur en composés phénoliques de la poudre de caroube (ppm)
(OWEN *et al.*, 2003; AYAZ *et al.*, 2007).

Composés phénoliques	Ppm
Acide gallique	10,21
Pyrogallol	4970,18
Protocatéchine	79,47
Chlorogénique	101,09
Catéchine	27,97
Catéchol	164,67
Cannelle	7,78
Caféine	48,23
Vanillique	13,92
Férulique	10,17
Coumarine	4,49

III-3-5-Composition physicochimique

III-3-5-1-Teneur en lipides, protéines et amidon

La pulpe et les graines de la caroube sont les deux composants principaux de la gousse de caroube, représentant respectivement 90% et 10% de son poids total. Selon plusieurs auteurs, la composition chimique de la pulpe dépend souvent de la variété, de l'origine et parfois du moment de la récolte (ORPHANOS et PAPACONSTANTINO, 1969 ; VARDAR *et al.*, 1972 ; CALIXTO et CANELLAS, 1982 ; ALBANELL *et al.*, 1991).

D'après les travaux d'AVALLONE *et al.*, (1997); BENGOCHEA *et al.*, (2008), les gousses de caroube sont riches en glucides (40 %), d'amidon (35 %) et en fibres, avec de petites quantités de protéines (7 %) et une teneur négligeable en lipides.

III-4-Domains d'utilisation

Le caroubier est cultivé depuis longtemps à des fins diverses. Ses fruits sont comestibles et sucrés. La pulpe sucrée des caroubes est utilisée depuis longtemps comme aliment pour le bétail avec d'autres aliments tels que la farine d'orge (AIT CHITT *et al.*, 2007).

Chapitre I: Synthèse bibliographique

Les recherches de (**LIZARDO *et al.*, 2002**), montrent qu'il est utile d'inclure la poudre du caroube dans l'alimentation pour soutenir l'apport post-sevrage, la croissance et la santé.

Deux produits principaux sont obtenus à partir des caroubiers :

La farine à base de pulpe (**Annexe 02**) est utilisée comme ingrédient dans certains aliments, tels que les gâteaux, les bonbons, les glaces, les boissons (**NAS, 1979; BERROUGUI, 2007**). De plus, elle est utilisée comme substitut du cacao dans la production de chocolat car elle contient moins de calories et ne contient ni caféine ni théobromine (**CRAIG et NGUYEN, 1984**). Une étude récente menée par **SANCHEZ *et al.*, (2010)** montre que les gousses de caroube sont une matière première appropriée pour la production de bioéthanol en raison de leur teneur élevée en sucre (50 %) et de leur facilité d'extraction **LIZARDO *et al.*, (2002)**. Des études démontrent que la farine de caroube a un effet positif sur les performances et la santé dans l'alimentation des animaux. De plus, elle joue un rôle efficace dans l'élimination des parasites intestinaux (**MIN et HART, 2003**) et le traitement de la diarrhée infantile aigue (**SERAIRI-BEJI *et al.*, 2000**).

La gomme extraite de l'endosperme blanc translucide des graines est utilisée pour Industries agroalimentaires et pharmaceutiques (principalement pour le traitement de la diarrhée), cinématographiques, Textiles et Cosmétiques (**SBAY, 2008**).

IV- Technologie biscuitière

IV-1- Définition

L'origine du mot biscuit est "Bis-Cuit", qui signifie double cuisson. Au départ, un biscuit est un gâteau qu'il faut cuire puis l'évaporation de l'humidité se fait dans un compartiment au-dessus du four ou par les allées du four (**KIGER et KIGER, 1967 ; MENARD *et al.*, 1992**). La méthode de double cuisson n'est plus pratiquée dans les biscuits, et le mot biscuits s'entend plus précisément par "cuits" (**KIGER et KIGER, 1967**).

Ce biscuit est défini comme suit : « Il s'agit d'un produit alimentaire à base de farines, d'édulcorants, de matières grasses et de tous autres produits alimentaires, parfums et arômes autorisés susceptibles de conserver leur qualité après cuisson. A usage organoleptique et commercial pour plus d'un mois, éventuellement plus d'un an (biscuits secs) ou un temps limité, en fonction d'un flux régulier assez rapide (pâtisserie industrielle) » (**KIGER et KIGER, 1967; MOHTEDJI-LAMBALAIS, 1989**).

IV-2- Classification des biscuits

Des classifications officielles n'existent pas à cause de la grande variété des productions et les divers composants pouvant être dans les différentes fabrications.

Toutefois, une classification basée sur la consistance de la pâte avant cuisson peut être envisagée (**KIGER et KIGER, 1967, MOHTEDJI-LAMBALAIS, 1989 ; FEILLET, 2000**):

-Pâtes dures ou mi-dures de type biscuits secs sucrés et salés: snacks, sablés, casse-croûte, etc. Il s'agit d'une production sans œufs et qui représente environ 60 % de la consommation de biscuits.

-Pâte molle est utilisée dans les pâtisseries industrielles (à ne pas confondre avec les pâtisseries fraîches). Il s'agit de biscuits secs comme les biscuits croustillants, la langue de chat et les biscuits moelleux comme les génoises, les madeleines, les cakes, les macarons. La particularité de ces biscuits est qu'ils sont riches en œufs et en matières grasses. Ils représentent environ 26,5 % de la consommation.

-Pâte avec concentration importante en lait ou pâtes riches en humidité et faibles en matières grasses. Ce sont des pâtes à gaufrettes (10.5 % de la consommation) (SOULEF, 2010).

Plusieurs facteurs influent sur la qualité d'un biscuit, tels que : la qualité et le niveau des ingrédients utilisés, les conditions de fabrication comme le pétrissage, le repos et le façonnage de la pâte, et enfin la cuisson et le refroidissement du biscuit (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998b ; MANOHAR et RAO, 2002).

IV-3-Principaux ingrédients et leurs effets

Les principaux ingrédients dans la fabrication des biscuits sont: la farine, l'eau, le sucre et la graisse. En faisant varier les proportions de ces composants, diverses formes et textures peuvent être produites (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998a ; CHEVALLIER *et al.*, 1999 ; FEILLET, 2000).

Les cadences élevées des lignes de production de biscuits d'aujourd'hui limitent fortement les ajustements dans le processus de production. Par conséquent, ces contraintes reposent de plus en plus sur le choix des matières premières utilisées, ce qui oblige celui-ci à être de plus en plus régulier (THARRAULT, 1997). Les normes de qualité du produit fabriqué sont respectées, et donc la productibilité de la ligne dépend de cette régularité. Plusieurs auteurs ont tenté de décrire l'effet des ingrédients de la pâte et l'effet de l'équilibre de la formulation sur la structure finale du produit (MANOHAR et RAO, 1997 ; MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998a ; MANOHAR et RAO, 1999a ; 1999b).

IV-3-1-Farine

Malgré la grande variété de produits de biscuiterie, la farine reste la principale matière première de l'industrie. D'une manière générale, la farine de blé est la plus couramment utilisée pour faire des biscuits. Certains facteurs intrinsèques de la farine, comme les protéines, ont un impact qualitatif sur la qualité du produit fini, la teneur en protéines doit donc être comprise entre 7,5 % et 10 % (MENAR *et al.*, 1992).

IV-3-2-Sucre

Les substances sucrées représentent 20 à 35 % du poids de la matière première des biscuits. Les édulcorants les plus couramment utilisés sont: le saccharose et le glucose. Dans

les biscuits, les édulcorants agissent comme conservateurs, aromatisants et colorants. Ils aident à retarder le rancissement des graisses (**FEILLET, 2000**).

IV-3-3-Matière grasse

Dans les biscuits, la matière grasse utilisée est généralement d'origine végétale (huile de palme). La teneur en matières grasses dépend du type de biscuit fabriqué. Elle présente plusieurs rôles:

- Plastifiants: Chaque matière grasse a sa plasticité particulière.

- Apport structurel: Le corps gras préalablement émulsionné contient de l'eau et de l'air sous forme d'inclusions qui se vaporisent sous l'action de la chaleur et forment des vacuoles. La formation de cette cellule favorise la fermentation de la levure ajoutée aux biscuits, donnant au produit fini sa structure cellulaire.

- Agent thermique: La graisse a la conductivité thermique la plus élevée de toutes les matières premières. Elle agit comme un très bon agent de transfert de chaleur lors de la cuisson des produits (**MOHTEDJI-LAMBALAIS, 1989 ; FEILLET, 2000**).

IV-3-4-Eau

L'eau est un facteur important dans les comportements rhéologiques de la pâte, qui s'hydrate, s'agrège, se colle, dilate tous les granules d'amidon de la farine et facilite les réactions entre la farine et les autres composants de la pâte. L'eau est nécessaire à la dissolution des ingrédients, à l'hydratation des protéines et au développement du réseau de gluten (**SOFIA, 2016**).

Toute augmentation de la teneur en eau modifie les modules élastiques et visqueux et réduit la viscosité. S'il y a très peu d'eau, la pâte deviendra cassante en raison de la déshydratation rapide de la surface (**FUSTIER, 2006**).

IV-3-5-Autres ingrédients

IV-3-5-1-Lait

Dans certaines recettes de biscuits, le lait peut remplacer l'eau. Il humidifie la pâte, améliore sa structure et sa texture, stimule les saveurs obtenues dans les biscuits, accélère leur cuisson, et produit une couleur notable (présence de lactose).

Généralement dans l'industrie, l'utilisation du lait en poudre est souhaitée. C'est un produit nutritionnellement riche et équilibré. Il contient des substances albuminées (caséine), des substances grasses, des substances sucrées (lactose) et des minéraux (**COUTOULY et al., 1998**).

IV-3-5-2-Sel

C'est du Chlorure de Sodium (NaCl) indiqué pour la cuisson, il se dissout dans quasiment n'importe quel liquide, son rôle est de:

- Accélérer le ramollissement de la croûte
- Jouer un rôle important dans la préservation des ingrédients et la protection des aliments (**KIGER et KIGER, 1967**).

IV-3-5-3-Arômes vanilles

C'est l'arôme de l'industrie alimentaire et a une couleur brune rougeâtre foncée, présentant une odeur agréable en raison du parfum qu'il dégage et un bon goût du produit fini (**KIGER et KIGER, 1967**).

IV-4-Pâtes biscuitières et Cuisson

IV-4-1-Formation de la pâte

La pâte est un produit intermédiaire entre la farine et les biscuits dont la qualité dépend du succès industriel éventuel. En effet, la rhéologie de la pâte est assez importante dans la fabrication des biscuits, la pâte doit être suffisamment cohésive pour former/façonner, et non collante. Par conséquent, afin d'obtenir une pâte à biscuits de bonne qualité, il est important de connaître et de maîtriser toutes les étapes du processus de fabrication à savoir la recette, le pétrissage, le roulage et enfin la cuisson. Par conséquent, l'usinabilité de la pâte à biscuits pétrie dépend du processus de découpe en biscuits et de livraison au système de cuisson (**ASSIFAOU, 2006**).

Le pétrissage permet de bien mélanger la farine et les autres ingrédients. Le pétrissage, parfois le malaxage, est utilisé pour développer un produit aux propriétés souhaitables, non pour assurer l'uniformité, mais un pétrissage excessif peut endommager la pâte (**ASSIFAOU, 2006**).

IV-4-2-Cuisson

La cuisson est un processus au cours duquel se produisent de multiples réactions biochimiques et physicochimiques complexes: dénaturation des protéines, gélatinisation partielle de l'amidon, expansion de la pâte et dilatation thermique des gaz, évaporation de l'humidité et formation de couleur. (Réaction de Maillard) (MENARD, 1992 ; CHEVALLIER *et al.*, 1999 ; CHEVALLIER *et al.*, 2002).

Les changements chimiques et rhéologiques des biscuits sont décrits comme étant étroitement liés à la température et au temps de cuisson (THORVALDSON *et al.*, 1999). Ainsi, selon le type de biscuit, le temps de cuisson peut varier de 6 à 10 minutes, et la température de cuisson varie entre 180 et 220°C (MANLEY, 1998).

D'un point de vue physique, le processus de cuisson implique le transfert de substances et de chaleur. La perte de masse des biscuits lors de la cuisson est principalement due à l'évaporation de l'eau initialement contenue dans la pâte, ce qui explique que la cinétique de perte de masse du produit soit souvent assimilée à sa cinétique de perte d'eau (KAISER, 1974). Cela dépend des propriétés intrinsèques du biscuit et de facteurs externes tels que la température, l'humidité et la vitesse de l'air dans le four (SAVOYE *et al.*, 1992).

IV-5-Critères d'évaluation de la qualité du biscuit

Dans les procédés industriels, notamment la biscuiterie, la productibilité d'une ligne de production dépend du respect des normes de qualité du produit fabriqué. Pour un cookie, il s'agit de respecter des contraintes de taille, de poids, de couleur, de goût et de texture (HAOUA et TINGALI, 2007).

IV-5-1-Texture

Il joue un rôle important dans l'évaluation qualitative des biscuits secs par les consommateurs. C'est aussi un indicateur de fraîcheur du produit. Des mesures simples telles que la taille, la teneur en humidité ou la densité apparente (densité) peuvent initialement fournir des informations satisfaisantes sur les propriétés texturales des biscuits secs. Ainsi, les produits aérés correspondent à des textures qualifiées de « friables » (THARRAULT, 1997).

De plus, les propriétés texturales des biscuits secs peuvent être directement caractérisées. Ainsi, lorsqu'une contrainte mécanique est appliquée dans une direction donnée, une déformation transitoire et irréversible peut conduire à une rupture partielle ou totale de

l'échantillon. Plusieurs méthodes et types de contraintes mécaniques ont été utilisés. La pénétration conique est l'une des méthodes mécaniques pour obtenir une recompression, éventuellement en combinaison avec le cisaillement, qui peut enregistrer les courbes force-déplacement et calculer les paramètres de texture en déterminant le nombre et l'amplitude des pics (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998a ; LAHLOU, 1999 ; THARRAULT, 1997).

IV-5-2-Couleur

C'est le facteur déterminant qui définit la qualité de tout aliment, il est l'un des caractéristiques que le consommateur remarque immédiatement lorsqu'ils affectent les impressions sensorielles subjectives (LARA *et al.*, 2011).

IV-5-3-Goût, flaveur et arôme

Les attributs gustatifs sont le salé, le sucré, l'amer et l'acide. Composants aromatiques volatils produits par les effets de la chaleur, de l'oxydation et de l'activité non enzymatique sur les protéines, graisses et glucides (FELLOWS, 2000).

Chapitre II :

Partie expérimentale

I-2- Préparation du matériel végétal

I-1-1-Fève

Légume sec utilisé (fève) qui est mis à notre disposition par la CCLS de Bouira est de variété Aguadulce, de couleur marron foncée et de forme aplatie (**Figure 03**).



Figure 03: Fève (Aguadulce) (originale).

I-1-1-1- Préparation de farine

Le **tableau 07** résume les différentes opérations de préparation de la farine de fève.

Tableau 07: Différentes opérations de préparation des farines de fève.

Etape de transformation	Principe
Triage manuel	- Effectué manuellement pour éliminer les matières étrangères, grains endommagés
Décorticage	- Notamment les graines de fève ont subi un décorticage manuel à l'aide d'un pilon.
Broyage	- Cette opération a pour but de réduire les grains en particules de plus en plus fines. - Le broyage est réalisé à l'aide d'un broyeur traditionnel
Tamissage et conditionnement	- Cette opération a pour but la séparation de la fraction utilisable (farine) de celle non utilisable (enveloppes). - Le tamissage est réalisé à l'aide d'un tamis traditionnel. - Les farines obtenues sont conditionnées dans des bocaux en verre et stockées à 4°C.

La **figure 04** montre l'aspect de la farine de fève obtenue:



Figure 04: Farine de fève (originale).

I-1-2- Caroube

La caroube utilisée de type commercialisé d'une couleur marron chocolat (**Figure 05**).



Figure 05: Fruit du caroube « el kharroube ».

I-1-2-1- Préparation de farine

Les résultats obtenus sont montrés dans **la figure 06**.

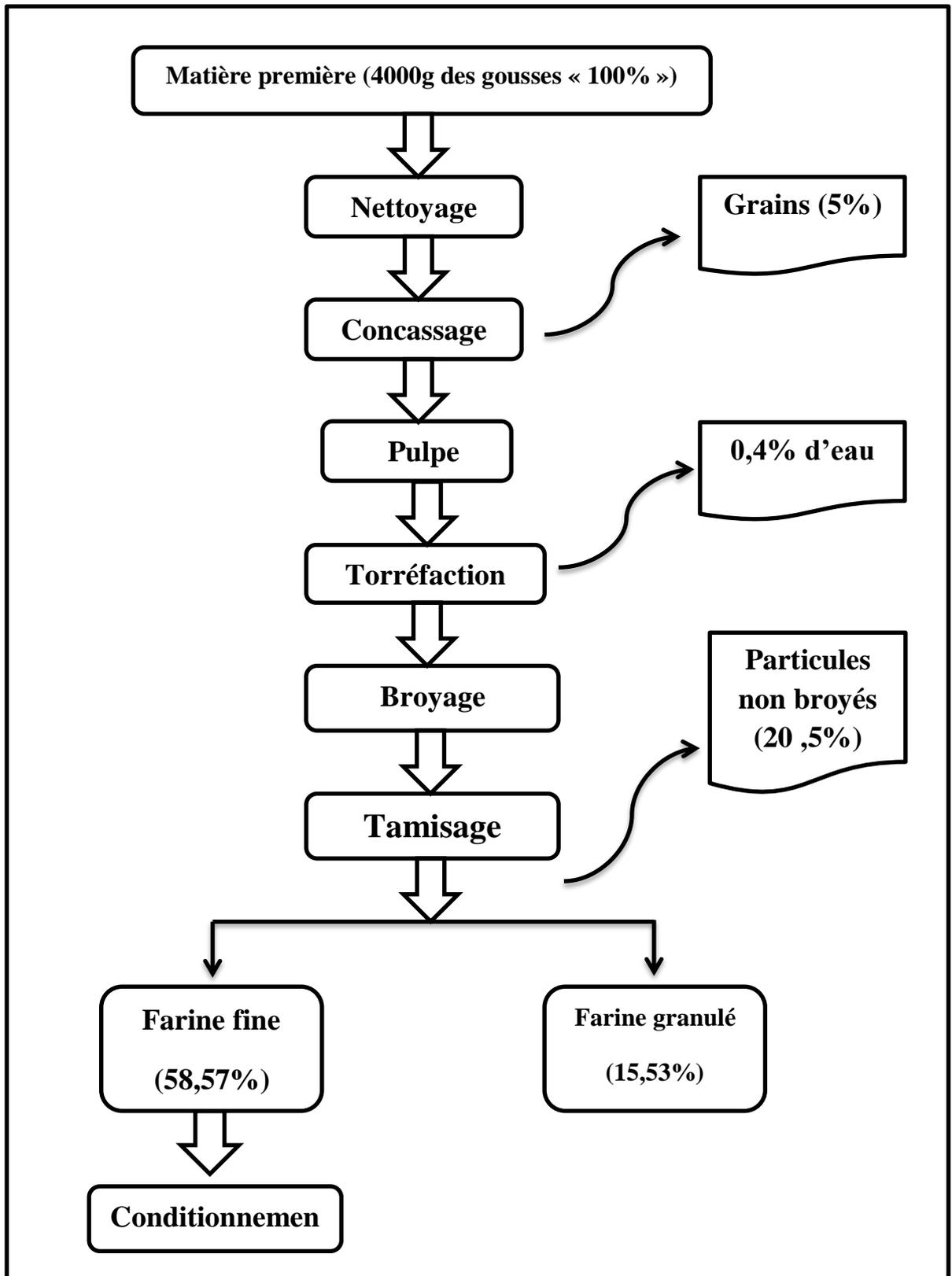


Figure 06: Résultats des traitements des gousses du caroube.

L'aspect de la farine du caroube après traitement est donné dans la **figure 07**.



Figure 07: Farine du caroube (FC) (originale).

I-2- Méthodes d'analyses physico-chimiques

I-2-1- Le pH

➤ Principe

La détermination du pH, est réalisée à l'aide d'un pH-mètre.

➤ Mode opératoire

1. Peser 5g de produit (farine de fève et du caroube) à analyser dans un bécher rempli d'eau distillée jusqu'à 50 ml.
2. Agiter pour homogénéiser le mélange.
3. Avant de mesurer le pH de produit, il faut étalonner l'appareil.
4. Une fois le pH-mètre équilibré, introduire l'électrode dans le bécher contenant le produit.

➤ Expression des résultats

Lire directement le résultat sur l'écran du pH-mètre.

I-2-2- Humidité

➤ Principe

La teneur en eau des produits broyés est déterminée par séchage dans une étuve réglée à 103°C pendant une heure et demie sur 5 grammes de produit (**Norme ISO721-1979**).

➤ Mode opératoire

1. Lavage des creusets avec de l'eau distillée.
2. Sécher les creusets à l'étuve durant 15 minutes à 103 °C.
3. Refroidir les creusets dans le dessiccateur 30 à 45 min.
4. Dans une balance analytique, peser le bécher vide.
5. Peser dans les creusets 5 g de produit à analyser.
6. Introduire les creusets contenant la prise d'essai dans une étuve réglée à 103 °C, laisser séjourner une heure et demie.
7. Retirer rapidement les creusets de l'étuve et les placer dans le dessiccateur pendant 30 à 45 min pour refroidir, ensuite les peser

➤ Expression des résultats

$$H\% = (M1 - M2) / (M1 - M0) \times 100$$

Où :

H% : L'humidité

M0 : Masse en gramme de bécher vide.

M1 : Masse en gramme de bécher + la prise d'essai avant étuvage.

M2 : Masse en gramme de bécher + la prise d'essai après étuvage.

I-2-3- Dosage des lipides totaux

➤ Principe

L'échantillon sec est extrait à l'aide de l'éthanol avec un appareil de type Soxhlet, le solvant est évaporé, l'échantillon est séché et pesé (AFNOR, 1991).

➤ Mode opératoire

1. Sécher un ballon de 500 ml à 150°C pendant 1h, refroidir au dessiccateur pendant 30min, puis peser.

2. Peser 10 g de produit dans la cartouche du Soxhlet et placer à l'intérieur de l'extracteur.
3. Verser 200 ml d'éthanol dans le ballon et 50 ml dans le compartiment et cartouche.
4. Le ballon est ensuite chauffé pendant 7 h.
5. Le solvant est éliminé du ballon par distillation.
6. Le résidu du ballon est séché dans une étuve à 80°C, après refroidissement au dessiccateur pendant 30 min.
7. Le ballon contenant les lipides est pesé.

➤ Expression des résultats

Le taux de la matière grasse est calculé par la formule suivante :

$$\text{MG (\%)} = ((\text{P2} - \text{P1}) / \text{ME}) \times 100$$

Où :

P1 : poids du ballon vide (g).

P2 : poids du ballon après évaporation (g).

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

MG : taux de la matière grasse (%).

100 : pour exprimer le pourcentage.

I-2-4- Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines totales est réalisé par la détermination de l'azote total selon la méthode de **KJELDAHL (AFNOR, 1991)**. Le coefficient de conversion de l'azote total en protéines est de 6,25 pour les légumes sec.

Le principe de la méthode consiste à une minéralisation à chaud de la matière organique par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur, une alcalinisation des produits de la réaction (sulfate d'ammonium) par la lessive de soude concentrée, une fixation de l'ammoniac entraîné par la vapeur par l'acide borique et une titration par l'acide sulfurique.

Chapitre II : Partie expérimentale

La méthode comporte les étapes suivantes :

- **La minéralisation**

Sous l'effet de la chaleur, l'acide sulfurique concentré (95 %, $d = 1.83$) en présence de catalyseur oxyde et détruit la matière organique, l'azote organique est transformé en sulfate d'ammonium.

- **La distillation**

Le minéralisât est alcalinisé par la soude NaOH (10N) et l'ammoniac est libéré de son sel.

Au cours de la distillation, les molécules d'ammoniac (NH_3) libérés sont entraînées par la vapeur et fixées dans une solution de volume connu d'acide borique (4 %).

- **La titration**

Le distillat récupéré est titré par l'acide sulfurique (0,01 N) en présence d'un indicateur coloré (rouge de méthyle). Le titrage soit complet au virage de la couleur du jaune au rose.

La teneur en azote total (N) est exprimée en g pour 100g de produit humide :

$$N = (A \times V / pe) \times 100$$

Où :

A : quantité d'azote en gramme neutralisée par 1 ml de solution de H_2SO_4 à 0.01 et est égale à 0,0014g.

V : volume en ml de H_2SO_4 versé à la titration.

pe: prise d'essai en gramme.

La teneur en protéines (P) est exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche :

$$P = (N \times K / 100 - H) \times 100$$

Où :

N : teneur en azote en % du produit.

K : coefficient de conversion de l'azote en protéines.

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

I-2-5-Cendres

La teneur en cendres de la poudre de caroube a été déterminée selon la méthode officielle **AOAC 972.15 (AOAC, 2006)**:

1. Peser 5g de poudre de caroube dans des creusets en porcelaine préchauffés.
2. Les creusets sont ensuite placés dans un four à moufle contrôlé et préchauffé à 550°C pendant 4h.
3. Les creusets ont été refroidis dans un dessiccateur, avant d'être pesés.

Le pourcentage de teneur en cendres a été déterminé selon la formule suivante:

$$C = Ri \times \frac{100}{pe} \times \frac{100}{(100 - H)}$$

- **Ri** : résidu après incinération en g ;
- **Pe** : prise d'essai de l'échantillon humide en g ;
- **H** : humidité de l'échantillon en % de la masse humide.

I-2-6-Teneur en glucides totaux

La teneur en glucides totaux "G" en g pour 100 g de produit sec est calculée par différence (**Alain Rerat, 1956**):

$$G = 100 - (H + C + P + L)$$

H : teneur en humidité (en % de produit sec) ;

C : teneur en cendres (en % de produit sec) ;

P : teneur en protéines totales (en % de produit sec) ;

L : teneur en lipides totaux (en % de produit sec).

I-3- Produit élaboré

I-3-1- Présentation du produit élaboré

Le produit élaboré est une forme de cookies sans gluten à base de farine de fève amélioré par la farine du caroube. Les ingrédients additionnés dans la formulation de la recette sont exemptes de gluten:

➤ **Sucre**

Le sucre employé est acheté du marché. C'est un sucre blanc cristallisé vendu sous le nom de "Skor" de la société "CEVITAL", Bejaïa.

➤ **Matière grasse**

La matière grasse est une margarine végétale de la marque Labelle fabriquée par le groupe LABELLE la zone d'activité nouvelle ville Dar El Beida Alger.

➤ **Levure chimique**

La levure chimique est de marque Nouara produite par groupe SIPADES.

➤ **Amandes**

Leurs valeurs nutritionnelles est très importantes.

I-3-2- Etapes d'élaboration du biscuit

La préparation est réalisée manuellement selon les étapes suivantes :

1. Crémage

- Cette étape consiste à fouetter le sucre et la margarine et à l'aide d'un batteur électrique jusqu'à l'obtention d'une texture de pommade.
- Ajouter l'œuf et le zeste de citron puis mélanger de nouveau.

2. Pétrissage

- Ajouter les autres ingrédients (farine de fève et farine du caroube, levure chimique).
- Mélanger bien jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.
- Ajouter les morceaux d'amande, et mélanger pour bien les incorporer et former une belle boule de pâte.

3. Mise en forme

- Former des boules de notre pâte.
- Répartir les boules sur une plaque recouverte d'un papier cuisson.
- Aplater chaque boule de pâte pour obtenir un disque de 1cm d'épaisseur à l'aide du dos d'une cuillère.
- Laisser de la place entre les cookies pour ne pas adhérer lors de la cuisson.

4. Cuisson

- Enfourner les cookies pendant environ 13 min à 180°C.
- Refroidir les cookies à une température ambiante avant de les manipuler et les déguster.

La figure 08 montre le diagramme d'élaboration des cookies sans gluten à base de farine de fève améliorés par la farine du caroube.

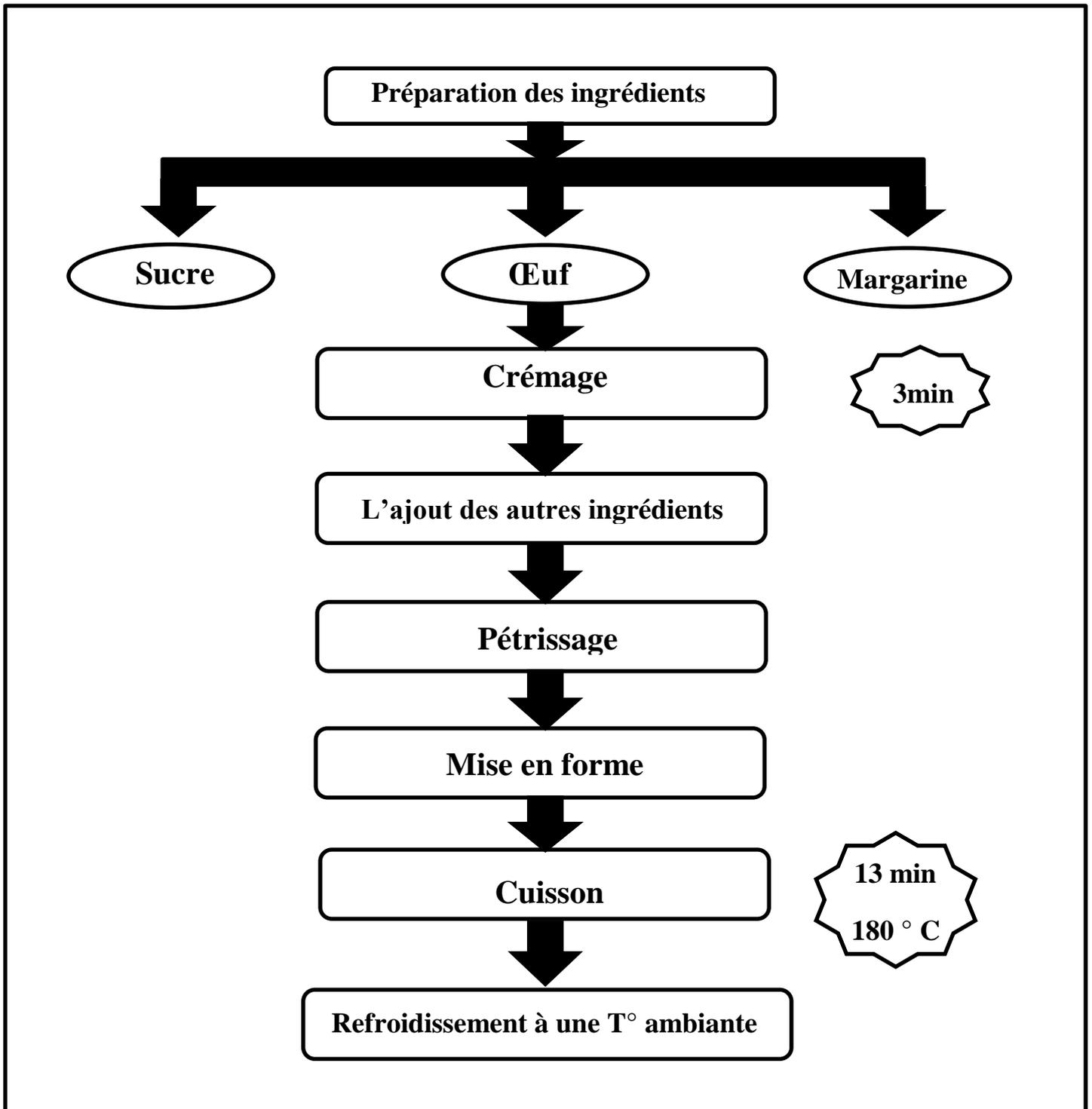


Figure 08: Diagramme d'élaboration de cookies (originale).

I-4- Analyse du produit fini

I-4-1- Analyses physico-chimiques

Pour préparer les échantillons, nous avons broyé les cookies à l'aide d'un broyeur. Pour le produit fini nous avons déterminé les paramètres suivants en appliquant le même protocole expérimental d'analyse de la matière première :

- Le pH.
- La teneur en eau.
- La teneur en protéines.
- La teneur en lipides.
- Cendres.
- Glucides.

I-4-2- Analyses organoleptiques

L'évaluation des paramètres organoleptiques est une condition très importante pour l'acceptabilité d'un produit. L'analyse physico-chimique d'un produit est bien évidemment incontournable. Néanmoins, elle est insuffisante pour refléter ce que perçoit le consommateur sur le plan sensoriel.

L'analyse sensorielle des biscuits est faite par un test de dégustation au biais d'un jury composé de 27 personnes choisies au hasard de sexe masculin et féminin et d'âge différent (18- 23ans).

Pour réaliser cette analyse organoleptique, nous avons effectué un test de notation. Chaque dégustateur donne son jugement séparément des autres et apporte une note sur une fiche de dégustation (**Annexe 5**) comportant les critères suivants: la forme, la couleur, la texture, l'odeur et le goût.

II - Résultats et discussion

II-1- Caractéristiques physico-chimiques des farines étudiées

Il est bien connu que la composition des paramètres des matières premières influe significativement sur la qualité du produit fini. Les résultats de la caractérisation de certains paramètres physicochimiques des farines utilisées (farine de fève et farine de caroube) et de sont résumés dans le **tableau 08**.

Tableau 08: Résultats des analyses physicochimiques des farines utilisées.

Echantillons Paramètres	Farine de fève	Farine de Caroube
pH	6.65	5.22
Humidité en %	11,6	7.59
Protéines en %	30,43	6.43
Lipides en %	1,82	2.56
Cendres en %	3.29	3.5

II-1-1- pH

La mesure de pH d'un produit est un indicateur essentiel dans l'évaluation de sa qualité et de sa sécurité alimentaire. Les variations de pH peuvent entraîner d'importantes différences de goût, de fraîcheur et de durée de conservation (**NOUET *et al.*, 2003**). Les deux farines étudiées (farine de fève et farine de caroube) présentent des valeurs de pH qui sont respectivement de 6,65 et 5,22. Ces valeurs sont acceptables et répondent aux normes exigées.

II-1-2- Teneur en eau

La connaissance de la teneur en eau des farines est déterminante pour leur bonne conservation en raison de leur hygroscopicité. Il est nécessaire de la diminuer jusqu'à 14 %, 12 % et 7 % selon l'utilisation (**COLAS, 1998**). En outre plus la teneur en eau de la farine est faible plus il est possible de l'hydrater au pétrissage pour arriver à une consistance optimale de la pâte (**GRANBVOINET et PRATX, 1994**).

CHENE (2001), a trouvé que la teneur en eau doit se situer entre 10 % et 16 % pour que la farine se conserve convenablement. La farine de fève possède une teneur en eau de 11,6 %, ce qui permet une bonne conservation.

Le Codex Alimentarius (**FAO, 1996**), fixe des limites maximales d'humidité de 15 % pour la farine de fève. Les deux farines étudiées (farine de fève et de la caroube) présentent des valeurs au-dessous de ces limites.

La farine de fève présente une teneur en eau proche de celle trouvée par (**AMMOUCHE, 2002**) (11,87 %).

II-1-3- Teneur en protéines

Dans les légumes secs, la teneur en protéines est toujours assez élevée et varie entre 18% et 24 % de MS, peut atteindre 30 à 35 % dans le fève et peut aller jusqu'à 45 % MS dans les graines de soja (**GUEGUEN *et al.*, 1993**). De ce fait, de nombreux auteurs se sont intéressés aux protéines de légumes secs comme suppléments d'aliments céréaliers (**AMMOUCHE, 2002**).

La teneur en protéines joue un rôle prépondérant dans l'expression de la qualité culinaire des pâtes alimentaires (**DEXTER et MATSUO, 1977; FEILLET, 1986; ABECSSIS *et al.*, 1990**).

Les résultats mentionnés dans le **tableau 08** montrent que la farine de fève a une teneur en protéines de 30,43 % MS. Cette valeur est égale à celles trouvées par **SAHMOUN (1974), AMMOUR (1983) et AMMOUCHE (2002)**. D'autre part, ce résultat est compris dans l'intervalle (23,1 % - 38,1 %) donné par **MOSSE et BAUDET (1977)** et nettement supérieur à celui trouvé par **ELSAYED *et al.*, (1982)** qui est de 24 % MS. Ces différences de taux sont possibles dues à la richesse de la variété Aguadulce en protéines. La farine de caroube, quant à elle présente un faible taux en protéines (6.43 %) MS.

II-1-4-Teneur en lipides totaux

Les teneurs en lipides totaux des différentes farines utilisées sont regroupées dans le **tableau 08**. Les farines étudiées (farine de fève, farine de caroube) présentent des teneurs faibles en lipide (1,82 % MS pour la fève et 2.56% MS pour la caroube). Ce qui favorise leur stockage sans qu'il y ait un risque de rancissement.

La farine de fève présente la teneur la plus faible en lipides qui est de 1,82 % MS cette valeur est en accord avec celle établie par AMMOUCHE (2002).

II-1-5-Teneur en cendres

La teneur en cendres est un indicateur de la pureté de la farine. Elle est en relation avec son taux d'extraction et la minéralisation des grains mis en mouture. Elle définit, en outre, les types commerciaux des farines (COLAS, 1998; FEILLET, 2000). cdu même ordre de grandeur que celle trouvée par d'AYKROYD et DOUGHTY (1982) qui ont rapporté la valeur de 3.4 %.

Selon plusieurs auteurs (CALIXTO *et al.*, 1982; ALBANELL *et al.*, 1991 ; AVAILLONE *et al.*, 1997 ; BATLLE et TOUS, 1997 ; YOUSIF et ALGHAZAWI *et al.*, 2000; YOUSEF *et al.*, 2009), la teneur en cendres présente dans la poudre de caroube varie entre 2 % et 6 % selon le type de caroube (variété) et c'est le cas de la poudre de caroube utilisée dans cette étude qui présente un taux de cendres de 3.5 % (MS).

II-2- Caractérisation physicochimique des biscuits élaborés

Les résultats enregistrés pour les analyses physicochimiques du biscuit élaboré (cookies) sont présentés dans le **tableau 09**.

Tableau 09: Résultats des analyses physicochimiques du produits fini « Cookies » (avec caroube et sans caroube).

Paramètres	pH	Cendres	Humidité	Protéines	Lipides	Glucides
Cookies						
Avec Caroube	6.39	2.99	5.69	21.42	26.67	43.23
Sans Caroube	6.67	3.39	5.82	20.83	24.11	46.01

- Résultat en %

II-2-1- PH

D'après les résultats donnés dans le **tableau 09**, nous constatons que le PH du produit élaboré (cookies) (6,67 et 6.39) est proche de la norme recommandée (max 7,5).

II-2-2- Teneur en eau

La teneur en eau des biscuits est proche de la valeur maximale des normes recommandées (5%). Selon **BELLAL et AMMOUCHE (2002)**, La diminution de taux d'humidité de produit fini élaboré par apport à la matière première (farine de fève et farine du caroube) est probablement due aux conditions de cuisson (perte d'eau au cours de cuisson).

II-2-3- Teneur en protéines

Le produit élaboré « cookies » présente une légère diminution de la teneur en protéines passant de 30.43% MS à 20,81 % MS, cette diminution est justifiée par la dénaturation (gélatinisation) des protéines au cours de la cuisson sous l'effet d'une haute température (180°C) puisque à partir de 40 °C, les protéines commencent à dénaturer.

Les protéines jouent un rôle important dans la réaction de brunissement non-enzymatique. Cela peut être la raison de la diminution de la teneur en protéines au cours de la cuisson (**AIT AMEUR, 2006**).

II-2-4- Teneur en lipides totaux

La teneur en lipide du biscuit montre une augmentation très significative qui est sûrement dû à l'ajout de la matière grasse végétale (margarine) au cours de sa préparation. L'ajout du gras dans la recette contribue à l'amélioration de la qualité gustative des biscuits ce qui leur confère un fort potentiel calorifique et contribue à l'amélioration de la qualité nutritionnelle (**SAADOUDI, 2019**).

La différence entre les deux biscuits élaborés (avec caroube 26.67 % et sans caroube 24.11%) n'est pas significative vu la faible teneur de la farine de fève et la farine de caroube en matière grasse (1,82 et 2,56 %).

II-3- Résultats de l'analyse sensorielle

La qualité organoleptique joue un rôle très important dans la valeur commerciale du biscuit.

A travers les notes attribuées aux différents dégustateurs (**Annexe 06**), nous avons pu tracer le profil sensoriel du biscuit élaboré (**Figure 09**).

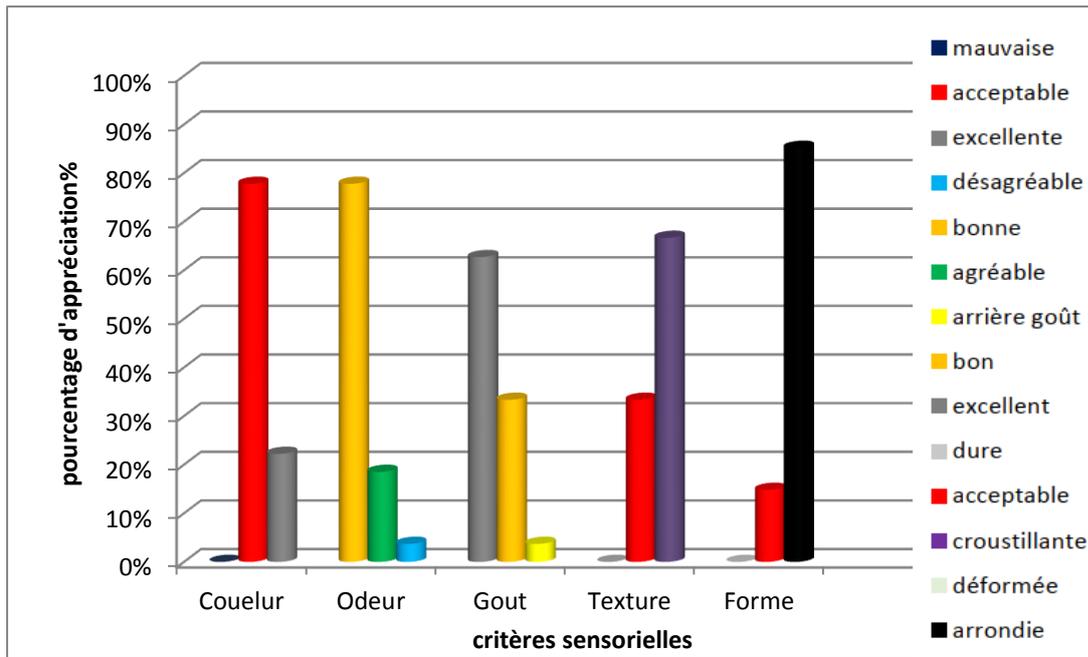


Figure 09: Présentation graphique du profil sensoriel du produit fini « Cookies ».

II-3-1-Couleur

La couleur est le premier paramètre à évaluer sachant que l'observateur lui accorde une grande importance et ceci pour apprécier la qualité et la fraîcheur d'un produit (LARA *et al.*, 2011).

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que le critère couleur a été jugé acceptable par l'ensemble des dégustateurs avec un taux de 77 %.

La couleur de la farine de caroube est moins claire comparant à celle de cacao. Le développement de la couleur est influencé par la réaction de Maillard c'est-à-dire que la réaction entre les sucres et les protéines du produit lors de la cuisson se traduit par une couleur brune. Ce développement dépend également du temps, de la température de cuisson et de l'humidité dans le four (SINGH *et al.*, 1993).

En outre, le sucre joue un rôle important dans le développement de la couleur de biscuit pendant la cuisson, sa caramélisation à une température supérieure à 149° C donne la couleur recherchée de la face extérieure (MENARD *et al.*, 1992).

II-3-2- L'odeur

L'odeur possède un impact considérable sur l'appréciation finale du produit fini, l'imperceptibilité de l'odeur est en partie due à la cuisson en raison de l'élévation de la température qui provoque la volatilité des composés aromatiques (**FELLOWS, 2000**).

Les résultats obtenus désignent que l'odeur est jugée « Bonne » par l'ensemble des dégustateurs avec un pourcentage très élevé qui est de 77.77 %.

II-3-3- Le goût

Le goût est un paramètre essentiel pour l'évaluation de la qualité gustative du biscuit, il dépend principalement des ingrédients entrants dans la préparation. Les ingrédients ayant la plus forte influence sont la farine, la matière sucrante et la matière grasse (**FELLOWS, 2000**).

A partir des résultats obtenus nous remarquons que le critère goût est jugé «Excellent» par l'ensemble de dégustateurs avec un pourcentage de 62.96 %.

II-3-4- La texture

La texture du biscuit élaboré (cookies) est qualifiée de« croustillante » par l'ensemble des dégustateurs (66.66 %), elle est influencée par les ingrédients appliqués dans la formulation du biscuit, il s'agit principalement du sucre qui agit en tant qu'agent durcissant en se cristallisant pendant le refroidissement du biscuit ce qui rend le produit croustillant (**MENARD et al., 1992**).

II-3-5- La forme

La forme est un paramètre indispensable à l'admissibilité et à l'évaluation d'un point de vue générale de l'apparence du produit fini. D'après les résultats mentionnés nous constatons que la forme est qualifiée d'« Arrondie » par la majorité des dégustateurs avec un pourcentage de 85.18 %.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'objectif de ce travail est l'élaboration d'un biscuit « cookies » sans gluten à base de farine de fève et amélioré avec la farine de caroube destiné aux malades cœliaques algériens.

Cette étude a permis de mettre en évidence la valorisation de fève et caroube cultivées en Algérie, par leur transformation en farines. Le choix de la matière première revient d'une part à la richesse nutritionnelle de ces variétés surtout en protéines et glucides et d'autre part à leur disponibilité et à leur faible coût.

Les analyses physico-chimiques de la matière première montrent que les farines utilisées présentent un faible taux d'humidité ce qui leur confère une longue durée de conservation, une teneur en protéines élevée et une faible teneur lipidique ce qui favorise un stockage sans qu'il y ait un risque de rancissement.

La farine de fève donne une teneur élevée en protéine (30,43 % MS), un taux en lipide d'ordre 1,82 % MS et un pH proche de la neutralité (6,65). Alors que la farine de caroube présente une teneur en lipide de l'ordre de 2.56% MS, une teneur en protéine de 6.43% MS.

Les résultats de l'analyse physicochimique du produit fini « cookies » indiquent que le biscuit élaboré a une teneur d'humidité et un pH conformes aux normes exigées ce qui le rend favorable à une bonne conservation. L'ajout de la matière grasse végétale (margarine) lors de la fabrication des cookies conduit à une augmentation de la teneur en lipide ce qui contribue à l'amélioration de la qualité gustative des biscuits.

L'étude montre aussi une diminution de la teneur en protéines expliquée par le déroulement d'une série de réactions biochimiques qui se développent particulièrement lors de la préparation des biscuits. Ils s'agit principalement de la réaction de Maillard et les réactions de dénaturation des protéines (gélatinisation).

Le profil sensoriel montre que les cookies élaborés présentent une bonne qualité organoleptique, caractérisée par une couleur acceptable (77.77 %), une odeur bonne (77.77 %), une forme arrondie (85.18 %), une texture croustillante (66.66 %) et un excellent goût (62.96 %).

Conclusion générale

Comme perspectives, ce travail mériterait d'être complété par :

- Etude de la faisabilité d'autres rapports de fève, caroube.
- Elaboration des produits diététiques à base de farine de fève tels que le pain, les pâtes alimentaires ...
- Elaboration d'autres produits à base de farine de caroube comme les chocolats.
- Le contact industriel en vue de l'industrialisation des produits sans gluten à base de farine de fève afin d'améliorer et de diversifier l'alimentation des malades cœliaques.

Références bibliographiques



- **A.N.R.H . (2004)** : « L'atlas pratique de l'Algérie, Edition populaire de l'armée (EPA) ». PP : 116.
- **ABECSSIS (1990)**. Changes in somolina proteins during spaghetti processing. Cereal chem,54 : 882-894 p
- **ABU-REIDAH, IM., ARRAEZ-ROMAN, D., WARAD, I., FERNANDEZ-GUTIRREZ, A., SZGURA-CARRETERO, A. (2017)**. UHPLC/MS2-based approach for the comprehensive metabolite profiling of bean (*Vicia faba* L.) by-products: A promising source of bioactive constituents. Food Research International, 93, 87-96.
- **AFNOR. (1991)**. Recueil de normes- contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers. AFNOR/DGCCRF. 3ème édition. Paris, 360 p.
- **AIT AMEUR L. (2006)**. Evolution de la qualité nutritionnelle des protéines de biscuits modèles au cours de la cuisson au travers d'indicateurs de la réaction de Maillard : Intérêt de la fluorescence frontale. Mémoire de doctorat en Chimie Analytique, Institut national Agronomique, ParisGrignon, 80 p.
- **AIT CHITT M., BELMIR M. et LAZRAK A. (2007)** : « Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier ». Transfert de technologie en Agriculture. N°153, IAV Rabat, PP : 1-4.
- **AKOBEN, A. K., & THOMAS, A. G. (2008)**. Systematic review: tolerable amount of gluten for people with coeliac disease. Alimentary pharmacology & therapeutics, 27(11), 1044- 1052.
- **ALBANELL E., CAJA G. and PLAIXATS J. (1991)**. Characterization of Spanish carob pod and nutritive value of carob kibbles, Options Méditerranéennes N°16, pp. 135- 136.
- **AMMOUCHE Z. (2002)**. Etude biochimique de la valeur nutritive de quelques légumineuses (Fève, Féverole et Pois chiche) : possibilité d'incorporation dans les produits céréaliers. **Thèse Magister**. INA, EL HARRACH, ALGER.
- **AMMOUR A. (1983)**. Contribution à l'étude des protéines de grains de quelques espèces de légumineuses comestibles cultivées en Algérie. Mem .Ing. INA EL HARRACH. Ann. technol. Agric, 27: 695-713 p.

Références bibliographiques

- **ANCELLIN R. et DUMAS C. (2004).** La santé vient en mangeant et en bougeant. Livret d'accompagnement du "Guide nutrition des enfants et ados pour tous les parents" destiné aux professionnels de santé. Programme National Nutrition-Santé. Afssa. 151 p.
- **ANCELLIN R., BERTA J. L, DUBUISSON C., La VIEILLE S. et MARTIN A. (2004).** Allergies alimentaires: Connaissances, clinique et prévention.afssa. Paris.65 p.
- **ASSIFAOU A., CHAMPION D., CHIOTELLI E., VEREL A. (2006).** Characterization of water mobility in biscuit dough using a low-field H NMR technique. Carbohydrate Polymers, 64: 197-204p.
- **AVALONE R, PLESSI M., BARALDI M. and MONZANI A. (1997).** Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins, Journal of food composition and analysis, Vol.10, pp.166–172.
- **AYKROYD, W. R. et DOUGHERTY, Y. (1982).** Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. 2ème édition N°20 FAO ROME.

B

- **BATLLE, I. & TOUS, J. (1997).** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops (carob tree, *Ceratonia siliqua* L.). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy.
- **BELLAL et AMMOUCHE Z. (2002).** Etude biochimique de la valeur nutritive de quelques légumineuses (Fève, Féverole et Pois chiche) : possibilité d'incorporation dans les produits céréaliers. Thèse Magister. INA, EL HARRACH, ALGER.
- **BENATALLAH L. (2009).** Couscous et pain sans gluten pour malades cœliaques : Aptitude technologique de formules à base de riz et de légumes secs. Thèse de Doctorat, Option Sciences Alimentaires, INATAA, Université Mentouri de Constantine, 173 p.
- **BENGOECHEA B, A. ROMERO, A. VILLANUEVA, G. MORENO, M. ALAIZ, F. MILLAN, A. GUERRERO and M.C. PUPPO, (2008).** Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L.) germ proteins Food Chemistry, Vol. 107, N°2, pp. 675-683.
- **BERROUGUI G. (2007) :** « Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), une richesse nationale aux Vertus médicinales, Maghreb Canada Express Vol. 5 », N° 9.

Références bibliographiques

- **BINER B. et al. (2007)**. Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. *Food Chem.*, 100, 1453-1455.
- **BOURRILLON, A. (2000)**. collection pour le praticien pédiatrie 3^{ème} édition, masson paris 618 p.
- **BOWER S.L., Sharrett M.K. & Plogsted S. (2007)**. Celiac disease: a guide to living with gluten intolerance. Edition Demos Medical Publishing, USA, 160 p.
- **BOYELDIEU J. (1991)**. Produire des grains oléagineux et protéagineux. Lavoisier. Tec et Doc. Paris. 234 p.

C

- **CALIXTO F.S. and J. CANELLAS, (1982)**, Components of nutritional interest in carob pods *Ceratonia siliqua*, *Journal of the Science of Food Agriculture* N°33, pp. 1319– 1323.
- **CEGARRA M. (2006)**. Le régime sans gluten : difficultés du suivi. *Archives de pédiatrie*, 13 : 576-578
- **CEGARRA, M., (2006)**. Le régime sans gluten : difficultés du suivi. *Archives de pédiatrie*, 13 : 576-578.
- **CHAIEB N, BOUSLAMA M, Mars M. (2011)**. Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *J. Nat. Prod. Plant Resour.* 1 (2) : 81-90p.
- **CHENE. (2001)**. La farine. *Journal de l'ADRIANOR*, 26 : C.3-C.8 p.
- **CHEVALLIER S., COLONNA P., DELLA VALLE G. and LOURDIN D. (1999)**. Structural modifications of biscuit doughs during baking-Role of ingredients. INRA. Paris. Les Colloques 91 : 191-197.
- **CHOUAKI S. (2006)**. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques INRAA. 92 p.
- **CLOT F., BABRON M. C. et CLERGET-DARPOUX F.** La génétique de la maladie cœliaque. *Médecine thérapeutique/Pédiatrie*, 2001,4: 263-267.
- **COLAS A. (1998)**. Définition de la qualité des farines pour les différentes utilisations. In, Godon B., Willm C. *Les industries de première transformation des céréales*. Lavoisier. Tec et Doc/Api. Paris : 579-589. 679 p.
- **COUTOULY G et MARCUSSEN L. (1998)** : « Biscuits et biotechnologies » Ed Initiative for biotechnology. 29p.

Références bibliographiques

- **CRAIG W. J. et NGUYEN T. T. (1984)** : « Caffeine and theobromine level in cacao and carob products ». *J. Food Sci.* PP : 49-302-305.
- **CREPON K., MARGET P., PEYRONNET C., CARROUEE B., ARESE P., DUC G. (2010)**. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba L.*) seeds for feed and food. *Field Crops Research*.115 : 329-339p.
- **CROWE, S.E. (2008)**. Celiac disease, pp 123-148, In: *Nutrition and gastrointestinal d'immunologie clinique*, 48 : 27-31.
- **CULLIS, C., KUNERT, K. J. (2017)**. Unlocking the potential of orphanlegumes. *J Exp Bot* 68, 1895- 1903.

D

- **DAGFINN, A., DORIS, S., CHAN, M., ROSA, L., RUI VIEIRA., DARREN, C. GREENWOOD., ELLEN KAMPMAN. (2011)**. Teresa Norat, Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2011; 343 doi: 10.1136/bmj.d6617
- **DAKIA P. A. et al. (2008)**. Composition and physiochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid and water dehulling pre-treatment. *Food Hydrocolloids*, 22, 807-818.
- **DAKIA, P. A., WATHELELET, B., and PAQUOET, M. (2007)**. Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua L.*) seed germ. *Food Chemistry*, 102, 1368-1374.
- **DENERY-PAPINI S., POPINEAU Y., GUEGUEN J. (2001)**. Implication des protéines des céréales dans la maladie cœliaque. *Cah. Nut. Diét.* 36,1 : 43-51.
- **DEXTER et MATSUO. (1977)**. Changes in semolina proteins during spaghetti processing. *Cereal chem*, 54 (4): 882-894 p.
- **DUPIN, H., CUQ, J., MALEWIAK, M., LEYNAUD-ROUAUD, C., BERTHIER, A. (1992)**. *Alimentation et nutrition humaines*. Edit ESF, 1533 p.

E

- **EL SAYED M., HEGAZY A. (1982)**. Effect of germination on the carbohydrate protein and amino acid contents of broad beans. *ZEITSCHFT fur emhrungswssensschait*, band 13, heft 4, 200-203 p.

F

- **FAO. (1996)**. *Codex Alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales*. FAO. Vol 7. 2 ème édition. Rome, 164 p

Références bibliographiques

- **FAO. (2016).** Année internationale des légumineuses.
- **FAO. (2016).** Les bienfaits pour la santé des légumineuses.
- **FEILLET P. (1986).** L'industrie des pâtes alimentaires : technologie de fabrication, qualité des produits finis et des matières premières. Ind .Agro, Ali, 979-989 p.
- **FEILLET P. (2000).** Les grains de blé, composition et utilisation. INRA. Paris. 308p.
- **FUSTIER P.J. (2006).** Influence des fractions de mouture de blé tendre sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits. Thèse de Doctorat, Option Sciences en Technologies des Aliments, Département des Sciences des aliments et de Nutrition, Faculté des sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec : 54 p.

G

- **GALLAGHR E. (2008).** Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In *Gluten Free Cereal Products And Beverages*, ARDENT E.K. & FABIO DAL BELLO. First Edition, Academic press, Elsevier, 321-341p.
- **GRANDVOINET, P. et PRATX, B. (1994).** Farines et mixes. In, Guinet, R. ET Godon, B. *La panification française*. Lavoisier Tec et Doc. Paris : 100-131.
- **GUANDALINI S. et GUPTA P. (2002).** Celiac disease-A diagnostic challenge with many facets. *Clinical and Applied Immunology Reviews*. 2 : 293-305.
- **GUEGUEN J., SUBIRADE M., BARBOT J., SCHEWENKE K.D. (1993).** Influence of the dissociation on the surface of behaviors of oligomeric seed storage proteins: the example of pea legumin .Actes du 4^{ème} symposium In « Food proteins structure functionality relationships ». ed. Schwenke K.D., Mother, Weinheil V.C .H., 281-289 p.

H

- **HAINES, M. L., ANDERSON, R. P., & GIBSON, P. R. (2008).** Systematic review: the evidence base for long-term management of coeliac disease. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 28(9), 1042-1066.
- **HAN, X. Z., SHEN, T. and LOU, H. X. (2007).** Dietary polyphenols and their biological significance. *Int. J. Mol. Sci.*, 8 : 950 – 988.
- **HU F. B. (2003).** Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3 Suppl), 544S-551p.

Références bibliographiques

J

- **JACOBS D. R., GALLAHER D. D. (2004).** Whole grain intake and cardiovascular disease: a review. *Current Atherosclerosis Reports*, 6(6), 415-23p.-335.
- **JANATYINEN, E. K., KEMPPAINEN, T. A., JULKUNEN, R. J. K., KOSMA, V. M., MAKI, M., HEIKKINEN, M., & UUSITUPA, M. I. J. (2002).** No harm from five year ingestion of oats in coeliac disease. *Gut*, 50(3), 332

K

- **KIGER J. L., KIGER J. G. (1967).** Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie-boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Dunod. Tome 1. Paris. 696p.
- **KIGER L et KIGER J-G. (1967) :** « Technique modernes des biscuiteries, pâtisserie boulangerie industrielle et artisanales et des produits de régime ». Tome 2. Ed DUNOD, Paris. PP : 134-138.
- **KÖPKE U., NEMECEK T. (2010).** Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*. 115p.
- **KOUROCHE VAHEDI., YORAM BOUHNİK., CLAUDE MARUCHANSKY. (2001).** *Gastroentérologie Clinique et Biologique*. Vol 25, N° 5, 485 p
- **KUMAZAWA S., TANIGUCHI, M., SUZUKI, Y., SHIURA, M., KWON, M. and NAKAYAMA, T. (2002).** Antioxidant activity of polyphenols in carob pods. *J. Agric. Food Chem.* 50 (2). PP 373 – 377.

L

- **LARA E., CORTES P., BRIONES V., PEREZ M. (2011).** Structural and physical modification of corn biscuits during baking process. *LWT- Food Science and Technology*, 44, 622-630p.
- **LARRALDE J., MARTINEZ J.A. (1991).** Nutritional value of faba bean: effects on nutrient utilization, protein turnover and immunity. *Options Méditerranéennes*. No. 10: 111-117p.
- **LARRALDE J., MARTINEZ J.A. (1991).** Nutritionnal value of faba bean : effects on nutrient utilization, protein turnover and immunity. *Departement de physiologie animale et nutrition.université de Navarra, Espagne.séminaire 10 :111-117p.*
- **LIENER I. E. (1962).** Toxic factors in edible legumes and their elimination. *American Journal for Clin Nutrition*, 1, 281-98p.

Références bibliographiques

- **LIZARDO R., CANELLAS J., Mas F., TORRALLARDONA D., BRUFAU J. (2002):** « L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de sevrage et son influence sur les performances et la sante des porcelets » .Journées de la Recherche Porcine, N°34.PP : 97-101.
- **LOUNES, F. (2020).** maître de conférences A en gastroentérologie service de MI – hôpital bologhine.

M

- **MAACHE-REZZOUG Z., BOUVIER J. M., ALLEF K. and PATRASC. (1998 a).** Effect of Principal Ingredients on Rheological Behavior of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. Journal of Food Engineering. 35: 23-42.
- **MAACHE-REZZOUG Z., BOUVIER J. M., PATRAS C. and ALLAF K. (1998 b).** Study of mixing in Connection with the Rheological Properties of Biscuit Dough and Dimensional Characteristics of Biscuits. Journal of Food Engineering. 35: 43-56.
- **MANOHARR. S. and RAO P. H. (1997).** Effect of Sugars on the Rheological Characteristics of Biscuit Dough and Quality of Biscuits. J. Sci. Food Agric. 75: 383-390.
- **MANOHARR. S. and RAO P. H. (1999a).** Effects of water on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. Springer-Verlag. Eur. Food Res. Technol. 209. 281–285.
- **MANOHARR. S. and RAO P. H. (1999b).** Effect of emulsifiers, fat level and type on the rhéologique characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. J. Sci. Food Agric. 79: 1223-1231.
- **MANOHARR. S. and RAO P. H. (2002).** Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. Food Research International. 35 : 807-813.
- **MATUCHANSKY, C., ROUSSEAU, S., & MORIN, M. C. (2004).** Maladie cœliaque de l'adulte: actualités du régime sans gluten. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 39(5), 311-317.
- **MATUCHANSKY, C., VAHEDI, K., MORIN, M.C. & BOUHNİK, Y. (1999).** Régime sans gluten et maladie cœliaque de l'adulte. Gastroenterol Clin Biol, 23 : 115-123.
- **MENARD G et MARCOUS D. (1992):** « Le blé: éléments fondamentaux et transformation » Université Laval. Canada .P439.PP :287-348.

Références bibliographiques

- **MENARD G., EMOND S., SEGIN R., BOLDUC R, BOUDREAU A., MARCOUS D PAINCHAUD M. et POIRIER D. (1992).** La biscuiterie industrielle. In, BOUDREAU A., MENARD G. (1992). Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Les presses de l'université Laval. Sainte-Foy. Canada : 287- 348. 439 p.
- **MIN B. R and HART S. P. (2003)** : « Tannins for suppression of intestinal parasites ». J. Anim. Sci. PP : 81-102-109.
- **MITRAKOS K. (1981).** Temperature germination responses in three Mediterranean evergreen sclerophylls. In: Margaris N.S. & Mooney H.A., (Eds). Components of Productivity of Mediterranean-climate Regions - Basic and Applied Aspects. Dr.W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London. pp. 277-279.
- **MOHTADJI-LAMBALLAIS C. (1989).** Les aliments. Editions Maloine. Paris. 203 p.
- **MOSSE J., BAUDET J. (1977).** Relationship between amino acid composition and nitrogen contents of broad bean seed. IN “protein quality from leguminous crops”, 5686: 48-57 p.

N

- **NAS. (1979)** : « Tropical Legumes: Resources for the Future ». National Academy of Sciences. Washington DC, USA, PP : 109-116.
- **NOUT ROBERT., HOUNHOUGAN JOSEPH, D., TINY VAN BOEKEL. (2003).** Les aliments, transformation, Conservation et Qualité. BaeckhysPublishers, Wageningen, Netherlands
- **NUESSLY GS., HENTZ MG., BEIRIGER R., SCULLY BT. (2004).** Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. Florida entomologist. 87 (2): 204-211p.

O

- **ORPHANOS P. I. and PAPACONSTANTINO J. (1969).** The carob varieties of Cyprus, Tech. Bull. 5. Cyprus Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resource, Nicosia.

P

- **PETIT M. & PINILLA J. (1995).** Production and purification of a sugar syrup from carob pods. Lebensm. Wiss. Technol., 28, 145-152.

Références bibliographiques

- **POWELL, D.W. (2008).** Approach to the patient with diarrhea, pp 323-324, In: Principles of clinical gastroenterology. Yamada, T., Alpers, D. H., Kalloo, A.N., Kaplowitz, N., Owyang, C. et Powell, D. W. Wely-Blackwell Edition, UK, 662 p.

Q

- **QUEZEL P. et SANTA. S. (1962/63) :** « Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales (tome 1) ». Edition du centre national de la recherche scientifique, Paris .PP : 557.

R

- **RAMPERTABS, D., POORAN, N., BRAR, P., SINGH P., GREEN, phr. (2006).** Trends in the presentation of celiac disease. am j med, 119, 355. e9-14.
- **ROSTOM, A., MURRAY, J. A. et KAGNOFF, M. F. (2006).** American Gastroenterological Association.

S

- **SAADOUDI M. (2019).** Caractérisation biochimique, conservation et essais d'élaboration des produits alimentaires à base de fruit du Lotus L. Thèse du doctorat, option Qualité et Sécurité Alimentaire, Université BATNA 1-Hadj Lakhdar, 87p.
- **SAFIR S (2020).** Elaboration d'un biscuit « cookies » sans gluten à base de farine de pois chiche et de farine de fève. Projet fin d'étude: Agroalimentaire et contrôle de qualité. Université de Bouira, Algérie, 11p.
- **SAHMOUN M. (1974).** Etude analytique des fèves et fêveroles avec possibilité d'addition dans un aliment composé. Mem. Ing. INA.EL-HARRACH.
- **SANCHEZ S .,LOZANO L.J.,GODINEZ C .,JAUN D.,PEREZ A et HEMANDEZZF .J. (2010) :** « carob pod as a feedsstock for the production of bioethanol inMediterranean areas »,Appl.Energy ,p87(11).PP : 3417-3424 .
- **SBAY H . (2008) :** « Le caroubier au Maroc un arbre d'avenir ». Centre de recherche forestière charia Omar Ibn Khattab, BP.763, Agdal, Rabat, Maroc. PP : 44. PP : 07-31.
- **SBAY H., et ABOUROUH M. (2006) :** « Apport des espèces a usages multiples pour le développement durable : cas du pin pignon et du caroubier », Centre de Recherche Forestière Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la désertification, Rabat. PP : 1-9.
- **SCHMITZ J. (2007).** Le régime sans gluten chez l'enfant. Journal de pédiatrie et de puériculture, 20 : 337-344p.

Références bibliographiques

- **SCHMITZ, J. et GARNIER-LZNGLINE, H. (2008).** Diagnostic de la maladie cœliaque.456-461.
- **SERAIRI-BEJI R., MEKKI-ZOUITEN L., TEKAYA-MANOUBI L.,LOUESLATI M.H.,GUEMIRA F et BEN MANSOUR S. (2000)** : « Could carob pulp be incorporated in oral rehydration solution for the treatment of acute diarrhoea?»,*Med.Top.*p60.PP :125.
- **SINGH J. (1993).** Influence of heat treatment of milk and incubation temperatures on *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus acidophilus*. *Milchwissenschaft*, 38 : 347-348 p.
- **SOFIA ES. (2016):** « Processus de fabrication des biscuits et gaufrettes ». P : 9.
- **SOULEF BK. (2010)** : « Contribution à la diversification de l'alimentation pour enfants cœliaque : fabrication de farines- biscuits sans gluten ».PP : 15-16.
- **SRINIVASAN, U., JONES, E., WEIR, D. G., & FEIGHERY, C. (1999).** Lactase enzyme, detected immunohistochemically, is lost in active celiac disease, but unaffected by oats challenge. *The American journal of gastroenterology*, 94(10), 2936-2941.
- **SZAJEWSKA, H., CHMIELEWSKA, A., PIESCIK- LECH, M., IVARSSON, A., KOLACEK, S., KOLETZKO, S. et al. (2012).** Systematic review: early infant feeding and the prevention of coeliac disease. *Aliment pharmacolther*, 36, 607-18.

T

- **TALAL, A. H., MURRAY, J. A., GOEKEN, J. A., & SIVITZ, W. I. (1997).** Celiac disease in an adult population with insulin-dependent diabetes mellitus: use of endomysial antibody testing. *American Journal of Gastroenterology*, 92(8)
- **THARANATHAN R., MAHADEVAMMA S. (2003).** Grain legumes a boon to human nutrition." *Trends in Food Science & Technology*, 14(12), 507-518p.
- **THARRAULT J. F. (1997).** Qualité biscuitière des farines de blé tender: des blés biscuitiers pour une bonne maîtrise de la texture des biscuits. In, GODON B. et LOISEL W. *Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales.* Lavoisier. Tec. et doc. Paris. 819 p.
- **THOMPSON T. (2008).** *The gluten-free nutrition guide.* Mc Graw-Hill Edition, USA, 245 p.

Références bibliographiques

V

- **VARDAR Y., SECURENAND Ö. And AHMED M. (1972).** Preliminary results on the chemical composition of the Turkish carob beans, Qual. Plant Mater, vol. XXI N°4, pp. 318- 327.M.
- **VAVILOV N.I. (1951)** : « The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants [translated from the Russian by K.S. Chester] ». The Ronald Press Co., New York.

W

- **WANG H.F., ZONG X.X., GUAN J.P., YANG T., SUN X.L., Ma Y., REDDEN R. (2012).** Genetic diversity and relationship of global faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm revealed by ISSR markers. Theor Appl Genet. 124: 789-797p.

Y

- **YASSINE MAHDADE.M.et SUHEIL GOUAR .S .B . (2016)** : « Le caroubier (*Ceratonia Siliqua* L.) dans le Nord-Ouest de l'Algérie, Situation et perspectives d'amélioration » .Editions universitaires Européennes. Saarrbrucken, Deutschland, Allemangne. PP : 79.
- **YOUSIF, ALI. K., ALGHZAWI, H.M. (2000).** Processing and characterization of carob powder. Food Chem. 69, 283–287.
- **YOUSSEF, M.K.E., EI-MANFALOTY, M.M., ALI3, H.M. (2013).** Assessment of proximate chemical composition, nutritional status, fatty acid composition and phenolic compounds of carob (*Ceratonia siliqua* L.). Food Public Health 304–308.

Z

- **ZHOU K., SLAVIN M., LUTTERODT H., WHENT M., ESKINZ M., YU L. (2013).** Cereals and legumes: Biochemistry of Foods. Elsevier, 46p.

Annexes

Annexe 01: Aliments autorisés et aliments interdits dans le régime sans gluten (CEGARRA, 2006).

Aliments	Autorisés	Interdits
Laits	Entier, demi-écrémé, écrémé, lait croissance, liquide, concentré, frais, pasteurisé, en poudre, stérilisé UHT Lait de chèvre et brebis Lait fermenté nature	Laits parfumés
Dérivés du lait	Yaourts, suisses, fromages blancs nature et aromatisés Fromages : pâte molle, pâte cuite, fermentés	Yaourts aux fruits Fromages à tartiner et fromage fondus Desserts frais lactés Desserts lactés à base de céréale.
Viandes	Fraîche Surgelée au naturel Conserve au naturel.	Cuisinée (du traiteur, surgelée, en conserve) Viande panée
Produits de la mer	Poissons frais, salés, fumés Poissons surgelés au naturel Poissons en conserve : au naturel, à l'huile Crustacés et mollusques.	Poissons, mollusques ou crustacés cuisinés (du traiteur, commerce ou surgelés).
Œufs	Tous autorisés.	
Matières grasses	Beurre, margarine, huile, crème fraîche, suif.	Matières grasses allégées.
Féculents, farineux et Céréales	Pommes de terre : fraîches, précuites, sous vide Fécule de pomme de terre. Riz et ses dérivés. Légumes secs : frais, en conserve au naturel, farine de légumes secs. Soja et farine de soja. Châtaignes et leurs farines. Maïs et dérivés : fécule de maïs, semoule, germes, grains. Sarrasin et farine pure, galettes pures faites maison Millet et dérivés : semoule Manioc et dérivés : tapioca, crème de tapioca Sorgho. Extrait de malt. Amidon issu d'une céréale Autorisée.	Pommes de terre cuisinés du commerce en boîte ou surgelées. Autres préparations à base de pommes de terre (traiteur, surgelées ou en conserves), chips, purée en flocons Blé et ses dérivés : farine, semoule, couscous, pâtes alimentaires, tous les produits de boulangerie, pain de mie, gâteaux secs sucrés et salés, pâtisseries, chapelure. Orge et dérivés. Seigle et dérivés. Céréales soufflées Triticale Amidon issu de céréales interdites (blé) ou sans origine précisée.

Suite annexe 01.

Aliments	Autorisés	Interdits
Légumes	Tous les légumes verts : frais, surgelés au naturel, en conserve au naturel.	Légumes verts cuisinés : du traiteur, en conserve ou surgelés Potage et soupe en sachet ou en boîte.
Fruits frais, fruits Oléagineux	Tous autorisés frais, en conserve, confits Noix, noisettes, cacahuètes, amandes, pistaches : frais ou grillés, nature ou nature + sel Olives.	
Produits sucrés	Sucre de betterave, de canne blanc et roux, fructose, caramel liquide Miel, confiture et gelées pur fruit, pur sucre Pâtes de fruits Cacao pur.	Sucre glace. Dragées. Nougats. Chewing- gum. Autres chocolats et friandises.
Desserts	Sorbets de fruits.	Pâtes surgelées ou en boîte pour tarte. Dessert glacé. Préparations industrielles en poudre pour dessert lacté (crème, flan).
Boissons	Eau du robinet. Eaux minérales et de source Jus de fruits, sodas aux fruits, sirops de fruits, limonade, tonic, sodas au cola.	Poudre pour boissons.
Divers	Fines herbes. Epices pures sans mélange. Cornichons. Levure du boulanger. Thé, café, chicorée, infusions, café lyophilisé.	Condiments et sauces Moutarde. Levure chimique. Epices en poudre
Produits infantiles	Aliments lactés diététiques 1er et 2e âge Farine et aliments en petits pots portant la mention : sans gluten.	

Annexe 02 : Principaux produits du caroube (pulpe et graines) et leurs utilisations majeures (BATTLE *et al.*, 1997).

Produits	Traitement reçu	Utilisations
Pulpe Brute	Aucun	Alimentation animale (Cheval et ruminants).
	Moulage	Alimentation humaine et animale (ruminants et non ruminants).
	Extraction et Purification	Sucre et mélasse
	Fermentation et Distillation	Alcool et production de protéines microbiennes
	Extraction	Tanins comme anti- diarrhée
Poudre	Lavage, séchage, torréfaction et moulage	Ingrédients alimentaires; substituant du cacao; préparation de produits diététiques et pharmaceutiques
Grains		
Endosperme	Moulage	CBG ou E-410; additifs alimentaires; fibre diététique; aliments pour mascottes ; produits pharmaceutiques et cosmétiques.
Embryon	Moulage	Germe; nutrition humaine et animale
Episperme	Extraction	Tanins pour le tannage des cuirs

Université Akli Mohand Oulhadj

Département SNV

Test de dégustation mai 2022

Fiche de profil sensoriel du produit élaboré :

Age :

Nom et prénom :

Sexe : homme femme

Comment trouvez-vous ce produit ?

Couleur :

1	2	3
Mauvaise	Acceptable	Excellente

Odeur :

1	2	3
Désagréable	Bonne	Agréable

Goût :

1	2	3
Arrière-goût	Bon	Excellent

Texture :

1	2	3
Dure	Acceptable	Croustillante

Forme :

1	2	3
Déformée	Acceptable	Arrondie

Annexe 06: Résultats de l'évaluation de la qualité organoleptique des cookies.

Dégustateurs	Couleur	Odeur	Goût	Texture	Forme
1	2	2	3	3	3
2	2	1	1	2	3
3	2	3	3	3	3
4	3	3	3	3	2
5	2	2	3	3	2
6	2	2	3	3	3
7	3	3	3	3	2
8	2	2	3	3	3
9	2	2	3	3	3
10	2	2	3	3	3
11	2	2	3	3	3
12	2	2	3	3	3
13	3	2	3	3	3
14	3	2	3	3	3
15	2	2	2	2	3
16	2	2	2	2	3
17	2	2	2	2	3
18	2	2	3	2	3
19	2	2	3	2	3
20	2	2	3	2	3
21	2	2	2	3	3
22	3	2	2	3	3
23	3	2	3	3	3
24	2	3	2	3	3
25	2	3	2	2	2
26	2	2	2	2	2
27	2	3	2	3	2

Résumé :

Notre travail consiste à l'élaboration d'un biscuit (cookies) sans gluten à base de farine de fève additionnée de la farine du caroube afin d'améliorer et de diversifier la situation alimentaire des malades cœliaques Algériens. Cette étude a permis la valorisation de deux produits de terroirs la fève et le caroube, par leur transformation en farine. Le choix de la matière première revient d'une part à la richesse nutritionnelle de ces variétés, surtout en protéines et en glucides et d'autre part à leur disponibilité et à leur faible coût. Les analyses physico- chimiques effectuées montrent que les matières premières et le produit fini sont de bonne qualité. En effet, l'analyse sensorielle réalisée a montré que les biscuits élaborés (cookies) sont bien appréciés par les dégustateurs et possèdent une meilleure caractéristique organoleptique.

Mots clés: Pates, gâteaux, phytothérapie, plante médicinale, richesse nutritionnelle, caractéristique organoleptique, formule, intolérance.

Summary:

Our work consists in the elaboration of a gluten-free biscuit (cookies) based on bean flour added by carob flour in order to improve and diversify the food situation of Algerian celiac patients. This study allowed us to highlight the value of two local products, the bean and the carob, through their transformation into flour. The choice of raw material is due on the one hand to the nutritional richness of these varieties mainly in proteins and carbohydrates and on the other hand to their availability and low cost. The physico-chemical analyses carried out show that the raw materials and the finished product are of good quality. Indeed, the sensory analysis carried out showed that the cookies (cookies) are well appreciated by the tasters and have a better organoleptic characteristic.

Keywords: Pasta, cakes, herbal medicine, medicinal plant, nutritional richness, organoleptic characteristic, formula, intolerance.

ملخص:

يتمثل عملنا في تطوير بسكويت خالٍ من الغلوتين (الكوكيز) يعتمد على دقيق الفول المضاف إليه دقيق الخروب من أجل تحسين وتنوع الوضع الغذائي لمرضى الاضطرابات الهضمية في الجزائر. مكنت هذه الدراسة من تسليط الضوء على قيمة منتجين محليين، الفول والخروب، من خلال تحولهما إلى دقيق. يرجع اختيار المواد الخام من ناحية إلى الثراء الغذائي لهذه الأصناف بشكل أساسي في البروتينات والكربوهيدرات ومن ناحية أخرى إلى توفرها وانخفاض تكلفتها. وتبين التحليلات الفيزيائية - الكيميائية التي أجريت أن المواد الخام والمنتجات النهائية ذات نوعية جيدة. في الواقع، أظهر التحليل الحسي الذي تم إجراؤه أن ملفات تعريف الارتباط (الكوكيز) تحظى بتقدير كبير من قبل المتذوقين ولها خاصية عضوية أفضل.

الكلمات الرئيسية: فطائر، كعك، طب أعشاب، نبات طبي، ثراء غذائي، خصائص عضوية، تركيبة، عدم تحمل.