

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة محمد بوضياف/المسيلة
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF DE M'SILA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE ET BIOCHIMIE

MEMOIRE : MASTER ACADEMIQUE

FILIERE: Sciences alimentaires

OPTION: Nutrition et sciences des aliments

Présenté par

ZEGEUR Amira

BISSAR Manal

Thème :

**Le caroubier en Algérie :
Valorisation et perspectives**

DEVANT LE JURY :

Dr BOUAOUDIA-MADI. N

Université M'sila

Encadreur

Dr AOUN Omar

Université M'sila

Examineur

Dr BELBAHI Amine

Université M'sila

Examineur

Promotion : 2019-2020

Remerciement

Avant tout nous remercions "Allah" tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

*Nos reconnaissances vont tout d'abord au **Dr BOUAUDIA-MADI. N** qui nous a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour son encadrement rigoureux et méthodique et les compétences dont elle nous fait bénéficier au long de toutes nos études. Nous lui adresse également nos gratitude pour son aide précieuse et d'avoir été là pour nous, par ses conseils fructueux, son soutien continu et ses encouragements permanents. Merci de nous avoir guidés avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.*

*Nous exprimons nos estimations et nos remerciements aux membres de jury **Dr AOUN Omar** et **Dr BELBAHI Amine** qui ont pris sur leur temps et ont bien voulu accepté de juger ce modeste travail.*

*Un grand merci à **M. LATRECHE Bilal**. Le Chef d'Atelier 06 SARL HODNA Lait, pour son aide et son soutien.*

Finalement, nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

Dédicace

À l'aide de DIEU, le Tout-Puissant

Je dédie ce travail à mes très chers parents : < Rabei> et < Naima >

Je les remercie pour leurs sacrifices, leurs patiences, leur soutien, l'aide et les encouragements qui m'ont apporté durant toutes ces années d'étude sans eux.

Je ne serais pas ce que je suis aujourd'hui.

Ma grande mère et mon grand père

Mes oncles et tantes, en particulier mon oncle braikat abd elmadjid et sa femme, pour leur conseils, leur orientations et leur soutien continu

A mes cousins et cousines : Amine ; Radwa ; Abd el mouin ; Isslam .

Mes chers amis : ibtisseem ; hadjer ; manal ; khawla

Mon cher binôme Manal merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble, merci de m'avoir soutenu pendant cette année.

Toute la promotion Master (2) NSA qui va vraiment me manquer sans oublier tous les professeurs de l'enseignement supérieur et surtout mon encadreur

Dr Bouaoudia-MADIN

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à ce travail.

Amira

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce travail

A la lumière de ma vie, mes très chers parents

A celle qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse

Ma mère « Mbarka »

La perle la plus le plus chère qui existe sur terre

La source de tous mes espoirs pour son sacrifice, son aide, ses conseils et sa

patience. À mon père « Djemai »

À ma sœur Ahlam

À mes frères Abdelmoutaleb, Adel et Abdelmoumen

À toute la famille Bissar. À tous (toutes) mes amis (es)

*À mon cher binôme et amie Amira merci pour ta compréhension, tout ce qu'on a
partagé ensemble, je te souhaite tout le bonheur du monde*

À tous les professeurs de l'enseignement supérieur

et surtout mon encadreur

DrBouaoudia- Madi.N

À toute la promotion de master 2 NSA

À tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.

Manal

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Partie 01 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le caroubier

I.1. Taxonomie et terminologie commune.....	3
I.2. Description botanique	4
I.3. Habitat et distribution géographique	9
I.3.1. Origine du caroubier.....	9
I.3.2. la distribution dans le monde	9
I.3.3. la distribution en Algérie.....	10
I.4. Composition chimique et valeur énergétique.....	12
I.5. Reproduction biologique.....	14
I.6. Ecologie du caroubier.....	14
I.7. Exigences édaphoclimatiques	15
I.8. Multiplication du caroubier.....	16
I.9. Propriétés et utilisations	17

Chapitre II : Situation du caroubier en Algérie

II.1 description de la zone géographique	21
II.1.1 cadre topographique.....	21
II.1.2 température	21
II.1.3 sol	21
II.1.4 climat	22
II.1.5 Bioclimat	23

Partie 02 : Valorisation du caroubier

Chapitre I : Elaboration des yaourts à base de caroubier

I.1 matériels et méthodes

I.1.1 technologie de fabrication de yaourt	25
I.1.2 Analyses physicochimiques.....	26
I.1.3 Analyses microbiologiques.....	26
I.3.4 Test organoleptique	27

I.2 Résultats et Discussion

I.2.1 Evolution moyenne du ph, acidité, la viscosité	27
I.2.2 Evolution du nombre moyen des souches spécifiques des laits fermentés expérimentaux.....	28
I.2.3 Test organoleptique	29
I.3 conclusion.....	29

Chapitre II : Production du chocolat a base du caroubier

II.1 Matériels et Méthodes

II.1.1 Essai de formulation d'un substitut de chocolat à partir de la caroube	30
II.1.2 Analyse sensorielle et l'étude statistique.....	31

II.2 Résultats et Discussion

II.2.1 Teneur en sucre totaux.....	31
II.2.2 Teneur en fibre totaux	31
II.2.3 Teneur en cendres	31
II.2.4 Résultats d'analyse sensorielle	32
II.3 conclusion	32

Chapitre III : Enrichissement des farines par le caroubier

III.1 Matériels et Méthodes

III.1.1 Analyses physicochimiques de matière première33

III.1.2 Quantification des composés phénoliques35

III.1.3 Analyses microbiologiques35

III.2. préparation des cookies35

III.2.1 Etapes de fabrication de biscuit35

III.3 Méthodes d'analyse de biscuit36

III.4 Résultats et Discussion

III.4.1 Résultats des analyses physicochimique de matière première.....36

III.4.2 Résultats des analyses microbiologiques de matière première.....38

III.4.3 Résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques du produit fini42

III.5 valeur énergétique de biscuit choisi.....45

III.6 conclusion.....46

Conclusion et perspectives.....47

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°Brix : Degrés de Brix.

°C : Degré Celsius.

2St/ 1Lb : rapport de souchesensemencées

A.N.A.T : Agence national d'aménagement du territoire

AFNOR : Association française de normalisation.

BIMO : Biscuiterie moderne.

Ca : calcium

Mg : magnésium

Cm :centimètre

Cu : cuivre

D° : degré dornic

DPPH : 2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl

E410 : épaississant

EM :énergie métabolique

FAO : Food and Agriculture Organization.

FC : La farine de la caroube.

Fe : fer

g : gramme

g/l :gramme par litre

GAMT : Germe Aérobie mésophile Totaux.

H2SO4: Acide sulfurique

Ha : hectare

HCl : Acide chlorhydrique

ISO : Organisation internationale de standardisation

JORA : Journal officiel de la république Algérienne

K : potassium

Kcal : kilocalorie

kg/an : Kilogramme par année

KJ : Kilojoule

KJ/g : kilojoule par gramme

km² : Kilomètre carrés

Lb: *Lactobacillus bulgaricus*

m :mètre

m/s :mètre par second

M17: Gélose de Terzaghi

mg: Milligramme

ml :millilitre

mm: Millimètre

Mn :manganèse

MRS: Man Rogosa Sharpe

MS : Matière sèche

N : azote

Na : sodium

NA : Norme Algérienne

NaCl: Chlorure de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

NF : Norme française.

nm : Nanomètre.

ONM : Office National de Météorologie.

PCA : Plat Count Agar.

pH : Potentiel d'hydrogène

Qx : quintaux.

SG : Gluten sec

St: *Streptococcus thermophilus*

TC : taux de cendres

UFC/g : Unité Format Colonie par gramme

UFC/ml : Unité Format Colonie par millilitre

Uv : ultra violet

Zn : zinc

Liste des figures

Figure 1	Caroubier.	4
Figure 2	Racines du caroubier.	5
Figure 3	Le tronc de caroubier.	6
Figure 4	Les feuilles de caroubier.	7
Figure 5	Type d'inflorescence du caroubier a: fleurs males, b: fleurs femelles, c: gousses.	8
Figure 6	Fruit du caroubier (gousses vertes à gauche et mûrs à droite).	9
Figure 7	Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde.	10
Figure 8	Répartition du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques.	11
Figure 9	Présentation de la gousse de la caroube, pulpe et graine.	12
Figure 10	Coupe transversale d'une graine de caroube.	14
Figure 11	Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques.	20
Figure 12	Carte bioclimatique de l'Algérie.	24

Liste des tableaux

Tableau 1	Classification taxonomique du genre Ceratonia.	4
Tableau 2	Estimation de la surface cultivée, la production et le rendement de la caroube en Algérie , année 2011.	11
Tableau 3	Composition moyenne de la pulpe de la gousse.	13
Tableau 4	Résultats des traitements des gousses de la caroube.	36
Tableau 5	Les résultats des analyses physico-chimique de la farine de blé.	37
Tableau 6	Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.	37
Tableau 7	Les résultats des analyses physicochimiques de la farine de la caroube.	38
Tableau 8	Résultats des analyses microbiologies de la farine de la caroube et de la farine de blé.	39
Tableau 9	Les résultats des analyses microbiologiques de poudre de lait et jaune d'œuf.	39
Tableau 10	Les résultats microbiologies de la graisse végétales et de pépite de chocolat.	41
Tableau 11	Résultats des analyses microbiologiques de l'eau.	42
Tableau 12	les résultats des analyses microbiologiques de produit fini.	43

Introduction

Depuis la nuit des temps, l'Homme a toujours cherché à se servir des plantes pour s'alimenter d'abord mais aussi pour se soigner. La phytothérapie constitue une alternative ou tout au moins un complément appréciable à la pharmacie classique issue de la chimie moderne et de nombreux remèdes prescrits des principes actifs d'origine naturelle.

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie. Parmi les plantes d'intérêt économique ; le caroubier.

Le mot caroubier vient de l'arabe El kharroub. Il est connu sous le nom scientifique de *Ceratonia siliqua* L. *Ceratonia*, du grec *keratia*, désigne une petite corne et le nom d'espèce *siliqua*, désigne en latin une siliqua ou gousse. Il est aussi appelé Carouge, Pain de Saint Jean-Baptiste, figuier d'Egypte, fève de Pythagore (**BATLLE et TOUS, 1997**). C'est un arbre typiquement méditerranéen de croissance lente jusqu'à 200 mètres et sa hauteur est de 15 mètres, c'est une espèce xérophile, thermophile originaire des zones arides et semi-arides (**Zouhair, 1996**).

Le caroubier possède un intérêt socio-économique et écologique considérable, tout les constituants de graine de caroubier jouent un rôle industriel et médical important, la grande valeur de la caroube est connue grâce aux gousses et aux graines, sa pulpe est un substitut naturel de cacao utilisé pour la préparation de chocolat et aussi utilisé traditionnellement comme médicament contre les diarrhées et certaines maladies gastriques ainsi que pour la production de farine pour la préparation des gâteaux et l'alimentation animale. La gomme est utilisée dans plusieurs produits quelque soit dans l'agroalimentaire comme un agent stabilisant ou bien dans le domaine médical et pharmaceutique. **Berrougui H., (2007)**.

En Algérie le caroubier est très négligé et n'a pas encore eu la place qu'il mérite, en particulier dans la région Nord-ouest et cela malgré l'engouement et l'intérêt qui lui sont portés depuis quelques décennies par des industriels, notamment de Tlemcen, pour fins d'exportation à destination du marché Européen, La cératoniculture peut jouer un rôle important dans le développement des terrains en montagne.

Dans un souci de valorisation de ce produit de terroir « la caroube » presque inexploitable, il faut faire beaucoup d'efforts pour qu'on puisse exploiter cette richesse ainsi que bénéficier de ses composants et ces vertus thérapeutiques ; en incorporant la farine de caroube avec d'autres ingrédients pour obtenir un nouveau produit.

L'objectif de ce travail consiste à mettre en lumière la situation du caroubier dans la région Nord-ouest de l'Algérie et de proposer des méthodes de valorisation de ce fruit en industrie agroalimentaire.

Dans ce présent travail, nous aborderons en première partie, une synthèse bibliographique composée de deux chapitres :

- Le premier chapitre comporte la présentation du caroubier, son importance économique et écologique et son utilisation dans divers domaines ;
- Le deuxième chapitre consiste à l'étude de la situation du caroubier dans le Nord-ouest de l'Algérie,

Une deuxième partie dans laquelle nous citons quelques valorisations du caroubier dans l'industrie agroalimentaire et mettons la lumière sur trois exemples :

- Elaboration des yaourts à base de caroubier.
- Production du chocolat à base du caroubier.
- Enrichissement des farines par le caroubier.

Nous terminerons par une conclusion et perspective.

Partie 01

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur le caroubier

I. le caroubier

I.1. Taxonomie et terminologie commune

Le caroubier dont l'origine semble être l'Est de la méditerranée est domestique depuis le néolithique 4000 ans avant J.C, et sa culture extensive date au moins de 2000 ans avant J.C. Il était connu dans le proche Orient et les îles de la Méditerranée. En Egypte les pharaons ont utilisé la farine du fruit pour rigidifier les bandelettes des momies (XVIIe Siècle avant J.C). Le caroubier a d'abord été propagé par les grecques, puis par les Arabes et les Berbères de l'Afrique du Nord, en Grèce et en Italie, en Espagne et au Portugal, ensuite il a été introduit en Amérique du Sud, du Nord et en Australie par les Espagnols, actuellement le caroubier se trouve aussi aux Philippines, en Iran, en Afrique du sud et en Inde (**Berrougi, 2007**).

Le caroube est utilisée comme farine pour faire du couscous en Algérie .En Espagne et dans d'autres pays méditerranéens, elle est utilisée comme substitut du cacao pour la fabriquer du chocolat et comme des sirops en Tunisie et en Egypte.

Le nom scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua* est dérivé du mot grec "Keras" signifiant petite corne et le nom d'espèce "siliqua" désigne en latin une silique ou gousse, en allusion à la dureté et la forme de la gousse. Cette espèce appartient au genre *Ceratonia* de la sous-famille des caesalpinioïdeae, de la famille des Fabaceae (légumineuses), qui fait partie de l'ordre des Fabales (rosales), classe des Magnoliopsida (**Boudy, 1950**).

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

Tableaux n° 1 : Classification taxonomique du genre *Ceratonia* (Sbay H., 2008).

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

I.2. Description Botanique

Le caroubier est un arbre ou arbuste à croissance lente (**Quezel et Santa ,1962**), qui peut atteindre 7 à 20 m de hauteur et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3m (**figure 1**). Il a une écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune et brune, rugueuse à l'âge adulte. Son bois de couleur rougeâtre est très dur.



Figure n°1: Le Caroubier (**The nature conservancy., 2001**)

I.2.1. Les Racines

La racine du caroubier est très ramifiée en surface (**figure 2**), avec des formations épaisses dans sa partie supérieure qui en se séparant du tronc vont prendre une direction oblique par géotropisme positif. Ces formations caractérisent la majeure partie du système racinaire du caroubier et forment un socle considérable même 'il est moins marqué que celui formé chez l'olivier. Se caractérisent par une croissance lente mais avec un développement important.



Figure n° 2 : Racines du caroubier (The nature conservancy., 2001)

La racine principale est ramifiée en plusieurs racines latérales ou secondaires de grande longueur et avec une tendance à être superficielles, en particulier sur les sols compacts ou peu profonds. Les racines latérales très ramifiées et avec de nombreux poils absorbants sont capables de s'étendre sur une longueur de 30 à 40 m (**Tous, 1984**).

En plus de fixer vigoureusement l'arbre dans le sol, ce système racinaire permet l'absorption de l'humidité et des éléments nutritifs sur une grande surface de terrain, particulièrement à partir de la couche la plus superficielle du sol, laquelle présente les niveaux les plus élevés de fertilité, d'aération et de matière organique. C'est probablement l'une des raisons principales pour laquelle cet arbre peut croître dans un terrain rocailleux avec des sols peu profonds et dans des conditions arides qui seraient restrictifs pour d'autres cultures (**Albanell, 1990**).

Bien que le caroubier ait été classé dans la "famille des légumineuses" grâce aux caractéristiques de son fruit, cependant, il n'a pas été possible de démontrer qu'il possédait des nodules symbiotiques de rhizobium excepté dans un seul cas.

I.2.2. Le Tronc

Le tronc du caroubier est épais, robuste avec écorce rugueuse et brin-grisâtre (Albanell, 1990) tandis que l'écorce est lisse sur la partie supérieure du tronc et à la base des branches. (Figure 3).



Figure n° 3 : Le tronc de caroubier (The nature conservancy., 2001)

Les branches présentent les différentes caractéristiques suivantes (Albanell, 1990) :

→ Les branches principales d'âge avancé sont généralement épaisses, tortueuses et avec une tendance à l'horizontalité (**figure3**) due à leur poids et aux tailles de formation. Leur rôle principal est celui de servir comme élément support à d'autres branches, même si elles peuvent occasionnellement être productives ;

→ Les branches secondaires sont de taille moyenne avec une tendance à être plus au moins érigées selon leur âge en particulier dans la partie supérieure de la couronne. Elles constituent les principales branches de production;

→ Les jeunes branches ou rameaux, de taille plus petite, sont situées dans la partie externe de la couronne ou zone de croissance. Elles sont flexibles et ont une écorce lisse recouverte de

lenticelles qui permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère. Elles présentent généralement et selon les variétés des tons jaune-verdâtres ou rougeâtres dans la zone de bourgeonnement

I.2.3. Les feuilles

Ses feuilles (**figure 4**) persistantes sont assez grandes (10 à 20 cm de longueur), composées de 4 à 10 folioles ovales ou elliptiques (3 à 7 cm de longueur) opposées, de couleur verte luisante à la face supérieure et vert pâle à la face inférieure. Le caroubier perd ses feuilles tous les deux ans, au mois de juillet. Cet arbre développe un système racinaire pivotant, qui peut atteindre 18 m de profondeur, ces dernières sont partiellement renouvelées au printemps (mars - avril) (**Gharnit, 2003**).



Figure n°4 : Les feuilles de caroubier (**The nature conservancy., 2001**)

I.2.4. Les fleurs

La plupart des caroubiers sont dioïques, parfois hermaphrodite et rarement monoïque (**Battle et Tous, 1988**). Ainsi, Les fleurs mâles (**Figure 5.a**), femelles (**Figure 5.b**) et hermaphrodites poussent sur des pieds différents. Les pieds mâle sont stériles et improductifs (**Rejeb, 1995**). Les fleurs du caroubier poussent en automne et la floraison apparaît en hiver sur le vieux bois et porte les jeunes fruits (**Figure 5.c**), et à la fin de l'été que les gousses en maturité seront récoltées, en générale en Septembre ; Les inflorescences portent 20 à 50 petites fleurs unisexuées qui se disposent sur les branches et le tronc en courtes grappes latérales (**Figure5.a**). Les fleurs sont inhabituelles sans pétales et le taux d'avortement des fleurs atfffreint 83 % chez les types productifs (**Battle et Tous, 1997**).



Figure n° 5 : Type d'inflorescence du caroubier a: fleurs mâles, b: fleurs femelles, c: gousses.(Rejeb, 1995 ; Battle et Tous, 1997).

I.2.5. Les fruit

Les caroubes sont réunies en grappes simples. Ce sont des gousses indéhiscentes, de grande taille : 10 à 30 cm de longueur, 1,5 à 3 cm de largeur et de 1 à 2 cm d'épaisseur. Chaque caroube pèse environ 15 à 30 grammes (BATLLE et TOUS, 1997) (Figure 6).

La gousse comporte trois parties : l'épicarpe, le mésocarpe et les graines, des cloisons pulpeuses transversales qui la sépare à l'intérieur renfermant de 4 à 16 graines. Dont la longueur et la largeur sont respectivement de 8 à 10 mm et de 7 à 8 mm D'abord, Il est vert puis brun, et, au moment de la maturité, brun foncé à noir (Ait Chitt, 2007).

Le fruit du caroubier atteindre la maturité par trois stades de développement :

- le premier stade est caractérisé par une lente croissance en automne et en hiver ;
- le second correspond à un développement actif et une croissance rapide des gousses au printemps ;
- au dernier stade, la gousse mûrit et se durcit en juin-juillet (Benmahioul et al., 2011).



Figure n°6 : Fruit du caroubier (gousses vertes à gauche et mûrs à droite).(Battle et Tous, 1997).

I.3.Habitat et distribution géographique

I. 3.1.Origine de caroubier

Le caroubier était connu dans le proche Orient et les îles de la Méditerranée. En Egypte, les pharaons utilisaient la farine du fruit pour rigidifier les bandelettes des momies (XVIIe siècle avant J.C). Cette espèce ligneuse a été domestiquée depuis le néolithique (4000 ans avant J.C.), et sa culture extensive date au moins de 2000 ans avant J.C. (**BATTLE et TOUS, 1997**).

I.3.2.Distribution dans le monde

le caroubier est étendu, à l'état sauvage, en Turquie, Chypre, Syrie, Liban, Israël, Sud de Jordanie, Egypte, Arabie, Tunisie et Libye avant d'atteindre l'Ouest de la méditerranéen .(**figure 7**)

Ensuite il a été introduit avec succès dans des pays ayant un climat méditerranéen : en Amérique du Sud, du Nord et en Australie par les Espagnols. Actuellement le caroubier se trouve aussi aux Philippines et en Iran (**Battle et Tous, 1997**).(**figure 7**)



Figure n°7 : Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde(Battle et Tous,1997).

Dans les zones basses méditerranéennes (0- 500m, rarement 900m d'altitude), le caroubier constitue une essence dominante et caractéristique du maquis des arbres sclérophylles Folch L, Guillen R.(1981). Il s'adapte à plusieurs types de sols.

I.3.3. La distribution en Algérie

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell (Quezel et Santa, 1962) (tableau02).dans les étages semi-aride chaud, subhumide et humide, avec une altitude allant de 100 m à 1300 m dans les vallons frais qui le protègent de la gelée ; avec une température de 5°C jusqu'à 20°C et une pluviométrie de 80mm à 600mm/an (Rebour, 1968) .

Suivant ces critères climatiques ; on a établi l'aire de répartition du caroubier en Algérie (figure 8) et à Tlemcen dans les régions suivantes : Sidi M'djahed, Sebra, Henaya, Tlemcen, AïnTellout, Sidi Abdli, Remchi, Ben Sekran, Aïn Yousef et de Beni Saf jusqu'à Marsat Ben M'hidi.(Lavalée P., (1962). (figure 8)

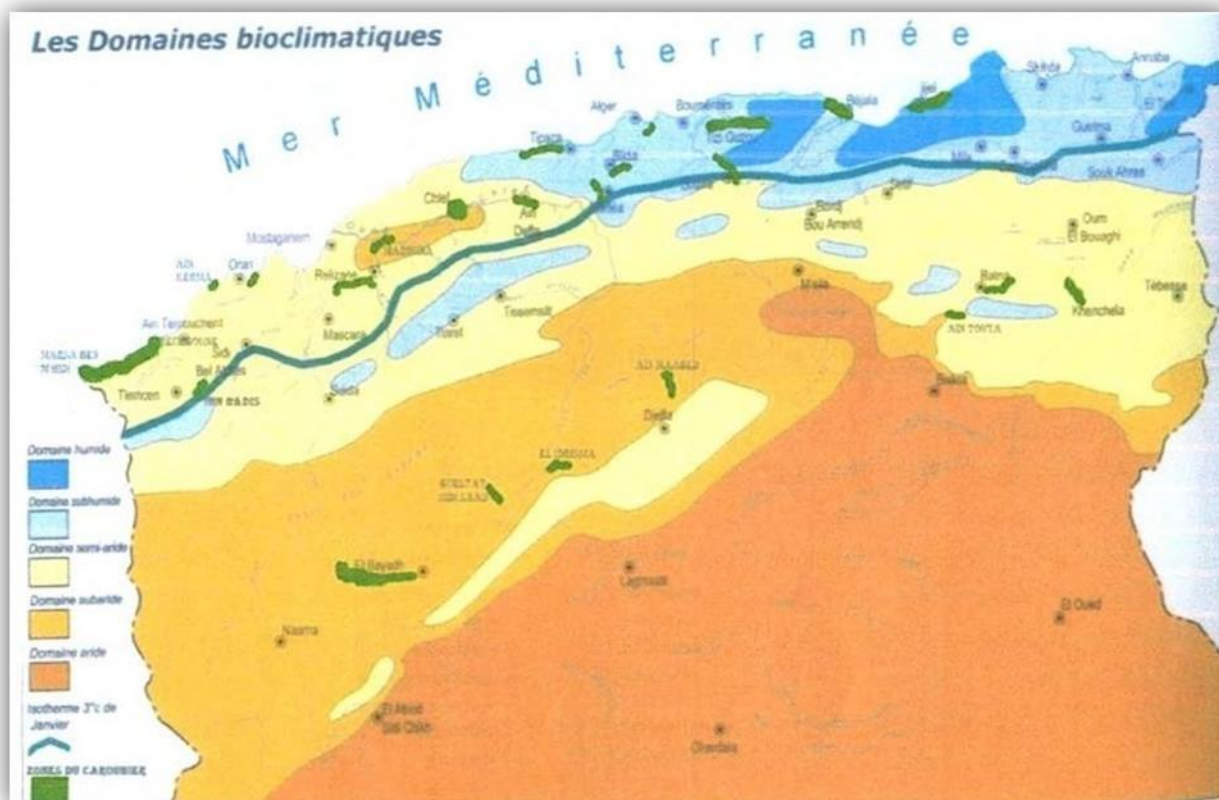


Figure n° 8 : Répartition du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques (A.N.R.H, 2004).

Tableau n° 02 - Estimation de la surface cultivée, la production et le rendement de la caroube en Algérie, année 2011.(Quezel et Santa, 1962).

Wilaya*	Surface cultivée (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Bejaia	645	18417	28,6
Tipaza	105	5600	53,3
Blida	100	8050	80,5
Boumerdes	32	1080	40,0
Bouira	22	144	6,9
Mila	10	80	8,0
Tlemcen	5	100	20,0
B.B. Arreridj	4	20	5,0
Aïn-Defla	2	300	150
Mascara	1	30	30,0
Tizi-Ouzou	1	20	20,0
Total	927	33841	36,5

I.4. composition chimique et valeur énergétique

I.4.1 .la composition chimique

La composition chimique de la graine a été évaluée par (**Bouzouita et al.,2007**), qui a démontré que la graine était pauvre en minéraux et en fibres et la pulpe et les graines sont les deux principaux constituants de la gousse du caroubier être présentent respectivement 90% et 10% de son poids total.

La pulpe et les graines sont les deux principaux constituants de la gousse mure du caroubier(**figure 9**) et représentent respectivement 90% et 10% de son poids total (**Bernardo-Gil et al., 2011**).



Figure n°9 : Présentation de la gousse de la caroube, pulpe et graine (**Mulet et al., 2015**).

I.4.1.1. la pulpe

Selon plusieurs auteurs, la composition chimique de la pulpe dépend, en général, du cultivar, de l'origine et parfois de la période de récolte (**Albanell et al., 1991**).

La gousse est riche en carbohydrates et particulièrement en sucres hydrolysables (48-56%), en particulier, sucrose, glucose, fructose et maltose et peut être utilisé comme matière première pour la production des sirops et par saccharose cristallisé pour l'industrie alimentaire (**Tableau 3**) 35 % d'amidon, (2 -6%) protéines et en lipides (0.4- 0.6%) dont les acides saturés et insaturés sont en proportions égales (**Puhan et Wieling, 1996**). En plus, la pulpe présente également une teneur très élevée en fibre (27- 50%) Ces fibres alimentaires ayant la plus forte teneur en polyphénols **Papagiannopoulos M, Wollseifen HR, Mellenthin A, Haber B, Galensa R., (2004)**.

Tableau n° 3 : Composition moyenne de la pulpe de la gousse. **Makris et Kefalas, 2004; Dakia, 2011).**

Constituant	Concentration (g.100 g-1)
Humidité	3.6-18.0
Cendre	2.0-3.0
Lipides	0.4-0.6
Protéine	2-6
Sucres totaux	48.0-56.0
Fibre	27.0-50
Polyphénol	18.0-20.0

I.4.1.2. la graine

La gousse renferme de nombreuses petites graines brunes, biconvexes et extrêmement dures, séparées les unes des autres par des cloisons pulpeuses. Ces graines ont une longueur comprise entre 5.5 et 6.0 mm et une largeur comprise entre 3.4 et 4.0 mm (**Dakia, 2008**).

La graine est composée de 30 à 33% d'enveloppe tégumentaire, de 42 à 46% de l'albumen(d'endosperme) et de 23 à 25% d'embryon (le germe)(**Garnit, 2006**).(**figure 10**)

* L'enveloppe tégumentaire contient des antioxydants (**Batista et al, 1996**). Ces antioxydants naturels n'est autre que les polyphénols naturellement présentes dans l'enveloppe de la graine, qui sont valorisables dans l'industrie alimentaire.

*l'endosperme est essentiellement constitué de gomme ou galactomannanes (30 à 40%), qui est un polysaccharide composé de deux unités de sucres, mannose et galactose, combinées par des liaisons glycosidique, cette gomme renferme très peu de minéraux et de protéines (<2%)(**Battle et Tous, 1997**).

*le germe La farine de germes est très riche en protéines (50%), en glucides (27%). Elle est principalement utilisée dans les aliments pour les enfants (**Lizardo et al., 2002**). Elle est

également utilisée dans l'alimentation diététique humaine ou comme ingrédient potentiel dans les aliments dérivés des céréales pour les personnes cœliaques.

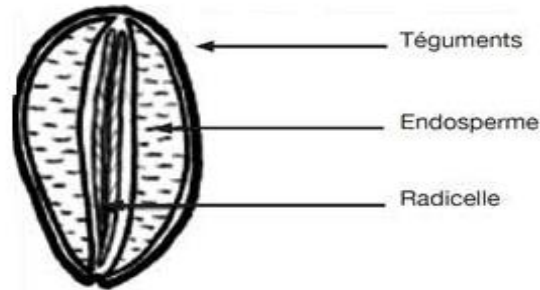


Figure n°10 : Coupe transversale d'une graine de caroube (Dakia et al., 2008).

I.4.2 .La valeur énergétique

La valeur nutritionnelle de la gousse du caroubier est considérée similaire à celle de la plupart de céréales (NAS 1979). Et la valeur d'énergie métabolique (EM) de la farine de caroube est estimée à 13.1MJ EM/kg de produit frais et La gousse du caroubier présente une valeur énergétique important (17,5 KJ/g de M.S) .

I.5. Reproduction biologique

Le caroubier est dioïque, parfois hermaphrodite. Les pieds mâles sont stériles et improductifs; il est considéré comme le seul arbre méditerranéen qui fleurisse en été : d'août à octobre (Aafi, 1996) ou en automne : de septembre à novembre (Fournier, 1977). Cependant, le temps et la durée de la période de floraison dépendent des conditions climatiques.

La pollinisation des fleurs du caroubier est, en grande partie, assurée par les insectes mais aussi par le vent.

Les fleurs sécrètent des substances nectarifères dont la quantité et la contenance en sucre sont élevées dans la fleur femelle par rapport à son homologue mâle (Ortiz et al., 1996).La fructification, chez le caroubier, se situe entre juillet et décembre de l'année qui suit la floraison, selon les régions et les cultivars .

I.6. Ecologie du caroubier

Le caroubier appartient à l'écosystème "maquis du littoral méditerranéen" sur sols calcaires ; c'est un arbre pérenne à feuilles persistantes Il croît bien dans les régions tempérées

et subtropicales et tolère les zones côtières chaudes et humides, mais il est très sensible au froid d'hiver.

Le caroubier et l'oranger ont des exigences en température similaires, mais le caroubier tolère des sols plus pauvres et nécessite beaucoup moins d'eau. C'est une espèce qui résiste très bien à la sécheresse (**Sbay et Abourouh, 2006**).

De plus, il est caractérisé par sa grande tolérance à la salinité en se positionnant en première place avec une tolérance de 2 g/l de NaCl devant entre autres le palmier dattier, le pistachier et l'olivier (**Gil-Albert, 1998**).

Il a été révélé dans une étude réalisée par **Correia et al. (2010)** que le caroubier peut tolérer et maintenir la majorité de ses processus physiologiques à une concentration de NaCl = 2,32 g/l. Ceci démontre que le caroubier peut jouer un rôle très important dans les zones salines, qui arrivent de jour en jour à gagner des terrains considérables, notamment dans le Nord-ouest de l'Algérie et particulièrement dans la région de Relizane.

I.7. Exigences édaphoclimatiques

- **Climat**

Les zones propices à la culture du caroubier doivent être caractérisées par un climat méditerranéen subtropical, avec des hivers doux, des printemps suaves à chauds et des étés chauds à très chauds et secs (**Battle et Tous, 1997**). Les arbres adultes ne nécessitent pas de froid hivernal, car ils peuvent être endommagés lorsque les températures chutent en deçà de - 2° C ou - 4° C selon les variétés. Et ne peut supporter des températures hivernales inférieures à - 7° C.

- **Sol**

En général, le caroubier ont sa capacité à produire dans des circonstances très défavorables et dans des endroits où il n'est pas possible de cultiver végété convenablement sur des sols pauvres, rocheux, sablonneux, limoneux lourds, argileux tout en préférant les terrains calcaires avec une texture équilibrée accompagnés toujours d'un bon drainage ; il ne supporte ni les sols acides, ni les sols hydromorphes (risque d'asphyxie et de putréfaction du système racinaire) (**Sbay et Abourouh, 2006**).

- **Eau**

Le caroubier est un arbre xérophile, pouvant survivre sous des climats secs et sans irrigations ; il peut très bien s'adapter à des milieux présentant des pluviométries moyennes comprises entre 250 et 500 mm par an (NAS, 1979). Bien qu'ils soient résistants à la sécheresse, les arbres ont besoin d'un minimum de précipitations moyennant les 550 mm afin de garantir une production rentable. Toutefois, de nombreux auteurs considèrent que des précipitations annuelles allant de 300 à 350 mm sont suffisantes pour une production acceptable (Batlle et Tous, 1997).

I.8. la multiplication du caroubier

La Multiplication du caroubier peut être réalisée :

- **Par semis**

C'est une méthode classique pour la multiplication du caroubier. Cependant, elle présente un certain nombre d'inconvénients, à savoir (Ait Chitt et al., 2007) :

- Le caroubier est une espèce dioïque, et par conséquent le semis donne des plants avec un ratio de 50% de femelles et 50% de mâles improductifs ;
- La non conformité génétique liée à l'hétérozygotie de l'espèce, et donc une grande hétérogénéité de la descendance ;
- Entrée en production très tardive, pouvant prendre plus de 8 ans.

- **Par bouturage**

C'est une technique de multiplication végétative plausible, mais limitée dans la pratique. En effet, les travaux menés par Ait Chitt et al. (2007) ont démontré les limites techniques et physiologiques du bouturage du caroubier. Les résultats varient en fonction des arbres (génétique), la nature de la bouture et de la concentration en auxine (AIB). Par culture in vitro Il s'agit d'une technique prometteuse, mais qui n'est pas encore bien maîtrisée surtout au stade enracinement (Ait Chitt et al., 2007).

- **Par greffage**

La propagation par greffage est une technique efficace et dominée. Cette approche permet:

La préservation de la conformité du plante produit par rapport à la plante mère sélectionnée pour ses caractéristiques de production et de qualité ;

La conservation des avantages (racines profondes, rusticité, résistances aux maladies) offerts par le franc, porte greffe issus de semis. **Ait Chitt et al. (2007)**, recommandent l'utilisation de la technique du greffage en fente apicale par rapport à l'écusson et cela pour les avantages suivants :

– Il permet de greffer sur des francs très jeunes (9 à 10 mois) par rapport au greffage en écusson qui demande un diamètre de porte greffe plus grand (donc une durée d'élevage plus longue) ;

– Il permet d'avoir une bonne soudure greffon-porte greffe.

I.9. Propriété et utilisation

Cette gomme mucilagineuse est utilisée dans plusieurs produits commerciaux comme agent stabilisateur, agglomérant et gélifiant (**Battle, 1997**). Utilisée dans l'agro-alimentaire comme épaississant connu sous le code normalisé E410, la confiserie, le secteur cosmétique, pharmaceutique et aussi dans les préparations alimentaires diététiques, crème glacée, soupe, sauce, biscuit, tourte, confiserie, produits de boulangerie et nourriture des animaux. Elle est aussi utilisée dans la fabrication d'un condiment aromatique du Sénégal appelé nététu (**Ndir et al., 2000**). Et aussi la gomme de caroube est utilisée en imprimerie, photographie, matière plastique, encre et cirage.

La gomme de caroube peut être utilisée comme substitut de la pectine, de la gélatine, comme stabilisateur alimentaire, pour la croissance bactérienne et d'autres applications dans le textile (**Calixto et Canellas, 1982**). En plus de toutes ces vertus, l'étude de **Parrado et al., (2008)** a démontré que la gomme de caroube, lorsqu'elle est utilisée comme bio fertilisant après avoir été transformée en un extrait enzymatique hydrosoluble.

A. arbre

En raison de sa rusticité et de son adaptation aux contraintes de l'environnement, le caroubier est souvent utilisé, pour le reboisement des zones affectées par l'érosion et la désertification (**Biner et al., 2007**). Et également utilisé comme plante ornementale en bordure des routes et dans les jardins.

Le bois du caroubier appelé carouge (**Rivière et Leco, 1900**) est dur à grain fin ; il est utilisé pour la fabrication d'ustensiles et la production de combustible.

B. Feuilles et fleurs

Les fleurs sont utilisées par les apiculteurs pour la production du miel de caroube (**Gharnit, 2003**). Quant aux feuilles elles sont utiles pour l'alimentation des animaux. Plusieurs études ont montré que l'utilisation des feuilles associées avec le polyéthylène glycol (PEG) améliore la digestibilité et la qualité nutritionnelle des tanins contenus dans les feuilles (**Priolo et al., 2000**).

C. fruit

Le fruit du caroubier ou la caroube, se compose d'une pulpe enveloppant des graines régulières. En effet la pulpe sucrée de la caroube est employé depuis longtemps, comme nourriture de bétail à côté d'autres aliment comme la farine d'orge pour l'humaine

- **Pulpe**

En pharmacopée traditionnelle, la pulpe est utilisée contre la diarrhée et pour le traitement de certaines maladies la gastrite, l'entérite, les angines, les rhumes, le cancer... (**Ait Chit et al., 2007**)

- **La graine**

Tous les constituants de la graine du caroubier (tégument, endosperme et cotylédon), jouent un rôle industriel et médical important, mais la gomme (endosperme) reste la plus importante, puisqu'elle est utilisée, comme agent stabilisateur, gélifiant, fixateur dans différents domaines comme l'agroalimentaire (fromage, mayonnaise, salades...), la cosmétique (crèmes, dentifrices...), l'industrie pharmaceutique (médicaments, sirops...), la tannerie, le textile. (**Biner et al., 2007; Dakia et al., 2007**).

En général les différentes parties de la plante du caroubier peuvent être utilisé dans plusieurs domaines ;

La poudre de caroube tirée des gousses est un édulcorant naturel, qui a la saveur et l'apparence semblable du chocolat. C'est pourquoi il est souvent utilisé comme substitut du cacao. L'avantage d'utiliser la caroube réside dans le fait que contrairement au chocolat, il ne contient pas de stimulants puisque il est dépourvu de caféine et de théobromine. (**Bengoechea, 2008**).

Les différents aliments humaine peuvent être dérivés de la pulpe de caroube tels que les sirops de sucre ou de mélasse, la poudre de caroube utiliser dans l'industrie agro-alimentaire comme additif (code E410) non torréfié et torréfié utilisés comme substituts de cacao dans les pâtes, les barres de céréales, les confiseries au chocolat, les crèmes glacées et les produits légers (**Marakis, 1996**) les gâteaux, bonbons, crèmes glacées, boissons. (**Berrougui., 2007**) . Autre part, cette farine est utilisée dans le lait en poudre pour bébé comme épaississant en remplacement de la traditionnelle farine de blé. Ce genre d'épaississant est recommandé pour lutter contre le reflux gastrooesophagien infantile. Cette farine de caroube est censée être moins allergène que la farine de céréales

Actuellement, la caroube est considérée comme une plante d'investigation de nouveaux antioxydants naturels contenus dans l'enveloppe de la graine et la pulpe du fruit. Cette activité antioxydante est attribuée à la présence de composés phénoliques et fibres (**Custódio, 2011**).

Le caroubier est également un excellent allié dans les régimes amincissants. Des études scientifiques ont démontré que cette plante officinale permet de traiter les problèmes associés au surpoids et à l'obésité en inhibant certaines enzymes digestives grâce à une teneur élevée en tannins, et en créant une sensation de satiété. Il est utilisé notamment dans les préparations des aliments diététiques humains **Berrougui H., (2007)** . Les fibres et la farine de cette plante sont utilisées dans la régulation des niveaux de glucose dans le sang et dans la réduction du niveau de cholestérol total **Guggenbichler J.P., (1983)**.

Chapitre II

Situation du caroubier en

Algérie

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell (**Quezel et Santa, 1962**). on le trouve à l'état naturel en association avec l'amandier, *Olea Europea* et *Pistacia Atlantica* dans les étages semi-arides chauds, subhumides et humides, avec une altitude allant de 100m à 1300m dans les vallons frais qui le protègent de la gelée ; avec une température de 5°C jusqu'à 20°C et une pluviométrie de 80mm à 600mm/an (**Rebour, 1968**). Suivant ces critères climatiques ; on a établi l'aire de répartition du caroubier en Algérie (**figure 11**).

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

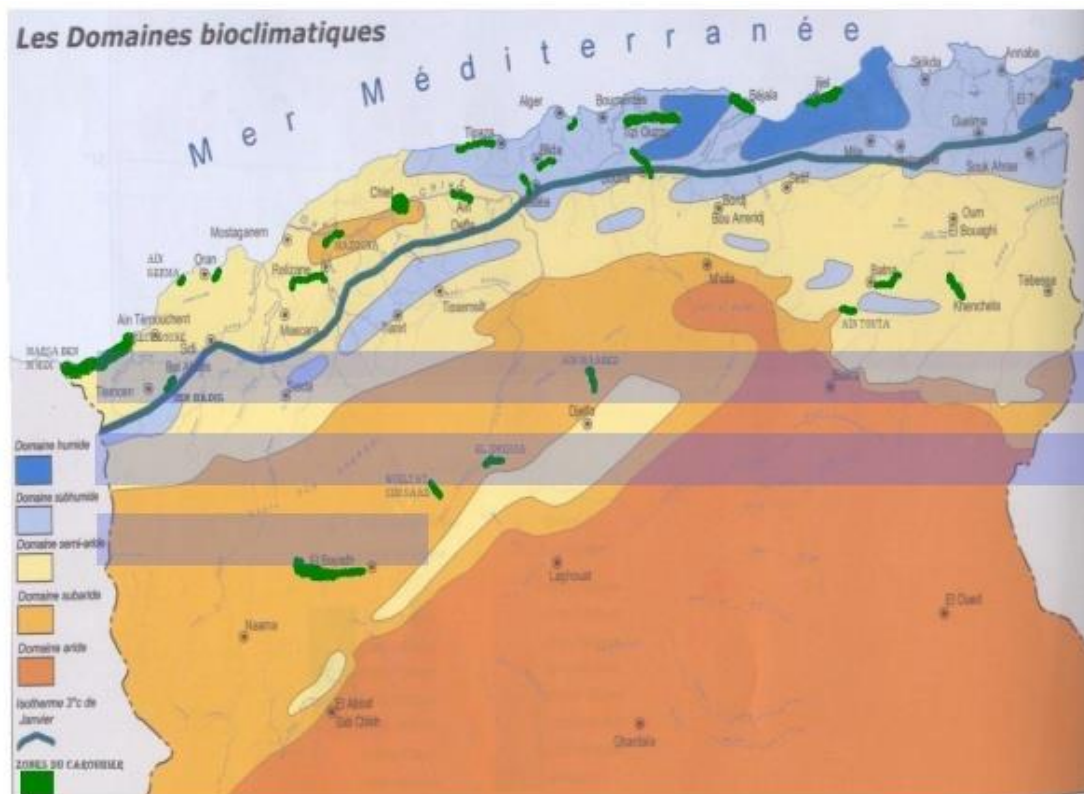


Figure n°11: Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques (A.N.R.H, 2004).

I.1 Description de la zone géographique

La zone correspond à la région Nord-ouest d'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 123.084 km², soit 5,17 % du territoire national et comprend 11 wilayas à savoir, la wilaya de AïnTémouchent, El Bayadh (zone septentrionale), Mascara, Mostaganem, Naâma, Oran, Relizane, Saïda, Sidi Bel Abbès, Tiaret et la wilaya de Tlemcen. La zone est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par la wilaya de Chlef, Tissemsilt, Médéa, Djelfa et Laghouat, à l'Ouest par le Maroc et au Sud par l'Atlas saharien.

II.1.1 Cadre topographique

Le relief de la zone d'étude est un ensemble constitué de plaines et de massifs montagneux, côtiers et sublittoraux, composé de deux sous-ensembles : le Tell occidental et les Hautes plaines steppiques.

➤ **Le Tell occidental** est ordonné en alignements alternés de massifs, de hauteur moyenne, dominés par une dorsale calcaire et de dépressions représentées par les basses plaines oranaises et la plaine du bas Chéelif (**Nedjraoui, 2001**). Cette région se caractérise par deux grands ensembles naturels :

- La zone littorale

- Les montagnes et les bassins intérieurs de l'Atlas Tellien

➤ **Les Hautes plaines steppiques** sont localisées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, à des altitudes plus ou moins importantes de 900 à 1200 m ; elles sont parsemées de dépressions salées, chotts ou sebkhas (**Nedjraoui, 2001**). On distingue deux grands ensembles : les steppes occidentales et les steppes orientales.

II.1.2 Températures

La moyenne des températures minimales du mois le plus froid est comprise entre 0 et 9 °C dans les régions littorales et entre - 2 et + 4 °C dans les régions semi-arides et arides. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud varie avec la continentalité, de 28 °C à 31 °C sur le littoral et de 33 °C à 38 °C dans les Hautes plaines steppiques (**Benslimane et al., 2008**).

II.1.3 Sol

On distingue plusieurs types de sols (**Nedjraoui, 2001**).

➤ **les sols peu évolués** : regroupent :

- les sols d'origine colluviale sur les piedmonts des djebels et les glacis ;
- les sols d'origine alluviale dans les lits d'oued, les zones d'épandages et les dayas.

➤ **Les sols minéraux bruts** : sont localisés principalement sur les sommets des djebels. Ces sols caractéristiques des forêts et matorrals, comportent :

- les sols minéraux bruts d'apport alluvial dans les lits des oueds caillouteux ;
- les régosols sur les roches tendres (marnes et calcaires marneux) ;
- les lithosols sur les roches dures (grès ou calcaires).

➤ **Les sols calcimagnésiques** : regroupent les sols carbonatés parmi lesquels on trouve :

- les sols bruns calcaires à accumulation calcaire xérifiée ;
- les sols à encroûtement gypseux qui sont plus rares, représentés par des petites plages dans les zones de grès alternant avec les marnes et argiles versicolores.
- les rendzines humifères sur les versants des djebels ;

Les sols le plus répandus en Algérie sont les sols carbonatés, notamment dans les écosystèmes steppiques et présahariens où ils représentent de vastes étendues encroûtées (**Halitim, 1988**).

➤ **Les sols iso humiques** : regroupent les sols à encroûtement calcaire ou gypseux. On les retrouve dans les régions arides à des précipitations inférieures à 200 mm/an. (**Halitim, 1988**).

II.1.4 Climat

Le climat de cette zone est sous de deux types : méditerranéen pour la région tellienne et continentale au niveau des hautes plaines steppiques :

Le climat continental est connu pour être un climat rigoureux, où les différences des températures entre l'hiver et l'été ainsi qu'entre le jour et la nuit sont importantes, caractérisé par un été chauds et des hivers froids, Ces caractéristiques résultent de la :

- localisation de ces régions à l'intérieur des continents ou par le fait d'être isolées par des massifs montagneux qui empêchent l'influence maritime.
- Quant au climat méditerranéen, il est de type tempéré et se caractérise par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Les températures thermiques y sont raisonnables et les précipitations sont plus ou moins abondantes selon le facteur relief qui caractérise la région, notamment les massifs montagneux. Ainsi, la pluviométrie enregistrée au niveau de la zone d'étude (Nord-ouest) ne dépasse pas les 600 mm/an, tandis que la région Nord-est de l'Algérie enregistre des précipitations allant jusqu'à 1500 mm/an (à Jijel).

II.1.5 Bioclimat

Selon la carte bioclimatique élaborée par l'ANAT(**figure n°12**), notre zone est caractérisée par trois étages bioclimatiques : le subhumide, le semi-aride et l'aride.

➤ L'étage subhumide

Caractérisé par une pluviométrie comprise entre 600 et 900 mm, l'étage subhumide est peu présent, on le retrouve dans des zones déterminées (monts de Tlemcen, Nord de Tiaret) de la région septentrionale ouest de l'Atlas tellien).

➤ L'étage semi-aride

D'une pluviométrie de 300 à 600 mm, cet étage peut être subdivisé en deux sous-étages bioclimatiques : le semi-aride supérieur et le semi-aride inférieur.

➤ L'étage aride

Caractérisé par une tranche pluviométrique allant de 100 à 300 mm, cet étage correspond à la région steppique aride qui est caractérisée par une réduction importante du couvert végétal.

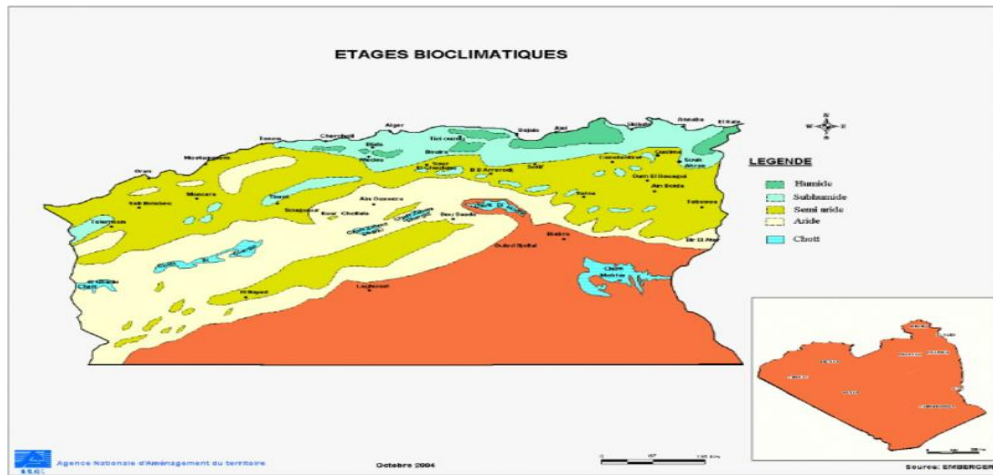


Figure n°12 : Carte bioclimatique de l'Algérie (ANAT, 2004).

Partie 02

Valorisation du caroubier

Chapitre I : Elaboration des yaourts à base de caroubier

M^{elle} MAAMERI Tawouse et M^{elle} SAID Fatiha

Cette étude consiste à étudier l'effet de l'incorporation de la farine de caroube à différents taux dans un lait fermenté type yaourt sur les caractères physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques durant sa conservation.

I. 1 Matériel et méthodes

Le fruit de caroube (pulpe et graine) a été lavée à l'eau, séchée dans une étuve à 45°C, concassé, broyé à l'aide d'un broyeur, la farine de caroube obtenue est ensuite tamisée puis stockée dans un bocal en verre.

Le lait destiné à la fabrication du levain est reconstitué à partir d'une poudre de lait écrémé à raison de (130g/l). Le lait est ensuite pasteurisé à 95°C durant 2 minutes, puis refroidi à 45°C. Ce lait a été réparti en deux échantillons de 500 et 250 ml. Le premier estensemencé avec 0,5 g de la souche lyophilisée pure de *Streptococcus thermophilus* et le second avec 0,25 g de la souche pure de *Lactobacillus bulgaricus*. Les deux échantillons ont été mélangés ensemble dans un bécher et étuvés à 45°C pendant 1 heure.

Le levain ainsi préparé avec un rapport de souches de 2 *Streptococcus thermophilus* pour 1 *Lactobacillus bulgaricus* (2S/1L) est incorporé dans les laits destinés à la fabrication des laits fermentés à un taux de 3% (3ml de levain dans 100 ml de lait)

I.1.1. Technologie de fabrication de yaourt**➤ Ensemencement des levains et la farine de caroube**

Le lait cru destinée à la fabrication des laits fermentés expérimentaux de type yaourt est un lait cru pasteurisé. Les levains sontensemencés à raison de 3% dans des conditions aseptiques dans des pots contenant 100ml de lait expérimental préparé au préalable. Au même temps, on effectue une incorporation de farine de caroube à des taux variables 0%, 0.5%, 1% et 2% (p/v).

➤ Etuvage

Les pots sont placés à l'étuve réglée à 45°C pendant 3 heures. Pour favoriser la croissance des bactéries lactiques durant la période de fermentation.

➤ Refroidissement

Pour arrêter la fermentation, le lait étuvé est immédiatement mis au réfrigérateur à une température de 6°C.

➤ **Conservation**

Les yaourts obtenus sont stockés en frigo à température de 4 à 6°C durant toute la période de post-acidification arrêtée à 21 jours.

I.2.2 Analyses physico-chimiques

➤ **Mesure de pH**

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH-mètre étalonné. La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil (AFNOR, 1986).

➤ **Mesure de l'acidité Dornic**

Cette analyse a pour but de doser l'acide lactique du yaourt avec la soude NaOH en présence d'un indicateur coloré du pH. On prélève avec une pipette, 10ml du yaourt déjà préparé, on y ajoute d'abord quelques gouttes de phénolphtaléine, puis petit à petit, une solution de NaOH à 0.5g/l et on effectue ainsi le dosage en surveillant le virage de la couleur. Au virage, on note le volume de NaOH versé qui lui fait correspondre de degré Dornic.

➤ **Mesure de la viscosité dynamique**

La viscosité est mesurée par l'utilisation d'un tube en verre de diamètre égale à 18mm et de longueur de 15cm équipé d'un chronomètre et d'une bille normalisée

I.1.3 Analyses microbiologiques du yaourt

➤ **Dénombrement de la flore lactique**

1. Streptococcus thermophilus

Le dénombrement des germes a été réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture sélectif « M17 » incubé à 42°C pendant 48 heures.

2. Lactobacillus bulgaricus

Le dénombrement des germes a été réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture sélectif « MRS » incubé à 42°C pendant 48 à 72 heures.

I.1.4 Test organoleptique

Le test d'acceptabilité a été déterminé sur le lait fermenté au (21^{ème} jour). Les nombres de jury qui sont le plus représentatifs possibles (niveau de vie, culture, âge et sexe). Il est demandé aux panélistes d'apprécier les critères de produit suivant :

Goût acide : Traduit la capacité maximale de déformation de l'échantillon après écrasement du produit en pots entre les doigts.

Cohésivité: Exprime la force de liaison entre les produits et la surface d'une cuillère lors d'une prise d'échantillon.

Odeur : Le paneliste est appelé à déceler l'existence ou pas de sensation des mauvaises odeurs émanant du produit dégusté.

Couleur : Le paneliste est appelé à apprécier la couleur du produit.

Gout sucre : Le dégustateur est appelé à évaluer l'ampleur du goût sucré des produits après dégustation

I.2 . Résultats et discussion

Résultat des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait fermenté incorporé à des taux variables de farine de caroube durant la période de post acidification :

I.2.1. Evolution moyenne du pH, acidité et la viscosité

- **pH**

D'une façon globale, durant toute la période de post acidification les valeurs moyennes du pH des yaourts ont une évolution décroissante de 4.67 au début de la période de acidification jusqu'à 4.23 en fin de stockage en moyenne. L'analyse de variance montre un effet significatif sur l'évolution moyenne des valeurs des pH des laits fermentés au cours des périodes de post acidification

- **Acidité dornic**

Au cours de cette période, les moyennes d'acidité des laits à différents doses de farine de caroube évoluent de 64.66D° en moyenne au premier jour jusqu'au 88.00D° en moyenne à la fin de la période de stockage. L'analyse de variance montre un effet significatif sur l'évolution moyenne des valeurs d'acidité dornic des laits fermentés au cours de la période de post acidification. Généralement, durant la période de post acidification du premier jusqu'aux 21^{ème} jours de stockage à 4C°, l'évolution des moyenne d'acidité des laits fermentés expérimentaux est inversement proportionnelle à celle du pH, les valeurs d'acidité moyennes

augmentent de 64.66D° jusqu'au 97D° alors que celles de pH diminuent de 4.67 jusqu'à 4.23 respectivement.

- **Viscosité**

Le lot témoin sans ajout de la farine de caroube montre une viscosité croissante entre 4,340m/s jusqu'au 7,730m/s au 21^{ème} jour ; mais lorsque ils ont ajouté la farine de caroube à des taux variables 0%, 0.5%, 1% et 2% une augmentation a été observée par rapport au lot témoin a des valeurs de 12,183m/s et 13,113m/s au 21^{ème} jour.

Ceci lie vraisemblablement à l'activité des souches spécifiquesensemencées qui ont la capacité de produire des exopolysaccharides contribuent à améliorer la texture du milieu (Leveaux et bouins, 1990).

Donc l'effet sur la viscosité est très remarquable avec des concentrations plus élevées de la farine de caroube ce qui montre son effet positif sut la viscosité du yaourt.

I.2.2.Evolution du nombre moyen des souches spécifiques des laits fermentés expérimentaux

- **Streptococcus thermophilus**

Au 1^{er} jour ; le lait fermenté type yaourt présente une concentration initiale de Streptococcus thermophilus égale à 290×10^4 UFC/ml. Cet échantillon appelé témoin montre une diminution des concentrations de ce germe. Donc il y a une diminution du nombre des Streptococcus thermophilus due à un épuisement des nutriments dans le milieu avec le temps.

Les autres échantillons présentent respectivement des concentrations de la farine de caroube de 0.5, 1 et 2 montrent des concentrations de Streptococcus thermophilus inférieurs au témoin. L'analyse de variance montre un effet significatif sur l'évolution moyenne du nombre des germes de S.thermophilus dans les laits fermentés au cours de la période de post acidification

- **Lactobacillusbulgaricus**

Au 1^{er} jour ; le lait fermenté type yaourt présente une concentration initiale de lactobacillusbulgaricus égale à 250×10^4 UFC/ml. Jusqu'au 21^{ème} jour les concentrations ont des valeurs décroissantes pour atteindre une valeur de 160×10^4 UFC/ml .cette diminution du nombre des lactobacillusbulgaricusest expliquée par l'épuisement des nutriments dans le milieu avec le temps. Les lots contenant des différentes concentrations de farine de caroube

Présente une concentration de *Lactobacillus bulgaricus* variable. L'analyse de variance montre un effet significatif sur l'évolution moyenne des nombre des germes de *L. bulgaricus* dans les laits fermentés au cours de la période de post acidification.

I.2.3. Tests organoleptiques

Les résultats de l'analyse sensorielle des échantillons de yaourt préparés.

I.2.3.1. Goût

Les échantillons préparés à 1% et 2% de la farine de caroube présentent des meilleures gout car ils sont moins acides par rapport aux autres lots à 0% et 0,5%. L'analyse de variance, montre que le facteur taux d'incorporation de farine de caroube présente un effet sur l'évolution du goût acide

I.2.3.2. Cohésivité

L'analyse de variance, montre que le facteur taux d'incorporation de la farine de caroube présente un effet sur l'évolution de la cohésivité.

I.2.3.3. Adhésivité

Le jury de dégustation a trouvé que l'adhésivité de lait fermenté expérimentale contenant la farine de caroube est meilleure pour le lot à 2% soit de valeur de 2,90 sommes des rangs en moyenne respectivement par rapport aux autres lots

Globalement durant toute la période de post acidification, les jurys de dégustation ont trouvé que le yaourt témoin (0%) est le meilleur par rapport au couleur. Cependant les laits fermentés à 0.5% 1% et 2% de farine de caroube ayant un aspect léger avec une acidité remarquable sans oublier le goût et l'odeur spécifiques de caroube. Selon le jury, les meilleurs résultats organoleptiques sont trouvés à des taux d'incorporation de farine de caroube à 1% et 2%.

I.3. Conclusion

Le jury de dégustation a qualifié les laits fermentés à 1% et 2% de farine de caroube de meilleure qualité par comparaison du au lot de 0%. Leur travail, mérite d'être reconduit et poursuivi en prenant en considération des autres paramètres d'étude telle que d'addition de sucre et des arômes pour évaluer la qualité du produit fini.

Chapitre II : Production du chocolat a base du caroubier**M^{elle}Kicherhouda et M^{elle}Ladjouziadidi**

Le chocolat est un produit de confiserie préparé à partir de cacao. La poudre de caroube tirée des gousses est un édulcorant naturel, qui a la saveur et l'apparence semblable du chocolat. Contrairement à son homologue le cacao, ne contient ni théobromine, ni caféine, C'est pourquoi il est souvent utilisé comme substitut du cacao (**Bengoech.et al., 2008**).L'objectif de cette étude été donc de préparer un chocolat à base de la poudre de caroubier .

II.1.Matériel et méthode

Une analyse phytochimique a été réalisée à savoir, Dosage de sucres totaux, dosage des fibres, dosage des cendres : **AOAC 972.15 (AOAC, 2006)**

II.1.1. Essai de formulation d'un substitut de chocolat à partir de la caroube

Le travail consiste à un essai de formulation de 8 différents échantillons de substituts de chocolat à partir du fruit de Ceratoniasiliqua (pulpe) avec divers compositions.

➤ Composition

La préparation de substitut de chocolat est réalisée à l'échelle laboratoire d'université de Bejaia (laboratoire biotechnologie alimentaire) en utilisant plusieurs ingrédients.

- Echantillons A : Caroube + poudre d'écorce de citron + sucre + beurre ;
- Echantillons B : Caroube + poudre de lait + beurre ;
- Echantillons C : Caroube + beurre ;
- Echantillons D : Caroube + la masse de cacao+ sucre +beurre ;
- Echantillons E : Caroube + la masse de cacao+ beurre ;
- Echantillons F : Caroube + sucre+ beurre ;
- Echantillons G : Caroube + chocolat + la masse de cacao + beurre ;
- Echantillons H : Caroube + chocolat + beurre.

➤ Préparation

- Mélanger la poudre de caroubier avec les autres ingrédients ;

- homogénéisation à 32°C ;
- Moulage ;
- Refroidissement ;
- Démoulage et stockage à 4°C.

II.1.2. Analyse sensorielle et l'étude statistique

Une analyse hédonique a été impliquée sur des sujets naïfs en testant leur préférence et une évaluation sensorielle par des jurys experts en testant plusieurs descripteurs des produits obtenus à l'instar la couleur, l'odeur, surcroissance, l'amertume, le goût et la texture.

II.2. Résultats et discussion

II.2.1. Teneur en sucres totaux

Les résultats montrent la richesse de la pulpe de *Ceratonia siliqua* en sucres totaux (35,096 mg/100g de MS par rapport à la graine avec 30,74 mg/100g de MS). Des études effectuées par **Avallone et al., 1997** confirment la présence de proportions élevées en sucres dans la pulpe par rapport à la graine.

II.2.2 Teneur en fibres totaux

Les résultats obtenus montrent des taux assez proches pour la pulpe avec 10g et les graines avec 9g. Ces résultats obtenus sont similaires avec ceux acquis par **Yousif et Alghzawi, 2000** (10,99 g) et de ceux de **Shawakfeh et Ereifej, 2005** (7,6- 10,8g). Par ailleurs, ces derniers sont beaucoup plus importants par rapport à celles obtenus par **Albanell et al., 1991** qui ont effectué des travaux sur la caroube d'Espagne (8,01 g).

II.2.3 Teneur en cendres

La teneur en cendres de la pulpe est plus importante 37g par rapport à celles des graines 25g. Cela peut s'expliquer selon **Bezzala, 2005** par :

- La provenance géographique des échantillons ;
- les conditions climatiques ;
- les caractères édaphiques des sols.

Plusieurs auteurs ont démontrés que les teneurs en cendres présentes dans la poudre de caroube variaient entre 2% et 6% selon le type de caroube (**Yousif et Alghzawi et al., 2000**).

II.2.4. Résultats de l'analyse sensorielle

Les résultats obtenus de l'analyse sensorielle appliquée sur la formulation du substitut de chocolat à partir de la poudre de pulpe révèle que les sujets naïfs apprécient mieux les échantillons G, C, F, et D. en contrepartie, les jurys experts apprécient mieux l'échantillon D. Pour l'estimation générale des échantillons l'analyse statistique indique qu'il n'ya pas de différence significative entre les hommes et les femmes pour l'ensemble des échantillons. Les échantillons A, H, G, F et C sont les mieux appréciés par la catégorie d'âge allant de 3 -18 ans, alors que la catégorie d'âge allant 19-30 ans estime mieux l'échantillon D. Les échantillons B et E sont appréciés identiquement par les deux catégories d'âge.

II.3. Conclusion

Ce travail vise à déterminer les constituants de caroubier (pulpe et graine) et de Formuler un substituant de chocolat (chocolat à base de poudre de pulpe de caroube).

Les résultats obtenus ont montré la richesse de la pulpe de l'espèce *Ceratonia siliqua* en sucres totaux par rapport la graine et pour les fibres totaux indiquent un taux assez pour la pulpe et des graines et pour les cendres le taux obtenus est plus important dans la pulpe que les graines.

Chapitre III : Enrichissement des farines par la poudre du caroubier**Mlle. MAKHLOUFI Lynda /Mlle. BOUMAZA Dalila**

La caroube est une espèce agro-sylvopastorale ayant intérêts socioéconomiques et écologique considérables (Biner et al.,2007) .les gousses, plus riches en sucre que la canne à sucre et la betterave sucrière, sont utilisées en industrie agroalimentaire.

Dans un souci de valorisation de ce produit de terroir « la caroube » presque inexploitable et afin de profiter de sa richesse en sucre et ces vertus thérapeutique, la farine de caroube a été intégré dans une formulation des biscuits « type Cookies » à des différentes doses.

Le travail suivant a pour but de formuler une recette de biscuit de type cookies à base de farine de caroube.

III.1. Matériel et Méthodes

Les caroubes qui sont utilisées ont été récoltées au niveau la région de Bni-Amran wilaya Boumerdès. Autres ingrédients ont été utilisés dans la formulation de la recette :

Le sucre, la graisse végétale 36-38%, l'amidon, lait en poudre 26%, le sel, bicarbonate de sodium, pyrophosphate de sodium, le jaune d'œuf en poudre, les arômes, l'eau, et les pépites de chocolat.

La préparation de la farine à partir de la transformation des pulpes des caroubes a été réalisé via plusieurs étapes (nettoyage, Concassage, torréfaction , broyage , tamisage et conditionnement).

Les matières premières ont subi plusieurs analyses afin de garantir la qualité du produit fini à savoir :

III.1.1. Analyses physico-chimiques des matières premières**➤ Le pH (NF V05 – 108 DE JUILLET 1970)**

Le produit à analyser est dispersé dans l'eau distillée jusqu'à ébullition. Après refroidissement on détermine le pH de façon classique avec un pH-mètre à deux électrodes.

➤ Détermination de la teneur en eau (NA 1133-1990.ISO 712)

Le produit est séché à l'aide d'un humidimètre à une température de 130°C pendant 10min.

➤ **Détermination du taux de cendre (NA .735-1991.E.ISO 2171)**

-Chauffage durant 10min les creusets dans un four réglé à 900°C, puis laisser refroidir.

-Incinération d'une prise d'essai d'échantillons des semoules jusqu'à combustion complète des matières organiques à 900 °C puis pesée du résidu obtenu.

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière humide exprime en Pourcentage, est donne par l'équation suivante:

$$TC(\%) = (m1 \times 100) / m0$$

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en Pourcentage, est donné par l'équation :

$$TC (\%) = (m1 \times 100) / m0 \cdot (100 / 100 - H)$$

Avec :

TC : taux de cendres en %.

m0 : la masse, en grammes, de la prise d'essai.

m1 : la masse, en grammes, des cendres.

H : la teneur en eau, en pourcentage par masse, de l'échantillon.

➤ **Détermination du taux de gluten sec de la farine de blé (NA .735-1991.ISO5531) :**
consiste à la préparation de la pâte, extraction et un essorage

➤ **Expressions des résultats**

Le gluten sec exprime en pourcentage et en masse du produit :

$$GS \% = (m \cdot 100) / 10$$

m: la masse en gramme de gluten sec.

10 : prise d'essai en (g)

D'autres analyses ont été réalisées :

- Détermination de la teneur de la matière grasse (AFNOR T90- 501 et T 90-506)
- Acidité titrable pour la poudre de lait (AFNOR1980 : V 04,206)

➤ Degré de Brix (NF .V05 -109 ,1970)

➤ Dosage des protéines

III.1.2. Quantification des composés phénoliques

➤ Dosage des poly phénols de farine de caroube

➤ Dosage des flavonoïdes

➤ Activité anti-radicalaire

III.1.3. Les analyses microbiologiques

➤ Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT)(NF 08- 051 ;Norme Jour /Alg/1991)

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

➤ Recherche et dénombrement des entérobactéries (NFV08-017)

➤ Recherche et dénombrement des levures et moisissures (Norme XPV08-059)

➤ Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus

➤ Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteur (NFV08-061 ; Jour/Alg/1998)

➤ Recherche de Salmonella (NF 086-052)

III.2. Préparation des Cookies

Le produit étudié est un biscuit de type « Cookies » fabriqué par la biscuiterie BIMO, conditionné à raison de 9 biscuits par paquet.

L'essai de fabrication des Cookies par l'incorporation de poudre de caroube à des concentrations différentes : 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 50% les ingrédients utilisés sont :

Farine , la farine de caroube , sucre , graisse végétale , poudre de cacao ,dextrose , bi-sodium pyrophosphate , bi-ammonium , lait en poudre ,jaune d'œuf , sel arôme ,pépites ,eau .

III .2.1. Etapes de fabrication de biscuit

1. Crémage : mettre tous les ingrédients sauf la farine dans un pétrin.

2. **Pétrissage** : La farine est ajoutée et tous les ingrédients sont mélangés jusqu'à l'obtention d'une pâte.
3. **Mise en forme** : peser environ 19 à 20g de la pâte dans une balance analytique.
4. **Cuisson** : est réalisée dans un four.
5. **Le refroidissement et emballage** : faire le refroidissement à l'aire libre puis conditionnement.

III.3 .Méthode d'analyse des biscuits

III.3.1. Echantillonnage

Les prélèvements des biscuits sont effectués a la sortie de la chaine de fabrication, pour chaque essai on retire 04 paquets.

- Un paquet est destiné aux analyses physico-chimiques.
- Un paquet est destiné aux analyses microbiologiques.
- Deux paquets sont destinés aux analyses organoleptiques.

III.3.2 Analyses physico-chimiques des biscuits

Les analyses effectués sont les suivants ;

Le pH ; teneur en eau ; la matière grasse libre.

III.3.3 Analyses microbiologiques des biscuits

Les mêmes protocoles utilisés pour la matière première

III.3.4 Analyse organoleptique

Un contrôle de la qualité des biscuits préparés plus celle de témoin (afin de

Comparer les résultats) a été réalisée à savoir la forme, Etat de surface, Fissuration, Couleur, Odeur et Gout.

III .4. Résultats et discussion

III .4.1.Résultats des analyses physicochimiques des matières premières

III .4.1.1. Résultats des traitements des gousses de la caroube

Les résultats sont représentés dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4 : Résultats des traitements des gousses de la caroube

taux d'extraction	55,57%
taux de déchets	44,25%.

III.4.1.2. Résultats des analyses physico-chimiques de la farine de blé

Les résultats sont représentés dans le tableau 5 suivant :

Tableau 5 : Les résultats des analyses physico-chimique de la farine de blé.

Critère d'analyses	Résultats (%)
Le pH	6.6
La teneur en eau (humidité%)	13.2
Taux de gluten (%)	10.2
Taux de cendre (%)	0.5

D'après les résultats de la caractérisation physicochimique de la farine de blé tendre utilisé en peut dire qu'elle est dans les normes avec une blancheur acceptable.

III .4.1.3 .Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait

Les résultats sont représentés dans le tableau 6 suivant :

Tableau 6 : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait

Critères d'analyses	Résultats (%)	Norme AFNOR 1986
Humidité (%)	2.08	Max 5%
Acidité titrable (D°)	13.5	Max 18D°
PH	6.48	6.5±0.2

Les résultats affichés dans le Tableau 6 indiquent la bonne qualité physico-chimique de la poudre utilisée dans la fabrication du biscuit.

III.4.1.4. Résultats des analyses physico-chimiques de la farine de la caroube

Les résultats sont représentés dans le tableau 7 suivant :

Tableau 7 : Les résultats des analyses physicochimiques de la farine de la caroube.

Critères d'analyses	Résultats
Le PH	5.42±0.046
La teneur en eau (%)	7.59±0.25
La teneur en cendre (%)	2.8 ±0.058
La matière grasse (%)	3.85
L'acidité (%)	0.63± 0,23
Le degré de Brix (%)	41.93±0.50
Polyphénols (mg/g)	12.8mg/g
Flavonoïdes (mg/g)	0.3mg/g
Protéines (g/100g)	40

III.4.1.6. Activité anti-radicalaire

L'activité antioxydant de l'extrait exprimé en EC50 a été déterminée graphiquement qui est de l'ordre 0,002 mg/ml, elle est définie comme étant la concentration de la farine de caroube nécessaire pour réduire ou inhiber 50% du DPPH en solution, les phénols totaux de la farine de la caroube sont des excellents antioxydants naturels qui possèdent des capacités de neutralisation du DPPH puissantes. notre farine a un pouvoir antioxydant plus important que la vitamine C (0,06mg /ml) étudié par (**Khaldi D (2007)**).

III.4.2 Résultats des analyses microbiologiques de matière première

III.4.2.1 Les résultats des analyses microbiologiques de la farine de la caroube et de la farine de blé

Les résultats sont représentés dans le tableau 8 :

Tableau 8 : Résultats des analyses microbiologiques de la farine de la caroube et de la farine de blé

Les germes recherchés	L'échantillon	Résultats (UFC/g)	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Moisissures	Farine de la caroube	4.10^2	$3.10^2 - 10^3$	Jour/Alg/1998
	Farine de blé	Abs	$3.10^2 - 10^3$	Jour/Alg/1998
Clostridium-sulfitoréducteur à 46° C	Farine de la caroube	Abs	$3.10^2 - 10^3$	Jour/Alg/1998
	Farine de blé	Abs	$3.10^2 - 10^3$	Jour/Alg/1998

Les résultats obtenus montrent une absence totale de Clostridium. Le taux des moisissures détectés dans la farine de la caroube sont inclus dans les l'intervalle définies par (JORA, 1998). On remarque une absence totale des germes pathogènes dans la farine de blé. donc notre farine est de qualité microbiologique satisfaisante.

III.4.2.2 Les résultats des analyses microbiologiques de poudre de lait et jaune d'œuf

Les résultats sont représentés dans le tableau 9 suivant :

Tableau 9 : Les résultats des analyses microbiologiques de poudre de lait et jaune d'œuf.

POUDRE DE LAIT			JAUNE D'ŒUF		
Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme

GAMT à 30°C	7500	60.10 ³ - 201.10 ³	Jour/Alg/1 998	/	/	/
Coliformes totaux	10	<10 ²	Jour/Alg/1 998	Abs	10 ²	Jour/Alg/ 1998
Coliformes fécaux	Abs	3-10	Jour/Alg/1 998	/	/	/
Clostridium sulfitoréducteurs à 46°C	Abs	Abs	Jour/Alg/1 998	/	/	/
Salmonella	Abs	Abs	Jour/Alg/1 998	Abs	Absence	Jour/Alg/ 1999
Moisissures	Abs	Abs	Jour/Alg/1 998	Abs	10 ²	Jour/Alg/ 1998
Levures	Abs	Abs	Jour/Alg/1 998	Abs	10 ²	Jour/Alg/ 1998
Escherichia-coli	/	/	/	Abs	09 – 30	Jour/Alg/ 1998
Germes Totaux à 30°C	/	/	/	1.2 . 10 ²	3.10 ³ - 10 ⁴	Jour/Alg/ 1998

L'analyse microbiologique de poudre de lait a montré une absence totale des coliformes fécaux, les Clostridium, les levures et moisissures et enfin les Salmonelles, et une présence des germes mésophiles 7500UFC/g et les coliformes Totaux 10UFC/g, mais ces valeurs elles ont dans les normes recommandés par **JORA 1998**.

Absence totale des germes pathogènes, qui causent les intoxications alimentaire à savoir E-coli et salmonella. Ce qui indique que notre j'aune d'œuf est de bonne qualité microbiologique selon **JORA 1998**.

III.4.2.3 Les résultats microbiologiques de la graisse végétale et de pépite de chocolat

Les résultats sont représentés dans le tableau 10 suivant :

Tableau 10 : Les résultats microbiologies de la graisse végétales et de pépite de chocolat.

	GRAISSE VEGETALE			PEPITE DE CHOCOLAT		
	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Germes Totaux à 30°C	10 ²	3.10 ³ - 10 ⁴	Jour/Alg/19 98	1.1. 10 ²	3.10 ³ - 10 ⁴	Jour/Alg/19 98
Levures	/	/	/	Abs	3.10 ² . 10 ³	Jour/Alg/19 98
Moisissures	Abs	9-30	Jour/Alg/19 98	Abs	3.10 ² . 10 ³	Jour/Alg/19 98
Clostridium sulfitoréducteurs à 46°C	/	/	/	Abs	102-3.10 ³	Jour/Alg/19 98
Salmonella	Abs	Absence	Jour/Alg/19 98	Abs	Absence	Jour/Alg/19 98
Entérobactérie	/	/	/	Abs	03-10	Jour/Alg/19 98
Staphylococcus aureus	Abs	3.10 ² - 10 ³	Jour/Alg/19 98	Abs	03-10	Jour/Alg/19 98

- Les résultats affichés montre une absence totale des germes pathogène incriminés dans les intoxications alimentaire, à savoir les moisissures , Staphylococcus Aureus et Salmonella, Escherichia Coli montrent une valeur de 102 UFC/g. Ces résultats montrent que la qualité de notre graisse est satisfaisante.

- Un nombre réduit en germe totaux mais qui restent dans la norme et une absence totale en Levures et Moisissures et les Entérobactéries, Staphylococcus Aureus, Clostridium, Salmonella. Donc les pépites de chocolat est de bonne qualité microbiologique.

III.4.2.4 Résultats des analyses microbiologiques de l'eau

Les résultats sont représentés dans le tableau 11 suivant :

Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau.

Les germes recherchés	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Germes Totaux à 37°C	102	60 - 2.102	Jour/Alg/1998
Coliforme Totaux	161	102 - 3.102	Jour/Alg/1998
Coliforme Fécaux	Abs	Absence	Jour/Alg/1998
Staphylococcus Aureus	Abs	Absence	Jour/Alg/1998

➤ Les germes totaux à 37°C et les Coliforme Totaux sont présents, mais sont inférieur à la norme.

➤ L'absence totale des Coliforme Fécaux et les Staphylococcus Aureus.

Ceci indique une bonne qualité microbiologique de l'eau.

III .4.3 Les résultats physicochimiques et microbiologiques de produit fini « Cookies »

III .4.3.1 Résultats des analyses physicochimiques de produit fini « Cookies »

Les résultats des analyses physicochimiques des biscuits ont montre que :

- ✓ Le pH des différents biscuits est proche aux normes recommandées (Max=7.5).
- ✓ La teneur en eau du biscuit témoin est inférieure à la valeur maximale de normes recommandées 5%. Par contre l'humidité des biscuits à base de la farine de caroube (à différentes concentrations 5%, 10%, 15%, 20%), est supérieur à la valeur maximale des

normes recommandées . Cela est dû aux conditions de cuisson (la température de cuisson) et aussi à la caroube qui a une teneur important en eau.

✓ Le taux de matière grasse du biscuit témoin elle dans les normes recommandées (Max=27%), et pour les biscuits à base de la farine de la caroube de :

- 5% : Elle est dans les normes recommandées.
- 10% : Elle est dans les normes recommandées
- 15 % : Elle est dans les normes recommandées.
- 20% : Elle dépasse les normes recommandées.

Cela peut être dû aux conditions d'extraction.

III.4.3.2.Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini

Les résultats sont représentés dans le tableau 12 suivant :

Tableau 12 : les résultats des analyses microbiologiques de produit fini.

(*) JORA N°35 du 27 mai 1998.

Les germes recherchés	Biscuit BIMO	Biscuit de caroube				Critère d'acceptation (UFC/g)
		5%	10%	15%	20%	
		FC	FC	FC	FC	
Germes Totaux à 30°C	102	Abs	Abs	5.7.102	Abs	3.103 - 104 (*)
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	3.102 - 103 (*)
Escherichia-coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	09 - 30 (*)
Staphylococcus Aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	3.102 - 103 (*)
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence (*)

Les germes aérobies mésophiles totaux sont l'ordre de 102 UFC/g pour le biscuit témoin, et de l'ordre de 5.7.102 UFC/g pour le biscuit fabriqué à base de la farine de caroube « 15% ». Ces résultats sont largement inférieurs aux normes **JORA 1998**.

Absence totale des germes pathogènes : Escherichia-coli ,Staphylococcus Aureus, Salmonella. Cela dû à une bonne pratique d'hygiène (matériels utilisées, des locaux et du personnel) due à l'efficacité de traitement thermique, qui élimine les formes sporulés.

La température élevée de cuisson favorise l'élimination des levures et moisissures.

➤ Les résultats obtenus favorisent ainsi une bonne conservation et permet l'obtention d'un produit alimentaire sain caractérisé par une charge microbienne réduite.

III .4.3.3 Résultats de test organoleptique de produits fini (Cookies)

L'analyse sensorielle des biscuits est faite par 53 personnes, leur moyenne d'âge est de (18-60) ans, ont dégustés tous nos biscuits, avec une fiche de dégustation comportant les qualités identifiables suivantes : la forme, Etat de surface, fissuration, la couleur, dureté, odeur, le goût.

Le traitement des résultats de l'analyse sensoriels indique que le produit fabriqué est un biscuit de qualité supérieure permettant d'avoir des produits de qualité organoleptique élevée.

➤ La forme des biscuits

Les résultats obtenus montrent que la forme est acceptable et appréciée par les dégustateurs, généralement avec un pourcentage élevé dans le cas de tous les biscuits allant de 81% à 100%. Le lot 20% présente le pourcentage le plus élevé en forme déformé (19%) par rapport aux autres lots.

➤ Etat de surface

D'après les résultats obtenus nous remarquons que tous les biscuits ont un état de surface « non lisse » avec un pourcentage élevé de 83% à 100%. Le lot 5% présente un pourcentage le plus élevé en surface lisse par un pourcentage de l'ordre de 15%.

➤ Fissuration des biscuits

Les résultats montrent que tous les échantillons sont généralement « fissurés » et nous remarquons des pourcentages élevés pour le témoin (90%) et 100% pour les lots (15% FC ,20%FC).

➤ Couleur des biscuits

La couleur est le premier paramètre observé par le dégustateur, pour apprécier la qualité du produit. Elle varie en fonction des ingrédients, de la température et du temps de cuisson.

➤ Odeur des biscuits

Les résultats obtenus désignent que l'odeur est agréable « Bonne » par l'ensemble des dégustateurs avec des pourcentages plus élevés pour toutes les biscuits allant de 87% à 90%.

➤ Le goût des biscuits

Le témoin a un goût de 90% « Bon » de même les biscuits obtenus ont été jugés « Bon » par l'ensemble des dégustateurs avec des pourcentages varié entre 45% à 60% ; le lot 5% le pourcentage le plus élevé de goût excellent qui est de l'ordre de 42%,suivi par le 10%(38%),le 15% et 20% (32%).Le lot 20% présente le pourcentage le plus élevé de goût « mauvais » de l'ordre de 23% ,par contre le témoins présente 0% de goût « mauvais ».

Les résultats de l'analyse organoleptique peuvent être soumis aux séries de réactions biochimiques lors de la fabrication des biscuits et qui sont responsables de modifications de la couleur, de la texture...etc. Principalement de :

- La réaction de Maillard.
- La caramélisation des sucres.
- L'oxydation des lipides.

III.5. La valeur énergétique de biscuit choisi

D'après les résultats de test organoleptique des biscuits fabriquer « Cookies à basse de la caroube » qui ont montré que le biscuit 5%FC est le meilleur choix des dégustateurs. Pour cette raison on a déterminé sa valeur énergétique afin de le comparer avec le témoin

A partir des résultats obtenus, et la comparaison avec le témoin qui a une valeur énergétique de 517 Kcal /2163 KJ pour 100g de produit on trouve que notre produit « cookies à base de caroube » a une valeurs énergétique de 460,36Kcal/1924,3KJ pour 100g de produit ,cette différence est dû à la teneur élevé de la matière grasse de témoin (26,34g dans 100g de produit) ;car le témoin contient la poudre de cacao qui est riche en lipides (13,5%) (Carole - Anne,2014) par contre notre produit contient seulement 20g de matière grasse,

mais les cookies fabriqués sont riches en glucide (61,95 %) et 35,40 % dont sucre, en fibre (4,81g) et en matière sèche (95,41g).

III.6. Conclusion

Ce travail vise à la formulation d'un biscuit diététique riche en éléments nutritifs essentiels pour la consommation quotidienne par l'incorporation de la caroube.

Les résultats d'analyses physico-chimiques de la farine de caroube montrent qu'elle est riche en sucres, et en composés antioxydants : polyphénols et flavonoïdes. Elle contient des autres nutriments comme : les protéines, les lipides, et elle possède une activité anti-radicalaire très importante.

L'étude biochimique et microbiologique de produit fini indique que les biscuits (5%, 10%, 15% et 20%) sont conformes aux normes.

En se basant sur le test de dégustation, le biscuit de 5%FC a montré des caractéristiques très appréciables. Ce dernier se caractérise par un très bon goût, une forme bien arrondie, une odeur agréable, et une couleur acceptable.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Le caroubier est décrit comme une plante avec une grande adaptabilité à la région du bassin méditerranéen ; caractérisée par des conditions climatiques semi-arides méditerranéennes. L'industrie de fabrication du yaourt est fortement dépendante du marché de la matière première, ceci engendre des difficultés pour garantir une bonne qualité du produit, parmi lesquelles on trouve la qualité des additifs alimentaires incorporés et les doses utilisées, qui permettent la maîtrise et l'amélioration de la qualité du produit fini. L'objectif de ce travail été d'étudier quelques exemple de valorisation de caroubier dans le domaine agroalimentaire ;

1. l'élaboration d'un yaourt

Généralement les laits fermentés à 1% et 2% de la farine de caroube enregistrent des valeurs restent toujours supérieur par apport au témoin 0%. Ce Qui a été qualifié et confirme par Le jury de dégustation est le meilleure qualité par comparaison du au lot de 0%.

2. Production du chocolat a base du caroubier

Ce travail vise à déterminer les constituants de caroubier (pulpe et graine) et de formuler un substituant de chocolat à base de poudre de pulpe de caroube. Les résultats obtenus montre la richesse de la pulpe de l'espèce *Ceratonia siliqua* en sucres totaux (35,096 mg/100g de MS), Pour le taux en fibres totaux les résultats indiquent un taux assez important pour la pulpe (10% MS) et pour les cendres le taux obtenus est plus important dans la pulpe (37%).

Les résultats de l'analyse sensorielle du substitut de chocolat obtenue à partir de la poudre de pulpe révèle que les sujets naïfs apprécient mieux les échantillons G, C, F, et D. en contrepartie, les jurys experts apprécient mieux l'échantillon D.

3. Essais d'incorporation de la farine de caroube (*Ceratonia siliqua* L) dans les cookies en substitution partielle de la farine de blé. Leur étude a permis la fabrication des biscuits type « Cookies » par l'incorporation de la farine de caroube en remplaçant partiellement la farine de blé ,le sucre, et l'élimination totale du cacao. L'étude biochimique et microbiologique de produit fini indique que le biscuits (5%, 10%, 15% et 20%) répondent aux normes.

En terme de perspectives et vue l'intérêt de valorisation du caroubier et son impact surtout dans le secteur Agro- alimentaire il serait intéressant et dans l'obligation des autorités responsables de mettre en place des programmes de développement agricole de la filière du

Conclusion et perspectives

caroubier afin d'appuyer le quotidien de la population rurale qui endure une vie difficilement surmontable.

La cératoniculture peut être un des moyens permettant la concrétisation de ces programmes de développement. Par ailleurs, il faut inciter les industriels à l'utilisation des dérivés du caroubier dans la fabrication de produits alimentaires, pharmaceutiques...etc., tout en les encourageant à promouvoir par le biais du pouvoir marketing la consommation de leurs produits.

En conclusion, le caroubier a démontré dans le passé et continu, à travers ces multiples usages de prouver son importance économique, sociale et environnementale notamment dans le bassin méditerranéen. Cependant, la méconnaissance dont il fait l'objet freine son éventuelle amélioration et la possibilité de recouvrer et d'étendre son aire de répartition. Néanmoins, cette tendance peut très bien changer, puisque la sécheresse qui sévit dans la région méditerranéenne et qui à en croire les récentes études, va d'ici la fin du siècle prendre des dimensions alarmantes laisse présager un futur meilleur pour la culture du caroubier.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- A.N.R.H ., 2004** : « L'atlas pratique de l'Algérie, Edition populaire de l'armée (EPA) ». PP : 116.
- Aafi A. (1996)**. Note technique sur le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*). Centre Nationale de la Recherche Forestière. Rabat (Maroc), pp : 10.
- AFNOR, 1986** : « contrôle de la qualité de produits laitiers- analyses physique et chimique » .3 èm édition .PP : 107-121-125-157.
- 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. 1-4
- Albanell E., 1990**. Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratonia siliqua L.*) cultivadas en España. Tesis doctoral. Barcelona. España, pp. 209.
- Albanell E., Caja G., et Plaixats J. (1991)**. Characterization of Spanish carob pod and nutritive value of carob kibbles. *Options Méditerranéennes* 16, pp : 135- 136.
- AOAC 972.15 (AOAC, 2006).
- Avallone R., Plessi M., Baraldi M. et Monzani A. (1997)**. Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua L.*): protein, fat, carbohydrates and tannins. *Journal of Food Composition Anal.*, 10 :166-172
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M. , autres ., Vasseur J. , Cazin M. , Cazin J.C et Pincas M. ,1996** : » Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations ».*Arzneimittle Forshing*, 46 (11), PP :1086-1089.
- Banu C.** Manuel de l'ingénieur de l'industrie alimentaire, vol.II, Ed. Tehnică, Bucarest (Roumanie), (2000).
- Batista M. T., Amaral M. T. and Proença Da Cunha A., 1996.** : « Carob fruits as source of natural antioxidant ». *In Proceeding of the III International Carob Symposium*. Cabanas-Tavira, Portugal.
- Battle I. (1997)**. Current situation and possibilities of development of the carob tree (*Ceratonia siliqua L.*) in the Mediterranean region. Unpublished FAO Report. Rome. Italy
- Battle I. and Tous J. (1988)**. Lineas de investgación sobre el algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) en el IRTA, Cataluña (España). In: Brito de Carvalho JH, ed. I Encorto Linhas de Investigaçao de Alfarroba. AIDA, Oeiras: AIDA, 92-104.

- Battle. et Tous J., 1997.** Caroub tree. *Ceratoniasiliqua L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops ». 17. Institut of plant Genetic and crops Plant Resarch. Médicinales, Maghreb Canada Express Vol. 5, N°9
- Baytop T. 1984.** Therapy with medicinal plant in Turkey (Past and Present). Publication of the Istanbul University. No: 3255. Istanbul
- Bengoechea, C., Romero, A., Villanueva, A., Moreno, G., Alaiz, M., Milla´ n, F., Guerrero, A., Puppo, M.C., (2008).** Composition and structure of carob (*Ceratoniasiliqua L.*) germ proteins. *Food Chemistry* 107, 675–683.
- Benmahioul B., Kaïd-Harche M. et Daguin F. (2011).** Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples. *Forêt méditerranéenne*, 8p
- Benslimane M., Hamimed A., El Zerey W., Khaldi A. & Mederbal K., 2008.** Analyse et suivi du phénomène de la desertification en Algérie du Nord. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 8 Numéro 3.
- Bernardo-Gil M. G., Roque R., Roseiro L. B., Duarte L. C., Girio F., et Esteves P.(2011).** Supercritical extraction of carob kibbles (*Ceratoniasiliqua L.*). *JournalSupercritical Fluids*, 59, pp: 36-42.
- Berrougui H., (2007).** Le caroubier (*Ceratoniasiliqua L.*), une richesse nationale aux vertus médicinales. *Maghreb Canada Express* 5, 20.
- Bezzala A. (2005).** Essai d'introduction de l'arganier dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Magister en Sciences Agronomiques, Université El Hadj Lakhdar, Batna
- Biner B., Gubbuk H., Karhan M et Aksu M. et Pekmezci M,2007,** Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratoniasiliqua L.*) in Turkey, *Food Chemistry*, N°100 . PP : 1453-1455.
- Boudy P., 1950.** Economie forestière Nord-Africain (tome II) : Monographie et traitement des essences forestière. Ed. Larose, Paris, 443-445
- Bouzouita N., A. Khaldi, S. Zgoulli, L. Chebil, R. Chekki, M.M. Chaabouni and P.**
- Carole-Anne Godbout, 2014 :** « stagiaire en nutrition à la Clinique Équilibre-Santé du PEPS de l'Université Laval », supervisée par Lucie Brunelle Dt.P, M.Sc. Janvier.
- Charalamabous J. and Papaconstantinou J. (1966).** Current result on the chemical composition of the carob bean. In the composition uses of carob bean (J. Charalambous, ed.). Cyprus Agricultural Research Institute Ministry of Agriculture and Natural Resources Nicosia, Cyprus

- Correia P.J., Gama F., Pestana M. & Martins-Loução M.A., 2010.** Tolerance of young (*Ceratonia siliqua* L.) carob rootstock to NaCl. *Agricultural Water Management*. 97: 910-916.
- Corsia L., Avallonea R., Cosenza F., Farina F., Baraldia C. & Baraldia M., 2002.** Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*. 73: 674-684
- Custódio L., A.L. Escapa, E. Fernandes, A. Fajardo, A. Rosa, F. Albericio, N. Neng, J.M.F. Nogueira, A. Romano, (2011).** Phytochemical profile antioxidant cytotoxic activities of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) germ flour extracts, *Plant Foods Human Nutrition* 66 78–84.
- Dakia P.A, Blecker C., Robert C., Wathelet B. et Paquot M. (2008)** .Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. *Food Hydrocolloids* Vol. 22, N°5, pp: 807-818.
- Dakia P.A. 2011.** Carob (*Ceratonia siliqua*L.) Seeds, Endosperm and Germ Composition, and Application to Health (Chapitre 35), in: *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*. Université d'Abobo-Adjame (UAA), Abidjan, Cote d'Ivoire. Elsevier.
- Djellouli Y., 1990.** Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doctorale. USTHB. Alger. 210 p.
- Durand J.H., 1959.** Les Sols rouges et les Croûtes en Algérie. Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural. Service des Études Scientifiques. Étude générale N° 7. Alger. 188 p.
- EL Hajaji H., Lachkar N., Alaoui K., Cherrah Y., Farah A., Ennabili A., El Bali B. & Lachkar M., 2010.** Antioxidant activity, phytochemical screening, and total phenolic content of extracts from three genders of carob tree barks growing in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*.
- Folch I., Guillen R. (1981),** La vegetació dels Països Catalans, Ed. Ketres, Barcelona.
- Fournier, 1977.** Les quatre flores de la France (générale, alpine, méditerranéenne, littorale) Le Chevalier, Paris.
- Gharnit N., 2003 :** Caractérisations et essai de régénération in vivo du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) originaire de la province de Chefchaouen (Nord-ouest du Maroc). Thèse de Doctorat en science. Université Abdelmalek Essaadi. Tanger.
- Gharnit N., N. El Mtili, A. Ennabili, F. Sayah, (2006),** importance socio- économique du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans la Province de Chefchaouen (nord-ouest du Maroc), *Rev. Tela Botanica Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France BDNFF*, VOL.4.02 N°33

- Gil-Albert F., 1998.** Tratado de arboricultura frutal. Vol. II, La ecología del árbol frutal. 4a Edición, Ministerio De Agricultura, Pesca y Alimentación, Ediciones Mundi-Prensa. 205p.
- Gonçalves S., Correia P.J., Martins-Loução M.A. & Romano A., 2005.** A new medium formulation for *in vitro* rooting of carob tree based on leaf macronutrients concentrations. *Biologia plantarum* 49: 277-280.
- Goycoola F.M., Morris E.R. & Gidley M.J., (1995).** Viscosity of galactomannans at alkaline and neutral pH: evidence of “hyperentanglement” in solution. *Carbohydr. Polym.*, 27, 69-71.
- Gruendel S., Garcia A.L., Otto B., Mueller C., Steiniger J., Weickert M.O., Speth M., Katz N., Koebnick C. (2006).** Carob pulp preparation rich in insoluble dietary fiber and polyphenols enhances lipid oxidation and lowers postprandial acylated ghrelin in humans.1. *J Nutr.* ; 136 (6):1533-8.
- Guggenbichler J.P., (1983).** Adherence of enterobacteria in infantile diarrhea and its prevention. *Infection*, 11, 239-242.
- Halitim K., 1988.** Sols des regions arides. OPU, Alger. 384p. Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua L.*) and derived products by HPLC-UV-ESI/MSn, *J Agric Food Chem.*, Vol.52, N°12, pp.3784-91
- JORA : 035 du 27-05-1998 :** Arrête interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l’arrête du 14 safar 1415, correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologique de certaines denrées alimentaire.
- Khalidi D., 2007 :** « Etude chimique et nutritive d’*Argania spinosa* ». Mémoire de Magister, UABB Tlemcen
- Klenow S., Glei M., Haber B., Owen R et Pool-Zobel B.L. (2007).** Carob fibre compounds modulate parameters of cell growth differently in human HT29 colon adenocarcinoma cells than in LT97 colon adenoma cells. *Food and Chemical Toxicology*.
- Kumazawa S, Tanguchi M., Suzuki Y., Shimra M., Kwon M-S et Nakayama T. 2002.** Antioxidant activity of polyphenols in carob pods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50.PP : 373 – 377.
- Lavalée P., (1962).** Le caroubier, son utilisation dans l’alimentation du bétail en Algérie et en Tunisie ». Alger, 47p.
- Leveau, j,p et boins 1990 :** « microbiologie industrielle des bactéries lactiques ». 14-18

- Lizardo R., Cañellas 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 santé des porcelets. Journées de la Recherche Porcine, 34, 97-101.
- Marakis S., 1996.**Carob bean in food and feed: current status and future potentials-A critical appraisal. J Food Sci Technol. 33, 365-383.
- Mhirit O. & Et-Tobi M., 2002.** Les arbres hors forêt: le cas du Maroc. Archives de documents de la FAO.
- Mitrakos K. (1981),** Temperature germination responses in three Mediterranean evergreen sclerophylls, in Components of Productivity of Mediterranean-climate Regions-Basic and Applied Aspects (N.S. Margaris and H. A. Mooney, eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London, pp. 277-279.
- Mulet A., Fern_andez-Salguero J., García-Perez J.V. et Bon J. (2015).**Mechanistic modeling to address process analysis: Kibbles of carob (*Ceratonia siliqua*, L.) pod extraction. *Journal of Food Engineering*, 176: 71-76.
- Multon J.L., (1984).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. Paris: Lavoisier.
- NAS. (1979).** Tropical legumes: resources for the future, pp. 109- 116. National Academy of Sciences, Washington DC. USA
- Ndir B., Lognay G., Wathelet B., Cornelius C., Marlier M., Thonart P., (2000),** Composition chimique du nététu, condiment alimentaire produit par fermentation des graines du caroubier africain *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth, (4, 5) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol.4, N° 2, pp.101–105
- Nedjraoui D., 2001.** Profil fourrager. Algérie. Food and Agriculture Organization (FAO).
- ONM :** Office National de Météorologie. 2013. Ministère des Transports. Algérie.
- Ortiz P. L. , Arista M. & Talavera S. , 1 996.** Produccion de nectar y frecuencia de polinizadores en *Ceratonia siliqua* L. (Caesalpinaceae). *Anales del Jardin Botanico de Madrid* 54: 540-546.
- Owen R.W. Haubner R. Hull W.E. Erben G. Spiegelhalder B. Bartsch H. Haber B. (2003).** Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food and Chemical Toxicology*.41 :1727 1738.
- Papagiannopoulos M, Wollseifen HR, Mellenthin A, Haber B, Galensa R., (2004),**
- Parrado J., J. Bautista, E.J. Romero, A.M. García-Martínez, V. Friaiza and M. Tejada, (2008),** Production of a carob enzymatic extract: Potential use as a biofertilizer *Bioresource Technology* Vol. 99, N°7, pp. 2312-2318

- Priolo A., Waghorn GC., Lanza M. et al. (2000)** Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. *J AnimSci*, 78: pp810–6.
- Puhan, Z. and M.W. Wielinga (1996).** Products derived from carob pods with particularemphasis on carob bean gum (CBG). Report Technical Committee of INEC(unpublished).
- 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.
- Ramadan, M. F., 2010:** «Rapid antiradical method for screening deep fried oils». *Journal für Verbraucherschutzund Lebensmittel sicher heit*.5(1) .PP : 47-50.
- Rebour H. (1968),** fruits Méditerranéen, la maison rustique Paris, 330pp..
- Rejeb M. N. (1995).** Le caroubier en Tunisie : Situations et perspectives d'amélioration. Dans : Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? Edit. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris. Pp : 79-85.
- Retana J., Ramoneda J. & Garcia del Pino F.,1990.** Importancia de los insectos en la polinizacion del algarrobo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 16:143-150.
- Rivière CH. & Leco H., 1900.** Manuel pratique de l’agriculteur algérien. Editeur: Augustin CHALLAMEL. Paris, pp. 349-353.
- Ruiz-Roso B, Quintela JC, de la Fuente E, Haya J, Pérez-Olleros L(2010).** Insoluble carob fiber rich in polyphenols lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic subjects. *Plant Foods Hum Nutr.* Mar;65(1):50-6. doi: 10.1007/s11130-009-0153-9.
- Saidi R., Lamarti A. & Badoc A., 2007.** Micropropagation du caroubier (*Ceratonia siliqua*) par culture de bourgeons axillaires issus de jeunes plantules. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.* 146: 113-129.
- Santos M., Rodrigues A, Teixeira J. A., (2005).** Production of dextran and fructose from carob pod extract and cheese whey by *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B512(f), *Biochemical Engineering Journal* 25, 1 –6.
- 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. & Abrouch M., 2006.** Apport des espèces à 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, 1-9

serairi-beji S Mekki- Zouiten L, Tekaya-manoubi L, Loueslati M H Guemira Fet Ben mansour A 2000). Peut- in associer la pulpe de caroube et la souldution de réhydratation orale dans le traitement de la diarrhée aigue. Tribune 60,125-128

Shawakfeh K. and Ereifej K. I. (2005). Pod Characteristics of two *Ceratonia siliqua* L. Varieties from Jordan. Ital. J. Food Sci, 17 (2): pp 187–194.

Tous J., 1984. Cultivo del Algarrobo. Hoja Divulgativa N2: 10. Ministerio de Agricultura. Madrid. 16 p.

Youssif A.K. et Alghzawi H.M (2000), Processing and characterization of carob powder, Food chemistry, Vol.69, N°3. 283-287.

Annexes

Annexe 01

République Algérienne démocratique et populaire

Université Abdelhamid Ibn

Badis-Mostaganem

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة



جامعة عبد الحميد ابن باديس

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mlle MAAMERI TAOUSE

Mlle SAID FATIHA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER ENAGRONOMIE

Spécialité CONTRÔLE DE QUALITÉ DES ALIMENTS

THÈME

Effet d'incorporation de la farine de
caroube sur les paramètres organoleptique,
physicochimique et microbiologique d'un
lait fermenté type yaourt

Soutenue publiquement le 03 /07/2018

DEVANT LE JURY

Président	M BENMILOUD.D	MA U. Mostaganem
Encadreur	M.BEKADA.A	Pr U. Mostaganem et Tecemsilet
Examinatrice	M ^{ME} .ADJOUJ.F	MA U. Mostaganem.

*Thème réalisé au Laboratoire de microbiologie N°01 et de
chimie N°01 de la faculté SNV-U. Mostaganem*

Année universitaire 2017 / 2018

Annexe 02 :

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

Université A. MIRA – Bejaia

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaires

Filière : sciences Biologique

Spécialité : Sciences Alimentaire.

Option : Bioprocédés et Technologie Agro-alimentaire.



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Valorisation des sous-produits de la caroube
Ceratonia siliqua.

Présenté par :

Kicher Houda et Ladjouzi Adidi

Soutenu le : **16 Juin 2016**

Devant le jury composé de :

Mme.TAMANDJARI.S

MAA

Président

Melle.MEKHOUKHE.A

MAA

Encadreur

Mme.FELLA.S

MAA

Examineur

Année universitaire : 2015 / 2016

Annexe 03 :

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE UNIVERSITÉ ARIEF MOHAMED OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA
TERRE DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf :...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.A
GR /2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomique

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Mlle MAKHLOUFI Lynda

Mlle BOUMAZA Dalila

Thème

**Essais d'incorporation de la farine de caroube (*Ceratonia siliqua L*)
dans les Cookies en substitution partielle de la farine
de blé.**

Soutenu le : 26/06/2018

Devant le jury composé de de:

Nom et Prénom

Grade

M. Remini H

MCB

Univ. de Bouira

Président

M^{me} Ferhoum F

MAA

Univ. de Bouira

Promotrice

M^{me} Chekroune M

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

M^{me} Iazouran Gh

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2017/2018

Résumé

Dans ce travail, la valorisation de caroubier dans l'industrie agroalimentaire a été étudiée. Tout d'abord, nous avons parlé sur l'utilisation de farine de caroubier dans la fabrication de yaourt. Les meilleurs résultats obtenus sont les laits fermentés additionnés de farine de caroubier à 1% et 2% ainsi que les résultats microbiologiques qui montrent que le produit obtenu est généralement acceptable. En deuxième lieu nous avons étudié une formulation d'un substitut de chocolat à partir de la pulpe (gousse) de caroubier. Les résultats obtenus montrent que l'échantillon D (Caroube + la masse de cacao+ sucre +beurre) ; est le mieux apprécié par les jurys experts pour son aspect, sa texture, sa couleur et son goût chocolaté. Et enfin, un essai d'incorporation de farine de caroubier dans la préparation de cookies a été présenté. Les analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées montrent que les matières premières sont de bonne qualité et le test organoleptique réalisé a montré que nos biscuits sont bien appréciés par les dégustateurs surtout le biscuit qui contient 5% de farine de caroube.

Mots clés : farine de caroubier, yaourt, substitut de chocolat, cookies.

Abstract

In this work, the valorization of carob in the food industry has been studied. First, we talked about the use of carob flour in the production of yogurt. The best results obtained are fermented milk with 1% and 2% carob flour and microbiological results showing that the product obtained is generally acceptable. A Second we studied a formulation of a chocolate substitute from the pulp (pod) of carob. The results obtained show that sample D (Carob + cocoa mass + sugar + butter); is best appreciated by expert juries for its appearance, texture, color and chocolate taste. Finally, an attempt to incorporate carob flour into the preparation of cookies was presented. The physicochemical and microbiological analyses carried out show that the raw materials are of good quality and the organoleptic test carried out showed that our cookies are well appreciated by the tasters especially the cookie which contains 5% carob flour.

Keywords: carob flour, yogurt, chocolate substitute, cookies.

ملخص

في هذا العمل نهتم بتثمين شجرة الخروب في صناعة المواد الغذائية. بادئ ذي بدء ، تحدثنا عن استخدام دقيق الخروب في صناعة الزبادي ، وأفضل النتائج التي تم الحصول عليها هي الألبان المخمرة بنسبة 1% و 2% من قيم سجل دقيق الخروب تبقى دائما أعلى من السيطرة 0%. ويظهر متوسط النتائج والنتائج الميكروبيولوجية ذات الصلة أن المنتج مقبول بشكل عام. بعد ذلك ، انتقلنا إلى الحديث عن تركيبة بديل للشوكولاتة من لب شجرة الخروب ، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن العينة D هي الأفضل من حيث مظهرها ولمسها ولونها و طعم الشوكولاتة من قبل لجنة خبراء. تثبت اختبارات الموضوعات السانجة أن العين G و C و F و D هي الأكثر شيوعًا. وأخيرًا ، لتسليط الضوء على اختبار دمج دقيق الخروب في تحضير 04 نوعًا من البسكويت ، فقد أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية التي أجريت أن المواد الخام ذات نوعية جيدة ، وأظهر الاختبار الحسي الذي تم إجراؤه أن يحظى البسكويت الخاص بنا بتقدير جيد من قبل المتذوقين خاصة البسكويت الذي يحتوي على 5% دقيق الخروب .

الكلمات المفتاحية: دقيق الخروب ، الزبادي ، بديل الشوكولاتة ، الكوكيز.