



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR /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 :**

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M<sup>r</sup>. Remini H</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>M<sup>me</sup> Ferhoum F</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>M<sup>me</sup> Chekroune M</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>M<sup>me</sup> Iazouran Gh</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

**Année Universitaire : 2017/2018**

## **Remerciements**

*On tient à remercier en premier lieu **ALLAH**, le tout puissant de nous donnée courage, santé et patience pour achever ce travail (**ELHAMDOU LILLAH**).*

*Nous remercions nos **chers parents** qui nous ont aidés à être ce que nous sommes. On remercie leur dévouement, leur consacre de temps et leur présence constante au cours de toutes ces années d'études. On vous aime...*

*On exprime nos vifs remerciements à **M<sup>me</sup> FERHOUM.F**, qui nous a fait l'honneur d'être notre promotrice. Nous la remercions profondément par son encouragement contenue et aussi d'être toujours là, pour nous écouter, nous aider et nous guider à retrouver le bon chemin par ces précieux conseils.*

*Nous tenons d'autre part à remercier **les membres du jury**, pour bien vouloir nous accorder de leur temps précieux, pour commenter, discuter et juger notre travail.*

*Nous présentons nos sincères remerciements aux groupe **BIMO**, surtout : **M<sup>me</sup> Naouel**, **M<sup>me</sup> Samia**, **M<sup>me</sup> Nadia**, **M<sup>r</sup> Hakim**, les responsables de laboratoire physico-chimique de **BIMO**, et **M<sup>me</sup> Fatima** responsable de laboratoire microbiologique de **BIMO**, pour leur encouragement et la confiance, et leur accueil durant toute la durée de ce projet.*

*Nous remercier également, **M<sup>me</sup> Rebouh Mounira**, responsable de laboratoire microbiologique d'**EPSP**, pour leur aide et leur soutien.*

*Nos remerciements sont aussi s'adressés à tous les gens qui nous ont aidés à réaliser se modeste travail surtout : **Yamina** et **Rym** et **Karima** et **Khadidja**.*

*En fin, nous ne pouvons achever ce mémoire sans exprimer notre gratitude à tous les enseignants de la spécialité agroalimentaire et contrôle de qualité, pour tout le savoir qu'ils nous ont donné.*

**BOUMAZA DALILA**

**&**

**MAKHOULFI LYNDA**

## *Dédicaces*

### *Je dédie ce modeste travail*

*A la personne devant laquelle pour elle tous les mots de l'univers sont incapables d'exprimer mon amour, à ma douce mère .Mère, Si tu savais combien je t'aime.*

*A mon cher père qui a payé de vingt-sept années D'amour et de sacrifices le prix de ma façon de penser. Père ,je te remercie d'avoir faite de moi une fille.*

*A ma chère sœur « Kahina »*

*A mes frères « Rezki, Sofiane,Hanza »*

*A tous cousines et cousins « Hanane ,Manale,Foufa,Afroukhe,*

*Meryam,Yaya,Younes,Idrisse,Lynda*

*,Jojo,Mayssa,Hmimed ,Zahwa,Remaissa,Milissa,Sabrina »*

*A mes oncles et tantes « Smail et sa femme Hanifa, Saïde et sa femme Hadjila, Hocine et sa femme Fatiha ».*

*A toutes ma familles, ainsi que tous mes amis « Hanane, Safia, Fatima , Lynda, Islam, Sahar ,Ratiba karima ,Yamina ,Narimane,Souade».*

*A mes chères copines de la chambre « Sylia, Sihame ».*

*A ma chère copine et binôme de travail « Lynda ».*

*A tous mes professeurs.*

*A toute la promotion de la 2<sup>ème</sup> Master agroalimentaire et contrôle de qualité.*

*Dalila*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail en premier lieu*

*A ma mère **Nouara** et mon père **Mohamed**, Pour l'amour qu'ils m'apportent, leur soutien, leurs efforts, et leurs encouragements. Je leurs dis « je vous aime ».*

*A mes sœurs : Fatima et son fils Younes, Safia, Amira et mon frère Azzedine.*

*A M<sup>me</sup> **Chekroun** pour leur encouragement à la cour de ces mois.*

*A tous mes amis : Adfel, fares, Lilia, Amel, Affaf, Amine, Warda, Hadjila, Rahma, Rym, Susan, Manel, Dalila, Karima, Yamina, Khadidja, Rym...etc. Et tous mes professeurs.*

*A ma chère amie et binôme **Dalila**, avec laquelle j'ai partagé ce travail.*

*A toute la promotion de la 2<sup>ème</sup> Master agroalimentaire et contrôle de qualité.*

*Lynda*

## Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

### PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

#### Chapitre I

#### La caroube

I.1. Présentation de caroubier.....	2
I.2. Origine et répartition géographique.....	5
I.2.1. Origine de caroubier.....	5
I.2.2. Répartition géographique.....	5
I.3. Production mondiale de la caroube.....	6
I.4. Composition chimique de la caroube.....	7
I.5. L'utilisation de la caroube.....	9

#### Chapitre II

#### Les Biscuits

II .Historique des biscuits.....	11
II.2. Définition des biscuits.....	11
II.2.1. La classification des biscuits.....	11
II.4. Matière première utilisées dans la fabrication du biscuit.....	12
II.5. Technologie de fabrication des biscuits.....	15
II.6. La qualité des biscuits.....	17

### PARTIE EXPERIMENTAL

#### Chapitre I

#### Matériels et méthodes

I.1. Objectif.....	18
I.3. Matériel végétal.....	18
I.3.1. La caroube.....	18
II.3.3. Traitement préliminaire des gousses de caroube.....	19
I.4. Méthodes d'analyses des matières premières.....	19
I.4.1. Analyses physico-chimiques des matières premières.....	19

I.4.2. Les analyses microbiologiques.....	28
I.5.Méthodes d'études.....	33
I.5.1.Présentation du produit étudié.....	33
I.5.2.L'essai de fabrication d'un Cookies.....	34
I.5.3.Etapes de fabrication de biscuit.....	34
I.6.Méthodes d'analyse des biscuits.....	36
<b>Chapitre II</b>	
<b>Résultats et discussions</b>	
II.1.Résultats des analyses physicochimique et microbiologiques des matières premières...38	
II.1.2.Résultats des analyses microbiologiques.....	44
II.2.Les résultats physicochimiques et microbiologiques de produit fini « Cookies »...49	
II.2.1.Résultats des analyses physicochimique de produit fini « Cookies ».....	50
II.2.2.Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini.....	50
II .3.résultats de test organoleptiques de produits fini (Cookies).....	50
II .4. La valeur énergétique de biscuit choisi.....	55
<b>La conclusion.....</b>	<b>58</b>

## Liste d'abréviations

---

**m** : Mètre.

**Cm** : Centimètre

**mm** : Millimètre.

**mg** : Milligramme.

**Kcal/ g** : Kilocalorie par gramme.

**pH** : Potentiel d'hydrogène.

**°C** : Degré Celsius.

**°D** : Degré Dornic.

**µl** : Microlitre.

**Min** : Minute.

**MG** : Matière grasse.

**SG** : Gluten sec.

**V** : Volume.

**Ha** : hectare

**MS** : Matière sèche.

**PCA** : Plat Count Agar.

**VF** : Viande-foie.

**VRBL** : Violet -Rouge neutre-Bille Lactose.

**VRBG** : Violet-Rouge neutre-Bille Glucose.

**TSE** : Tryptone Sel Eau.

**h** : Heure.

**%** : pourcentage.

**°Brix** : Degrés de Brix.

**GAMT** : Germe Aérobie mésophile Totaux.

**KJ** : Kilojoule.

**ml** : Millilitre.

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**OGA** : Oxytétracycline Gélose Agar.

**kg/an** : Kilogramme par année.

**Sec** : Second.

**T** : Témoin.

**UFC/g** : Unité Format Colonie par Gramme.

**DO** : Densité Optique.

**SM** : Solution mère.

**nm** : Nanomètre.

**EAG** : Equivalent d'acide gallique.

**BSA** : Albumine de sérum de bœuf.

**SFB/SC** : Bouillon sélénite acide de sodium et cystéine.

**BIMO** : Biscuiterie moderne.

**FC** : La farine de la caroube.

**DPPH** : 2,2 diphényle-1-picrylhydrazyl

**SARL** : Société à responsabilité limités.

**ISO** : Organisation internationale de standardisation.

**JORA** : Journal officiel de la république Algérienne.

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**EPSP** : Établissement public de la santé de proximité.

**NA** : Norme Algérienne.

**NF** : Norme française.

**FAO**: Food and agriculture organisation.

## LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Classification du genre <i>Ceratonia</i> .	<b>2</b>
<b>Tableau 2</b>	Superficie (ha) du caroubier dans les pays producteurs	<b>6</b>
<b>Tableau 3</b>	Production mondiale de Caroubes .	<b>7</b>
<b>Tableau 4</b>	Composition de 100g de farine	<b>8</b>
<b>Tableau 5</b>	Principaux produits de la caroube (pulpe et graines) et leurs utilisations majeures	<b>10</b>
<b>Tableau 6</b>	les modifications physico-chimiques durant la cuisson des biscuits	<b>16</b>
<b>Tableau 7</b>	Les différentes étapes de transformation des pulpes des caroubes en farine	<b>19</b>
<b>Tableau 8</b>	les quantités des ingrédients pour la fabrication des biscuits	<b>34</b>
<b>Tableau 9</b>	les étapes de fabrication des cookies	<b>36</b>
<b>Tableau 10</b>	Les résultats des analyses physico-chimiques de la farine de blé.	<b>39</b>
<b>Tableau 11</b>	Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.	<b>40</b>
<b>Tableau 12</b>	Les résultats des analyses physicochimiques de la farine de la caroube.	<b>41</b>
<b>Tableau 13</b>	valeurs de l'EC <sub>50</sub> des extraits phénoliques des pulpes de caroube de trois régions Algériennes	<b>44</b>
<b>Tableau 14</b>	Résultats des analyses microbiologies de la farine de la caroube.	<b>44</b>
<b>Tableau 15</b>	Résultats des analyses microbiologies de la farine de blé.	<b>45</b>
<b>Tableau 16</b>	Résultats microbiologies de la poudre de lait.	<b>46</b>
<b>Tableau 17</b>	Résultats des analyses microbiologiques de jaune d'œuf.	<b>46</b>
<b>Tableau 18</b>	Résultats microbiologiques de la graisse végétale .	<b>47</b>
<b>Tableau 19</b>	Résultats d'analyses microbiologiques de pépite de chocolat.	<b>48</b>
<b>Tableau 20</b>	Résultats des analyses microbiologiques de l'eau.	<b>48</b>
<b>Tableau 21</b>	Les résultats des analyses physicochimiques de produits fini « Cookies ».	<b>49</b>
<b>Tableau 22</b>	Les résultats des analyses microbiologiques de produit fini.	<b>50</b>
<b>Tableau 23</b>	La valeur énergétique de Cookies a base de caroube « 5%FC ».	<b>56</b>

## LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Caroubier	
<b>Figure 2</b>	Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde	
<b>Figure 3</b>	Processus de transformation des pulpes des caroubes en farine	
<b>Figure 4</b>	Diagramme de fabrication de biscuit	
<b>Figure</b>		

## LISTE DES TABLEAUX

---

## Liste des figures

---

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Figure 01	caroubier	03
Figure 02	Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde	05
Figure 03	diagramme de fabrication de biscuit	35
Figure 04	Résultats des traitements des gousses de la caroube	38
Figure 05	Les différents résultats des traitements des gousses de caroube	39
Figure 06	pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction de la concentration de la poudre de caroube	43
Figure 07	Résultats de l'évaluation de la forme des biscuits	51
Figure 08	Résultats de l'évaluation de l'état de surface des biscuits	52
Figure 09	Résultats de l'évaluation de l'état de la fissuration des biscuits	52
Figure 10	Résultats de l'évaluation de la couleur des biscuits	53
Figure 11	Appréciation de l'odeur des biscuits obtenus	54
Figure 12	Appréciation du goût des biscuits obtenus	54

# Introduction

---

L'industrie de la biscuiterie occupe une place appréciable dans l'industrie alimentaire en Algérie .Ce produit destiné surtout à la consommation infantile et des personnes âgées, prend de plus en plus d'importance.

Les biscuits sont des produits de boulangerie les plus populaires consommés, ceci est principalement dû à leur qualité gustatives, leurs disponibilité dans différentes variétés, leurs coût accessible, ainsi que leur longue durée de conservation.

En Algérie la fabrication des biscuits se base sur l'emploi des farines de blé tendre, cependant il existe d'autre types de farines comme : la farine de maïs, riz, dattes,sorgho, caroube.....etc.

La caroube est une espèce agro-sylvopastorale ayant d'énormes intérêts socio-économiques et écologique considérables (**Biner et al.,2007**) .ses gousses, plus riches en sucre que la canne à sucre et la betterave sucrière, sont utilisées en industrie agroalimentaire comme aliment de bétail, pour la préparation de jus de fruits, de biscuit et de chocolat, comme substance de cacao,notamment comme anti-diarrhéique, leur richesse en fibres leur confère des vertus hypocholestérolémiantes et hypoglycémiantes ; les composés phénoliques qu'elles contiennent sont à l'origine de leur propriété antioxydant(**Hariri et al.,2009**).

Dans un souci de valorisation de ce produit de terroir « la caroube » presque inexploitableet afin de profiter de sa richesse en sucre et ces vertus thérapeutique, nous avons voulu apporter notre modeste contribution,en incorporant la faine de caroube dans une formulation des biscuits « type Cookies » à des différentes doses, afin de remplacer une partie de farine de blé ainsi qu'une partie de sucre par le sucre bio da la farine de caroube . En plus cette dernière nous permet d'éliminer la totalité de cacao (responsable de la couleur).

## **Notre étude a porté sur :**

- La transformation des gousses de la caroube en farine.
- La formulation de biscuit type «Cookies » par l'incorporation de la farine de caroube avec des pourcentages différents « 5%,10%,15%et 20% ».
- Les analyses physico-chimiques des matières premières et les produits finis, ainsi que l'étude organoleptique et sensorielle.
- Les analyses microbiologies des matières premières et les produits fini.
- L'étude de la valeurénergétique de biscuit choisi par l'ensemble des dégustateurs.

# Synthèse bibliographique

---

## Chapitre I : la caroube

### I.1. Présentation de caroubier

#### I.1.1. Taxonomie

Le mot «**caroubier**» vient de l'arabe el kharroube. Le nom scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua* L. dérive du grec Keras (corne) et du latin siliqua désignant une silique ou gousse et faisant allusion à la dureté et à la Forme du fruit, (**Berrougui ; 2007 ; Battle et Tous, 1997**). Le genre *Ceratonia* (**figure01**), appartient à la famille des légumineuses, ordre des Rosales, sous famille des Caesalpinioideae. (**Quezel et Santa, 1962**).

**Tableaux 01** : Classification 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	Ceratoniiinae
Genre	<i>Ceratonia</i>

#### I.1 .2 .Description botanique

Le caroubier, arbre toujours vert (**figure n°1**), peut atteindre 8 à 17 m de hauteur, 85 cm de diamètre et vivre jusqu'à 200 ans (**M. M. Yassine et S. B. Gaouar Suheil , 2016**). Son écorce est brune, rugueuse. Ses feuilles sont persistantes et coriaces de couleur vert sombre, grandes de 10 à 20 cm, (**Sbay H .,2008**).

## Synthèse bibliographique

---



**Figure n°01:** Caroubier (Sbay H., 2008).

### **I.1 .2.1.Feuille :**

Les feuilles de caroubier sont composées, persistante, verte, luisantes sur la face dorsale, plus claires et mates sur la face ventrale, à folioles ovales entières légèrement échancrées au sommet, paripennée (Rejeb, 1995). Les feuilles persistantes, de 10 à 20cm de long, se caractérisent par un pétiole sillonné sur la face interne et un rachis portant 8 à 15 folioles opposées, de 3 à 7 cm (Ait Chitt et al ., 2007 ; Sbay H., 2008). Le caroubier ne perd pas ses feuilles en automne mais seulement en juillet tous les deux ans, ces dernières sont partiellement renouvelées au printemps (mars - avril) (Gharnit, 2003).

### **I.1.2.2.Fleur :**

Le caroubier est un arbre dioïque, parfois hermaphrodite et rarement monoïque (Linskens and Scholten, 1980; Battle et Tous, 1988).Elles sont initialement bisexuelles habituellement unisexuées au cour du développement floral (Battle et Tous, 1997 ; Konate, 2007). Il figure parmi les rares arbres qui fleurissent en automne (septembre à novembre) à partir de sa sixième année. L'inflorescence femelle consiste en un pistil cylindrique de 6 à 12 mm de long, sur lequel sont disposées en spiral 17 à 20 fleurs brunâtres, unisexuées. L'ovaire est composé de deux carpelles de 5 à 7 mm de long contenant plusieurs ovules. L'inflorescence mâle, consiste en un disque nectarifère volumineux entouré de 5 étamines (Sbay H . , 2008 ;Albanell, 1990).

### **I.1.2.3.Fruits :**

Les gousses ou caroubes, dont le développement est très long (10 à 11 mois), sont indéhiscentes, de 10 à 30 cm de longueur sur 1,5 à 3 cm de largeur, pendantes. D'abord vertes en novembre-décembre, elles deviennent brun foncé en juillet de l'année suivante lorsqu'elles sont à maturité (Battle et Tous, 1997). Chaque caroube pèse une quinzaine de grammes, contient de la pulpe charnue (80 à 90 %) et 10 à 15 graines (10 à 20 %) dures, imperméables, d'un beau brun foncé, brillant et de poids régulier (Melgarejo et Salazar, 2003 ; Ait

## Synthèse bibliographique

---

**Chitt et al., 2007**). Les différents constituants de la graine sont : les téguments (30 à 33 %), l'endosperme (42 à 46 %) et l'embryon (23 à 25%) (**Sbay H., 2008 ;Ait Chitt et al., 2007 ; Albanell, 1990**).

### **I.1.2.4.Système racinaire :**

Le caroubier a des racines forte qui pénètre dans le sol pour atteindre une profondeur de 18 m ou même plus, et se caractérise par des branches solides et robustes (**Ait Chitt et al., 2007 ;Melgarejo et Salazar, 2003**).

### **I.1.3.Reproduction biologique de caroube :**

L'arbre commence à produire des gousses à partir de l'âge de 6 ans. La production croît progressivement avec l'âge et se stabilise à 40-50 ans. Elle est insignifiante jusqu'à l'âge de 7 ans, de 10 à 40 kg/arbre jusqu'à 20 ans, de 50 à 80 kg jusqu'à 30 ans, de 60 à 120 jusqu'à 40 ans et atteint 100 à 200 kg/arbre à partir de 50 ans. Le rendement dépend des conditions du milieu, des cultivars, de l'année et des soins culturaux. Dans des conditions favorables, certains sujets isolés peuvent produire jusqu'à 1000 kg/an ; les pieds femelles ont un rendement supérieur à celui des hermaphrodites (**Sbay H., 2008**).

La croissance de la caroube (fruit) n'est pas rapide, elle passe par trois stades de développement suivant une courbe de croissance, comme la plupart des espèces fruitières.

Ainsi ces stades sont bien distingués :

- Le premier stade correspond à une croissance lente en automne et en hiver durant lequel la gousse montre une légère augmentation du poids.
- Le deuxième stade correspond à une croissance rapide entre avril et aout caractérisé par une période d'activité de la gousse en début de printemps.
- Au troisième stade la gousse d'accroît lentement, munit et se durcit en juin, change de la couleur vert en brun .Ainsi la gousse devient mure après dix mois.

Le caroubier est un arbre alternant (une année de forte production succède à une année de récolte faible ou nulle, c'est un phénomène naturel mais peut se produire à la suite d'accidents physiologique) .Cette alternance est contrôlée génétiquement mais elle peut être accentuée par des facteurs climatiques et de stress ou des pratiques culturales inadéquates (**Ait Chitt et al., 2007**).

# Synthèse bibliographique

## I.2. Origine et répartition géographique

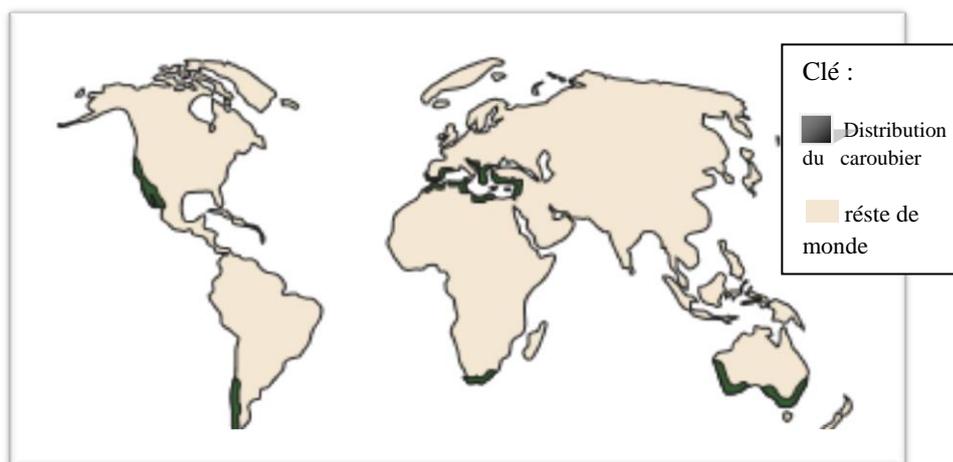
### I.2.1. Origine de caroubier

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L., Fabacae Césalpinoïdae) dont l'origine semble être l'Est de la méditerranée est domestiqué depuis 4000 ans avant J.C (Biner et al., 2007).. sa culture extensive date au moins de 2000 ans avant J.C, sa longévité est considérable (jusqu'à 200 ans) ; il peut atteindre jusqu'à quinze mètres de hauteur (Ait Chitt et al., 2007).

### I.2.2. Répartition géographique

#### I.2.2.1. Dans la monde

On le rencontre à l'état naturel principalement en Espagne, Portugal, Maroc, Grèce, Italie, Turquie, Algérie, Tunisie, Égypte, et Chypre (Sbay et Abourouh, 2006, Valvilov, 1951). Il a été introduit avec succès dans plusieurs d'autres pays ayant un climat méditerranéen. C'est le cas en Australie, aux Etats-Unis (Californie et Arizona), Mexico. On le trouve également aux philippines et en Iran (Battel et Tous, 1997) (Figure n°02).



**Figure n°02** : Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde (Batlle et Tous, 1997).

#### I.2.2.2. En Algérie

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell (Quezel et Santa., 1962). Ses lieux de prédilection sont les collines bien ensoleillées des régions littorales ou sublittorales : Sahel Algérois, Dhahra, Grande-Kabylie, Vallée de la Soummam et de l'Oued-Isser, Collines d'Oran et des coteaux Mostaganem à étage semi-aride

## Synthèse bibliographique

---

chaud, Mitidja et les vallées intérieures. Il descend jusqu'à Bou-Saada, et dans la zone de Traras au Nord de Tlemcen (ARNH, 2004).

### I.3. Production mondiale de la caroube

La superficie mondiale réservée à la production des caroubes avoisine les 104 000 ha en 2006. Les pays européens (Espagne, Italie, Portugal, Grèce et Chypre) représentent 79,7% (Tableau 02).

**Tableaux 02 :** Superficie (ha) du caroubier dans les pays producteurs, (FAOSTAT, 2008 modifié)

Pays	Superficie (ha)	%
Espagne	58000	55,8
Maroc	12000	11,5
Portugal	9100	8,8
Italie	754	8,4
Grèce	4861	4,7
Chypre	2066	2,0
Turquie	3150	3,0
Autres	6000	5,8
Total*	103931	100

\* = Algérie, Australie, Afrique du sud...etc.

En 2006, la production mondiale est estimée à 186 279 tonnes, produites dans environ 103 931 ha, soit 1,8 tonnes/ha. L'Espagne est le premier producteur avec 70 000 tonnes alors que l'Algérie est à la 8<sup>ème</sup> place avec 3000 tonnes (Tableau 03) (Sbay H., 2008).

## Synthèse bibliographique

**Tableau 03 : Production mondiale de Caroubes (tonnes) (FAOSTAT 2008 modifié).**

Pays	Production mondiale de Caroubes (tonnes)	%
Espagne	70000	37
Italie	26110	14
Maroc	26000	14
Portugal	20000	10,7
Grèce	14815	8
Turquie	12388	6,7
Chypre	5650	3
Algérie	3000	1,6
Liban	2500	1,3
Tunisie	1000	0,5
Autre pays	4800	2,6
Total	186279	100

### I.4.Composition chimique de la caroube

La gousse de caroube, fruit du caroubier, se compose d'une cosse - appelée pulpe de caroube enveloppant une graine, cette pulpe représente de 73% jusqu'à 95% du poids totale de la gousse (**Ait Chitt et Belmir H. et Lazrak A., 2007**).

La composition chimique de la caroube dépend non seulement des facteurs technologiques ; comme les méthodes d'extraction et d'analyses, mais aussi du génotype, les conditions climatiques et les procédures de récolte et de stockage (**Haddarah et al ., 2013 ; Battle et Tous, 1997 ; Biner et al ., 2007**).

La farine de cette pulpe ; comestible et délicieuse, a été considérée depuis longtemps comme un supplément alimentaire (**Dakia et al ., 2007 ; Youssif et Alghazawi, 2000 ; Avallone et al., 1997**).

La gousse est riche en carbohydrates et particulièrement en sucres hydrolysables (saccharose 34%, D-glucose 6,4% et D-fructose 6%) qui représentent 40 à 55% du poids de la gousse (**Battele et Tous ,1997 ; Santos et al., 2005**). Cette proportion se diffère selon la région géographique de récolte .De 4,2 à 39 ,8% selon la méthode d'extraction (**Shawakfeh .k et Ereifej, 2005 ; Thomson, 1971**) .La fraction des fibres insolubles est composée de cellulose ,hémicellulose et lignine. protéines (6%), par contre elle présente une faible proportion en lipides (3%). La gousse du caroubier présente une valeur énergétique important (17,5 KJ/g de

## Synthèse bibliographique

M.S), et en protéines (6%), par contre elle présente une faible proportion en lipides (3%). La gousse du caroubier présente une valeur énergétique important (17,5 KJ/g de M.S) (**Avallone et al., 1997 ; Biner et al., 2007**).

Le caroubier contient également des composées phénoliques (2 à 20% de M.S) qui lui confèrent différents rôles : antioxydant, facilité de la digestion, baisse du taux cholestérol (**Avallone et al., 1997 ; Owen et al., 2003 ; Makris et Kefalas, 2004**).les polyphénols se trouvent dans les gousses sous forme de granules brun ,ont une masse moléculaire très élevé rarement rencontrée chez les autres plantes (**Wursch et al,1984**) .Les principaux polyphénols décrits dans les gousses de caroube sont insolubles , appartenant aux tannins condensés contenant un noyau flavone (**Kumazawa et al.,2002**). La gousse du caroubier contient d'autres composées comme les éléments minéraux, les vitamines (**Tableau 04**).

**Tableaux 04 :** Composition de 100g de farine (**Sbay H., 2008**).

100 g de farine		Vitamines (mg)		Eléments minérales (mg)	
Matière grasse	31g	Vitamines A	2mg	calcium	303 mg
		Vitamines C	0,5mg	magnésium	36mg
		Vitamines E	1,18mg	fer	1,29mg
Carbohydrates	56g	Vitamines K	7,7mg	phosphore	126mg
		Vitamines B <sub>6</sub>	0,13mg	Potassium	633mg
		Théanine	0,1mg	Sodium	107mg
Protéines	8g	Niacine	1,04mg	Zinc	3,53mg
		Riboflavine	0,17mg	Cuivre	0,183mg
		Acide pantothénique	0,75mg	Manganèse	0,14 mg

L'usage de la caroube ne se limite pas à sa pulpe. En effet, la graine, qui initialement composée de 30 à 33% d'enveloppe tégumentaire, 42 à 46% d'endosperme (albumen) et de 23 à 25% d'embryon (le germe).

- L'enveloppe tégumentaire est considérée comme une source naturelle pour la production de polyphénols antioxydants (**Batista et al, 1996**).
- L'albumen est essentiellement constitué de gomme (30 à 40%), qui est une molécule polysaccharide composée de deux unités de galactopyranose et de mannopyranose combinées par des liaisons glycosidique, cette gomme renferme très peu de minéraux et de protéines (<2%) (**Battle et Tous, 1997**).

## Synthèse bibliographique

---

- Le germe (Embryon) contient une proportion très élevée en protéines insolubles et en teneur assez importante en arginine et glutamine .L'étude menée par **Dakia et al .,(2007)** indique clairement que les acides aminés essentiels sont présents en quantités satisfaisantes à l'exception du tryptophane.

### I.5.L'utilisation de la caroube

Le caroubier est cultivé depuis longtemps pour divers usages. Ses fruits sont comestibles et sucrés. la pulpe sucrée de la caroube est employée depuis longtemps Comme nourriture de bétail à côté d'autres aliments comme la farine d'orge (**Ait Chitt et al ., 2007**). Selon les travaux de (**Lizardo et al ., 2002**), il semblerait que la farine de caroube soit un produit parfaitement adapté à l'alimentation des porcelets. Son incorporation dans les régimes s'avère très utile dans le soutien de la consommation, de la croissance et de la santé en post-sevrage.

On tire de la caroube deux principaux produits :

La farine élaborée à partir de la pulpe (**Tableau 05**) peut être utilisée comme ingrédient dans certains aliments, tels que les gâteaux, bonbons, crèmes glacées, boissons.**NAS, 1979 ; Berrougui., 2007**). De plus, elle est utilisée comme substituant du cacao dans la production du chocolat, car elle est moins calorifique et ne contient ni caféine ni théobromine (**Craig et Nguyen, 1984**). Une étude récente menée par **Sánchez et al. (2010)** démontre que la gousse du caroubier est une matière première appropriée à la production de bioéthanol, en raison de sa forte teneur en sucre (50%) et la facilité de son extraction. **Lizardo et al ., (2002)** ont démontré l'effet positif de la farine du caroubier sur la performance et la santé des animaux (porcelets) soumis à un régime alimentaire .De plus, elle joue un rôle effectif dans l'élimination des parasites intestinaux (**Min et Hart, 2003**) et dans le traitement des diarrhées aiguës infantiles (**Serairi-Béji et al., 2000**).

La gomme extraite de l'endosperme, blanc et translucide, de la graine, est utilisée dans les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques (principalement contre les diarrhées), cinématographiques, textiles et cosmétiques (**Sbay H., 2008**).

## Synthèse bibliographique

---

**Tableau 05** : Principaux produits de la caroube (pulpe et graines) et leurs utilisations majeures (Batlle et Tous, 1997).

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

## Chapitre II : Les Biscuits

### II .Historique des biscuits

Les origines des biscuits et gâteaux remontent à une dizaine de milliers d'années lorsque la bouillie de céréales devient galette, premier aliment susceptible d'être conservé. Au début c'était des produits consommés par les Pharaons égyptiens, les grecs et les romains. En effet, la biscuiterie est d'origine égyptienne, environ 2500 ans avant JC.

L'étymologie du mot biscuit est donnée par Jean de Joinville, un chroniqueur français, qui a parlé de ces petits pains cuits deux fois. C'est un terme venant du latin « panis biscotus » qui signifie « pain cuit deux fois » (**Kabore, 2012**).

#### II.2. Définition des biscuits

L'origine du mot biscuit est "Bis-Cuit", qui signifie subir une double cuisson. En effet, ce procédé exige que les pâtons soient d'abord cuits comme le pain, puis placés dans les compartiments au-dessus du four pour réduire leur teneur en humidité.

C'est un aliment à base de farine alimentaire, des matières grasses, matière sucrantes et d'autres ingrédients. La composition des biscuits varie énormément selon leur type (**Armand et Germain, 1992 ; Cheblaoui et Yahiatene, 2016**).

#### II.2.La classification des biscuits

Il n'existe pas de classification officielle des biscuits en raison de la très grande variété des productions et de la multiplicité des composants pouvant entrer dans les diverses fabrications.

Cependant, une classification peut être envisagée en se basant sur la consistance de la pâte avant cuisson, on distingue :

- Les pâtes dures ou semi-dures donnant naissance au type de biscuits secs sucrés et salés : casse croûte, sablés, petit beurre, etc. C'est une fabrication sans œufs.
- Les pâtes molles s'adressent à la pâtisserie industrielle. Il s'agit à la fois de biscuits secs, et d'articles moelleux tels que génoises. La particularité de ces biscuits est leur richesse en œufs et en matières grasses.
- Les pâtes qui ont une forte teneur en lait ou en eau et contiennent peu de matières grasses. Ce sont les pâtes à gaufrettes. (**Soulef, 2010**).

### II.4. Matière première utilisées dans la fabrication du biscuit

#### II.4.1. Farine

Malgré la diversité des produits rencontrés en biscuiterie, la farine reste la matière première principale de ce secteur. Généralement la farine du froment est la plus utilisée pour la confection des biscuits.

Certains facteurs intrinsèques à la farine comme les protéines ont une influence qualitativement sur la qualité du produit fini, donc la teneur en protéines doit être comprise entre 7.5 à 10 %. Elle doit rester inférieure à 11% (**Menar D et al ., 1992**).

#### II .4.2. Le sucre

Les substances sucrantes représentent dans le biscuit 20 à 35 % du poids des matières premières. Les matières sucrantes les plus utilisées sont : Saccharose et le Glucose (**Jeaun-François, 1994**).

En biscuiterie, la matière sucrante joue le rôle d'agent de conservation, aromatisant, colorant. Elle aide à retarder le rancissement de la matière grasse (**Jean-François, 1994**).

#### II.4.3. La matière grasse

En biscuiterie, les matières grasses utilisées sont généralement d'origine végétale (huile de palme). La teneur en matière grasse est en fonction du type de biscuit fabriqué. Elle joue le rôle de :

- Agent de plasticité : chaque graisse possède sa plasticité particulière.
- Contribution structurale : Le corps gras préalablement émulsifié, contient de l'eau et de l'air sous forme d'inclusion, qui sous l'action de la chaleur vont se vaporiser et former des vacuoles. Cette formation d'alvéoles, secondant celles des poudres levants ajoutées au biscuit, confère au produit fini sa structure alvéolaire
- Agent thermique : Les matières grasses sont, parmi toutes les matières premières, celles qui possèdent le coefficient de conductibilité thermique le plus élevé. Lors de la cuisson des produits, elles agissent comme de très bons agents de transmission de la chaleur. (**Haoua et Tingali, 2007 ; Souliac et al ., 2010**).

## Synthèse bibliographique

---

### II.4.4 .L'eau

L'eau est un facteur essentiel dans les comportements rhéologiques des pâtes, il sert à hydrater la farine, rassembler, coller, gonfler toutes les particules d'amidon de la farine et à favoriser les réactions entre la farine et les autres ingrédients de la pâte. L'eau est nécessaire pour la solubilisation des ingrédients, pour l'hydratation des protéines et pour le développement d'un réseau de gluten (Sofia ,2016).

### II.4.5. Substances levants

Ce sont des levures chimiques, substances alcalines génératrices d'acide carbonique. Elles facilitent le levée du biscuit et elles confèrent après la cuisson une structure alvéolaire (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

#### II.4.5.1.Dextrose

Connu en tant que glucose est un monosaccharide ou sucre simple qui est au moins 20% sucré que le sucre de canne, il ne contient pas de fructose ou de lactose. Il constitue source de sucres directement fermentescibles.il améliore la levée, la coloration extérieure et la durée de conservation des produits (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

#### II.4.5.2.Bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ )

C'est la substance chimique de levée, cette poudre blanche, cristalline, inodore, à saveur salée, est assez peu soluble dans l'eau. Le bicarbonate de sodium soumis à une température (à partir de 20° C) ou mélangé avec l'acide dans la levure chimique, dégage du dioxyde de carbone, ce qui rend les produits meilleurs et plus digestibles, et il favorise la levée des pâtes (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

#### II.4.5.3.Bicarbonate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ )

Se présente sous forme de masse blanche translucide. Au début de la cuisson, il se décompose en produisant du gaz carbonique servant à la levée de la pâte et l'ammoniac entraînant une caramélisation plus intense des sucres par la chaleur (plus le dégagement de  $\text{CO}_2$  et  $\text{NH}_3$ ). Les produits auront une couleur brune plus foncée (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

### II.4.5.4. Pyrophosphate

Les pyrophosphates sont très connus sur le marché biscuitier. Ils diffèrent les uns des autres par leur vitesse de réaction. SAPP-28 et SAPP, RD-1 sont très employés dans les biscuits en conserve. Son rôle est de :

- d'accélérer les dégagements de CO<sub>2</sub> ;
- augmente les gonflements en présence de la chaleur (Sofia, 2016 ; Redjem et Derghal, 2016).

### II.4.6. Les autres ingrédients

#### II.4.6.1. Lait

Le lait peut remplacer l'eau dans certaines recettes de biscuit. Il mouille la pâte, améliore la structure et la texture de la pâte, stimule la saveur acquise aux biscuits, accélère leur cuisson, et donne une couleur marquée (la présence de lactose).

Généralement en industries on utilise le lait en poudre. C'est un produit hautement nutritif équilibré. Il contient des matières albuminoïdes (caséine), des matières grasses, des substances sucrées (lactose) et des substances minérales (Coutouly *et al.*, 1998).

#### II.4.6.2. Les œufs en poudre

Les œufs apportent de la légèreté et du moussant aux recettes, comme pour les boudoirs, les madeleines, les génoises. Prenant couleur à la cuisson, ils permettent aussi de donner une couleur dorée aux biscuits. Les œufs, sous forme de poudre, moins sensibles aux attaques microbiennes et de stockage plus facile

Propriétés fonctionnelles de certaines molécules constitutives des œufs : Aromatique, Colorant, Moussant (blanc), Émulsifiant (jaune) (Coutouly *et al.*, 1998).

#### II.4.6.3. Le sel

C'est le chlorure de sodium (NaCl) indiqué à celui utilisé en cuisson, il est soluble dans presque tous les liquides, son rôle est de :

- Accélère le ramollissement de la croûte
- Joue un rôle important dans la conservation des ingrédients et protège l'aliment (Kiger L et Kiger J-G., 1967).

## Synthèse bibliographique

---

### II.4.6.4. La lécithine

C'est un phospholipide. Elle a pour rôle :

- Stabiliser l'émulsion ;
- Réduire la viscosité des corps auxquels on les ajoute ;
  - Meilleure conservateur par son action antioxydant (**Redjem et Derghal, 2016**).

### II.4.6.5. Arômes vanille

C'est l'arôme de l'industrie alimentaire, elle est brun rougeâtre foncé. L'odeur agréable due au parfum qu'elle dégage et le bon goût du produit finis (**Kiger L et Kiger J-G, 1967**).

## II.5. Technologie de fabrication des biscuits

### II.5.1. Réception des matières premières

La réception de la matière première est aujourd'hui l'une des fonctions capitales d'une bonne fabrication. En effet le service commercial doit choisir les qualités meilleures pour l'usage. Après contrôlées pour vérifier leur conformité à ce qui demandé et quant a leur bonne état de conservation, c'est la fonction de laboratoire de contrôle. Mais en outre les matières premières doivent être stockées convenablement jusqu'au moment d'utilisées (**Haoua et Tingali, 2007**).

### II.5.2. Préparation de la formule

Les responsables de production doit choisir le type de biscuit à préparer.

### II.5.3. Mélange des matières premières

En principe, un mélange doit permettre d'obtenir, à partir des composants connus, un produit dont la composition et les caractéristiques en tous points concordent avec la formule prévue (**Armand et Germain, 1992**).

### II.5.4. Malaxage

Le premier but du malaxage de la pâte est amener en dispersion homogène les différents ingrédients et minimiser le développement du gluten de la farine, et d'obtenir une pâte dont la consistance permet la production de biscuit de dimensions (diamètre et épaisseur) et de symétrie (forme) uniformes (**Armand et Germain, 1992**).

## Synthèse bibliographique

---

### II.5.4.1. Le pétrissage proprement dit

Après avoir terminé le pommadage, on introduit dans le pétrin, la totalité de farine, ensuite, on procède au pétrissage de la pâte (durée de 4 à 5 min), pour l'obtention d'une pâte homogène a la fois assez souple (**Armand et Germain, 1992**).

### II.5.5. Le façonnage et découpage de la pâte

Le laminage est la première opération de mise en forme de la pâte pétrie. Il consiste à façonner la pâte (formation d'un ruban d'épaisseur déterminée) en la faisant passer entre un train de laminoirs (**Fellueit P., 2000**).

### II.5.6. La cuisson

La cuisson est un processus durant lequel se déroulent de multiples réactions biochimiques et physico-chimiques complexes : dénaturation des protéines, gélatinisation partielle de l'amidon, expansion de la pâte par réduction et dilatation thermique de gaz, évaporation de l'eau, et formation de la couleur (réaction de Maillard) (**Armand et Germain, 1992**).

La cuisson est conduite dans des fours tunnels de plusieurs dizaines de mètres (pouvant dépasser la centaine ; constitués de plusieurs sections (se différenciant par leur température et leur humidité) (**Fellueit P., 2000**).

Le tableau suivant résume les modifications physico-chimiques durant la cuisson des biscuits.

**Tableau 06 :** les modifications physico-chimiques durant la cuisson des biscuits (**Ben Mbarek S ., 2015**).

Température (°C)	Modifications physico-chimiques
32 à 38° C	- Formation d'une pellicule à la surface du biscuit.
32 à 99° C	- Dégagement du gaz carbonique et expansion du pâton. - Gélatinisation partielle de l'amidon. - Dénaturation réversible des protéines.
99 à 121° C	- Dénaturation irréversible des protéines.
149 à 205° C	- Caramélisation des sucres.
188 à 205° C	- Dextrinisation ou formation d'une surface luisante.

### **II.5.7. Le refroidissement**

Les biscuits sortant du four à des températures élevées sont refroidis à l'air libre, pendant quelque minute, des ventilateurs sont utilisés pour éliminer l'humidité (**Cheblaoui et Yahiatene, 2016**).

### **II.5.8. conditionnement**

Les biscuits ont besoin d'un emballage pour les protéger de l'oxygène, des odeurs et de la lumière.

Il existe différents types d'emballage qui sont utilisés pour la conservation des biscuits comme : le carton, aluminium et plastique, sous forme de barquettes ; cylindrique et rectangulaire (**Dugourd, 2009**).

## **II.6. La qualité des biscuits**

### **II.6.1. La qualité hygiénique**

La qualité hygiénique des biscuits est d'une part liée à celle de la matière première mise en œuvre et des ingrédients entrant dans la composition de la pâte, notamment la qualité microbiologique des œufs et des poudres de lait ; car ils représentent un milieu de développement favorable pour plusieurs espèces de micro-organismes pathogènes tels que les salmonelles. Elle est d'autre part, liée à l'emballage du produit de point de vue nature du papier d'emballage et procédé de fermeture d'un paquet (**Haoua et Tingali, 2007**).

### **II.6.2. La qualité nutritionnelle**

La qualité nutritionnelle d'un aliment est déterminée par la quantité et la qualité des nutriments (glucides, lipides, protéines, vitamines et sels minéraux) nécessaires au bon fonctionnement vital de l'organisme (**Haoua et Tingali, 2007**).

### **II.6.3. La qualité organoleptique**

Le consommateur est attiré par les différentes propriétés composant cette qualité, il s'agit de : aspect et couleur, forme, saveur, arômes, texture (**Haoua et Tingali, 2007**).

# Partie expérimentale

---

## Chapitre I : Matériels et méthodes

### I.1.Objectif

Notre travail à pour but de formuler une recette de biscuit de type cookies à base de farine de caroube.

Le choix de matières premières revient d'une part, à la richesse nutritionnelle des caroubes et d'autre part, à l'essai d'intégration d'autres farines que le blé dans nos habitudes alimentaires, on peu ajouter a ca la valorisation d'un produit de tiroir inexploité.

Afin de caractériser la qualité du nouveau biscuit, nous avons pris comme témoin un biscuit de même type à base de farine de blé produit au niveau de BIMO (**Annexe 1**). Pour se faire une série d'analyses physico-chimiques, microbiologiques et organoleptique à été réalisé sur la matière première (farine de caroube) et le produit fini.

Notre méthodologie de recherche s'est déroulée comme suit :

- La fabrication du biscuit à été réalisé au niveau de la ligne des biscuits de types cookies du groupe BIMO, Baba Ali ;
- Les analyses physico-chimiques ont été réalisé au niveau de laboratoire de l'entreprise (BIMO) et au niveau de laboratoire universitaire de SNV ;
- Les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau du laboratoire bureau hygiène alimentaire(BIMO) et au laboratoire d'hygiène de l'établissement publique de la santé de proximité(EPSP).

### I.3.Matériel végétal

#### I.3.1.La caroube

Les caroubes utilisées sont cultivé dans la région de Bni-Amran wilaya Boumerdès.

#### I.3.2.Les autres ingrédients

Ce sont des ingrédients rentrent 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).

# Partie expérimentale

---

## I.3.3. Traitement préliminaire des gousses de caroube

Le tableau 07 résume les différentes étapes de transformation des pulpes des caroubes en farine.

**Tableau 07** : les différentes étapes de transformation des pulpes des caroubes

En farine.

Etapes	Transformation
<b>Nettoyage</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Eliminer les pierres, les particules métalliques.</li><li>- Laver les gousses par l'eau.</li><li>- Sécher à l'air libre.</li></ul>
<b>Concassage</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Elle consiste à cassé les pulpes à l'aide d'un marteaux.</li></ul>
<b>Torréfaction</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ce séchage favorise la séparation de la pulpe et de la graine, aussi permet le développement de l'arôme.</li><li>- Après on a le refroidissement pour stopper la torréfaction.</li></ul>
<b>Broyage</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cette opération à pour but de réduire les pulpes en particules de plus en plus fines.</li><li>- Le broyage est réalisé par un moulin de pierre manuel.</li></ul>
<b>Tamissage et conditionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cette opération à pour but la séparation de la fraction utilisable de celle non utilisable.</li><li>- Le tamissage est réalisé à l'aide des tamis d'ouvertures différents. Dont l'objectif est d'obtenir une farine ayant une granulométrie inférieure à 200µm.</li><li>- La farine obtenue est stockée dans des boîtes en verre.</li></ul>

## I.4. Méthodes d'analyses des matières premières

### I.4.1. Analyses physico-chimiques des matières premières

#### I.4.1.2. Le PH (NF V05 – 108 DE JUILLET 1970)

##### ➤ Principe

Le produit à analyser est dispersé dans l'eau distillé, on fait bouillir. Après

## Partie expérimentale

---

refroidissement pour déterminer le pH de façon classique avec un pH-mètre à deux électrodes.

➤ **Mode opératoire**

1. Peser 5g de produit à analyser dans un bécher rempli par l'eau distillé jusqu'à 50g.
2. Agitation mécanique.
3. Puis, on met notre solution à une température de 20°C.
4. Avant de mesurer le pH de notre produit, il faut étalonner l'appareil.
5. Une fois le pH-mètre équilibré, introduire l'électrode dans le bécher contenant notre produit.

➤ **Expression des résultats :**

Lire directement le résultat sur le cadran du pH-mètre.

### I.4.1.3. Détermination de la teneur en eau (NA 1133-1990.ISO 712)

➤ **Principe :**

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

➤ **Mode opératoire**

1. Préparer un échantillon de 10g dans un plateau vide.
2. Placer la plate dans l'humidimètre.
3. Allumer l'humidimètre et régler la minuterie.
4. Lire la teneur d'humidité en pourcentage directement sur l'écran droit

➤ **Expression du résultat**

Lire directement le résultat sur le cadre du dessiccateur.

### I.4.1.4. Détermination du taux de cendre (NA .735-1991.E.ISO 2171):

La détermination de la matière minérale, principalement répartie dans les enveloppes et le germe, permet de donner une indication sur le taux d'extraction en meunerie.

➤ **Principe**

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

# Partie expérimentale

## ➤ Mode opératoire :

1. Chauffer durant 10min les creusets dans un four réglé à 900°C .laisser refroidir à une température ambiante dans le dessiccateur et les peser.
2. Dans le creuset d'incinération, on prépare 10g de la prise d'essai.
3. placer les creusets dans le four a moufle réglé à 900°C pendant une 1h 30min jusqu'à l'obtention d'une couleur grise claire ou blanchâtre.
4. Retirer les creusets progressivement du for, laisser refroidir à la température ambiante dans le dessiccateur, puis les peser.

## ➤ Expression des résultats :

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

$$TC(\%) = (m_1 \times 100) / m_0$$

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

$$TC (\%) = (m_1 \times 100) / m_0 \cdot (100 / 100 - H)$$

Avec :

TC : taux de cendres en %.

$m_0$  : la masse, en grammes, de la prise d'essai.

$m_1$  : la masse, en grammes, des cendres.

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

### I.4.1.5. Détermination du taux de gluten sec de la farine de blé (NA .735-1991.ISO 5531)

#### ➤ Principe

La détermination de la teneur en gluten se base sur la préparation d'une pate issue d'un échantillon de farine (10 gramme), avec solution salée (NaCl 2.5%), l'isolement du gluten humide se fait manuellement par lixiviation sous l'eau, le gluten humide obtenu est suivi d'un séchage.

#### ➤ Mode opératoire

##### 1. Préparation de la pate

- Peser 10g de farine dans un bécher.

# Partie expérimentale

---

- Verser 5ml de la solution de chlorure de sodium en agitant la farine avec la spatule, former une boule avec la pate

## 2. Extraction

Consiste à faire le lavage au dessus d'un courant d'eau de robinet. Poursuivre cette opération jusqu'à ce que l'eau de lavage ne soit pas trouble.

## 3. Essorage

Consiste à éliminer la plus grande partie de la solution de rinçage en comprimant entre les mains, refaire cette opération plusieurs fois.

Le gluten humide obtenu précédemment est placé dans une étuve pendant deux heures à 100°C.

### ➤ Expressions des résultats

Le gluten sec exprime en pourcentage et en masse du produit tel quel est égal a :

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

**m** : la masse en gramme de gluten sec.

**100**: pour exprimer le pourcentage.

**10** : prise d'essai en (g)

### I.4.1.6. Détermination de la teneur de la matière grasse (AFNOR T90- 501 et T 90-506)

#### ➤ Principe

L'échantillon sec est extrait à l'aide de l'éther de pétrole avec un appareil de type Soxhlet, le solvant est évaporé, l'échantillon est séché et pesé.

#### ➤ Mode opératoire

- 1 .Sécher un ballon de 500ml à 150°C pendant 1h, refroidi au dessiccateur pendant 30min, puis pesé à une précision de 0,001 g.
- 2 .Peser 10g de produit dans la cartouche du Soxhlet et placés à l'intérieure de l'extracteur.
- 3 .Versés 200ml d'éther du pétrole dans le ballon et 50ml dans le compartiment et cartouche.

## Partie expérimentale

---

- 4 .Le ballon est ensuite chauffé pendant 7h et 50ml (20 siphonages par heure) jusqu'à épuisement de la matière grasse.
- 5 .Le solvant est éliminé du ballon par distillation.
- 6 .Le résidu du ballon est séché dans une étuve à 80°C, après refroidissement au dessiccateur pendant 30min.
- 7 .Le ballon contenant les lipides est pesé à 0,001g près.

### ➤ Expression des résultats

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

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

Dont :

**P<sub>2</sub>** : poids du ballon vide (g).

**P<sub>1</sub>** : poids du ballon après évaporation(g).

**M<sub>E</sub>** : masse de la prise d'essai(g).

**MG** : taux de la matière grasse(%).

**100**: pour exprimer le pourcentage.

### I.4.1.7. Détermination de l'acidité grasse (pour les farines) (NF V03-713.1984)

#### ➤ Principe

La mesure de l'acidité grasse repose sur un dosage colorimétrique .Les acides gras libres sont mis en solution dans l'éthanol à 95%.

#### ➤ Mode opératoire

##### ➤ Extraction de l'acidité

- Introduire dans un tube 10 g de produit, ajouter 30ml d'alcool à 95%, fermer le tube hermétiquement et agiter pendant 1h.
- procéder à 2 centrifugation successives 2min chacune à une vitesse de 6000tour /min.

##### ➤ Titrage

- Prélever à la pipette 20ml du liquide surnageant parfaitement limpide et les verser dans une fiole conique.
- Ajouter 5gouttes de phénolphtaléine.
- Titrer avec la solution d'hydroxyde de sodium à 0,05N, jusqu'au virage rose pale.

##### ➤ Essai à blanc

Titrer 20ml d'éthanol en en présence de 5gouttes de phénophtaléine.

## Partie expérimentale

---

### ➤ Expression des résultats

L'acidité est exprimé en gramme d'acide sulfurique pour 100g de matière telle quelle est calculée par la formule suivante :

$$AG\% = 7,35.C (V_1 - V_0) / (m .100) / 100 - H$$

Avec :

**7,35** : coefficient.

**V<sub>1</sub>** : volume de NaOH (ml) de l'échantillon.

**V<sub>0</sub>** : volume de NaOH (ml) de l'essai à blanc.

**m** : masse en gramme.

**C** : Normalité de la solution d'hydroxyde de sodium (0,05 N).

**H** : La teneur en eau de l'échantillon pour essai ( %).

### 1.4.1.8. Acidité titrable pour la poudre de lait (AFNOR1980 : V 04,206)

#### ➤ Principe

Il consiste à un titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénophtaléine comme indicateur.

#### ➤ Mode opératoire

1. Peser 1g de produit dans une fiole conique et ajouter 10ml d'eau distillée chaude (bouillie).
2. Adapté la fiole à un réfrigérant à reflux à fin de chauffer le contenu au bain marie pendant 30min .suivie d'un refroidissement.
3. Le contenu est transverse dans une fiole jaugée de 250ml complète jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillée bien mélanger et filtré.
4. Verser 50ml dans un bécher et titrer avec NaOH 0,1N en présence de 2à3 gouttes de phénophtaléines.

#### ➤ Expression des résultats

La couleur devient rose pale

$$A = (25 .V_1.10) / (M .10.V_0)$$

## Partie expérimentale

---

Avec :

**M** : masse de la poudre en gramme .

**V<sub>0</sub>** : volume en ml (50ml).

**V<sub>1</sub>**:volume en ml de NaOH (La chute de la burette).

### I.4.1.9. Degré de Brix (NF .V05 -109 ,1970)

#### ➤ Principe

La détermination de l'indice Brix est réalisée en mesurant l'indice de réfractomètre d'une solution.

#### ➤ Mode opératoire

1. Peser 1g de farine de caroube et ajouter 25ml d'eau distillé.
2. Chauffer la solution au bain marie pendant 30min.
3. Filtrer.
4. Déposée une goutte de la solution filtrer sur le prisme de réfractomètre.

#### ➤ Expression des résultats

$$^{\circ}\text{B}\% = (\text{M} \cdot \text{M}_1) / \text{E}$$

Avec :

**M** : masse de la solution pesée en gramme.

**M<sub>1</sub>** : masse du résidu sec soluble /100g, lue sur le réfractomètre.

**E** : masse de produit utilisée en gramme .

### I.4.1.10. dosage des protéines

#### ➤ Principe

Le dosage des protéines a été effectué selon la méthode de **Bradford (1976)**, le réactif de BBC révèle la présence des protéines en les colorants en bleu .

#### ➤ Mode opératoire

##### - Extraction à froid

Pour extraire les protéines de farine de caroube on a suivi la méthode de (**Rezanejad, 2007**) avec quelques modifications.

## Partie expérimentale

---

1. Peser 1g de farine de caroube avec précision de 0,01 g près.
2. Ajouter 20 ml d'eau distillée.
3. Le mélange est ensuite laissé sous agitation dans le réfrigérateur pour 4 à 8 h.
4. Centrifuger le mélange à froid à 5000 tours/min pendant 40 min.
5. L'extrait est conditionné dans un tube à essai en attendant l'analyse.

### - Préparation de réactif de Bradford

1. 100mg de poudre de bleu de coomasie G250 sont dissous dans 50ml d'éthanol absolu.
2. puis on ajoute 100ml d'acide phosphorique à 85%.
3. Le mélange résultant est ajusté avec de l'eau distillée à un volume final de 1000ml est conservé à froid 4°C.

### - préparation des dilutions

1. Prélever 10 µl de l'extrait.
2. Ajouter 2 ml du réactif de bleu brillant de comassie (BBC) (la solution mère).
3. A partir de la solution mère préparer 3 dilutions.
4. prélever 1ml de la solution mère et ajouter 19ml d'eau distillé.

La lecture se fait contre le blanc à une longueur d'onde de 595 nm.

La gamme d'étalonnage est expliquée dans l'**annexe 02**.

### I.4.1.11. Activité anti-radicalaire

#### ➤ principe

Le DPPH (2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl) est un radical stable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette et un pic d'absorption spectral maximal à 517nm. En présence d'antioxydant l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH du violet (forme radicalaire DPPH·) au jaune (forme réduite DPPH-H) .Cette décoloration représente donc la capacité d'échantillon de piéger ce radical (**Ramadan, 2010**) .

On mesure à l'aide d'un spectromètre UV à 517 nm, la diminution de coloration de la solution qui est proportionnelle à la quantité d'antioxydant.

#### ➤ Mode opératoire

1. Une solution de DPPH (0,1 mg/ml) a été préparée fraîchement.
2. Un volume de 0,5 ml de cette solution a été mélangé avec 2 ml d'extrait méthanolique.

## Partie expérimentale

---

3. Les solutions ont été bien agitées et incubées dans l'obscurité pendant 1 heure à température ambiante.
4. L'absorbance a été mesurée à 517 nm.
5. Un témoin est préparé en remplaçant l'extrait méthanolique par le même volume de méthanol.

### ➤ Expression des résultats

Le pourcentage d'inhibition des radicaux dus à la propriété antioxydant des extraits a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(Ac - Ae) / Ac] * 100$$

Où :

**Ac** (absorbance de control) et **Ae** (absorbance de l'échantillon) sont les absorbances respectives du control et de l'extrait après 1 heure d'incubation.

### I.4.1.11. Quantification des polyphénols

#### ❖ Extraction des polyphénols

Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le principe consiste en ce que le solvant doit franchir la barrière de l'interface solide liquide, dissoudre le principe actif à l'intérieur du solide et l'entraîner à l'extérieur. La plus part des auteurs suggèrent que l'entrée du solvant se fait par un mécanisme osmotique et la sortie du soluté par dialyse ou par diffusion. Le solvant utilisé dans cette présente étude est l'éthanol (80%). Celui-ci possède l'avantage d'être plus facilement éliminé sous vide, il donne en plus un meilleur rendement d'extraction (7 fois plus que celui d'eau) (**Ribéreau-Gayon, 1968**). Le rendement d'extraction en polyphénols augmente aussi avec le temps de contact (**Lapornik et al., 2005**)

#### ➤ Mode opératoire

1. Pesé 1g de la farine de caroube.
2. Ajouter 100ml d'éthanol à 80%.
3. Agiter pendant 24h, filtrer.
4. Filtrer (**Owen et Johns, 1999**).

#### ❖ Dosage des polyphénols de farine de caroube

##### ➤ Principe

En présence de phénols, le mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et Phosphomolibdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) est réduit en oxydes bleus de tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) et de

## Partie expérimentale

---

Molybdène ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ), que l'on détermine par colorimétrie (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

### ➤ Mode opératoire

1. 1ml d'extrait de la farine de caroube.
2. Ajouter 10ml d'éthanol, bien mélanger.
3. Ajouter 1ml du réactif de folin-ciocolteurs, laisser reposer 3mn.
4. Ajouter 1ml de carbonate de sodium (10%), bien mélanger.
5. Incubation pendant une heure à la température ambiante et à l'abri de la lumière.
6. Mesure de l'absorbance à 760 nm.

La concentration en composés phénolique totaux exprimée en mg équivalent d'acide gallique par g de pelure de caroube est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage.

La préparation de la courbe d'étalonnage est expliquée dans **l'annexe n°02**.

### I.4.1.12. Dosage des flavonoïdes

#### ➤ Principe

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits Ethanolique de la poudre de caroube est réalisée par la méthode décrite dans la littérature (**Bahorun T., Gressier B., et al., 1996**).

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Ils forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons.

#### ➤ Mode opératoire

1. Mettre 1 ml d'extrait Ethanolique de la poudre de caroube dans un tube à essai.
2. Ajouter 1 ml de solution de chlorure d'aluminium à 2 %.
3. Après 10 mn, l'absorbance est lue à 430 nm.

La préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes présenté dans **l'annexe n°02**.

# Partie expérimentale

---

## I.4.2. Les analyses microbiologiques

### I.4.2.1. Préparation des dilutions en vue de l'analyse microbiologique

➤ **Principe :**

La préparation de la dilution primaire (solution mère) ; est nécessaire pour les dilutions décimales suivantes en vue de réduire le nombre de microorganismes par unité de volume ; pour faciliter l'analyse microbiologique.

#### I.4.2.1.1. Préparation de la solution mère

1. Peser 25g de l'échantillon à analyser.
2. Ajouter 250 ml de déliant tryptone sel eau (TSE).
3. Homogénéiser la solution mère.
4. La concentration de la solution mère est toujours à  $10^{-1}$ .

#### I.4.2.1.2. Préparation des dilutions décimales

1. Prendre 1ml de la solution mère et on met dans un nouveau tube contenant 9 ml de diluant (TSE) stérile.
2. mélanger soigneusement ; pour obtenir la dilution  $10^{-2}$ .
3. Répéter ces opérations pour obtenir des dilutions a recherché.

### I.4.2.2. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT)(NF 08-051 ; Norme Jour /Alg/1991 )

➤ **Principe**

Le dénombrement des GAMT se fait sur une gélose nutritive PCA.

➤ **Mode opératoire**

1. A partir des dilutions décimales de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$  portes aseptiquement 1ml dans une boîte de pétri vide préparé a cet usage.
2. Compléter ensuite avec environ 15ml de gélose fondue puis refroidir à  $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
3. faire des mouvements circulaire de va et vient en forme de « 8 » pour augmenter la surface de contact entre se mélange et la gélose utiliser ; après on laisse à solidifie. Les boîtes seront incubées à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 72 heures.

# Partie expérimentale

---

## I.4.2.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux (N FV08-017 ; Norme Jour /Alg/1991)

### ➤ Principe

Les coliformes sont des bacilles à GRAM négatif , aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, capables de se multiplier en présence de sel biliaire et capables de fermenter le lactose, avec production d'acide et de gaz en 48 heures et à 35 à 37°C . Les coliformes fécaux ont les mêmes caractères des coliformes totaux mais ils sont capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à 44°C.

Leur recherche est effectuée sur des milieux riches en lactose avec les sels biliaires comme un agent sélectif.

### ➤ Mode opératoire

Porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée.

Cette opération doit être effectuée deux fois pour chaque dilution :

- La première série de boîte sera réservée à la recherche des coliformes totaux.
- La deuxième série de boîte sera réservée à la recherche des coliformes fécaux (*Escherichia Coli*).

Compléter ensuite chaque boîte avec environ 20 ml de la gélose VRBL, fondu puis refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ . Faire ensuite des mouvements circulaires de va et vient en forme de « 8 », bien mélanger la gélose à l'inoculum , laisser solidifier sur paillasse , puis rajouter une deuxième couche d'environ 5ml de la même gélose .

### ➤ Incubation

La première série de boîte sera incubée à 37°C pendant 24 à 48 heures (recherche des coliformes totaux)

La deuxième série de boîte sera incubée à 44°C pendant 24 à 48 heures (recherche des *Escherichia Coli*).

### ➤ Lecture

Les colonies des coliformes totaux et fécaux apparaissent en masse se forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0,5mm de diamètre.

# Partie expérimentale

---

## I.4.2.4. Recherche et dénombrement des entérobactéries (NFV08-017)

### ➤ Mode opératoire

1. Le dénombrement s'effectue en gélose cristal violet, rouge neutre, bile, glucose (VRBG).
2. A partir de la suspension mère et les dilutions décimales porter 1 ml dans des boîtes de pétri stériles vides préparées à cet usage et numérotées.
3. Couler 12 à 15 ml de la gélose sélective fondue et refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ .
4. Faire ensuite des mouvements circulaires de va et vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
5. Laisser solidifier sur la paillasse.
6. Couler en surface environ 5 ml de milieu sélectif.
7. Laisser solidifier.

### ➤ Incubation

Placer les boîtes retournées dans une étuve à  $37^\circ\text{C}$  pendant 24 heures.

### ➤ Lecture

Dénombrer les colonies rouges foncées.

## I.4.2.5. Recherche et dénombrement des levures et moisissures (Norme XPV08-059)

### ➤ Principe

Les moisissures sont des hétérotrophes, aérobies, acidophiles (pH de développement compris entre 3 et 7) et mésophiles (température de croissance de 20 à  $30^\circ\text{C}$ ).

Les levures sont typiquement unicellulaires de forme ronde ou ovoïde et se multiplient par bourgeonnement. Le dénombrement est effectué en milieu sélectif doté de propriétés antibactériennes (milieu OGA).

### ➤ Mode opératoire

A partir des dilutions décimales,  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose OGA ; étaler les gouttes à l'aide d'un râtelier stérile ; puis incuber à  $22^\circ\text{C}$  pendant 5 jours.

### ➤ Lecture

Les colonies des levures sont brillantes, rondes et bordées, de couleurs différentes, de formes convexes ou plates et souvent opaques.

## Partie expérimentale

---

Les colonies de moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmenté ou non, et sont plus grandes que celles des levures.

### I.4.2.6. Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus (NF ISO06888)

#### ➤ Principe

La forte concentration en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plus part des bactéries autre que les staphylocoques.

#### ➤ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$  porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose Chapman.
- Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incubé à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures.
- Staphylococcus aureus se présente alors sous forme de colonies de taille moyenne ; lisse ; brillante ; en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

### I.4.2.7. Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteur (NFV08-061 ; Jour/Alg/1998)

#### ➤ Principe

Les clostridium sulfito- réducteurs sont des bacilles à GRAM positif, anaérobie strictes, mobiles par ciliature péritriche mais parfois immobiles et capsulés ; possèdent des spores résistante ou moins 10 min à  $80^{\circ}\text{C}$ , ils sont capable de réduire les sulfites en sulfure par la sulfito-réductases présente dans le milieu de culture viande foie (VF).

Ceci se combine avec un sel de fer pour donner du sulfure de fer avec dégagement de  $\text{H}_2$ , les colonies noires entourées d'un halo sont les caractéristiques des clostridium sulfito- réducteurs.

#### ➤ Mode opératoire

Les tubes contenant des dilutions  $10^{-2}$  à  $10^{-1}$  seront soumis :

1. D'abord à un chauffage à  $80^{\circ}\text{C}$  pendant 8 à 10 minutes.
2. Puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet ; dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporuler.

## Partie expérimentale

---

A partir de ces dilutions ; porter aseptiquement 1ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stérile de 16 mm de diamètre ; puis ajouter 15ml de gélose viande foie prête à l'emploi ; dans chaque tube laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes.

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 16 à 24 heures ou au plus tard 48 heures.

La première lecture doit se faire impérativement à 16 heures car :

- D'une part les colonies de clostridium sulfite-réducteurs sont envahissantes. si on trouve que notre tube est complètement noir ce qui rend l'interprétation difficile voire impossible ; alors l'analyse est à refaire.
- D'autre part ; il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieure à 0,5 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique ; ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures.

### I.4.2.8. Recherche de Salmonella (NF 086-052)

#### ➤ principe

Les techniques consistent en :

- un pré-enrichissement est réalisé afin de permettre le développement de salmonelles et d'inhiber le développement des bactéries à Gram positif.

#### ➤ Mode opératoire

##### 1. Pré-enrichissement

En prélever 25ml de l'échantillon et l'introduire aseptiquement dans 225ml de T.S.E, puis incubés à 37°C pendant 24 heures.

##### 2. Enrichissement

On effectue les premiers enrichissements sur le milieu **SFB**.

- 01ml de bouillon pré-enrichi dans 10ml de SFB à qui on ajoute quelques gouttes de l'additif de cystéine.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures. Si on observe un virage de la couleur de rouge brique donc c'est une réaction positive.

# Partie expérimentale

## 3. Isolement

D'une part on ensemence les tubes positifs sur le milieu Hecktoen, et d'autres part on repique dans d'autres tubes contenant le milieu SFB, c'est le deuxième enrichissement dont on ajoute 04 gouttes de l'additif de cystéine dans les tubes SFB. Incubation ce fait toujours à 37°C pendant 24 heures.

Les colonies de salmonelles sont bleues vertes avec centre noire sur gélose Hecktoen.

### I.5 .Préparation des Cookies

#### I.5.1.Présentation du produit fabriqué

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

#### I.5.2.L'essai de fabrication d'un Cookies

L'essai de fabrication de notre Cookies par l'incorporation de poudre de caroube à des concentrations différentes : 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 50%. Est résumé dans le tableau n°08 ainsi que les quantités des autres ingrédients.

**Tableau 08** : les quantités des ingrédients pour la fabrication des biscuits.

Concentrations	Echantillons	Témoin (T) en (g/kg)	5% de	10% de	15% de	20% de	25% de	50% de
			F C	F C	F C	F C	F C	F c
Ingrédients			1 <sup>er</sup> essai (g/kg)	2 <sup>ème</sup> essai (g/kg)	3 <sup>ème</sup> essai (g/kg)	4 <sup>ème</sup> essai (g/kg)	5 <sup>ème</sup> essai (g/kg)	6 <sup>ème</sup> essai (g/kg)
Farine		340	323	306	289	272	255	170
La farine de caroube		/	17	34	51	68	85	170
Sucre		224	224	200	190	180	170	160
Graisse végétal e		140	140	140	140	140	140	140
Poudre de cacao		20	/	/	/	/	/	/
Dextrose		12	12	12	12	12	12	12
Bi-sodium		3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Pyrophosphate		2	2	2	2	2	2	2
Bi-ammonium		2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Lait en poudre		20	20	20	20	20	20	20
Jaune d'œuf		16	16	16	16	16	16	16
Sel		4	4	4	4	4	4	4
Arôme		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Pépites		120	120	120	120	120	120	120
Eau		92	92	92	92	92	92	92

## Partie expérimentale

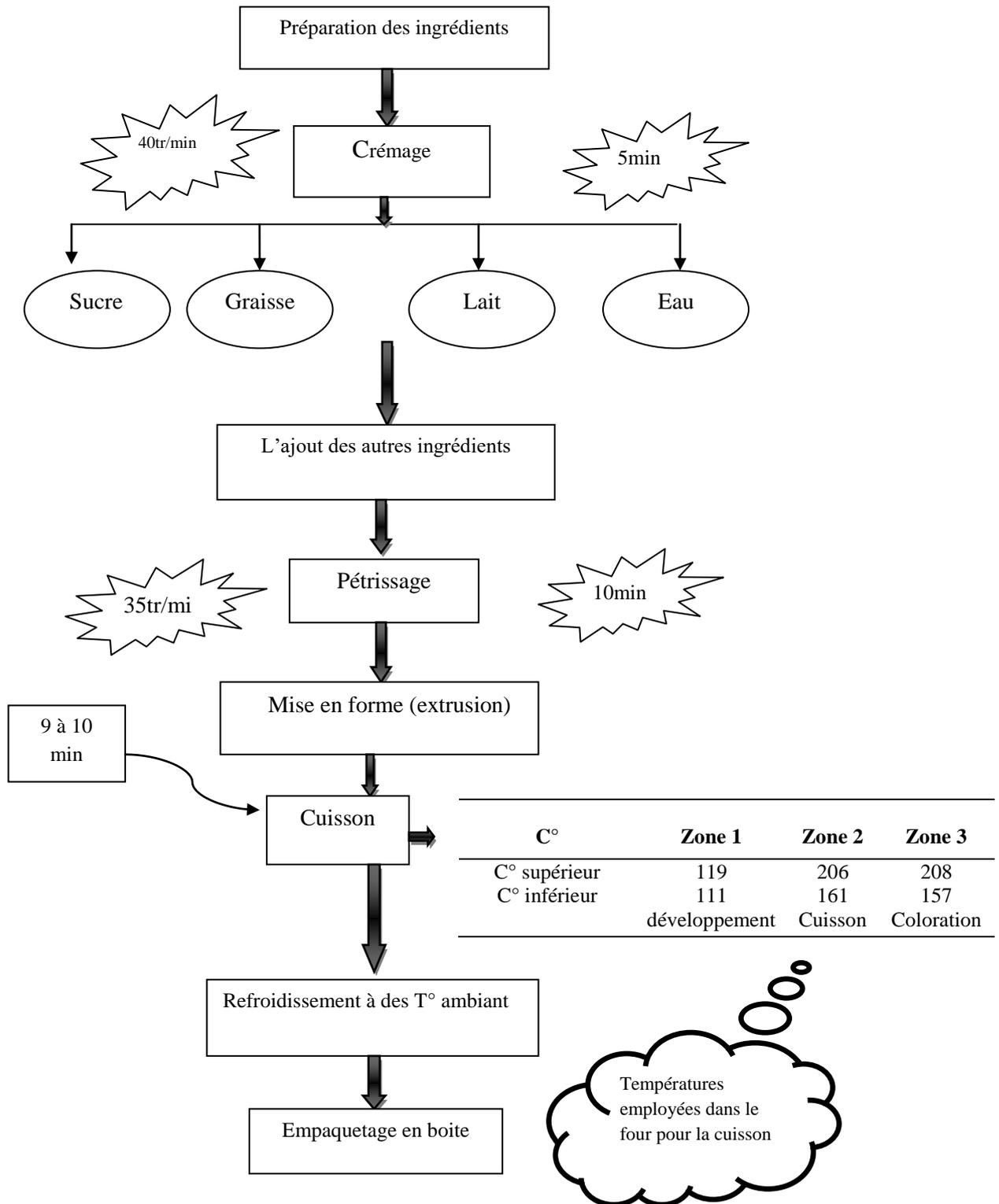
---

**Remarque :** pour les deux essais des biscuits à base de farine de la caroube (de concentration de 25% et 50%) sont des échantillons refusés.

### **I.5.4. Etapes de fabrication de biscuit**

La fabrication de notre biscuit et de celui témoin est faite industriellement, les deux biscuits subissent les mêmes opérations de fabrication, selon le diagramme représenté dans la **figure 03**. Toutes les opérations de fabrication sont faites sur chaîne de fabrication des cookies (BIMO) à partir l'opération de formulation de la pâte pour notre biscuit c.-à-d. Le mélange et le pétrissage, qu'on a réalisé dans un pétrin automatique, de marque KENWOOD KM 300.

## Partie expérimentale



**Figure 03** : diagramme de fabrication de biscuit.

Les étapes de fabrication des Cookies sont exprimées en tableau 10.

# Partie expérimentale

**Tableau 09:** les étapes de fabrication des cookies.

<b>Étapes</b>	<b>Processus de fabrication</b>
Crémage	- Cette étape consiste à mettre tous les ingrédients sauf la farine dans un pétrin.
Pétrissage	- Après 5 minutes de malaxage on obtient une crème.
	- La farine est ajoutée et tous les ingrédients sont mélangés à vitesse moyenne pendant 10 min à l'aide d'un pétrin.
Mise en forme	- L'obtention d'une pâte.
Cuisson	- On pèse environ 19 à 20g de la pâte dans une balance analytique (on utilise des gants).
	- La cuisson est réalisée dans un four à une longueur de 40 mètre.
Le refroidissement et emballage	- Le temps moyen de cuisson est environ 9 à 10 min.
	- Le biscuit sortant du four à des températures élevées sont refroidis à l'air libre. -Le conditionnement.

## I.6.Méthodes d'analyse des biscuits

### I.6.1.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.

### I.6.2.Analyses physico-chimiques des biscuits

Pour préparer les échantillons aux analyses, nous avons broyé les biscuits à l'aide de broyeurs manuels.

Pour le produit fini on détermine :

- Le pH
- Teneur en eau.
- La matière grasse libre.

Nous avons utilisé le même protocole expérimental de la matière première.

# Partie expérimentale

---

## I.6.3. Analyses microbiologiques des biscuits

Le même protocole utilisé pour la matière première.

## I.6.4. Analyse organoleptiques

Cette partie du contrôle de la qualité des biscuits préparés plus celle de témoin (afin de comparer les résultats) a été effectué au niveau de l'unité de BIMO, au laboratoire physico-chimique, et ailleurs.

Les tests ont concerné les paramètres suivants (**Annexe 3**) :

- Forme.
- Etat de surface.
- Fissuration.
- Couleur.
- Odeur.
- Gout.

# Partie expérimentale

## Chapitre II : résultats et discussions.

### II.1. Résultats des analyses physicochimique et microbiologiques des matières premières

#### II.1.1. Résultats des analyses physicochimiques des matières premières

##### II.1.1.1. Résultats des traitements des gousses de la caroube

Les résultats obtenus, en séchant, torrifiant et moulant les gousses après les avoir débarrassées de leurs grains sont montré sur la figure n°04.

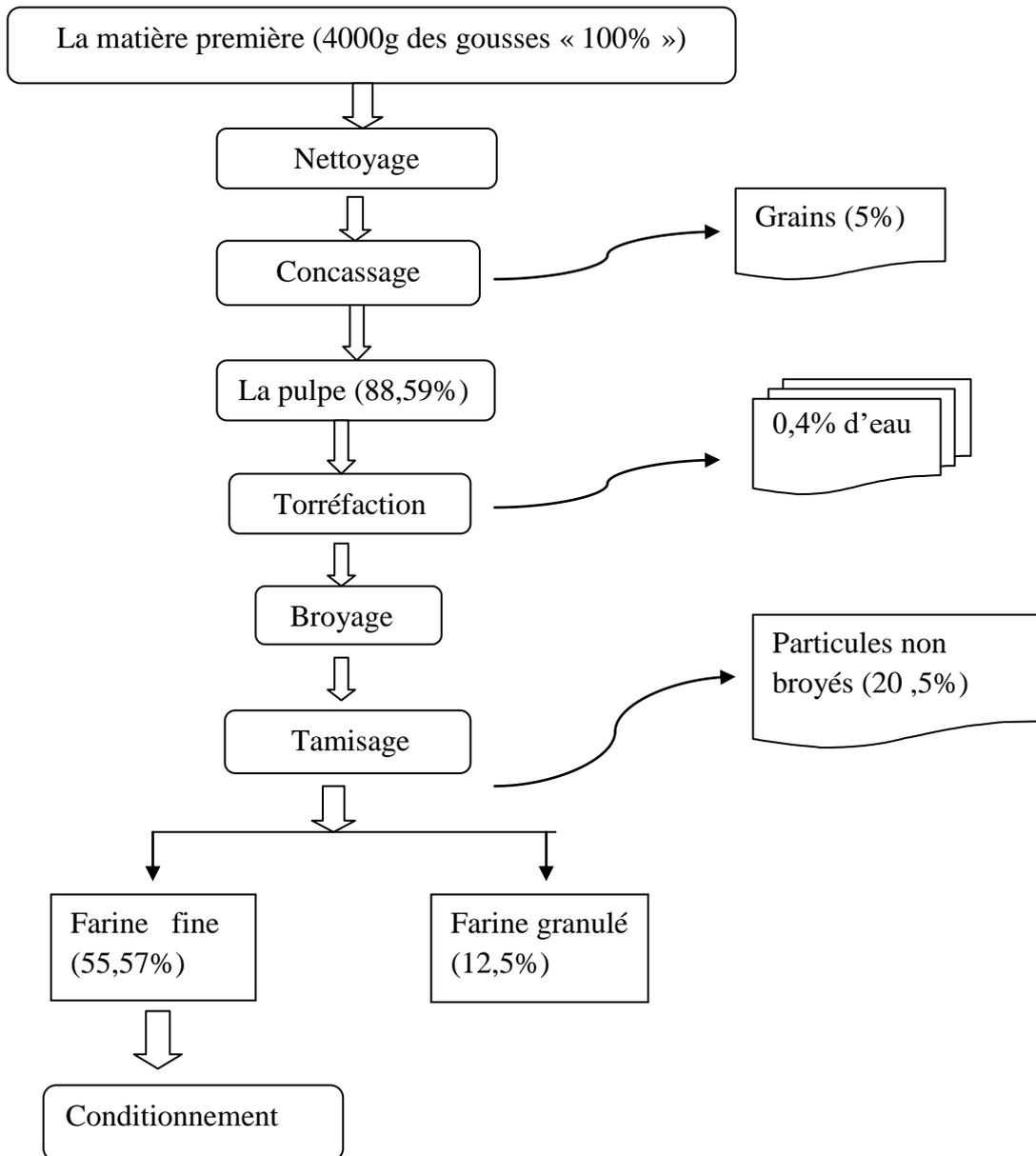


Figure 04: Résultats des traitements des gousses de la caroube.

## Partie expérimentale

La figure 05 nous montrons les différents produits tirés de traitements des gousses de caroube.

				
<b>Grains</b> 200g	<b>Pulpe concassé</b> 3543,42g	<b>Farine fine</b> 2222,82g	<b>Farine granulé</b> 500,5g	<b>Particule non broyé</b> 820,1g

**Figure 05:** Les différents résultats des traitements des gousses de caroube.

Après le traitement de caroube on a obtenus un taux d'extraction qui est de l'ordre de 55,57% (Farine de caroube) par apport à la matière première et un taux de déchets qui est d'ordre qui est d'ordre de 44,25%. Ce dernier englobe les grains, les particules non broyé, l'humidité et la farine granulé.

Ce rendement d'extraction peut être amélioré si on utilise des bonnes conditions de mouture (on a réalisé une mouture traditionnelle à l'aide d'un moulin de pierre manuel).

### II.1.1.2. Résulta des analyses physico-chimique de la farine de blé

Les résultats des analyses physicochimiques de al farine de blé sont consignés sue le tableau10.

**Tableau 10 :** Les résultats des analyses physico-chimique de la farine de blé.

<b>Critères d'analyses</b>	<b>Résultats (%)</b>
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 nous constatons que :

## Partie expérimentale

- Le pH obtenu est acceptable par rapport aux normes établies par (JORA, 2004) (proche de la neutralité).
- La farine de blé utilisée dans la fabrication de biscuits à une humidité moyenne de 13.2%, cette valeur est située dans l'intervalle (12.60% -14.70%) donné par (SOUCI *et al*, 1994) et inférieur à 15.5% maximum fixé par (FAO, 1996).
- Pour le taux de gluten, elle est de l'ordre de 10,2. Cette valeur est conforme à la norme donnée par JORA, 2004.
- Le taux de cendres permet de classer les farines par type. Pour la farine de blé, on distingue 6 types de farine : T45, T55, T65, T80, T110 et T150, plus le type est élevé, moins la farine est blanche (Annexe 4). Pour notre farine de biscuit est de 0.5%. Cette farine peut être classée en type 45 ou type 55 (JORA, 2004) donc notre farine est d'une blancheur acceptable.

### II.1.1.3. Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait sont montrés dans le tableau 11.

**Tableau 11** : les 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 obtenus après analyse de la poudre de lait 26% de la matière grasse sont conformes aux normes Française AFNOR (1986). On note un taux d'humidité égale à 2.08% cela peut s'expliquer par les bonnes conditions de transport et de stockage des sacs contenant la poudre de lait.

Pour l'acidité du lait, après l'ajout de la phénolphthaléine aucune coloration n'a été constatée, mais après le titrage avec une quantité de NaOH (0,1 N) une coloration rose a été obtenue, ce point est considéré l'équivalence de l'acidité du lait. En effet, la valeur moyenne de l'acidité de poudre de lait utilisé est de 13.5D° (Tableau 11). Elle est conforme aux normes du AFNOR (1986).

## Partie expérimentale

On remarque d'après les résultats affichés dans le Tableau n° 11, que le pH est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, ceci indique la bonne qualité physico-chimique de la poudre utilisée dans la fabrication du biscuit.

### II.1.1.4. Résultats des analyses physico-chimique de la farine de la caroube

Les analyses physicochimiques de la farine de la caroube sont consignées sur le tableau 12.

**Tableau 12** : 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

D'après les résultats de la caractérisation physicochimique de la farine de la caroube utilisé nous constatons que :

- Le pH obtenu est de 5.42. notre valeur est presque la même avec **Redjem N et al .,(2016)**,qui est de l'ordre 5,39 .
- La teneur en eau de la farine de caroube est de 7.59%. elle est également conforme aux normes (entre 6% et 15.6%) selon (**Avallone et al ,1997**). Cette variabilité de la teneur en eau est due aux conditions environnementales (pluie et humidité), a la durée de maturation, au moment de la récolte et a la durée de stockage (**Avallone et al ,1997**).
- Pour les cendres, on note une teneur égale à 2.8% .Selon plusieurs auteurs **Avallone et al, 1997**, la teneur en cendre présente dans la poudre de caroube varié entre 2% à 6% selon le type de caroube. Donc notre résultat est inclus dans l'intervalle précédent.

## Partie expérimentale

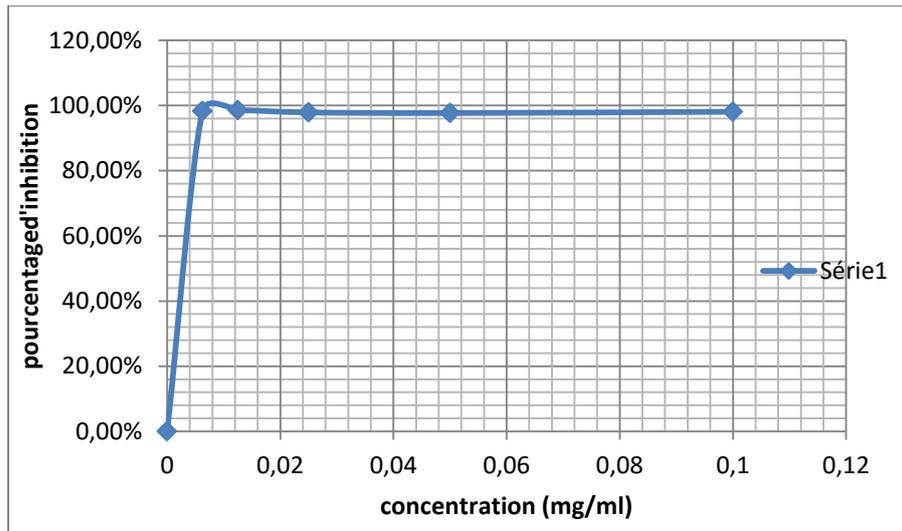
---

- Les résultats obtenus montrent que la farine de la caroube contient 3.85% de matière grasse. Plusieurs auteurs **Avallone et al, 1997** ont démontrés que les teneurs en matière grasse présentes dans la poudre de caroube est 3%.
- La farine de la caroube a un taux d'acidité de 0,63% .Notre valeur est légèrement inférieure a celle qui est trouver par **Redjem N et al.,(2016)**,qui est de l'ordre de 0,54%. Cette déférence peu être dû a la région, le climat, et le stade de maturation.
- Les résultats illustrés dans **Tableau 12**, indique la richesse de la farine de la caroube en sucre totaux 41.93%. cette valeur est située dans l'intervalle (48 % à 72%) donnée par **Biner et al, 1997**. Des études effectuées par **Avallone et al, 1997** confirment la présence de proportions élevées en sucres dans la poudre par apport à la graine de caroube.
- La teneur en polyphénols est d'ordre de 12.8 mg/g. Ce résultat est inférieure à ceux données par **Ayaz et al, 2007** et **Avallone et al, 1997**, qui sont respectivement 13.51mg/g, et 19.2mg/g selon. ces déférences observées dans les différentes études, peut s'expliquer par la provenance géographique, la variété et surtout le degré de maturité, ce qui a été prouvé par les travaux de **Abi Azar, 2007**, réalisés sur des gausse de caroube vertes, et qui ont montré que ces dernières contiennent beaucoup plus de polyphénols totaux que les gausse mûres.
- Notre farine de la caroube contient un taux de flavonoïdes égale a 0,3mg/g , ce taux est notamment inclus dans l'intervalle (0,2mg/g a 0,4mg/g) donner par **Avallone et al ., 1997**.
- Notre farine de caroube utiliser possède un taux élevé de protéine de l'ordre de 40g pour 100g de farine de caroube, cet résultat est proche de ceux trouvé par **Carole-Anne G ., (2014)** ,qui est de l'ordre de 33g/100g ,cela dû aux conditions pédoclimatique, ainsi que le stade de maturation

### ❖ Activité anti-radicalaire

La figure ci-dessous représente les variations du pourcentage de réduction du DPPH en fonction des concentrations d'extraits phénolique de la farine de caroube étudiée.

## Partie expérimentale



**Figure 06 :** pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction de la concentration de la poudre de caroube.

La figure ci-dessus montre une augmentation du pourcentage de réduction du DPPH proportionnelle aux concentrations de l'extraits phénoliques de la poudre de caroube. En effet l'inhibition de ce radical atteint sa valeur maximale (98,60%) à une concentration de 0,004mg/ml) de poudre de caroube.

L'activité antioxydant de nos extraits exprimée en  $EC_{50}$  a été déterminée graphiquement (figure n°) 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)**. Comparativement avec les autres études notre  $EC_{50}$  est plus importante que celle trouver par:

- **Ben Hsouna et al., (1986)** qui a travaillé sur la caroube de Tunisie avec un  $EC_{50}$  de 0,033mg/ml.
- **Kumazawa et al., (2002)** a trouvé que  $EC_{50}$  de l'extrait phénolique de la caroube été de 0,25mg/ml.
- **Gaouar N., (2011)**, qui a étudié la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes (Jijel, Tlemcen, Blida), et ces résultats sont exprimé dans le tableau n°13.

## Partie expérimentale

**Tableau 13** : valeurs de l'EC<sub>50</sub> des extraits phénoliques des pulpes de caroube de trois régions Algériennes

	Pulpe Jijel	Pulpe Tlemcen	Pulpe Blida
EC <sub>50</sub> (mg /ml)	0,04	0,04	0,35

Selon **Makris et Kefalas (2004)** cette importante activité antioxydante des extraits phénoliques de la caroube est due à leur forte teneur en flavonoïdes particulièrement les pranthocyanidines. Les travaux de **Bastida et al. (2009)** ont démontré que l'extrait phénolique de caroube pourrait être utilisé comme antioxydant contre l'altération des lipides de la viande de porc lors de la congélation, outre cet effet **Klenow et Gleis (2009)** ont démontré que l'activité antioxydante de l'extrait phénolique de la caroube via l'acide gallique qu'il contient est en relation avec la chélation du Fer donc ce qui réduit le risque de cancer du côlon chez les sujets qui consomment beaucoup de viande rouge.

### II.1.2.Résultats des analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques permettent de mettre en évidence et de quantifier les germes (bactéries, moisissures). Il est important de connaître la charge microbienne des aliments.

#### II.2.1.1.Les résultats des analyses microbiologiques de la farine de la caroube

Les résultats des analyses microbiologiques de la farine de caroube sont présentés dans le tableau 14.

**Tableau 14:** Résultats des analyses microbiologies de la farine de la caroube.

Les germes recherchés	Résultats (UFC/g)	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Moisissures	4.10 <sup>2</sup>	3.10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	Jour/Alg/1998
<i>Clostridium-sulfito-réducteur</i> à 46° C	Abs	3.10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	Jour/Alg/1998

## Partie expérimentale

Les résultats obtenus montrent une absence totale de *Clostridium*. Et pour le taux des moisissures détectés dans la farine de la caroube  $4.10^2$  UFC /g sont inclus dans les l'intervalle définies par (JORA, 1998). La présence de ces germes dus à la récolte, et au cours de transport (la présence d'humidité), la chaleur et les conditions de stockage ...etc. mais cette charge va se réduire au cours de la cuisson.

Donc on peut dire que notre farine de la caroube est de qualité microbiologique satisfaisante.

### II.1.2.2. Résultats des analyses microbiologique de la farine de blé :

Les résultats des analyses microbiologiques de la farine de blé sont notés sur le tableau 15.

**Tableau 15** : Résultats des analyses microbiologies de la farine de blé.

Les germes recherchés	Résultats (UFC/g)	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Moisissures	Abs	$3.10^2 - 10^3$	Jour/Alg/1998
<i>Clostridium-sulfito- réducteur</i> à 46° C	Abs	$3.10^2 - 10^3$	Jour/Alg/1998

On remarque d'après les résultats du Tableau 15 une absence totale des germes pathogènes : *Clostridium*, ainsi que l'absence des moisissures, ce qui indique que notre farine est de qualité microbiologique satisfaisante selon le journal officiel de la république algérienne .Cela serait dû aux bonnes conditions de conservations.

### II.1.2.3. Les résultats des analyses microbiologiques de poudre de lait

Le tableau 16 présente les résultats microbiologies de la poudre de lait.

## Partie expérimentale

**Tableau 16** : Résultats microbiologies de la poudre de lait.

Les germes recherchés	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
GAMT à 30°C	7500	$60.10^3 - 201.10^3$	Jour/Alg/1998
Coliforme Totaux	10	$<10^2$	Jour/Alg/1998
Coliforme Fécaux	Abs	3-10	Jour/Alg/1998
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> à 46°C	Abs	Abs	Jour/Alg/1998
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Jour/Alg/1998
Moisissures	Abs	Abs	Jour/Alg/1998
Levures	Abs	Abs	Jour/Alg/1998

Notre analyse microbiologique de poudre de lait a montré une absence totale des coliformes fécaux, les *Clostridium*, les levures et moisissures et enfin les Salmonelles, dans les différents milieux de culture et à une T° qui diffère selon le temps d'incubation, et en remarque une présences des germes mésophiles 7500UFC/g et les coliformes Totaux 10UFC/g , mais ces valeurs elles ont dons les normes recommandés par **JORA 1998**.

Donc, notre produit est de qualité microbiologique satisfaisante concernant tous les germes recherchés et ceci conformément à l'arrêté interministériel N°35 du 27/05/98 du journal officiel.

### II.1.2.4. Les résultats d'analyses microbiologiques de jaune d'œuf

Les résultats microbiologiques de jaune d'œuf sont présentés sur le tableau 17.

**Tableau 17** : Résultats des analyses microbiologiques de jaune d'œuf.

Les germes recherchés	Résultats (UFC/g)	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Germes Totaux à 30°C	$1.2.10^2$	$3.10^3 - 10^4$	Jour/Alg/1998
Moisissures	Abs	$10^2$	Jour/Alg/1998
Levures	Abs	$10^2$	Jour/Alg/1998
Coliforme Totaux	Abs	$10^2$	Jour/Alg/1998
<i>Escherichia-coli</i>	Abs	09 – 30	Jour/Alg/1998
<i>Salmonella</i>	Abs	Absence	Jour/Alg/199

## Partie expérimentale

Les résultats microbiologiques représentés dans le tableau 18, montrent que le jaune d'œuf entrant dans la fabrication du biscuit répond aux normes annoncées par le journal officiel de la république algérienne.

On remarque une 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**.

### II.1.2.5. Les résultats microbiologies de la graisse végétales

Les résultats microbiologiques sont présentés sur le tableau 18.

**Tableau 18** : résultats microbiologiques de la graisse végétale.

Les germes recherchés	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Germes Totaux à 30°C	10 <sup>2</sup>	3.10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup>	Jour/Alg/1998
Moisissures	Abs	3.10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	Jour/Alg/1998
<i>Escherichia-coli</i>	Abs	09 - 30	Jour/Alg/1998
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	3.10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	Jour/Alg/1998
<i>Salmonella</i>	Abs	Absence	Jour/Alg/1998

La lecture des résultats des germes aérobies mésophiles totaux sur PCA, montrent une valeur de 10<sup>2</sup> UFC/g. Les limites microbiologiques du journal officiel N° 57/1994 sont définies selon le plan de trois classes que notre graisse est de qualité satisfaisante.

On remarque d'après les résultats affichés dans le Tableau n°18, une absence totale des germes pathogène incriminés dans les intoxications alimentaire, à savoir les levures *Staphylococcus Aureus* et *Salmonella*, *Escherichia Coli*. Ces résultats montrent que la qualité de notre graisse est satisfaisante.

### II.1.2.6. Les résultats des analyses microbiologiques de pépité de chocolat

Le tableau n°19 présente les résultats microbiologies de pépité de chocolat.

## Partie expérimentale

**Tableau 19** : résultats d'analyses microbiologiques de pépite de chocolat.

Les germes recherchés	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Germes Totaux à 30°C	1.1.10 <sup>2</sup>	3.10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	Jour/Alg/1998
Levures	Abs	3.10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	Jour/Alg/1998
Moisissures	Abs	3.10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	Jour/Alg/1998
Entérobactéries	Abs	03 - 10	Jour/Alg/1998
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Abs	03 - 10	Jour/Alg/1998
<i>Clostridium-sulfito-réducteur</i> à 46° C	Abs	102 - 3.10 <sup>3</sup>	Jour/Alg/1998
<i>Salmonella</i>	Abs	Absence	Jour/Alg/1998

D'après le Tableau n°19 Nous constatons que les pépites de chocolat renferment 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.

### II.1.2.7.Résultats des analyses microbiologiques de l'eau

Les résultats d'analyses microbiologiques de l'eau sont notés sur le tableau 20.

**Tableau 20** : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau.

Les germes recherchés	Résultats	Critère d'acceptation (UFC/g)	Norme
Germes Totaux à 37°C	10 <sup>2</sup>	60 - 2.10 <sup>2</sup>	Jour/Alg/1998
Coliforme Totaux	161	10 <sup>2</sup> - 3.10 <sup>2</sup>	Jour/Alg/1998
Coliforme Fécaux	Abs	Absence	Jour/Alg/1998
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Abs	Absence	Jour/Alg/1998

Les résultats obtenus après analyses microbiologique de l'eau utilisée pour la fabrication de biscuit montrent que :

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

# Partie expérimentale

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

Ceci indique une bonne qualité microbiologique de l'eau.

## II.2. Les résultats physicochimiques et microbiologiques de produit fini « Cookies »

### II.2.1. Résultats des analyses physicochimique de produit fini « Cookies »

Les résultats enregistrés pour les analyses physicochimiques des biscuits sont présentent dans le tableau 21.

**Tableau 21** : Les résultats des analyses physicochimiques de produits fini « Cookies ».

Critères d'analyses	Biscuit témoin	Biscuits à base de la farine de caroube			
		5%	10%	15%	20%
Le PH	6.9	7.48±0.068	7.44±0.087	7,42±0,198	7.21±0.124
L'humidité (%)	4.26	5.41±0.167	5.31±0.098	5.16±0.399	5.30±0.338
Le taux de matière grasse(%)	27,9	20	21	24	34

Les analyses effectuées sur les produits finis de chaque essai jouent un rôle important surtout pour mieux déterminer la température et la durée de conservation de notre produit.

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 au conditions d'extraction .

# Partie expérimentale

## II.2.2. Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini

Le tableau 22 présente les résultats d'analyses microbiologiques de produit fini.

**Tableau 22** : les résultats des analyses microbiologiques de produit fini.

Les germes recherchés	Biscuit BIMO	Biscuit de caroube				Critère d'acceptation (UFC/g)
		5% FC	10% FC	15% FC	20% FC	
Germes Totaux à 30°C	10 <sup>2</sup>	Abs	Abs	5.7.10 <sup>2</sup>	Abs	3.10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup> (*)
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	3.10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup> (*)
<i>Escherichia-coli</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	09 - 30 (*)
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	3.10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup> (*)
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence (*)

(\*) JORA N°35 du 27 mai 1998.

Les germes aérobies mésophiles totaux sont l'ordre de 10<sup>2</sup> UFC/g pour le biscuit témoin, et de l'ordre de 5.7.10<sup>2</sup> UFC/g pour le biscuit fabriqué à base de la farine de caroube « 15% ». Ces résultats sont largement inférieur aux normes **JORA 1998**.

On remarque, en outre, une 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). On note également l'efficacité de traitement thermique, qui élimine les formes sporulés.

Bien que la richesse des biscuits en sucres présente un facteur qui favorise le développement des levures et moisissures, une absence totale de ces dernières a été enregistrée, cela est dû à la température élevée de cuisson.

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

## II .3. Résultats de test organoleptiques de produits fini (Cookies)

La qualité organoleptique joue un rôle très important dans la valeur commerciale des biscuits.

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

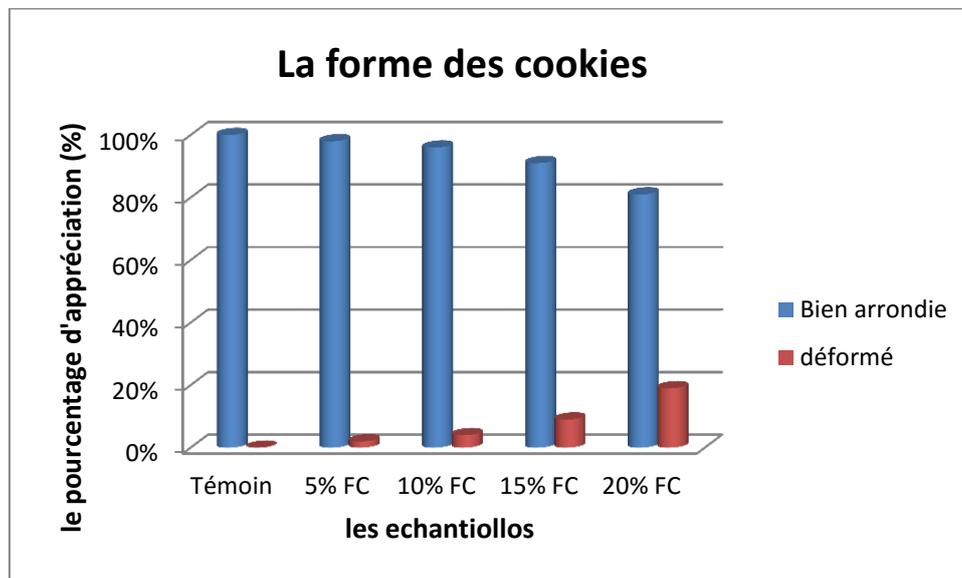
# Partie expérimentale

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.

## II.3.1.La forme des biscuits

Les résultats de la forme des biscuits sont présentés sure la figure 07.



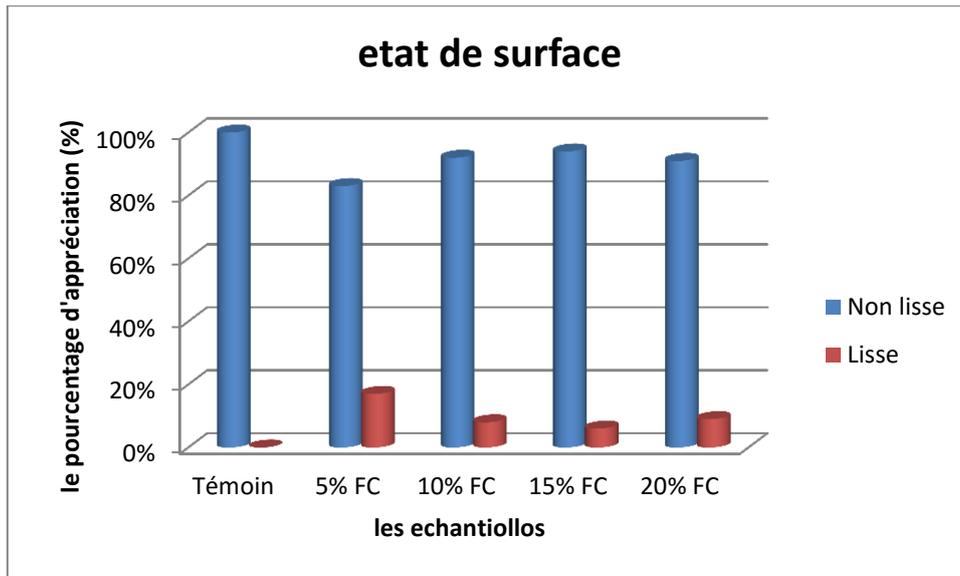
**Figure 07 :** Résultats de l'évaluation de la forme des biscuits.

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.

## II.3.2.Etat de surface

Les résultats de l'état de surface des biscuits sont présentés sure la figure 08.

## Partie expérimentale



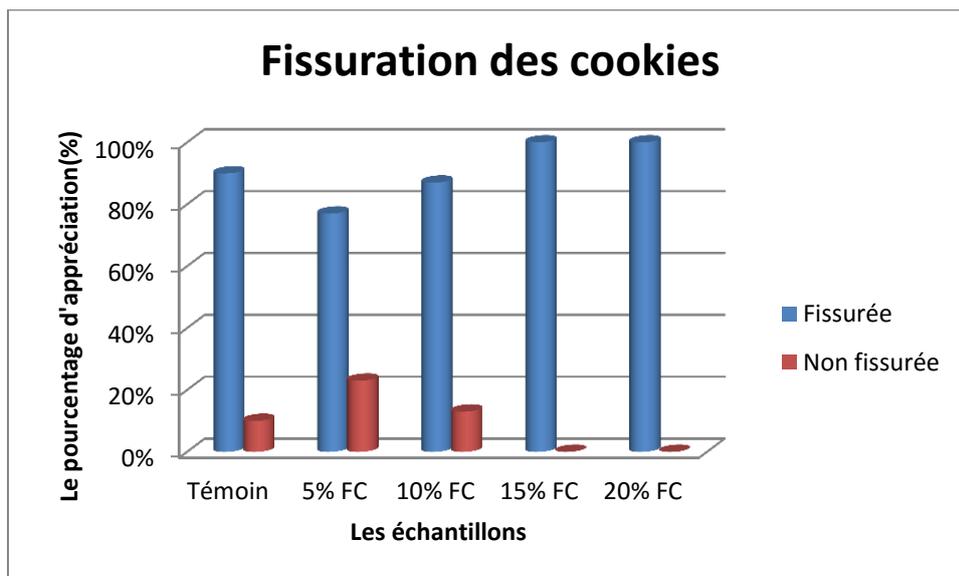
**Figure 08 :** Résultats de l'évaluation de l'état de surface des biscuits.

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%

### II.3.3. Fissuration des biscuits

Les résultats de la fissuration des biscuits sont présentés sure la figure 09.

**Figure 09 :** Résultats de l'évaluation de l'état de la fissuration des biscuits.

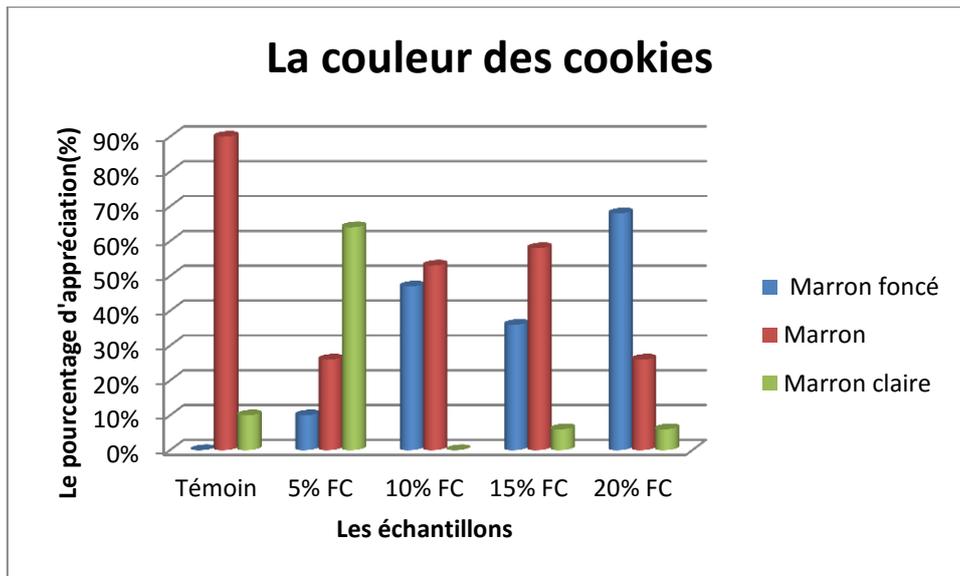


## Partie expérimentale

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

### II.3.4. Couleur des biscuits

Les résultats de la couleur des biscuits sont présentés sur la figure 10.



**Figure 10 :** Résultats de l'évaluation de la couleur des biscuits.

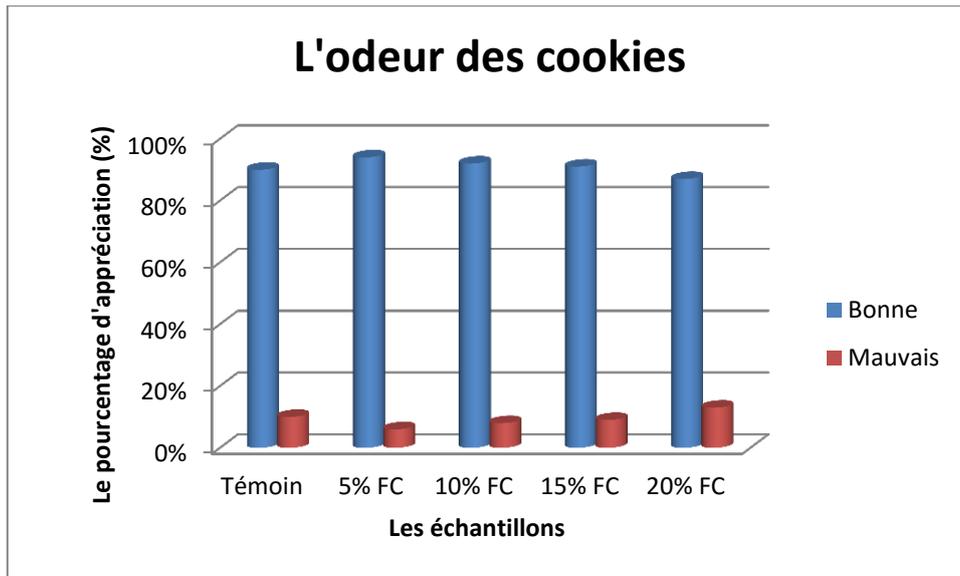
La couleur est le premier paramètre observé par le dégustateur, pour apprécier la qualité du produit.

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que le critère « couleur » du biscuit du 5%FC a été jugé « marron clair » par l'ensemble des dégustateurs avec un pourcentage de 64%, cela est dû au pourcentage faible de caroube et à l'absence de la poudre de cacao. Par contre, si on compare par rapport au témoin, 10%FC et 15% qui sont « marron » avec un pourcentage de 90%, 53% et 58% respectivement, on trouve que 20%FC est jugé « marron foncé » avec un pourcentage de 60%, cela est dû au pourcentage élevé de la caroube. Donc la couleur varie en fonction des ingrédients, de la température et du temps de cuisson.

### II.3.5. Odeur des biscuits

Les résultats de l'odeur des biscuits sont présentés sur la figure n°11.

## Partie expérimentale

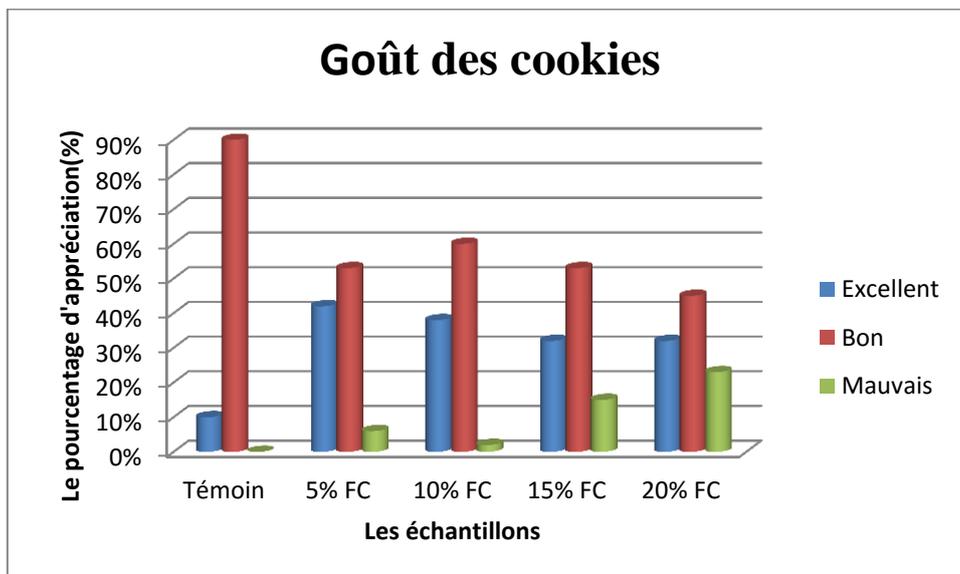


**Figure 11 :** Appréciation de l'odeur des biscuits obtenus.

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

### II.3.6. Le goût des biscuits :

Les résultats du goût des biscuits sont présentés sur la figure 12.



**Figure 12 :** Appréciation du goût des biscuits obtenus.

A partir des résultats obtenus, et les comparaisons avec le témoin qui a un goût de 90% « Bon » on trouve que tous les biscuits obtenus été jugé « Bon » par l'ensemble des

## Partie expérimentale

---

dégustateurs avec des pourcentages varié entre 45% a 60%.le lot 5% présente 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% ,pare contre le témoins présente 0% de goût « mauvais ».

Les résultats de l'analyse organoleptique sont expliqués par le fait qu'il y'a une série de réactions biochimiques qui se développent particulièrement lors de la fabrication des biscuits et qui sont responsables de modifications de la couleur, de la texture et de l'élaboration de l'arome et du gout .Il s'agit principalement de :

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

Sur le plant biochimique, il y a des modifications physico-chimiques mises en jeu dans les biscuits au cours de la cuisson mais aussi au cours du stockage .Ces changements sont essentiellement d'ordre moléculaire et sont principalement causés par les transformations hydro-thermiques qui affectent les constituants majoritaires de la pate :

- Cristallisation des sucres.
- Gélatinisation de l'amidon.
- Dénaturation des protéines.
- Auto-oxydation des lipides (**Chevallier, 1999**).

### II .4. La valeur énergétique de biscuit choisi :

D'après les résultats de teste organoleptique des biscuits fabriquer « Cookies a basse de la caroube » qui ont montré que le biscuit 5%FC est le meilleure choix des dégustateurs

Pour cette raison on a déterminé sa valeur énergétique afin de le comparer avec le témoin

Le tableau n°23 représente la valeur énergétique de notre biscuit fabriqué à base de la caroube « 5%FC », qui est réalisé au niveau de laboratoire de contrôle de qualité et de conformité « Bedrane Younes »a Si-Mustapha ; Boumerdes.

## Partie expérimentale

**Tableau n°23** : La valeur énergétique de Cookies a base de caroube « 5%FC ».

Paramètre recherché	unité	Résultat	Méthodes
<b>Humidité</b>	%	4,59	Etuvage
<b>Matière sèche</b>	%	95,41	Etuvage
<b>Cendres</b>	%	0,20	Incinération
<b>Lipides</b>	%	20,00	Soxhlet
<b>Protéines</b>	%	08,14	Kdjeldhal
<b>Glucides</b>	%	61,95	Bertrand
<b>Dont sucres</b>	%	35,40	Bertrand
<b>Fibres</b>	%	04 ,81	Interne
<b>NaCl</b>	%	0 ,31	Titrimétrie
<b>Valeurs énergétiques</b>	Kcal/100g	460,36	Calcul
	KJ /100g	1924,3	

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 a basse de caroube » a une valeurs énergétique de 460,36Kcal/1924,3KJ pour 100g de produit ,cette différence est dû a 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 fabriquer sont riche en glucide (61,95 %) et 35,40 % dont sucre ,en fibre (4,81g) et en matière sèche (95,41g).

## Conclusion

---

L'objectif général de ce travail est la contribution à la formulation d'un biscuit diététique riche en éléments nutritive essentiels pour la consommation quotidienne par l'incorporation de la caroube.

En Algérie, il n'existe pas vraiment des opportunités pour le développement de la transformation des caroubes.

Donc, notre étude nous a permis de mettre en évidence une valorisation de caroube sèche ,par leur transformation en farine, et cette dernière est incorporée dans la fabrication des biscuits type « Cookies » en remplaçantpartiellement la farine de blé ,le sucre, et l'élimination totale du cacao.

Les résultats d'analyses physico-chimiques de la farine de caroube montre qu'elle est riche en sucres (41.93%) et en composés antioxydants :polyphénols (12.8mg/g) et flavonoïdes (0,3mg/g). Elle contient des autres nutriments comme : les protéines(40g /100g), les lipides (3.85%), et elle possède une activité anti-radicalaire très importante ( $EC_{50} = 0,002\text{mg/ml}$ ).

L'étude biochimique et microbiologique de produit finiindique que nos biscuits ( 5%, 10%, 15% et 20%) sont conforment aux normes.

En se basant sur le teste de dégustation, le biscuit de 5%FC a montré des caractéristiques très appréciable. Ce dernier se caractérisent par un très bon goût, une forme bien arrondiede 81 à 98%, une odeur agréable qui varie de 85 à 94%, et une couleur acceptable, sa valeurs énergétique est de l'ordre de 460,36Kcal/100g de produit ( 1924,3KJ /100gde produit) , cette dernière est dû a sa richesse en éléments nutritives surtout en glucides(61,95%),en lipides (20%),en matière sèche (95,41%) .

En perspectives de cette étude, il serait souhaitable :

- D'étudier la qualité biochimique et nutritionnelle des autres biscuits (10%FC, 15%FC, 20%FC).
- Réaliser une recette a 100% farine de caroube qui sera une bonne solution visant à satisfaire toute la population parmi laquelle les personnes atteintes de maladie cœliaque.
- Remplacer la totalité de sucre utilisé dans la fabrication des biscuit par le sucre bio de la caroube.

## Conclusion

---

- Faire une étude économique sur le coût de ces produits élaborés par l'incorporation de la farine de caroube .
- Trouver des solutions pour l'amélioration de la couleur, le goût... etc.
- L'industrialisation des biscuits à base de la caroube.

## Références bibliographique

---

### **-A-**

- **Ait Chitt M., Belmir M. et Lazrak A., 2007** : « Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier ». Transfert de technologie en Agriculture. N°153, IAV Rabat, PP : 1-4.
- **AFNOR, 1986** : « contrôle de la qualité de produits laitiers- analyses physique et chimique » .3<sup>em</sup> édition .PP : 107-121-125-157.
- **Albanell E., 1990** : « Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratoniasiliqua* L.) cultivadas en España ». Tesis doctoral. Barcelona. España. PP : 209.
- **A.N.R.H ., 2004** : « L'atlas pratique de l'Algérie, Edition populaire de l'armée (EPA) ». PP : 116.
- **Armand B et Germain M ., 1992** : « le blé : éléments fondamentaux et transformation » Ed saint Foy .PP : 439-440.
- **Avallone R., Plessi M., Baraldi M., Monzani A., 1997** : « Determination of chemical composition of carob (*Ceratoniasiliqua*): protein, fat, carbohydrates, and tannins ». J. Food Comp. Anal., 10 (2) .PP: 166-172.
- **AYZAR F.A., TORUN H ., AYZAR S, SANZ C., GRUZ J, . 2007** : « Determination of chemical composition of carob pod ». Jornal of food quality. pp : 8-9.

### **-B-**

- **Bastida S. F. J., Sánchez-Muniz R., Olivero L., Pérez-Olleros B., Ruiz-Roso and F., Jiménez-Colmenero ,2009** : « Antioxidant activity of Carob fruit extracts in cooked pork meat systems during chilled and frozen storage ». Food Chemistry Vol. 116, N° 3, PP : 748-754.
- **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. and Tous J., 1997** : « Carob tree. *Ceratoniasiliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops ». 17. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy.
- **Battle I. and Tous J., 1988** : « Lineas de investgati3n sobre el algarrobo (*Ceratoniasiliqua* L.) en el IRTA, Catalu3a (Espa3a) ». In: Brito de Carvalho JH, ed. I Encorto Linhas de Investiga3o de Alfarroba. AIDA, Oeiras: AIDA, 92-104.

## Références bibliographique

---

- **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 ». *Arzneimittelforschung*, 46 (11), PP :1086-1089.
- **Ben Hsouna A., M. Trigui, S. Jaoua, 1986 :** « Evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of the ethyl acetate extract of endemic *Ceratonia siliqua* leaves » *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 34, N° 5.PP:827-829.
- **Ben Mbarek S et Deboub I ., 2015 :** « Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations ». 45p.
- **Berrougui G., 2007 :** « Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), une richesse nationale aux Vertus médicinales, Maghreb Canada Express Vol. 5 », N° 9.
- **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 (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey, *Food Chemistry*, N°100 . PP : 1453-1455.
- **Bradford ,1976 :** « A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding ». *Analytical Biochemistry* . V. 72 .PP : 248-254.

-C-

- **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.
- **Cheblaoui Y et Yahiaten N., 2016 :** « Contribution à la diversification de l'alimentation pour l'enfant cœliaque : fabrication de farine- Biscuit sans gluten ».PP :15-16.
- **Chevallier S., Colonna P.,Della Valle G et Lourdin D.,1999 :** « Structural modifications of biscuit dough during baking-Role of ingrédients » .INRA .Paris.Les Collègues .PP :191-197p.
- **Coutouly G et Marcussen L, 1998 :** « Biscuits et biotechnologies » Ed Initiative for biotechnology. 29p.
- **Coutouly G et Marcussen L. , 1998 :** « Biscuits et biotechnologies » Ed Initiative for biotechnology. 29p.
- **Craig W. J. et Nguyen T. T. ,1984 :** « Caffeine and theobromine level in cacao and carob products ». *J. Food Sci.* PP : 49-302-305.

## Références bibliographique

---

### **-D-**

- **Dakia P.A; Wathel et B et Paquot M.2007** : « Isolation and chemical evaluation of, carob (*Ceratonia siliqua L.*) » . seed germ food Chemistry, Vol. 102, N°4, PP : 1368-1374.
- **Dugour D., 2009** : « Préventions des emballages l'engagement des fabricants des biscuits et gâteaux ». Le syndicat des biscuits et gâteaux de France,8p.

### **-F-**

- **FAO, 1996** : Codex Alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales ». FAO. Vol 7. 2<sup>ème</sup> édition. ROME 16p.
- **Feuillet P. ,2000** : « La grain de blé composition et utilisation, Edition INRA. Paris, 308p.

### **-G-**

- **Gharnit N., 2003** : Caractérisations et essai de régénération in vivo du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) originaire de la province de chefchaou en (Nord-ouest du Maroc). Thèse de Doctorat en science. Université Abdelmalek Essaadi. Tanger.

### **-H-**

- **Haddarah A., Ismail A et Hamieh T.,2013** : « morphological and chemical variability of lebanese carob varieties ».European scientific journal ,vol.9,N°18.PP :1857-7431.
- **Haoua R et TINGALI R., 2007** : « Essai d'incorporation de lactosérum en poudre dans la fabrication du biscuit type "Petit BIMO" » ,35 p.

### **-J-**

- **Jean-François ., 1994** : « Influence de la granulométrie du sucre en biscuiteries sèche », p 47.
- **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.

## Références bibliographique

---

- **JORA : 032 du 23 mai 2004** : méthodes officielles d'analyses physico-chimiques relatives aux céréales et produits dérivés.

### **-K-**

- **Kabore N., 2012** : « Optimisation de la production de biscuits à base de patate douce à chaire orange » P10.
- **Kiger L et Kiger J-G., 1967** : « Technique modernes des biscuiteries, pâtisserie boulangerie industrielle et artisanales et des produits de régime ». Tome 2. Ed DUNOD, Paris. PP : 134-138.
- **Khaldi D., 2007** : « Etude chimique et nutritive d'*Argania spinosa* ». Mémoire de Magister, UABB Tlemcen.
- **Konate I., 2007** : « Diversité Phénotypique et Moléculaire du Caroubier (*Ceratonia Siliqua* L.) Et des Bactéries endophytes qui lui sont associées ». Université Mohammed V-Agdal Faculté des sciences Rabat, thèse de doctorat.
- **Klenow S., Jahns F., Pool-Zobel B.L., Gleis M., (2009** : « Does an extract of carob (*Ceratonia siliqua* L.) have chemopreventive potential related to oxydative stress and drug metabolism in human colon cell ». J. Agric Food Chem., vol.57, N°7, PP : 2999-3004.
- **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.

### **-L-**

- **Lapornik B., Prosek M., et Wandra A. L., 2005.** Comparison of extracts prepared from Plant byproduct using different solvant and extraction time. Journal of food engineering, 71 (2).PP: 214-222.
- **Lizardo R., Canellas J., Mas F., Torrallardona D., Brufau J. , 2002** : « L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de sevrage et son influence sur les performances et la sante des porcelets ». Journées de la Recherche Porcine, N°34.PP : 97-101.
- **Linskens H. and Scholten W., 1980** : « The flower of carob ». *Potug. Acta. Bilo.* (A) XVI (1-4).PP :95-102.
- **Loeb H et Vandenplas Y., 1989** : « Tannin-rich carob pods for the tretment of acute-onset diarrhea » jornal of pédiatric, Nutrition. PP: 35.

## Références bibliographique

---

### **-M-**

- **Makris D.P., Kefalas O., 2004** : « carob Pod as a source of polyphenolic antioxidants, food technology biotechnology ». P 42(2) .pp :105-108.
- **Melgarejo P. & Salazar D.M., 2003**. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. II. Mundi-Prensa. España, PP : 19-162.
- **Menard G et Marcous D. , 1992**:« Le blé: éléments fondamentaux et transformation » Université Laval. Canada .P439.PP :287-348.
- **Min B. R and Hart S. P., 2003** : « Tannins for suppression of intestinal parasites ». *J. Anim. Sci.* PP : 81-102-109.

### **-N-**

- **NAS., 1979** : « Tropical Legumes: Resources for the Future ». National Academy of Sciences. Washington DC, USA, PP : 109-116.

### **-O-**

- **Owen R. W., R. Haubner, W. E. Hull, G. Erben, B. Spiegelhalder, H. Bartsch and B. Haber., 2003**. «Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre, Food and chemical Toxicology», Vol. 41, N°12, PP : 1727-1738

### **-Q-**

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

### **-R-**

- **Ramadan, M. F., 2010**: «Rapid antiradical method for screening deep fried oils». *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittel sicherheit*.5(1) .PP : 47-50.
- **Redjem N et Derghal W ., 2016** : « Contribution à la formulation d'un biscuit à base de caroube et lactosérum » .P36.
- **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.
- **Ribéreau-Gayon ,1986** : « les composés phénoliques des végétaux » .Ed. Dunod ,Paris ,254 .

## Références bibliographique

---

### -S-

- **Sancher S.,Lozano L.J.,Godinez C.,Jaun D.,Perez A et Hemandez F .J,2010** : « carob pod as a feedsstock for the production of bioethanol in Mediterranean areas »,Appl.Energy ,p87(11).PP : 3417-3424 .
- **Santos M., Rodrigues A.,Teixeira J.A.,2005** : « production of dextran and fructos from carob pod extract and cheese whey by leuconostoc mesenteroides »,Biochemical Engineering Journal,p25(1).PP :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.
- **Serairi-Beji R., Mekki-Zouiten L., Tekaya-Manoubi L.,Loueslati M.H.,Guemira F et Ben mansour S,2000** : « Can carob powder be used with the oral rehydration solution for the treatment of acute diarrhea »,Med.Top.p60.PP :125.
- **Sbay H., et Abourouh M., 2006** : « Apport des espèces a usages multiples pour le développement durable : cas du pin pignon et du caroubier », Centre de Recherche Forestière Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et a la Lutte Contre la désertification, Rabat. PP : 1-9.
- **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.
- **Souci W et Kraut H., 1994** : « La composition des aliments ». Tableau des valeurs nutritives, Madpharm scientific publishers.5<sup>ème</sup> édition. Stuttgart Germany. PP : 25.
- **Sofia ES., 2016** : « Processus de fabrication des biscuits et gaufrettes ». P : 9.
- **Soulef BK., 2010** : « Contribution à la diversification de l'alimentation pour enfants cœliaque : fabrication de farines- biscuits sans gluten ».PP : 15-16.
- **Soulianc L et Remy S., 2010** « Travaux sur les lipides et le goût ». P : 127.

### -T-

- **Thomson P, 1971** : « the carob in California.California Race Growers ». Yearbook3, PP : 61-102.

## Références bibliographique

---

**-V-**

- **Vavilov N.I., 1951** : « The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants [translated from the Russian by K.S. Chester] ». The Ronald Press Co., New York.

**-Y-**

- **Yassine Mahdade.M.et Suheil Gaouar .S .B ., 2012** : « Le caroubier (*Ceratonia Siliqua L.*) dans le Nord-Ouest de l'Algérie, Situation et perspectives d'amélioration » .Editions universitaires Européennes. Saarrbrucken, Deutschland, Allemangne. PP : 79.
- **Yousif A.K. et Alghzawi H.M., 2000** : « Processing and characterization of carob powder ». Food chemistry, 3 (69). PP : 283-287.

## *Présentation du groupe BIMO*

### **1. Historique :**

Le groupe BIMO-INDUSTRIE est issu de la société créée en 1975 dans la région de TIZI-OUZOU sous l'appellation de « BISCUITRIE DU MAGHREB » .

En 1984, le groupe crée une nouvelle biscuiterie dans la zone industrielle de BABA-ALI avec une nouvelle marque dénommée « BISCUITRIE MODERNE » BIMO par abréviation.

### **2. Les unités du groupe BIMO :**

Actuellement, ce groupe dispose de 06 unités de production travaillant toutes dans le secteur de l'industrie agro-alimentaire.

Celles-ci sont :

- Deux 02 unités de biscuiterie, l'une à Boghni wilaya de TIZI-OUZOU, l'autre à BABA-ALI.
- Une 01 unité de chocolaterie à BABA-ALI.
- Une 01 unité de transformation des fèves de cacao à BABA-ALI.
- Une 01 unité de confiserie BULLE D'OR à TIZI-OUZOU.
- Une 01 unité de gaufreterie à BABA-ALI.

### **3. Présentation de l'unité de biscuiterie :**

Elle été créée pour la première fois en 1984 dont :

- ❖ Sa raison sociale « biscuiterie moderne ». Statut juridique SARL.

#### **3.1. Composition de l'unité biscuiterie :**

Cette unité dispose d'une installation technique de :

- Deux laboratoires où se font les analyses ;
- Département de production ;
- département de maintenance ;
- Un magasin de réception des matières premières autre que la farine et le sucre.

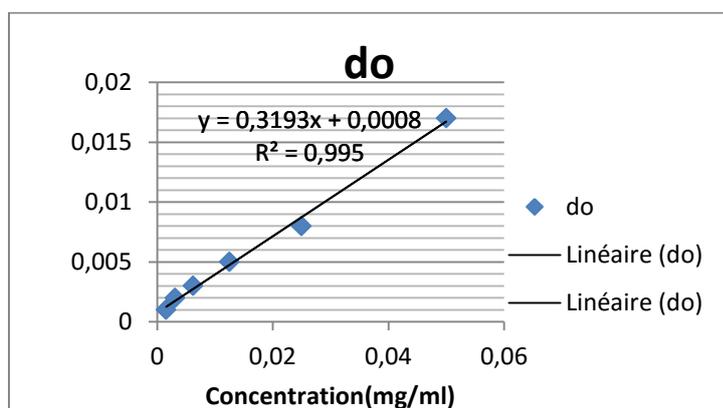
## Annexe 2

### 1. La courbe d'étalonnage des protéines :

La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution mère d'albumine de sérum de bœuf (BSA) 0,05 mg/ml.

**Tableau n°01 :** Préparation des dilutions de la BSA pour la réalisation de la courbe standard de protéines totales.

Dilution	SM	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32
Concentration (mg/ml)	0,05	0,025	0,0125	0,00625	0,003125	0,0015625



**Figure n° 01:** la courbe d'étalonnage de la BSA.

### 2. La courbe d'étalonnage des polyphénols :

#### ❖ Préparation de la courbe d'étalonnage des polyphénols

1. On pèse 0,0214g d'acide gallique ;
2. On va dissoudre dans 20 ml de l'éthanol, soit une solution S1 ;
3. Diluer la solution mère comme suit :
  - Prelever 5 ml de la solution mère puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S/2 ;
  - Prelever 5ml de la solution S/2 puis rajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S/4 ;

#### ❖ Traçage de la courbe d'étalonnage d'acide gallique :

1. Prelever 1 ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais ;
2. Ajouter 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu ;
3. Après 5 min, ajouter 10 ml de carbonate de sodium ;
4. Ajouter 250ml de l'eau distillée ;

## Annexe 2

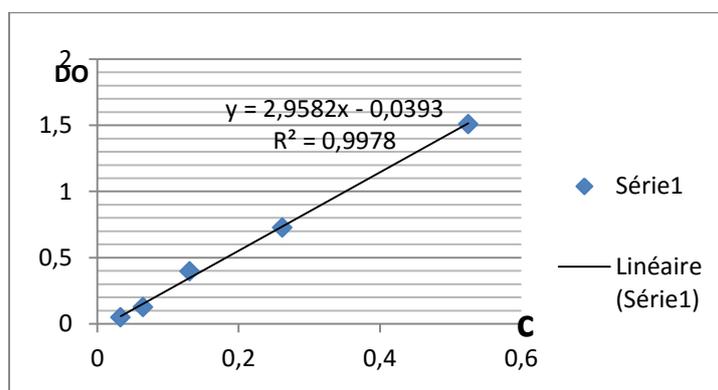
5. Laisser et incuber pendant une heure a temperature ambiante et a l'abri de la lumiere.

La lecture des absorbances est fait a 750 nm.

Les résultats sont exprimés en mg d'EAG/100g.

**Tableau n°02 :** Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux.

Dilutions	SM	S/2	S/4	S/8	S/16
Concentration en ml	0,00325	0,0065	0,013	0,026	0,052

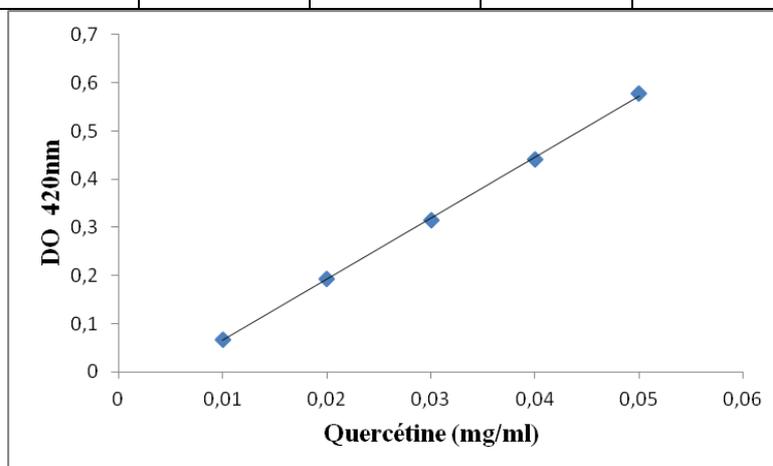


**Figure n°02:** la courbe d'étalonnage des polyphénols

2. La courbe d'étalonnage des flavonoïdes :

3. **Tableau n°03.** : Préparation des dilutions de la quercétine pour la réalisation d'une courbe standard des flavonoïdes.

Dilutions	SM	S/2	S/4	S/8	S/16
Concentration (mg/ml)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05



## Annexe 4

---

**Tableau 1:** Types des farines selon leur teneur en cendre (**Jean-Pierre crouzet, 2005**).

Types de farine	Teneur en cendre(%)	Aspect des farines
T 45	< 0.50 %	Blanches
T 55	0.50 % à 0.60%	
T 65	0.62 % à 0.75%	
T 80	0.75 % à 0.90%	Bises
T 110	1.00% à 1.20 %	
T 150	> 1.40 %	Complètes

Biscuit BIMO

Département de production

**FICHE DE DEGUSTATION**

**Nom et prénom :**

**Sexe :**            Féminin             Masculin

**Fonction :**

Echantillons		Témoin	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai	4 <sup>ème</sup> essai
<b>Caractéristiques</b>						
<b>Forme</b>	Bien arrondie					
	Déformée					
<b>Etat de surface</b>	Lisse					
	Non lisse					
<b>Fissuration</b>	Fissurée					
	Non fissurée					
<b>Couleur</b>	Marron foncé					
	Marron					
	Marron claire					
<b>Dureté</b>	Dure					
	Croustillon					
<b>Odeur</b>	Bonne					
	Mauvais					
<b>Goût</b>	Excellent					
	Bon					
	Mauvais					

Signature

## Résumé

Notre travail s'est effectué au niveau de l'unité biscuitière BIMO, son objectif est l'évaluation de la contribution à la formulation d'un biscuit à base de caroube (*Ceratonia siliqua L*). Il a porté sur quatre essais de fabrication de biscuit type « Cookies » (5%, 10%, 15%, 20%) de farine de caroube. Nous avons effectuées des analyses physico-chimique et microbiologique des matières premières et des analyses physico-chimiques, microbiologiques, et un test organoleptique pour les produits fini, et on a étudié la valeurs énergétiques de biscuit choisi par les consommateurs « 5%FC ». Les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées montrent que les matières premières sont de bonne qualité. En effet, 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. Ces résultats restent préliminaires méritent d'être suivis par d'autres travaux portant sur la caractérisation de la farine de caroube afin de créer une formule qui répond aux exigences des consommateurs et qui intéresse économiquement l'entreprise productrice.

**Mots clé :** Biscuit, caroube, cookies, valeurs énergétique, qualité nutritionnelle, farine de caroube, formule.

## Abstract

Our work was made at level of the biscuitier unit BIMO, its objective is the evaluation of the contribution to the formulachion of a biscuit with carob (*Ceratonia siliqua L*). In concerned for 04 of manufacturing of biscuit typical « Cookies » (5%, 10%, 15%, 20%), we mad physical-chimical and microbiological analyses of raw materials and physical- chimical and microbiological anayses show that raw materials are good quality. Indeed, the realized organoleptic test showed that our biscuits are appreciated well by the wine tasters especially the biscuit 5% flour of carob. These results remain preliminary deserve to be followed by other works carrying more the flour of carob to create a formula which meets the requirements consumers and which interests economically the prodicing company.

**Keywords :** Biscuit, carob, why, cookies, flour of carob, formula.

## ملخص

لقد قمنا بهذا العمل على مستوى مصنع البسكويت "بيمو"، و الهدف منه هو تقييم صنع البسكويت بالخروب. فهو يتضمن تحضير أربعة وصفات من البسكويت نوع "كوكيز". لقد قمنا بالتحاليل الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية للمواد الأولية، إضافة إلى التحاليل الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية و التجارب الذوقية للمنتوج النهائي. حيث بينت التحاليل أنالمواد الأولية ذات نوعية جيدة. أما اختيار تحليل الذوق فقد اظهر إعجابا و تقييما كبيرا لدى المتذوقين للبسكويت المصنوع خاصة الوصفة "5%" . هذه النتائج تبقى أولية، تستحق المتابعة من خلال دراسات أخرى تخص طحين الخروب، لإيجاد تركيبة تلبي احتياجات المستهلكين و تهم الشركة المنتجة اقتصاديا.

## الكلمات المفتاحية:

البسكويت, كوكيز, الخروب, طحين الخروب, تركيبة.