

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU**  
**FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES**  
**DEPARTEMENT D'AGRONOMIE**



## **MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**

**EN VUE DE OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER**

**EN**

**SCIENCES ALIMENTAIRES**

**Option : Agroalimentaire et Contrôle de la Qualité**

### **Thème**

**Essais de formulations d'un dessert lacté à  
base de farine de caroube**

**Présenté par :**

M<sup>lle</sup> HAMMADI Cylia

M<sup>lle</sup> MAOUCHI Khalloudja

**Membres de jury :**

<b>Mr AMIR Y.</b>	Promoteur	Professeur	U.M.M.T.O.
<b>Mr SADOUDI R.</b>	Président	Maître de Conf.A	U.M.M.T.O.
<b>Mr BENGANA M.</b>	Examineur	Maître de Conf. B	U.M.M.T.O.

**Année : 2019 / 2020**

# *Remerciements*

Tout d'abord, nous exprimons nos remerciements au Bon Dieu de nous avoir donné le courage et la force pour terminer notre travail et pour sa bienveillance.

Notre profonde gratitude va à notre promoteur **M<sup>r</sup> Amir Youcef**, professeur à l'UMMTO, pour son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, ses compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à **M<sup>r</sup> Sadoudi Rabah**, qui nous fait honneur de présider le jury et de juger notre travail. Nous remercions également, **M<sup>r</sup> Bengana Mohand**, qui a accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à remercier les responsables de laboratoire physico-chimie du département d'agronomie de l'UMMTO.

Nous tenons à remercier également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la finalisation de notre travail.

**CYLIA & KHALLOUDJA**

# *Dédicaces*

*Je tiens à dédier ce modeste travail accompagné d'un profond amour :*

*A celle qui m'as arrosé de tendresses et d'espoirs, à la source d'amour, à la mère des sentiments qui ma bénie par ses prières ..... Ma mère.*

*A mon support dans la vie qui m'a supporté et m'a toujours dirigé à aller en avant*

*Vers la gloire ..... Mon père*

*A mes frères Kamel et Sofiane.*

*A Ma sœur Nadia que Dieu me la garde.*

*A toute ma famille.*

*A mes chers amies Lynda, Souad, Katia et Kahina.*

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

*A tous ce qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*A toute la promotion du Master 2 agroalimentaire et contrôle de qualité 2019/2020.*

**CYLIA.**

# *Dédicaces*

*Je tiens à dédier ce modeste travail à :*

*A mes chers parents, qui m'ont soutenu tout au long de ces années, avec leur affection et leur amour, que dieu leurs offres une bonne santé et longue vie.*

*A mes sœurs Ouarda et Chahinez.*

*A mon unique frère Amar que Dieu me le garde.*

*A mon fiancé Nassim et à toute sa famille pour leur soutien.*

*A toute ma famille.*

*A mes chers amies Lynda, Souad, Katia et Kahina.*

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

*A tous ce qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*A toute la promotion du Master 2 agroalimentaire et contrôle de qualité 2019/2020.*

*Khalloudja*

# Sommaire

---

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction .....1

## Partie 1: Synthèse bibliographique

### Chapitre I: Le caroubier

1. Le caroubier.....	3
1.1. Description du caroubier .....	3
1.2. Description de la caroube .....	4
1.3. Origine et taxonomie du caroubier .....	6
1.4. Répartition du caroubier .....	7
1.5. Production de la caroube .....	9
1.6. Composition chimique de la caroube.....	10
1.7. Utilisation du caroubier .....	10
1.7.1. Arbre .....	10
1.7.2. Fruit.....	11
1.7.3. Pulpe .....	11
1.7.4. Graine .....	12
1.8. Utilisation thérapeutique de la caroube .....	12

### Chapitre II: Le lait

2. Le lait.....	14
2.1. Généralité et définitions .....	14
2.2. Les principaux composants du lait .....	14
2.2.1. L'eau.....	14
2.2.2. Glucides.....	15
2.2.3. Matière grasse .....	15
2.2.4. Protéines.....	15
2.2.5. Minéraux.....	16

# Sommaire

---

2.3. La flore microbienne du lait.....	18
2.3.1. La flore originelle.....	18
2.3.2. La flore de contamination .....	18
2.4. La filière lait en Algérie .....	18
2.4.1. L'importation de lait et produits laitiers.....	19
2.4.2. Production du lait et la collecte .....	20

## Chapitre III: Le yaourt

3. Le yaourt.....	21
3.1. Définition du yaourt .....	21
3.2. Composition nutritionnelle du yaourt .....	21
3.3. Fermentation lactique du lait .....	22
3.3.1. Définition .....	22
3.3.2. Les différents types de laits lactofermentés.....	22
3.3.3. Les ferments lactiques (bactérie lactiques) .....	23
3.4. Fabrication de yaourt.....	23
3.4.1. Réception du lait.....	23
3.4.2. Standardisation.....	24
3.4.3. Homogénéisation.....	24
3.4.4. Traitement thermique .....	24
3.4.5. Refroidissement.....	24
3.4.6. Ensemencement.....	25
3.4.7. Réchauffage.....	25
3.4.8. Conditionnement et stockage.....	25
3.5. Intérêt nutritionnels du yaourt .....	27

## Partie 2: Partie pratique

### Chapitre IV: Matériels et méthodes

1. Objectif.....	28
2. La matière végétale.....	28
2.1. La préparation de la farine de caroube .....	28
3. Les recettes utilisées pour la préparation des desserts lactés.....	29
3.1. Avec le lait .....	29

# Sommaire

---

3.1.1. Les ingrédients.....	29
3.1.2. Préparation des différentes formules .....	29
3.2. Avec le yaourt .....	30
3.2.1. Les ingrédients.....	30
3.2.2. Préparation des différentes formules .....	30
4. Analyses sensorielles des produits finis.....	30

## Chapitre V: Résultats et discussions

1. Résultats du test de dégustation .....	32
1.1. Couleur.....	32
1.2. L'odeur.....	33
1.3. Goût.....	34
1.4. Acidité.....	35
1.5. Texture.....	36
1.6. Consistance.....	37
1.7. Appréciation globale.....	38
Conclusion et perspectives.....	40
Référence bibliographique	
Annexe	
Résumé	

## Liste des abréviations

---

**ATP** : Adénosine Tri-Phosphate.

**ENPARD** :European Neighbourhood Program for Agricultural and Rural Development.

**FAO** : Food and Agricultural Organization.

**FMN** : Flavine Mono Nucléotide.

**IG** : Index Glycémique.

**M.S** : Matière Sèche.

**ONIL** : Office National Interprofessionnel de Lait.

**PEG** : Poly Éthylène Glycol.

**R** : Recette.

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau I</b> : Production mondiale de caroube.....	9
<b>Tableau II</b> : Superficie occupée par le caroubier.....	9
<b>Tableau III</b> : Composition chimique de la caroube.....	10
<b>Tableau IV</b> : Composition moyenne du lait de vache .....	14
<b>Tableau V</b> : Propriétés des principaux nutriments du lait.....	17
<b>Tableau VI</b> : Valeurs nutritionnelles minimales pour 100g de yaourt.....	21

## Liste des figures

---

<b>Figure 1</b> : Arbre de caroubier .....	3
<b>Figure 2</b> : Feuilles et fleurs du caroubier.....	4
<b>Figure 3</b> : Gousses de la caroube vertes et gousses de caroube mûres.....	5
<b>Figure 4</b> : Coupe transversale d'une graine de caroube.....	6
<b>Figure 5</b> : Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde.....	8
<b>Figure 6</b> : Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques.....	8
<b>Figure 7</b> : Importation algériennes de lait et produit laitiers en valeur et en quantité (2001-2017).....	19
<b>Figure 8</b> : Evolution de la production de lait, production de lait de vache, lait collecté.....	20
<b>Figure 9</b> : Diagramme de fabrication du yaourt.....	26
<b>Figure 10</b> : Préparation de la farine de la caroube.....	28
<b>Figure 11</b> : Préparation des desserts lactés avec le lait et la farine de caroube .....	29
<b>Figure 12</b> : Préparation des desserts lactés avec le yaourt et la farine de caroube .....	30
<b>Figure 13</b> : Le déroulement du test sensoriel pour les desserts lactés.....	31
<b>Figure 14</b> : Les résultats d'analyses sensorielles pour la couleur.....	32
<b>Figure 15</b> : Les résultats d'analyses sensorielles pour l'odeur.....	33
<b>Figure 16</b> : Les résultats d'analyses sensorielles pour le goût.....	34
<b>Figure 17</b> : Les résultats d'analyses sensorielles pour l'acidité.....	35
<b>Figure 18</b> : Les résultats d'analyses sensorielles pour la texture.....	36
<b>Figure 19</b> : Les résultats d'analyses sensorielles pour la consistance.....	37
<b>Figure 20</b> : Les résultats d'analyses sensorielles pour l'appréciation globale.....	38

# Introduction

---

Le caroubier est une essence méditerranéenne, connue, acclimatée et cultivée depuis la plus haute antiquité. Son importance s'est considérablement accrue ces dernières années, de par le développement industriel de la caroube, devenue une matière première indispensable. **(Sbay, 2008).**

Le caroubier présente des atouts dignes d'intérêts aussi bien sur le plan écologique (adaptation à la sécheresse, se contente des sols pauvres et rocailleux, tolère des températures de -6 à 50°C), biologique (fixation d'azote, résiste au feu, aux mutilations et aux maladies), agronomique (rendement élevé dans les zones arides), génétique (présence d'une grande variabilité génétique) que socioéconomique (source de revenu stable pour la population locale, participe au développement de l'économie nationale et régionale) **(Sbay, 2008).**

C'est une espèce agro-sylvo-pastorale à usages multiples. Elle peut être utilisée pour la valorisation des terres marginales, comme barrière contre la désertification, pour la lutte contre l'érosion, comme pare-feu et comme brise vent ; elle est utilisée également comme espèce fourragère, ornementale, aromatique et médicinale **(Sbay, 2008).**

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

Les progrès réalisés ces dernières années dans la technologie de la production des produits laitiers ont permis d'élaborer des produits de haute technologie pour répondre aux besoins des consommateurs et de l'industrie.

Avec les progrès technologiques réalisés, le yaourt apparaît comme un produit laitier très digeste qui possède une valeur nutritionnelle et qui est apprécié pour son goût et sa texture. C'est un produit, consommé la plupart du temps comme dessert, très prisé de la part le monde en particulier par les algériens, car il convient à toutes les tranche d'âge et même chez les sujets intolérant au lait.

Ce mémoire a pour but de valoriser la pulpe de caroube provenant la région d'Ait djennad, Commune de Freha, wilaya de Tizi-Ouzou. Dans ce présent travail, nous aborderons en premier une étude bibliographique brève sur le caroubier, sa répartition géographique, sa

# Introduction

---

composition chimique, importance économique et écologique et son utilisation dans divers domaines. Nous continuons toujours dans la partie bibliographique avec un chapitre de lait et du yaourt.

Suivie de la partie expérimentale dans laquelle nous avons à montrer quelle est la procédure pour obtention de la farine de caroube à partir des gousses, les différentes formules préparées à déguster et les étapes suivies lors du test de dégustation. En dernier, nous avons exposé les résultats obtenus de l'analyse sensorielle.

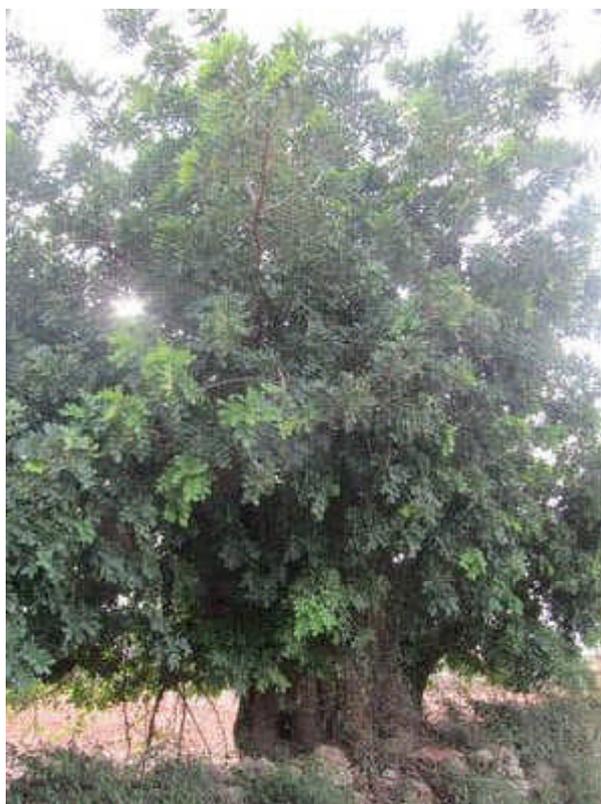
## 1. Le caroubier

### 1.1. Description du caroubier

Le caroubier (*Ceratonia Siliqua*) appartient à la famille des légumineuses (Fabacées) de l'ordre des Rosales, de la sous famille des Césalpiniacées. C'est un arbre de croissance lente et d'une longévité dépassant souvent 200 ans (**Batlle et al., 1997 ; Rejeb et al., 1995**).

Il peut atteindre 7 à 20 m de hauteur et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m. Il a une écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune et brune rugueuse à l'âge adulte (**Figure 1**), son bois de couleur rougeâtre est très dur (**Ait Chitt et al., 2007**).

On le retrouve dans la région méditerranéenne principalement en Espagne, en Italie, en Grèce, au Portugal et au Maroc (**Biner et al., 2007 ; Dakia et al., 2008**).



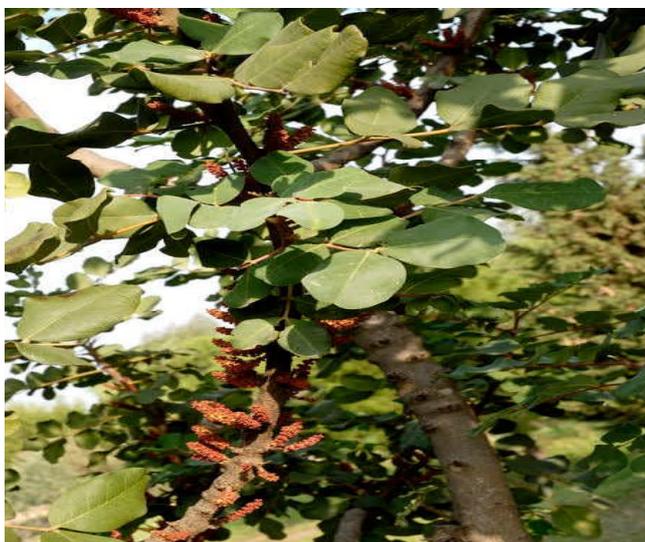
**Figure 1** : Arbre du caroubier.

Le caroubier présente une bonne résistance à la sécheresse mais est sensible au froid (**Biner et al., 2007**).

Son feuillage est ovale de couleur vert luisant à la face dorsale et vert pâle à la face ventrale, caractérisés par un pétiole de 10 à 20 cm de longueur composées de 4 à 10 folioles (**Rejeb et al., 1991 ; Batlle et al., 1995 ; Ait Chitt et al., 2007**).

En outre, le caroubier ne perd pas ces feuilles en automne mais il les renouvelle partiellement au printemps tous les deux ans (**Figure 2**). Les vieilles feuilles mesurant 12 à 30 cm tombent en juillet (**Diamantogulou et Mitrakos, 1981**).

Les fleurs sont rougeâtres, de petite taille de 6 à 16 mm de longueur, spiralées regroupé en un grand nombre pour former des grappes droites et axillaires plus courtes que les feuilles à l'aisselle desquelles elles se sont développées (**Batlle et al., 1997**).



**Figure 2** : Feuilles et fleurs du caroubier.

## 1.2. Description de la caroube

Le fruit est appelé caroube c'est une gousse indéhiscente, allongée comprimée, droite ou courbé épaissi au niveau des sutures, 13 à 30 cm de long, 1,5 à 3,5 cm de large et environ 1cm d'épaisseur avec apex. Les gousses sont brunes avec une surface ridée et sont coriace à maturité. la pulpe comprend une couche externe coriace (péricarpe) et plus douce région intérieur (mésocarpe). Les graines se trouvent dans la gousse transversalement, séparées par le mésocarpe (**Batlle et al., 1996**).

La caroube est riche en tanins et en sucres, dont le saccharose représente 65 à 75% des sucres totaux. Quant aux taux de protéines et de lipides, ils sont faibles (**Petit et al., 1995**).

La fève de caroube, dépourvue de ses graines, est un édulcorant naturel utilisé comme substituant du cacao et du chocolat, elle présente l'avantage d'être exempte de théobromine et de caféine contrairement au cacao et au chocolat qui en contiennent des quantités importantes (Yousif et al., 2000).

Pour les graines, elles constituent environ 10% de sa masse (Petit et al., 1995 ; Bouzouita et al., 2007).

Leur nombre varie généralement entre 10 et 15. Elles ont longtemps été employées comme unité de mesure des diamants et des pierres précieuses. Un carat correspond à la masse d'une graine de caroube soit environ 200 mg (Dakia et al., 2003).

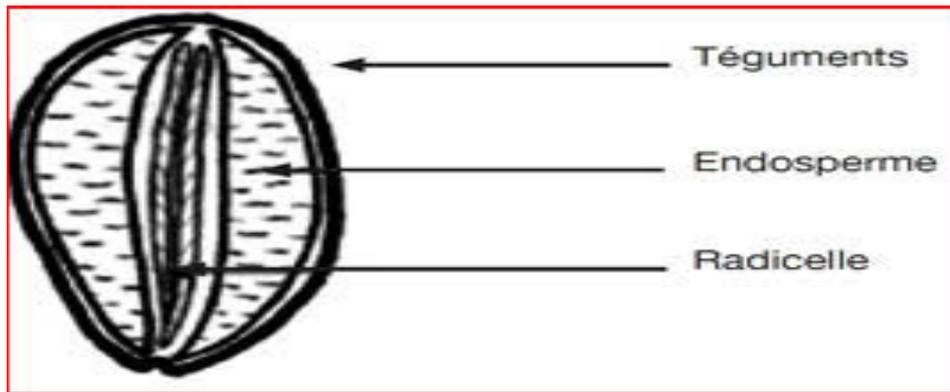


**Figure 3 :** Gousses de caroube vertes et gousses de caroube mûres.

La graine de caroube est recouverte d'une enveloppe résistante de couleur brune : les téguments (Dakia et al., 2007 ).

En-dessous de ceux-ci se trouve l'endosperme (Figure 4). Il est majoritairement constitué de galactomannanes (Daas et al., 2000).

Après diverses étapes de purification de l'endosperme, la gomme de caroube est obtenue. On remarque également la présence d'une radicelle. Celle-ci possède une valeur énergétique élevée due à son taux important de protéines principalement solubles dans l'eau et de lipides majoritairement insaturés. Elle est employée pour la nutrition du bétail et comme aliment diététique (Dakia et al., 2007).



**Figure 4** : Coupe transversale d'une graine de caroube ( **Dakia et al., 2008**).

### 1.3. Origine et taxonomie du caroubier

Le mot caroubier vient de l'arabe El kharroub. Il est connu sous le nom scientifique de *Ceratonia siliqua* L. *Ceratonia*, du grec keratia, désigne une petite corne et le nom d'espèce siliqua, désigne en latin une silique ou gousse. Il est aussi appelé Carouge, Pain de Saint Jean-Baptiste, figuier d'Egypte, fève de Pythagore (**Battle et al, 1997**).

Le lieu d'origine du caroubier demeure incertain. **Schweinfurth (1894)** a insinué qu'il est originaire du Sud de l'Arabie (Yémen).

Cependant, **Zohary (1973)** a considéré le caroubier comme originaire de la flore d'Indo Malaisie, groupé avec *Olea*, *Laurus*, *Myrtus*.

D'autres auteurs, comme **Vavilov (1951)** et **De candolle (1983)**, ont rapporté qu'il serait natif de la région Est méditerranéenne (Turquie et Syrie).

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

Le caroubier a été introduit très anciennement par les grecs, puis par les Arabes et les Berbères de l'Afrique du Nord, en Grèce, en Italie, en Espagne et au Portugal (**Rejeb, 1994**). Il est également implanté dans plusieurs autres pays, ayant des régions à climat méditerranéen comme l'Australie, l'Afrique du Sud, les États-Unis (notamment l'Arizona et la Californie du Sud), les Philippines et l'Iran (**Evreinoff, 1947**).

#### 1.4. Répartition du caroubier

Selon **Hillcoat et al., (1980)**, le caroubier est étendu, à l'état sauvage, en Turquie, Chypre, Syrie, Liban, Israël, Sud de Jordanie, Egypte, Arabie, Tunisie et Libye avant d'atteindre l'Ouest de la méditerranéen.

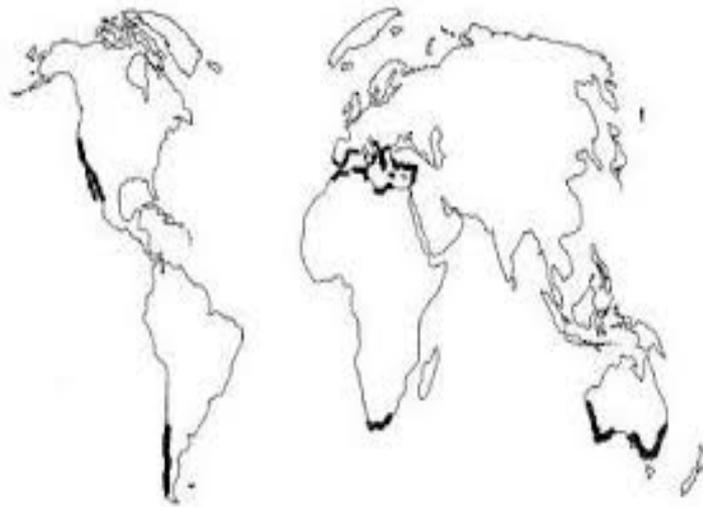
Il a été disséminé par les grecs en Grèce et en Italie et par les arabes le long de la côte Nord de l'Afrique, au Sud et à l'Est de l'Espagne. Dès lors, il a été diffusé au Sud du Portugal et au Sud-est de France. Le caroubier a été également, introduit avec succès dans plusieurs autres pays ayant un climat méditerranéen. C'est le cas en Australie, en Afrique du Sud, aux Etats Unis (**Figure 5**) (Arizona, Californie du Sud), aux Philippines et en Iran (**Evreinoff, 1947;Battle et al., 1997**).

Généralement, la distribution des espèces arborescentes, telle que *C. siliqua* est limitée par des stress liés aux froids (**Mitrakos, 1981**).

En effet, l'espèce *C. oreothauma* qui semble être plus sensible au froid a une répartition restreinte et limitée seulement à Oman et au Somalie (**Hillcoat et al., 1980**).

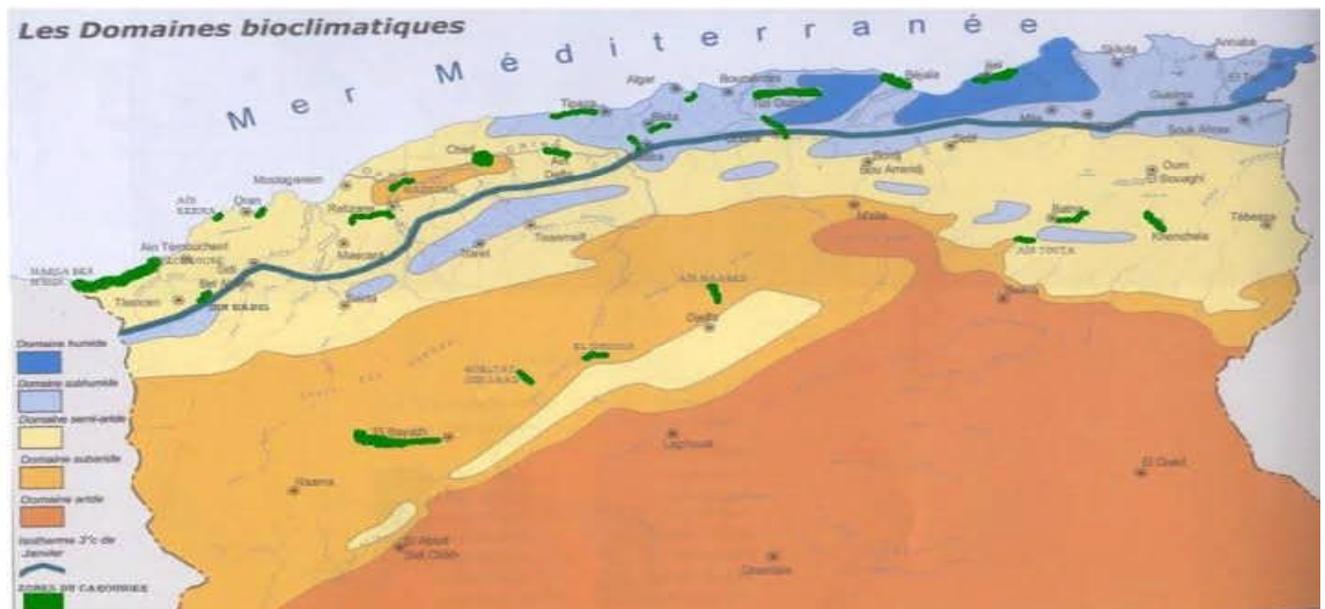
Dans les zones basses méditerranéennes (0-500m, rarement 900m d'altitude), le caroubier constitue une essence dominante et dans l'ensemble du pays jusqu'à 1150m d'altitude à l'exception des zones très arides (**Emberger et Maire, 1941; Metro et Sauvage, 1955; Quezel et Santa, 1962; Guinochet et Vilmorin, 1984**).

Il est rencontré dans le Rif occidental et oriental, le pré-Rif, le Rharb, le Saïs, l'Anti Atlas, le Haut Atlas septentrional et le Plateau Central (**Aafi., 1996**).



**Figure 5 :** Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde (Battel et al ,1997).

En fonction du critère climatique, l'aire de répartition du caroubier en Algérie est comme suite ( **Figure 6**): Les colline bien ensoleillées des région littorales ou sub-littorales : Sahel algérois, Dahra, Grande Kabylie et Petite Kabylie, vallée de la Soummam et de l'Ouest-Isser, colline d'Oran et des coteaux Mostaganem à étage semi-aride chaud, plaine de Bône, Mitidja et la vallée intérieure. Il descend jusqu'à Boussaâda, mais n'y porte pas de fruit, et dans la zone de Traras au nord de Tlemcen (**Zitouni, 2010**).



**Figure 6 :** Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques

(A.N.R.H , 2004).

### 1.5. Production de la caroube

Selon les données du **FAOSTAT (2010)**. L'aire totale de la production mondiale du caroubier est estimée à 102939 ha (**Tableau II**). La plus grande superficie, 83574 ha est celle de l'Europe, contre une superficie estimée à 1000 ha pour l'Algérie et 13460 ha pour les pays d'Afrique du Nord. La production mondiale de caroube est estimée à 191355.64 tonnes. Elle est essentiellement concentrée en Espagne, Italie, Maroc, Portugal, Grèce, Turquie, suivie de Chypre, Algérie, Liban, et en dernier la Tunisie (**Tableau I**).

**Tableau I** : Production mondiale de caroube (**FAOSTAT2010**).

Pays	Production en tonnes	
	(2004)	(2008)
<b>Espagne</b>	67000	72000
<b>Italie</b>	24000	31224
<b>Maroc</b>	40000	25000
<b>Portugal</b>	20000	23000
<b>Grèce</b>	19000	15000
<b>Turquie</b>	14000	12100
<b>Chypre</b>	7000	3915
<b>Algérie</b>	4600	3600
<b>Liban</b>	3200	2800
<b>Tunisie</b>	1000	1000
<b>Monde</b>	182680	191167

**Tableau II** : Superficie occupée par le caroubier (**FAOSTAT2010**).

Pays	Superficie (ha)	
	en 2004	en 2008
<b>Algérie</b>	1066	1000
<b>Afrique du Nord</b>	13526	13460
<b>Europe</b>	92218	83574
<b>Monde</b>	112711	102939

### 1.6. Composition chimique de la caroube

La pulpe et les graines sont les deux principaux constituants de la gousse du caroubier et représentent respectivement 90% et 10% de son poids total. Selon plusieurs auteurs, la composition chimique de la pulpe dépend, en général, du cultivar, de l'origine et parfois de la période de récolte (**Orphanos et Papaconstantinou, 1969; Vardar et al., 1972; Calixto et Cañellas, 1982; Albanell et al., 1991**).

**Tableau III** : Composition chimique de la caroube (**Biner et al., 2007**).

La pulpe 90%	La graine 10%
Glucides 48 à 72%	L'enveloppe tégumentaire (cuticule) 30-33%
Protéines 1 à 2%	
Matières grasses 0,5 à 0,7%	
Cellulose et hémicellulose 18%	L'endosperme (albumen) 42-46%
Minéraux (Ca, Mg, K, P)	
Pectines et fibres 4,2 à 9,6%	L'embryon (germe) 23-25%
Cendres 1,5 à 2,4%	
Polyphénols 16 à 20%	

La gousse du caroubier présente une valeur énergétique importante (17,5 KJ/g de M.S) (**Biner et al., 2007**).

### 1.7. Utilisation du caroubier

#### 1.7.1. Arbre

L'arbre isolé peut être utilisé comme plante ornementale ou pour son ombre au bord des routes, c'est le cas Californie, Australie et ailleurs. Les pieds mâles, qui fournissent pas de gousses sont plus préférable dans le domaine d'ornementation (**Batlle et al ; 1997**).

Il peut être également en verger comme plantation homogène destinée à la production commerciale basé sur sa faible exigence en culture, sa grande tolérance vis-vis des sols pauvres, le caroubier est de plus en plus recommandé pour la reforestation des zones côtières dégradées sous effet d'érosion ou désertification (**Battle et al ; 1997**).

Actuellement, il est considéré comme l'un des arbres fruitiers et forestiers le plus performant, puisque toutes ses parties (feuilles, fleurs, bois, écorces et racines) sont utiles et ont des valeurs dans plusieurs domaines (**Aafi ; 1996**).

### 1.7.2. Fruit

Dans les pays producteurs, les gousses de caroube ont été, traditionnellement utilisées non seulement en alimentation des animaux ruminants (**Louca et Papas, 1973**) ou non ruminants (**Sahle et al., 1992**), mais aussi en alimentation humaine. Après l'écrasement des gousses et séparation de pulpe et des graines, les produits dérivés de ces deux éléments sont principalement utilisés dans plusieurs domaines.

### 1.7.3. Pulpe

La farine issue de pulpe peut servir comme ingrédient de certains menus de pâtisseries: gâteau, pain, bonbon, crème glacée, boisson (**NAS, 1979; Vidal, 1985**) ou utiliser comme substituant du cacao dans le chocolat, car elle est moins calorifique et ne contient ni caféine ni théobromine (**Whiteside, 1981; Craig et Nguyen, 1984**).

Par ailleurs, la pulpe a été le premier produit d'horticulture utilisé en fermentation dans plusieurs pays de méditerranées, pour la production d'alcool industriel (**Merwin ; 1981**).

En Égypte, les sirops à base de fruits de caroube constituent une boisson populaire (**Battle et al ; 1997**).

Selon certains auteurs, les organismes unicellulaires jouent un rôle important dans amélioration et la conversion de la pulpe en fourrage hautement riche en protéines. En effet, les extraits de sucres des gousses ont fourni un excellent substrat pour la culture fongique tel que *Aspergillus niger* et *Fusarium moniliforme*. Les mycéliums, une fois, séchés ont donné du fourrage agréable et nutritif, contenant plus de 38% de protéines brutes par rapport à leur poids (**Imrie, 1973; Sekeri-Pataras et al., 1973**).

Les tanins condensés protègent les acides gras alimentaires désirable contre la biodégradation, ce qui améliore la qualité diététique des produits d'élevages (**Makkar, 2003 ; Chiofalo et al., 2004**).

#### 1.7.4. Graine

Très appréciées, les graines de caroube sont dotées de multiples usages industriels. L'utilisation dans industrie alimentaire, du polyphénols antioxydant contenu dans l'enveloppe tégumentaire des graines de caroube (**Makris et Kafalas ; 2004**), a soulevé d'énorme intérêt au même titre que la production industriel de la gomme de la caroube (**Batista et al., 1996**).

#### 1.8. Utilisation thérapeutique de la caroube

La caroube étant riche en polyphénols, elle a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs notamment celui de **Doha et al., (2008)** qui ont trouvé que les polyphénols de la caroube réduisaient le taux de glucose dans le sang et qu'ils avaient un index glycémique(IG) de 83,4%, selon les travaux de **Ben Hsouna et al., (1986)** les polyphénols de caroube possèdent une activité antioxydante ainsi qu'antibactérienne et antifongique, de plus ils agissent contre le stress oxydatif au niveau des cellules du colon, ce qui leur confère la propriété anti cancérigène ; cela a été démontré dans les travaux de **Klenow et al.(2009)**.

Plusieurs études ont montré que l'utilisation des feuilles associées avec le polyéthylène glycol (PEG) améliore la digestibilité et la qualité nutritive des tanins contenus dans les feuilles, ces derniers ont été utilisés en Turquie, dans la médecine « traditionnelle » pour traiter la diarrhée et dans l'alimentation diététique. Ils ont été également désignés comme étant porteurs d'activités cytotoxique et antimicrobienne (**Kaderi et al., 2014**).

L'huile essentielle du caroubier possède des propriétés antimicrobienne et cytotoxiques, et pharmaceutique (**Ben Hsouna et al., 2011**).

De nombreuses études cliniques ont souligné l'efficacité de la poudre de caroube dans le traitement des diarrhées aiguës infantiles (**Serairi Beji et al., 2000**).

La haute teneur en fibres de la caroube suggère qu'elle pourrait réduire le taux de cholestérol sanguin (**Ruiz-Roso et al., 2010**).

De plus un extrait de pulpe de caroubier riche en polyphénols augmentent l'oxydation des acides gras, reflétée notamment par une augmentation de la dépense énergétique et les taux de triglycérides mesurés après un repas (**Gruendel et al., 2006**).

Les fruits sont riches en pectine et en tanins, les gaines sont riches en mannanes et en galactanes, qui sont de puissants anti diarrhéiques. La gomme de caroube est un épaississant alimentaire qui pourrait se révéler utile dans le traitement du reflux gastrooesophagien infantile.

En cas d'insuffisance rénale chronique, la gomme de caroube retiendra dans le tube digestif, l'urée, la créatinine, l'acide urique, l'ammoniaque et les phosphates provoquant un abaissement important et bénéfique du taux d'urée dans le sang (**Berrougui, 2007**).

## 2. Le lait

### 2.1. Généralités et définition

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la Répression des fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum. » (**Debry, 2001**).

Le lait est sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères dont l'activité chez la vache commence à la mise bas et se poursuit pendant une dizaine de mois tant que dure la traite (**Debry, 2001**).

Le lait est un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6,6 à 6,8) légèrement acide, proche de la neutralité (**Debry, 2001**).

### 2.2. Les principaux composants du lait

Selon **Debry (2001)**, le lait, proche du plasma sanguin, est un sérum comportant une émulsion de matière grasse, une suspension de matière protéique caséuse, du lactose, des sels et minéraux, des protéines solubles et des traces d'éléments divers (**Tableau IV**).

**Tableau IV:** Composition moyenne du lait de vache (**Mahaut et al., 2000**).

Constituants	Teneur (g/Kg)	Pourcentage (%)
Eau	870-875	78-78.5
Matières azotées: Caséines	12.5-13.0	1.25-1.30
Protéines solubles	5.0-6.0	0.5-0.6
Azote non protéique	1.5-2.0	0.15-0.2
Matière grasse	35-45	3.5-4.5
Minéraux	8.0-9.5	0.8-0.95
Lactose	48-50	4.8-5.0

#### 2.2.1. L'eau

D'après **Amiot et al., (2002)**, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un

caractère polaire. Ce dernier lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront pas se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

### 2.2.2. Les glucides

Le lait de vache est considéré comme étant le seul aliment riche en protéines, contient des glucides. Le lactose, intervient dans la construction des structures cérébrales d'où l'importance de sa consommation chez le nouveau-né, il favorise aussi l'assimilation du calcium en permettant sa solubilité, et le reste des glucides du lait est représenté par des oligosaccharides présents en très faible quantité (**Frédot, 2012**).

Quantitativement, ils sont les constituants les plus importants après l'eau. Le sucre principal du lait est le lactose. Il représente 40% de la composition moyenne du lait de vache. C'est un disaccharide constitué d'un résidu galactose uni à un résidu glucose (**O'connor et Tripathi, 1991**).

D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose. En outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines (**Amiot et al., 2002**).

### 2.2.3. La matière grasse

Les matières grasses sont les éléments majeurs du lait (30 à 60 g/l), dont la quantité varie en fonction des conditions d'élevage; elles se trouvent en émulsion sous forme de globules gras individualisés (0.1 à 20  $\mu\text{m}$  de dimension) (**Danthine et al., 2000**).

La matière grasse est constituée de 98,5% de glycérides (esters d'acide gras et de glycérol), 1% de phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E, et K (**Luquet, 1985**).

### 2.2.4. Les protéines

Les protéines laitières fournissent 12% de l'apport énergétique total. L'apport conseillé est 70 g/jour. L'ingestion d'un litre de lait et de 100g de fromage couvre 80% des besoins protéiques. La digestibilité des protéines de lait présentent une valeur biologique de 0.80 pour les caséines et de 0.95 pour les protéines solubles (**Jeantet et al., 2008**).

On peut distinguer deux catégories de protéines : les caséines (protéines coagulables) et protéines solubles (ou protéines sériques). (Mahaut et Brulé, 2011).

#### 2.2.4.1. Les caséines

Les caséines représentent près de 80% de toutes les protéines du lait. Les micelles de caséines sont constituées de 92% de protéines et 8% de minéraux. La caséine  $\alpha_{s1}$  est la protéine la plus abondantes du lait elle représente environ 40% par contre la caséine  $\alpha_{s2}$  représente 10%. La caséine  $\beta$  constitue environ 35% bien que la caséine  $\kappa$  ne représente que 12% (Vignola, 2004).

Les caséines facilitent la solubilité du calcium ce qui augmente son absorption, sa sensibilité au pH acide et aux enzymes coagulantes simplifie sa digestion (Frédot, 2012).

#### 2.2.4.2. Les protéines solubles

Dites protéines de lactosérum, se retrouvent sous forme de solution colloïdale.les deux principales sont  $\beta$ -lactoglobuline (55%) et  $\alpha$ -lactalbumine (22%), les autres sont les immunoglobulines (13%), le sérum albumine bovine (7%) (Amiot et al., 2002).

#### 2.2.5. Minéraux

La fraction minérale est considérée mineure dans la composition du lait. En revanche, elle est importante tant d'un point de vue structural que nutritionnel et technologique. Le lait et ses constituent le principal apport de calcium et de phosphore dans la ration alimentaire. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Jeantet et al., 2007).

Tableau V: Propriétés des principaux nutriments du lait (Vignola, 2002).

Nutriments	Fonctions	Bienfaits Pour la santé
<b>Minéraux : Calcium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation de l'os.</li> <li>• Contraction musculaire.</li> <li>• Coagulation du sang.</li> <li>• Régulation d'enzymes.</li> </ul>	Prévention : <ul style="list-style-type: none"> <li>• de l'ostéoporose et de fractures.</li> <li>• L'hypertension artérielle.</li> <li>• Du cancer du côlon.</li> </ul>
<b>Phosphore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métabolisme énergétique(ATP).</li> <li>• Coenzyme NADP.</li> <li>• Phospholipides des membranes cellulaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement et maintien de la masse osseuse.</li> </ul>
<b>Magnésium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cofacteur dans plus de 300 réactions métaboliques.</li> <li>• Transmission de l'influx nerveux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention de troubles du système nerveux : convulsions, hallucinations.</li> </ul>
<b>Potassium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de la contraction musculaire.</li> <li>• Equilibre des échanges cellulaires (avec Na).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintien de la force musculaire.</li> <li>• Prévention de l'hypertension artérielle.</li> </ul>
<b>Zinc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constituants de l'insuline et de plus de 200 enzymes engagés dans la croissance, la cicatrisation, l'immunité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance, puberté et appétit normaux.</li> <li>• Défense contre les infections.</li> </ul>
<b>Vitamines : Riboflavines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coenzymes FAD et FMN du métabolisme énergétiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protection des muqueuses et la peau.</li> <li>• Vision normale.</li> </ul>
<b>Vit B12</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cofacteur dans la synthèse des acides nucléique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention de l'anémie pernicieuse.</li> </ul>
<b>Biotine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cofacteur des réactions de carboxylation /décarboxylation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité cardiaque et appétit normaux.</li> </ul>
<b>Pantothénate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coenzyme A du métabolisme énergétique et de la synthèse des constituants lipidiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention de l'insomnie et de la fatigue.</li> </ul>
<b>Niacine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cofacteur NAD du métabolisme énergétique et de synthèse des acides gras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention contre la pellagre (dermatite, démence, diarrhée)</li> </ul>
<b>Vit A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constituant d'un pigment visuel de la rétine.</li> <li>• Développement des os, des dents, de la peau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention contre la cécité, infections, le dessèchement de la peau et des yeux.</li> </ul>
<b>Vit D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facteur favorisant le système actif d'absorption intestinale du calcium.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention de problèmes de développements osseux.</li> </ul>
<b>Pyridoxine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cofacteur de réactions de synthèse et de modification d'acide aminés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention de convulsion (déficit en sérotonine) et dermatite.</li> </ul>
<b>Thiamine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coenzyme de réactions de métabolisme des glucides.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention de bériberi (déficit mental, cardiaque, musculaire).</li> </ul>

### 2.3. La flore microbienne du lait

#### 2.3.1. La flore originelle

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines ont une activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (Cuq, 2007).

#### 2.3.2. La flore de contamination

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normales, renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par la température à sa sortie de la mamelle, mais aussi par sa richesse en nutriments, telle que des bactéries lactiques, microbes saprophytes (coliformes, bactéries protéolytiques et lipolytiques), et bactéries pathogènes (Brucella, Listeria monocytogenès et staphylocoques...), des moisissures du genre: Mucor, Aspergillus et Rhizopus et des levures :Saccharomyces, Candida et Rhodotorula (Veysseire, 1975; Fredot, 2005).

### 2.4. La filière lait en Algérie

En Algérie, la filière lait, est peut être définie, à travers les quatre maillons suivants : La production, la collecte, la transformation et la consommation. A cela s'ajoute, l'importation de la poudre du lait et ces dérivés (Figure7). L'industrie laitière est le maillon le plus important de la filière laitière, constituée le centre de commande à partir duquel surgissent des boucles de rétroactions, permettant à la filière lait l'adaptation et l'évolution (Souki, 2009). Faute des relations bien établies entre les différents acteurs de la filière lait et faute d'un dispositif d'information et de guidage à long terme, la filière connue des déséquilibres et des perturbations. La filière lait reste déstructurée avec un taux de collecte très marginale, qui ne dépasse pas le 10% (Kacimi-El hassani, 2013).

Elle fonctionne exclusivement avec de la poudre du lait importée ; Malgré que l'état intervient dans la régulation du marché du lait en ajustant par tous les moyens entre l'offre et la demande. Cependant, cette situation n'a pas eu d'effet d'entraînement sur l'amont de la filière malgré l'intérêt porté à l'élevage laitier (Souki, 2009).

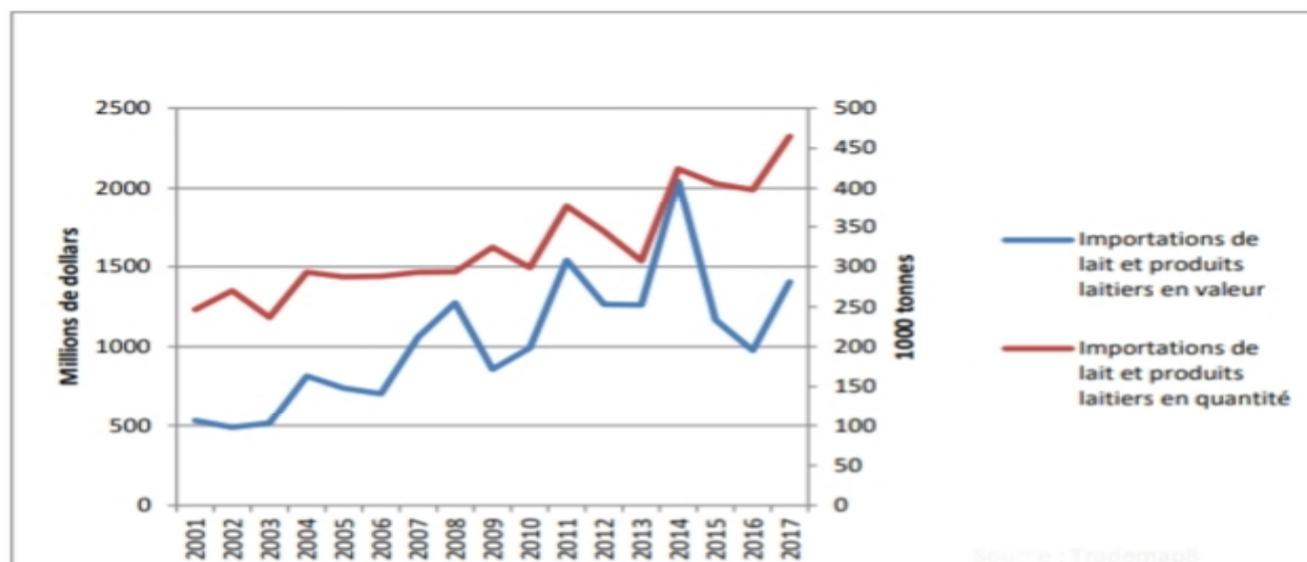
### 2.4.1. L'importation de lait et produits laitiers

Le marché algérien des produits laitiers s'est accru de 20 % en moyenne ces cinq dernières années et chaque année l'Algérie importe 40 % de sa consommation de lait essentiellement sous forme de poudre de lait entier dont il est le second importateur mondial derrière la Chine.

En 2017, l'Algérie a importé 465 000 tonnes de produits laitiers pour une valeur de 1,41 milliard de dollars. En volumes ses importations augmentent régulièrement depuis 2001 et ont repris en valeur après deux années marquées par une baisse des coûts sur le marché international en 2015-2016. Les importations varient fortement d'une année sur l'autre, à la fois du fait des variations des coûts sur le marché mondial et de la production locale.

En 2017, en volume, les importations algériennes de produits laitiers sont constituées à plus de 90 % poudre de lait destinée à être transformée localement. Plus de 50 % de ces importations sont réalisés par l'Office national interprofessionnel de lait (ONIL) afin d'approvisionner le marché local en lait subventionné.

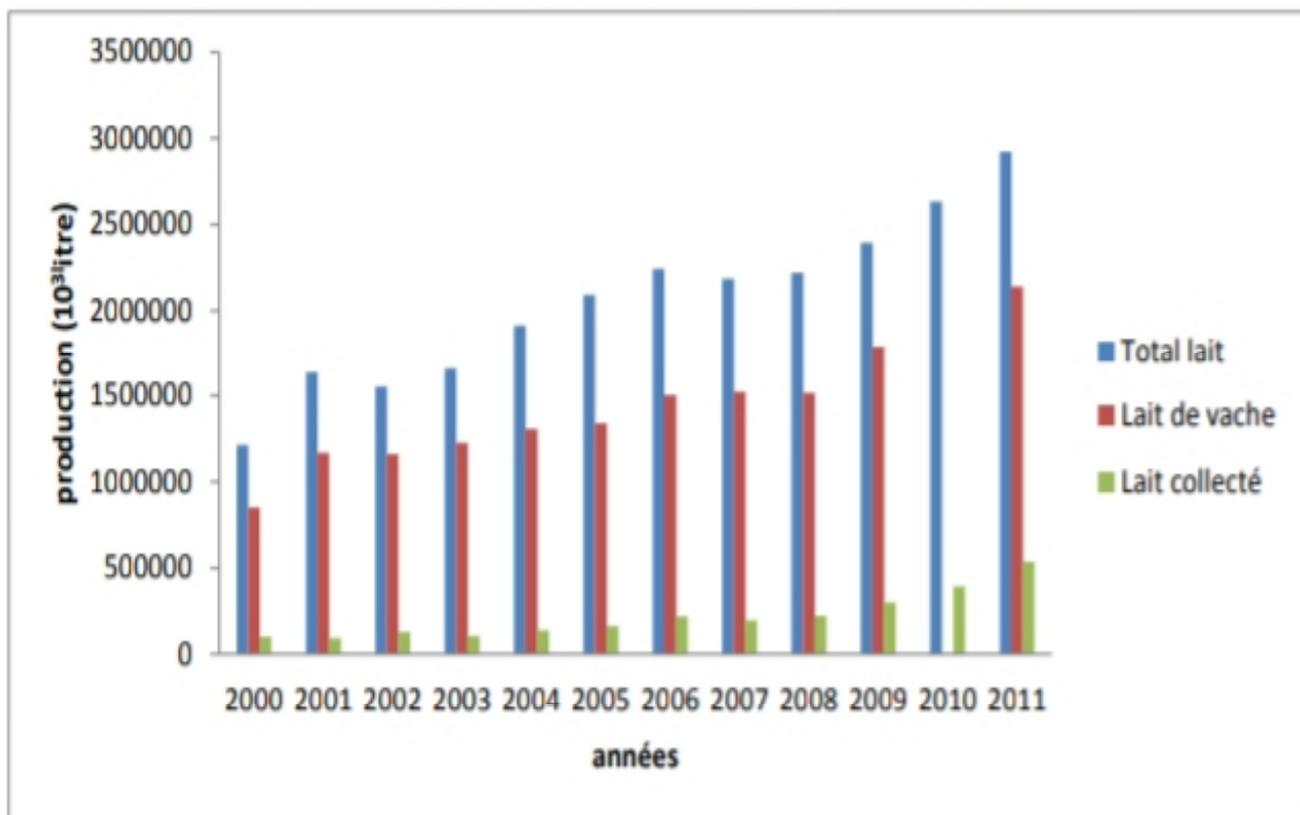
Les poudres de lait sont taxées à 5 % tandis que les autres produits laitiers, à l'exception des laits infantiles sont taxés à 30 %. Depuis début 2018, les importations des produits laitiers (lait non concentré, beurre, yaourt, fromages), à l'exception des poudres de lait, sont temporairement suspendues (Bessaoud, 2019).



**Figure 7 :** Importation algériennes de lait et produit laitiers en valeur et en quantité 2001-2017 (ENPARD Méditerranée, 2019).

### 2.4.2. Production du lait et la collecte

Pour réduire le poids des importations du lait, l'une des principales priorités de la nouvelle politique laitière algérienne a été l'augmentation durable de la production laitière nationale et de sa collecte (Makhlouf, 2015) et pour faire face à l'augmentation rapide de la consommation du lait qui passe de 54h/hab/an en 1970 à 112 h/hab/an pour atteindre 120h/hab/an (Kacimi El Hassani, 2013), l'Etat a affecté des enveloppes budgétaires au secteur de l'élevage dans le cadre plus général des différentes politiques de développement agricole (Figure8).



**Figure 8 :** Evolution de la production de lait, production de lait de vache, lait collecté (Brabez, 2011).

### 3. Le Yaourt

#### 3.1. Définition du yaourt

D'après le *Codex Alimentarius*, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de substances (lait en poudre, poudre de lait écrémé, les protéines lactosériques concentrées ou non, la caséine alimentaire ...etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. Certains pays néanmoins admettent qu'à la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contienne plus de bactéries vivantes (Anonyme, 1995).

#### 3.2. Composition nutritionnelle du yaourt

La composition nutritionnelle des laits fermentés, est très variable et dépend essentiellement du taux de matières grasses du lait utilisé, et des ingrédients ajoutés au moment de la fabrication.

Le yaourt a une valeur nutritionnelle remarquable : un apport énergétique relativement faible (en moyenne 93 kcal pour un pot de 100g de yaourt nature classique), alors que l'apport en protéines, calcium et en phosphore représente plus de 25% des besoins journaliers (Schuck, Mahaut et al., 2000). La valeur nutritionnelle du yaourt est illustrée dans le **Tableau VI**.

**Tableau VI** : Valeurs nutritionnelles minimales pour 100g de yaourt (Schuck, Mahaut et al., 2000).

<b>Apport calorique</b>	93 Kcal
<b>Protéine</b>	3,1 g
<b>Glucides</b>	12,5 g
<b>Lipides</b>	3,4 g
<b>Calcium</b>	110 mg
<b>Phosphore</b>	80 mg

### 3.3. La fermentation lactique du lait

#### 3.3.1. Définitions

La fermentation lactique correspond à la transformation du lactose du lait en acide lactique, sous l'action des microorganismes spécifiques appelés bactéries lactiques. Elle s'accompagne des modifications biochimiques, physicochimiques et organoleptiques du produit (Beal et Soldini, 2003).

Les bactéries lactiques synthétisent leur ATP grâce à la fermentation lactique des glucides. La fermentation homolactique permet de produire deux molécules d'acide lactique (C3) par molécule de glucose (C6) consommé, et lors de la fermentation hétéro lactique une seule molécule d'acide lactique est produite à partir du glucose en plus de l'éthanol et de l'acide acétique et une molécule de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>. La différence entre ces deux groupes est détectable par le dégagement de CO<sub>2</sub> (Bourgeois et al., 1996).

#### 3.3.2. Les différents types de laits lactofermentés

Les laits fermentés à l'aide de bactéries lactiques peuvent être classés en deux catégories en fonction des microorganismes utilisés. Ils peuvent être thermophiles, avec une température optimale de croissance proche de 45°C ou mésophiles, avec une température optimale de croissance proche de 30°C (Luquet et Corieu, 2005).

- **Laits fermentés obtenus par action de bactéries lactiques thermophiles**

C'est dans cette catégorie que se classe le yaourt (Luquet et Corieu, 2005), qui résulte de la fermentation du lait par deux bactéries lactiques thermophiles: *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus Bulgaricus*. Cette fermentation conduit à la prise en masse du lait. Le coagulum obtenu est ferme, sans exsudation de lactosérum. Il peut être consommé en l'état ou après brassage lui donnant une consistance crémeuse ou liquide (FAO, 1995).

- **Laits fermentés obtenus par action de bactéries lactiques mésophiles**

Les principales bactéries utilisées sont différentes sous-espèces de *Lactococcus lactis* et *Leuconostoc mesenteroides*, plus rarement *Pediococcus acidilactici*. Ces laits fermentés sont souvent rencontrés dans les pays scandinaves, dans les pays de l'est, au moyen orient et aux États-Unis (Luquet et Corieu, 2005).

### 3.3.3. Les ferments lactiques (bactéries lactiques)

Elles sont utilisées pour la fermentation d'un grand nombre de produits d'origine animale ou végétale (**Doleyres, 2003**).

Ce sont des cellules vivantes, procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Ce sont des cocci ou des bâtonnets (**Bourgeois et Larpent, 1989**), Gram positives, immobiles, asporulées, anaérobies mais aérotolérantes, et ne possédant pas de catalase, de nitrate réductase, et de cytochrome oxydase. Elles ont des exigences nutritionnelles nombreuses (acides aminés, peptides, sels, acides gras et glucides) (**Holzapfel et al., 2001**).

Les bactéries lactiques produites comme ferments commerciaux sont des cultures pures ou un mélange appartenant aux genres: *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Bifidobacterium* (**Leveau et Bouix, 1993**).

### 3.4. Fabrication de yaourt

Il existe deux types de yaourts

- Yaourt fermes, dont la fermentation a lieu en pots : ce sont généralement les yaourts nature et aromatisés.
- Yaourt brassés, dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement: c'est le cas des yaourts veloutés nature ou aux fruits.

- Les étapes de fabrication de yaourts

#### 3.4.1. Réception du lait

Dès la réception du lait il est généralement reconnu qu'on ne peut pas faire un produit de qualité avec une matière première (lait) de mauvaise qualité. Dans cet esprit, il est primordial de mettre en place dès la réception du lait des méthodes et des procédures rapides et simple (**Vignola, 2002**).

### 3.4.2. Standardisation du lait

La matière première utilisée (lait frais, lait recombine, mélange des deux) doit être de bonne qualité microbiologique, exempte d'antibiotiques ou autres inhibiteurs et parfaitement homogénéisée. La teneur en matière grasse du yaourt est variable. Généralement elle est ajustée de sorte que le produit entre dans l'une des catégories ci-après : -yaourt entier : au minimum 3%de matière grasse. -yaourt partiellement écrémé : moins de 3%de matière grasse. -yaourt écrémé : au maximum 0.5%de matière grasse (**Vignola, 2002**).

### 3.4.3. Homogénéisation

Le lait standardisé en matières grasses et enrichi en protéines, éventuellement sucré, constitue le mix de fabrication, il est homogénéisé afin de réduire la taille des globules gras. Cette opération est indispensable pour éviter la remontée des matières grasses pendant la fermentation, elle permet aussi d'augmenter la viscosité du yaourt et de réduire le phénomène d'exsudation de sérum (ou synérèse) pendant le stockage du yaourt ferme. Enfin, elle confère un aspect plus blanc au lait et, par conséquent, au yaourt (**Beal et Sodini, 2012 ; Luquet et Corrieu, 2005**).

### 3.4.4. Traitement thermique

Le lait enrichi subit un traitement thermique à 90-95°C pendant 3 à 5 min. ce traitement thermique a pour but de détruire tous les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures et moisissures) ainsi que d'inactiver les  $\alpha$ - globulines et de nombreuses enzymes (phosphatase, peroxydase) et de favoriser le développement de la flore lactique spécifique (streptocoque thermophile) par la formation d'acide formique qui est un facteur de croissance (**Mahout et al., 2000**).

### 3.4.5. Refroidissement

Dans certains cas, en production de yaourt, le lait est refroidi à 4°C, avant inoculation, il peut être alors conservé quelques heures dans des cuves à basse température, il est ensuite porté à la température de fermentation après inoculation au moment du conditionnement, par des systèmes de chauffage spécifique, étalonnés par rapport à la conditionneuse, cette méthode permet plus de souplesse et limite les pertes en cas de panne de la conditionneuse (**Beal et Sodini, 2012**).

### 3.4.6. Ensemencement

C'est l'inoculation de deux germes spécifiques du yaourt *Streptococcus* et *Lactobacillus*, avec un taux suffisamment élevé, il est d'ailleurs préférable avec une quantité trop grande plutôt que trop faible pour but d'avoir l'assurance d'une acidification correcte (**Mahout et al., 2000**).

### 3.4.7. Réchauffage

La température optimale de développement se situe selon les auteurs de 37 à 46°C pour *Streptococcus thermophilus* et de 42 à 50°C pour *Lactobacillus bulgaricus* (**Mahout et al., 2005**).

Le mix laitier est porté à la température de fermentation (42-45°C) par réchauffage en ligne (**Luquet et Corrieu, 2005**).

### 3.4.8. Conditionnement et stockage

Les yaourts, conditionnés dans les pots en verre ou en plastique, sont stockés dans des chambres froides à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. A ce stade, ils sont prêts à être consommés, La durée limite de leur consommation est de 28 jours. Pendant le stockage, Les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite, cette évolution est appelée post-acidification, se traduit par une légère baisse de pH ; surtout pendant les 2 premiers jours de stockage (**Mahiout et al., 2000**).

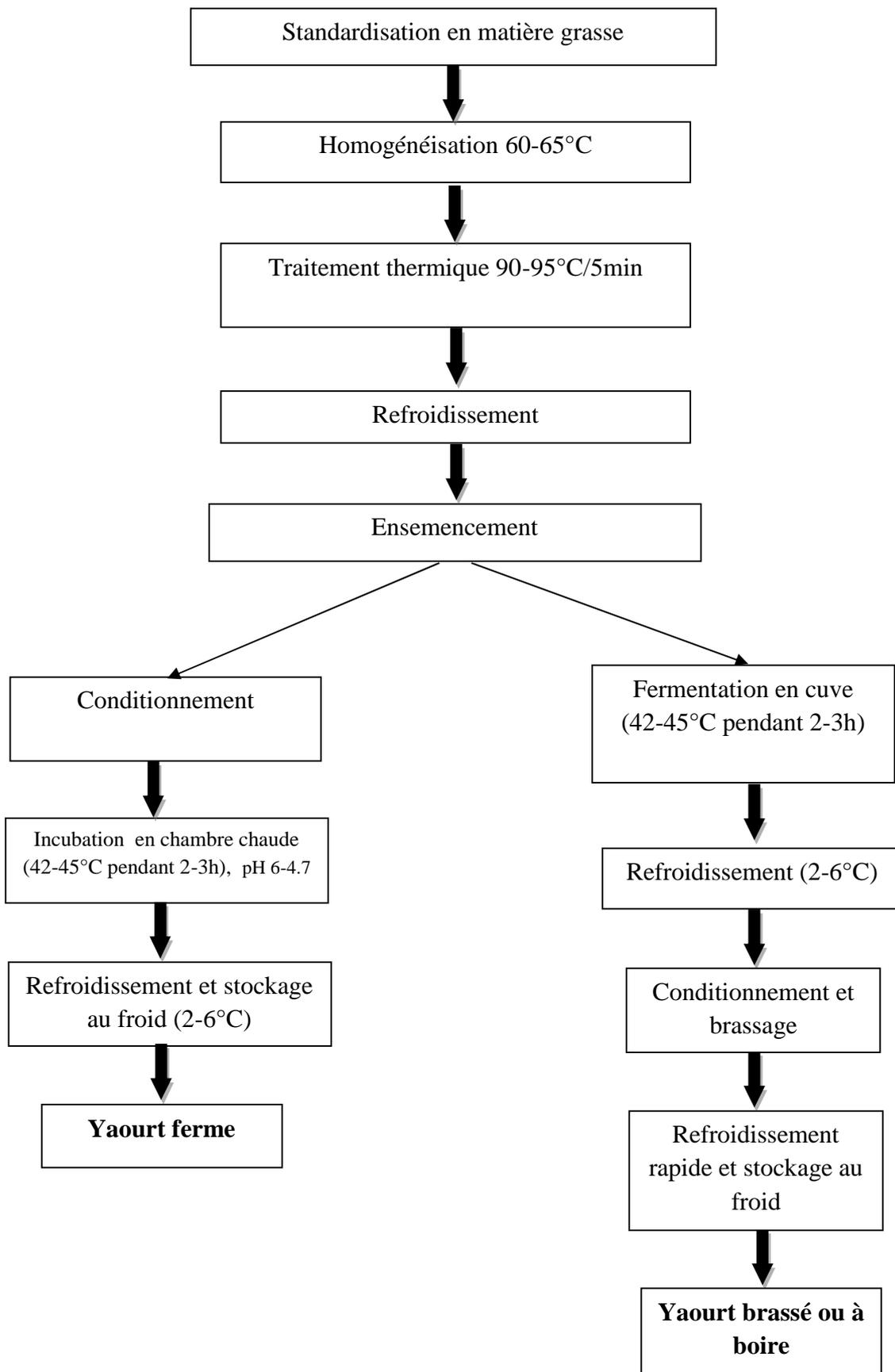


Figure 9 : Diagramme de fabrication du yaourt (Lucey, 2004).

### 3.5. Intérêts nutritionnels du yaourt

L'acide lactique est légèrement antiseptique. Cette acidité inhibe surtout le développement des germes pathogènes dans le tube digestif du consommateur. De plus, l'acidité stimule les mouvements péristaltiques du tube digestif, facilitant l'élimination des micro-organismes pathogènes. *Streptococcus thermophilus* semble aussi empêcher l'implantation de certaines bactéries pathogènes dans l'intestin telle que les salmonelles et les colibacilles. Cependant, les bactéries du yaourt ne s'implantent pas dans la flore intestinale, C'est pourquoi, pour maintenir leurs effets bénéfiques, un rapport régulier est nécessaire. Les bactéries du genre *Lactobacillus* sécrètent du peroxyde d'hydrogène qui agit aussi comme un antiseptique.

Le yaourt est donc un aliment vivant qui, d'une façon générale, diminue les symptômes de dérangement intestinal (**Fredot, 2005**).

## 1. Objectif

Notre étude c'est fixée comme objectif :

- La formulation de différentes recettes à base de farine de caroube.
- D'étudier la qualité organoleptique du produit fini.

## 2. La matière végétale

### 2.1. La préparation de la farine de caroube

Les fèves de caroube ont été récoltées de façon aléatoire au mois de Septembre 2020 dans la région d'Ait Djennad commune de Freha.

Les gousses du caroubier ont été lavées puis séchées au soleil, concassées pour éliminer les graines. Ensuite la pulpe est broyée à l'aide d'un broyeur électrique, tamisée avec différent tamis ayant des calibrages différents pour obtenir une farine très fine qui sera conservée dans des bocaux en verre et entreposée dans un endroit sec (**Figure 10**).



**Figure 10** : Préparation de la farine de la caroube.

**3. Les recettes utilisées pour la préparation des desserts lactés**

La préparation des six desserts lactés ; trois avec le lait et trois autre avec le yaourt nature, s’est effectuée au niveau du laboratoire D11, dans le département agronomie de l’université de Mouloud Maamri à TIZI-OUZOU.

**3.1. Avec le lait**

**3.1.1. Les ingrédients**

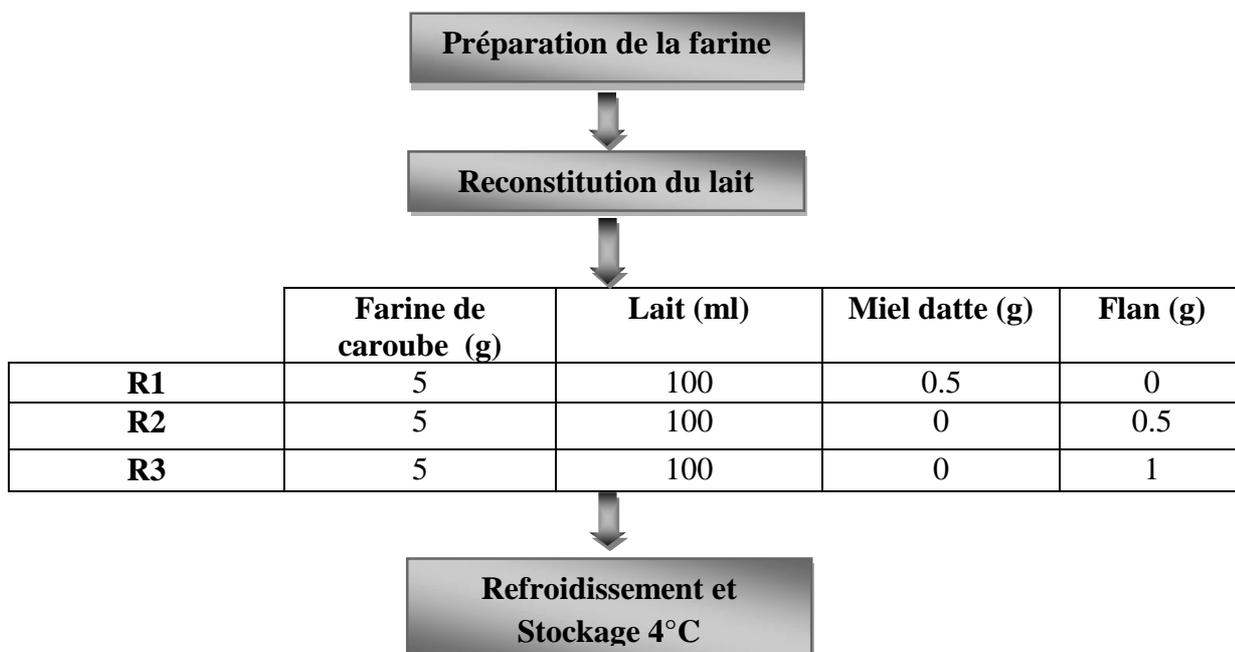
- Farine de caroube.
- Lait pasteurisé « **Tifra lait** ».
- Miel de datte.
- Flan.

**3.1.2. Préparation des différentes formules**

Nous avons préparé trois formulations de dessert :

La formulation des desserts lactés à partir de la farine caroube, a nécessité 5g à incorporer dans un volume de 100 ml de lait, le tout sera chauffé, puis refroidi rapidement et conservé dans des bouteilles en verre au frigidaire a température de 4°C.

Le diagramme ci-dessous résume les étapes de préparation de ce dessert (**Figure 11**) :



**Figure 11** : préparation des desserts lactés avec le lait et la farine de caroube.

### 3.2. Avec le yaourt

#### 3.2.1. Les ingrédients

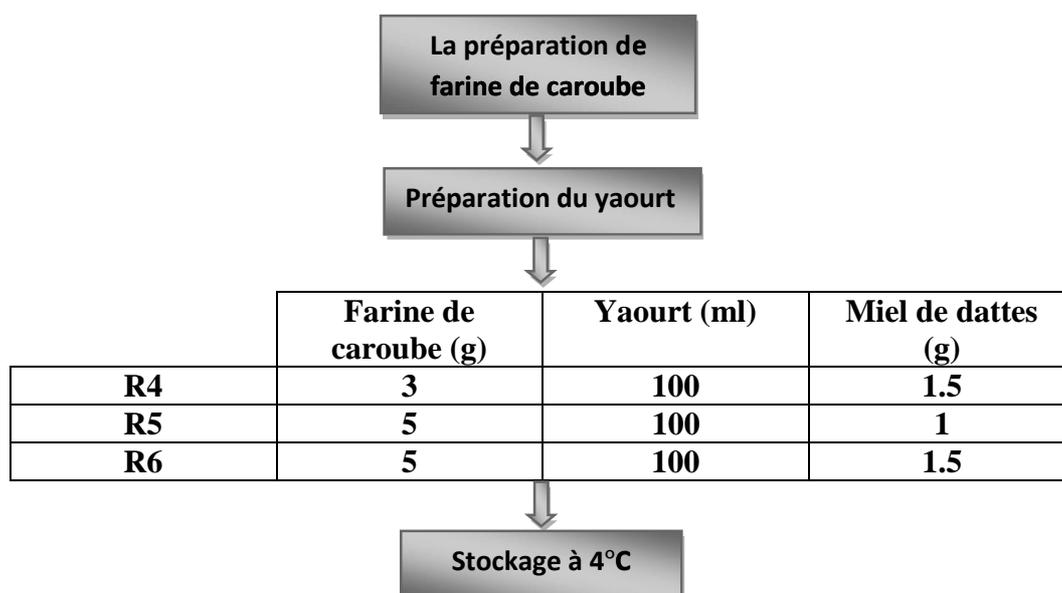
- Farine de caroube.
- Yaourts nature « Soummam».
- Miel de dattes.

#### 3.2.2. Préparation des différentes formules

Nous avons préparé trois formulations de desserts à différentes doses :

La formulation des desserts à partir de farine caroube à 3g et 5g à incorporer 100 ml de yaourt nature puis conservé au frigidaire à la température de 4°C.

Le diagramme ci-dessous résume les étapes de préparation (**Figure 12**) :



**Figure 12** : préparation des desserts lactés avec le yaourt nature et la farine de caroube.

### 4. Analyses sensorielles des produits finis

Les exigences des consommateurs en matière de propriétés sensorielles sont un facteur clé pour le succès commercial lors du lancement d'un nouveau produit sur le marché.

C'est pourquoi le test de préférence des consommateurs a été effectué. L'analyse sensorielle demande de faire appel à plusieurs sujets pour conduire à des résultats significatifs (Nicod, 1998).

- **Choix du panel dégustateurs**

Le groupe de dégustateurs est composé de 25 étudiants de fin de cycle (M2, M1, L3) d'université de Mouloud Mammeri âgés entre 21 et 35 ans des 2 sexes (hommes et femmes).

- **Déroulement de la dégustation et présentation des échantillons**

La séance de dégustation s'est déroulée au niveau de la salle 8 du département agronomie de l'Université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, où on a essayé de réunir les conditions favorables. L'essai a été effectué après 1 jour de stockage au réfrigérateur.

Chaque consommateur a obtenu un ensemble d'échantillons individuels (**Figure 13**).

Avant le début du test, tous les participants ont répondu à des questions par rapport à d'éventuelles allergies alimentaires possibles aux composants des desserts lactés (exp : le lactose).

Les desserts lactés ont été préparés et versés dans des gobelets et identifiés par un code puis présentés aux panélistes pour la dégustation.

Les participants étaient chargés de boire de l'eau entre les dégustations des échantillons afin de nettoyer le palais.

Une fiche d'appréciation pour le test de dégustation inclut 6 paramètres suivants : la couleur, l'odeur, le goût, l'acidité, la texture, la consistance et l'appréciation globale des recettes ; a été remis au dégustateur (**Annexe n°1**).

Les fiches remplies par les dégustateurs ont été retirées à la fin de l'évaluation et les données ont été organisés puis traitées.

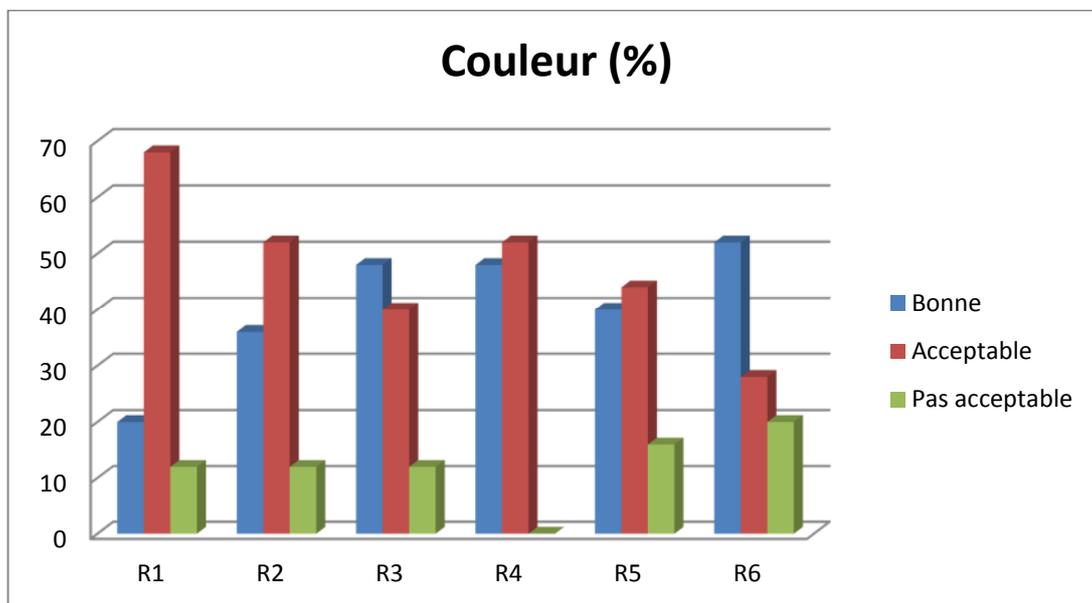


**Figure 13** : Le déroulement du test sensoriel pour les desserts lactés.

## 1. Résultats du test de dégustation

### 1.1. La couleur

Les résultats du test de dégustation pour la couleur sont mentionnés dans la **figure 14**:



**Figure 14** : Les résultats d'analyses sensorielles pour la couleur.

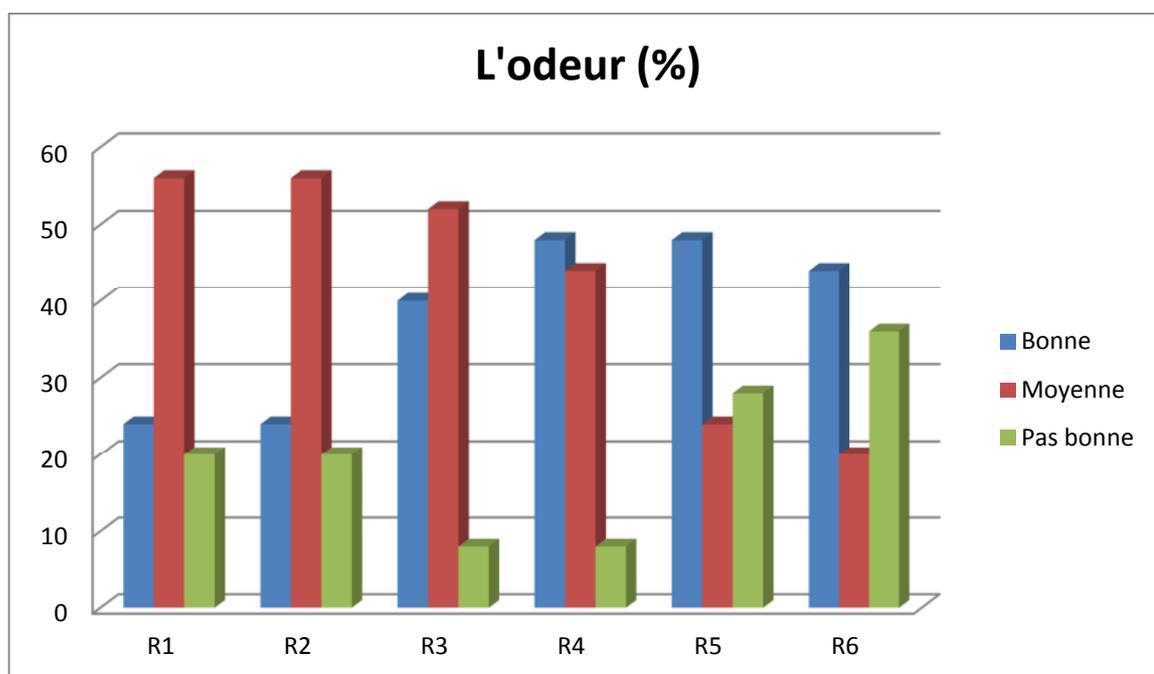
- ❖ **La formule R1** a été jugée par les dégustateurs : 20% de bonne couleur, 68% d'une couleur acceptable et 12% pas acceptable.
- ❖ **La formule R2** a été jugée par les dégustateurs : 36 % de bonne couleur, 52% de couleur acceptable et 12% pas acceptable.
- ❖ **La formule R3** a été jugée par les dégustateurs : 48% de bonne couleur, 40% de couleur acceptable et 12% pas acceptable.
- ❖ **La formule R4** a été jugée par les dégustateurs : 48% de bonne couleur, 52% de couleur acceptable et 0% pas acceptable.
- ❖ **La formule R5** a été jugée par les dégustateurs : 40% de bonne couleur, 44% de couleur acceptable et 16% pas acceptable.
- ❖ **La formule R6** a été jugée par les dégustateurs : 52% de bonne couleur, 28% de couleur acceptable et 20% pas acceptable.

D'après les résultats obtenue, la R6 a été la mieux appréciée et a reçu un pourcentage relativement élevée par les dégustateurs. Cela est dû à la quantité de caroube et de miel de datte

ajoutés à des doses de 5g et 1.5g respectivement ; suivie de la R4 qui a été jugé acceptable par rapport au taux de caroube qu'on a réduit à 3g.

### 1.2. L'odeur :

Les résultats du test de dégustation pour l'odeur sont mentionnés dans la **figure 15** :



**Figure 15** : Les résultats les analyses sensorielles pour l'odeur

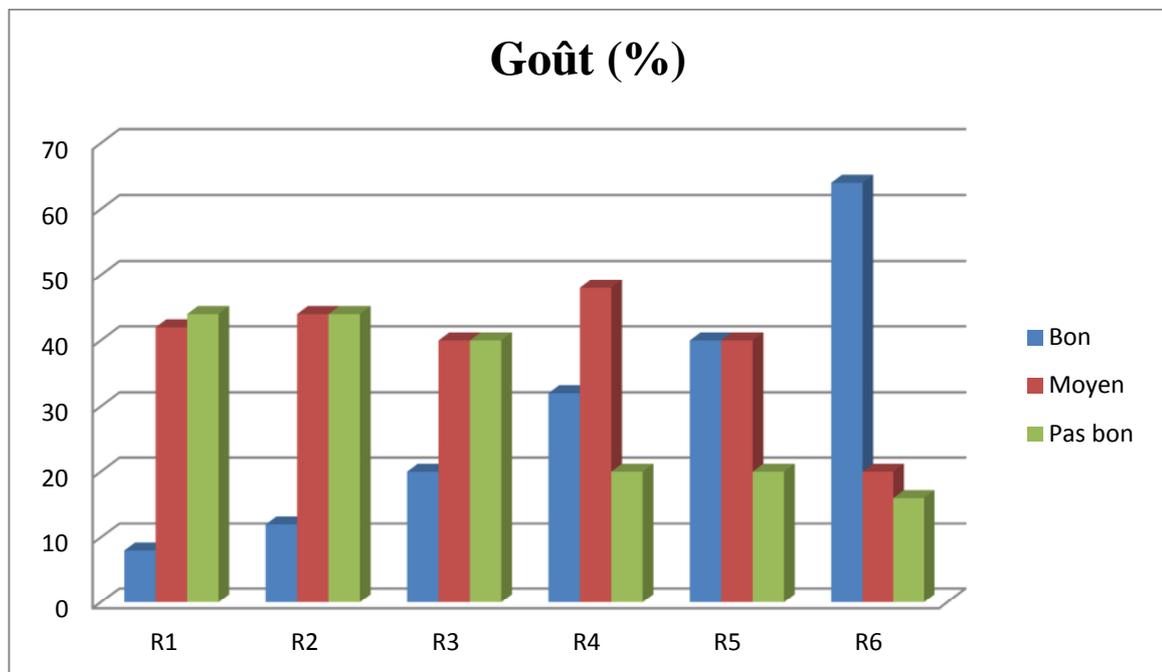
- ❖ **La formule R1** a été jugée par les dégustateurs : 24% de bonne odeur, 56% d'une odeur acceptable et 20% pas acceptable.
- ❖ **La formule R2** a été jugée par les dégustateurs : 24% de bonne odeur, 56% d'une odeur acceptable et 20% pas acceptable.
- ❖ **La formule R3** a été jugée par les dégustateurs : 40% de bonne odeur, 52% d'une odeur acceptable et 8% pas acceptable.
- ❖ **La formule R4** a été jugée par les dégustateurs : 48% de bonne odeur, 44% d'une odeur acceptable et 8% pas acceptable.
- ❖ **La formule R5** a été jugée par les dégustateurs : 48% de bonne odeur, 24% d'une odeur acceptable et 28% pas acceptable.

- ❖ **La formule R6** a été jugée par les dégustateurs : 44% de bonne odeur, 20% d'une odeur acceptable et 36% pas acceptable.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les formules R4 et R5 ont été appréciées et ont reçus des pourcentages relativement élevées par les dégustateurs cela est dû à un certain équilibre qu'on a réussi à composer entre les deux composés farine de caroube et miel de dattes. Alors que la R6 a été jugé moins bonne que les deux recettes précédentes par rapport aux doses plus élevés

### 1.3. Le goût :

Les résultats du test de dégustation pour le goût sont mentionnés dans la **figure 16**:



**Figure 16** : Les résultats d'analyses sensorielles pour le goût.

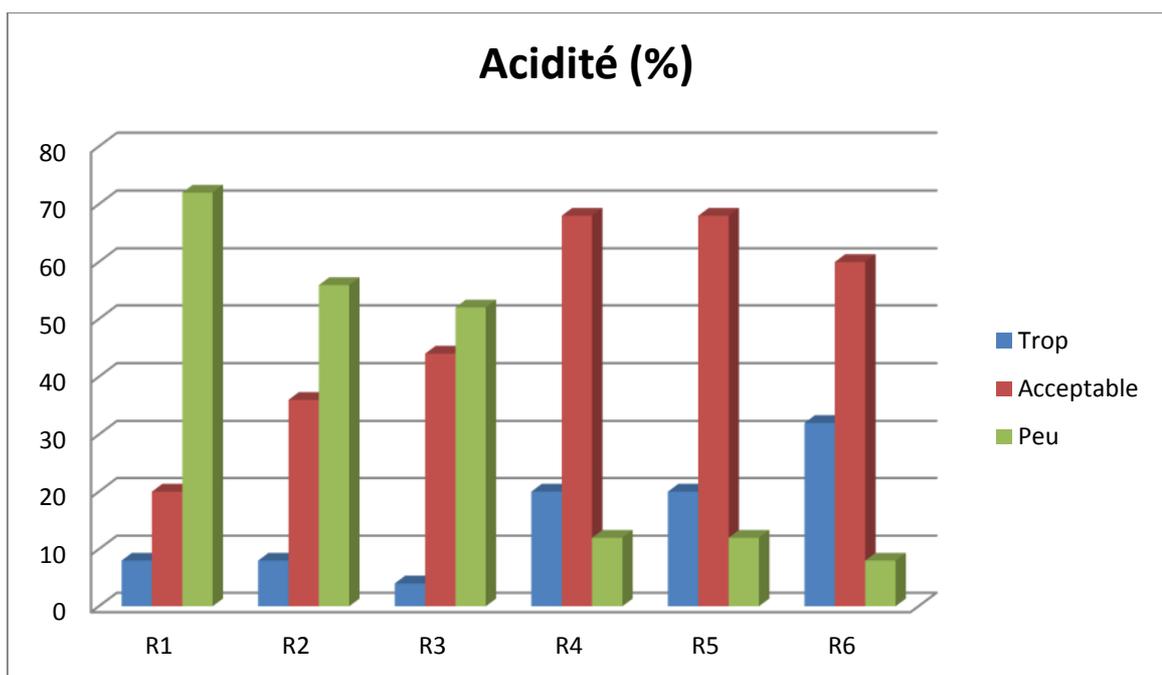
- ❖ **La formule R1** a été jugée par les dégustateurs : 8% d'un bon goût 42% d'un goût moyen et 44% pas bon.
- ❖ **La formule R2** a été jugée par les dégustateurs : 12% de bon goût, 44% d'un goût moyen et 44% pas bon.
- ❖ **La formule R3** a été jugée par les dégustateurs : 20% de bon goût, 40% d'un goût moyen et 40% pas bon.

- ❖ **La formule R4** a été jugée par les dégustateurs : 32% de bon goût, 48% d'un goût moyen et 20% pas bon.
- ❖ **La formule R5** a été jugée par les dégustateurs : 40% de bon goût, 40% d'un goût moyen et 20% pas bon.
- ❖ **La formule R6** a été jugée par les dégustateurs : 64% de bon goût, 20% d'un goût moyen et 16% pas bon.

D'après les résultats obtenus, c'est la formule R6 qui a été appréciée et a reçu le pourcentage le plus élevé cela est expliqué en premier lieu par utilisation du yaourt nature qui possède des qualités organoleptiques et aussi aux doses de miel de dattes et farine de caroube élevées. Suivie par la R5 moins concentré en miel de dattes.

#### 1.4. L'acidité :

Les résultats du test de dégustation pour l'acidité sont mentionnés dans la **figure 17** :



**Figure 17** : Les résultats d'analyses sensorielles pour l'acidité.

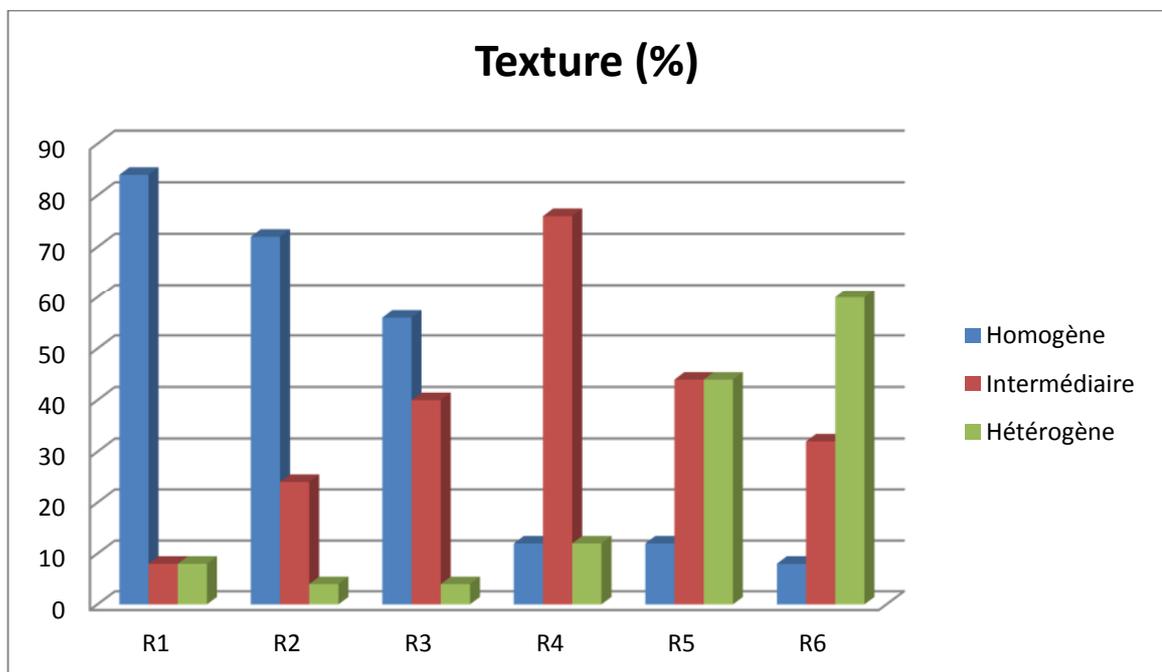
- ❖ **La formule R1** a été jugée comme suite par les dégustateurs : 8% trop acide, 20% d'une acidité acceptable et 72% peu acide.
- ❖ **La formule R2** a été jugée par les dégustateurs : 8% trop acide, 36% d'une acidité acceptable et 56 % peu acide.

- ❖ **La formule R3** a été jugée par les dégustateurs : 4% trop acide, 44% d'une acidité acceptable et 52% peu acide.
- ❖ **La formule R4** a été jugée par les dégustateurs : 20% trop acide, 68% d'une acidité acceptable et 12% peu acide.
- ❖ **La formule R5** a été jugée par les dégustateurs : 20% trop acide, 68% d'une acidité acceptable et 12% peu acide.
- ❖ **La formule R6** a été jugée par les dégustateurs : 32% trop acide, 60% d'une acidité acceptable et 8% peu acide.

D'après les résultats obtenue, nous constatons que les desserts R1, R2 et R3 ont été jugées peu acides par contre la R4, R5 et R6 ont reçus un pourcentage relativement élevées pour une acidité acceptable par les dégustateurs pour ce paramètre. Cela est dû à l'acidité des yaourts nature utilisés pour les préparations.

### 1.5. La texture :

Les résultats du test de dégustation pour la texture sont mentionnés dans la **figure 18** :



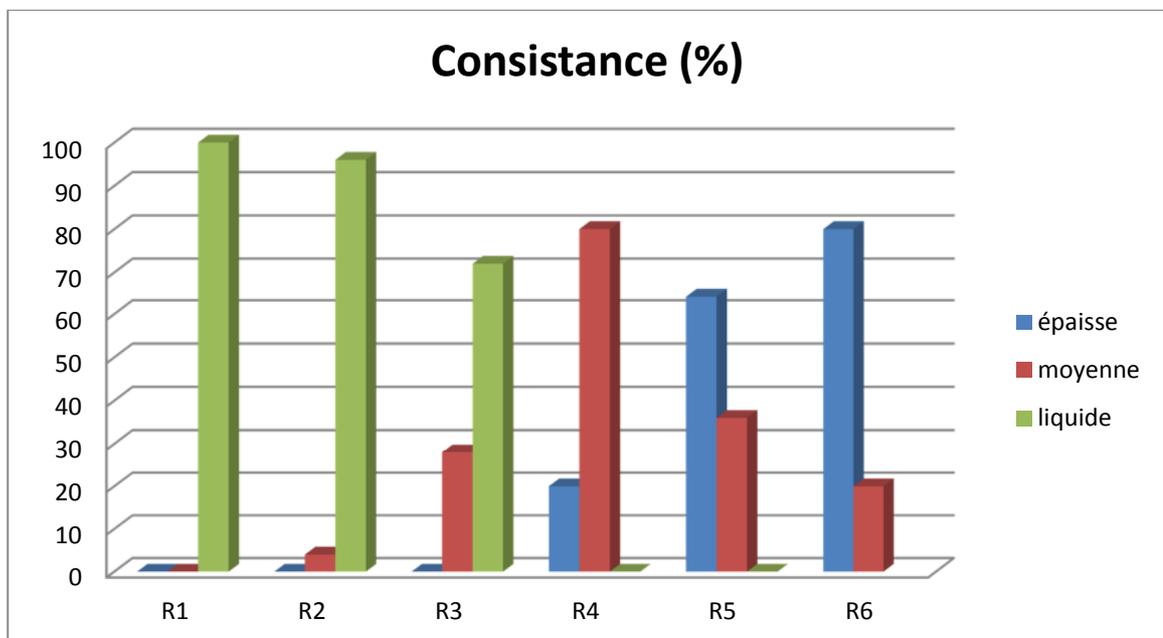
**Figure 18** : Les résultats d'analyses sensorielles pour la texture.

- ❖ **La formule R1** a été jugée par les dégustateurs comme suite: 84% d'une texture homogène, 8% intermédiaire et 8% hétérogène.
- ❖ **La formule R2** a été jugée par les dégustateurs : 72% d'une texture homogène, 24% intermédiaire et 4% Hétérogène.
- ❖ **La formule R3** a été jugée par les dégustateurs : 56% d'une texture homogène, 40% intermédiaire et 4% hétérogène.
- ❖ **La formule R4** a été jugée par les dégustateurs : 12% d'une texture homogène, 76% intermédiaire et 12% hétérogène.
- ❖ **La formule R5** a été jugée par les dégustateurs : 12% d'une texture homogène, 44% intermédiaire et 44% hétérogène.
- ❖ **La formule R6** a été jugée par les dégustateurs : 8% d'une texture homogène, 32% intermédiaire et 60% hétérogène.

D'après les résultats obtenus, les desserts R1, R2 et R3 ont été jugés lisses par contre la R6 a reçu un pourcentage relativement élevée pour son hétérogénéité par les dégustateurs pour ce paramètre vue la texture épaisse du yaourt qui n'a pas facilité l'homogénéisation de la caroube.

### 1.6. La consistance :

Les résultats du test de dégustation pour la consistance sont mentionnés dans la **figure 19** :



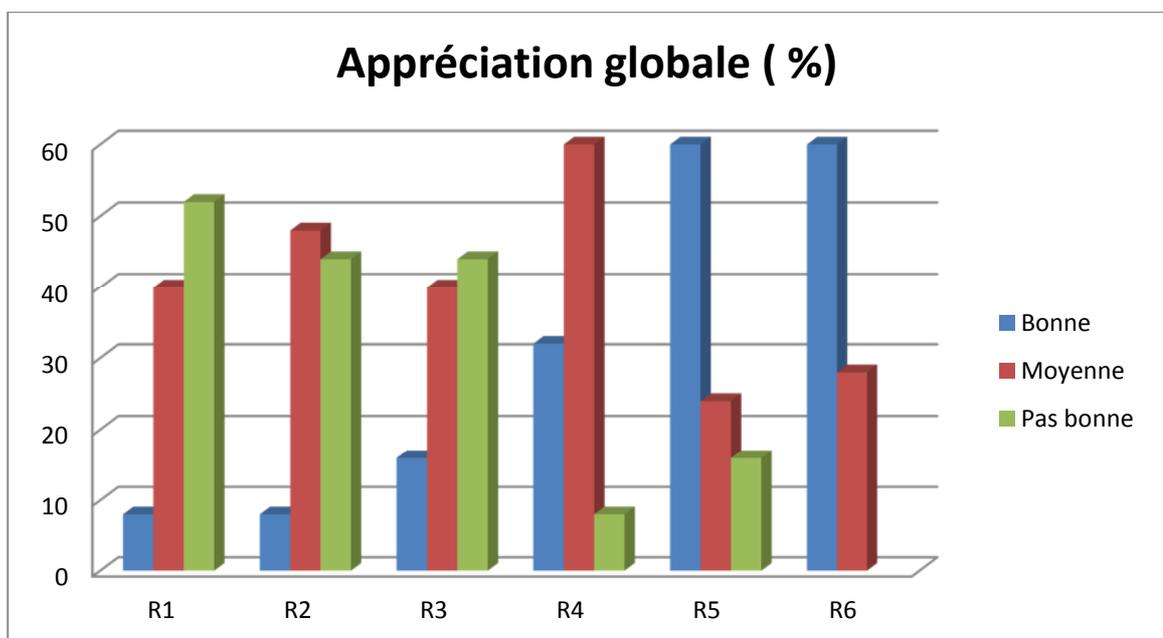
**Figure 19:** Les résultats d'analyses sensoriels pour la consistance.

- ❖ **La formule R1** a été jugée par les dégustateurs : 100% liquide
- ❖ **La formule R2** a été jugée par les dégustateurs : 4% d'une consistance moyenne et 96% liquide.
- ❖ **La formule R3** a été jugée par les dégustateurs : 28% d'une consistance moyenne et 72% liquide.
- ❖ **La formule R4** a été jugée par les dégustateurs : 20% épaisse, 80% d'une consistance moyenne.
- ❖ **La formule R5** a été jugée par les dégustateurs : 64% épaisse, 36% d'une consistance moyenne.
- ❖ **La formule R6** a été jugée par les dégustateurs : 80% épaisse, 20% de consistance moyenne.

D'après les résultats obtenue, nous remarquons que les desserts R1, R2 et R3 ont été jugées liquide avec des pourcentages très élevées alors que R6 et la R5 a été jugée épaisses pour ce paramètre.

### 1.7. L'appréciation globale :

Les résultats du test de dégustation pour l'appréciation globale sont mentionnés dans la **figure 20** :



**Figure 20** : Les résultats d'analyses sensorielles pour l'appréciation globale.

- ❖ **La formule R1** a été jugée par les dégustateurs : à 8% avec une bonne appréciation, à 40% d'une appréciation moyenne et 52% de pas bonne.
- ❖ **La formule R2** a été jugée par les dégustateurs : 8% de bonne appréciation, 48% d'une appréciation moyenne et 44% pas bonne.
- ❖ **La formule R3** a été jugée par les dégustateurs : 16% de bonne appréciation, 40% d'une appréciation moyenne et 44% pas bonne.
- ❖ **La formule R4** a été jugée par les dégustateurs : 32% de bonne appréciation, 60% d'une appréciation moyenne et 8% pas bonne.
- ❖ **La formule R5** a été jugée par les dégustateurs : 60% de bonne appréciation, 24% d'une appréciation moyenne et 16% pas bonne.
- ❖ **La formule R6** a été jugée par les dégustateurs : 60% de bonne appréciation, 28% d'appréciation moyenne et 12% de pas bonne.

D'après les résultats obtenus, nous déduisons que la R1 a été jugée mauvaise alors que les formules R5 et R6 ont été plus appréciées par les dégustateurs.

## Conclusion et perspectives

---

Le caroubier reste très négligé et n'a pas encore eu la place qu'il mérite et cela, malgré les différentes études et résultats qui ont montré que cette espèce est très intéressante aussi bien du point de vue écologique (plasticité, rusticité, résistance à la sécheresse, etc.), qu'économique (production de fruits ; de bois, création d'emploi, rôle anti-érosif, conservation des sols) et nutritionnelle.

Au terme de cette étude expérimentale, nous avons testé la possibilité de fabriquer un dessert lactée à base de la farine de caroube présentent des qualités organoleptiques satisfaisantes. La combinaison de cette poudre avec les produits laitiers (lait et yaourt) confère à notre dessert une valeur nutritionnelle intéressante.

Les analyses sensorielles effectuées sur nos dessert ont permis de déterminer le degré d'appréciation des différents paramètres (la couleur, l'odeur, l'acidité, le goût, la texture et la consistance) pour chaque recette ce qui nous a permis de déduire selon le test de dégustation effectué la recette la plus appréciée.

Cette étude mérite d'être approfondie en tenant compte de tous les paramètres et facteurs pouvant contribuer à la conservation des qualités organoleptique, hygiénique et nutritionnelle ; cela n'est possible qu'en respectant les principes d'hygiène et des bonne pratique de fabrication.

Dans le but de compléter ce travail dans l'avenir, il serait intéressant de :

- Effectuer une étude comparative sur différentes variétés de la région de Tizi-Ouzou ou au niveau national.
- Essayé de formuler d'autres produits issus de la farine caroube.
- Valoriser les graines de caroube pour extraction de la gomme.

## Références bibliographiques

---

- **A.N.R.H, (2004)**. étude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes, Thèse de magister en Agronomie, spécialité nutrition, université de Tlemcen Gaour .N, pp 10.
- **Aafi A. (1996)**, Note technique sur le caroubier (*Ceratonia siliqua*). Centre Nationale de la Recherche Forestière, Rabat(Maroc), pp.10.
- **Ait Chitt M, et Lazrak A. (2007)**, Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture, N°1533, IAV Rabat, pp. 1-4.
- **Amiot, J. Fournier, S. Lebeuf, Y. Paquin, P et Simpson R. (2002)**, Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Science et technologie du lait. Pp 1-74.
- **Batista M. T., Amaral M. T. and Proença Da Cunha A. (1996)**, Carob fruits as source of natural antioxidant. In Proceeding of the International Carob Symposium. Cabanas-Tavira, Portugal
- **Batlle et al 1997**. la caroube, une espèce méditerranée à usage multiple. Forêt méditerranée XXXII, n°1 mars 2011.
- **Bessaoud O. (2019)**, Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie, Programme d'appui à l'initiative ENPARD Méditerranée, Janvier 2019.
- **Biner B. et al., 2007**. Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. Food Chemistry, 100, 1453-1455.
- **Bourgeois C.M. Et Larpent J.P., (1996)**, Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires. tec & doc, Lavoisier. Paris. 432-704.
- **Bourgeois ; Larpent JP. (1989)**, Microbiologie alimentaire, Vol I-II. Lavoisier, Paris
- **Bouzouita N. et al., 2007**. The analysis of crude and purified locust bean gum: a comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia. Food Chemistry, 101, 1508-1515.
- **Codex Alimentarius. (1999)**, Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. pp : 1-4.
- **Cuq J.L. (2007)**, Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp: 20-25.
- **Daas P. J. H., Schols H.A. & De jongh H. H. J., 2000**, On the galactosyl distribution of commercial galactomannans. Carbohydrate research, 329, 609-619.
- **Dakia P. A. et al., 2008**. Composition and physiochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid and water dehullingpre-treatment. Food Hydrocolloids, 22, 807-818

## Références bibliographiques

---

- **Dakia P. A. (2003)**, Extraction et caractérisation de la gomme de caroube (*Ceratonia siliqua* L.). Mémoire : Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique).
- **Danthine S, Blecker, C. Paquot, M. Innocente N et Deroanne C. (2000)**, Évolution des connaissances sur la membrane du globule gras du lait: synthèse bibliographique. *Le Lait* 80. Pp 209-222.
- **Debry, G. (2001)**, lait nutrition et santé, technique et documentation. Lavoisier, paris, P. 566
- **Diamantoglou and Mitrakos K. (1981)**. Leaf longevity in Mediterranean evergreens sclerophylls. In *Components of Productivity of Mediterranean Climate Region. Basic and Applied Aspects* (N.S.Margaris and H.A. Mooney, eds), pp: 17-19. Junk Publishers, The Hague ISBN. 90: 6193-9445.
- **Doleyres Y. (2003)**, Production en continue de ferments lactiques probiotiques par la technologie des cellules immobilisées Thèse de doctorat Université Laval.
- **Evreinoff V. A. (1947)**, Agriculture tropicale; Le caroubier ou *Ceratonia siliqua* L., *Rev. Bot. Appl.* 389-401.
- **FAOSTAT (2010)**, [www.fao.org](http://www.fao.org)
- **Frédot, E. (2012)**, Connaissances des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Techniques et documentation Lavoisier, paris, p609
- **Hillcoat D., Lewis G. and Verdcourt B. (1980)**, A new species of *Ceratonia* (Leguminosae Caesalpinioideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew bull.* 35(2):261-271.
- **Holzappel W ; Haberer P ; Geisen R ; Bjorkroth J ; Schillinger U. (2001)**, Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and Nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 73, Issue 2, pp 365-373*
- **Imrie F. (1973)**. The production of fungal protein from carob in Cyprus. *J. Sci. Food Agric.* 24:639
- **Jeantet, R, Croguennec, T. Schuck, P et Brulé G. (2007)**, Sciences des Aliments 2- Technologie des Produits Alimentaires. Doc Lavoisier. 456 p.
- **Jeantet, R. ; Croguennec. ; Mahout, M. ; Schuck, P. ; et Brulé, G. (2008)**, les produits laitiers, 2<sup>ème</sup> édition , Tech et Doc, Lavoisier 201p
- **Kacimi-El Hassani S. (2013)**, Dépendance Alimentaire en Algérie : Importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution ? *Méditerranéen journal of Social Science MCSEER Publishing, Rome-Italy.* Vol 4.152-158p.
- **Leveau JY ; Bouis M. (1993)**, Microbiologie industrielle, les micro-organismes d'intérêt industriel. Tech et Doc. Lavoisier. Paris, pp 2-39.

## Références bibliographiques

---

- **Louca A. and Paps A. (1973)**, The effect of different proportions of carob pod meal in the diet on the performance of calves and goats. *Anim. Prod.* 17:139-146
- **Lucey, J.A. (2004)**, Culture dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *Int. J. Dairy Technol.*
- **Luquet F, Corrieu G (2005)**, Bactéries lactiques et probiotiques. - Tec & Doc Lavoisier Paris.
- **Luquet, F M. (1985)**, Laites et produits laitiers: vache, brebis, chèvre. v. 1: Les laits: de la mamelle à la laiterie.-v. 2: Les produits laitiers: transformation et technologies.-v. 3: Qualité, énergie et tables de composition. 460 p.
- **Mahaut, H. ; Brulé, G. (2011)**, Indium à la technologie boulangers. technologie et documentation. Lavoisier, paris 194p
- **Mahaut, M, Jeantet R et Brulé G. (2000)**, Initiation à la technologie fromagère: Editions Tec & Doc. 224 p.
- **Mahaut, M. Jeantet, R. Brule G et Schuck, P. (2000)**, Les produits industriels laitiers. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris.
- **Mahaut, M. Jeantet, R. Brule, G et Schuck, P. (2005)**, Les produits industriels laitiers. Ed : Tec et Doc ; Lavoisier. France.
- **Makhlouf M. (2015)**, Etienne Montaigne. Impact de la nouvelle politique laitière algérienne sur la viabilité des exploitations laitières. *New Medit, CIHEAM-IAMB*, 2017, 16 (1), pp.2-10.
- **Makris D. P., P. Kefalas; (2004)**. Carob Pod as a source of polyphenolic Antioxidants, *Food Technol. Biotechnol.* Vol. 42: 105–108, N° 2.
- **Merwin M. L. (1981)**. The culture of carob (*Ceratoni asiliqua*) for food. Fooder and fuel in semi-arid environments. International Tree Crops Institute USA Inc., California.
- **O'Connor, CB et Tripathi BR. (1991)**, Introduction à l'étude du lait ILCA Communication Instruction Series - Audiotutorial Module;1. Addis Ababa: ILCA. 81p.
- **Petit M. D. & Pinilla J. M., 1995**. Production and purification of a sugar syrup from carob pods. *Lebensmittel-Wissenschaftund Technologie*, 28, 145-152.
- **Rejeb M. N. (1995)**, Le caroubier en Tunisie: Situations et perspectives d'amélioration, in Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? Edit. AUPELF-UREF. JohnLibbeyEurotext, Paris, pp. 79-85.
- **Sbay H. (2008)**, Le caroubier au Maroc Un arbre d'avenir. Centre de Recherche Forestière, Rabat(Maroc), pp.51.

## Références bibliographiques

---

- **Schuck P ; Mahaut M ; Jeantet R., Brulé G. (2000)**, Produits industriels laitiers, Tech-et Doc. Ed. Lavoisier Editions, paris.
- **Schweinfurth G. (1894)**, Aicha Bouaziz, Ines Zidi, Wissem Mnif. Microbiol. Hyg. Alim.- Vol 25, N° 72– mars 2013
- **Souki H, (2009)**. Les stratégies industrielles et la construction de la filière lait en Algérie : portée et limites. *Revue de campus de l'université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou N°15*.
- **Vavilov. (1951), Candolle. (1983)**, Foret méditerranéenne .XXXII, n°1, mars 2011.
- **Vignola, C.L. ; (2002)**, Sciences et technologie du lait, pp 28-33.
- **Vignola, C.L. (2002)**, Science et technologie du lait, transformation du lait. Fondation et technologie du Québec, p 600. BEAL, C. et SODINI, I. Fabrication des yaourts et des laits fermentés, Techniques de l'Ingénieur f6315, Paris- France, 16 p. 2012.
- **Whiteside L. (1981)**, The carob cook book. Ed. Thorsons Publishers Limited, Wellingborough. Northamptonshire.
- **Yousif A. K. & Alghzawi H. M., 2000**. Processing and characterization of carob powder. Food chemistry, 69, 283-287.
- **Zitouni A. (2010)**, Monographie et perspectives d'avenir du caroubier (*Ceratonia siliqua*) en Algérie, INA, El-Harrach, pp 201.
- **Zohary M., Orshan P. (1959)**, The maquis of *Ceratonia siliqua* in Israel, Palest. J. Bot. Jerusalem, 8: 385-397.

### Formulaire du test de dégustation

Age :

Sexe :

Comment trouvez-vous le produit ? (cochez la bonne réponse) :

◇ Couleur :

	Bonne	Acceptable	Pas acceptable
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			

◇ Odeur :

	Bonne	Moyenne	Pas bonne
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			

◇ Goût :

	Bon	Moyen	Pas bon
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			

◇ Acidité :

	Trop	Acceptable	Peu
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			

◇ Texture :

	Homogène (lisse à la dégustation)	Intermédiaire (pas totalement lisse et présente quelques grumeaux)	Hétérogène (présente des grumeaux à la dégustation)
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			

◇ Consistance :

	Epaisse	Moyenne	Liquide
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			

◇ Appréciation globale :

	Bonne	Moyenne	Pas bonne
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			