

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE  
L'ENSEINGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMCEM –  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



*Mémoire de Fin d'Études*

Présenté par

BELFILALI Bilal ET BELARBI Amrane

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Sciences de La  
Nature et de la Vie**

Filière : *sciences biologiques*

Option : *Microbiologie et Contrôle de Qualité*

## **THÈME**

*Élaboration d'un yaourt à base de caroube et sésame*

*Soutenu le :02 /07/2024*

### Membres de Jury

Présidente : **CHERIF-ANNTAR Asma**

**MCA U. de Tlemcen**

Examineur : **BENYOUB Noredine**

**MCB U. de Tlemcen**

Encadrant : **BARKA Mohammed Salih**

**Professeur U. de Tlemcen**

**Année universitaire 2023/2024**



## REMERCIEMENT

*Avant tout premier lieu, nous remercions le Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la santé afin de pouvoir réaliser ce travail.*

*Nous tenons remercier notre encadreur du mémoire, le professeur Mr Barka Mohammed Salih d'avoir accepté d'encadrer notre document, nous le remercions aussi pour nos aider de choisir le sujet, de donner ses conseils et sa patience avec nous.*

*Nous remercions aussi CHERIF-AMMAR Asma d'avoir accepté de présider ce document.*

*Un grand remerciement à Mr BENMOUNB Noredidine d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Enfin, nous remercions également toutes les personnes du l'unité « GPLAIT » - Nemcen- surtout la directrice du laboratoire Mr BENACEUR Chakib, et Madame ASMA responsable d'unité de production et Mr Ghazan Samir responsable de laboratoire de*

*ISTA*

*Enfin, nos remerciements s'adressent aussi à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Merci à tous*

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns, framing the central text. The border is symmetrical and features a central floral motif at the top and bottom.

## *Dedicaces*

*Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert, je  
dédie ce mémoire*

*À mes chers parents ma mère et mon père*

*Pour leur patience, leur amour et leur  
encouragement*

*Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé,  
bonheur et longue vie*

*À mon binôme : Belfilali Bilal*

*À mes chères amies proches et tous mes amis de  
la promo de la spécialité microbiologie et contrôle  
de qualité Je vous dis merci*

*Belarbi Amrane*

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns, framing the central text. The border is symmetrical and features a central floral motif at the top and bottom.

## *Dedicaces*

*Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert, je dédie ce  
mémoire*

*À mes chers parents ma mère et mon père*

*Pour leur patience, leur amour et leur  
encouragement*

*Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé,  
bonheur et longue vie*

*À mon binôme : Belarbi Amrane*

*À mes chères amies proches et tous mes amis de la  
promo de la spécialité microbiologie et contrôle de  
qualité Je vous dis merci*

*Belkilali Bilal*

## I. الملخص

أثارت الابتكارات الحديثة في منتجات الزبادي اهتمامًا متزايدًا بين المستهلكين، مما دفعنا إلى تطوير زبادي ذو فوائد صحية، خاصةً للأمراض المزمنة، من خلال دمج دقيق الخروب والسّمسم. كشفت نتائج التحاليل الحسية عن تفضيل المتذوقين لزبادي الخروب والسّمسم الذي حصل على تقييمات أعلى من غيره. جميع أنواع الزبادي التي تم اختبارها كانت قيم الأس الهيدروجيني فيها مقبولة، حيث تراوحت بين 4.3 و4.4، والحموضة القابلة للمعايرة بين 73 درجة مئوية و86 درجة مئوية. احتوى زبادي السّمسم على أعلى محتوى دهون بنسبة 10%، بينما احتوى زبادي الخروب على أعلى محتوى من المادة الجافة بنسبة 10.06%. أما من حيث الجودة الميكروبيولوجية، فقد كانت جميع أنواع الزبادي خالية من الملوثات ومسببات الأمراض، حيث بلغت تركيزات

*Streptococcus thermophilus*  $276 \times 10^3$  UFC/ml و *Lactobacillus bulgaricus* de  $84 \times 10^3$  UFC/ml

في كل نوع من أنواع الزبادي. تساهم هذه الدراسة في تحديد خصائص الزبادي المدروسة، مما يساعد الصناعة على تطوير منتجات عالية الجودة ذات فوائد صحية مثبتة علميًا. كما أنها تسلط الضوء على أهمية استكشاف تركيزات مختلفة من الخروب والسّمسم، وكذلك إضافة بدائل السكر الطبيعي إلى الزبادي.

الكلمات المفتاحية: الخروب، السّمسم، الجودة الميكروبيولوجية، الأس الهيدروجيني، الحموضة القابلة للمعايرة.

## **I. Résumé**

Les innovations récentes dans les produits de yaourt ont suscité un intérêt accru chez les consommateurs, ce qui nous a conduit à développer un yaourt aux bienfaits pour la santé, particulièrement pour les maladies chroniques, en y intégrant la farine de la caroube et du sésame. Les résultats des analyses sensorielles ont révélé une préférence des dégustateurs pour les yaourts aux caroubes et au sésame, qui ont obtenu des évaluations supérieures par rapport aux autres. Tous les yaourts testés présentaient des valeurs de pH acceptables, variant de 4,3 à 4,4, et une acidité titrable entre 73°D et 86°D. Le yaourt au sésame avait la plus haute teneur en matière grasse avec 10 %, tandis que le yaourt aux caroubes avait la plus haute teneur en matière sèche, atteignant 10,06 %. En termes de qualité microbiologique, tous les yaourts étaient exempts de contaminants et de germes pathogènes, avec des concentrations de *Streptococcus thermophilus* de  $276 \times 10^3$  UFC/ml et de *Lactobacillus bulgaricus* de  $84 \times 10^3$  UFC/ml dans chaque type de yaourt. Cette étude contribue à définir les caractéristiques des yaourts étudiées, aidant ainsi l'industrie à développer des produits de haute qualité avec des bénéfices sanitaires scientifiquement prouvés. Elle souligne également l'importance d'explorer différentes concentrations de caroube et de sésame, ainsi que l'ajout de substituts naturels de sucre dans les yaourts.

**Mots-clés** : caroube, sésame, qualité microbiologiques, pH, acidité titrable.

## **I. Summary**

Recent innovations in yogurt products have generated increased interest among consumers, leading us to develop a yogurt with health benefits, particularly for chronic diseases, by incorporating carob and sesame flour. The results of the sensory analyses revealed a taster preference for the carob and sesame yogurts, which received higher ratings compared to the others. All yogurts tested had acceptable pH values, varying from 4.3 to 4.4, and titratable acidity between 73°D and 86°D. Sesame yogurt had the highest fat content at 10%, while carob yogurt had the highest dry matter content, reaching 10.06%. In terms of microbiological quality, all yogurts were free of contaminants and pathogenic germs, with concentrations of *Streptococcus thermophilus* of 276×10<sup>3</sup> CFU/ml and *Lactobacillus bulgaricus* of 84×10<sup>3</sup> CFU/ml in each type of yogurt. This study contributes to defining the characteristics of the yogurts studied, thus helping the industry to develop high-quality products with scientifically proven health benefits. She also highlights the importance of exploring different concentrations of carob and sesame, as well as adding natural sugar substitutes to yogurts.

**Keywords:** carob, sesame, microbiological quality, pH, titratable acidity.

## II. Liste des figures

<b>Figure 1:</b> (a) arbre <i>Ceratonia siliqua</i> (b) les feuilles de plante .....	3
<b>Figure 2 :</b> le fruit de caroube .....	4
<b>Figure 3:</b> (a) Répartition du caroubier en Algérie, (b) suivant les domaines bioclimatiques et à Tlemcen .....	5
<b>Figure 4:</b> Différents stades de croissance du sésame. (a) Sésame en fleur ; (b) gousses de Sésames non mûrs ; (c) gousses de sésame mûres .....	10
<b>Figure 5:</b> Graines de sésame de différentes couleurs. (a) Sésame noir ; (b) sésame blanc .....	11
<b>Figure 6:</b> A- <i>Lactobacillus bulgaricus</i> b- <i>streptococcus thermophilus</i> .....	18
<b>Figure 7:</b> Diagramme général de fabrication des principaux types de yaourts et laits fermentés « nature » .....	21
<b>Figure 8:</b> (A) photographie des fruites de caroubes:(B) photographie de farine de caroube après le broyage .....	25
<b>Figure 9:</b> (C) photographie des graines de sésame :(D) photographie de farine de sésame après le broyage .....	26
<b>Figure 10:</b> lait de vache entier pasteurisé .....	26
<b>Figure 11:</b> Les ferments utilisés lactiques lyophilisés .....	27
<b>Figure 12:</b> Chauffages de lait .....	27
<b>Figure 13:</b> les différentes types des yaourts après incorporation de farine de caroube et de sésame .....	28
<b>Figure 14:</b> Répartition et conditionnement des différents types des yaourts dans les pots ....	29
<b>Figure 15:</b> Incubation des yaourts .....	30
<b>Figure 16:</b> Refroidissement et conservation des yaourts après étuvage.....	30
<b>Figure 17:</b> Diagramme de préparation du yaourt étuvé enrichi par différente incorporation de farine de caroube et de sésame .....	31
<b>Figure 18:</b> Détermination de pH des différents types des yaourts .....	32
<b>Figure 19:</b> Détermination de l'acidité d'origine des différents types des yaourts .....	33
<b>Figure 20:</b> Mesure de la teneur en matière grasse des yaourts.....	34
<b>Figure 21:</b> Mesure de l'extrait sec totale des yaourts.....	35
<b>Figure 22:</b> Les dilutions préparées pour le dénombrement. ....	36
<b>Figure 23:</b> photographie de teste de dégustation.....	39
<b>Figure 24:</b> photographier des Présentations des yaourts obtenus après incubation .....	40
<b>Figure 25:</b> photographier des Présentations des yaourts obtenus après agitation .....	40

<b>Figure 26:</b> Histogramme de changements de pH pour différents types des yaourt fabriqués.	<b>42</b>
<b>Figure 27:</b> Histogramme de changements d'Acidité titrable D° pour différents types des yaourt fabriqués .....	<b>43</b>
<b>Figure 28:</b> Histogramme de changements de teneur en matière grasse pour les différents types des yaourt fabriqués .....	<b>44</b>
<b>Figure 29:</b> Histogramme de changements de l'extrait sec totale pour les différents types des yaourt fabriqués par rapport au yaourt nature .....	<b>45</b>
<b>Figure 30:</b> Radar montre évaluation sensorielle des quatre types des yaourts.....	<b>48</b>
<b>Figure 31:</b> Variation d'odeur des quatre types des yaourts fabriqué .....	<b>49</b>
<b>Figure 32:</b> Variation du gout des quatre types des yaourts fabriqué.....	<b>50</b>
<b>Figure 33:</b> Variation de l'acidité des quatre types des yaourts fabriqué .....	<b>51</b>
<b>Figure 34:</b> Variation de texture des quatre types des yaourts fabriqué .....	<b>51</b>

### **III. Liste des tableaux**

<b>Tableau 1:</b> Principaux produits de la caroube ( <i>pulpe et graines</i> ) et leurs utilisations majeures .....	<b>7</b>
<b>Tableau 2:</b> Principaux composants nutritionnels du sésame.....	<b>12</b>
<b>Tableau 3:</b> : Composition du yaourt nature .....	<b>23</b>
<b>Tableau 4:</b> Préparation de différentes gammes des yaourts (nature et ajouté de différentes concentrations des farine « caroube et sésame » .....	<b>28</b>
<b>Tableau 5:</b> Résultats des analyses physico-chimiques des différents yaourts (nature et aux farines de sésame et caroube).....	<b>41</b>
<b>Tableau 6:</b> Résultats des analyses microbiologiques des différents yaourts (nature et aux farines de sésame et caroube).....	<b>46</b>
<b>Tableau 7:</b> Moyennes des caractères organoleptiques des yaourts aux farine de caroube et sésame .....	<b>48</b>
<b>Tableau 8:</b> Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt nature.....	<b>69</b>
<b>Tableau 9:</b> Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt aux caroubes.....	<b>70</b>
<b>Tableau 10:</b> Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt sésame .....	<b>71</b>
<b>Tableau 11:</b> Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt au caroube et sésame.....	<b>72</b>

#### **IV. Liste des abréviations**

**°C** : degré Celsius.

**pH** : degré d'acidité.

**%** : pour cent.

**ha** : hectare.

**L - Lb** : lactobacillus.

**Sc - S** : streptococcus.

**LAB** : bactéries lactiques.

**Pa** : pascal.

**D°** : degré Dornic.

**FAO** : l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**MG** : matière grasse.

**Kcal** : kilocalorie.

**DT2** : diabète type 2.

**OMS** : l'Organisation mondiale de la santé.

**(+)** : positive.

**(-)** : négative.

**K** : potassium.

**P** : phosphate.

**Mg**: magnesium.

**Na**: sodium.

**Fe**: fer.

**Zn** : zinc.

**M17** : Gélose de Terzaghi.

**MRS**: Man Rogosa Sharpe.

**m/m** : masse sur masse.

**EST** : extrait sec totale.

**µl** : microlitre.

**PCA**: Plate Count Agar.

**SS** : gélose sellmonella-shigella.

**OGA**: Oxytétracycline-Glucose-Yeast Extract Agar.

**VRBL** : violet Red Bile Lactose Agar.

**VRBG** : Violet Red Bile Glucose Agar.

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

## Table de matière

<b>I. Résumé</b>	
<b>II. Liste des figures</b>	
<b>III. Liste des tableaux</b>	
<b>IV. Liste des abréviations</b>	
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>

### **Partie I : Synthèse bibliographique**

#### **Chapitre 01 : la caroube**

<b>I. Description de caroubier .....</b>	<b>3</b>
<b>II. Description de caroube .....</b>	<b>3</b>
<b>III. Distribution géographique du caroubier dans l'Algérie .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. Composition et valeur nutritive de la caroube .....</b>	<b>5</b>
1. Glucides .....	5
2. Protéine .....	5
3. Minéraux.....	6
4. Les fibres .....	6
5. Polyphénol .....	6
<b>V. Utilisations de caroube .....</b>	<b>7</b>
.1 Alimentaire .....	7
2. Médicale .....	8
3. Cosmétique .....	8
4. Chimique .....	8
<b>VI. Les bienfaites de la caroube .....</b>	<b>8</b>
1. Aide à prévenir contre le cancer .....	8
2. Santé cardiovasculaire .....	9
3. Effet antidiabétique.....	9
4. Digestion.....	9

#### **Chapitre 02 : le sésame**

<b>I. Historique de sésame .....</b>	<b>10</b>
<b>II. Description de la plante .....</b>	<b>10</b>
<b>III. Définition de sésame .....</b>	<b>10</b>
<b>IV. Distribution géographique de la plante de sésame .....</b>	<b>11</b>
<b>V. Composition et valeur nutritive de sésame .....</b>	<b>12</b>

1. Protéine.....	13
2. Minéraux.....	13
3. Vitamines.....	13
4. Glucides.....	13
5. Composés phytochimiques.....	13
<b>VI. Utilisations de sésame.....</b>	<b>14</b>
1. Alimentaire.....	14
2. Médicale.....	14
3. Cosmétique.....	14
<b>VII. Les bienfaites de sésame.....</b>	<b>15</b>
1. Effets antioxydants et anti-inflammatoires.....	15
2. Potentiel antidiabétique.....	15
3. Régulation du cholestérol.....	15
4. Propriété anticancéreuse.....	15

### **Chapitre 03 : le yaourt**

<b>I. Généralités sur lait.....</b>	<b>16</b>
1. Définition.....	16
2. Les Caractéristique de lait.....	16
<b>II. Yaourt.....</b>	<b>16</b>
<b>III. Les bactéries du yaourt.....</b>	<b>17</b>
1. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	17
2. <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	17
<b>IV. Les fonctions des bactéries du yaourt.....</b>	<b>18</b>
1. L'activité acidifiante.....	18
2. L'activité aromatisant.....	18
3. L'activité protéolytique.....	18
<b>V. Fabrication du yaourt.....</b>	<b>19</b>
1. Standardisation du lait.....	19
2. Homogénéisation.....	19
3. Traitement thermique.....	20
4. Ensemencement et fermentation.....	20
5. Refroidissement.....	20
6. Conditionnement et stockage.....	20

<b>VI. Les différents types des yaourts et leur classification.....</b>	<b>21</b>
1. Selon la texture .....	21
2. Selon le goût .....	22
3. Selon la teneur en matière grasse .....	22
<b>VII. L'intérêt nutritionnel et thérapeutique des yaourts.....</b>	<b>22</b>
1. L'intérêt nutritionnel.....	22
1.1. Amélioration d'absorption du lactose .....	23
2.1. Amélioration de la digestibilité des protéines.....	23
3.1. Amélioration de la digestibilité des matières grasses .....	23
2. Intérêt thérapeutique .....	23
<b>Partie II : Matériel et méthodes</b>	
<b>I. Objectif .....</b>	<b>25</b>
<b>II. Matière première.....</b>	<b>25</b>
1. Préparation des matériels végétaux .....	25
1.1. Préparation de farine de caroube.....	25
2.1. Préparation de farine de sésame brune.....	25
2. Lait.....	26
3. Les ferments lactiques .....	26
<b>III. Les étapes de fabrication du yaourt.....</b>	<b>27</b>
1. Chauffages de lait .....	27
2. Ensemencement des ferments.....	28
3. Incorporation de farine de caroube et de sésame.....	28
4. Conditionnement .....	29
5. Incubation .....	30
6. Refroidissement et Conservation.....	30
<b>IV. Les analyses physicochimiques .....</b>	<b>32</b>
1. Détermination de pH .....	32
2. Détermination de l'acidité d'origine .....	32
3. Détermination de la teneur en matière grasse.....	33
4. Mesure de l'extrait sec totale (EST).....	34
<b>V. Les analyses microbiologiques .....</b>	<b>35</b>
1. Préparation de l'échantillon pour analyse .....	36
2. Préparation des dilutions décimales .....	36

3. Dénombrement de la flore lactique du yaourt .....	36
1.3. <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	36
2.3. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	37
4. Recherche de La flore pathogène dans le yaourt .....	37
1.4. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	37
2.4. La flore totale .....	37
3.4. Salmonelles .....	37
4.4. Levures et moisissures .....	38
5.4. Coliformes et Enthérobactéries .....	38
<b>VI. Les analyses sensorielles .....</b>	<b>38</b>
<b>VII. Traitements statistiques .....</b>	<b>39</b>
<b>Partie III : Résultats et discussion</b>	
<b>I. Présentation des yaourts obtenus .....</b>	<b>40</b>
<b>II. Les résultats d’analyses physico-chimiques .....</b>	<b>41</b>
1. pH .....	42
2. Acidité Dornic .....	43
3. Matière grasse .....	44
4. Extrait sec total .....	45
<b>III. Résultats d’analyses microbiologiques .....</b>	<b>46</b>
<b>IV. Résultats de l’analyse sensorielle .....</b>	<b>47</b>
1. Odeur .....	49
2. Gout .....	49
3. Acidité .....	50
4. Texture .....	51
<b>Conclusion .....</b>	<b>52</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>53</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>63</b>

---

# **INTRODUCTION**

---

## Introduction

---

Le yaourt est un produit laitier fermenté riche en nutriments qui est principalement consommé en raison de ses nombreux bienfaits pour la santé plutôt que pour sa valeur nutritionnelle de base (Ayivi et Ibrahim, 2022).

Le "yaourt" est un produit obtenu par fermentation du lait avec des cultures de *Streptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus delbrueckii sp. Bulgaricus*. (Guarner et al., 2005).

Le yaourt est l'un des produits laitiers les plus importants qui peut être consommé par différents groupes d'âge et qui est disponible sous différentes formes sur les marchés, qu'il soit nature ou aromatisé avec différentes formes telles que la boisson agitée (buvable) ou l'ensemble. En raison du coût élevé des traitements médicaux, en particulier pour les maladies chroniques, sont devenues plus fréquentes ces dernières années (Salama et al., 2022).

La consommation de yaourt par habitant a augmenté régulièrement au cours des dernières décennies dans la plupart des pays du monde (Chandan et al., 2017).

En Algérie, les besoins de consommation en produits laitiers se chiffrent à 5 millions de tonnes par an dont 70 % est satisfaite par l'industrie locale. Le pays est le premier consommateur de produits laitiers en Afrique du Nord (Denys, 2020).

En 2019, le marché mondial du yaourt à base de plantes s'élevait ce qui indique un intérêt mondial significatif le yaourt à base de plantes (Dhakal et al., 2023).

Les progrès et les innovations dans le développement des produits du yaourt ont maintenu l'intérêt des consommateurs (Chandan et al., 2017).

Parmi les additifs et les graines incorporés dans les yaourts : la farine de sésame et de caroube, pour leurs effets bénéfiques sur la santé et la nutrition des personnes de tous âges, Elles constituent une source peu coûteuse de protéines, de graisses, de vitamines et de minéraux dans le régime alimentaire. Les graines de sésame sont composées de 15 à 20 % de protéines, de 43 à 45 % de lipides, de 5 à 6 % d'humidité, de 15 à 20 % de fibres, en plus. Les fruits de la caroube se caractérisent par une teneur élevée en sucre (48%-56%) (principalement du saccharose, du glucose et du fructose), 3%-4% de protéines, une faible teneur en matières grasses (0,2%-0,6%) , une faible teneur en alcaloïdes et une teneur élevée en fibres alimentaires (Mohammed et Pattan, 2022; Papaefstathiou et al., 2018).

La farine de sésame et de caroube présente des avantages thérapeutiques en raison de la présence de composants bénéfiques, contribuent à réduire le taux de cholestérol sanguin et

## Introduction

---

L'hypertension, agissent comme antioxydants, aident à prévenir l'Alzheimer et procurent de l'immunité, aide à la digestion stimule la circulation sanguine et favorise le système nerveux, aider à soulager la constipation, la prévention du diabète (**Kocherane et al., 2019 ; Mohammed et Pattan, 2022**).

Dans ce contexte, le but de notre étude est de produire un yaourt enrichi par un mélange de farine de caroube et sésame, puis l'évaluation de la qualité physico- chimique par réalisation de tests physico chimiques et microbiologique par recherche de flore et espèce contaminant.

Ce document comprend trois parties le premier est relatif à une synthèse bibliographique La deuxième partie correspondant au matériel et méthode utilisée (la préparation du yaourt, l'incorporation de farine de caroube et sésame, les analyses physicochimiques, microbiologique et sensorielles) de notre yaourt obtenu et la troisième partie montre les résultats et la discussion de ces résultats obtenus et enfin, une conclusion générale sur ce travail.

---

**CHAPITRE 01**

**LA CAROUBE**

---

### I. Description de caroubier

Il s'agit d'un arbre xérophyte qui est répandu dans les pays méditerranéens depuis des siècles, communément appelé caroubier (**Hajaji et al., 2013**).

La taille et la croissance de l'arbre varient d'environ 6 à 15 mètres, avec des branches dispersées au sol (Fig.1a). Les feuilles persistantes de cette plante sont constituées de pinnes comportant 6 à 10 folioles ovales, de couleur vert foncé et coriaces, avec un apex arrondi (Fig1b). Les fleurs de caroube ont une taille réduite, une teinte rouge, une grande quantité et sont disposées en spirale le long d'une inflorescence qui peut être mâle, femelle, hermaphrodite ou polygame et qui pousse en automne (**Rasheed et al., 2019**).

Le caroubier peut vivre jusqu'à 500 ans. La plantation du caroubier permet de combattre la déforestation et la désertification, en réduisant l'érosion des sols (**Gillet et al., 2014**).

Cet arbre spécifique est un élément essentiel de la végétation en raison de considérations économiques et environnementales (**Zakaria Tagnamas et al., 2021**).



**Figure 1:**(a) arbre *Ceratonia siliqua* (b) les feuilles de plante (**Rasheed et al., 2019**)

### II. Description de caroube

Les caroubes sont des gousses solides, de taille importante de 10 à 30 cm de longueur, de 1,5 à 3 cm de largeur et d'une épaisseur de 1 à 2 cm (Fig 2). Le poids de chaque caroube varie d'environ 15 à 30 grammes. À l'intérieur de la gousse, on trouve des cloisons pulpeuses qui renferment entre 12 et 16 graines brunes, mesurant respectivement 8 à 10 mm et 7 à 8 mm (**Benmahioul et al., 2011**).

Leur particularité réside dans leur taille et leur poids uniforme d'environ 0,2 g chacune, ce qui justifie leur utilisation dans les systèmes de pesée. (**Rasheed et al., 2019**).

## Chapitre 01 : La caroube

---

À l'âge adulte, la caroube évolue et prend une teinte brune. La pulpe de caroube est responsable de 90 % de la masse du fruit. Environ 10% de la masse de la gousse de caroube est composée de graines (**Gillet et al., 2014**).

L'aspect chimique des fruits de caroube est principalement influencé par le cultivar, l'origine, le climat, le stade de maturation et le moment de la récolte (**Rasheed et al., 2019**).



**Figure 2** : le fruit de caroube (**Stéphanie.,2023**)

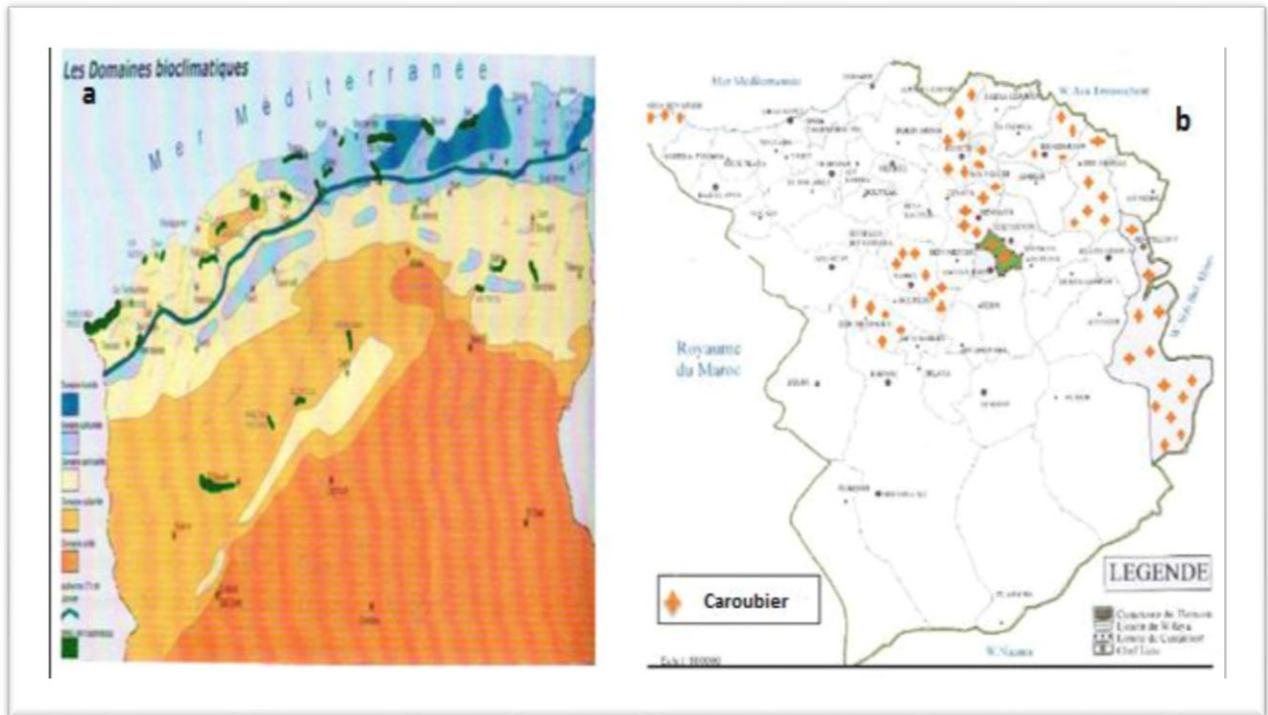
### **III. Distribution géographique du caroubier dans l'Algérie**

L'Algérie, un pays méditerranéen se distingue par une grande variété de niveaux bioclimatiques. Au nord, le climat est doux et pluvieux pendant l'hiver tandis qu'il est chaud et sec pendant l'été. Grâce à sa position géographique stratégique, l'Algérie possède une flore abondante et variée comprenant de nombreuses espèces endémiques telles que le caroubier. En général, on le retrouve dans les régions ensoleillées, les régions côtières ou subtiles ainsi que les vallées intérieures. Il se développe avec réussite dans les régions où le climat est méditerranéen (**Boublenzaa et al.,2019**).

En fonction de ces critères climatiques, la figure (3a) illustre la zone de distribution du caroubier en Algérie. Les régions littorales ou sublittorales telles que le Sahel algérois, Dahra, Grande-Kabylie et Petite-Kabyle, la vallée de la Soummam (1074 hectares) et de l'Oued-Isser, les collines d'Oran et les coteaux Mostaganem à l'étage semi-aride chaud, les plaines de Bône, Mitidja et les vallées intérieures (1054 hectares) sont ses endroits préférés. Il se dirige jusqu'à Bou-Saâda mais ne produit aucun résultat et se trouve dans la région de Traras au Nord de Tlemcen (276 hectares). Le caroubier est présent dans les régions de Tlemcen telles que Sidi

## Chapitre 01 : La caroube

M'djahed, Sabra, Henaya, Tlemcen, Aïn Tellout, Sidi Abdli, Remchi, Ben Sekran, Aïn Youcef jusqu'à Marsat Ben M'hidi (Marhoum et Elmerre, 2022).



**Figure 3:**(a) Répartition du caroubier en Algérie, (b) suivant les domaines bioclimatiques et à Tlemcen (Marhoum et Elmerre, 2022).

### IV. Composition et valeur nutritive de la caroube

#### 1. Glucides

La caroube est une source essentielle de sucre et présente une grande richesse nutritionnelle. Selon des études précédentes, il a été constaté que la quantité de glucides dans la variété cultivée était d'environ 40 à 55 g (100 g – 1 dm). En général, la variété de caroube présente une concentration plus élevée de sucre. Les taux de fructose et de glucose peuvent s'élever de 1,8 à 12,5 g 100 g<sup>-1</sup> dm et de 1,8 à 10,2 g 100 g<sup>-1</sup> dm respectivement (Ikram et al., 2023).

#### 2. Protéine

La caroube contient une combinaison de 17 acides aminés (acide aspartique, acide glutamique, sérine, glycine, histidine, arginine, thréonine, alanine, tyrosine, valine, proline, méthionine, isoleucine, leucine, cystéine, phénylalanine et lysine). Environ 57% de la teneur totale en acides aminés des gousses est composé d'acide aspartique, d'asparagine, d'alanine, d'acide glutamique, de leucine et de valine. En d'autres termes, il renferme les sept acides

## Chapitre 01 : La caroube

---

aminés indispensables (thréonine, méthionine, valine, isoleucine, leucine, phénylalanine et lysine) à des niveaux respectant les normes de l'OMS (**Goulas et al., 2016**).

### 3. Minéraux

Les graines de caroube, en particulier les fruits, renferment une grande quantité de potassium et de calcium, ce qui peut être équivalent à une tasse de lait de vache. Le phosphore et le magnésium sont des macrominéraux présents dans les fruits, tandis que le cuivre, le zinc et le sélénium sont des microminéraux qui sont des cofacteurs d'enzymes antioxydants, ainsi que le fer, le manganèse, le nickel, le baryum et le cobalt. Les gousses de caroube renferment un ensemble de vitamines comme les vitamines E, D, C, B6, la niacine et l'acide folique, tandis que les vitamines A, B2 et B12 sont présentes à des niveaux plus bas (**Rasheed et al., 2019**).

### 4. Les fibres

Les fibres alimentaires constituent un ensemble diversifié de composés habituellement séparés en fibres solubles et insolubles. On obtient la fibre de caroube en extraction à l'eau la pulpe de caroube afin d'éliminer la plupart des glucides solubles. En général, la pulpe de caroube contient une teneur totale en fibres alimentaires comprise entre 30 % et 40 %. La cellulose, les hémicelluloses, la lignine sont parmi les fibres alimentaires insolubles, avec une teneur minimale. De manière générale, la caroube est perçue comme une fibre alimentaire principalement insoluble et presque non fermentable (**Goulas et al., 2016**).

### 5. Polyphénol

Il existe une grande quantité de polyphénols dans les aliments d'origine végétale, notamment les fruits, les graines, les feuilles et les tiges. Ils sont répartis de manière inégale dans les plantes tant sur le plan quantitatif que qualitatif (**Boublenza et al., 2019**). L'essentiel des composés phénoliques présents dans les fruits de la caroube est constitué d'acides phénoliques, de gallotannins et de flavonoïdes (**Goulas et al., 2016**).

L'acide phénolique présent dans les fruits de la caroube est comprimé par des gallotannins et des flavonoïdes (**Ikram et al., 2023**). Les phénols (acides benzoïque et cinnamique) sont la classe de polyphénols la plus riche dans les fruits de la caroube. Effectivement, l'acide gallique ainsi que ses dérivés comme le gallate de méthyle forment la plupart des acides phénoliques, Les fruits de la caroube contiennent une grande quantité de flavonols : quercétine, myricétine, kaempférol et leurs dérivés glucosidiques.

## Chapitre 01 : La caroube

Les tanins sont divisés en deux types : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (ou non hydrolysables). Plus précisément, les graines de caroube renferment en moyenne 2,75 mg de tanins condensés/g et 0,95 mg de tanins hydrolysables/g (**Goulas et al., 2016**).

### V.Utilisations de caroube

#### 1.Alimentaire

De manière traditionnelle, la gousse de caroube est utilisée en tant que fruit, élément essentiel de l'alimentation des animaux de ferme et alternative abordable à l'alimentation humaine, notamment pendant les périodes de famine. Actuellement, elle est aussi employée dans divers secteurs alimentaires, tels que celui des gâteaux. Avec des biscuits sandwich à base de farine de caroube et la poudre de caroube et du pain à base de farine de caroube et de liqueur de caroube (**Palaiogianni et al., 2022**), et chaque type d'utilisation est résumée dans le tableau 01.

**Tableau 1:** Principaux produits de la caroube (pulpe et graines) et leurs utilisations majeures (**Mahdad et Gaouar, 2017**).

Produits	Traitement reçu	Utilisations
<b>Pulpe Brute</b>	Aucun	Alimentation animale (Cheval et ruminants)
	Moulage	Alimentation humaine et Animale (ruminants et non Ruminants)
	Extraction et purification	Sucre et mélasse
	Fermentation et distillation	Alcool et production de Protéines microbiennes
	Extraction	Tanins comme anti-diarrhée
<b>Poudre</b>	Lavage, séchage	Ingrédients alimentaires ; substituant du cacao ;
	Torréfaction et moulage	Préparation de produits diététiques et pharmaceutiques

## Chapitre 01 : La caroube

---

Graines		
Endosperme	Moulage	CBG ou E-410 ; additifs alimentaires ; fibre diététique ; Aliments pour mascottes ; produits pharmaceutiques et Cosmétiques.
Embryon	Moulage	Farine de germe ; nutrition humaine et animale
Épisperme	Extraction	Tanins pour le tannage des cuirs

### 2.Médicale

Les gousses de caroube peuvent être une excellente source de matière première pour la production d'acide lactique par *L. casei*. Selon **Turhan et al., (2010)**, l'acide lactique est perçu comme un produit chimique industriel employé dans les secteurs de l'alimentation, du textile et de la pharmaceutique.

Selon **Pontal et al., (2013)**, la caroube est également perçue comme un outil de recherche pour découverte de nouveaux antioxydants naturels présents dans l'enveloppe de la graine et la pulpe du fruit.

### 3.Cosmétique

La gomme, également connue sous le nom d'endosperme, est employée dans la fabrication de crèmes, de dentifrices et de cosmétiques en raison de sa capacité à créer une solution très visqueuse à une faible concentration en raison de ses propriétés d'épaissir ration, d'émulsification et de stabilité (**Pontalier et al., 2013**).

### 4.Chimique

La farine de caroube (gousses broyées) est utilisée pour extraire le sucre et produire de l'acide citrique (**Pontalier et al., 2013**), une autre étude montre la production d'éthanol à partir d'extrait de caroube en utilisant *Saccharomyces cerevisiae* (**Irfan et al.,2010**).

## VI. Les bienfaites de la caroube

### 1.Aide à prévenir contre le cancer

Les fibres alimentaires constituent un autre élément qui peut diminuer le risque de développer un cancer du côlon. Les aliments contenant des graisses et des protéines ont des effets positifs sur le cancer colorectal, mais sont associés à des glucides complexes et à une

consommation élevée de fibres. Les polyphénols et les fibres alimentaires diminuent le risque de cancer, tandis que la caroube se combine avec ces deux nutriments (**Ikram et al., 2023**).

### 2.Santé cardiovasculaire

Le groupe des maladies cardiovasculaires englobe toutes les affections qui affectent le système cardiovasculaire. La caroube joue un rôle crucial dans la diminution du risque de maladies cardiovasculaires est soutenu par de nombreuses études épidémiologiques (**Loullis et Pinakoulaki, 2018**).

### 3.Effet antidiabétique

Les effets antidiabétiques chez les patients atteints de diabète sucré de type II pourraient être attribués à la présence de D-pinitol dans les produits à base de caroube. Le sirop de caroube est reconnu comme une source importante de D-pinitol, pour réduire le taux de sucre dans le sang chez les patients atteints de diabète de type II (**Goulas et al., 2016**).

### 4.Digestion

L'augmentation annuelle des décès en Europe est causée par les troubles gastro-intestinaux (GID) caroube mature a une forte teneur en fibres et en sucre, ce qui entraîne une augmentation de la sécrétion intestinale, ce qui facilite le GIT. De plus, la teneur élevée en polyphénols du fruit de caroube empêche le raccourcissement du côlon et réduit la gravité des lésions et des altérations biochimiques du côlon (**Brassesco et al., 2021**).

---

# **CHAPITRE 02**

## **LE SÉSAME**

---

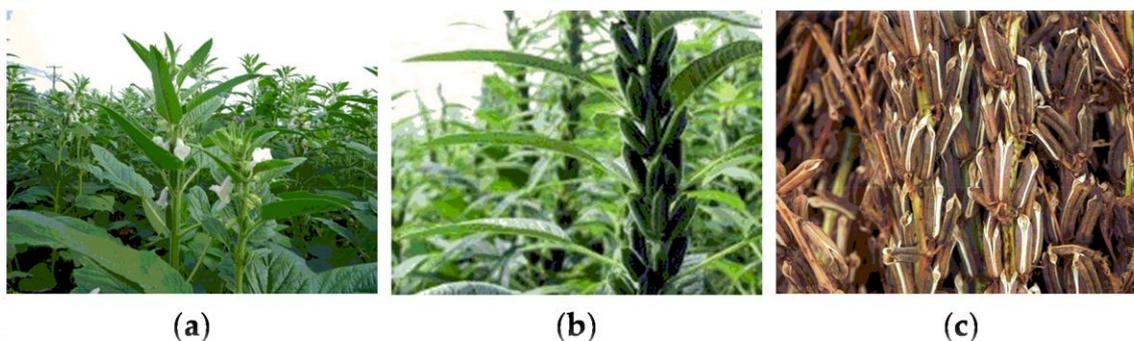
### I. Historique de sésame

Le sésame (*Sesamum indicum* L.) fait partie des plus anciennes espèces de plantes oléagineuses cultivées par l'homme. Plusieurs sources historiques documentées indiquent que le sésame pourrait être originaire de la région éthiopienne, de là il s'est répandu en Inde et en Europe (Yermanos, 2015) les rapports indiquent que la production mondiale de graines de sésame est principalement concentrée dans les pays asiatiques et africains, représentant environ 96 % de la quantité totale. En matière de production de graines de sésame, la Chine se distingue comme l'un des principaux pays mondiaux (Mi et al., 2022).

### II. Description de la plante

Le sésame est une plante herbacée annuelle dressée, mesurant 60 à 150 cm de hauteur. La tige est creuse ou à moelle blanche. Les feuilles de sésame mesurent 3 à 10 cm de long, 2,5 à 4 cm de large, rectangulaires ou ovales et légèrement poilues en surface (Wei et al., 2022).

Le sésame supporte les températures élevées et reçoit peu de précipitations. Il peut supporter des températures supérieures à 40 degrés Celsius et pousse avec des précipitations de 300 à 400 mm, si le sol est fertile. Il peut également se développer sans précipitations pendant la période de croissance, en fonction de l'humidité emmagasinée lors des pluies hivernales précédentes. Cela dépend de la durée de la journée (Bedigian, 2004).



**Figure 4:** Différents stades de croissance du sésame. (a) Sésame en fleur ; (b) gousses de Sésames non mûrs ; (c) gousses de sésame mûres (Wei et al., 2022).

### III. Définition de sésame

Le sésame (*Sesamum indicum* L.) est une légumineuse alimentaire appartenant à l'ordre des *Turbiflorae* et à la famille des *Pedaliaceae* (Kone et al., 2021). La couleur des graines de cette plante varie considérablement blanc, jaune, gris, brun et noir (Fig 5 a et b), en fonction de la variété et selon la variété et la souche de *S indicum*. Les graines de sésame noir et les graines

## Chapitre 02 : Le sésame

---

de sésame blanc sont les plus disponibles dans le monde (**Singleton, 2023**). Les graines mesurent généralement de 2,5 à 3,5 mm de long. Vue sur le bord, vers l'attache placentaire (hile), la graine semble ronde, mais ses côtés plats et sa marge surélevée lui donnent un aspect rectangulaire. (**Bedigian et Harlan, 1986**).



**Figure 5:** Graines de sésame de différentes couleurs. (a) Sésame noir ; (b) sésame blanc  
(**Wei et al., 2022**).

### IV. Distribution géographique de la plante de sésame

L'identification des origines géographiques des cultures revêt une importance mondiale considérable, notamment lorsqu'il s'agit de graines de sésame. Déterminer l'origine géographique de ces graines est crucial (**Chun et al., 2021**).

Le sésame est cultivé dans diverses régions du monde, notamment dans les zones subtropicales comme le Myanmar, dans les régions tropicales comme la Tanzanie et dans les zones tempérées. Il est à noter que la variété légère du sésame est particulièrement privilégiée dans les pays situés en Europe centrale et orientale (**Mili et al., 2021**).

Au Moyen-Orient et dans les pays occidentaux, la variété de sésame la plus légère est privilégiée, tandis qu'en Extrême-Orient, la variété noire est plus populaire. Le sésame qui aurait été domestiqué pour la première fois en Afrique, est largement cultivé dans les régions tropicales et subtropicales comme le Nigéria (**Fasuan et al., 2018**). Cela est dû à la présence de nombreuses espèces sauvages de *Sesamum* exclusivement présentes en Afrique (**Chen et al., 2024**).

Les principaux pays producteurs de sésame sont l'Inde, la Chine, le Soudan, le Myanmar, l'Éthiopie, la Birmanie et le Sri Lanka (**Mili et al., 2021**).

## Chapitre 02 : Le sésame

En 2020, les importations chinoises de graines de sésame ont totalisé 888,8 kilotonnes, le Soudan représentant 21,52 %, l'Éthiopie 14,95 %, le Mozambique 11,24 % et le Togo 10,82 % des importations totales (Mi et al., 2022).

### V.Composition et valeur nutritive de sésame

La composition chimique du sésame dans le tableau 5 montre que la graine est une source importante d'huile (44-58%), de protéines (18-25%), d'hydrates de carbone (13,5%), glucides (13,5 %) (Elleuch et al., 2007).

**Tableau 2:** Principaux composants nutritionnels du sésame (Wei et al., 2022).

Component	Value	Min	Max
Protein (g/100 g)	17.6	17	18
Protein, crude, N × 6.25 (g/100 g)	20.8	3.2	21.3
Carbohydrate (g/100 g)	9.85		
Fat (g/100 g)	49.7		
Sugars (g/100 g)	3	0.29	0.31
Starch (g/100 g)	4		
Fibers (g/100 g)	14.9	11.8	18
Ash (g/100 g)	4.48	4.45	4.5
Fatty acid saturated (g/100 g)	7.09	6.7	7.6
Fatty acid mono (g/100 g)	18.8		18.9
Fatty acid poly (g/100 g)	21.8		21.9
Fatty acid 14:0 (g/100 g)	85	0.048	0.13
Fatty acid 16:0 (g/100 g)	4.22		4.59
Fatty acid 18:0 (g/100 g)	2.78	2.09	2.96
Fatty acid 18:1 <i>n</i> -9 cis (g/100 g)	18.7	18.6	
Fatty acid 18:2 9c,12c ( <i>n</i> -6) (g/100 g)	21.2	20.9	21.5
Fatty acid 18:3 9c, 12c, 15c ( <i>n</i> -3) (g/100 g)	26	0.14	0.38
Calcium (mg/100 g)	962	714	1150
Copper (mg/100 g)	1.58	1.5	4.08
Iron (mg/100 g)	14.6		
Magnesium (mg/100 g)	324	318	351
Manganese (mg/100 g)	1.24	1.17	2.46
Phosphorus (mg/100 g)	605	453	694
Potassium (mg/100 g)	468		
Selenium (µg/100 g)	26.5	2.2	51.9
Sodium (mg/100 g)	2.31	0.88	11
Zinc (mg/100 g)	5.74	5.3	7.75
β-Carotene (µg/100 g)	5		
Vitamin E (mg/100 g)	25		
Vitamin B1 or thiamin (mg/100 g)	79		
Vitamin B2 or riboflavin (mg/100 g)	25		
Vitamin B3 or niacin (mg/100 g)	4.52		
Vitamin B5 or pantothenic acid (mg/100 g)	5		
Vitamin B6 (mg/100 g)	79		
Vitamin B9 or folate (µg/100 g)	97		

### 1. Protéine

La protéine présente dans le sésame possède une quantité suffisante d'acides aminés vitaux, ressemblant beaucoup à ceux présents dans le corps humain. Ceux-ci incluent la méthionine, la cystéine et le tryptophane qui sont considérés comme limitant les acides aminés de certaines protéines végétales comme le soja. Par conséquent, l'utilisation d'isolats de protéines de sésame présente une opportunité d'améliorer le profil nutritionnel de produits alimentaires spécifiques (**Fasuan et al., 2018**).

### 2. Minéraux

La partie la plus couramment utilisée de la plante, la graine, s'est révélée être une source importante de minéraux (**Amoo et al., 2017**), par exemple K (525.9 mg/100 g), P (516 mg/100 g), Mg (349.9 mg/100 g), Na (15.28 mg/100 g), Fe (11.39 mg/100 g), Zn (8.87 mg/100 g), et Mn (3.46 mg/100 g) (**Wei et al., 2022**).

### 3. Vitamines

Les graines de sésame fournissent une quantité significative de vitamines, notamment de niacine, d'acide folique et de tocophérols. Toutefois, la concentration de vitamine A dans les graines de sésame est extrêmement basse. Différents tocophérols, isomères et dérivés de la vitamine E se distinguent par leur activité biologique (**Hegde, 2012**).

### 4. Glucides

L'huile de sésame est principalement extraite à partir de la coque des graines de sésame. De 70 à 80% de sa composition est constituée de polymères glucidiques tels que des hémicelluloses, de la cellulose et des polysaccharides pectiques. On a découvert sept types d'hydrates de carbone dans les graines : Le glucose, le galactose, le fructose, la raffinose, la stachyose, la planteose et la sésamose (**Wei et al., 2022**).

### 5. Composés phytochimiques

Selon **Wei et al. (2022)**, divers composés phytochimiques ont été identifiés et extraits à partir de graines de sésame, d'huiles de semences et de divers organes végétaux, tels que les lignans, les polyphénols, les phytostérols, les phénols, les aldéhydes, les anthraquinones, les naphthoquinones, les triterpénoïdes et d'autres composés organiques.

### VI. Utilisations de sésame

Les nombreux avantages pour la santé des graines ont conduit à une utilisation croissante dans les secteurs de l'alimentation, de la pharmacie et de la cosmétique. Plusieurs recherches ont examiné la mise en valeur de ces sous-produits dans des produits alimentaires à haute valeur ajoutée (Nevara et al., 2023).

#### 1. Alimentaire

Les graines de sésame une bonne option pour les applications alimentaires reflétant la structure, la composition et les propriétés physicochimiques de nombreux produits alimentaires à valeur ajoutée (Abbas et al., 2022).

L'emploi du sésame dans la cuisine peut contribuer à améliorer la saveur des plats consommés au quotidien. Ils sont facilement utilisables dans divers produits. On peut les ajouter à des pâtes, des biscuits, des céréales ou des yaourts pour les tartiner. Il est possible d'ajouter des grains de sésame entiers aux produits de boulangerie afin d'améliorer la texture du produit final (Asghar et al., 2014).

#### 2. Médicale

Les graines de sésame possèdent des propriétés nutraceutiques et médicales, telles que des antioxydants, des protecteurs hépatiques et des hypocholestérolémiantes qui contribuent à prévenir l'hypertension. On les utilise aussi comme analgésique pour apaiser la douleur lors de blessures traumatiques (Nagar et al., 2023).

#### 3. Cosmétique

À partir de 1987, la FDA américaine a défini les normes de sécurité et d'utilisation de l'huile de sésame dans les produits cosmétiques. Au Japon, on retrouve l'huile de sésame dans différents produits cosmétiques tels que les crèmes pour les yeux, les rouges à lèvres et les crèmes hydratantes. Les fleurs et les tiges de sésame sont utilisées pour obtenir des fragrances qui sont utilisées dans la production de parfums. La présence d'acide myristique dans les graines de sésame est fréquemment employée comme composant dans les produits cosmétiques (Wei et al., 2022).

### VII. Les bienfaites de sésame

Plus récemment, les constituants du sésame ont démontré des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Qui peuvent soulager des affections telles que l'athérosclérose, le diabète, l'hypertension et la douleur (Singletary, 2023), Cardioprotecteurs, hypolipidémiques, antiathérogènes (Langyan et al., 2022). Ces effets bénéfiques du sésame sur la santé sont dus à la modulation de diverses voies moléculaires et biochimiques dans la physiologie humaine.

#### 1. Effets antioxydants et anti-inflammatoires

Les lignanes présents dans le sésame ont des caractéristiques antioxydantes et des effets positifs sur la santé. En raison de ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et de piégeage des radicaux libres, l'huile de graines de sésame présente un potentiel important pour combattre le stress causé par le diazinon (Abbas et al., 2022).

#### 2. Potentiel antidiabétique

D'autres recherches récentes ont également démontré que le sésame présente des avantages pour les patients atteints de diabète hypertendus. Le sésame contient des composés phytochimiques qui contribuent à diminuer l'hyperglycémie après le repas en inhibant les enzymes qui métabolisent les glucides (Mohammed et Pattan, 2022).

#### 3. Régulation du cholestérol

Le lignane sésamine présent dans les graines de sésame, est principalement lié au métabolisme des lipides par une série d'actions biochimiques chez l'homme et l'animal (Nagendra Prasad et al., 2012).

#### 4. Propriété anticancéreuse

Les lignanes présents dans *S. indicum* ont démontré des effets anticancéreux à la fois in vitro et in vivo. On a attribué l'effet anticancéreux de la sésamine à ses propriétés antiprolifératives, pro-apoptotiques, anti-métastatiques et pro-autophagocytaires. Le développement et la progression des tumeurs ont été améliorés par l'utilisation de la sésamine, ce qui peut être utilisé pour prévenir le cancer (Mohammed et Pattan, 2022).

---

# **CHAPITRE 03**

## **LE YAOURT**

---

### I.Généralités sur lait

#### 1.Définition

Le lait est le produit de la sécrétion de la glande mammaire d'une ou plusieurs vaches ou brebis ou chèvres ou bufflonnes (**Deforges et al., 1999**). Il est possible de convertir le lait en différents produits alimentaires. Avant tout, il est essentiel d'une compréhension approfondie de la composition et des caractéristiques physiques et chimiques du lait pour comprendre l'évolution de ses composants lors des procédés de fabrication des produits laitiers (**Vuillemard, 2018**).

Selon **Romain et al., (2008)**, on définit le lait comme « le résultat complet de la traite complète et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée ». Il est également nécessaire qu'il soit collecté dans des conditions hygiéniques adéquates et qu'il présente toutes les garanties sanitaires. Il est possible de le vendre en l'état, mais généralement après avoir été traité afin de garantir une conservation plus longue.

#### 2.Les Caractéristique de lait

Le lait et les œufs sont les seuls aliments complets à l'état naturel qui renferment des quantités importantes des environ 55 nutriments essentiels à la vie. Ils présentent une concentration élevée en nutriments, ce qui les rend considérés comme des aliments à haute densité nutritionnelle (**Lapointe-Vignola et Québec, 2002**).

Le lait se caractérise par sa couleur blanche avec un léger reflet bleuâtre, dû à la division extrême des corps solides qu'il renferme en sus. Sa fragrance est douce et plaisante. Son goût est délicat et légèrement sucré. Son niveau de densité diffère en fonction de son origine le sucre de lait le lactose ou la lactine, qui est soluble dans l'eau froide, et encore plus dans l'eau chaude (**Rouvier, 1893 ; FAO, 1995**).

Les caractéristiques physiques considérées comme les plus importantes pour la transformation du lait sa point de congélation a une valeur moyenne de  $-0,545^{\circ}\text{C}$  sa point d'ébullition supérieure d'eau soit  $100,5^{\circ}\text{C}$ , sa densité a  $15^{\circ}\text{C}$  varie de 1.028 a 1.035 son ph situe entre 6,6 et 6.8 (**Vuillemard, 2018**).

### II.Yaourt

Le yaourt est un produit hautement nutritif et riche en protéines, obtenu par fermentation du lait (**Kumar et Misha, 2004**).

## Chapitre 03 : le yaourt

---

Le yaourt est un aliment fermenté semi-solide fabriqué à partir de lait standardisé mélangé à l'activité d'un mélange symbiotique de cultures *Streptococcus salavrius subsp. Thermophilus* et *Lactobacillus delbruechii subsp. Bulgaricus* (Ann Bartoo et Badrie, 2005).

### III. Les bactéries du yaourt

#### 1. *Lactobacillus bulgaricus*

Les *Lactobacillus* sont des cellules à Gram positif, non sporulées, qui se trouvent dans le lait sous forme de chaînes de 3-4 bâtonnets courts (0,5-0,8 x 2,0-9,0  $\mu\text{m}$ ) avec des extrémités arrondies (voir figure Bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus*), avec une catalase négative et des micro aérophiles. En règle générale, 5% de CO<sub>2</sub> favorise leur croissance.

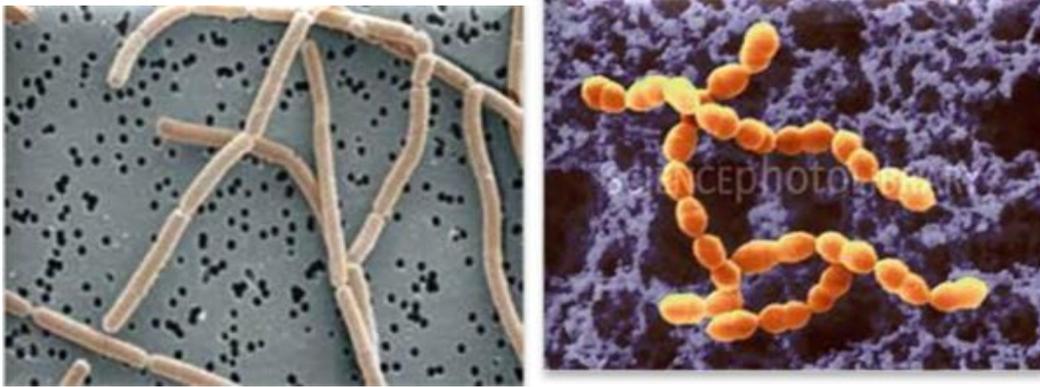
L'une des trois sous-espèces de *L. delbrueckii ssp* est *L. bulgaricus*. Le groupe obligatoirement homofermentaire, Le taux de croissance idéal de *L. bulgaricus* est de 45°C.

Dernièrement, on a effectué une séquence complète des génomes de deux souches de *L. bulgaricus*, à savoir *Lactobacillus bulgaricus* ATCC 11842 et *Lactobacillus bulgaricus* ATCC BAA-365. Le résultat final est l'acide lactique à des concentrations d'environ 18 g/kg de yaourt. La capacité de *Lb. Bulgaricus* à supporter l'acidité est également très différente de celle de *Sc. Thermophilus* (Yildiz, 2016 ; Encyclopedia of Dairy Sciences, 2011).

#### 2. *Streptococcus thermophilus*

*S. thermophilus* fait partie du genre *Streptococcus* (actuellement connu pour compter plus de 40 espèces), On retrouve fréquemment *S. thermophilus* dans la production de nombreux aliments laitiers fermentés essentiels tels que le yaourt et certaines variétés de fromage (Suisse, Brick). Plusieurs activités fonctionnelles sont également réalisées par *S. thermophilus*, comme la production de polysaccharides, de bactériocines et de vitamines extracellulaires. En outre, il possède également un potentiel en tant que probiotique. De nos jours, le génome central comprend 1 271 gènes (Iyer et al., 2010).

Cette bactérie Gram positive est de forme sphérique et a une température de croissance idéale de 37°C. (voir figure Bactéries lactiques : *streptococcus thermophilus*) Toutefois, il existe des températures différentes pour certaines activités métaboliques comme la production de polysaccharides ou la synthèse d'acétaldéhyde. Il cesse de croître à 10°C (Yildiz, 2016).



**Figure 6:** A- *Lactobacillus bulgaricus* b- *streptococcus thermophilus* (Bounar et al., 2022).

### IV. Les fonctions des bactéries du yaourt

#### 1. L'activité acidifiante

LAB est célèbre pour sa capacité à produire divers composés, y compris des acides. Le LAB produit principalement des acides organiques dans les systèmes de fermentation des matières premières. L'acide lactique et l'acide acétique sont les acides principaux produits, en plus d'autres acides qui dépendent de la souche de LAB. La membrane des organismes cibles sera parcourue par ces acides sous leur forme hydrophobe non dissociée, puis ils seront utilisés pour diminuer le pH cytoplasmique et stopper les activités métaboliques. Le pH, le degré de dissociation de l'acide et même l'effet spécifique de la molécule sur les micro-organismes sont d'autres éléments qui jouent un rôle dans l'action conservatrice des acides (Admassie, 2018).

#### 2. L'activité aromatisant

Le rôle crucial du catabolisme des acides aminés réside dans la production de précurseurs pour la biosynthèse des acides aminés et la production d'un grand nombre de composés aromatiques essentiels. *S. thermophilus* possède une aminotransférase d'acide aminé aromatique (araT) dans son génome (Iyer et al., 2010).

La présence de *Lb. Delbrueckii subsp. Bulgaricus* joue un rôle actif dans la formation de l'arôme caractéristique du yaourt, grâce à l'activité de sa thréonine-aldolase, qui entraîne la production d'acétaldéhyde (Zahra et Zahra, 2019).

#### 3. L'activité protéolytique

*Lb. Bulgaricus* peut utiliser le lactose, le fructose, le glucose et dans certaines souches le galactose. Cependant, à la différence de *Sc. thermophilus*, *Lb. Bulgaricus* peut hydrolyser la caséine, notamment la  $\beta$ -caséine, en utilisant une protéinase liée à la paroi pour libérer des

## Chapitre 03 : le yaourt

---

peptides. Toutefois, la peptidase de *Lb. Bulgaricus* est restreinte et il est probable qu'elle repose sur le métabolisme des peptides par *Sc. thermophilus* pour obtenir des acides aminés libres (**Encyclopedia of Dairy Sciences, 2011**).

La performance de *S. thermophilus* est obtenue grâce à l'efficacité de ses capacités biosynthétiques et à la coopération avec d'autres espèces bactériennes qui évoluent en association dans l'environnement laitier, telles que *Lb. Bulgaricus*. Seules une minorité de souches de *S. thermophilus* présenterait des protéinases et semblent être auxotrophes et présenter une affinité pour au moins quatre acides aminés : Glu, Cys, His et Met (**Iyer et al., 2010**).

### V. Fabrication du yaourt

Du point de vue technologique, les procédés de fabrication industriels actuels sont néanmoins homogènes, tous issus de la fabrication du yaourt classique en pot, également appelé « yaourt ferme » ou « yaourt étuvé » (**Bourlioux et al., 2011**).

Les étapes en sont brièvement les suivantes dans la figure 7 :

#### 1. Standardisation du lait

En fabrication de yaourt, le lait doit être standardisé en matières grasses et enrichi en protéines pour réduire cette variabilité et répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques des produits (**Béal et Helinck, 2019**).

On standardise éventuellement sa matière grasse à 2,5 % puis on y ajoute du lait en poudre pour ramener sa matière sèche totale entre 12 et 15 % (**Libouga et al., 2005**).

#### 2. Homogénéisation

Le processus d'homogénéisation consiste à réduire la taille des globules gras en petits morceaux qui sont dispersés uniformément dans le lait. C'est une étape importante de la transformation importante pour les yaourts contenant des matières grasses.

L'homogénéisation empêche la séparation des matières grasses (crémage) pendant la fermentation et le stockage, réduit la séparation du lactosérum, augmente la rétention d'eau, accroît la blancheur et améliore la consistance du yaourt (**Gyawali et Ibrahim, 2016**).

### 3.Traitement thermique

En général, le mélange de yaourt est pasteurisé à 80- 85°C pendant 30 minutes ou à 90-95°C pendant 10 minutes. Au cours de ce processus, les protéines de lactosérum subissent des changements physiques dus au traitement thermique, ce qui affecte la viscosité du yaourt (Gyawali et Ibrahim, 2016).

### 4.Ensemencement et fermentation

Ensemencement consiste à ajouter au lait deux ferments *Sc. thermophilus* et *Lb. Delbrueckii subsp. Bulgaricus* (Bouacida et al., 2022). La fermentation est arrêtée à un pH de 4,6 et une acidité de 80-85°D.

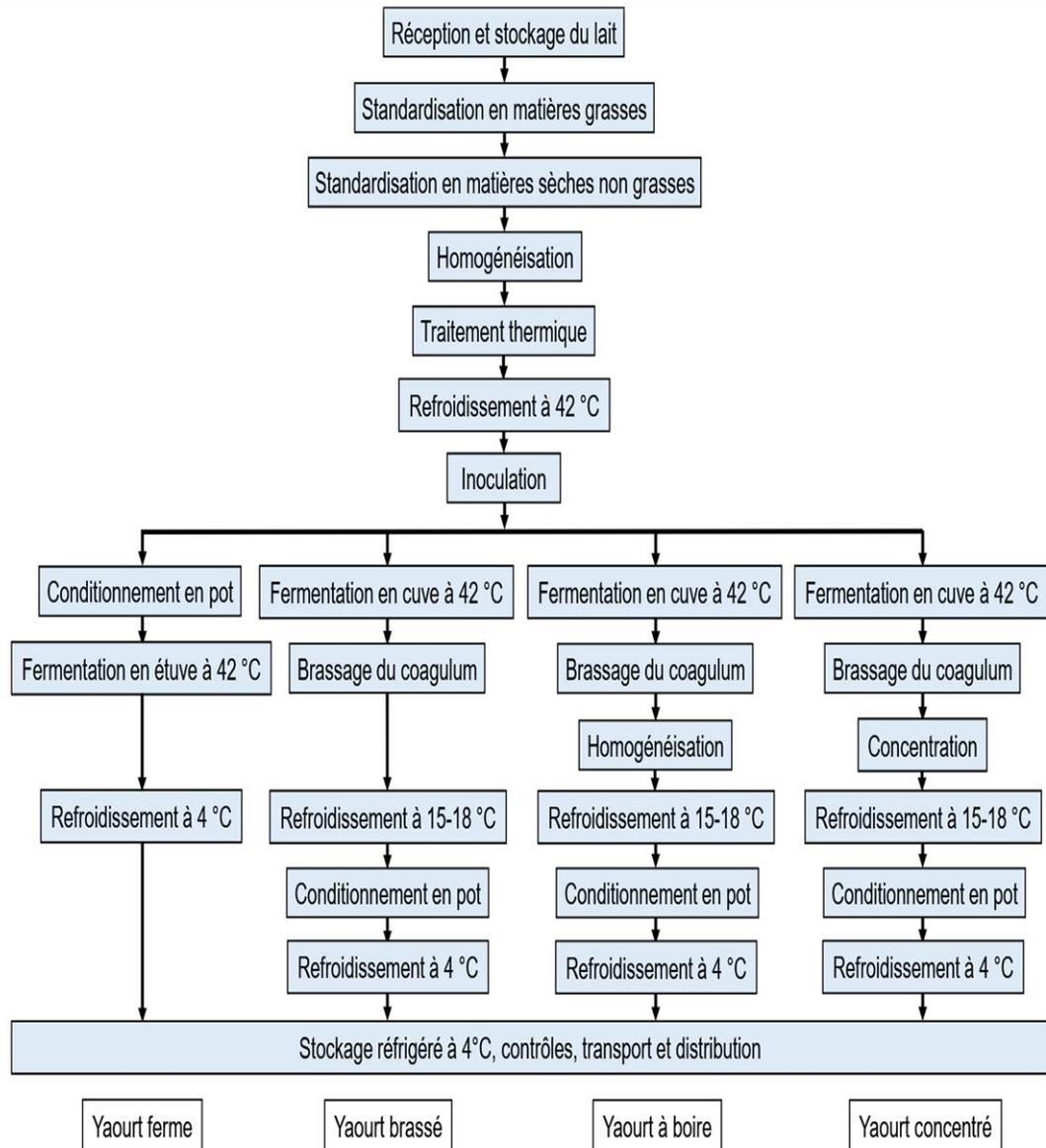
C'est est une étape essentielle dans la fabrication des yaourts qui transforme le lait liquide en un produit épais et acidifié. Elle se fait en 2 à 3h (Bourlioux et al., 2011).

### 5.Refroidissement

Dans certains cas, en production de yaourt ferme Le mélange a été refroidi dans un réfrigérateur pour abaisser la température à 20 °C afin de bloquer la fermentation (Bouacida et al., 2022).

### 6.Conditionnement et stockage

La mise en pot se fait tout de suite pour les yaourts fermes au brassage et au conditionnement pour le yaourt brassé (Libouga et al., 2005), stockage et maintien à 4 °C jusqu'au rayon du distributeur (Bourlioux et al., 2011).



**Figure 7:** Diagramme général de fabrication des principaux types de yaourts et laits fermentés « nature » (Béal et Helinck, 2019).

### VI. Les différents types de yaourts et leur classification

Il existe différents types de yaourts produits dans le monde selon les caractères suivants :

#### 1. Selon la texture

La texture est variable dans le yaourt. Selon la **FAO (1995)** il y a :

**Yaourt ferme** : ou traditionnelle dont la fermentation se fait après conditionnement en pots.

**Yaourt brassé** : la fermentation se fait en cuve, le coagulum obtenu est alors dilacéré et brassé pour être rendu plus ou moins visqueux, puis conditionné en pots.

## Chapitre 03 : le yaourt

---

**Yaourt à boire :** il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson.

### 2.Selon le goût

Il existe différents goûts de yaourts Selon **Chandan (2017)** on a trois types de yaourt :

**Yaourt aromatisé :** les arômes sont ajoutés juste avant de remplir dans des pots. Les additifs sont les fruits et les arômes alimentaires, généralement sous forme de fruits entiers au sirop ou de purée.

**Yaourt à faible teneur en sucre ou sans sucre :** Pour produire des yaourts "light" ou à teneur réduite en sucre ou en calories, on utilise des édulcorants de haute intensité approuvés et non nutritifs.

**Yaourts sucrés :** il est généralement souhaitable d'ajouter un agent sucrant à la base de yaourt le sucre le plus couramment utilisé dans l'industrie est le saccharose, sous forme liquide ou granulée à des taux différents.

### 3.Selon la teneur en matière grasse

La teneur en matière grasse est variable dans le yaourt. Selon la **FAO (1995) :**

**Yaourt entier :** il doit être au minimum égal à 3% de MG.

**Yaourts partiellement écrémés :** moins de 3% de MG.

**Yaourts écrémés :** au maximum 0,5% de MG.

## VII.L'intérêt nutritionnel et thérapeutique des yaourts

### 1.L'intérêt nutritionnel

Les yaourts et les laits fermentés, au même titre que le lait, sont des aliments intéressants d'un point de vue nutritionnel montré dans le tableau 3 (richesse en calcium et en vitamines, équilibre entre les fractions glucidiques, protéiques et lipidiques) (**Béal et Helinck, 2019**).

**Tableau 3: : Composition du yaourt nature (Lecerf, 2016).**

	Nature pour 100g			Sucré aux fruits
	Ecrémé	½ Ecrémé	Entier	
Energie (Kcal)	44	55	76	-15 à +30
Protéines (g)	4,3	3,5	3,9	
Lipides (g)	0,09	1,27	3,31	
Ag saturés (g)	0,05	0,82	2,12	
Glucides (g)	5,5	6,7	7,2	+5 à +6
Calcium (mg)	136	129	136	

### 1.1.Amélioration d'absorption du lactose

La composition du lait est principalement modifiée par le lactose, car les bactéries lactiques convertissent 30% du lactose en galactose et acide lactique.

Les yaourts contiennent des bactéries lactiques vivantes qui favorisent une meilleure absorption du lactose chez les individus qui ne possèdent pas de lactase (**Romain et al., 2008**).

### 2.1.Amélioration de la digestibilité des protéines

Il y a deux fois plus d'acides aminés dans les yaourts que dans le lait non fermenté, et ils sont également plus digestes.

Ces caractéristiques favorisent l'acidification, le traitement thermique et l'activité protéolytique (**Romain et al., 2008**).

### 3.1.Amélioration de la digestibilité des matières grasses

Dans les yaourts, l'augmentation de la teneur en acides gras libres, il y a une diminution d'activité lipolytique des bactéries lactiques (**Romain et al., 2008**).

### 2.Intérêt thérapeutique

Le yaourt soutient la fonction de barrière intestinale et modifie le pH du contenu intestinal (**Rizzoli et Biver, 2017**) et entraîne une augmentation de la diversité du microbiote, des bactéries produisant de l'acide lactique (**Lecerf, 2020**).

La consommation de 80 g de yaourt par jour réduit de 14% le risque relatif au diabète de type II (**Anne Fernandez et al., 2017**).

## Chapitre 03 : le yaourt

---

Les produits laitiers pourraient prévenir le développement du Syndrome métabolique et une consommation excessive de yaourt, qu'il soit faible ou riche en matières grasses, était liée à une diminution du risque de Syndrome métabolique chez ces personnes présentant un risque élevé de maladie cardiaque. Yaourt qui préserve des maladies cardiovasculaires telles que les cardiopathies ischémiques, l'hypertension et d'autres problèmes. Les individus qui consomment plus de cinq portions de produits laitiers par semaine (y compris le yaourt) ont obtenu des résultats plus élevés en termes de santé cardiovasculaire et de santé mentale. **(Dugan et Fernandez, 2017)** et la réduction du cholestérol a été livrée **(Aswal et al., 2012)**.

Yaourt possède des effets immun stimulateurs contre des maladies telles que le cancer, les infections, Il améliore la réponse immunitaire, ce qui à son tour augmenterait la résistance aux maladies d'origine immunitaire **(Aswal et al., 2012)**.

---

**PARTIE**

**EXPÉRIMENTALE**

---

## Partie expérimentale

---

### I.Objectif

Le but de ce travail consiste à la production d'un aliment fonctionnel à base d'un yaourt enrichi en caroube et sésame, bénéfique pour la santé et d'analyser ses propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles.

Ce travail expérimental a été réalisé au niveau de laboratoire d'institut des sciences et techniques appliquées **ISTA** Tlemcen et dans les laboratoires de l'entreprise **-GIPLAIT - Mansourah -Tlemcen.**

### II.Matière première

#### 1.Préparation des matériels végétaux

##### 1.1.Préparation de farine de caroube

Les fruits de caroube ont été nettoyées, lavées pour éliminer la poussière, séchées à l'air, broyées à l'aide d'un mortier partiellement afin de s'isoler les graines de caroube et nous terminons le broyage à l'aide d'un broyeur à graines et stockées dans un bocal en verre (Fig 8).



**Figure 8:**(A) photographie des fruites de caroubes:(B) photographie de farine de caroube après le broyage (**Originale, 2024**).

##### 2.1.Préparation de farine de sésame brune

Les graines de sésame brun ont été nettoyées, lavées pour éliminer la poussière, séchées à l'air, grillées, broyées à l'aide de machine et stockées dans un bocal en verre (Fig 9).



**Figure 9:** (C) photographie des graines de sésame :(D) photographie de farine de sésame après le broyage (Originale, 2024).

### 2.Lait

Afin de réaliser cette étude, on doit utiliser 10 L de lait de vache entier pasteurisé de la marque : **BIO TLD** (Fig 10) Min de 28 g/l de matière grasse, pour la production de notre produit.



**Figure 10:** lait de vache entier pasteurisé (Originale, 2024).

### 3.Les ferments lactiques

Les ferments lactiques pourraient composer de deux espèces : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, Les ferments utilisés sont des cultures lactiques lyophilisées, mélange de deux types de la marque : **CHR Hansen : YF -L812 et YF-L903** (Fig 11).



**Figure 11:** Les ferments lactiques lyophilisés (Originale, 2024).

### III. Les étapes de fabrication du yaourt

4 types de yaourt (A, B, C, D) ont été préparés :

**A** : nature, sans additifs (témoin)

**B** : farine de caroube

**C** : farine de sésame

**D** : farine de caroube et sésame

La fabrication du yaourt a été effectuée selon le Protocole de préparation suivant (figure 17) :

#### 1. Chauffages de lait

Faire chauffer 10 L de lait de vache entier pasteurisé (Fig 12) et le laisser tiédir jusqu'à environ 44 - 46 °C. Pour favoriser la croissance des bactéries lactiques.



**Figure 12:** Chauffages de lait (Originale, 2024).

## Partie expérimentale

### 2.Ensemencement des ferments

Ensemencé 1.4g des ferments lactiques poudre et mélanger pendant 15 min minimum.

### 3.Incorporation de farine de caroube et de sésame

Après homogénéisation, le lait est ensuite réparti dans quatre béchers de 2,5 litres, il convient d'ajouter de la farine de caroube et de sésame selon les types de yaourts à préparer le (tableau 4) :

**Tableau 4:** Préparation de différentes gammes des yaourts (nature et ajouté de différentes concentrations des farine « caroube et sésame »).

Échantillon	Application	Composition	Taux incorporation des levains	Taux incorporation des farines
A (100g)	Yaourt nature sans farine (témoin)	0 % saccharose	1,4g	0g
B (100g)	Yaourt au caroube	0% saccharose + farine de caroube	1,4g	2,5 g
C (100g)	Yaourt au sésame	0% saccharose + farine de sésame	1,4g	2,5 g
D (100g)	Yaourt au caroube et sésame	0 % saccharose +farine de caroube+ farine de sésame	1,4g	1,25 g pour chaque farine



**Figure 13:** les différents types des yaourts après incorporation de farine de caroube et de sésame (Originale, 2024).

### 4. Conditionnement

Le mélange est réparti dans 100 pots stériles de 100ml.



**Figure 14:** Répartition et conditionnement des différents types des yaourts dans les pots (Originale, 2024).

### 5. Incubation

Incubation des yaourts à 44°C pendant 4 heures jusqu'à avoir 70°D.



**Figure 15:** Incubation des yaourts (Originale, 2024).

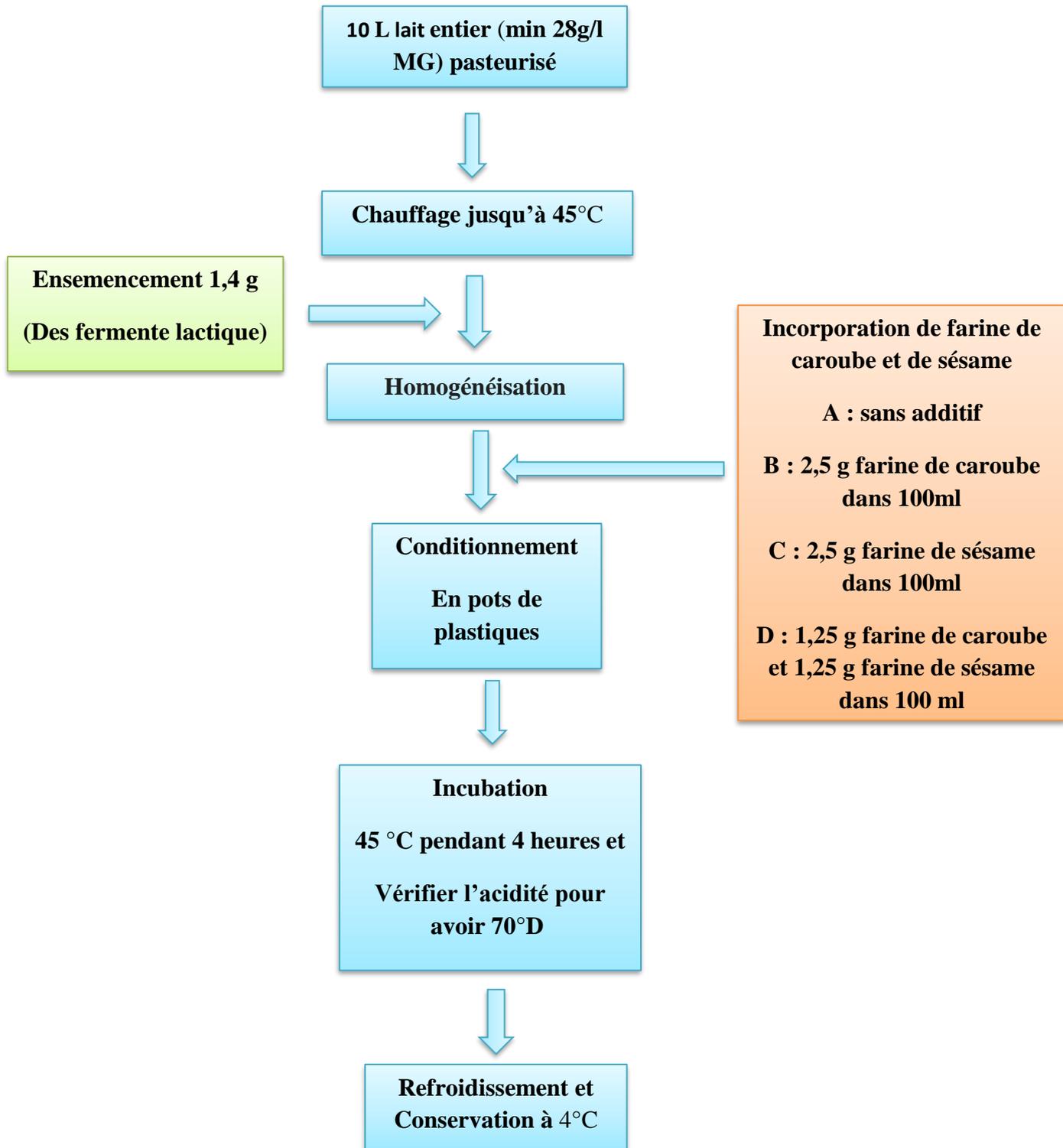
### 6. Refroidissement et Conservation

On place immédiatement les yaourts étuvés au réfrigérateur à une température de 4°C et on les conserve à cette température pendant toute la durée de l'expérimentation.



**Figure 16:** Refroidissement et conservation des yaourts après étuvage (Originale, 2024).

## Partie expérimentale



**Figure 17:** Diagramme de préparation du yaourt étuvé enrichi par déférente incorporation de farine de caroube et de sésame (laboratoire ISTA Tlemcen.,2024).

### IV. Les analyses physicochimiques

#### 1. Détermination de pH

##### ➤ Principe

Le concept reposait sur la mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence réunies dans un système d'électrodes combinées. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre type (**Consort Multiparameter Analyser C 3010**). Une fois que la température a été réglée à  $20 \pm 0,2^\circ\text{C}$ , on a plongé l'électrode du pH-mètre dans 10 g de yaourt (Fig 18). Le pH-mètre affiche directement la valeur du pH (**Benchikh et al., 2020**).

En Algérie, Chaque yaourt présentait des valeurs de pH entre 4 et 4,5 (**Kahlouche et al., 2022**).



**Figure 18:** Détermination de pH des différents types des yaourts (**Originale., 2024**).

#### 2. Détermination de l'acidité dornic

##### ➤ Principe

Cette analyse a pour but de doser l'acide lactique du yaourt après avoir titré une partie du yaourt avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH) (Annex I), en présence d'un indicateur de couleur (phénolphtaléine), l'acidité décrite au degré Dornic ( $D^\circ$ ) a été mesurée (**Benmeziane et al., 2023**).

Le yaourt devrait avoir une acidité comprise entre (85 et 101  $D^\circ$ ) (**Joseph ,1967**).



**Figure 19:** Détermination de l'acidité dornic des différents types de yaourts (Originale., 2024).

### ➤ Expression des résultats

Les résultats de l'acidité sont exprimés en degré Dornic selon la formule suivante :

$$D^{\circ} = 10.V$$

- **D°** : L'acidité en degré Dornic.
- **V** : Le volume de la soude NaOH nécessaire pour doser le yaourt (ml).

### 3. Détermination de la teneur en matière grasse

#### ➤ Principe

L'évaluation de la matière grasse selon la méthode acido-butyrique de Gerber (Kahlouche et al., 2022).

Teneur minimale en matière grasse laitière dans le yaourt 3,0% m/m, si Yogourt partiellement écrémé la teneur en matière grasse laitière moins de 3,0% m/m et plus de 0,5% m/m (FAO, 1975).



**Figure 20:** Mesure de la teneur en matière grasse des yaourts (Originale., 2024).

### ➤ Mode opératoire

Prendre 12,5g de yaourt et complété jusqu'à 50ml avec l'eau distillée et dans un tube butyromètre mélanger 10 ml de l'acide sulfurique avec 11 ml de yaourt dilué et 1 ml d'alcool iso-amylque après homogénéisé le mélange et posée dans une centrifugeuse (Fig 20) type (**Funke Gerber**) a une vitesse de 1200 tours/min pendant une durée de 5 minutes permet de séparer la phase grasse de la phase liquide.

### ➤ Expression des résultats

La teneur en matière grasse est exprimée selon la formule suivante :

$$T=B-A$$

- **A** : lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.
- **B** : lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

## 4.Mesure de l'extrait sec totale (EST)

### ➤ Principe

L'évaporation des échantillons étudiés permet de déterminer la matière sèche en utilisant l'incubateur. La quantité de (EST) correspond à la proportion du contenu anhydre de l'aliment, obtenue après dessiccation à une température de 106°C pendant 3heures (Fig 21).

La teneur minimale de yaourt en matière sèche laitière non grasse 8,2% m/m (FAO, 1975).

## Partie expérimentale

### ➤ Mode opératoire

Mesuré la masse des boites vides dans la balance après mesuré 3g de chaque type du yaourt dans les boites vides après dessiccation on doit mesurer la masse finale des boites contenant des yaourts déshydratés.

### ➤ Expression des résultats

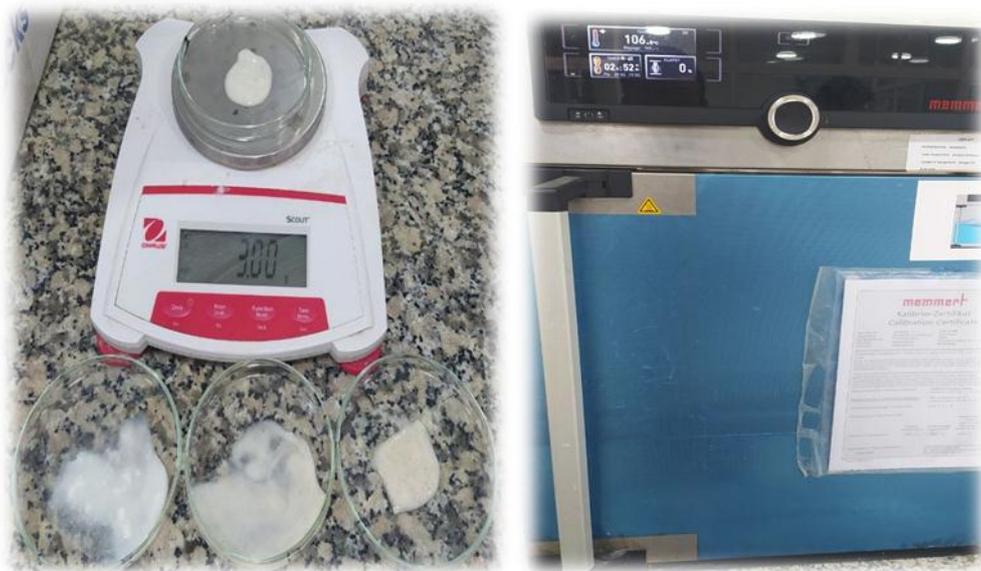
La calcule selon la formule suivante :

$$\text{Extrait sec total \%} = (M2-M0/M1) \times 100$$

**M0** : Masse en gramme de la capsule et de ses accessoires.

**M1** : Masse en gramme de la prise d'essai.

**M2** : Masse en gramme de la capsule avec la prise d'essai après dessiccation.



**Figure 21:** Mesure de l'extrait sec totale des yaourts (Originale., 2024).

### V. Les analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont été effectuées au laboratoire microbiologique de l'entreprise **Giplait-Mansourah - Tlemcen**. Les analyses effectuées dans cette étude ont porté sur la flore lactique (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*) et la flore pathogènes (la flore totale, les coliformes totaux et fécaux, *Entéro bactéries*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* et les levures et les moisissures).

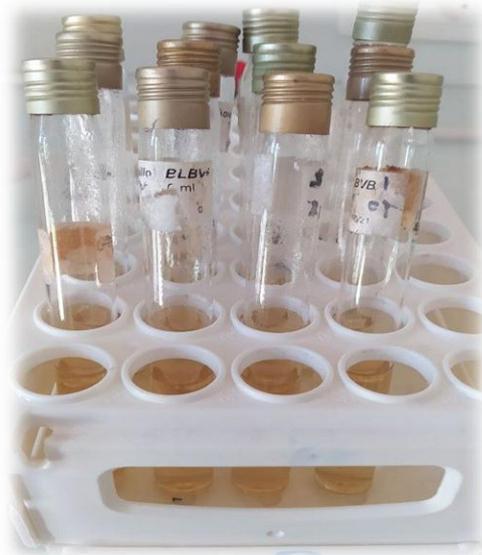
## Partie expérimentale

### 1. Préparation de l'échantillon pour analyse

Avant d'ouvrir le pot de yaourt préparé, et afin d'éliminer toute source de contamination, prendre soin de nettoyer soigneusement la surface extérieure du récipient autour de la zone d'où sera prélevé l'échantillon. Le nettoyage peut être effectué avec de l'eau de javel ou l'alcool, afin d'éviter toute contamination supplémentaire, ouvrir le pot aseptiquement (JORA., 2004).

### 2. Préparation des dilutions décimales

La dilution décimale est préparée afin de diminuer le nombre de micro-organismes par unité de volume, ce qui facilite l'analyse microbiologique. On prélève pour l'essai un volume de 1 ml de yaourt bien homogénéisé à l'aide d'une pipette stérile et on l'ajoute à 9 ml de diluant (Solution de Ringer 1/4). On agite cette dilution primaire pour obtenir la dilution 10<sup>-1</sup>. La méthode de dilution décimale est utilisée pour préparer les dilutions suivantes jusqu'à 10<sup>-3</sup> (Fig 22) pour chaque échantillon de yaourt (A, B, C et D) (JORA., 2004).



**Figure 22:** Les dilutions préparées pour le dénombrement (Originale, 2024).

### 3. Dénombrement de la flore lactique du yaourt

#### 1.3. *Streptococcus thermophilus*

Le comptage de cette bactérie se fait sur le milieu M17 (Sengupta et al., 2023), la technique est la suivante :

## Partie expérimentale

---

- Inoculer 1ml des dilutions 10<sup>-3</sup> dans les boites de Pétri.
- Couler par la gélose qui refroidi à 44°C-47°C.
- Bien homogénéiser et laisser solidifier.
- Mis les boîtes de Pétri dans l'étuve à 42°C pendant 48h.

### 2.3. *Lactobacillus bulgaricus*

Le dénombrement de cette bactérie se fait sur le milieu MRS et l'incubation se fait à 42°C pendant 48h-72h (Sengupta et al., 2023).

Pour l'ensemencement sont les mêmes étapes du *Sc. thermophilus*.

## 4. Recherche de La flore pathogène dans le yaourt

### 1.4. *Staphylococcus aureus*

- Couler les boites de Pétri par Baird Parker et le laisser solidifier.
- À l'aide d'une micropipette prélève 100µl de la dilution 10<sup>-1</sup>.
- Ensemencer le prélèvement sur la gélose à l'aide d'un râteau.
- Mettre à l'étuve les boites de Pétri pendant 24h à 37°C.

### 2.4. La flore totale

Pour la recherche de ces germes, on a suivi les étapes suivantes :

- Inoculer 1ml des dilutions 10<sup>-3</sup> dans les boites de Pétri.
- Couler par la gélose PCA qui refroidi à 44°C-47°C.
- Bien homogénéiser et laisser solidifier.
- Mis les boîtes de Pétri dans l'étuve à 37°C pendant 48h.

### 3.4. *Salmonelles*

La recherche des *Salmonelles* se fait sur la gélose SS, la technique est la suivante :

- Refroidir le milieu à 45°C et couler en boîtes de Petri.
- À l'aide d'une micropipette prélève 100µl de la dilution 10<sup>-1</sup>.
- Ensemencer en stries le prélèvement sur la gélose SS à l'aide d'un pipete de pasteur.
- Incuber 24 à 48 heures à 37°C.

## Partie expérimentale

---

### 4.4. Levures et moisissures

La recherche des *levures et moisissures* se fait sur la gélose OGA, la technique est la suivante :

- Inoculer 1ml des dilutions 10<sup>-3</sup> dans les boîtes de Pétri.
- Couler par la gélose qui refroidi à 44°C-47°C.
- Bien homogénéiser et laisser solidifier.
- Mis les boîtes de Pétri dans l'étuve à 25°C pendant 5jour.

### 5.4. Coliformes et Entéro bactéries

La recherche des coliformes se fait sur le milieu VRBL et les *Entéro bactéries* sur le milieu VRBG, la technique est la suivante :

- Inoculer 1ml de la dilution 10<sup>-1</sup> dans les boîtes de Pétri.
- Couler par la gélose qu'elle est refroidie à 44°C -47°C.
- Bien homogénéiser et le laisser solidifier.
- Couler une seconde couche de cette gélose et lisser solidifier.
- Mettre à l'étuve les boîtes de Pétri à 37°C pour les coliformes totaux, à 44°C pour les coliformes thermotolérants pendant 24h et à 37°C pour les Entéro bactéries pendant 24h.

## VI. Les analyses sensorielles

16 personnes ont participé à l'étude organoleptique (âge compris entre 18 et 60 ans) appartenant à la « ISTA » ont été choisis en fonction de leur motivation à participer au test de dégustation. Chaque yaourt est présenté dans des pots et codé avec une lettre (A, B, C ou D) pour chaque produit l'anonymat. On demande à chaque sujet de remplir une fiche d'analyse sensorielle (Annex VI), contenant toutes les informations relatives aux paramètres de dégustation.

Les propriétés organoleptiques sont essentiellement : **(Benmeziane et al., 2023)**

- ✓ La saveur (acidité, goût) révélée par le goût.
- ✓ La texture révélée par le toucher.
- ✓ Odeur (arôme) révélée par l'odeur.

Les conditions de dégustation :

- ✓ Le test de dégustation réalisé est basé sur une fiche de dégustation.

## Partie expérimentale

- ✓ Le panel de goûteurs était composé de 16 personnes. Ils ne doivent ni fumer avant et pendant la dégustation, ni consommer des aliments à gout fort (boissons gazeuses).
- ✓ Les tests sensoriels ont été réalisés après confirmation de la sécurité microbiologique des échantillons de yaourt.

Une échelle d'intensité entre 1 et 5 a été choisie, 1 étant l'expression la plus faible et 5 l'expression la plus forte.



**Figure 23:** photographie de teste de dégustation (Originale., 2024).

### VII. Traitements statistiques

Les données obtenues des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles ont été évaluées statistiquement par le test de variance (ANOVA), alors qu'un seuil statistiquement significatif  $P < 0.05$ .

---

# **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

---

## Résultats et discussion

### I. Présentation des yaourts obtenus

Une fois incubés, nous avons obtenu des yaourts fermes bicouches (Fig 24) qui présentent des caractéristiques similaires à celles d'un bon yaourt :

- Au départ, les yaourts sont plutôt épais, d'un bon texteur.
- Une fois agités, ils se transforment en un produit semi-solide très visqueux, assez homogène, non transparent et brillant.
- L'odeur et la couleur (marron et brun) sont propres au produit correspondant.
- La saveur des yaourts est son sucre, peu acide, douce et caractéristique du produit.



**Figure 24:** photographier des Présentations des yaourts obtenus après incubation (Originale., 2024).



**Figure 25:** photographier des Présentations des yaourts obtenus après agitation (Originale., 2024).

## Résultats et discussion

### II. Les résultats d'analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus des différents yaourts obtenus sont représentés dans le tableau 5 :

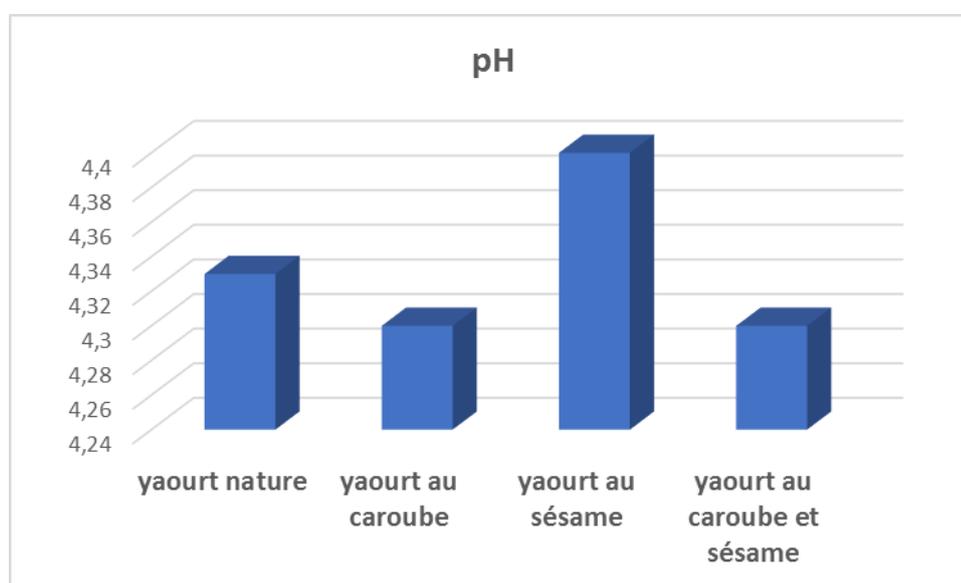
**Tableau 5:** Résultats des analyses physico-chimiques des différents yaourts (nature et aux farines de sésame et caroube).

Échantillon Paramètres physicochimiques	Quantité de farine de sésame et Caroube ajoutés	A : Yaourt naturel (témoin)	B : Yaourt aux farines de caroube	C : Yaourt aux farines de sésame	D : Yaourt aux farines de caroube et sésame (mélange)	NORME
pH	0% témoin (0g/100ml)	4,33	/	/	/	Entre 4 et 4,5
	2,5% (2,5g/100ml)	/	4,30	4,40	/	
	1,25% (1,25g/100ml)	/	/	/	4,30	
Acidité (°D)	0% témoin (0g/100ml)	73	/	/	/	Minimum 70D° (JORA.,2021)
	2,5% (2,5g/100ml)	/	86	80	/	
	1,25% (1,25g/100ml)	/	/	/	83	
Matière grasse (% masse/masse)	0% témoin (0g/100ml)	3	/	/	/	Supérieure ou égale à 3 % (JORA., 2021)
	2,5% (2,5g/100ml)	/	3	10	/	
	1,25% (1,25g/100ml)	/	/	/	5	

## Résultats et discussion

Extrait sec total (% masse/masse)	0% témoin (0g/100ml)	9,57	/	/	/	Supérieure ou égale à 8,2 % (JORA., 2021)
	2,5% (2,5g/100ml)	/	10,06	9,63	/	
	1,25% (1,25g/100ml)	/	/	/	9,97	

### 1.pH



**Figure 26:** Histogramme de changements de pH pour différents types des yaourt fabriqués.

Le pH joue un rôle essentiel dans la technologie de production du yaourt, car il influence considérablement dans les caractéristiques du produit, les 04 types du yaourt présentes des valeurs entre 4,30 et 4,40 (Fig 26) qui ce sont compatible par la norme islandaise [4-4,5]. La réglementation concernant le pH final des yaourts varie d'un pays à l'autre. De nombreux pays mesurent directement l'acidité du yaourt en utilisant le pH final (pH < 4,6 pour l'Espagne, en Algérie [4 - 4,5], en République Démocratique du Congo comprises entre 4,3 et 5,5 et entre [3,96 - 4,9] sur des laits fermentés artisanaux commercialisés au Sénégal). Tous les résultats sont en accord avec les normes déjà mentionnées par (Kahlouche et al., 2022 ; Kasamba et al., 2019).

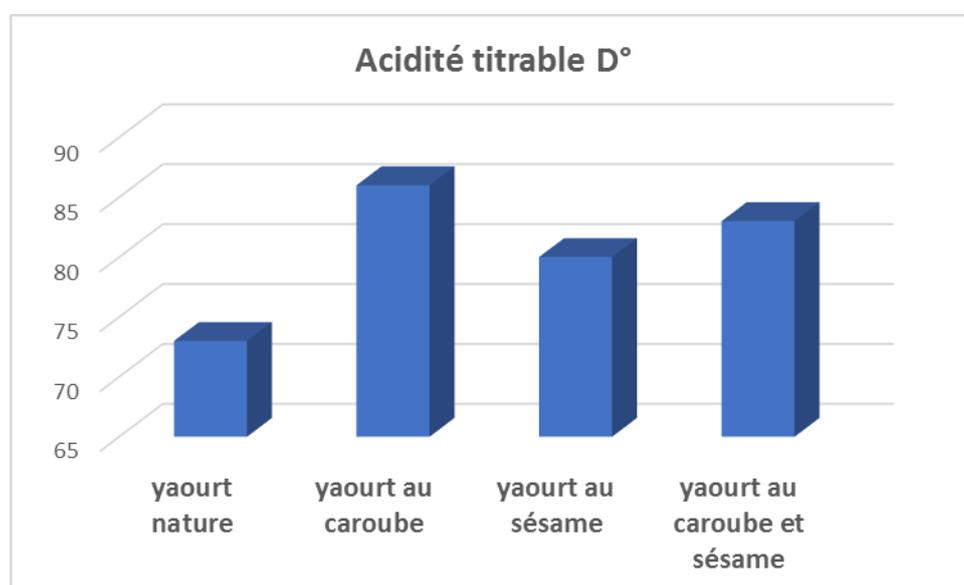
Une légère diminution de pH a été observée dans les deux yaourts contenant de la caroube Selon Öncel et Ozdemir (2023), il a été a conclu que l'utilisation de caroube de 0,25% à 0,75% est

## Résultats et discussion

approprié et elle est s'accompagne d'une légère diminution de la valeur de pH. Il a également un effet améliorant sur les propriétés physicochimiques du yaourt ; Ceci est cohérent avec la valeur utilisée dans la partie expérimentale.

Ensuite, Nous avons également enregistré dans la courbe une valeur de pH dans le yaourt au sésame qui est inférieure à la valeur d'acidité du yaourt nature, et elle se situe dans la même valeur 4.4-4.5 enregistrées par **Gharehcheshmeh et al. (2021)**, to Cela peut être dû à la teneur élevée en acide polyinsaturé (acide linoléique), C'est parce que la quantité et les types d'acides gras affectent les caractéristiques du yaourt en particulier son pH.

### 2. Acidité Dornic



**Figure 27:** Histogramme de changements d'Acidité titrable D° pour différents types des yaourt fabriqués.

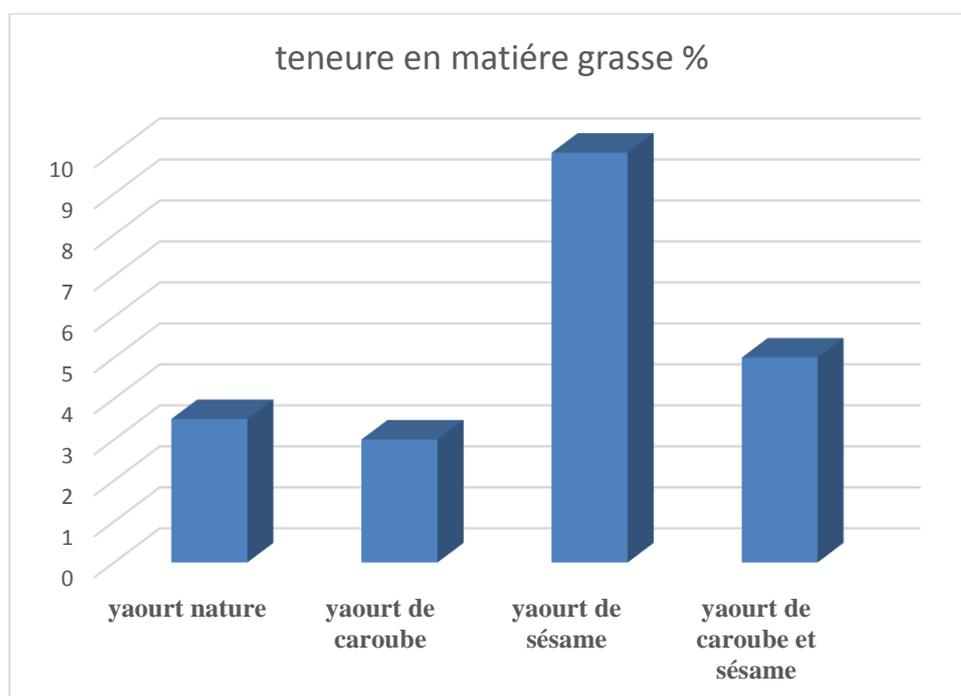
La mesure de l'acidité Dornic est un indicateur de l'activité métabolique bactérienne dans les produits laitiers fermentés (**Radia et al., 2020**), généralement, les types de yaourt fabriqués ont une acidité variant de 73 à 86°D (Fig 27), ce qui est en accord avec les normes algérienne minimum 70D° (**JORA., 2021**).

On remarque une augmentation acceptable de l'acidité de chacun des trois types de yaourt par rapport au yaourt nature qui ne contient aucun additif, selon **Radia et al. (2020)** augmentation de l'acidité titrable de yaourt de sésame indiquant que les micro-organismes étaient plus actifs en présence de graines de sésame. Le sésame contient de nombreux glucides qui utilisent des bactéries lactiques des protéines de lait (source d'azote) et des glucides à partir de graines de sésame (source de carbone).

## Résultats et discussion

L'augmentation de l'acidité du yaourt à la caroube selon **Radia et al. (2022)** est due à : la grande compatibilité de la croissance microbienne simultanément avec le comportement de la communauté microbienne, caractérisée par l'activité des bactéries lactiques et cette augmentation lors de l'ajout de la caroube. En outre, Cela est dû à l'effet des composés phénoliques et au pourcentage élevé de fibres alimentaires contenues dans la caroube sur les propriétés physiques du yaourt selon **Öncel et Ozdemir (2023)**.

### 3.Matière grasse



**Figure 28:** : Histogramme de changements de teneur en matière grasse pour les différents types des yaourts fabriqués.

Le pourcentage de matières grasses dans les quatre types de yaourts varie de 3 à 10 % (Fig 28), ce qui est conforme à la valeur fixée précédemment par **JORA (2021)** Supérieure ou égale à 3 % m/m. Elle correspond également à la valeur spécifiée par **FAO (1975)** Teneur minimale en matière grasse laitière 3,0% m/m.

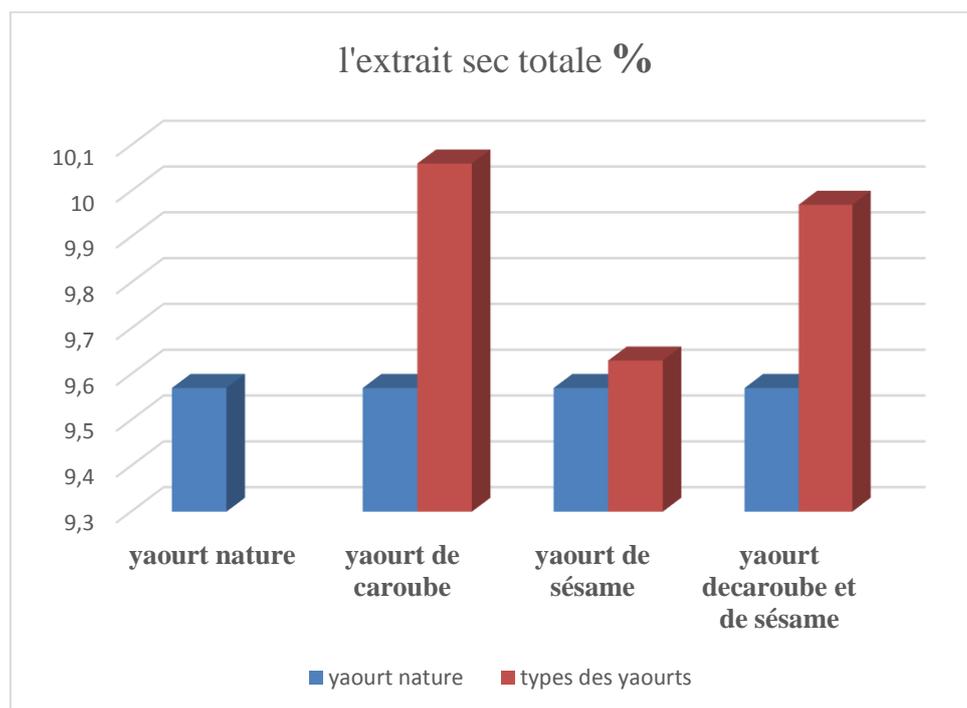
Les valeurs enregistrées pour le yaourt nature et le yaourt à la caroube en termes de pourcentage de teneur en matière grasse sont conformes à la valeur enregistrée par **Tamime et Robinson (2007)**, estimée à 3 % pour le yaourt nature entier, alors que tous le yaourt au sésame et le yaourt à la caroube et au sésame dépassent cette valeur, et ce pour les raisons suivantes : La teneur en matière grasse dans le yaourt de caroube pas augmente parce que la caroube est

## Résultats et discussion

naturellement riche en fibres et minéraux et antioxydants, et il contient un faible pourcentage, quasiment inexistant des lipides 0.84 % (Radia et al., 2022).

Le niveau élevé de matière grasse dans les deux types de yaourts contenant du sésame est dû au fait que le sésame contient une grande quantité des lipides et en est riche Ceci explique l'augmentation de la quantité de matière grasse dans le yaourt selon Mostashari (2024).

### 4.Extrait sec total



**Figure 29:** Histogramme de changements de l'extrait sec totale pour les différents types des yaourt fabriqués par rapport au yaourt nature.

Généralement, les types de yaourt fabriqués ont un extrait sec total variant de 9,57 % à 10,6 % (Fig 29), ce qui est en accord avec les normes algérienne 8,2% (JORA., 2021). Et avec les normes (FAO., 1975). On remarque une augmentation de l'EST, par rapport au yaourt nature 0 % doué aux taux différents d'incorporation des farines de caroube et de sésame 2,5% et 1,25%.

Lors de l'ajout de poudre de caroube et de sésame, la quantité totale de matière sèche augmente selon les types auxquels elle a été ajoutée, sont en accorde para porte à ce qu'il enregistré par Bousouek et al. (2023), Le yaourt au lait de vache présente un certain pourcentage de matière sèche et lorsque l'on y ajoute de l'avoine, le pourcentage EST du yaourt augmente.

## Résultats et discussion

### III. Résultats d'analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées selon le protocole du Journal Officiel de la République Algérienne N°35 ,1998 et 2017, sur les quatre essais du yaourt fabriqués sont rapportés dans le tableau 6 :

**Tableau 6:** Résultats des analyses microbiologiques des différents yaourts (nature et aux farines de sésame et caroube).

Germes recherchés	Type de produit	Résultats (ufc/ml de yaourt)	Norme (JORA)
<i>Coliformes totaux</i>	A	Abs	3.10 <sup>4</sup> ufc/ml
	B	Abs	
	C	Abs	
	D	Abs	
<i>Coliformes fécaux</i>	A	Abs	30 ufc/ml
	B	Abs	
	C	Abs	
	D	Abs	
<i>Enterobacteriaceae</i>	A	Abs	10 <sup>2</sup> ufc/ml
	B	Abs	
	C	Abs	
	D	Abs	
<i>Staphylococcus aureus</i>	A	Abs	3.10 <sup>2</sup> ufc/ml
	B	Abs	
	C	Abs	
	D	Abs	
<i>Salmonella</i>	A	Abs	Absence in 25 g
	B	Abs	
	C	Abs	
	D	Abs	
<i>levures et moisissures</i>	A	Abs	<10 <sup>2</sup> ufc /ml
	B	Abs	
	C	Abs	
	D	Abs	
<i>La flore totale</i>	A	Abs	3.10 <sup>4</sup> ufc /ml
	B	Abs	
	C	Abs	
	D	Abs	
<i>Streptococcus thermophilus</i>	A	276. 103	/
	B	276. 103	
	C	276. 103	
	D	276. 103	
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	A	84.103	/
	B	84.103	
	C	84.103	
	D	84.103	

A : yaourt nature ; B : yaourt aux caroubes ; C : yaourt aux sésames ; D : yaourt aux caroubes +sésame. J.O.R.A : Journal Officiel de République Algérienne. ABS : absence

## Résultats et discussion

---

Au cours de la conservation, on a mesuré la flore lactique du yaourt à une température de stockage de 4°C. La flore lactique présente une même charge dans les échantillons étudiés. Au premier jour, on a observé une valeur maximale de 276.103 UFC/ml pour *Sc. thermophilus* et 84.103 UFC/ml pour *Lb. Bulgaricus*.

Le nombre de *Sc. Thermophilus* est supérieur à celui des *Lb. Bulgaricus* Cette variation parce que *Les streptocoques* se multiplient plus rapidement et sont moins acidifiants que les *lactobacilles* (Bouchibane et al., 2022).

Les résultats témoignent de l'absence totale des *coliformes totaux*, *fécaux* et de *la flore total* (FT), qui sont des indicateurs sanitaires, dévoilant le bon état microbiologique des produits et des matières premières utilisées.

Il en est de même pour les autres germes pathogènes recherchés du genre : *Entérobactéries*, *Salmonelles* et *Staphylococcus aureus*, qui peuvent altérer les yaourts et causer des toxiinfections alimentaires pour les consommateurs.

L'absence des *levures* et des *moisissures* pour les quatre types de yaourt fabriqué a été aussi constatée. Une éventuelle présence de ces dernières pouvait engendrer des altérations graves des aliments qui les rendent impropres à la consommation (Kahlouche et al., 2022).

Cette qualité hygiénique est assurée grâce au bon respect des règles d'hygiène lors de la manipulation, et le respect des normes de transformation et de conservation des produits. (Kahlouche et al., 2022).

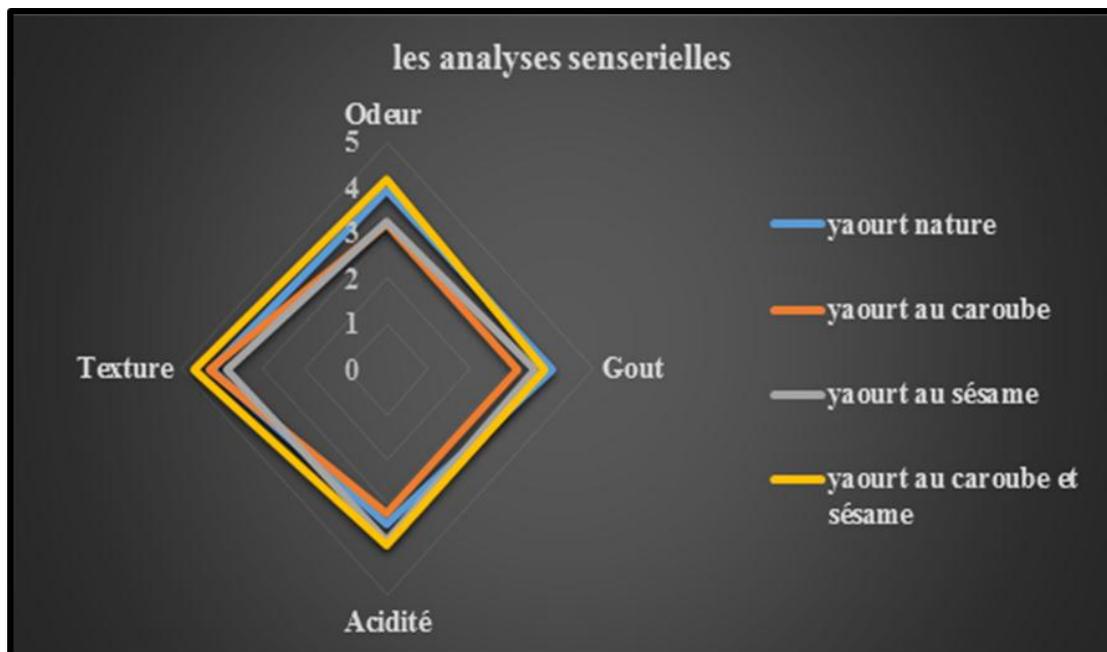
### IV.Résultats de l'analyse sensorielle

Afin d'évaluer le yaourt par les consommateurs (n=16), une analyse hédonique a été réalisée sur ce produit. Les résultats sont présentés dans le tableau 7, qui donne la moyenne des valeurs des différentes propriétés organoleptiques des yaourts obtenus.

## Résultats et discussion

**Tableau 7:** Moyennes des caractères organoleptiques des yaourts aux faine de caroube et sésame.

Caractéristiques	Odeur	Gout	Acidité	Texture
<b>Yaourt</b>				
<b>Yaourt nature</b>	3,9375± 1,481	4± 1,316	3,4375± 1,209	4,25± 0,683
<b>Yaourt aux caroubes</b>	3,1875± 1,223	3,1875± 1,093	3,1875± 1,314	4,3125± 0,793
<b>Yaourt au sésame</b>	3,25± 1,732	3,5625± 1,152	3,8125± 0,910	3,875± 1,204
<b>Yaourt aux caroubes + sésame</b>	4,1875± 1,108	4,125± 1,204	3,875± 0,806	4,6875± 0,478



**Figure 30:** Radar montre évaluation sensorielle des quatre types des yaourts.

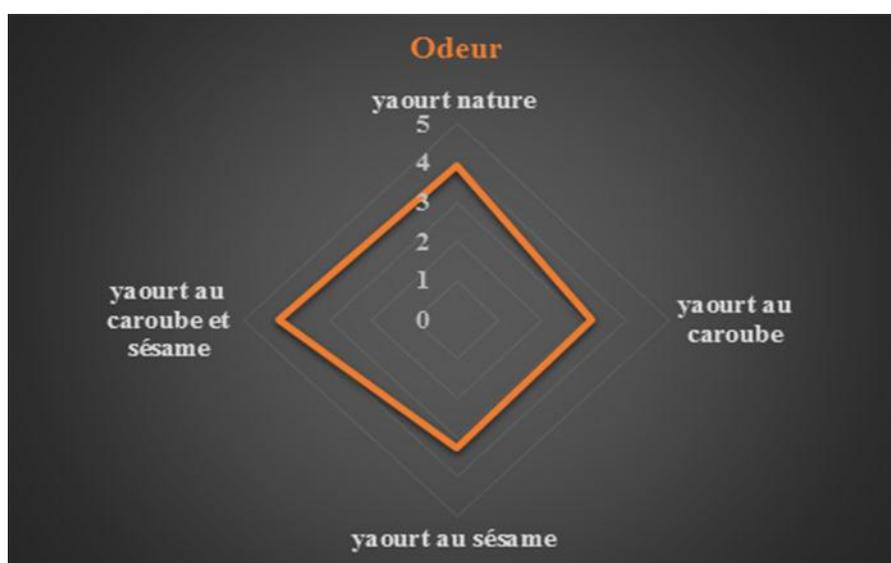
## Résultats et discussion

### 1.Odeur

Selon les résultats obtenus (Fig 31), il est évident que le yaourt à base de farine de caroube et de sésame a été apprécié et a obtenu des notes assez élevées des dégustateurs. Cela s'explique par l'équilibre parfait entre les deux composés, la farine de caroube et le sésame (**Cylia et Khalloudja.,2020**).

L'ajout d'huile de sésame augmente l'acceptabilité des propriétés sensorielles d'odeur a mentionné par **Gharehcheshmeh et al. (2021)**.

Alors que les autres types de yaourts a été jugé moins bonne par rapport aux doses plus élevés.



**Figure 31:** Variation d'odeur des quatre types des yaourts fabriqués.

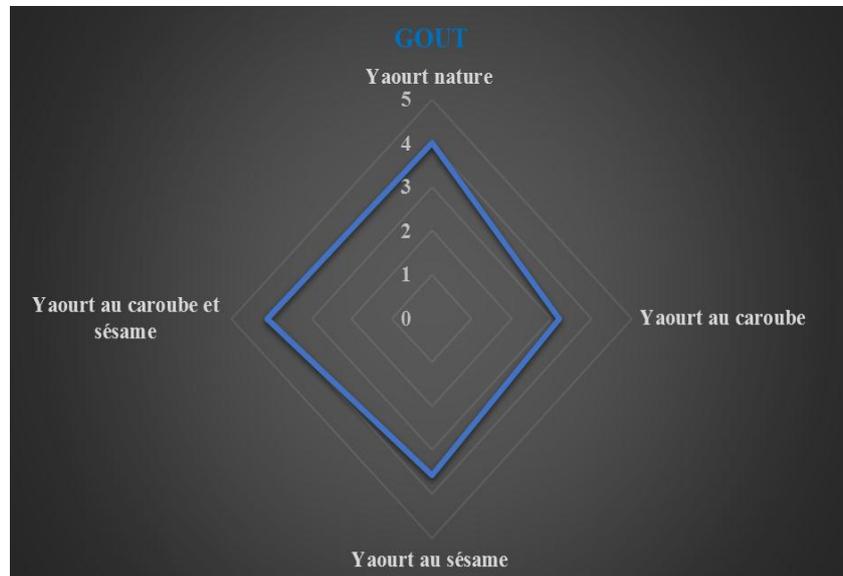
### 2.Gout

Les résultats obtenus dans la figure 32 ont indiqué que le goût de yaourt nature été acceptable et le yaourt préparé aux farines de caroube et sésame, a été apprécié par les gouteurs. Cela s'explique par l'équilibre parfait entre les deux composés, L'ajout d'huile de sésame augmente l'acceptabilité des propriétés sensorielles du goût (**Gharehcheshmeh et al., 2021**). Cependant, le yaourt aux caroube et sésame seulement se sont avérés proches l'un de l'autre en termes de goût.

**KULCAN et al. (2021)** a indiqué que le yaourt a 10% était plus populaire car il était proche de la saveur fruitée du yaourt. Bien que 8%, 10% et 12% d'extrait de caroube aient été ajoutés aux échantillons de yaourt.

## Résultats et discussion

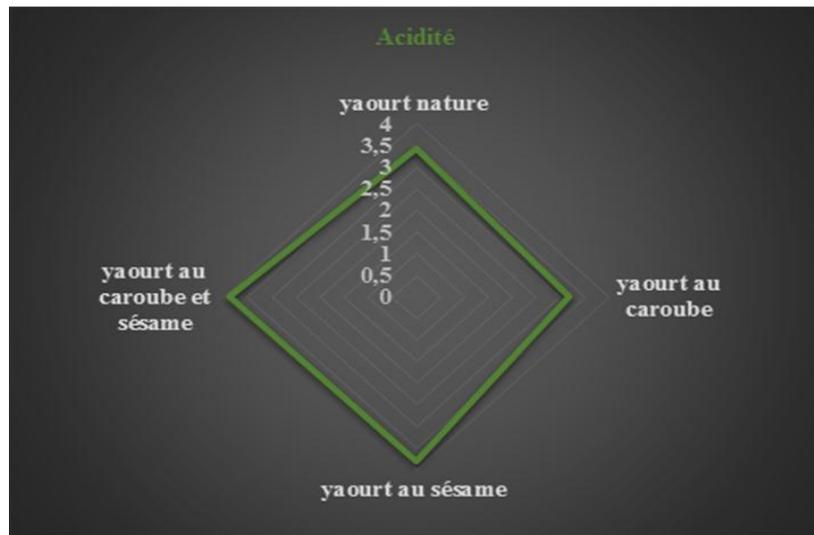
Öncel et Özdemir (2023) a été observé que l'utilisation de CMP (pulpe de mélasse de caroube) dans le yaourt améliorait les propriétés de couleur et d'apparence et était appréciée par les panélistes qui consomment à la fois des produits sans sucre et des produits sucrés.



**Figure 32:** Variation du goût des quatre types des yaourts fabriqués.

### 3. Acidité

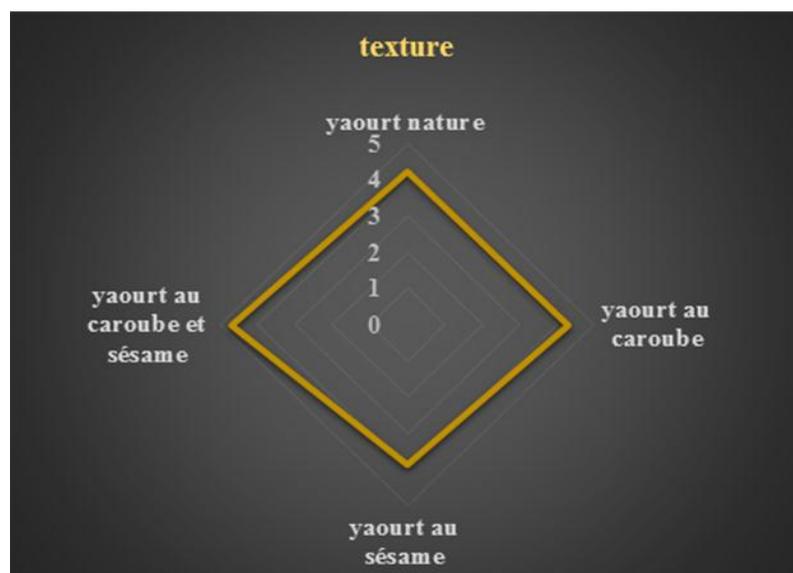
Acidité des quatre types des yaourts proposé à des valeurs entre 3,18 et 3,87 (Fig 33), les bonnes acidités ces pour le yaourt de caroube et sésame après le yaourt de sésame après le yaourt nature contrairement à **Radia et al. (2020)**, le résultat était meilleur en termes d'acidité pour le yaourt nature, et cela est une indication de la forte acidité du yaourt qui contient des additifs et indique également la prise de conscience de cette augmentation d'acidité par les dégustateurs et cela indique une légère augmentation dans l'acidité du yaourt à la caroube par rapport à **KULCAN et al. (2021)** indique que l'utilisation de caroube à des proportions de (0%, 5%, 10% et 20%) n'affecte pas du tout les propriétés sensorielles et présentent une grande acceptabilité par des dégustateurs.



**Figure 33:** Variation de l'acidité des quatre types de yaourts fabriqués.

#### 4. Texture

En ce qui concerne le score obtenu en termes de texture, on peut dire que le yaourt à base de farine de caroube et de sésame a été apprécié et a obtenu des notes assez élevées des dégustateurs (Fig 34). C'est également le cas du yaourt contenant 3,5g/L du farine de sésame dans les études menées par **Finco et al. (2011)**. La taille des particules de la farine de sésame a pu influencer son acceptabilité. D'après les résultats de l'évaluation sensorielle l'échantillon de yaourt supplémenté dans un rapport de 8% (Y8), 10% (Y10) et 12% (Y12) selon **KULCAN et al. (2021)** que l'augmentation de l'extrait de caroube dans le yaourt a eu une influence négative sur la texture.



**Figure 34:** Variation de texture des quatre types de yaourts fabriqués.

---

# **CONCLUSION**

---

## Conclusion

---

L'objectif de cette étude était de tester la fabrication d'un yaourt nature (sans sucre) à partir de différentes farines (caroube et sésame), réalisé au laboratoire ISTA-Tlemcen. Les qualités physico-chimiques, microbiologiques à l'unité de Giplait – Tlemcen ont été évaluées. Il est possible de conclure que le produit obtient une texture agréable, une saveur douce et une couleur distinctive, ce qui témoigne d'un bon yaourt.

L'augmentation du nombre de *Sc. Thermophilus* par rapport aux *Lb. Bulgaricus* peut être attribuée aux activités métaboliques des bactéries lactiques, ce qui explique la disparité d'acidité. Selon les concentrations en extrait sec total, les yaourts contenant de la farine de caroube à une concentration de 2,5% présentent la plus forte concentration en solides totaux.

La concentration en matières grasses révèle que les yaourts à base de farine de sésame sont les plus riches en matières grasses grâce à la présence plus élevée de sésame riche en lipides, par rapport au témoin (yaourt nature).

La qualité microbiologique des yaourts fabriqués à partir de farines de caroube et de sésame a été satisfaisante, en raison de l'absence de contamination par *les coliformes totaux* et *fécaux*, ainsi que par *la flore totale*. Cela s'applique également aux autres germes pathogènes recherchés tels que *les entérobactéries*, *les Salmonelles*, *le Staphylococcus aureus*, *les levures* et *les moisissures*, démontrant ainsi l'efficacité du traitement thermique et une matière première de qualité.

Après avoir testé diverses formulations de yaourt et utilisé un système d'évaluation sensorielle, les résultats obtenus indiquent que le produit le plus attirant en termes de forme et de texture est le yaourt aux mélanges de farine de caroube et de sésame, qui offre une texture agréable et consistante. La saveur des yaourts obtenus est dépourvue de sucre et la couleur varie généralement en fonction de la variété de farine utilisée.

En ce qui concerne cette étude, il serait pertinent de réaliser des essais avec d'autres concentrations de farine de caroube et de sésame, d'essayer d'autres ingrédients, notamment une source de sucre végétale, afin d'améliorer le goût. Il serait également intéressant d'évaluer les effets de ces ingrédients et de leurs composants sur l'organisme (antioxydants, probiotique,), car le yaourt est un aliment fonctionnel et bénéfique pour l'organisme et donc pour la santé du consommateur.

---

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

---

## Références bibliographiques

---

**Abbas, S., Sharif, M. K., Sibt-E-Abbas, M., Fikre Teferra, T., Sultan, M. T., & Anwar, M. J. (2022).** Nutritional and Therapeutic Potential of Sesame Seeds. *Journal of Food Quality*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/6163753>.

**Admassie, M. (2018).** A Review on Food Fermentation and the Biotechnology of Lactic Acid Bacteria. *World Journal of Food Science and Technology*, 2, 19. <https://doi.org/10.11648/j.wjfst.20180201.13>.

**Amoo, S. O., Okorogbona, A. O. M., Du Plooy, C. P., & Venter, S. L. (2017).** Chapter 26—*Sesamum indicum*. In V. Kuete (Éd.), *Medicinal Spices and Vegetables from Africa* (p. 549-579). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00026-1>.

**Ann Bartoo, S., & Badrie, Neela. (2005).** Physicochemical, nutritional and sensory quality of stirred ‘dwarf’ golden apple (*Spondias cytherea* Sonn) yoghurts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(6), 445-454. <https://doi.org/10.1080/09637480500409905>.

**Anne Fernandez, M., Picard-Deland, É., Daniel, N., & Murette, A. (2017).** Yaourt et santé : Revue des données récentes. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52, S48-S57. [https://doi.org/10.1016/S0007-9960\(17\)30198-0](https://doi.org/10.1016/S0007-9960(17)30198-0).

Arrêté du 24 mai 2004 rendant obligatoire une méthode de dénombrement des microorganismes caractéristiques par une technique de comptage des colonies à 37 °C dans le yaourt. (JO n° 43 - 2004).

Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l’arrêté du 23 Juillet 1994 du Journal officiel n° 35 du 27 Mai 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

**Asghar, A., Majeed, M. N., & Akhtar, M. N. (2014).** A review on the utilization of sesame as functional food.

**Aswal, P., Shukla, A., & Priyadarshi, S. (2012).** yoghurt: preparation, characteristics and recent advancements. *1*.

**Ayivi, R. D., & Ibrahim, S. A. (2022).** Lactic acid bacteria: An essential probiotic and starter culture for the production of yoghurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(11), 7008-7025. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16076>.

**Béal, C., & Helinck, S. (2019).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In *Fabrication des yaourts et des laits fermentés* (Vol. F6315). <https://hal.science/hal-03519802>.

## Références bibliographiques

---

**Bedigian, D. (2004).** History and Lore of Sesame in Southwest Asia. *Economic Botany*, 58(3), 329-353.

**Bedigian, D., & Harlan, J. R. (1986).** Evidence for Cultivation of Sesame in the Ancient World. *Economic Botany*, 40(2), 137-154.

**Benchikh, Y., Djellas, I. K., & Mohellebi, N. (2020).** Optimization in production of yogurt enriched with phenolic compounds of carob pulp (*Ceratonia siliqua L.*) by experiment plan. *Algerian Journal of Engineering Research*, 4(1), 12-20.

**Benmahioul, B., Kaïd Harche, M., & Daguin, F. (2011).** Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples -. *Forêt Méditerranéenne*, XXXII (1), 51-58.

**Benmeziane, F., Bousouek, L., & Cherifi, A. (2023).** production and quality evaluation of synbiotic soymilk-goat and cow's milk -goat yoghurt fermented with lactic acid bacteria. *Agrobiologia*, 13(2), 3587-3596.

**Bouacida, S., Snoussi, A., Chouaibi, M., Koubaier, H. B. H., Essaidi, I., & Bouzouita, N. (2022).** Quality Characteristics of Stirred Yoghurt Added with *Myrtus communis L.* Fruit Jelly. *Chemistry Africa*, 5(5), 1723-1732. <https://doi.org/10.1007/s42250-022-00429-x>.

**Boublenzaa, A. El haitouma, S. Ghezlaouia, M. Mahdadb, F. Vasaïc, F. Chemate, (2019).** Algerian carob (*Ceratonia siliqua L.*) populations. Morphological and chemical variability of their fruits and seeds. *Scientia Horticulturae* xxx (xxxx) xxxx <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.064>.

**Bouchibane, M., Yabrir, B. A., Cheriguene, A., Chougrani, F., & Ait Saada, D. (2022).** Evaluation of the physico-chemical and microbiological parameters of a yogurt prepared from goat and sheep milk during storage. *UMAB PoLSMER*, 14 -17.

**Boumar, S., Aries, Y., & Bousouf, L. E. (2022).** *Élaboration d'un yaourt étuvé enrichi par l'extrait de la figue sèche et évaluation de sa qualité* [Mémoire de master, Université de Jijel]. <http://dspace.univ-jijel.dz:8080/xmlui/handle/123456789/11812>.

**Bourlioux, P., Braesco, V., & Mater, D. D. G. (2011).** Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(6), 305-314. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2011.07.001>.

**Bousouek, L., Djermoune. A. L., Benmeziane., Cherifi, A. (2023).** Production and quality evaluation of synbiotic soymilk-oat and cow's milk -Goat yoghurt fermented with lactic acid bacteria fabrication et évaluation de la qualité des yaourts synbiotiques au lait de

## Références bibliographiques

---

soja-avoine et au lait de vache-avoine fermentés avec des bactéries lactiques. *Revue Agrobiologia*, 13(2), 3587-3596.

**Brassesco, M. E., Brandão, T. R. S., Silva, C. L. M., & Pintado, M. (2021).** Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new perspective for functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.037>.

**Chandan, R. C. (2017).** Chapter 2—An Overview of Yogurt Production and Composition. In N.P. Shah (Éd.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (p.3147). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00002-X>.

**Chandan, R. C., Gandhi, A., & Shah, N. P. (2017).** Chapter 1 - Yogurt: Historical Background, Health Benefits, and Global Trade. In N. P. Shah (Éd.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (p. 3-29). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00001-8>.

**Chen, T., Wang, B., Yang, Y., Han, B., & Jiang, H. (2024).** Sesame use in Turpan during the Tang dynasty: Evidence from the Astana Cemetery. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 53, 104298. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104298>.

**Chun, Y. S., Kim, S.-Y., Kim, M., Lim, J. Y., Shin, B. K., Kim, Y.-S., Lee, D. Y., Seo, J.-A., & Choi, H.-K. (2021).** Mycobiome analysis for distinguishing the geographical origins of sesame seeds. *Food Research International*, 143, 110271. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110271>.

**CyLIA, H., & Khalloudja, M. (2020).** *Essais de formulations d'un dessert lacté à base de farine de caroube* [Thèse de master, université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou]. <http://dspace1.univ-tlemcen.dz/handle/112/18987>.

**Deforges, J., Derens-Bertheau, E., Rosset, R., & Serrand, M. (1999).** Maîtrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés.

**Denys, 2020.** Algérie : consommation de produit laitier continue d'augmenter <https://www.ecomnewsmed.com/2020/12/21/algerie-la-consommation-de-produits-laitiers-continue-daugmenter/>

**Dhakal, D., Younas, T., Bhusal, R. P., Devkota, L., Henry, C. J., & Dhital, S. (2023).** Design rules of plant-based yoghurt-mimic: Formulation, functionality, sensory profile and nutritional value. *Food Hydrocolloids*, 108786.

## Références bibliographiques

---

**Dugan, C. E., & Fernandez, M. L. (2017).** Chapter 27—Dairy, Yogurt, and Cardiovascular Health. In N. P. Shah (Éd.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (p. 475-489). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00027-4>.

**Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., & Attia, H. (2007).** Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry*, 103(2), 641-650. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.008>.

*Encyclopedia of Dairy Sciences.* (2011). Academic Press.

**FAO. 1995.** *Les laits et les produits laitiers dans la nutrition humaine.* Éd. Rome (Italie). Chapitre 05, Laits fermentés, P. 153-171.

**Fasuan, T. O., Gbadamosi, S. O., & Omobuwajo, T. O. (2018).** Characterization of protein isolate from *Sesamum indicum* seed: In vitro protein digestibility, amino acid profile, and some functional properties. *Food Science and Nutrition*, 6(6), 1715-1723. <https://doi.org/10.1002/fsn3.743>.

**Finco, A. M. de O., Garmus, T. T., Bezerra, J. R. M. V., & Córdova, K. R. V. (2011).** Yogurt-making with addition of sesame flour. *AMBIÊNCIA*, 7(2), Article 2.

**Gharehcheshmeh, M., Arianfar, A., Mahdian, E., & Naji-Tabasi, S. (2021).** Production and evaluation of sweet almond and sesame oil nanoemulsion and their effects on physico-chemical, rheological and microbial characteristics of enriched yogurt. *Journal of Food Measurement and Characterization*. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00711-x>.

**Gillet, S., Simon, M., Paquot, M., & Richel, A. (2014).** Synthèse bibliographique de l'influence du procédé d'extraction et de purification sur les caractéristiques et les propriétés d'une gomme de caroube. *BASE*. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=10837>.

**Goulas, V., Stylos, E., Chatziathanasiadou, M. V., Mavromoustakos, T., & Tzakos, A. G. (2016).** Functional Components of Carob Fruit: Linking the Chemical and Biological Space. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(11), 1875. <https://doi.org/10.3390/ijms17111875>.

**Guarner, F., Perdigon, G., Corthier, G., Salminen, S., Koletzko, B., & Morelli, L. (2005).** Should yoghurt cultures be considered probiotic? *British Journal of Nutrition*, 93(6), 783-786. <https://doi.org/10.1079/BJN20051428>.

**Gyawali, R., & Ibrahim, S. A. (2016).** Effects of hydrocolloids and processing conditions on acid whey production with reference to Greek yogurt. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 61-76. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.013>.

## Références bibliographiques

---

**Hajaji, H. E., Farah, A., Ennabili, A., Bousta, D., Greche, H., Bali, B. E., & Lachkar, M. (2013).** Etude comparative de la composition minérale des constituants de trois catégories de *Ceratonia siliqua L.* (Comparative study of the mineral composition of the constituents of three varieties of *Ceratonia siliqua L.*). *JMESCN*, 4 (2) (2013) 165-170.

**Hegde, D. M. (2012).** 23—Sesame. In K. V. Peter (Éd.), *Handbook of Herbs and Spices (Second Edition)* (p. 449-486).<https://doi.org/10.1533/9780857095688.449>.

**Ikram, A., Khalid, W., Wajeeha Zafar, K., Ali, A., Afzal, M. F., Aziz, A., Faiz ul Rasool, I., Al-Farga, A., Aqlan, F., & Koraqi, H. (2023).** Nutritional, biochemical, and clinical applications of carob: A review. *Food Science & Nutrition*, 11(7), 3641-3654. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3367>.

**Imen, A., & Khadidja, M. (2020).** *Valorisation des activités biologique de l'espèce Ceratonia siliqua (Caroubier)* [Mémoire de master, Université des Frères Mentouri Constantine].

**Irfan Turhan; Katherine L. Bialka; Ali Demirci; Mustafa Karhan (2010).** *Ethanol production from carob extract by using Saccharomyces cerevisiae.*, 101(14), 5290–5296. doi: 10.1016/j.biortech.2010.01.146.

**Iyer, R., Tomar, S. K., Uma Maheswari, T., & Singh, R. (2010).** *Streptococcus thermophilus strains: Multifunctional lactic acid bacteria.* *International Dairy Journal*, 20(3), 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.10.005>.

**Joseph A. KURMANN (1967).** Études biotechniques sur la fabrication de yaourt doux' et aromatique (mémoires originaux) école de laiterie de Grangeneuve, fribourg (suisse)

**Journal Officiel de la République Algérienne N 06. (2017).** *Critères physicochimique relatifs à certaines denrées alimentaires.*

**Journal Officiel de la République Algérienne N 06. (2021).** *Critères physicochimique relatifs à certaines denrées alimentaires.*

**Journal Officiel de la République Algérienne N 35. (1998).** *Critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires.*

**Journal Officiel de la République Algérienne N 39. (2017).** *Critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires.*

**Kahlouche, A., Benrabah, A., & Boumediene, F. (2022).** Le skyr et le yaourt nature traditionnel : formulation et caractérisation comparée. *Agrobiologia*, 12(2), 3164-3173.

## Références bibliographiques

---

**Kasamba, E., Eric, I., Ekwilanga, Michel, B., Ilunga, Julien, N., Kalenga, Prosper, M., Mposhy, M., & Prosper, E. (2019).** Perception et qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt probiotique fabriqué et commercialisé à Lubumbashi perception and physico-chemical and microbiological quality of probiotic yogurt manufactured and marketed in Lubumbashi.

**Kocherane, R., Krouchi, F., & Derridj, A. (2019).** Genetic resources of carob tree (*Ceratonia siliqua L.*) in Algeria: insight from pod and seed morphology. *AGROBIOLOGIA*, 9(2), 1581-1600.

**Kone, F. M. T., Kouame, I. a. D., & Faulet, M. B. (2021).** Qualité nutritionnelle des graines germées de sésame (*Sesamum indicum L.*) cultivées en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 33(2), Article 2.

**KULCAN, A., Zoua, U., AYGÜN, M., KUZU, Ş., YILDIZ, D., KAYA, N., HACIOĞLU, A., & Karhan, M. (2021).** impact of carob extract supplementation on chemical and sensory properties of yogurt and ice cream. *GIDA / THE JOURNAL OF FOOD*, 46, 980-991. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21043>.

**Kumar, P., & Mishra, H. N. (2004).** Yoghurt Powder—A Review of Process Technology, Storage and Utilization. *Food and Bioproducts Processing*, 82(2), 133-142. <https://doi.org/10.1205/0960308041614918>.

**Langyan, S., Yadava, P., Sharma, S., Gupta, N. C., Bansal, R., Yadav, R., Kalia, S., & Kumar, A. (2022).** Food and nutraceutical functions of sesame oil: An underutilized crop for nutritional and health benefits. *Food Chemistry*, 389, 132990. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132990>.

**Lapointe-Vignola, C., & Québec, F. de technologie laitière du. (2002).** *Science et technologie du lait : Transformation du lait*. Presses inter Polytechnique.

**Lecerf, J. M. (2016).** Particularités et bienfaits des yaourts. *Nutrition & Santé*, 5(1), 24-32.

**Lecerf, J.-M. (2020).** Particularités et bienfaits des yaourts. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 14(8), 699-705. <https://doi.org/10.1016/j.mmm.2020.10.013>.

**Libouga, D., Essia Ngang, J., & Halilou, H. (2005).** Qualité de quelques laits fermentés camerounais. *Sciences des Aliments*, 25(1), 53-66. <https://doi.org/10.3166/sda.25.53-66>.

**Loullis, A., & Pinakoulaki, E. (2018).** Carob as cocoa substitute: A review on composition, health benefits and food applications. *European Food Research and Technology*, 244(6), 959-977. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-3018-8>.

## Références bibliographiques

---

**Mahdad, Y., & Gaouar, S. B. S. (2017).** *Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (Ceratonia siliqua L.) dans le Nord-Ouest de l'Algérie [Mémoire de master international, université de Tlemcen].*

**Marhoum, M. A., & Elmerre, A. (2022).** *Élaboration d'un yaourt a la poudre de caroube [Mémoire de master, université de Tlemcen].*<http://dspace1.univ-tlemcen.dz/handle/112/19569>.

**Mi, S., Wang, Y., Zhang, X., Sang, Y., & Wang, X. (2022).** Authentication of the geographical origin of sesame seeds based on proximate composition, multi-element and volatile fingerprinting combined with chemometrics. *Food Chemistry*, 397, 133779. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133779>.

**Mili, A., Das, S., Nandakumar, K., & Lobo, R. (2021).** A comprehensive review on *Sesamum indicum L.*: Botanical, ethnopharmacological, phytochemical, and pharmacological aspects. *Journal of Ethnopharmacology*, 281, 114503. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114503>.

**Mohammed, S., & Pattan, N. (2022).** An overview on nutritional composition and therapeutic benefits of sesame seeds (*Sesamum indicum*). *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol*, 10, 1119-1127.

**Mostashari, P. (2024).** Sesame Seeds: A Nutrient-Rich Superfood. *Foods*, 13, 1153. <https://doi.org/10.3390/foods13081153>

**Nagar, P., Agrawal, M., Agrawal, K., & Meena, S. K. (2023).** Processing effects on antinutritional and mineral contents of sesame (*Sesamum indicum L.*). *Food Research*, 7(6), 314-326. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(6\).135](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(6).135).

**Nagendra Prasad, M. N., Sanjay, K. R., Prasad, D. S., Vijay, N., Kothari, R., & Nanjunda Swamy, S. (2012).** A review on nutritional and nutraceutical properties of sesame. *J Nutr Food Sci*, 2(2), 1-6.

**Nevara, G. A., Giwa Ibrahim, S., Syed Muhammad, S. K., Zawawi, N., Mustapha, N. A., & Karim, R. (2023).** Oilseed meals into foods: An approach for the valorization of oilseed by-products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(23), 6330-6343. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2031092>.

**Öncel, B., & Ozdemir, Y. (2023).** Investigation of the effect of using carob molasses pulp (CMP) on physicochemical, functional and sensory properties of yogurt. *Toros University Journal of Food, Nutrition and Gastronomy*, 2. <https://doi.org/10.58625/jfng-2075>.

## Références bibliographiques

---

**Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture FAO. (1975).** Comité mixte PAO/OMS d'experts gouvernementaux sur le code de principes concernant le lait et les produits laitiers : ANNEXE VII Projet de norme pour le yogourt (yaourt) et le yogourt sucré (yaourt sucré) (CX 5/70-17ème session). Rome (Italie). Tenue au Siège de la FAO.

**Palaioianni, A., Stylianou, M., Sarris, D., & Agapiou, A. (2022).** Carob-Agro-Industrial Waste and Potential Uses in the Circular Economy. In M. F. Ramadan & M. A. Farag (Éds.), *Mediterranean Fruits Bio-wastes* (p. 765-797). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-84436-3\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84436-3_33).

**Papaefstathiou, E., Agapiou, A., Giannopoulos, S., & Kokkinofta, R. (2018).** Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2151-2161. <https://doi.org/10.1002/fsn3.776>.

**Pontalier, P.-Y., Toufaily, I., Ghoul, M., & Hamieh, T. (2013).** *L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise* [Thèse de doctorat, Université de Lorraine].

**Radia, A., Freidja, M., Oomah, B. D., Benali, S., Madani, K., & Boulekbache-Makhlouf, L. (2020).** Original research paper quality parameters, probiotic viability and sensory properties of probiotic stirred sesame yogurt. 9-25. <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2020.1.01>.

**Rasheed, D. M., El-Kersh, D. M., & Farag, M. A. (2019).** *Ceratonia siliqua* (Carob-Locust Bean) Outgoing and Potential Trends of Phytochemical, Economic and Medicinal Merits. In A. A. Mariod (Éd.), *Wild Fruits :Composition, Nutritional Value and Products* (p. 481-498). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31885-7\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31885-7_36).

**Rizzoli, R., & Biver, E. (2017).** Chapter 29—Yogurt Consumption and Impact on Bone Health. In N. P. Shah (Éd.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (p. 507-524). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00029-8>.

**Romain, J., Thomas, C., Michel, M., Pierre, S., & Gérard, B. (2008).** *Les produits laitiers* (2e éd.). Lavoisier.

**Rtibi, K., Selmi, S., Grami, D., Amri, M., Eto, B., El-benna, J., Sebai, H., & Marzouki, L. (2017).** Chemical constituents and pharmacological actions of carob pods and leaves (*Ceratonia siliqua* L.) on the gastrointestinal tract: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 93, 522-528. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.06.088>.

**Salama, H. H., Trif, M., Rusu, A. V., & Bhattacharya, S. (2022).** Application of Functional and Edible Coatings and Films as Promising Strategies for Developing Dairy

## Références bibliographiques

---

Functional Products—A Review on Yoghurt Case. *Coatings*, 12(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/coatings12060838>.

**Sengupta, S., Basu, S., & Bhowal, J. (2023).** Biochemical characterization and hypocholesterolemic properties of sesame yogurt made from the oiled edible quality sesame flour (DEQSF) supplemented with rice bran oil. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00171-y>.

**Singletary, K. W. (2023).** Sesame: Potential Health Benefits. *Nutrition Today*, 58(4), S131-S147. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000633>.

**Stéphanie., (2023)** La poudre de caroube : bienfaits et utilisations <https://blog.lafourche.fr/poudre-caroube-bienfaits-utilisations>.

**Tamime, A. Y., et Robinson, R. K. (2007).** Nutritional value of yoghurt. In A. Y. Tamime et R. K. Robinson (Éds.), *Tamime and Robinson's Yoghurt* (Third Edition) (p. 646684). <https://doi.org/10.1533/9781845692612.646>

**Turhan, I., Bialka, K. L., Demirci, A., & Karhan, M. (2010).** Enhanced Lactic Acid Production from Carob Extract by *Lactobacillus casei* Using Invertase Pretreatment. *Food Biotechnology*, 24(4), 364-374. <https://doi.org/10.1080/08905436.2010.524485>.

**Vuillemard, J.-C. (2018).** *Science et technologie du lait. 3e édition*. Presses de l'Université Laval.

**Wei, P., Zhao, F., Wang, Z., Wang, Q., Chai, X., Hou, G., & Meng, Q. (2022).** Sesame (*Sesamum indicum* L.): A Comprehensive Review of Nutritional Value, Phytochemical Composition, Health Benefits, Development of Food, and Industrial Applications. *Nutrients*, 14(19), 4079. <https://doi.org/10.3390/nu14194079>.

**Yermanos, D. M. (2015).** Sesame. In W. R. Fehr & H. H. Hadley (Éds.), *Hybridization of Crop Plants* (p. 549-563). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. <https://doi.org/10.2135/1980.hybridizationofcrops.c39>.

**Yildiz, F. (2016).** Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products. CRC Press.

**Zahra, L. F., & Zahra, K. F. (2019).** *Essai d'élaboration d'un yaourt à base des graines de lin et des abricots secs* [Mémoire de master, Université de Tlemcen]. <http://dspace1.univ-tlemcen.dz/handle/112/17282>

**Zakaria Tagnamas, Kouhila, M., Lamsyehe, H., Bahammou, Y., Moussaoui, H., Ildlimam, A., & Lamharrar, A. (2021).** Solar Valorisation of Carob Leaves (*Ceratonia*

## Références bibliographiques

---

*siliqua*) Using a Solar Convective Dryer. *Applied Solar Energy*, 57(5), 377-383.  
<https://doi.org/10.3103/S0003701X21050157>.

---

# **ANNEXES**

---

### Annexe I : matériels de titration

- **La solution de titrage (NaOH N/9) :**
- Eau distillée.....1l
- NaOH..... 4.44g
- Au virage, on note le volume de NaOH versé qui lui fait correspondre de degré Dornic.
  - **Mode opératoire**
- **Préparation de solution NaOH N/9.**

Mesurer exactement 4 ,445 g de NaOH.

Ajouter graduellement de l'eau distillée jusqu'à atteindre la marche de volume désirée (1 litre).

- **Réactif et appareillage**
- Soude (NaOH, N/9) / Phénolphtaline 1% /Burette/Bécher / Pipette (10 ml)

### Annexe II : Solution de Ringer 1/4.

Chlorure de sodium..... 2.25g

Chlorure de potassium.....0.105g

Chlorure de calcium.....0.120g

Hydrogénocarbonate de sodium.....0.050g

**Préparation :** Mettre en suspension 2,5 grammes ou 2 comprimés dans 1 litre d'eau pure.

**Stérilisation :** à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

### Annexe III : Détermination de la teneur en matière grasse

- **Réactif et appareillage**
- Tubes butyromètre.
- Mesureur pour l'alcool iso-amylque (délivrant 1ml).
- Mesureur pour l'acide sulfurique (délivrant 10 ml).
- Centrifugeuse électrique (vitesse 1200 tours/minute).

### Annexe IV : les composants des milieux de cultures (g/l)

#### ➤ Gélose M17 (Bouillon de Terzaghi) V

Tryptone.....	2,50 g
Peptone pepsique de viande.....	2,50 g
Peptone papainique de soja.....	5,00 g
Extrait autolytique de levure.....	2,50 g
Extrait de viande.....	5,00 g
Lactose.....	5,00 g
Glycérophosphate de sodium.....	19,00 g
Sulfate de magnésium.....	0,25 g
Acide ascorbique.....	0,50 g
Agar bactériologique.....	15,00 g

**Préparation :** mettre 57.2g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

**Stérilisation :** à l'autoclave à 115°C pendant 20min.

#### ➤ Gélose MRS (Man Rogosa Sharpe)

Polypeptone.....	10,00 g
Extrait de viande.....	10,00 g
Extrait autolytique de levure.....	5,00 g
Glucose.....	20,00 g
Tween 80.....	1,08 g
Phosphate dipotassique.....	2,00 g
Acétate de sodium.....	5,00 g
Citrate d'ammonium.....	2,00 g

## Annexes

---

Sulfate de magnésium.....0,20 g

Sulfate de manganèse.....0,05 g

Agar bactériologique.....15,00 g

**Préparation :** mettre 70.3g de milieu déshydraté dans 1litre d'eau distillée.

**Stérilisation :** à l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

➤ **Gélose Baird-Parker**

Tryptone..... 10,0 g

Extrait de la viande.....5,0 g

Extrait autolytique de la levure.....1,0 g

Pyruvate de sodium.....10,0 g

Glycine.....12,0 g

Chlorure de lithium.....5,0 g

Émulsion de jaune d'œuf.....47,0 ml

Tellurite de potassium à 3, 5%.....3,0 ml

**Préparation :** mettre 58g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

**Stérilisation :** à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

➤ **Gélose PCA (Plate Count Agar)**

Peptone de caséine..... 5,0 g

Extrait de levure.....2,50 g

Glucose.....1g

Agar.....15,0 g

**Préparation :** mettre 23g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

**Stérilisation :** à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

➤ **Gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar)**

Digestat enzymatique de tissus animaux.....	7.0g
Extrait autolytique de levure.....	3.0g
Glucose.....	10.0g
Sels billiaires.....	1.5g
Chlorure de sodium.....	5.0g
Rouge neuter.....	30.0mg
Cristal violet.....	2.0mg
Agar bactériologique.....	13.0g

**Préparation :** mettre 39.5g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

**Stérilisation :** à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

➤ **GELOSE O.G.A (Oxytetracycline-Glucose-Yeast Extract Agar)**

Extrait de levure.....	5,00g
Glucose .....	20,00 g
Agar.....	12,00g

**Préparation :** Dissoudre 42 grammes de poudre de gélose Sabouraud dans 1 litre d'eau distillée.

**Stérilisation :** à l'autoclave à 121°C pendant 20 minutes

## Annexes

---

### ➤ La gélose Salmonella-Shigella (S.S.)

Protéose peptone.....	5,00g
Citrate ferrique ammoniacal.....	1,00 g
Extrait de viande de bœuf.....	5,00 g
Thiosulfate de sodium.....	8,50 g
Lactose.....	10,00 g
Rouge neutre.....	0,025g
Sels biliaires N° 3.....	8,50g
Vert brillant.....	0,00033 g
Citrate de sodium.....	8,50 g
Agar.....	13,50g

### **Préparation**

Mettre en suspension 63 grammes de gélose SS dans 1 litre d'eau pure.

Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant 1 minute. Ne pas surchauffer ni autoclaver.

## Annexes

### Annexe VI : Fiche de dégustation

Université Abou Berk Belkaid – Tlemcen Département de Biologie

Questionnaire d'Analyse Sensorielle du yaourt à base de farine de caroube et sésame

#### Test organoleptique de différents types de yaourt

Donnez la note adéquate à votre opinion sur notre produit. Merci !!!

Type de yaourt	Odeur	Gout	Acidité	Texture
Nature				
Caroube				
Sésame				
Caroube +sésame				

1	2	3	4	6
Pas apprécié du tout	Pas apprécié	Moyennement apprécié	Apprécié	Très apprécié

Classement :

Yaourt	Nature	Caroube	Sésame	Caroube +sésame
Classement				

**Tableau 8:** Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt nature

<b>Yaourt nature</b>				
<b>Caractéristiques</b> <b>Gouteurs</b>	<b>Odeur</b>	<b>Gout</b>	<b>Acidité</b>	<b>Texture</b>
N°1	2	1	3	3
N°2	5	4	4	4
N°3	5	5	5	5
N°4	5	4	2	4
N°5	3	5	4	5
N°6	5	5	5	5
N°7	1	4	1	4
N°8	5	5	3	5
N°9	4	4	4	4
N°10	5	4	3	5
N°11	5	3	4	5
N°12	5	5	4	3
N°13	3	5	4	4
N°14	5	5	4	4
N°15	1	1	1	4
N°16	4	4	4	4
<b>Moyenne</b>	<b>3,9375</b>	<b>4</b>	<b>3,4375</b>	<b>4,25</b>
<b>Écart type</b>	<b>1,48183445</b>	<b>1,31656118</b>	<b>1,20933866</b>	<b>0,68313005</b>

**Tableau 9:** Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt aux caroubes

<b>Yaourt au caroube</b>				
<b>Caractéristiques</b>				
<b>Gouteurs</b>	<b>Odeur</b>	<b>Gout</b>	<b>Acidité</b>	<b>Texture</b>
<b>N°1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>N°2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>N°4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>N°5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>N°6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>N°7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>N°8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>N°9</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°10</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>N°11</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>N°12</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°13</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°14</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°15</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>N°16</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Moyenne</b>	<b>3,1875</b>	<b>3,5625</b>	<b>3,5625</b>	<b>4,3125</b>
<b>Écart type</b>	<b>1,22304265</b>	<b>1,09354165</b>	<b>1,31497782</b>	<b>0,79320027</b>

**Tableau 10:** Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt sésame

<b>Yaourt au sésame</b>				
<b>Caractéristiques</b>				
<b>Gouteurs</b>	<b>Odeur</b>	<b>Gout</b>	<b>Acidité</b>	<b>Texture</b>
<b>N°1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>N°2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>N°3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>N°6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>N°7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>N°8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>N°9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>N°10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>N°11</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°12</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>N°13</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>N°14</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>N°15</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>N°16</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Moyenne</b>	<b>3,25</b>	<b>3,5625</b>	<b>3,8125</b>	<b>3,875</b>
<b>Écart type</b>	<b>1,73205081</b>	<b>1,15289491</b>	<b>0,91058589</b>	<b>1,20415946</b>

**Tableau 11:** Les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt au caroube et sésame

<b>Yaourt au caroube et sésame</b>				
<b>Caractéristiques</b> <b>Gouteurs</b>	<b>Odeur</b>	<b>Gout</b>	<b>Acidité</b>	<b>Texture</b>
<b>N°1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>N°2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>N°7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>N°8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>N°9</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>N°10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°11</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°12</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°13</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>N°14</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>N°15</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>N°16</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Moyenne</b>	<b>4,1875</b>	<b>4,125</b>	<b>3,875</b>	<b>4,6875</b>
<b>Écart type</b>	<b>1,10867789</b>	<b>1,20415946</b>	<b>0,80622577</b>	<b>0,47871355</b>