



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2022

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

**Domaine : SNV**      **Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Microbiologie Appliquée**

**Présenté par :**

***BEGAR Amine & HAMOUDI Abdessamie***

***Thème***

**Essai de fabrication d'un yaourt brassé à base des dattes**

**Examiner le: 06 /07 /2022**

**Devant le jury composé de :**

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mr TIGHRINE</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme BENBARA T</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme DJENADI K</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

**Année Universitaire : 2021/2022**

## **Remerciements**

*Avant tous nous avons à remercier "Allah" qui a guidé  
notre chemin vers la voie du savoir.*

*A travers ce travail, nos remerciements les plus vifs  
s'adressent surtout à notre encadreur Mme BENBARA,  
pour sa disponibilité, générosité, conseils précieux et pour  
toutes les orientations qui nous a apporté durant nos études  
et la réalisation de ce projet.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements aux honorables  
membres du jury : Mr TIGHRINE (président) et Mme  
DJENADI (examinatrice), qui ont accepté de juger ce  
travail.*

*Nous tenons également à remercier tous ceux qui ont  
contribué au bon déroulement de notre stage pratique dans  
l'unité Laiterie Fromagerie Boudouaou.*

*Nous aimerions également exprimer notre gratitude à tous  
ceux qui ont contribué de près ou de loin pour mener à bien  
ce mémoire.*

## *Dédicace*

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU de m'avoir  
donné la force et le courage de mener  
à bien ce modeste travail.*

*Je tiens à dédier cet humble travail à :*

*A ma tendre mère et mon très cher père et à mes frères*

*A mon binôme : **BEGAR Amine***

*Spécial dédicace à vous: Madame BENBARA*

*A mes meilleurs amis :*

*Ahmed, Khaled, Yassine, Aymene, mohamed, Amine,  
Badro, Islam, Anis, Riyad, Adal, Abdeghani, Yazid, Ali*

*Tous ceux qui m'aiment et que j'aime*

**HAMOUDI ABDESSAMIE**

## *Dédicace*

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU*

*De m'avoir donné la force et le courage de mener  
à bien ce modeste travail.*

*Je tiens à dédier cet humble travail à :*

*A ma tendre mère et mon très cher père*

*A mon frère: Mohamed*

*A mon binôme : **HAMOUDI Abdesamie***

*A mes meilleurs amis :*

*Ahmed, Khaled, Hakim, Farid, Yassine, Yazid, Ali*

*Badro, Anis, Riyad, Halim, Amine*

*A Toute ma famille*

*Tous ceux qui m'aiment et que j'aime*

**BEGAR AMINE**

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

**Introduction..... 01**

*Synthèse bibliographique*

*Chapitre I : Généralités sur le yaourt*

1. Définition.....	04
2. Composition du yaourt.....	04
2.1. Les protéines.....	04
2.2. Les glucides.....	04
2.3. Matière grasse.....	04
2.4. Les minéraux.....	05
2.5. Les vitamines.....	05
3. Qualité organoleptique et hygiénique.....	05
3.1. Qualité organoleptique.....	05
3.2. Qualité hygiénique.....	05
4. Les différents types du yaourt.....	06
5. Caractéristique nutritionnelle et thérapeutique du yaourt.....	07
5.1. Amélioration de l'absorption du lactose.....	07
5.2. Amélioration de la digestibilité des protéines.....	07
5.3. Activité antimicrobienne.....	07
5.4. Stimulation du système immunitaire.....	07
5.5. Action hypocholestérolémiante.....	07
6. Les bactéries lactiques.....	08
6.1 Micro-organismes utilisés .....	08
6.2 Caractères généraux des bactéries lactiques du yaourt.....	08

6.3 Croissance associative dans le yaourt.....	09
6.4. Intérêt et fonction des bactéries lactiques .....	10
6.4.1. Production d'acide lactique.....	10
6.4.2. Activité aromatique.....	10
6.4.3 Activité texturant.....	10
6.4.4. Activité protéolytique.....	11
7. Technologie de fabrication.....	11

### *Chapitre II : Généralités sur les dattes*

1. Description de la datte.....	15
2. Les variétés des dattes.....	15
2.1. Deglet-Nour.....	16
2.2. Variétés communes.....	16
3. Classification des dattes.....	16
3.1. Les dattes molles .....	16
3.2. Les dattes demi-molles.....	16
3.3. Les dattes sèches .....	16
4. Composition de datte.....	16
4.1. Composition biochimique de la partie comestible "pulpe " .....	16
4.1.1. Les sucres.....	16
4.1.2. Protéines et acides aminés.....	17
4.1.3. Les lipides.....	17
4.1.4. Vitamines.....	17
4.1.5. Les fibres.....	17
4.1.6. Eléments minéraux.....	18

4.1.7. L'eau.....	18
4.2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau ".....	18
5. Valeur nutritionnelle de la datte.....	18
6. Transformation et Valorisation des dattes.....	19
6.1. Transformation des dattes.....	19
6.1.1. Pâte de dattes.....	19
6.1.2. Farine de dattes.....	19
6.1.3. Crèmes et confitures.....	19
6.2. Mise en valeur des déchets des dattes.....	20
6.2.1. Biomasse et protéines unicellulaires.....	20
6.2.2. Acide citrique.....	20
6.2.3. Vinaigre.....	20
6.2.4. Aliments de bétail.....	20

### *Chapitre III : Matériels et méthodes*

1. Le lieu de stage.....	22
1.1. Présentation de la laiterie-fromagerie de Boudouaou .....	22
1.2. Productions de l'unité .....	22
1.3. Présentation du laboratoire .....	22
2. Les objectifs de l'étude .....	23
3. Matériels et méthodes .....	23
3.1. Matériels .....	23
3.1.1. Matières premières.....	23
3.1.2. Autres matériels.....	24
3.2. Méthodes .....	25

3.2.1. Préparation de la poudre de datte.....	25
3.2.2. Caractérisation physico-chimiques des dattes étudiées.....	25
3.2.3. Détermination des caractères physico-chimiques de la poudre du lait.....	26
3.2.4. Fabrication de yaourt.....	27
3.2.5. Les analyses physicochimiques des yaourts fabriqués.....	29
3.2.6. Les analyses microbiologiques des yaourts fabriqués.....	30

### ***Chapitre IV : Résultats et discussion***

1. Résultats des analyses physicochimiques des matières premières (poudre de datte et poudre du lait) .....	34
1.1.Poudre de datte.....	34
1.2.Poudre du lait à 26% et à 0% en matière grasse.....	34
2. Résultats des analyses microbiologiques de la poudre du lait à 26% et à 0% en matière grasse.....	35
3. Résultats des analyses physicochimiques du lait préparé.....	36
4. Résultats des analyses physico-chimiques de yaourt .....	37
4.1. Résultats de suivie du pH et de l'acidité au cours de la fermentation .....	37
4.2. Résultats des analyses physico-chimiques de yaourt après la fermentation (produit fini) .....	39
5. Résultats des analyses microbiologiques du yaourt.....	42
<b>Conclusion .....</b>	<b>45</b>

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01</b>	Morphologie cellulaire de <i>S. thermophilus</i> observée par microscopie électronique	<b>08</b>
<b>Figure 02</b>	Morphologie électronique de souche <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (x1000)	<b>09</b>
<b>Figure 03</b>	Diagramme de procédé de fabrication du yaourt.	<b>13</b>
<b>Figure 04</b>	Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite).	<b>15</b>
<b>Figure 05</b>	Symbole de la laiterie-fromagerie Boudouaou.	<b>22</b>
<b>Figure 06</b>	Les étapes de préparation de la poudre des dattes.	<b>25</b>
<b>Figure 07</b>	Schéma de procédé de fabrication du yaourt brassé aux dattes au laboratoire.	<b>29</b>
<b>Figure 08</b>	Résultats du suivi de changement du pH au cours de la fabrication du yaourt.	<b>38</b>
<b>Figure 09</b>	Résultats du suivi de changement de l'acidité au cours de la fabrication du yaourt.	<b>38</b>
<b>Figure 10</b>	Variation de pH des différents types de yaourts obtenu.	<b>40</b>
<b>Figure 11</b>	Variation de l'acidité des différents types de yaourts obtenus.	<b>40</b>
<b>Figure 12</b>	Variation de matière grasse des yaourts obtenus.	<b>41</b>
<b>Figure 13</b>	Variation de la teneur en extrait sec total selon les types de yaourt.	<b>41</b>

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau I</b>	Composition physicochimique du yaourt	<b>05</b>
<b>Tableau II</b>	Critères microbiologiques du yaourt	<b>06</b>
<b>Tableau III</b>	Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en%	<b>17</b>
<b>Tableau IV</b>	Composition biochimique des noyaux des dattes Irakiennes	<b>18</b>
<b>Tableau V</b>	Matériels et les réactifs utilisés au laboratoire	<b>24</b>
<b>Tableau VI</b>	Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de datte	<b>34</b>
<b>Tableau VII</b>	Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait à 26% et à 0% en matière grasse	<b>35</b>
<b>Tableau VIII</b>	Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait à 26% et à 0% en matière grasse	<b>36</b>
<b>Tableau IX</b>	Résultats des analyses physico-chimiques de lait préparé	<b>36</b>
<b>Tableau X</b>	Les résultats de suivie de changement de pH et de l'acidité dornic durant la fermentation.	<b>37</b>
<b>Tableau XI</b>	Résultats des analyses physico-chimiques des yaourts.	<b>39</b>
<b>Tableau XII</b>	Résultats des analyses microbiologiques des yaourts obtenus	<b>42</b>

### Liste d'abréviation

C° : Degré Celsius

Ca : Calcium

CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone

D° : Degré doronic

EPS : Exo polysaccharide

EST : Extrait Sec Total

Fe : Fer

FIL : Fédération International Laitière

*Lb.*: *Lactobacillus*

LFB : Laiterie Fromagerie Boudouaou .

MG : Matière Grasse.

Mg : Magnésium.

Mn : Manganèse.

NaCl : Chlorure de Sodium .

NaOH : Hydroxyde de Sodium.

P : Phosphore .

pH : Potentiel d'Hydrogène.

PL : Poudre de Lait.

S : Soufre .

*St.*: *Streptococcus* .

SFB :Selenite F Broth.

T : Température.

TSE : Tryptophane Solution Eau.

U : Unité

## Liste d'abréviation

---

UFC : Unité Formant Colonie

AFNOR : Association Française de Normalisation.

FAO : Food Agriculture Organisation.

# Introduction

En Algérie, une quantité considérable du lait de transformation est récoltée, elle sert à la fabrication de produits laitiers, comme les fromages, les yaourts et lait fermentés. Une meilleure connaissance des bactéries lactiques permettrait de mieux améliorer ces produits **(Leksir, 2012)**.

Les laits fermentés sont des produits laitiers obtenus par une fermentation essentiellement lactique du lait, qui aboutit à son acidification et à sa gélification. Contrairement aux fromages, la coagulation est due uniquement à l'action des bactéries lactiques et ne fait pas intervenir de coagulants. Historiquement, il s'agissait de permettre une meilleure conservation du lait, matière première rapidement périssable. Depuis le siècle dernier, ces produits ont gagné de l'intérêt auprès des consommateurs du fait de leurs propriétés nutritionnelles mieux connues, de leurs caractéristiques organoleptiques agréables (fraîcheur, acidité et onctuosité) et de leur diversité. Ils représentent ainsi une part importante de la consommation de produits laitiers **(Béal et Helinck, 2019)**.

Le yaourt est originaire de Turquie et fait partie de l'alimentation humaine depuis 1542. Ce produit était un produit simple fabriqué traditionnellement par les crémiers et les producteurs de lait avant d'être consommé au niveau industriel. À partir du milieu du XXe siècle, les fabricants se sont mis à produire en masse du yaourt, sapant son côté traditionnel. Aujourd'hui, le yaourt est considéré comme un produit largement consommé puisqu'il est consommé par près de 90% de la population mondiale. Le yaourt représente la moitié du marché de l'ultra-frais **(Marcel et al., 2008)**.

De nos jours, il est visé à ajouter différents goûts tels que l'ajout de fruits au yaourt et à le transformer en un produit populaire et à augmenter la consommation. Plusieurs fruits et produits sont utilisés comme complément pour enrichir davantage le yaourt dont notamment la datte.

Les dattes sont connues pour leur valeur nutritionnelle. Bien qu'elles soient riches en certains sels minéraux, vitamines et acides organiques, plus important encore, leur teneur en sucre en fait un aliment de premier choix **(Abou-Zeid et al., 1991)**.

Les dattes communes telles que Mech-Degla et Degla-Beida ont une importance économique indéniable. Ces dattes à consistance sèche constituent un véritable concentré de sucre et de nutriments essentiels comme les vitamines (de groupe B), fibres, fer et potassium. Elles renferment aussi du bêta carotène et des acides aminés **(Benahmed, 2012)**.

L'incorporation des dattes dans les yaourts n'est pas très répandue, il s'agit de mettre l'accent sur ces faits que nous pensons qu'il serait intéressant d'enrichir le yaourt avec ce fruit très peu exploité et riche en valeur nutritif . C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude au sein de la Laiterie Fromagerie Boudouaou .

L'objectif principal de cette étude est l'enrichissement du yaourt aux dattes. De ce fait une valorisation du fruit, ainsi qu'une évaluation physico-chimique et microbiologique du yaourt élaboré ont été réalisées. Ainsi, notre protocole de fabrication commencera par la préparation d'une poudre de datte et l'analyse du lait qui sera utilisé dans la préparation du yaourt. Deuxièmement, la production de yaourt suivie d'une analyse physico-chimique et enfin l'analyse microbiologique.

***Chapitre I***  
***Généralités sur le yaourt***

## **1. Définition**

Selon le Codex Alimentarius « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique de deux bactéries lactiques : *Lactobacillus delbrueickii sp bulgaricus* et *Streptococcus salivarius sp thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait ...). Les microorganismes doivent être viables et abondants à la fin de la production ». De plus la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,7g. La Fédération International Laitière (FIL) préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6 à 15%. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6 (**norme N°A-11(a) 1975**).

## **2. Composition du yaourt**

### **2.1. Les protéines**

Les protéines du lait ont une excellente valeur biologique et un effet acidifiant. La fermentation de lait est due à la précipitation des caséines (coagulation) et les bactéries responsables peuvent alors libérer des enzymes qui l'hydrolysent. Par conséquent, cela augmente la digestibilité des yaourts, donc leur utilisation préférée pendant la gastrectomie (**Fredot, 2005**).

### **2.2. Les glucides**

Lors de la fermentation du lait en yaourt, seulement 25% du lactose est transformé en acide lactique par la bactérie *Streptococcus*, cependant cette teneur suffit au yaourt pour être mieux digéré et toléré que le lait.

Le lactose et l'acide lactique peuvent avoir un rôle d'un laxatif léger : en effet, en favorisant le développement de *Lactobacillus* dans l'intestin, ils diminuent la putréfaction intestinale et la constipation. Ainsi, les bactéries spécifiques du yaourt peuvent exercer une activité lactasique dans l'intestin qui peut palier aux insuffisances souvent constatés en cet enzyme chez les adultes (**Fredot, 2005**).

### **2.3. Matière grasse**

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques soit faible, il y a toujours une teneur significativement élevée en acides gras libres dans le yaourt (**Jeant et al., 2008**).

## 2.4. Les minéraux

En plus d'être une bonne source en protéines, le yaourt est une excellente source de calcium et de phosphore. En raison du faible pH du yaourt par rapport au lait, le calcium et le magnésium contenus dans le yaourt sont principalement sous forme ionique (**Oskar et al., 2003**)

## 2.5. Les vitamines

Le yaourt contient de petites quantités de vitamines B et pas de vitamine C. Cependant, les bactéries lactiques produisent des vitamines B, qui peuvent légèrement augmenter l'apport de 10 à 15 %. Le yaourt fait avec du lait écrémé contient peu ou pas de vitamines liposolubles (**Fredot, 2005**).

**Tableau I** : Composition physico-chimique du yaourt (**Laurence et al., 2004**).

<b>Caractéristiques</b>	<b>Composition</b>
Protéine	4%
Lipides	0-4g
Cholestérol	15mg
Glucides	5-18%
Lactose	3%
Ph	4,5
Teneur en matière sèche	10-16%
Calcium	155-200mg (17-24%)
Vitamine	A, D, B (B2, B12)
Calorie Pour 100g	90Kcal

## 3. Qualité organoleptique et hygiénique

### 3.1. Qualité organoleptique (**Pacikora, 2004**)

- Couleur blanche et uniforme.
- Goût franc et parfum caractéristique.
- Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

### 3.2. Qualité hygiénique

Selon la norme nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène.

Le traitement thermique appliqué au lait avant la fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables. Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (**Larpent et Bourgeois, 1989**).

**Tableau II:** Critères microbiologiques du yaourt (**Beerens ,1987 ; Joseph et Pierre, 2003**)

Micro-organismes	Nombre de micro-organisme par ml
Coliformes totaux à 30°C	≤10
Coliformes fécaux à 44°C	≤1
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
<i>Salmonella (dans 25g)</i>	Absence
Levure et moisissures	≤ 10 UFC

## 4. Les différents types du yaourt

### 4.1. Selon le procédé

- **yaourts fermes** : dont la fermentation a lieu en pots. Ce sont généralement des yaourts nature ou aromatisés (**Lapointe et Vignola, 2002**).
- **Yaourts brassés** : dont la fermentation a lieu en cuve avant le conditionnement. Ce sont généralement des yaourts nature ou aux fruits (**Lapointe et Vignola, 2002**).

### 4.2. Selon la texture

- **Yaourt boisson**: similaire au type brassé mais le coagulum est réduit à l'état liquide avant le conditionnement.
- **Yaourt glacé**: à incubation en cuve et congélation comme la crème glacé.
- **Yaourt concentré**: à incubation en cuve, concentration et refroidissement avant le conditionnement. Ce type de yaourt et quelque fois dénommé yaourt filtré (**Béal et Helinck, 2019**).

#### **4.3. Selon la teneur en matière grasse**

- **Yaourt entier** : contient au moins 3 % de matières grasses en poids ; dans la pratique industrielle, il contient 3 % à 4 % en poids de matière grasse.
- **Yaourt partiellement écrémé** : c'est un produit qui renferme moins de 3 % en poids de matière grasse.
- **Yaourt écrémé** : ce produit contient au moins 0,5 % en poids de matière grasse et 0,05 à 0,1 % de protéines (**Goyot, 1992**).

### **5. Caractéristique nutritionnelle et thérapeutique du yaourt**

Au cours de la fermentation, le lait subit un certain nombre de modifications dont certaines en font un produit de meilleures valeurs nutritionnelles et thérapeutiques (**Mahaut et al., 2000**).

#### **5.1. Amélioration de l'absorption du lactose**

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose (ceci est dû aux ferments lactiques qui synthétisent la  $\beta$ -galactosidase capable d'hydrolyser le lactose (**Saloff-Coste, 1995**)).

#### **5.2. Amélioration de la digestibilité des protéines**

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait et contient des acides aminés libres vitaux pour le corps. Ceci résulte de l'activité protéolytique des bactéries lactiques au cours de la fermentation du lait (**Mahaut et al. 2000**).

#### **5.3. Activité antimicrobienne**

En dehors de l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des prébiotiques, notamment des oligosaccharides. La production d'acides organiques : acide lactique ou acide acétique permet d'inhiber les bactéries pathogènes et d'altération (**Donkor et al., 2007**).

#### **5.4. Stimulation du système immunitaire**

L'effet immunorégulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribué à *Lb. bulgaricus* (**Schuck et al., 2008**).

#### **5.5. Action hypocholestérolémiant**

Des taux élevés en cholestérol plasmatique sont souvent associés à l'apparition de maladies cardiovasculaires. L'effet des bactéries lactiques sur le métabolisme du cholestérol

est controversé. Plusieurs études ont rapporté des taux de cholestérol sérique inférieurs après la consommation de produits laitiers fermentés malgré un apport alimentaire élevé en cholestérol. L'une des hypothèses proposée, pour expliquer cette diminution est l'absorption du cholestérol par les bactéries lactiques (**Drouault et Corthie, 2001**).

## **6. Les bactéries lactiques**

### **6.1 Micro-organismes utilisés**

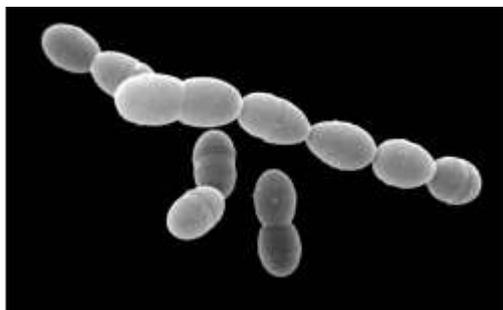
La fabrication du yaourt est obtenue par fermentation lactique grâce à l'action de deux bactéries lactiques exclusives, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (**Accolas et al., 1982**).

### **6.2 Caractères généraux des bactéries lactiques du yaourt**

#### **6.2.1. *Streptococcus thermophilus***

##### **- Morphologie**

*Streptococcus thermophilus* apparaît sous forme de cellules sphériques ou ovoïdes paires ou chaînes longues de 0,7 à 0,9 microns de diamètre (**Accolas et al., 1982**). C'est un coque à Gram positif, anaérobie facultatif, non mobile. On la trouve dans les laits fermentés et les fromages (**Dellagioet al., 1994**).



**Figure 01:** Morphologie cellulaire de *S. thermophilus* observée par microscopie électronique (**Durso et Hutkins, 2003**).

##### **- Caractères physiologiques**

Cette bactérie est thermophile, avec une température de croissance optimale de 41°C, ce qui la différencie des streptocoques mésophiles du groupe N (*Streptococcus lactis* et *Streptococcus cremoris*) (**Warwick, 2000**). Elle résiste à la chaleur et peut être chauffée à 65°C pendant 30 minutes, mais très sensible au NaCl (**Hardie, 1986**).

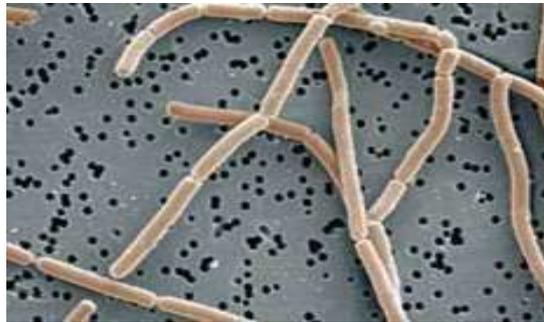
- **Caractères nutritionnels**

L'activité fermentative de *S. thermophilus* est le plus souvent réduite à plusieurs sucres autres que le lactose et le glucose. Les besoins en nutriments de cette bactérie sont essentiellement des composés azotés de faible poids moléculaire (Accolas *et al.*, 1982).

**6.2.2. *Lactobacillus bulgaricus***

- **Morphologie**

*Lactobacillus bulgaricus* est un bacille Gram positif, immobile, asporulé, microaérophile. Elle est isolée sous forme de bâtonnets ou de chainettes (Accolas *et al.*, 1982).



**Figure 02:** Morphologie électronique de *Lactobacillus bulgaricus*(Terre, 1986)

- **Caractères physiologiques**

C'est une thermobactérie qui ne se développe pas à 15°C mais croît à 45°C. Sa température optimale de croissance est de 41°C. Cette bactérie supporte les températures de pasteurisation et ne se développe pas sur un milieu contenant 2% en NaCl (Terre, 1986).

- **Caractères nutritionnels**

*Lactobacillus bulgaricus* peut dégrader le lactose, le glucose et le galactose mais ne peut pas utiliser les pentoses, ni le saccharose, elle est dépendante du lait (F.A.O, 2002).

**6.3 Croissance associative dans le yaourt**

Dans la production de yaourt, une combinaison de deux bactéries lactiques est utilisée : *S. thermophilus* et *Lb bulgaricus*, permettant de renforcer l'interaction positive indirecte qui existe entre eux. Cette interaction est appelée protocoopération (Meghachou, 2013). Cette corrélation positive a souvent des effets bénéfiques sur la croissance bactérienne et la production d'acide lactique et de composés aromatiques (Courtin et Rul, 2004). En effet, *S. thermophilus* produit du pyruvate, du formiate et du CO<sub>2</sub>, qui stimulent la croissance de

*Lb. bulgaricus*. À son tour, *Lactobacillus bulgaricus* produit des acides aminés et des peptides qui stimulent la croissance de *S.thermophilus* car *Lactobacillus bulgaricus* a une activité protéolytique plus élevée que *S. thermophilus* (Courtin et Rul, 2004).

### 6.4. Intérêt et fonction des bactéries lactiques

#### 6.4.1. Production d'acides lactique

La production d'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique peut concentrer et conserver la matière sèche du lait en agissant comme coagulation et un inhibiteur de bactéries pathogènes (Schmidt *et al.*, 1994).

L'importance de l'acide lactique lors de la fabrication du yaourt peut être résumée comme suit :

- aide à déstabiliser les micelles de caséine, ce qui conduit à la formation de gel ;
- donne au yaourt son goût distinctif et caractéristique, car il contribue à la saveur et arôme de yaourt (Tamime et Robinson, 1999) ;
- agit comme un inhibiteur contre les micro-organismes indésirables (Leory *et al.*, 2002).

#### 6.4.2. Activité aromatique

Divers composés volatils et aromatiques interviennent dans la saveur de yaourt. L'acétaldéhyde est le composé aromatique le plus caractéristique de la saveur des yaourts, d'autres molécules impliquées dans la note aromatique ont également été identifiées. L'acétaldéhyde est produit principalement par *Lb. bulgaricus* à partir de thréonine, réaction catalysée par la thréonine aldolase (Marshall *et al.*, 1983).

#### 6.4.3 Activité texturant

La texture et l'onctuosité constituent, pour le consommateur, d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent, à partir du glucose, des polysaccharides qui, en formant des filaments, limitent l'altération du gel par les traitements mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt. L'augmentation de la viscosité du yaourt est en général attribuée à la production d'exopolysaccharide (EPS) qui, selon une étude portant sur plusieurs souches serait essentiellement composé de rhamnose, arabinose, et mannose (Schmidt *et al.*, 1994).

#### **6.4.4. Activité protéolytique**

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fraction protéique du lait constituée de caséine et de protéines sériques, leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distinctes : les protéases et les peptidases. *Lb. bulgaricus* possède des protéases localisées, pour l'essentiel, au niveau de la paroi cellulaire. Cette activité protéasique permet d'hydrolyser la caséine en polypeptide. *S. thermophilus* est considérée comme ayant une faible activité endopeptidasique, elle dégrade les polypeptides par son activité exopeptidasique en acides aminés libres (Loones, 1994).

### **7. Technologie de fabrication**

La fabrication du yaourt, même si elle est connue depuis des temps très lointains, demeure un procédé assez complexe et en perpétuelle évolution car, il intègre à chaque fois les connaissances et les progrès réalisés dans des domaines variés. Le procédé de fabrication diffère d'un type de yaourt à un autre, et les principales étapes sont illustrées dans le diagramme de la figure 3.

#### **7.1. Standardisation du mélange**

Pour remédier aux variations naturelles de la composition, le lait est standardisé au taux de matière grasse désiré (écrémage total ou partiel) et peut être enrichi en extrait sec laitier par addition de la poudre du lait ou les protéines laitières ou addition d'autres ingrédients comme le sucre et les arômes. Et ceci, afin de répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques du produit (Pernoud *et al.*, 2005).

#### **7.2. Homogénéisation**

Le lait est envoyé à l'homogénéisateur, où il est homogénéisé sous pression environ 200 à 250 atmosphères (pour favoriser la dispersion de la matière grasse) (INRA, 1997), à des températures comprises entre 85 et 90°C, il est généralement associé à un traitement thermique. En particulier, ce traitement thermique conduit à l'élimination des agents pathogènes, inactivation des enzymes, immobilisations des protéines solubles sur la molécule de caséine. Après avoir atteint la température souhaitée, la consistance du yaourt semble meilleure dans ce cas, mais s'inquiéter du risque de contamination (Alais, 1984).

#### **7.3. Traitement thermique**

Le but principal du traitement thermique est de réduire la flore microbienne du lait. En effet, le lait contient un grand nombre de micro-organismes provenant des animaux et de

l'environnement. Certains de ces micro-organismes peuvent être pathogènes, tandis que d'autres peuvent altérer le goût du lait et des produits dérivés. Par conséquent, une étape de traitement thermique est nécessaire pour minimiser cette flore microbienne. Le lait enrichi subit un traitement thermique, généralement de 30 minutes à 80-85°C ou de 5 minutes à 90-95°C (**Tamime et Robinson, 1999**).

#### **7.4. Refroidissement**

Après traitement thermique, le lait doit être ensuite refroidi jusqu'à ce qu'il atteigne une température comprise entre 42 et 45°C (la température de fermentation) (**Loones, 1994**).

#### **7.5. Fermentation lactique**

La température 40-45°C correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques. Leur inoculation se fait à un taux assez élevé, variant de 1 à 7%, pour un ensemencement indirect à partir d'un levain avec un rapport : *Streptococcus thermophilus* / *Lactobacillus bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts naturels, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**Mahaut et al., 2000**).

En faisant passer le lait dans des plaques chauffantes, la température du laitensemencé est portée à environ 45°C. *Streptococcus* se développe mieux à 42-45°C, tandis que *lactobacillus* se développe mieux à 47-50°C. Les consommateurs préfèrent les yaourts plus ou moins acides et aromatiques selon leur région. Les caractères recherchés sont déterminés par les souches utilisées et la température d'incubation (**Mahaut et al., 2000**).

L'abaissement de la température de 1 à 3 °C (42-44 °C) favorise la croissance des streptocoques et donc la production d'arômes. La légère augmentation de la température (45-46°C) favorise les lactobacilles, entraînant une production d'acide (**Enkelejda, 2004**).

#### **7.6. Conditionnement et stockage**

L'ajout éventuel des fruits intervient avant le conditionnement. Enfin, les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambre froide à 4°C. A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours (**Paci kora, 2004**).

Pendant le stockage, les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution, appelée post-acidification, se traduit par une légère baisse du pH, surtout pendant les 2 premiers jours de stockage (**Amellal et Chibane, 2008**).

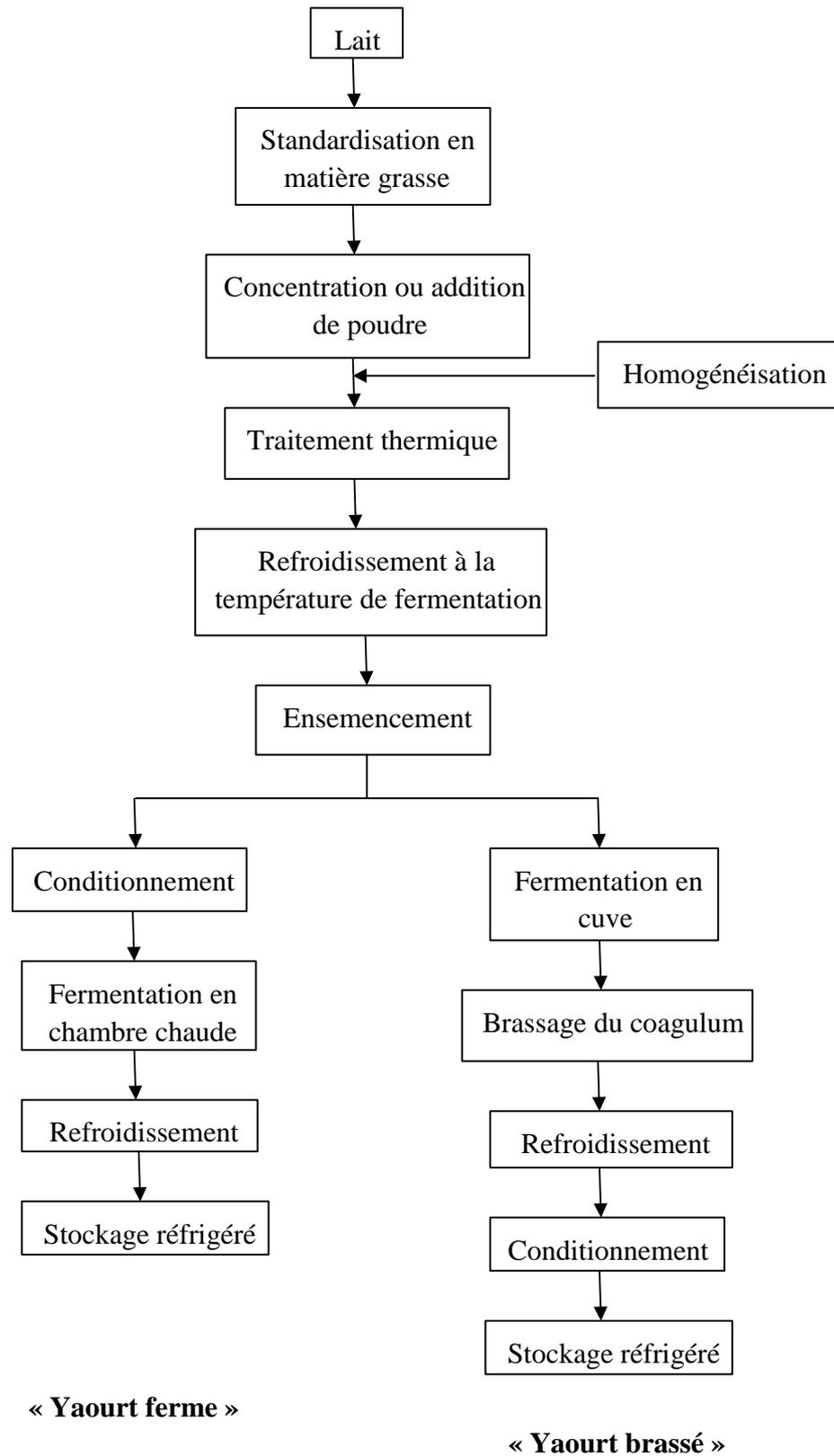


Figure 03 : Diagramme de procédé de fabrication du yaourt (Bourlioux *et al.*, 2011).

# *Chapitre II*

## *Généralités sur les dattes*

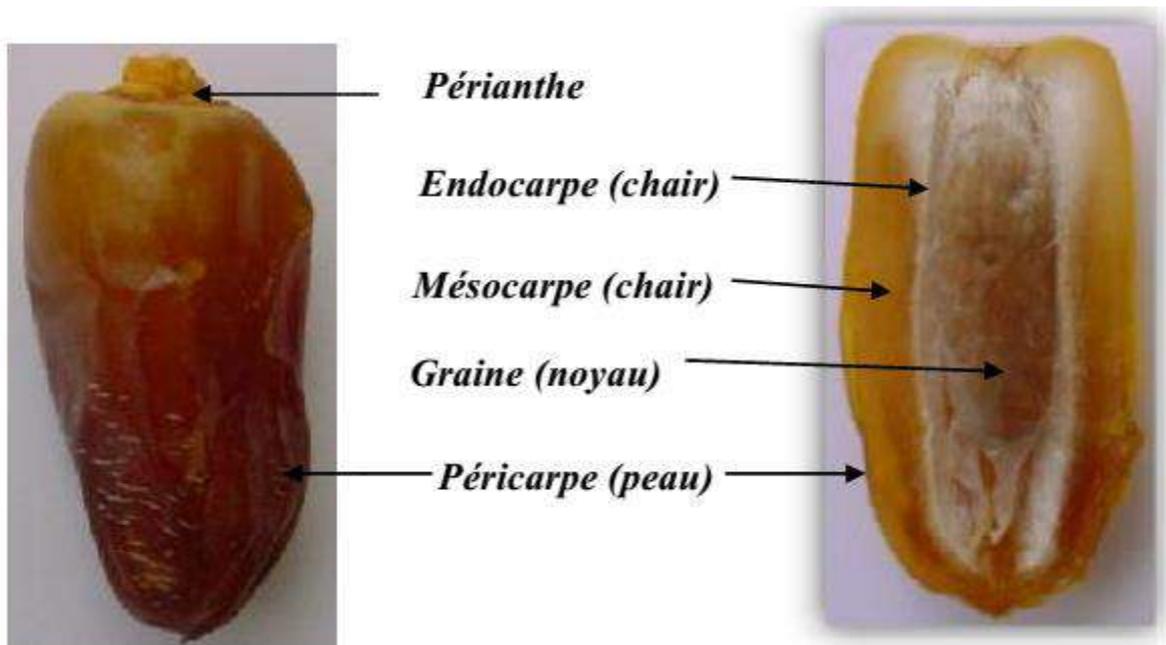
## 1. Description de la datte

La datte est une baie, de forme généralement allongée, oblongue ou ovoïde. Elle est constituée de deux parties (Figure 04):

une partie non comestible de la datte, formée par la graine ou le noyau, ayant une consistance dure.

la partie comestible, également appelée pulpe, possède une fine enveloppe externe de cellulose, l'épicarpe. Les graines sont entourées d'un endocarpe de couleur plus claire et fibreux, qui se rétrécit en une membrane amniotique. Les deux sont séparés par un mésocarpe charnu et fibreux dont la consistance varie selon la variété, le climat et la maturité (**Dowson et Aten, 1963**).

Les dattes varient considérablement en taille, allant de 2 à 8 cm de longueur et de 2 à 8 g de poids, selon la variété. Leurs couleurs vont du jaune-blanc au noir, en passant par l'ambre, le rouge et le marron plus ou moins foncé (**Djerbi, 1994**).



**Figure 04** : Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite) .

## 2. Les variétés des dattes

Ils sont nombreux et varient en saveur, consistance, forme, couleur, poids et taille.

## **2.1. Deglet-Nour**

Les dattes de la variété Deglet-Nour qui veut dire « doigts de lumière » ont été ramenées en Algérie vers le 8ème siècle. C'est un fruit très énergétique. Ces dattes sont légendaires pour la perfection qu'on lui connaît. Elles sont qualifiées de « la reine des dattes » et l'un des produits appréciables de l'agriculture algérienne. Elles ont un goût très doux, elles sont quasi transparentes (**Maatallah, 1970**).

Ils se caractérisent par un poids moyen de 12 g, une longueur de 6 cm et un diamètre d'environ 1,8 cm. Un noyau lisse, de 0,8 à 3 cm plus petit, pointu aux deux extrémités. La rainure ventrale est peu profond, micropyle au centre (**Maatallah, 1970**).

## **2.2. Variétés communes**

Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (**Hanachi et al., 1998**).

## **3. Classification des dattes**

La consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont divisées en trois catégories : (**Espirad, 2002**)

### **3.1. Les dattes molles**

La teneur en eau est supérieur à 30%, elles sont principalement composées de fructose et de glucose. Exemple : Ghars

### **3.2. Les dattes demi-molles**

Le taux d'humidité varie entre 20% à 30%, riche en saccharose. Exemple : Deglet-Nour

### **3.3. Les dattes sèches**

L'humidité est moins de 20%, à base de saccharose. Exemple : Degla-Beyda, Mech-Degla

## **4. Composition de datte**

### **4.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe "**

#### **4.1.1. Les sucres**

Les sucres sont les principaux composants de la pâte. La présence de trois types de sucres a été découverte dans l'analyse des sucres des données : le saccharose, le glucose et le fructose. Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible quantité comme le galactose, le xylose et le sorbitol (**Siboukeur, 1997**).

La teneur totale en sucre varie considérablement selon la variété et le climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe sèche (Siboukeur, 1997).

**Tableau III:** Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra) (%) (Noui, 2007).

Variétés	Consistance	Teneur en eau
Deglet-Nour	Demi-molle	22,60
Mech-Degla	Sèche	13,70
Ghars	Molle	25,40

#### **4.1.2. Protéines et acides aminés**

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines. Elle varie de 0,38 à 2,5 % du poids sec. Malgré leur faible concentration, les protéines de datte sont qualitativement équilibrées. La composition en acides aminés des protéines issues de la pulpe de datte révèle la présence de 6 à 8 acides aminés essentiels pour l'homme (Yahiaoui, 1998).

#### **4.1.3. Les lipides**

Les lipides jouent un important rôle physiologique de protection du fruit. La datte contient de très faibles quantités soient 2,5 à 7,5 %.

La teneur en acide gras oléique des graines varie de 41,1 à 58,8 %, ce qui suggère que les graines de dattes pourraient être utilisées comme une source d'acide oléique (Al-Shahib et Marchll, 2003).

#### **4.1.4. Vitamines**

Bien que la datte n'apporte pas une quantité significative de vitamines, notamment de vitamines liposolubles, la fraction vitaminique contient des quantités significatives de vitamines du groupe B. Ce sont les précurseurs immédiats des coenzymes essentielles, présentes dans presque toutes les cellules vivantes (Noui, 2017).

#### **4.1.5. Les fibres**

Les fibres représentent 6,4 à 11,5 % du poids sec des dattes. La pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine sont les constituants pariétaux de la datte. Ce sont des agents qui interviennent dans la modification de la fermeté de la datte (Al-Shahib et Marchll, 2003).

#### **4.1.6. Eléments minéraux**

La caractéristique la plus remarquable des dattes est leur abondance de minéraux et d'oligo-éléments, qui dépassent de loin ceux que l'on trouve dans les autres fruits secs (**Boukhiar, 2009**).

#### **4.1.7. L'eau**

La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat, elle varie généralement entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche (**Boukhiar, 2009**).

### **4.2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "**

Le noyau présente 7 à 30% du poids de la datte. Il est composé d'un album en blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique. Le tableau ci-dessous montre la composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes.

**Tableau IV:** Composition biochimique des noyaux des dattes Irakiennes (**Munier, 1973**).

Constituants	Teneur en %
<b>Eau</b>	6,46
<b>Glucides</b>	62,51
<b>Protides</b>	5,22
<b>Lipides</b>	8,49
<b>Cellulose</b>	16,20
<b>Cendres</b>	1,12

### **5. Valeur nutritionnelle de la datte**

La datte est un aliment fantastique à haute teneur nutritionnelle et énergétique. Ils ont une valeur énergétique élevée en raison de leur forte teneur en sucre . Des réducteurs facilement absorbés par l'organisme et des protéines qualitativement équilibrées. Les dattes sont également riches en minéraux plastiques comme Ca, Mg, P et S, ainsi qu'en minéraux catalytiques comme Fe et Mn. Ils reminéralisent et renforcent significativement le système immunitaire. Des niveaux élevés en vitamines du groupe B caractérisent le profil vitaminique des dattes. Cette multivitamine est impliquée dans le métabolisme glucidique, lipidique et protéique (**Tortora et al., 1987**).

## **6. Transformation et valorisation des dattes**

### **6.1 Transformation des dattes**

- Diversification des produits : pâte, farine, confiture, dattes farcies, etc.
- Conversion des dattes : sirop, boisson, vinaigre, alcool chirurgical, levure,... etc.
- Valorisation des déchets de jujube : sucre, alimentation animale, méthanisation,... etc.

De manière générale, on peut distinguer deux types de gestion des dates : transformation technologique (technologie basée sur les procédés industriels) et les conversions biotechnologiques (technologies visant à réaliser l'application industrielle de la biotransformation de la matière organique) (**Ouhajjou, 2010**).

#### **6.1.1 Pâte de dattes**

La pâte de datte est fabriquée à partir de dattes molles ou de dattes qui ont été ramollies par humidification ; le processus est mécanique (**Espiard, 2002**).

La pâte est utilisée en biscuiterie et pâtisserie, ainsi que dans la préparation de glaces, sorbets et crèmes. Il peut être consommé seul ou combiné avec d'autres ingrédients pour faire des délices, tels que des fruits confits, des écorces d'agrumes, du cacao, des amandes et des noix (**Munier, 1973**).

#### **6.1.2 Farine de dattes**

La poudre de dattes ne peut être fabriquée qu'à partir de variétés sèches ou éventuellement après séchage à 5% d'humidité. Ces farines ou semoules peuvent être mangé directement ou utilisé pour faire des biscuits, du pain et des gâteaux (**Boubekri, 2010**). Les variétés algériennes les plus adaptées à la production de la farine et la semoule sont principalement : Mech-Degla, Degla-Beïda.

Les processus de la fabrication de farine de datte passent par : le nettoyage à sec, le dénoyautage puis le séchage à 70°C jusqu'à une humidité de 5 %. Ensuite, on effectue un broyage et un tamisage. Ainsi, on obtient trois produits : farine, semoule blanche et semoule vêtues (**Açourne, 1998**).

#### **6.1.3 Crèmes et confitures**

Parce qu'il est important d'éviter tout arrière-goût de fermentation, les crèmes et confitures de dattes sont élaborées à partir de dattes saines. Nous pouvons faire des crèmes ou des confitures de haute qualité en combinant et en cuisant de la pâte ou des morceaux de dattes avec du sirop (**Espiard, 2002**).

## 6.2. Mise en valeur des déchets des dattes

En raison de leur forte teneur en sucre, les dattes endommagées à faible valeur marchande peuvent être utilisées pour fabriquer une variété de produits.

### 6.2.1 Biomasse et protéines unicellulaires

La production de protéines reste un élément nécessaire pour répondre à la demande mondiale. Pour tester cette hypothèse, les chercheurs ont utilisé des cultures de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes pour produire des protéines à partir d'organismes unicellulaires. L'analyse des biomasses produites montre qu'elles sont riches en protéines à 32-40 % de poids sec (Mehaia et Cheryan, 1991).

### 6.2.2 Acide citrique

L'acide citrique est produit par fermentation du sirop de datte (*Aspergillus niger*). La quantité d'acide citrique produit augmente de 55 à 90 g/l lorsque le sirop est prétraité avec 4 % de méthanol puis traité avec 2 % de phosphate tricalcique (Roukas et Kotzekidou 1997).

### 6.2.3 Vinaigre

La double fermentation alcoolique produit du vinaigre qui est ensuite acétifié par *Saccharomyces uvarum* ou *Saccharomyces cerevisiae* avant d'être acétifié par *Acetobacter aceti*. La production d'un vinaigre traditionnel dans le sud Algérien est rendue possible par la double fermentation spontanée de dattes trompées dans l'eau (Boukhiar, 2009). La vinaigrerie traditionnelle est basée sur une double fermentation combinée anaérobie et aérobie (Ould el hadj *et al.*, 2001).

### 6.2.4 Aliments de bétail

Les aliments pour animaux peuvent être fabriqués à partir de sous-produits du palmier dattier (restes de dattes séchés, tiges de dattes et palmiers dattiers). Chehma et Longo (2001) ont étudié la valeur nutritionnelle de ces sous-produits chez les chameaux et les moutons. Les palmiers secs et les pédicelles des dattes ont été utilisés comme nourriture grossière et les rebuts comme aliments concentrés dans cette étude, ce qui a révélé une grande efficacité dans l'alimentation de ces animaux.

# **Chapitre III**

## **Matériels et méthodes**

## **1. Le lieu de stage**

### **1.1. Présentation de la laiterie-fromagerie de Boudouaou**

La laiterie fromagerie de BOUDOUAOU « LFB » est opérationnelle depuis l'année 1978 sous une ancienne appellation « Onalait ». Elle était connue depuis longtemps sous le nom « Orlac ». Elle a été filialisée en 21.09.1997 avec un capital social de 200.000.000 DA. Elle fait partie du groupe industriel de la production laitière Giplait. L'unité est localisée à environ 35 km à l'Est d'Alger, sa surface totale est de 7,78 ha et la surface construite est de 2 ha. L'activité principale est la production et la commercialisation du lait et produits laitiers.



**Figure 05 :** Symbole de la laiterie-fromagerie Boudouaou

### **1.2. Productions de l'unité**

L'unité de « LFB » assure la production de :

- lait pasteurisé conditionné en sachet polyéthylène d'une capacité moyenne d'un litre ;
- lait acidifié fermenté (Leben) ;
- fromage fondu pasteurisé en portion (boite de 8 et 16) et en barre de 1 Kg ;
- fromage à pâte pressée non cuite type « EDAM » ;
- fromage fondu stérilisé, en boite métallique de 200 g ;
- lait en poudre instantanée de 200 g.

### **1.3. Présentation du laboratoire**

Le laboratoire est représenté par :

- le responsable du laboratoire ;
- l'équipe de laboratoire.

Il est constitué de plusieurs unités :

- Une unité pour analyse physico-chimique ;
- Une unité pour analyse microbiologique ;

- Une unité d'incubation.

## **2. Les objectifs de l'étude**

Le but de cette étude est de déterminer la valeur de la poudre de datte obtenue par broyage de la variété Mech-degla. Dans la production de yaourt brassé, ce dernier a été utilisé comme substitut. Toutes les expérimentations se sont déroulées au laboratoire laitier de la fromagerie de Boudouaou.

Pour atteindre notre objectif, nous avons adopté la démarche expérimentale suivante :

- a. Préparation de la poudre de datte.
- b. Préparation du lait.
- c. Analyses physico-chimiques des matières premières (lait, poudre de datte).
- d. Préparation du yaourt brassé selon les trois pourcentages de la poudre de datte (2% ,4% ,8%).
- e. Détermination des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des produits obtenus.

## **3. Matériel et méthodes**

### **3.1. Matériel**

#### **3.1.1. Matières premières**

##### ✓ **La datte (Mech-Degla)**

La variété des dattes utilisée est Mech-Degla (500 g), elle a été achetée à la wilaya de Biskra au mois de avril . Cette variété est justifiée par les critères suivants :

- leur qualité gustative et nutritionnelle, très bonne source d'énergie, notamment représentée par leur richesse en sucre ;
- leur faible valeur marchande ;
- leur faible teneur en eau qui est inférieur à 20% et sa facilité de conservation ;
- leur abondance relative sur le territoire national.

##### ✓ **Poudre du lait**

L'échantillon a été prélevé (200g) dans un sac de poudre de 25 kg contenant 26 % ou 0% en matière grasse, qui a été tiré à partir de la palette de stockage avec une louche préalablement stérilisée. La poudre est placée dans un bécher stérile hermétiquement fermé.

##### ✓ **Le sucre cristallisé**

Le sucre utilisé est un sucre de la marque CEVITAL.

✓ **Ferments lactiques**

Ils se composent de deux souches : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

Les ferments utilisés sont des cultures lactiques lyophilisées de la marque : CHR HASNSEN.

**3.1.2. Autre matériels**

**Tableau V** : Matériels et les réactifs utilisé au laboratoire

Matériels	Réactifs et milieux de cultures
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bécher</li><li>▪ Pipette simple</li><li>▪ Erlenmeyer</li><li>▪ Eprouvette</li><li>▪ Tubes à essais</li><li>▪ pH mètre</li><li>▪ Thermomètre</li><li>▪ Bain marin</li><li>▪ Centrifugeuse</li><li>▪ Balance électrique</li><li>▪ Plaque chauffante</li><li>▪ Boite de Petri</li><li>▪ Autoclave</li><li>▪ Etuve</li><li>▪ Bec bensen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH)</li><li>▪ Phénolphtaléine</li><li>▪ Acide sulfurique</li><li>▪ Alcool amylique</li><li>▪ Eau distillée</li><li>▪ Solution TSE (tryptone solution eau)</li><li>▪ Gélose VRBG</li><li>▪ Gélose Baird Parker</li><li>▪ Bouillon SFB</li><li>▪ Gélose Hektoen</li></ul>

## 3.2. Méthodes

### 3.2.1. Préparation de la poudre de datte

Les dattes ont été coupées en petits morceaux et séchées dans un four à une température de 108°C puis à 80°C après un certain temps après avoir été triées, nettoyées et dénoyautées. Lorsque le poids de l'échantillon est constant, le processus de séchage est terminé. Nous avons utilisé un broyeur pour broyer les dattes et un tamisage après qu'elles aient refroidi. Les étapes de l'obtention de la poudre de datte sont citées dans la figure suivante :

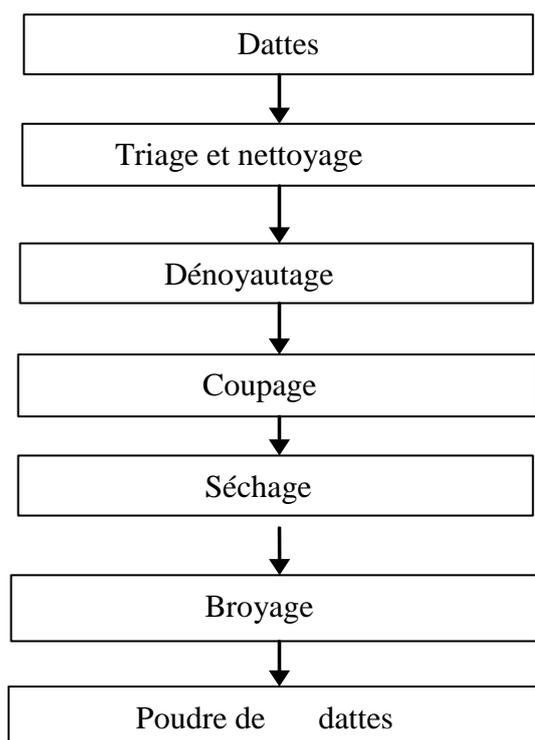


Figure 06: Les étapes de préparation de la poudre des dattes.

Après la préparation de la poudre de dattes on a fait la stérilisation à l'étuve

### 3.2.2. Caractérisation physico-chimiques des dattes étudiées

- **Détermination de pH**

Après élimination des noyaux et des cellules du carpelle, les dattes sont découpées en petits morceaux, puis ajouter au moins le double ou le triple du volume d'eau distillée dans un bécher. Chauffer avec un bâton en remuant pendant 30 minutes (**Boukhiar, 2009**).

Le mélange ainsi obtenu est broyé dans un mortier. Le pH est mesuré directement avec un pH-mètre pré-calibré (HANNA), notez que les électrodes sont complètement immergées dans la solution.

- **Détermination de l'acidité titrable**

- **Principe**

Consiste à effectuer un titrage de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

- **Mode opératoire**

Après élimination des noyaux et les loges carpellaires, les dattes sont coupées en petits morceaux. Une quantité de 25 g de pulpe de dattes est placée dans une fiole conique avec 50 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, puis le tout est mélangé jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène. Un réfrigérant à reflux est adapté à la fiole conique, puis le contenu est chauffé au bain-marie pendant 30 min. Après refroidissement, le contenu est transvasé de la fiole conique à une fiole jaugée de 250 ml et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Après avoir bien mélangé, le contenu est filtré. 25 ml du filtrat est prélevé à l'aide d'une pipette, puis versé dans un bêcher ; quelques gouttes de phénolphthaléine ont été ajoutés tout en agitant. La solution est titrée avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes (Boukhiar, 2009).

### **3.2.3. Détermination des caractères physico-chimiques de la poudre de lait**

Pour un échantillon de lait en poudre à 26 % et à 0 % de matières grasses, peser 10 g de l'échantillon, puis ajouter 100 ml d'eau distillée avec un agitateur électrique, agiter doucement jusqu'à ce que l'échantillon à tester soit dispersé.

- **Détermination de pH et de l'acidité titrable**

Tous ces paramètres physico-chimiques ont été déterminés en utilisant les mêmes techniques décrites dans la section sur la poudre de datte, mais avec du lait en poudre au lieu de la poudre de datte.

- **Mesure de l'extrait sec totale (EST)**

- **Principe**

Le principe est basé sur la dessiccation par élimination d'eau dans un appareil à infrarouge qui affiche directement la teneur en eau ou bien la teneur en extrait sec du produit en g/l.

- **Mode opératoire**

Peser 3g de l'échantillon dans le dessiccateur puis bien étaler le produit ensuite baisser le capot de l'appareil **RADWAG MA110.R** et la dessiccation commence automatiquement. Le taux de l'extrait sec est directement déterminé par l'appareil exprimé en pourcentage.

- **Détermination de la teneur en matière grasse**

- introduire dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique, 11 ml de l'échantillon (lait) et 1 ml d'alcoolamylique ;
- boucher bien le butyromètre puis agiter par retournement jusqu'à dissolution des protéines ;
- procéder à une centrifugation pendant 3 min ;
- la teneur en matière grasse est exprimée en g/l obtenue par la différence de niveaux atteints par la couche de matière grasse dans le butyromètre.

### 3.2.4. Fabrication de yaourt

- **Préparation des levains**

Dans un bécher, mettre 1L de lait écrémé pasteurisé (0% de matières grasses) et un sachet de levain lyophilisé contenant 200 unités de deux souches (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) a été ajouté, bien mélangé et incubé à 44°C jusqu'à l'obtention d'une acidité de 85 à 100 °D.

- **Préparation de lait**

➤ **Les ingrédients**

- 66.66g de sucre cristallisé.
- 72g de poudre du lait à 26% en matière grasse.
- 66.66 g de poudre du lait à 0% en matière grasse.
- 16 g d'amidon (maïzena).
- 1 Litre d'eau.

➤ **Mode opératoire**

Mettre la quantité nécessaire de lait en poudre et de sucre dans un erlenmeyer, puis remplir d'eau selon le protocole en agitant bien jusqu'à ce que la solution soit complètement dissoute.

- **Homogénéisation**

On fait cette étape pour bien mélanger les ingrédients à l'aide d'un agitateur (AGETATEUR MAGNIFIQUE RS) pendant quelque minute, ce qui donne une consistance plus uniforme au yaourt fabriqué.

- **Pasteurisation**

Mettre le lait préparé pour une pasteurisation pendant 10 minutes à 85°C dans une casserole en inox pour tuer les micro-organismes pathogènes et indésirables (**Gardner et al., 2002**).

- **Refroidissement**

Après chauffage, le lait est refroidi à 45°C et cette température est maintenue au cours de la fermentation. Une quantité de lait préparée est prise pour des analyses physico-chimiques (pH, acidité tétrable et la teneur en matière grasse) selon les protocoles que nous avons décrits précédemment.

- **Ensemencement**

Dans cette étape, on ajoute les deux souches bactériennes vivantes nécessaires à la fermentation du lait à savoir *Lactobacillus bulgaricus* qui apporte l'acidité et *Streptococcus thermophilus* qui développe les arômes (Luquet, 1990).

Ajouter 2 ml de levain pour 1 litre de lait à 45 °C, bien mélanger. Le contenu de flacon de 1000 ml a été versé dans 5 pots de 200 ml.

- **Incubation (fermentation)**

Durant cette étape, on assiste au développement de l'acidité du yaourt. Mettre les 5 pots dans l'étuve à température 44 °C pendant 4 heures. Cette température voisine de 42 à 45°C, est considérée comme étant la température symbiotique optimum entre *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* (Luquet, 1990).

- **Refroidissement rapide**

Pour arrêter l'acidification de yaourt, on applique un refroidissement rapide à la température de 4 à 5°C ; ce qui inhibe l'activité des bactéries lactiques (Keddar et Koubich 2009).

- **Brassage**

Mélanger le yaourt avec une cuillère stérile dans un mouvement circulaire pendant 3 à 10 minutes, ou jusqu'à l'obtention d'un yaourt brassé très homogène.

- **L'ajout de la poudre des dattes**

La poudre de datte a été ajoutée à différent pourcentage (0% comme témoin, et 2% ,4% et 8% pour le yaourt à base de datte) dans chaque pot de 100g de yaourt. Ensuite, le yaourt a été bien homogénéisé suivi d'une conservation au réfrigérateur à 4°C pendant 3 jours au maximum car ne contient pas des conservateurs.

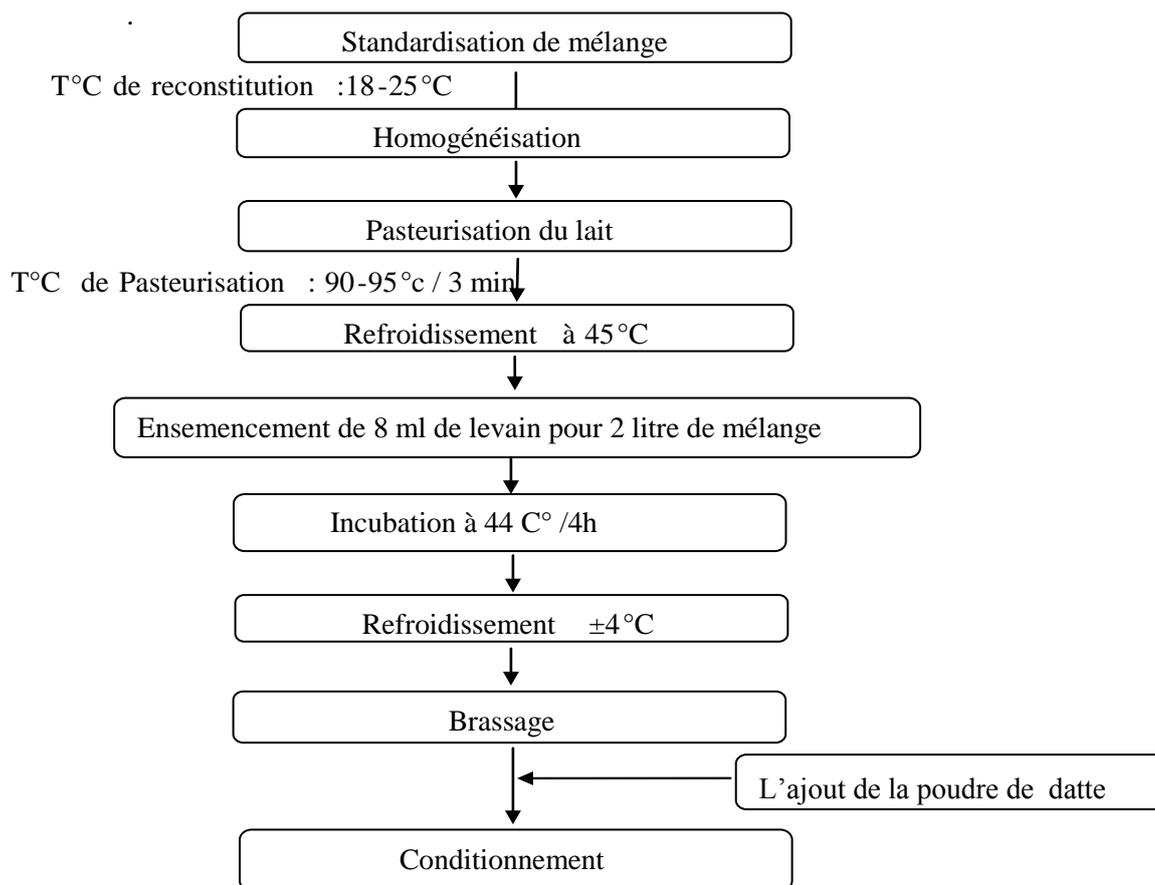


Figure 07: Schéma de procédé de fabrication du yaourt brassé aux dattes au laboratoire

### 3.2.5. Les analyses physico-chimiques des yaourts fabriqués

- **Détermination de pH**

La détermination du pH se fait directement en prolongeant l'électrode de pH mètre électronique « HANNA » dans un bécher contenant le yaourt. La lecture de la valeur du pH est obtenue en attendant la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH mètre.

- **L'acidité titrable**

L'acidité du yaourt a été déterminée d'une façon précise par titrage de 10 ml d'une prise de yaourt à l'aide d'une soude NaOH préparée à 1/9N en présence de 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine comme indicateur coloré, jusqu'au virage de la coloration au rose correspondant à la zone d'équivalence.

Le volume de NaOH ainsi obtenu est noté en ml puis les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$^{\circ}\text{D} = \text{V} \cdot 0.9 \cdot 10$$

$^{\circ}\text{D}$  : Acidité en degré Dornic

V : Volume de soude en ml

- **La teneur en matière grasse**

Les protéines sont dégradées par l'acide sulfurique ( $d=1.82$ ), et la chaleur produite fait fondre la matière grasse. L'alcool iso-amylique ( $d=0.81$ ) aide à la séparation de la matière grasse. La centrifugation permet la séparation des phases grasse et aqueuse.

Dans un butyromètre, prendre 10 ml de l'acide sulfurique, ajouter 10g de l'échantillon à analyser, 1ml de l'alcool iso-amylique puis agiter avec des tournements et placer le butyromètre dans la centrifugeuse en parallèle avec le tube d'équilibrage. La centrifugeuse tourne à une vitesse de 1100 rpm à 68°C pendant 3 min. Après centrifugation, retirer le butyromètre et lire le résultat.

- **L'extrait sec total (EST)**

La détermination de l'Extrait Sec Total (EST) du produit se fait par évaporation pendant 10min pour le produit fini et 15min pour le produit semi fini. L'extrait sec total représente la perte de masse du produit lors d'une dessiccation à une température de 105 °C. Les étapes de détermination de taux d'extrait sec total sont les suivantes :

- mettre le dessiccateur en marche ;
- faire la tare pour que l'écran indique exactement zéro ;
- peser environ 3,0 g avec étalement de produit dans la coupelle ;
- baisser le couvercle et la dessiccation commence automatiquement ;
- le résultat de la dessiccation s'affiche en pourcentage massique (m/m).

#### 3.2.6. Les analyses microbiologiques des yaourts fabriqués

Il s'agit de contrôler la qualité microbiologique des différents échantillons par la recherche d'un certain nombre de germe selon les normes.

- **Préparation de l'échantillon et des dilutions**

Pour les analyses microbiologiques, la solution mère est préparée en introduisant 25g de yaourt dans 225 ml d'une solution TSE (tryptone solution eau).

Pour réaliser les dilutions, introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la solution mère dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de

diluant TSE : cette dilution constitue alors la dilution au 1/10 ou  $10^{-1}$ , mélanger soigneusement.

Prendre ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée et stérile 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  et l'introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE). Cette dilution est alors au 1/100 ou  $10^{-2}$ , mélanger soigneusement.

- **Recherche et dénombrement des coliformes**

- à partir des dilutions décimales allant de  $10^{-1}$  à  $10^{-2}$ , porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boîtes de Petri vides préparées à cet usage et numérotées ;
- compléter ensuite chaque boîte avec environ 20 ml de la gélose VRBG ;
- faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre de bien mélanger l'inoculum avec la gélose utilisée ;
- les boîtes sont incubées pendant 24-48 heures à 37 °C (coliformes totaux) et à 44 °C (coliformes fécaux).

Après incubation, les coliformes totaux apparaissent sous forme de colonies jaunes, alors que les coliformes fécaux présentent un anneau rouge.

- **Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus***

La détection et le dénombrement de *Staphylococcus aureus* permettent de déterminer si l'aliment présente ou non un risque pour le consommateur.

- étaler sur la gélose Baird Parker 0.1 ml de la solution mère à l'aide d'un râteau ;
- l'incubation est faite à 37°C pendant 48h.

Les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent de couleur noire, brillante, voutée avec une bordure blanche mince entourées d'un halo clair.

- **Recherche et dénombrement de *Salmonella***

La recherche de *Salmonella* nécessite une prise d'essai à part.

- **Jour 1 : Pré- enrichissement**

- prélever 25 ml ou 25 g de produit à analyser dans 1 sachet stérile contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée ;
- incuber à l'étuve à 37°C pendant 24h.

- **Jour 2 : Enrichissement**

- Transférer 0,1 ml de la solution de pré-enrichissement dans un tube contenant 10ml de bouillon SFB. L'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

➤ **Jour 3 : Isolement**

- Ensemencer en surface de milieu Hektoen une goutte de bouillon d'enrichissement SFB. Incuber les boîtes à 37°C pendant 24h.

➤ **Jour 4: Lecture des boîtes et identification.**

Les salmonelles se présentent comme des colonies le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose Hektoen.

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussion**

## 1. Résultats des analyses physicochimiques des matières premières (poudre de datte et poudre du lait)

### 1.1. Poudre de datte

Il est bien entendu que la composition des matières premières a un impact significatif sur la qualité du produit fini. Le tableau suivant résume les résultats de la caractérisation de certains paramètres physico-chimiques de poudre de dattes.( Figure 01 , Annexe)

**Tableau VI** : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de datte.

Analyses	pH	Acidité (D°)
Poudre de datte	5,80 ± 0,03	0.20 ±0.02

Le pH est une mesure qui détermine combien de temps les aliments peuvent être conservés. Il est considéré comme l'un des obstacles les plus importants que la flore microbienne doit être surmonté afin d'assurer sa survie (**Giddey, 1982**).

Selon **Açourene et al. (2002)**, une datte ayant un pH inférieur à 5,5 est de mauvaise qualité. Cependant, **Açourene et Tama, (1997)** ont trouvé un pH de 5.9 pour la datte de type Mech-Degla, et qui est proche de pH de notre variété utilisé dans cette étude.

L'acidité titrable, comme le pH, nous renseigne sur l'état physique du fruit. Selon **Booij et al. (1992)**, une acidité élevée est généralement associée à une mauvaise qualité des dattes ; le taux d'acidité de la datte est lié à la teneur en eau et donc inversement proportionnel au degré de maturité.

Les résultats indiquent une teneur en acide de la poudre de datte de 0.20±0.02 °D. Cette valeur d'acidité titrable est similaire à celle rapportée par **Youssef et al., (1992)**, qui ont obtenu une valeur de 0,24°D pour la variété Mech-Degla.

Ces valeurs de l'acidité titrable des dattes entières sont moyennement proches à celles rapportées par **Chiban (2007)**, qui a trouvé pour les variétés Mech-Degla, de valeur de 0.21%.

### 1.2. Poudre du lait à 26% et à 0% en matière grasse

La poudre du lait joue un rôle important sur la qualité organoleptique de produit obtenue la fin de la production (yaourt), elle représente la matière première dans la fabrication de yaourt. Plusieurs paramètres physico-chimiques doivent être étudiés pour connaître leurs valeurs et dans le but de faire une bonne fabrication de ce yaourt.

Les paramètres étudiés sont : le pH, l'acidité dornique, teneur en matière grasse, extrait sec total, et les résultats obtenus sont représenté dans le tableau VII.

**Tableau VII** : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre du lait à 26% et à 0% en matière grasse.

Paramètre	Poudre à 26% MG	Poudre à 0% MG	Normes d'entreprise
pH	6,77	6,74	6,6-6,8
Acidité (D°)	14.60	14.50	18max
Teneur en matière grasse (g/l)	26 **	0 *	26min** 1.5 Max *
Extrait sec total (g/l)	96.74	96.40	96

II: Codex standard 207-1999, adopté en 1999. Amendement 2017

\* : poudre de lait à 0% matière grasse, \*\* : poudre de lait à 26% matière grasse.

Ces poudres répondent aux normes préconisées par la norme (AFNOR 1986) et aux exigences de l'entreprise, comme elles témoignent les résultats de l'analyse des propriétés physico-chimiques des poudres de lait présentées dans le tableau VII. En réalité, toutes les valeurs acquises pour tous les paramètres recherchés sont conformes aux normes de l'entreprise, notamment l'acidité et le pH, qui renseignent sur le respect des conditions de stockage (ventilation, température).

A titre d'illustration, l'échantillon testé a donné un taux d'extrait sec total de 96,74% pour PL 26% et 96.40% pour PL 0% conforme à l'exigence nécessaire (96%) ; et pour ce qui est de la matière grasse (MG) des deux poudres de lait, les valeurs trouvées restent conformes au journal officielle de la république Algérienne (**JORA, 1998**). Cette dernière confère au lait entier la moitié de sa valeur énergétique.

## 2. Résultats des analyses microbiologiques de la poudre du lait à 26% et à 0% en matière grasse

La poudre du lait est un milieu déshydraté riche en plusieurs éléments nutritifs nécessaire à la croissance de nombreux microorganismes. Ainsi, le contrôle rigoureux de sa qualité microbiologique est nécessaire pour éviter l'altération de produit alimentaire fabriqué à base de cette poudre et pour avoir un produit de bonne qualité hygiénique pour le consommateur.

Les analyses microbiologiques effectuées consistent au dénombrement des germes totaux, des coliformes totaux et fécaux et une recherche de *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*. Les résultats de ces analyses sont mentionnés dans le tableau VIII.

D'après les résultats de tableau VIII, on remarque une absence totale de tous les germes dénombré et recherché, ce qui indique que cette poudre utilisé réponde aux normes et aux exigences de l'entreprise de LFB.

**Tableau VIII :** Résultats des analyses microbiologiques de la poudre du lait à 26% et à 0% en matière grasse.

Analyses microbiologiques (germes/g)	0% matière grasse	26% matière grasse	Norme*
<b>Germes totaux</b>	0	0	Absence
<b>Coliformes totaux</b>	0	0	Absence
<b>Coliformes fécaux</b>	0	0	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	Absence
<i>Salmonella</i>	0	0	Absence

\* : Selon la norme de Journal officiel Algérien (2017)

### 3. Résultats des analyses physico-chimiques de lait préparé

Une fois la poudre de datte et la poudre du lait sont préparées et analysées selon des paramètres physico-chimiques et microbiologiques et que les résultats trouvés conformement aux normes algériennes, un lait a été préparé en utilisant cette poudre de lait analysée et de l'eau.

Ce lait, une fois préparé, a subit une analyse physico-chimique dans le but de savoir son pH, son acidité dornic et sa teneur en matière grasse. Les résultats sont mentionnés dans le tableau IX.

**Tableau IX :** Résultats des analyses physico-chimiques de lait préparé.

Analyses	pH	Acidité (D°)	Teneur en matière grasse (g/l)
<b>Lait préparé</b>	6.66	15	18
<b>Norme selon LFB</b>	6.6-6.8	14-18	15-20

**Ouazzani Taybi et al. (2014)**, ont signalé une fourchette d'acidité dornic de 14,50-16,5°D. D'autres auteurs, **Labioui et al. (2009)** ont trouvé des valeurs entre 15°D et 17,5 °D.

Les valeurs de pH obtenues dans notre étude 6.66 se rapprochent de celles rapportées par certains auteurs. **Labioui et al. (2009)** qui ont obtenu une fourchette en pH de 6,40-6,70. D'autres auteurs, ont obtenu des valeurs de pH inférieurs aux nôtres. **Ouazzani Taybi et al. (2014)**, rapportent une fourchette de 6,18-6,56. **Sboui et al. (2009)**, ont signalé une moyenne de 6,41±0,18.

Les résultats montrent que le lait fabriqué répond aux normes pour chaque type d'analyse effectuée, comme indiqué dans le tableau ci-dessus. Les niveaux de pH et d'acidité obtenus dans nos échantillons montrent que le lait est frais, indiquant que la chaîne de production est stable. En effet, le traitement thermique n'a eu aucun effet sur le pH, l'acidité ou la teneur en matières grasses, selon les résultats. Ceci indique que la qualité physico-chimique du produit fini est satisfaisante.

#### **4. Résultats des analyses physico-chimiques de yaourt**

##### **4.1. Résultats de suivie du pH et de l'acidité au cours de la fermentation**

A une température de 44°C, nous avons suivi le changement de pH et de l'acidité dornic chaque heure pendant 4 heures au cours de la fabrication du yaourt jusqu'à la fin de la fermentation (tableau X).

Les résultats montrent une diminution de pH au cours de la fermentation. Sa valeur était de 6.3 au début de la fermentation et atteint 4.7 après 4 h de fermentation (tableau X), ce qui induit une acidification de milieu. Cette diminution de pH joue un rôle important dans la protection de yaourt des germes pathogènes et d'altération et induit une amélioration de la qualité organoleptique en termes de goût de ce produit.

Les résultats d'acidité montrent une augmentation de la quantité de l'acide lactique dans le yaourt au cours de sa fabrication exprimé en augmentation de degré dornic. Cette acidité était de 20°D et augmente jusqu'à 83°D en fin de fabrication (tableau X).

**Tableau X :** Les résultats de suivie de changement de pH et de l'acidité dornic durant la fermentation.

<b>Temps Analyses</b>	<b>1h</b>	<b>2h</b>	<b>3h</b>	<b>4h</b>
<b>ph</b>	6.3	5.52	4.86	4.7
<b>Acidité (D°)</b>	20	43	65	83

Les résultats de suivie de changement de pH et de l'acidité dornic durant la fermentation sont illustrés sur les graphes suivants (figure 08 et figure 09).

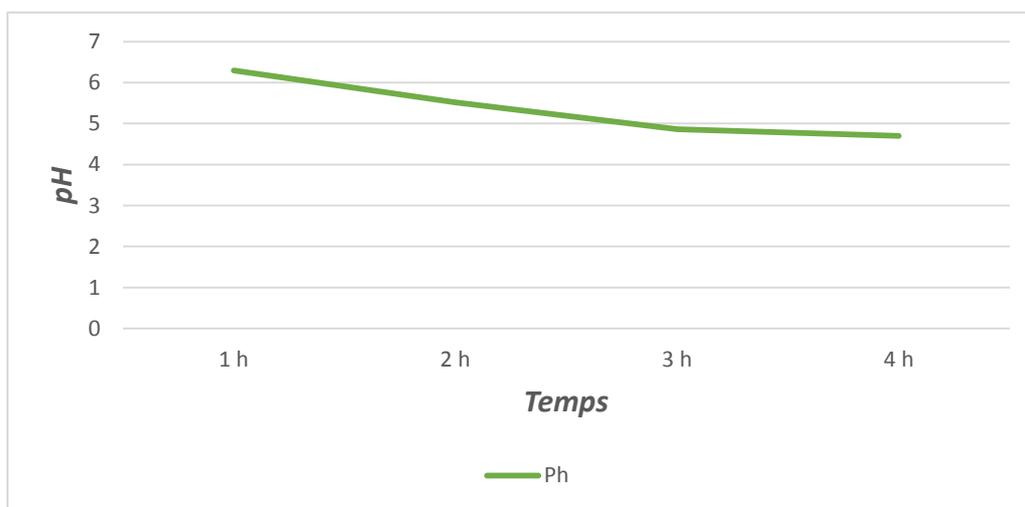


Figure 08 : Résultats du suivi de changement du pH au cours de la fabrication du yaourt.

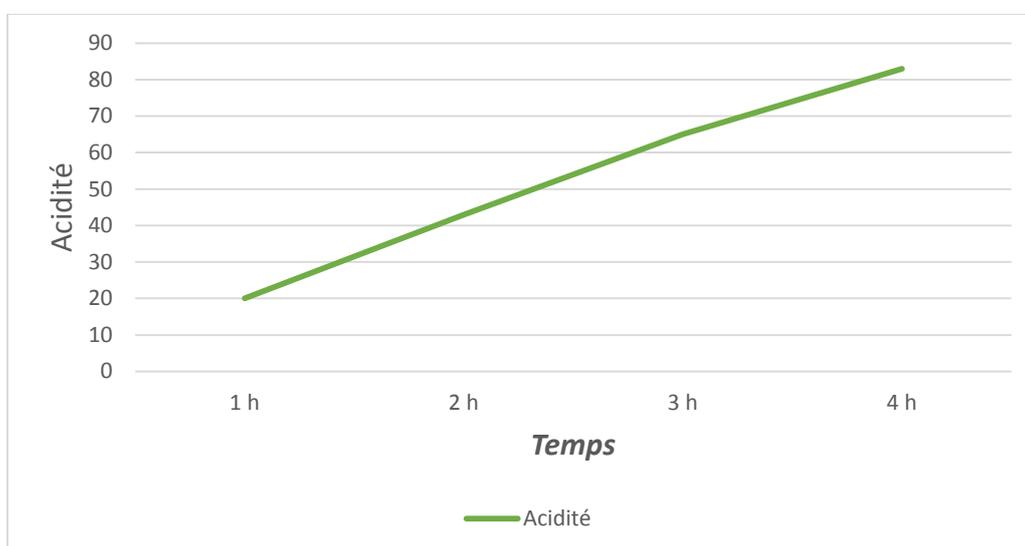


Figure 09 : Résultats du suivi de changement de l'acidité au cours de la fabrication du yaourt.

La baisse constante du pH au cours de la maturation est causée par les bactéries lactiques qui produisent de l'acide lactique en dégradant le lactose du lait, suivie d'une transformation du pyruvate en acide lactique (Tariket, 2016). L'augmentation de l'acidité, d'autre part, pourrait être due à l'accumulation de ferment lactique, à de nouvelles conditions environnementales et aux besoins nutritionnels plus prononcés des bactéries lactiques, en combinaison avec la faible concentration du lait en substances azotées facilement assimilables, ce qui empêche une croissance sur ce milieu (Loones, 1994).

#### 4.2. Résultats des analyses physico-chimiques de yaourt après la fermentation (produit fini)

Le produit fermenté est enrichi, à la fin de la production, à différentes quantité (2%, 4% et 8%) en poudre de datte dans le but de valoriser la poudre de datte et d’avoir un nouveau produit. (Figure 02, 03, 04 et 05, Annexe )

Les résultats des analyses physico-chimiques des yaourts enrichis en dattes à différents pourcentages (0%, 2% ,4% et 8%) sont mentionnés dans le tableau XI. Ces analyses concernent la mesure de pH, d’acidité, la quantité en matière grasse et l’extrait sec total. D’après les résultats, on remarque des valeurs très proches entre les différents types de yaourt (à différents pourcentage en poudre de datte) pour tous les paramètres analysés et ces valeurs conformes à la norme suivie par l’industrie (tableau XI).

**Tableau XI:** Résultats des analyses physico-chimiques des yaourts.

Echantillon	0%	2%	4%	8%	Norme
<b>Les analyses</b>					
<b>pH</b>	4.79	4.82	4.81	4.83	4.6 – 4.8
<b>Acidité (°D)</b>	80	82	82	82.5	75-100
<b>MG (g/l)</b>	17.9	18	18	18.2	15 – 25
<b>EST (g/l)</b>	191.45	205.40	219.50	233.41	-

MG : matière grasse, EST : extrait sec total

Les données répertoriées dans le tableau précédent ont été représentées graphiquement pour montrer les variations de chaque paramètre en fonction de la teneur en poudre de datte.

- **pH**

On remarque, d’après les résultats de la figure 10, les valeurs de pH sont presque les mêmes pour les différents taux en poudre de datte, ce pH est d’environ 4,80 (figure10).

Le pH est de valeur entre 4.77 et 4.83, ces résultats sont supérieurs à celle signalé par **Amellal et al. (2007)** qui est de pH= 4.5.

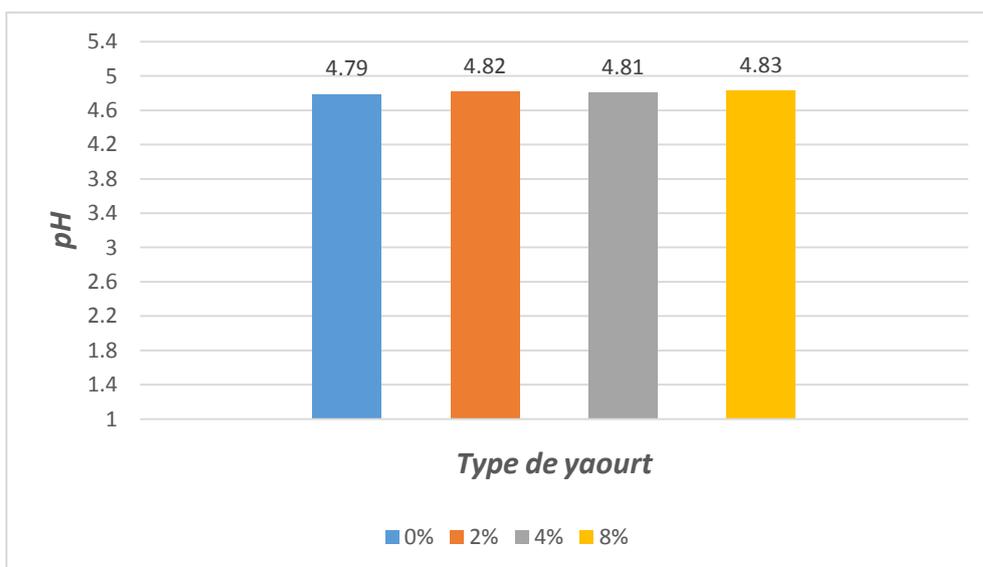


Figure 10: Variation de pH des différents types de yaourts obtenu

- **Acidité**

Les résultats montrent que le taux d'acide lactique calculé pour les quatre types de yaourt est le même qui est de 82%. Ce taux ne change pas même en augmentant le pourcentage de la poudre de dattes (figure 11).

Acidité titrable trouvée est de valeur 0,82%, ce résultat est supérieur à celle signalé par **Amellal et al. (2007)**, qui est de 0,56%.

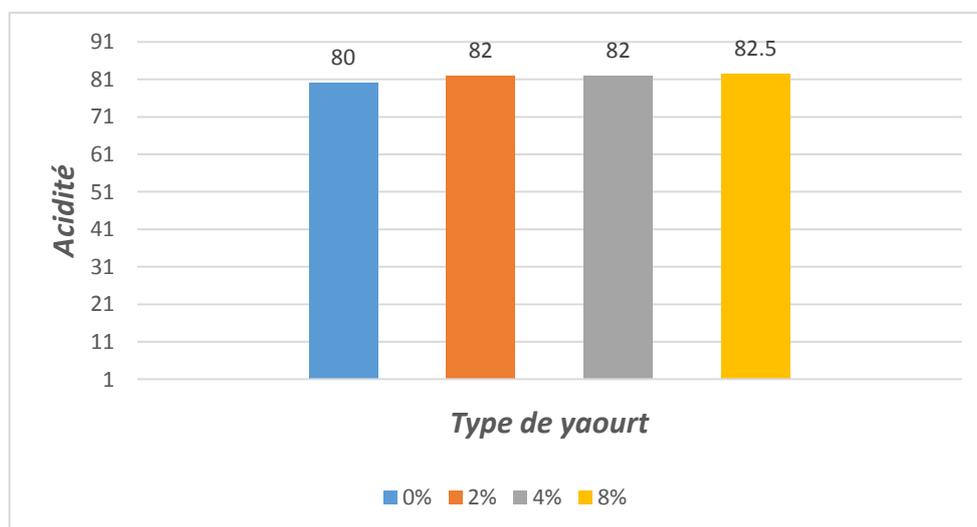


Figure 11 : Variation de l'acidité des différents types de yaourts obtenus.

Les quatre types de yaourts (0 %, 2 %, 4 % et 8 %) avaient une acidité titrable et un pH presque comparables, ce qui indique que la poudre de dattes a peu d'effet sur l'acidité de ces yaourts.

- **Taux butyreux**

Le teneur en matière grasse est presque identique pour les quatre types de yaourts (à 0%, à 2%, à 4% et à 8%), ce qui signifie que la poudre des dattes contient un faible teneur en matière grasse. Ce taux augmente de 17,9% pour le yaourt à 0% en matière grasse à 18,2% pour le yaourt à 8% (figure 12).

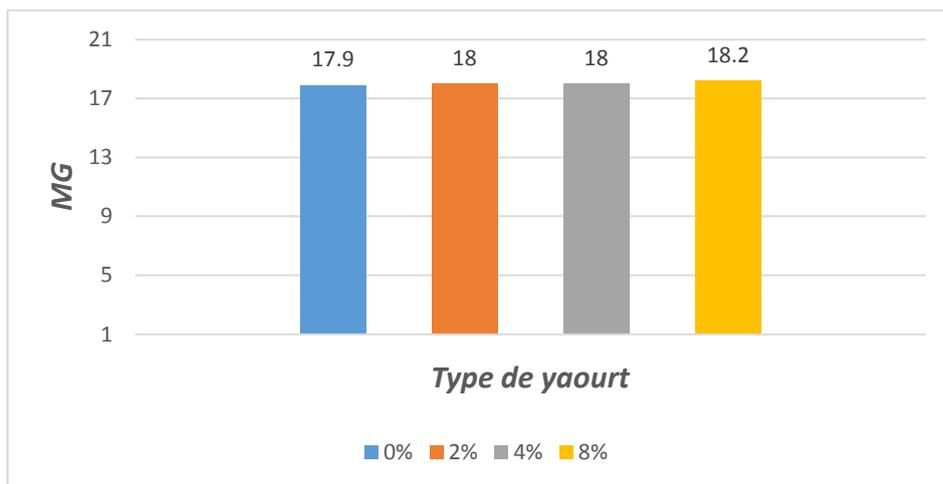


Figure 12 : Variation de matière grasse des yaourts obtenus

- **L'extrait sec total**

On constate sur le graphe que la teneur en extrait sec total a augmenté progressivement. Par conséquent, l'ajout de poudre de dattes dans le yaourt engendre une augmentation de l'extrait sec total du yaourt (figure 13).

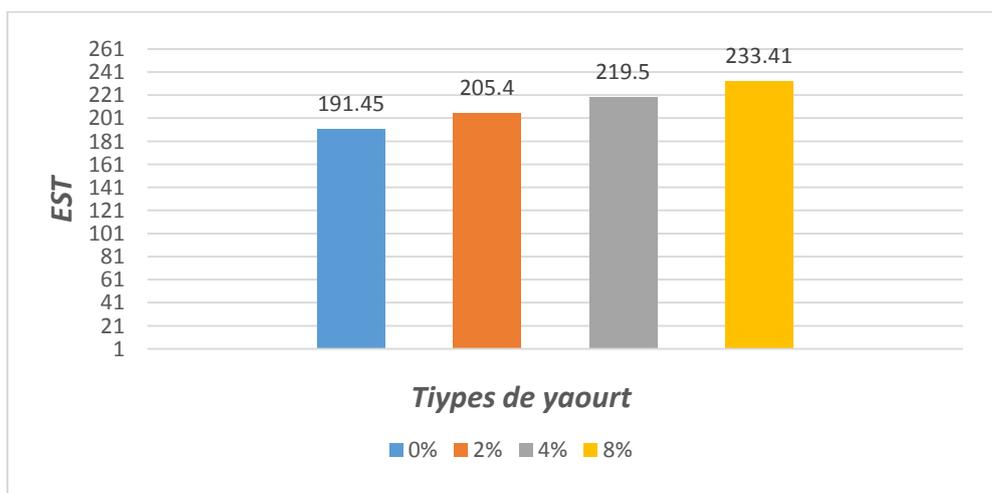


Figure 13 : Variation de la teneur en extrait sec total selon les types de yaourt.

## 5. Les résultats des analyses microbiologiques du yaourt

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur les différents types de yaourt obtenus sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau XII:** Résultats des analyses microbiologiques des yaourts obtenus.

Analyses microbiologiques (germes/g)	0%	2%	4%	8%	Norme
Germe totaux	0	0	0	0	Absence
Coliformes totaux	0	0	0	0	Absence
Coliformes fécaux	0	0	0	0	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	Absence
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	Absence

Journal officiel Algérien(2017)

On parle de coliformes pour définir les microorganismes servant d'indicateurs à la présence possible de contaminations fécales. Leur recherche et leur dénombrement permettent d'apprécier l'importance de contamination du lait et des produits laitiers (**Vignola, 2002**).

La recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires (**Vignola, 2002**).

Les salmonelles sont des bactéries a fort pouvoir pathogène. La présence d'une seule salmonelle dans un produit conduit a son insalubrité.

Un yaourt de bonne qualité sanitaire doit répondre à diverses exigences, notamment en termes de normes microbiologiques. Ceux-ci ne peuvent être atteints qu'en mettant en œuvre de bonnes méthodes d'hygiène et de fabrication tout au long du cycle de vie du produit.

Dans le cas de nos échantillons de yaourts expérimentaux, les analyses microbiologiques ont révélé l'absence totale de toutes les bactéries pathogènes telles que, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ainsi que les germes d'indice de contamination fécale comme les coliformes totaux et fécaux.

Les propriétés hygiéniques sont satisfaisantes pour les 4 échantillons et répondent de ce fait aux normes de qualité microbiologique fixées par la réglementation. Ces performances seraient dues vraisemblablement à la validation correcte du barème de pasteurisation et au respect des règles d'hygiène au cours de la fabrication. Des résultats similaires ont été rapportés par **Abdelmalek et al., (2008)**. D'autre recherche a été effectué à l'université de Aboubaker Belkaid de TLEMEN par Mr Taleb Anes en 2017, il montre des résultats

négatives tout le long des produits de la chaîne de fabrication depuis la matière première jusqu'au produit fini.

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques des yaourts obtenus montrent qu'ils sont de bonne qualité physico-chimique et de qualité microbiologique acceptable, et qu'ils répondent aux normes.

**Conclusion**

En analysant la composition biochimique des dattes de la variété Mech-Degla récoltées dans la ville de Biskra, nous nous sommes attachés à fournir des informations sur l'un des héritages phylogénétiques de l'Algérie, la variété sèche des dattes. Nous espérons également valoriser ce type de datte en l'utilisant pour fabriquer un aliment bio à haute valeur ajoutée.

Le présent travail a montré que la valorisation des dattes sèches en général et Mech-Degla en particulier, en vue de leur transformation en poudre après séchage est possible. Le but de l'opération est de ramener la teneur en eau de matière sèche, valeur caractéristique des poudres de fruits a été atteinte. La poudre de datte obtenue a été utilisée dans un produit laitier (yaourt).

Les résultats les plus intéressants au terme de ce travail sont : la caractérisation physico-chimique, on note que la Mech-Degla présente un pH de 5,8 et une acidité de 0.20 °D, donc notre échantillon est de qualité physique acceptable.

D'après les résultats de cette présente étude, il est possible de produire un yaourt sucré, aromatisé, coloré naturellement et riche en élément minéraux par utilisation de la poudre de datte comme ingrédient naturel.

D'après nos résultats, le pH diminue proportionnellement, l'acidité évolue progressivement et inversement avec le pH. Ils montrent aussi qu'il y a une variation des paramètres physico-chimiques (MG, EST) au cours du processus de fabrication.

Les résultats des analyses microbiologiques des quatre yaourts ont montré clairement leur parfaite conformité aux normes.

En complément de cette étude, nous pensons que les points suivants sont importants : recherche sur la valeur nutritionnelle de la poudre de datte et son impact sur la qualité du yaourt, recherche sur les propriétés fonctionnelles du yaourt nature aux granulés de dattes, élargir l'étude à d'autres types et combinaison de différentes poudres.

# **Références bibliographiques**

**-A-**

- 1. Abdelmalek, A., Bey, F., Gheziel, Y., Krantar, K. Ait Abdessalam, A., Meribai, A., Edouakh, L., BENSOLTANE, A. 2009 .**Viability and resistance to acidity of *Bifidobacteria* sp in Algerian bio-yogurts. *Egyptian Journal of Applied Science* (In press)
- 2. Abou-Zeid, A. A., Nabeh, A., Baghlaf, O. 1991.** The formation of oxytetracycline in a date coat medium. *BioresourceTechnology* (37):179-184.
- 3. Accolas J.P., Hemme D., Mazeaud M.J., Vassal A., Bouillane C., Veaum. 1982.** Les levains lactiques thermophiles : propriétés et comportement en technologie laitière. *Le lait*, 49 : 346-352.
- 4. Açoourene S., 1998.** Synthèse bibliographique sur la valorisation de la datte. INRA. station sidi Mahdi. Touggourt.
- 5. Açoourene S. et Tama M., 1997.** Caractérisation physico-chimiques des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. Recherche Agronomique, N°1. Ed. INRAA. P : 59-66.
- 6. Al-Shahib W., Marschall R.J, 2003.**The fruit of date palm: its possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. Vol. 54. P: 247-259
- 7. Al-Shaickly, M. A. S., Al-Rubaie I. A., Al-Dulami A. A., 1980.** Microbial pollution of date during stages of maturation. Paper presented at the first arab conference of biological sciences, 21-24, April, Baghdd, P. 118
- 8. Alais, 1984.** physique et physico-chimique du lait. Les effets des traitements technologiques. In science du lait, principes des techniques laiteries. Edition SEPAIC. Paris : 247-310.
- 9. Amellal A., 2008.** Aptitudes technologique de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse doctorat. Université Boumerdes. Algérie
- 10. Amellal, H., Benamara, S., Halladj, F., Chibane, M. 2012 .**Characteristics and acceptance of yogurt containing pomegranate (*Punicagranatum*) peel powder . *Archives Des Sciences* Vol 65, No. 11; Pp 289-300.
- 11. Atia, A., Abdelkarim, D., Younis, M., Alhamdan, A. 2018.** Effects of Gibberellic Acid (GA3) and Salicylic Acid (SA) Post harvest Treatments on the Quality of Fresh

Barhi Dates at Different Ripening Levels in the Khalal Maturity Stage during Controlled Atmosphere Storage. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* , 11, 211–219.

**-B-**

12. **Béal, C., Helinck, S. 2019.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés.
13. **Beerens H., Luquet F.M, 1987.** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers. Paris : éd Technique et documentation –Lavoisier : 144p.
14. **Benahmed D jilali A., 2012.** Analyse des aptitudes technologiques de poudres de dattes (*Phoenix-dactylifera. L*) *améliorées* par la spiruline. Etude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes, thèse de Doctorat en Génie des Procédés, Université M'Hamed Bougara- Boumerdes, 188p.
15. **Booij L., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., Furry M., 1992.** Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétable de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). *Journal of fruits*. Vol. 47 N.P : 667 – 677.
16. **Boukhiar, A. 2009.** Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation, Mémoire de Magister, en Technologie Alimentaire, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès. P 08-64,79.
17. **Bourlioux P., Braesco V., Denis D.G., Mater., 2011.** Yaourts et autres laits fermentés, *Cahiers de nutrition et de diététique* 46 : 305-314, Elsevier.

**-C-**

18. **Chehma, A. F., Longo, H., Siboukeur, A. 2000.** Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous Acti Accé produits du palmier dattier chez les ovins. *Revue semestrielle, El -Harrach N°7, INRAA.*
19. **Chibane H., Benamara S., Noui Y., Djouab A. 2007.** Some physicochemical and morphological characterisation of three varieties of Algerien commun dates. *Europian Journal of Scientific Research*.18 (1): 134-140.
20. **Codex Alimentarius, 1975. Normes n°A 11(A).** Rome: FAO/OMS. 86p
21. **Courtin P., Rul F., 2004.** Interactions between microorganisms in a simple ecosystem: yoghurt bacteria as a study model, *Lait* 84: 125-134.

**-D-**

22. **Dellaglio F., De Rossart H., Torriani S., Curik M., Janssens D. 1994.** Caractérisation générale des bactéries lactiques. *Techniques et Documentation*. Lorica (Ed.), 1, 25-116.

23. **Djerbi, M. 1994.** Récolte des dattes. Précis de phéniculture, FAO, Tunis. pp: 101-109.
24. **Donkor O.N., Henriksson A., Vasiljevic T., Shaha N.P., 2007.** Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and *in vitro* angiotensin converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. *INRA, EDP Sciences*. 86: 21-38 pp.
25. **Dowson, V. H. W., Aten, A. 1963.** Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes. FAO, Rome. P 10-43 : 229-243.
26. **Drouault S. et Corthier G. 2001.** Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. *Veres*. 32 :101-117 pp.
27. **Durso L., Hutkins R., 2003:** Starter cultures. University of Nebraska, Lincoln, NE, USA. Elsevier Science Ltd. pp: 5583-5593.

**-E-**

28. **Enkelejda, P. 2004.** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur. Thèse de doctorat en Science des Aliments. Institut national agronomique paris grignon. p 205.
29. **Espirad E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, 147 – 155p.

**-F-**

30. **F.A.O. 2002.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 5 : Laits fermentés. *Collection FAO/Alimentation et Nutrition*, 28, 7P.
31. **Fredot, E. 2005.** Connaissance des aliments. Edition techniques et documentation, Lavoisier, Paris. p 14, 36.

**-G-**

32. **Ghnimi, S., Seyed, U., Azharul, K., Afaf, K. El., 2017.** Date fruit (Phoenix dactylifera): An underutilized food seeking industrial valorization.
33. **Giddey, C. 1982.** Les produits à humidité intermédiaire cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire. *APRIA.P* : 21-28
34. **Goyot., 1992.** Les yaourts, *DLG food*: 4-11

**-H-**

35. Hanachi, S., Khitri, D., Benkhalifa, A., Brac DE Perriere, R.A, 1998. Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne. 225 p.
36. Hardie, J.M. 1986. Other Streptococci. In “ *Bergy’s manuel systematic bacteriology*”. Vol. 2: 1068-1071.

**-I-**

37. INRA, 1997. Mission scientifique de syndifrais. Yaourts, laits fermentés. Le lait, Edition 1997,77(3), pp 321-358.

**-J-**

38. Jeantet, R., Crogenec, T., Mahaut, M ., Schuck P. et Brule G. 2008. Les produits laitiers. Technique et Documentation, 2ème édition, Lavoisier, Paris. p 24,25
39. Journal Officiel de la République Algérienne N° 69 1993. Arrêté interministériel de 27 octobre 1993. Relatif aux spécifications microbiologiques et physico-chimiques de certaines denrées alimentaires.
40. Joseph-Pierre, G, 2003. Microbiologie alimentaire. Paris : éd DUNOD. 651p.

**-K-**

41. Keddar, F., Koubich, S., 2009. Etude de l’effet antagoniste entre les deux bactéries du yaourt (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) et les germes pathogènes (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*).

**-L-**

42. Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachioui, M., Berny, E., Ouhssine, M. 2009. Etude physico-chimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm.* Bordeaux, 148(2009), 7-16.
43. Lapointe-Vignola, C. 2002. Science et technologie du lait: transformation du lait. Presses inter Polytechnique.459 pp.
44. Larpent et Bourgeois C.M., 1989. Les bactéries lactiques, les microorganismes de fermentation.
45. Laurence Audenet, V. et Cohen Maurel, E., 2004. Conserve traditionnelle et fermière. Paris édition Technique et Documentation-Lavoisier, p6330.
46. Leksir, C. 2012. Caractérisation et contrôle de la qualité de ferments lactiques utilisés dans l’industrie laitière algérienne.

47. **Leory, F., Degeest, B., DE Vuyst, L. 2002.** A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial micro-organisms in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 73, 251-259.
48. **Loones A., 1994.** Lait fermentés par les bactéries lactiques. *In : Bactéries lactiques. Vol II. De Roissart, H. et Luquet, F. M., Loriga, Paris, France. pp. 37 -151.*
49. **Luquet, F.M. 1990.** Les produits laitiers, transformation et technologie. 2e édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tech-doc Apria Lavoisier. pp : 85-206.

**-M-**

50. **Maatallah S. 1970.** Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Thèse d'ingénieur, INA El Harrach, 72p.
51. **Mahaut, M., Jeantit, R; Bruli, G., Schuck, P. 2000.** Les produits industriels laitiers. Ed. Tec et Doc Lavoisier. pp : 26-40.
52. **Marcel, B.R., Coxam, V., Delzenne, N. 2008.** Aliments fonctionnels. 2 Ed Tec. Et Doc. Lavoisier: 23- 1015.
53. **Marshall, VM., Cole, W.M., 1983.** Threoninealdolase and alcoholdehydrogenase activities in *Lb. blgaricus* and *Lb. bulgaricus* and their contribution to flavor production in fermented milks. *J.Dairy Res.*50 (3), 375
54. **Meghachou, W., 2013.** Approche méthodologique à la modélisation par les plans d'expériences pour l'élaboration d'un yaourt, Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Magister en Biotechnologie, Université d'Oran, 12p.
55. **Mehaia, M.A., Cheryan, M. 1991.** Fermentation of date extracts to ethanol and vinegar in batch and continuous membrane reactors. *Journal of Enzyme and Microbial Technology.*13 : 257-261.
56. **Michel, J.C., Pouliot, M., Richard, J. 2002.** Lait de consommation *In : Science et technologie du lait. Vignola C. 3<sup>ème</sup> édition. Ecole polytechnique de Montréal Canada. pp: 277-316.*
57. **Munier, P. 1973.** Le palmier dattier. Paris : Ed. Maisonneuve et Larose, 221 p.

**-N-**

58. **Noui, Y., 2007.** Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de magister en génie alimentaire, Université M'hamed Bouguera - Boumerdès, 11-15- 33 p.

**-O-**

- 59. Oskar, A., Meydani, S.N., Russell, R.M., 2003.** Yogurt and Gut function, American Society For Clinical Nutrition, 246-247.
- 60. Oueld El Hadj, M. D. ., Sebihi, A. H., Siboukeur, O. 2001.** Qualité hygiénique et Caractéristiques physico-chimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dates de la cuvette de Ourgla", Revue des Energies Renouvelables, Production et Valorisation- Biomasse. pp 87-92.
- 61. Ouhejjou B., 2010.** Diagnostic des programmes préalables et évaluation de la qualité de la confiture de dattes produite par la coopérative Zrigat à Errachidia. Mémoire, IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 142 p.

**-P-**

- 62. Paci kora, E. 2004.** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brasse aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception et de la texture et de la flaveur. Thèse de doctorat présentée à l'Institut National Agronomique. Paris. Grignon. p 205.
- 63. Pernoud, S., Schneid, C., Breton, S. 2005.** Application des bactéries lactiques dans les produits frais et effet probiotiques. In bactéries lactiques et probiotiques. Coord Luquet F.M., Corrieug., Ed Tec et Doc, pp : 235-260.

**-R-**

- 64. Roukas, T., Kotzekidou P., 1997.** Pretreatment of date syrup to increase citric acid production. *Journal of Enzyme and Microbial Technology*. 21: 273-276.

**-S-**

- 65. Saloff-Coste C. J., 1995.** Yoghurt as a calcium source. Danone world newsletter. N°4.1-12 pp.
- 66. Sboui, A., Khorchani, T., Djegham, M., Belhadj, O. 2009.** Comparaison de la composition physico-chimique du lait camelin et bovin du sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique science: revue internationale des sciences et technologie*, 5(2).
- 67. Schmidt, J.L., Tourneur, C., Lenoir J. 1994.** Fonction et choix des bactéries lactiques laitières in « bactéries lactiques ». Vol II. DE ROISSART H. et LUQUET F.M. Ed. Lorica, paris. 37- 46.
- 68. Schuck, P ., Mahaut, M ., Croguennec T., Jean. 2008.** Les produits laitiers (2 ed.): lavoisier

**69. Siboukeur, 1997.** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes.

-T-

**70. Tamime, A.Y., Robinson R.K., 1999.** Yoghurt science and technology, 2<sup>nd</sup> Ed, Cambridge, woodhead Publishing in *Food Science and Technology*, 619.

**71. Tantaoui, A., Boisson, C. 1991.** Compatibilité végétative d'isolats du *Fusarium oxysporum f. sp. Albedinis* et de *Fusarium oxysporum* de la rhizosphère du Palmier dattier et des sols de palmeraies. *Phytopathologia mediterranea*, 155-163.

**72. Taybi, N. O., Arfaoui, A., Fadli, M. 2014.** Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc, Evaluation of microbiological quality of rawmilk in the region of Gharb, Morocco.

**73. Terre S. 1986.** Propriétés technologiques, nutritionnelles et physiologiques de *S. thermophilus* et *L. bulgaricus*. *Technique laitière et marketing*, 1006, 26- 39

**74. Tortora, G.J. Anagnostakos, N.P., 1987.** Principes d'anatomie et de physiologie. Ed. INC, 5<sup>ème</sup> Edition, 688-693 pp.

-V-

**75. Vignola, C.L. 2002.** Science et technologie du lait, transformation du lait. Fondation et technologie du Québec, p 600..

-W-

**76. Warwick S. 2000.** Elevages, cultures et biotechnologies. Le péril écologique des cultures transgéniques. *Pour la science*, 26 : 128-132pp.

-Y-

**77. Yahiaoui., 1998.** Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 103 p.

**78. Youssef, M.K.E., El-Geddawy, M.A.H., Eh-Rity, M.N.N., Ramadan, B.R., 1992.** Study of Amino Acide-organic. Acide and free sugar composition of new walley Dattes and certain Date produits. *Acta Aliment.* N°2. 21. P : 325-335.

# **Annexes**

## 1. Le matériel utilisé



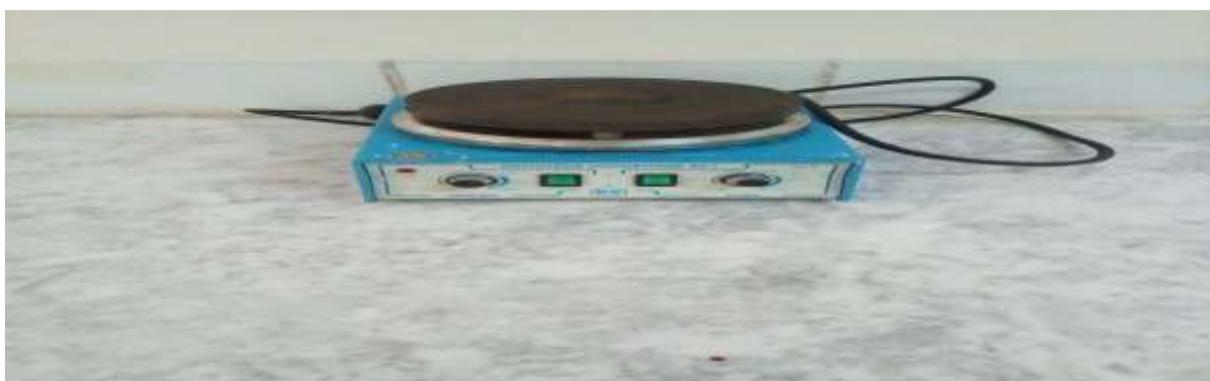
Centrifugeuse



pH mètre



**Bain marie**



**Plaque chauffante**



**Balance électrique**



**Dessiccateur**



**Etuve**

## 2. Les photos des expériences faites



**Figure N° 01** : poudre de dattes après broyage.



**Figure N° 02** : yaourt sans poudre de dattes ( témoin ) .



**Figure N° 03** : yaourt avec poudre de dattes 2 %.



**Figure N° 04** : yaourt avec poudre de dattes 4%.



**Figure N° 05** : yaourt avec poudre de dattes 8%.

## Résumé

La présente étude vise à valoriser les produits alimentaires transformés en dattes, à savoir l'utilisation de poudre de datte à faible valeur commerciale dans la fabrication de yaourt brassé. Dans ce projet, nous avons élaboré un yaourt brassé en utilisant la poudre de dattes connue sous le nom de "Mech-Degla". Nous avons étudié quatre types de yogourt, chacun préparé avec un pourcentage différent de poudre de datte, comme suit : la poudre de datte est présente en quantités variables dans le yogourt : 0 %, 2 %, 4 % et 8 %.

La parfaite conformité des quatre yaourts aux normes a été amplement démontrée par les résultats de leurs analyses physico-chimiques et microbiologiques.

**Les mots clés :** poudre de datte, yaourt, analyses physico-chimiques, et analyses microbiologiques

## Abstract

The current study aims to valorize date-processed food items, namely the utilization of date powder with a low commercial value in the manufacturing of stirred yogurt. In this project, we created a stirred yoghurt using the powder of a kind of dates known as "Mech-Degla." We investigated four types of yogurt, each prepared with a different percentage of date powder, as follows: date powder is present in varying amounts in yogurt: 0%, 2%, 4%, and 8%.

The four yogurts' flawless conformity with the standards was amply demonstrated by the results of their physico-chemical and microbiological analyses.

**Key words:** date powder, yoghurt, physico-chemical analyzes, microbiological analyzes.

## ملخص

تهدف الدراسة الحالية إلى تبيين المواد الغذائية المصنعة بالتمر، أي استخدام مسحوق التمر ذو القيمة التجارية المنخفضة في تصنيع الزبادي المخفوق. في هذا المشروع، قمنا بصنع الزبادي المخفوق باستخدام مسحوق من نوع من التمور يعرف باسم "مش دجلة". درسنا أربعة أنواع من الزبادي، كل منها محضر بنسبة مختلفة من مسحوق التمر، على النحو التالي: مسحوق التمر موجود بكميات متفاوتة في الزبادي: 0%، 2%، 4%، 8%.

تم إثبات مطابقة الزبادي الأربعة للمعايير بشكل لا تشوبه شائبة من خلال نتائج تحليلاتهم الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية.

**الكلمات المفتاحية:** طحين التمر، الزبادي، التحاليل البيوكيميائية، التحاليل الميكروبيولوجية.