

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA**

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N° : .....



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : QUALITE DES PRODUITS ET SECURITE

ALIMENTAIRE

**Mémoire présenté pour l'obtention**  
**Du diplôme de Master professionnel**

**Par : SERAICHE Brahim**

MANSOUR Mebarek

MOUISSAT Azzahra

**Intitulé**

**Etude comparative de la qualité du beurre pasteurisé fabriqué à  
la laiterie HODNA-LAIT de M'sila et du beurre traditionnel.**

**Soutenu devant le jury composé de :**

Mr.DRIF Seifeddine

Université de M'sila

Président

Dr.RAHALI Abdallah

Université de M'sila

Rapporteur

Dr.GUETOUACHE Mourad

Université de M'sila

Examineur

**Année universitaire : 2022/2023**

## **Remerciements**

*Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.*

*En tout premier lieu nous tenons à remercier Mr Rahali Abdellah pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse qu'elle nous a donné, pour ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à remercier les membres de jury*

*Nous remercions également les responsables et les ingénieurs de la laiterie HODNA Lait : M. MOUSSOUDE Mouhammed ; M. CHELOUCHE Imed ; M. SMAILI Khelifa ; M. MEDDAH Mohammed..*

*Nous remercions toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutiens et encouragements durant la réalisation de ce travail.*

**Merci à tous.**

## ***Dédicaces***

*Je dédie ce travail, qui n'aurait pu aboutir et voir la lumière  
sans l'aide de Dieu le tout puissant ;*

*A mes parents*

*A ma femme qui m'a soutenu dans toutes mes démarches ;*

*A mes frères et soeurs*

*A tous mes amis : sofiane ,walid ,azouz ,Ibrahim,adlane ,mohammed  
,imed ,abdelhadi,fathi ,kamel,khlifa,abdelouahab .*

*A tous les étudiants de ma promotion OPSA.*

## Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction ..... 1

### I. Synthèse bibliographique

I.1. Le lait ..... 2

I.1.1. Définition du lait ..... 2

I.1.2. Composition ..... 2

I.1.2.1. Eau ..... 3

I.1.2.2. Matière grasse ..... 3

I.1.2.3. Matière azotée ..... 3

I.1.2.4. Glucides ..... 3

I.1.2.5. Matière minérale ..... 4

I.1.2.6. Biocatalyseurs ..... 5

I.1.2.6.1. Enzymes ..... 5

I.1.2.6.2. Vitamines ..... 5

I.1.3. Propriétés physico-chimiques ..... 5

I.1.3.1. La densité ..... 5

I.1.3.2. Point de congélation ..... 5

I.1.3.3. Point d'ébullition ..... 6

I.1.3.4. Acidité titrable ..... 6

I.1.3.5. pH ..... 6

I.1.4. Propriétés organoleptiques du lait ..... 6

I.1.4.1. Couleur ..... 6

I.1.4.2. Odeur ..... 6

I.1.4.3. Saveur ..... 7

I.1.5. Microbiologie du lait ..... 7

I.1.5.1. Microflore originale ..... 7

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| I.1.5.2. Microflore d'altération .....                                  | 7  |
| I.1.5.3. Microflore pathogène .....                                     | 7  |
| I.1.5.4. Microflore psychotrope .....                                   | 8  |
| I.1.6. Propriétés nutritionnelles.....                                  | 8  |
| I.2.Beurre.....                                                         | 9  |
| I.2.1. Définition du beurre .....                                       | 9  |
| I.2.2. Composition.....                                                 | 9  |
| I.2.3. Structure .....                                                  | 10 |
| I.2.4. Différents types de beurre .....                                 | 10 |
| I.2.4.1. Le beurre fermier .....                                        | 10 |
| I.2.4.2. Le beurre laitier.....                                         | 10 |
| I.2.4.3. Le beurre cru ou crème crue .....                              | 10 |
| I.2.4.4. Le beurre pasteurisé .....                                     | 11 |
| I.2.4.4.1. Le beurre extra fin .....                                    | 11 |
| I.2.4.4.2. Le beurre fin.....                                           | 11 |
| I.2.4.4.3. Le beurre demi-sel.....                                      | 11 |
| I.2.4.4.4. Le beurre salé.....                                          | 11 |
| I.2.4.4.5. Les beurres aromatisés.....                                  | 11 |
| I.2.4.4.6. Le beurre allégé .....                                       | 11 |
| I.2.4.4.7. Le beurre de cuisine .....                                   | 11 |
| I.2.4.4.8. Beurres d'appellation d'origine contrôlée (beurre AOC) ..... | 11 |
| I.2.4.4.9. Les matières grasses à tartiner .....                        | 11 |
| I.2.4.4.10. Le beurre liquide.....                                      | 12 |
| I.2.4.4.11. Le beurre concentré .....                                   | 12 |
| I.2.4.4.12. Le beurre foisonné.....                                     | 12 |
| I.2.4.4.13. Le trois-quarts de beurre .....                             | 12 |
| I.2.5. Microbiologie de beurre .....                                    | 12 |
| I.2.6. Fabrication du beurre .....                                      | 12 |
| I.2.6.1. Fabrication du beurre traditionnel.....                        | 13 |
| I.2.6.1.1. La conservation du beurre traditionnel.....                  | 14 |
| I.2.6.2. Technologie de fabrication du beurre .....                     | 14 |
| I.2.6.2.1. Réception de lait de vache .....                             | 15 |
| I.2.6.2.2. Ecrémage du lait.....                                        | 16 |
| I.2.6.2.3. La crème .....                                               | 16 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| I.2.6.2.4. Pasteurisation .....                             | 16 |
| I.2.6.2.5. La maturation .....                              | 16 |
| I.2.6.2.5. 1. La maturation physique .....                  | 17 |
| I.2.6.2.5. 2. La maturation biologique.....                 | 17 |
| I.2.6.2.6. Barattage de la crème .....                      | 17 |
| I.2.6.2.7. Lavage et malaxage .....                         | 18 |
| I.2.6.2.8. Le conditionnement.....                          | 18 |
| I.2.6.2.9. Stockage et conservation du beurre au froid..... | 19 |
| I.2.7. Rendement en beurrerie .....                         | 19 |
| I.2.8. Qualité du beurre .....                              | 19 |
| I.2.9. Défauts de fabrication de beurre .....               | 19 |
| I.2.10. Altération du beurre .....                          | 20 |
| I.2.10.1. Oxydation .....                                   | 20 |
| I.2.10.1. Lipolyse .....                                    | 21 |

## II.1. Matériels et Méthodes

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| II.1.1. Présentation de l'unité .....                               | 22 |
| II.1.2. Diagramme de fabrication du beurre .....                    | 22 |
| II.1.2.1. Diagramme de fabrication du beurre pasteurisé .....       | 23 |
| II.1.2.2. Diagramme de fabrication du beurre traditionnel.....      | 23 |
| II.1.3. Matériels utilisés.....                                     | 24 |
| II.1.3.1. Matériels biologiques.....                                | 24 |
| II.1.3.2. Verreries .....                                           | 24 |
| II.1.3.3. Produits chimiques et réactifs.....                       | 24 |
| II.1.3.4. Appareillages.....                                        | 24 |
| II.1.4. Méthodes.....                                               | 24 |
| II.1.4.1. Echantillonnage .....                                     | 24 |
| II.1.4.2. Contrôle physico-chimique du beurre.....                  | 25 |
| II.1.4.2.1. Détermination du point de solidification.....           | 25 |
| II.1.4.2.2. Détermination du point de fusion .....                  | 25 |
| II.1.4.2.3. Détermination du taux d'humidité .....                  | 26 |
| II.1.4.2.4. Détermination du taux de matière sèche non grasse ..... | 27 |
| II.1.4.2.5. Détermination du taux de matière grasse .....           | 28 |
| II.1.4.3. Contrôle microbiologique du beurre.....                   | 28 |
| II.1.4.3.1. Préparation de l'échantillon.....                       | 28 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| II. 1.4.3.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile (FTAM) ..... | 29 |
| II. 1.4.3.3. Dénombrement des entérobactéries .....                               | 30 |
| II. 1.4.3.4. Dénombrement de la flore fongique .....                              | 31 |
| II. 1.4.3.5. Dénombrement des staphylococcus aureus.....                          | 32 |

## II.2. Résultats et Discussions

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| II.2.1. Contrôle physico-chimique du beurre .....                         | 33 |
| II.2.1.1. Point de fusion et de solidification .....                      | 33 |
| II.2.1.2. Détermination du taux d'humidité .....                          | 34 |
| II.2.1.3. Détermination du taux de matière sèche non grasse.....          | 35 |
| II.2.1.4. Détermination du taux de matière grasse .....                   | 36 |
| II.2.2. Contrôle microbiologique du beurre.....                           | 37 |
| II.2.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FT AM) ..... | 37 |
| II.2.2.2. Dénombrement de la flore fongique .....                         | 38 |
| II.2.2.3. Recherche de Staphylococcus aureus .....                        | 39 |
| II.2.2.4. Dénombrement des entérobactéries .....                          | 40 |

Conclusion générale

Références bibliographiques

## Liste des abréviations

**Abs** : Absence.

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**AOC**: Appellation d'origine contrôlée.

**BP** : Beurre pasteurisé.

**BT** : Beurre traditionnel.

**CACQE**: Centre Algérien de contrôle de qualité et d'emballage.

**CT** : Coliformes totaux.

**CTT** : Coliformes thermotolérants.

**°C** : Degré Celsius.

**°D** : Degré Dornic.

**E** : Echantillon.

**E/H** : Emulsion eau dans l'huile.

**ESD** : Extrait Sec Dégraissé

**ESD** : Extrait Sec Total

**FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nation.

**FIL**: Fédération International de Laiterie.

**FTAM**: Flore totale aérobie mésophile.

**g**: Gramme.

**GG** : Globules gras.

**g/l** : Gramme par litre.

**g/kg** : Gramme par kilogramme.

**H**: Heure.

**H/E** : Emulsion huile dans l'eau.

**Ind** : Indénombrable.

**Kg/m<sup>3</sup>**: Kilogramme par mètre cube.

**L**: Litre.

**mg/cl** : Milligramme par centilitre.

**min** : Minute.

**ml** : Millilitre.

**MG** : Matière grasse.

**MS** : Matière sèche.

**MM** : Matière minérale.

**MO** : Matière organique.

**NaOH** : Hydroxyde de Sodium.

**Pa** : Pascale.

**PCA** : Plat Count Agar.

**Pf** : Point de fusion.

**pH** : Potentiel hydrogène.

**Ps** : Point de solidification.

**T°** : Température.

**TB** : Taux butyreux.

**tr/min** : Tours par minute.

**UFC** : Unité Formant Colonie.

**Vit** : Vitamine.

## Liste des figures

| N°     | Titre                                                                                                              | Page |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Fig.1  | Composition globale du lait de vache                                                                               | 2    |
| Fig.2  | Microstructure du beurre à température ambiante                                                                    | 10   |
| Fig.3  | Photographies du barattage du beurre traditionnel                                                                  | 13   |
| Fig.4  | La forme du beurre traditionnel et babeurre                                                                        | 14   |
| Fig.5  | Diagramme de fabrication du beurre                                                                                 | 15   |
| Fig.6  | Représentation schématique des interactions entre les globules de graisse et les bulles d'air pendant le barattage | 18   |
| Fig.7  | Diagramme de fabrication du beurre pasteurisé                                                                      | 23   |
| Fig.8  | Schéma de fabrication du beurre traditionnel                                                                       | 23   |
| Fig.9  | Les échantillons du beurre utilisés                                                                                | 25   |
| Fig.10 | Détermination de température de fusion.                                                                            | 25   |
| Fig.11 | Détermination de l'humidité et EST par dessiccateur.                                                               | 26   |
| Fig.12 | Détermination de la matière grasse du beurre.                                                                      | 28   |
| Fig.13 | Les deux phases obtenues après la fusion du mélange beurre diluent                                                 | 28   |
| Fig.14 | Méthode de recherche des FTAM                                                                                      | 29   |
| Fig.15 | Méthode de recherche des entérobactéries                                                                           | 30   |
| Fig.16 | Méthode de recherche des levures et moisissures                                                                    | 31   |
| Fig.17 | Méthode de recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>                                                              | 32   |
| Fig.18 | Variation du point de fusion / solidification selon le type de beurre                                              | 33   |
| Fig.19 | Variation du taux d'humidité selon le type de beurre.                                                              | 34   |
| Fig.20 | Variation du taux de matière sèche non grasse selon le type de beurre.                                             | 35   |
| Fig.21 | Variation du taux de matière grasse selon le type de beurre.                                                       | 36   |
| Fig.22 | Dénombrement de la FTAM                                                                                            | 38   |

|        |                                       |    |
|--------|---------------------------------------|----|
| Fig.23 | Dénombrement de la flore fongique     | 40 |
| Fig.24 | Dénombrement de staphylococcus aureus | 41 |
| Fig.25 | Dénombrement des entérobactéries      | 41 |

## Liste des tableaux

| N° | Titre                                                                   | Page |
|----|-------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | Composition lipidique du lait                                           | 3    |
| 2  | Oligoéléments indispensables du lait de vache (en µg/l)                 | 4    |
| 3  | Les propriétés physicochimiques du lait                                 | 5    |
| 4  | Flore microbienne du lait                                               | 8    |
| 5  | Composition pondérale moyenne du beurre                                 | 9    |
| 6  | Les défauts de fabrication du beurre et ces corrections                 | 20   |
| 7  | Résultats de contrôle microbiologiques des deux échantillons du beurre. | 37   |

## **Résumé**

Le contrôle microbiologique et physico-chimique des produits alimentaires destinés à la consommation humaine est indispensable pour éviter tout risque de contamination et veiller sur la santé du consommateur.

Cette étude a pour objectif d'évaluer et comparer la qualité du beurre pasteurisé avec un beurre traditionnel.

Le contrôle microbiologique a montré que la qualité du beurre pasteurisé est satisfaisante. Ainsi le contrôle physico-chimique a montré également une qualité acceptable et les résultats obtenus de la matière grasse (82,77%), d'humidité (15,6%) et de matière sèche non grasse (1,67%) sont en accord avec les normes algériennes et internationales ;

De plus le contrôle microbiologique a montré que la qualité du beurre traditionnel analysé est non satisfaisante, Les résultats montrent des valeurs non acceptables pour la charge bactérienne aérobie totale et la flore fongique (indénombrable) par contre sont acceptables pour les entérobactéries et les staphylococcus aureus. Ainsi le contrôle physico-chimique a montré également une qualité inacceptable. Ce qui prouve que le beurre pasteurisé est de qualité acceptable que le beurre traditionnel.

**Mots Clés :** beurre pasteurisé, beurre traditionnel, qualité microbiologique, qualité physicochimique.

## **Abstract**

The microbiological and physico-chemical control of food products intended for human consumption is essential to avoid any risk of contamination and to ensure the health of the consumer.

This study aims to evaluate and compare the quality of pasteurized butter with traditional butter.

First, microbiological control has shown that the quality of pasteurized butter is satisfactory. Thus the physico-chemical control also showed an acceptable quality and the results obtained for fat (82.77%), humidity (15.6%) and non-fat dry matter (1.67%) are in accordance with Algerian and international standards.

In addition, the microbiological control showed that the quality of the traditional butter analyzed is unsatisfactory. The results show unacceptable values for the total aerobic bacterial load and the fungal flora (uncountable) on the other hand are acceptable for enterobacteria and staphylococcus aureus. Thus the physico-chemical control also showed

an unacceptable quality. Which proves that pasteurized butter is of acceptable quality than traditional butter.

Keywords: pasteurized butter, conventional butter, microbiological quality, physical and chemical quality.

### ملخص

تعد المراقبة الميكروبيولوجية والفيزيائية والكيميائية للمنتجات الغذائية المعدة للاستهلاك البشري ضرورية لتجنب أي خطر للتلوث ولضمان صحة المستهلك. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم ومقارنة جودة الزبدة المبستر بالزبدة التقليدية أولاً، أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية أن جودة الزبدة المبسترة مرضية. كما أظهرت المراقبة الفيزيائية والكيميائية أيضاً جودة مقبولة والنتائج التي تم الحصول عليها من الدهون (82.77%) والرطوبة (15.6%) والمواد الجافة غير الدهنية (1.67%) مطابقة للمواصفات الجزائرية والدولية بالإضافة إلى ذلك، أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية أن جودة الزبدة التقليدية التي تم تحليلها غير مرضية، وأظهرت النتائج قيمياً غير مقبولة للبكتيريا الهوائية والتعفنات والخمائر (غير معدودة) من ناحية أخرى كانت النتائج مقبولة فيما يخص البكتيريا المعوية والمكورات العنقودية الذهبية. كما أظهر التحليل الفيزيائي الكيميائي أيضاً جودة غير مقبولة. مما يثبت أن الزبدة المبسترة ذات جودة مقبولة وأفضل من الزبدة التقليدية.

**الكلمات المفتاحية:** زبدة مبسترة، زبدة تقليدية، جودة ميكروبيولوجية، جودة فيزيائية كيميائية.

## Introduction

Le lait et les produits laitiers occupent une place dominante dans notre ration alimentaire. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments dont les lipides représentent une grande part et du point de vue des transformateurs, ils sont responsables des caractéristiques sensorielles des produits laitiers tel que le beurre **(Pougheon et al, 2001)**.

Le beurre est un produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenue par des procédés physiques dont les constituants sont d'origine laitière. Il peut se classer dans diverses catégories (cru, pasteurisé, fin, extra-fin...) **(Karleskind, 1992)**. Il a une composition variable selon l'aliment ingéré par l'animal, sa digestibilité est excellente et sa valeur calorique est élevée **(Derache, 1986)**.

La filière du lait, connaît certaines contraintes liées à plusieurs facteurs de risque de contamination du lait et de ces dérivés dans différents stades de production, de transformation et de commercialisation surtout que cet aliment représente un milieu favorable à des diverses contaminations et à la croissance de microorganismes qui peuvent être pathogènes.

Le beurre artisanal est un produit laitier Algérien, fabriqué à partir du lait cru entier par des méthodes traditionnelles. La fermentation du lait cru aboutit à la formation d'un lait caillé appelé *Rayeb* qui est baratté jusqu'à la séparation des grains de beurre.

L'objectif de ce travail est de comparer et évaluer la qualité physicochimique et microbiologique du beurre pasteurisé fabriqué par l'entreprise Hodna-Lait et le beurre traditionnel (région de Maadhid).

Notre étude permet de mettre le point sur les caractéristiques physicochimiques et microbiologique du beurre fabriqué au niveau de la laiterie Hodna lait de M'sila et de beurre traditionnel de la région de Maadhid, l'étude de la qualité physicochimique, microbiologique d'un beurre industriel et d'un beurre traditionnel. Cette dernière est divisée en deux parties ; la première intitulée matériel et méthodes dans laquelle nous avons réalisé les différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques suivie par le chapitre résultats et discussion.



*Synthèse*  
*Bibliographique*

## I. Synthèse bibliographique

### I.1. Le lait

#### I.1.1. Définition

Le lait est de couleur blanche, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré (**Aboutayeb, 2009**). Le lait est une matière première simple en apparence, complexe dans sa composition, mais qui contient des ressources considérables provenant de la mamelle d'un animal en lactation (**Saidane et al, 2022**).

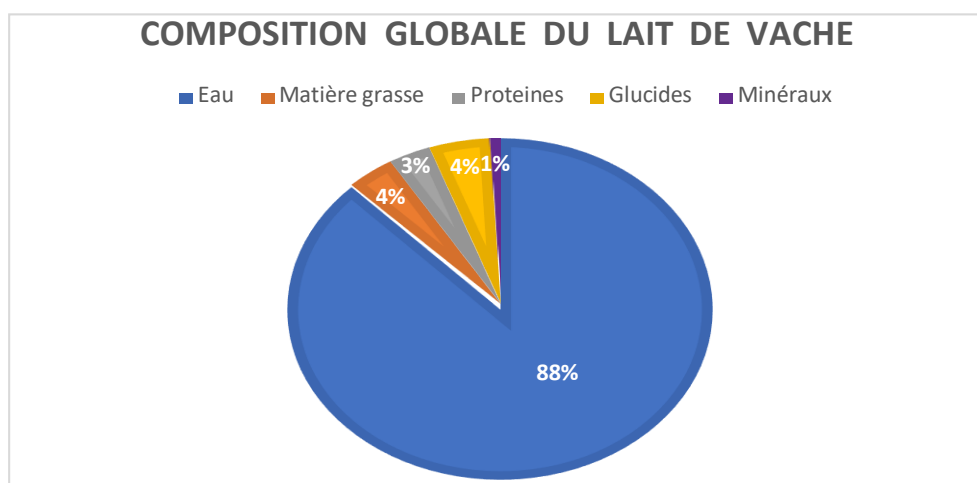
Selon la réglementation Algérienne (**J.O.R.A, 1993**) : La dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'a pas subi un traitement thermique.

(**Le Codex Alimentarius, 1999**), le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à ébullition avant consommation. Il doit être conservé à la réfrigération et consommé dans les 24 h (**Fredot, 2006**).

#### I.1.2. Composition

Le lait de vache est un lait caséineux, Sa composition varie en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite (**Roudaut et Lefrancq, 2005**).



**Figure 01.** Composition globale du lait de vache (**Lapointe-Vignola, C. 2002**).

#### I.1.2.1. Eau

L'eau est un élément quantitativement plus important : 900 à 910g par litre. Elles, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche (**Mathieu, 1998**).

#### I.1.2.2. Matière grasse

La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre (**Luquet, 1985**). Elle est constituée par 98,5% de glycérides (esters d'acide gras et de glycérol), 1 % de phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles, cholestérol, hydrocarbures et vit A, D, E, et K (**Goursaud, 1985**). La Matière grasse est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de triglycérides entourées d'une membrane complexe dans la phase dispersante qu'est le lait écrémé (**Boutonnier, 2008**).

Le tableau 1 indique les proportions de différents constituants de la fraction lipidique du lait (**Carole, 2010**).

**Tableau 1** : Composition lipidique du lait (**Carole, 2010**).

| Constituants            | Proportions des lipides du lait (%) |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Triglycérides           | 98                                  |
| Phospholipides          | 1                                   |
| Fraction insaponifiable | 1                                   |

#### I.1.2.3. Matière azotée

La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques qui représentent respectivement 95% et 5% de l'azote minéral du lait (**Goursaud, 1985**). Les protéines se répartissent en deux phases : une phase micellaire et une phase soluble. La phase micellaire représente la caséine totale (environ 80% des protéines) du lait. Elle est formée par quatre protéines individuelles : Alpha-caséines 46 % ; Bêta-caséine 34 % ; Kappa-caséine 13 % et Gamma-caséines 7 % (produits de la protéolyse de la Bêta -caséine) (**Goy et al., 2005**).

#### I.1.2.4. Glucides

Le sucre principal du lait est le lactose, c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale. Sa teneur s'élève en moyenne à 50g par litre. C'est un disaccharide constitué par de l' $\alpha$  ou  $\beta$  glucose uni à du  $\beta$  galactose, ce qui est à l'origine de la présence de 2 lactoses (**Luquet, 1985**). Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers : la fermentation lactique, la fermentation propionique, la fermentation butyrique et la fermentation alcoolique (**Morrissay, 1995**). A température élevée, le lactose

participe avec les protéines à des réactions de brunissement non enzymatique pouvant altérer la couleur des laits stérilisés (**Alais, 1975**).

#### I.1.2.5. Matière minérale

Les minéraux sont présents, soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement biodisponibles. Les ions calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions (**FAO, 1995**). La matière minérale du lait (7g à 7.5g/l) est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. Les minéraux sont présents, soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble ou colloïdale. Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement bio disponibles. Les ions de calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions (**Mathieu, 1998**). La composition minérale du lait est représentée dans le tableau 2.

**Tableau 2** : Oligoéléments indispensables du lait de vache (en µg/l) (**Gueguen, 1961**).

|           | Moyenne | Marge de variation |
|-----------|---------|--------------------|
| Zinc      | 3800    | 2000-6000          |
| Fer       | 460     | 200-600            |
| Cuivre    | 150     | 50-220             |
| Fluor     | 120     | 50-300             |
| Iode      | 80      | 50-200             |
| Molybdène | 50      | 20-80              |
| Manganèse | 30      | 20-60              |
| Sélénium  | 30      | 10-60              |
| Chrome    | 15      | 10-20              |
| Silicium  | 2500    | 500-4000           |
| Bore      | 300     | 200-1000           |
| Etain     | 170     | -                  |
| Vanadium  | 100     | 10-300             |
| Arsenic   | 40      | 20-60              |
| Nickel    | 25      | 4-60               |
| Cobalt    | 0.8     | 0.5-10.0           |

### I.1.2.6. Biocatalyseurs

#### I.1.2.6.1. Enzymes

Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Plus de 60 enzymes principales ont pu être isolées du lait dont l'activité a été déterminée. La moitié d'entre elles sont des hydrolases (**Blanc, 1982 ; Pougheon, 2001**).

#### I.1.2.6.2. Vitamines

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variée ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique (**Debry, 2001**).

### I.1.3. Propriétés physico-chimiques

Les principales propriétés physicochimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (**Vignola., 2002**).

La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés (**Aboutayeb, 2008**).

**Tableau 3.** Les propriétés physicochimiques du lait (**Lapointe-Vignola, C. 2002**).

| Caractère                                | Variation limites | Valeur moyenne |
|------------------------------------------|-------------------|----------------|
| <b>Acidité (% en eq. Acide lactique)</b> | 0,13 à 0,17       | 0,15           |
| <b>Densité à 15C°</b>                    | 1,028 à 1,035     | 1,032          |
| <b>Point d'ébullition (C°)</b>           | /                 | 100,5          |
| <b>Point de congélation (C°)</b>         | – 0,530 à – 0,575 | – 0,555        |
| <b>pH</b>                                | 6,6 à 6,8         | 6,7            |

#### I.1.3.1. La densité

La densité du lait à 15 °C varie de 1,028 à 1,035 pour une moyenne de 1,032. Chaque constituant influe sur la densité du lait, sachant que la matière grasse est la seule composante qui a une densité inférieure à 1. (**Lapointe-Vignola, C. 2002**).

#### I.1.3.2. Point de congélation

. La teneur en lactose influence le point de congélation à 80% selon (**Suisse lab Office, 2020**). En effet, plus sa concentration est importante, plus le point de congélation est faible.

Il peut varier de  $-0,53^{\circ}\text{C}$  à  $-0,57^{\circ}\text{C}$  avec une moyenne de  $-0,55^{\circ}\text{C}$ . **(Vignola, 2002)**

#### **I.1.3.3. Point ébullition**

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de la vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée.

Ainsi, comme le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau soit  $100,5^{\circ}\text{C}$ . Cette propriété physique diminuant avec la pression, on applique ce principe dans la concentration du lait **(Vignola, 2002)**.

#### **I.1.3.4. Acidité titrable**

Elle mesure la quantité d'acide lactique présent dans un échantillon de lait. On exprime en pourcentage d'acide lactique. Cette acidité peut varier de 0,10 à 0,30%.

Les laits ont normalement une acidité de 0,13 à 0,17 % à la traite.

L'acidité naturelle du lait est attribuable à la présence des caséines, des substances naturelles, de traces d'acides organiques et de réaction secondaire dues aux phosphates. L'acidité développée du lait est causée par l'acide lactique et d'autres acides provenant de la dégradation microbienne du lactose dans les laits altérés **(Amiot et al, 2002)**.

#### **I.1.3.5. pH**

Le pH d'un lait frais à  $20^{\circ}\text{C}$  se situe entre 6,6 et 6,8. Plutôt proche de 6,6 immédiatement après la traite **(Croguennec et al, 2008)**.

Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions  $\text{H}^{+}$  en solution.

Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique **(Vignola, 2002)**

### **I.1.4. Propriétés organoleptiques du lait**

#### **I.1.4.1. Couleur**

Le lait un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté peut dénoter l'écémage du lait ou son mouillage. Un lait rosé laisse présager la présence de sang provenant de vaches présentant des mammites. **(Pougheon et al, 2002)**.

#### **I.1.4.2. Odeur**

L'odeur du lait est un indice important de sa qualité. La présence d'une mauvaise odeur

dans le lait reflète un problème dans la manipulation et la conservation du lait.

On classe les odeurs selon qu'elles sont absorbées ou développées. Les odeurs absorbées peuvent provenir de l'alimentation ou d'autres sources, tandis que les odeurs développées peuvent être d'origine microbiologique ou chimique. **(Amiot et al, 2002).**

#### **I.1.4.3. Saveur**

La saveur normale d'un bon lait est douce, agréable et légèrement sucrée, ce qui est principalement dû à la présence de matière grasse. La saveur du lait se compose de son goût et de son odeur **(Amiot et al, 2002)**

#### **I.1.5. Microbiologie du lait**

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) **(Larpent, 1997)**. Dans des conditions de propreté et d'hygiène normale, le lait cru renferme de nombreux germes constituant la flore originale. Cette microflore est représentée essentiellement par des lactobacilles et des streptocoques lactiques commensaux provenant du pis et des canaux galactophores **(Hermier et al, 1992)**. Le lait cru peut être contaminé par différents microorganismes avant, pendant et après la traite; selon **(Betsi et al, 1997 ;Chaouch et Tebichek, 2001)** ils peuvent être classés dans les flores suivantes :

##### **I.1.5.1. Microflore originale**

Ensemble de micro-organismes dans le lait à la sortie du pis, ces micro-organismes dépendent de l'alimentation de la race et d'autres facteurs. Les genres dominants en sont principalement des micro-organismes mésophiles (*Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* ou *Lactococcus* et les bactéries Gram négatif) **(Lamontagne et al, 2002)**.

##### **I.1.5.2. Microflore d'altération**

Responsable de diverse dégradation du produit au niveau du goût de l'arôme ; de l'apparence Ou de la texture.

Par exemple, texture visqueuse à la surface du fromage, production de Mauvaise odeur (soufrée, ammoniacale, fruitée et atypique) dues à certaines activités Métaboliques telles que la protéolyse ou la lipolyse ion et Gazéification du lait. **(Lamontagne et al, 2002)**

##### **I.1.5.3. Microflore pathogène**

Sa présence dans le lait est due à l'animal, à l'environnement ou de l'homme les bactéries pathogènes (*E. coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*) sont responsables des affections liées à la santé de manipulateur et des consommateurs. On en retrouve deux

genres : Les bactéries infectieuses et les bactéries toxigènes (**Lamontagne et al, 2002**).

#### I.1.5.4. Microflore psychotrope

Le lait peut être contaminé aussi par des bactéries capables de se développer au-dessous de 15-20°C ce qu'on appelle bactéries psychrophiles ces bactéries sont divisées en deux classes :

**I.1.5.4.1. Psychrophiles facultatifs** : La plupart sont des bactéries à gram négatif tel que les *Achromobacter*, *Flavobacterium*, et des moisissures comme *Cladosporium* (**Guiraud, 2003**).

**I.1.5.4.2. Psychrophiles obligatoires** : (des psychrophiles au sens strict) Ce sont des microorganismes qui ne se développent pas à 20°C (**Guiraud, 2003**).

**Tableau 04** : Flore microbienne du lait (**Leyral et Vierling, 2001**).

| Flore originale                              |                                                                                                                                                                  | Flore de contamination                                                                                  |                                                                    |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Bactéries des canaux galactophores           | Bactéries contaminant le lait pendant et après la traite                                                                                                         | Bactéries d'origine fécale                                                                              | Bactéries présentes sur l'animal malade                            |
| <i>Lactobacilles streptocoques lactiques</i> | <i>Pseudomonas</i> ,<br><i>Flavobacterium</i><br>Enterbacteries, Microcoques<br>Corynébactéries, <i>Bacillus</i><br>Streptocoques faecalis<br><i>Clostridium</i> | <i>Clostridium</i><br>Coliformes fécaux<br><i>Salmonella</i><br><i>Yersinia</i><br><i>Campylobacter</i> | <i>Staphylococcus aureus</i><br><i>Brucella</i><br><i>Listeria</i> |

#### I.1.6. Propriétés nutritionnelles

Le lait est un aliment liquide, mais sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides (**Kodio, 2005**). Il va permettre à l'organisme de disposer de tous les acides aminés essentiels, car ses protéines lactalbumine, lactoglobuline et surtout caséines sont des protéines de haute valeur biologique. Ainsi que des graisses hautement digestibles, grâce à la finesse de leur émulsion (**Lederer, 1986**). Le lait représente également une excellente source de calcium, de phosphore, de riboflavine et relativement riche en thiamine, vit A. Cependant, il est pauvre en fer, cuivre, acide ascorbique et en vit D (**Debry, 2001**).

## I.2.Beurre

### I.2.1. Définition

Le beurre est un produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse d'origine exclusivement laitière obtenu après barattage et maturation de la crème du lait (**Fredot, 2006**).

Le beurre est un aliment préparé, conformément aux bonnes pratiques industrielles, à partir du lait ou des produits du lait et doit contenir au moins 80% de matière grasse du lait. Il peut également contenir des solides du lait, des cultures bactériennes, du sel et un colorant alimentaire. Conformément au **Codex Alimentarius**, le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait ou de produits obtenus à partir du lait, principalement, sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile (**Paul, 2010**).

Il contient de 80 à 81% de matière grasse laitière, 17% d'humidité, 1% de glucides et de protéines, et 1,2 à 1,5% de chlorure de sodium (**Kornacki et al, 2001**).

### I.2.2. Composition

Le beurre est constitué essentiellement de la matière grasse du lait (82%) au sein de laquelle sont réparties des gouttelettes très fines (1 à 5 microns) de babeurre dilué par l'eau de lavage. Cette phase aqueuse ne doit pas excéder 18% dont 16% d'eau et 2% de matière sèche non grasse (lactose, protéine, sels minéraux), (**Tremolières et al, 1984**). Le tableau 5 montre sa composition pondérale moyenne.

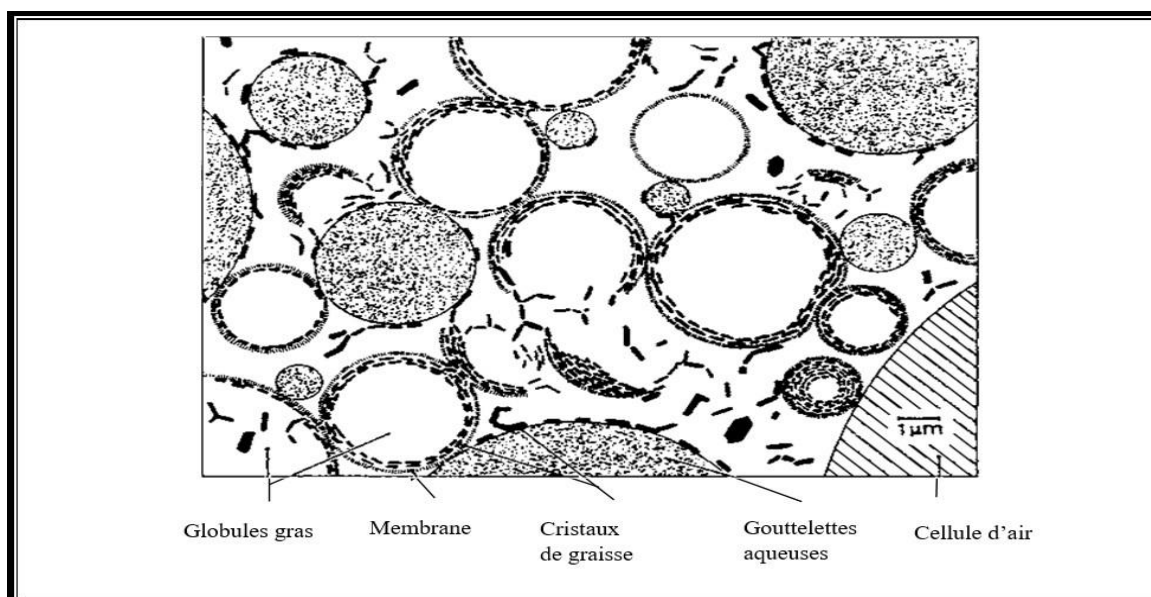
**Tableau 05 : Composition du beurre (pour 100 g). (FAO,1995).**

| Composants                                              | Valeurs             |
|---------------------------------------------------------|---------------------|
| Eau                                                     | 16 % maximum        |
| Matière sèche dégraissée (lactose, protéines, minéraux) | 2 % maximum         |
| Protéines                                               | 0,6 %               |
| Glucides                                                | 0,4 %               |
| Lipides                                                 | 82 %                |
| Cholestérol                                             | 220-280 mg          |
| Calcium                                                 | 16 mg               |
| Carotène                                                | 0,3-0,9 mg          |
| Vitamine A                                              | 0,4-1,05 mg         |
| Energie                                                 | 755 kcal = 3 150 kJ |

### I.2.3.Structure

Les propriétés des globules gras du beurre sont en partie différentes de celles du lait. L'image au microscope polarisant suffit à le montrer. La plupart des globules gras du beurre ont une

couche extérieure biréfringente, partiellement cristalline, contrairement à la plupart des globules gras du lait à la même température, qui présentent généralement de petits cristaux dans tout le globule. (Walstra, 1969).



**Figure 02 : microstructure du beurre à température ambiante (Walstra et al, 1999)**

#### **I.2.4. Différents types de beurre**

##### **I.2.4.1. Le beurre fermier**

Il est fait à la ferme de façon artisanale avec des crèmes crues dont la maturation est naturelle. Il risque d'y avoir certaine altération provenant des manipulations manuelles de malaxage et de rinçage insuffisantes. Il s'altère rapidement parce qu'il contient encore de petit lait (Mohtadji-Lamballais, 1989).

##### **I.2.4.2. Le beurre laitier**

C'est des beurres fabriqués à la laiterie ayant obtenue l'agrément des services vétérinaires et du ministère de l'agriculture. Leur production est donc soumise à un contrôle permanent et donc a une bonne conservation (Mohtadji-Lamballais, 1989).

##### **I.2.4.3. Le beurre cru ou de crème crue**

Le lait utilisé ne doit subir aucun traitement thermique que la réfrigération après la traite. La crème barattée est non pasteurisée et reste sous forme crue. Ce type de beurre est rare à cause de ses critères microbiologiques moins rigoureux en ce qui concerne les germes non pathogènes (Fredot, 2005).

##### **I.2.4.4. Le beurre pasteurisé**

Il existe sous différentes dénominations :

#### **I.2.4.4.1. Le beurre extra fin**

Il doit être fabriqué 72 heures au plus tard après la collecte du lait ou de la crème. La pasteurisation puis le barattage doivent avoir lieu au plus tard 48 heures après l'écémage.

Le lait ou la crème utilisés ne doivent pas subir de désacidification, de congélation ou de surgélation. Ce beurre possède donc les meilleures qualités organoleptiques (**Fredot, 2005**).

#### **I.2.4.4.2. Le beurre fin**

La réglementation permet l'utilisation de 30% au maximum de crème conservée par congélation ou surgélation ainsi que le foisonnement (augmentation de volume) (**Fredot, 2005**).

#### **I.2.4.4.3. Le beurre demi-sel**

L'appellation beurre demi-sel est réservée au beurre contenant entre 0.5 et 3g de sel pour 100 g de produit fini (**Simon et al, 2002**).

#### **I.2.4.4.4. Le beurre salé**

Le beurre salé est un beurre fermier, laitier ou pasteurisé auquel on ajoute au maximum 10% de sel (**Mohatadji-Lainballais, 1989**).

#### **I.2.4.4.5. Les beurres aromatisés**

Ils ont subi l'addition de divers produits tels qu'épices, herbes aromatiques, fromage, ail, miel et fruit (**Fredot, 2006**).

#### **I.2.4.4.6. Le beurre allégé**

Emulsion obtenue par des procédés physiques à partir de constituants d'origine laitière. Il doit présenter une teneur en MG comprise entre 41 et 65% (**Luquet, 1990**).

#### **I.2.4.4.7. Le beurre de cuisine**

Provient exclusivement de matière grasse laitière après élimination quasi-totale de l'eau et de la matière sèche non grasse par des procédés physiques et contient au minimum 96% de MG (**Luquet, 1990**).

#### **I.2.4.4.8. Beurres d'appellation d'origine contrôlée (beurre AOC)**

Il existe quatre appellations d'origine contrôlée (AOC) dont la nature et les qualités sont étroitement liées au terroir personnalisée (beurre Charente - Poitou, beurre des Charentes, beurre des Deux-Sèvres, beurre d'Isigny) (**Luquet, 1990**).

#### **I.2.4.4.9. Les matières grasses laitières à tartiner** : contiennent moins de 39% de MG.

#### **I.2.4.4.10. Le beurre liquide** : qui est enrichi en oléine (fraction triglycérique de bas point de fusion).

**I.2.4.4.11. Le beurre concentré :** contient au moins 99.8% de MG.

**I.2.4.4.12. Le beurre foisonné :** Ou aéré, ne peut pas dépasser 3.5 fois le volume de beurre initial.

**I.2.4.4.13. Le trois-quarts de beurre :** est un beurre allégé contenant 60 à 62% de MG (Simon et al, 2002 ; Fredot, 2005).

### **I.2.5. Microbiologie du beurre**

Des bactéries lactiques d'acidité et d'arôme (*Lactococcus lactis* ssp *cremoris*, parfois *Leuconostoc*) participent à l'élaboration des qualités organoleptiques du beurre. Plusieurs types de micro-organismes peuvent être des agents de dégradation; tous d'abord, les bactéries lactiques peuvent entraîner une acidité trop forte, les coliformes et les entérobactéries peuvent entraîner des mauvais goûts dans la crème, les bactéries lipolytiques détruisent et oxydent les matières grasses, entraînant le rancissement du beurre, les bactéries protéolytiques peuvent dégrader la caséine du beurre et entraîner un goût de fromage, d'autres bactéries sont responsables de coloration ou de décoloration anormales et de mauvais goûts dans le beurre, les germes intervenant sont généralement psychrophiles en raison du stockage au froid. Enfin, les levures et moisissures peuvent provoquer des altérations de goût (moisi, acre, malté, caramélisé, etc) (Guiraud, 1998).

### **I.2.6 Fabrication du beurre**

#### **I.2.6.1 Fabrication du beurre traditionnel**

Il est reconnu depuis l'antiquité que les femmes des nomades ont joué un rôle très important dans la transformation du lait en produits dérivés traditionnels, notamment le beurre (LE quelleq et al, 2006). Le beurre frais est obtenu après barattage du **Rayeb**. Le barattage s'effectue par le chekoua. Selon (Lemouchi, 2007), la préparation de Chekoua consiste à utiliser la peau de différentes races (brebis ou chèvre). La peau de chèvre ou de chevreau semble égoutter mieux, elle est plus épaisse, solide et plus résistante aux chocs.

Le Chekoua se présente comme un sac souple et humide, ayant la couleur de la peau et se caractérise par une certaine perméabilité figure 03. En effet, elle joue à la fois le rôle d'un réservoir et d'un séparateur de phase (Aissaoui et al, 2006). Elle est laissée se putréfier à température ambiante environ 2 à 7 jours pour faciliter l'arrachage des poils ou de la laine. Après lavage avec l'eau, la peau est traitée principalement avec le sel et le genièvre pendant 10 jours puis la peau interne est laissée attachée au l'ben (2 litres/nuît) (Claps et al., 2011).



**Figure 03 :** Photographies du barattage (O’connor et Tripathi, 1992).

La préparation artisanale du l’ben est simple : le lait est abandonné à lui-même jusqu’à sa coagulation. Celle-ci se fait à température ambiante et dure 24 à 48 h selon la saison (Benkerroum et Tamime, 2004)

Le raïb ainsi obtenu est soumis à l’écémage pour obtenir du L’ben et du beurre frais (Zebda) (Tantaoui et al., 1983). Le barattage est effectué manuellement dans la peau d’une chèvre ou d’une brebis (Chekoua) suspendue ou posée sur les genoux. La Chekoua est à moitié pleine de raïb (elle a une forme allongée pour le gonflement causé par des substances volatiles libérées lors du barattage). Elle est ligotée et agitée rigoureusement pendant environ une demi-heure (Claps et al., 2011).

Ensuite le volume du lait baratté est occasionnellement augmenté d’une quantité d’eau tiède (40-50°C) à la fin du barattage pour favoriser l’agglomération des globules lipidiques et accroître le rendement en beurre. Les globules gras apparaissant en surface, à la suite du barattage, sont séparés par une cuillère perforée. Le beurre frais obtenu présente une consistance molle du fait de la forte concentration en eau (Benkerroum et Tamime, 2004).

La formation des globules gras (beurre) est perçue par le changement de son que l’on ressent à l’intérieur du sac. Généralement et à la fin du barattage, on ajoute de l’eau chaude ou froide selon la température du lait. Le beurre est supprimé finalement en un seul morceau Figure 04, (Claps et al., 2011). Le liquide résiduel obtenu à la fin de ce processus est appelé L’ben. On procède alors au lavage du beurre à l’aide d’eau fraîche à température égale ou un peu inférieure à celle du grain de façon à le raffermir si nécessaire. Le volume

d'eau représente environ les deux tiers du volume de la baratte. L'eau doit être d'excellente qualité microbiologique et chimique et être exempte de fer. Le lavage a pour but de diluer les gouttes de babeurre émulsionnées dans la matière grasse de façon à réduire leur teneur en lactose et protéines, ces substances permettraient le développement de microorganismes défavorables à la qualité du beurre. Le malaxage se fait par pétrissage ou par laminage, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la baratte (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

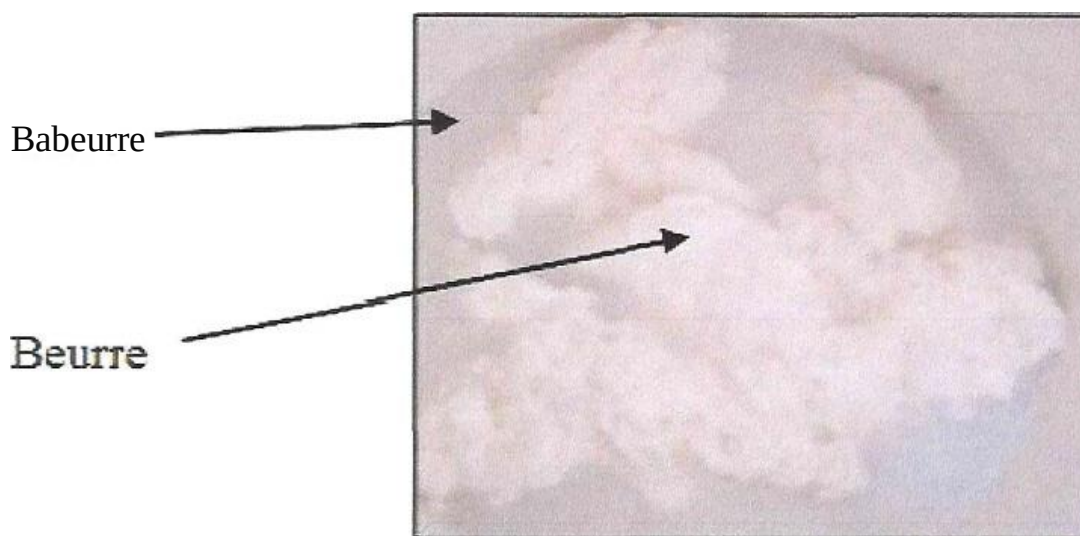


Figure 04 .la forme du beurre et babeurre (**Makhloufi, 2010**).

#### **I.2.6.1.1. La conservation du beurre traditionnel**

Le beurre de ferme étant préparé à base de crème crue, il est impératif de le consommer dans les 10 jours qui suivent sa fabrication. Au congélateur, sa conservation n'excède pas 3 à 4 mois. En outre, comme toute matière grasse, le beurre est altérable à la chaleur et à la lumière, il prend vite le goût des produits qui l'entourent. Tous ces risques d'altération ont poussé les fermiers à utiliser la méthode de conservation par salage afin de prolonger la durée de stockage de ce produit périssable.

#### **I.2.6.2. Technologie de fabrication du beurre**

La fabrication du beurre industriel permet d'obtenir un meilleur rendement technologique et de produire un beurre riche en arôme. Sa fabrication passe par deux grandes étapes : la préparation de la crème puis la fabrication du beurre proprement dite (**Simon et al, 2002**).

Les principales étapes de fabrication de beurre sont résumées dans la figure 05 :



**Figure 05 :** Diagramme de fabrication du beurre (Angers,2010).

#### **I.2.6.2.1. Réception de lait de vache :**

En principe, les fabricants ne devraient jamais recevoir de lait qui n'est pas de première qualité. Le lait de vache est collecté quotidiennement dans les fermes pour être livré à l'usine. Il est transporté dans des camions de collecte (citernes) de différentes capacités ou dans des bidons en acier inoxydable. Dès l'arrivée du camion, des échantillons sont prélevés pour analyse afin de vérifier la bonne qualité du lait avant sa transformation. Par exemple, nous cherchons des traces d'antibiotiques qui ont été administrés aux vaches. Le lait est ensuite refroidi et stocké dans des tanks avant d'être utilisé. Il est passé par une filtration grossière afin d'éliminer les différentes impuretés macroscopiques qui peuvent se déposer sur les parois des échangeurs, ensuite il y a un comptage individuel et global du lait par un débitmètre, finalement il est transvasé et pré-stocké dans des cuves en inox (Hassainya et al,2007).

#### **I.2.6.2.2. Ecrémage du lait :**

L'écémage consiste à séparer la crème du lait. Ce phénomène naturel et spontané est facilité dans le monde industriel grâce à l'écémeuse-centrifugeuse. Au préalable, le lait est chauffé à 50°C pour bénéficier d'un meilleur rendement d'écémage. La crème fraîche obtenue contient 40 à 45% de matière grasse pour faciliter le barattage (**Simon et al ,2002**).

#### **I.2.6.2.3. La crème**

Selon le codex alimentaire, la crème est le produit laitier fluide relativement riche en matières grasses, sous la forme d'une émulsion de matière grasse dans le lait écémé, obtenue par séparation physique du lait (**FAO, WHO, 2001**).

La crème est obtenue en concentrant la matière grasse du lait par centrifugation. En suivant les paramètres de séparation, comme le réglage de la température, de la vitesse de centrifugation et du débit, la crème peut posséder une teneur en lipides allant de 30 à 60 %, (**Bylund, 1995**). Incluant 20g d'acides gras saturés, 9g d'acides gras monoinsaturés, 1g d'acides gras polyinsaturés par 100g (**Apfelbaum et al .2004**).

#### **I.2.6.2.4. Pasteurisation :**

L'effet thermique a pour objet principal le contrôle sanitaire de la crème (**Bozzolo, G. 2004**). "La crème pasteurisée" doit être soit (a) chauffée à une température d'au moins 63°C et maintenue à cette température pendant au moins 30min, (b) chauffée à une température d'au moins 72°C et maintenue à cette température pendant au moins 15s, ou (c) chauffée à toute autre température pendant toute autre période de temps ayant un effet équivalent pour l'élimination des organismes pathogènes végétatifs dans la crème. Ces crèmes pasteurisées doivent être refroidies dès que possible après la pasteurisation et présenter une réaction négative au test de l'aphosphatase (**UK Statutory Instrument. 1995**).

#### **➤ Refroidissement de la crème :**

La crème sortant du pasteurisateur doit être immédiatement refroidie afin d'éviter le développement des germes thermorésistants et l'apparition de défauts de goûts et de mettre celle-ci dans les conditions les plus favorables à sa maturation physique et à sa maturation biologique (**FAO,1995**).

De ce fait, le refroidissement rapide de la crème favorise la création de nombreux petits cristaux, et donc avec un refroidissement lent on aura de gros cristaux moins nombreux (**Lapointe -Vignola, C. 2002**).

#### **I.2.6.2.5. La maturation**

La maturation de la crème peut réunir deux types de processus. Une maturation physique d'une part, qui assure une cristallisation appropriée de la matière grasse, et d'autre part, une maturation biologique qui favorise le développement de l'acidité et de l'arôme. (Jeantet, R et al .2008).

##### **I.2.6.2.5.1. La maturation physique**

Les propriétés de la matière grasse butyrique et, par suite, celles du beurre (notamment sa consistance) dépendent à la fois de la composition des glycérides et des conditions thermiques. La maturation physique a pour but d'amener la matière grasse, compte tenu de sa composition et de l'état de fusion et de solidification de ses constituants, dans un état de cristallisation partielle permettant de conférer au beurre la consistance voulue. Cette maturation est particulièrement importante lorsque la matière grasse a été rendue liquide au cours de la pasteurisation ou de l'écémage à chaud. Dans ce cas, sa cristallisation n'est complète qu'après un refroidissement vers 6-7 °C. A 13 °C, la matière grasse est partiellement en surfusion. La température de maturation physique et sa durée demeurent assez empiriques ; elles sont à adapter selon la composition glycéridique. (FAO.1995)

Aussi, toute contrainte mécanique, durant cette phase, entraîne une libération de graisse liquide qui agglomère les globules gras. La crème est plus visqueuse, l'agitation doit être plus longue et plus énergique (Boutonnier. 2007).

##### **I.2.6.2.5.2. La maturation biologique**

La crème doit subir une fermentation par des ferments lactiques spécifiques (Simon et al,2006). l'ensemencement de la crème à 3-5% de bactéries lactiques peut se faire à deux niveaux, l'ensemencement dès le début de la maturation physique qui permet d'atteindre des pH de 4,7 à 4,8 ou bien l'ensemencement après cristallisation modérée. Les souches les plus utilisées pour la maturation biologique sont les Homofermentaires telles que les *Lactococcus* et les Hétéro fermentaires telles que les *Leuconostoc* et les *Citrovorum* (Jeantet et al, 2006).

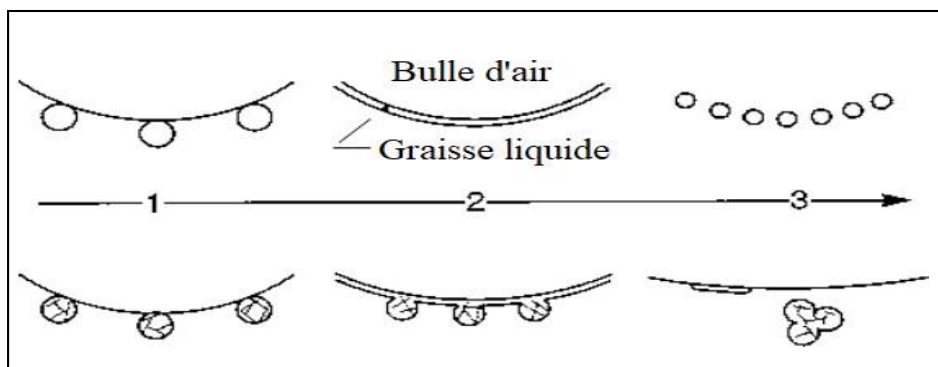
##### **I.2.6.2.6. Barattage de la crème**

La fabrication du beurre demande deux étapes distinctes, l'inversion de l'émulsion de la crème puis la sortie du babeurre, c'est le barattage. (Lapointe-Vignola, 2002). La fabrication du beurre consiste en la destruction de la suspension globulaire et une inversion de phase, accompagnées d'une séparation de la plus grande partie de la phase non grasse (babeurre). Alors que le lait constitue une émulsion du type graisse dans eau, le

beurre est une émulsion du type eau dans graisse. Cette opération dite barattage nécessite deux phases distinctes :

- rapprochement des globules gras, obtenu par agitation de la crème ;
- mise en liberté de la matière grasse à bas point de fusion (fluide à température ambiante) et répartition dans sa masse des glycérides à point de fusion plus élevé (concrets à température ambiantes) et des gouttes de babeurre émulsionnées ; cette deuxième phase peut être réalisée par refroidissement ou par agitation (FAO,1995).

Vers la fin du barattage, il reste peu de mousse, probablement parce qu'il reste trop peu de globules gras pour couvrir les bulles d'air et ainsi stabiliser ces bulles figure 06. (Walstra, P.1999).



**Figure 06 :** Représentation schématisée des interactions entre les globules de graisse et les bulles d'air pendant le barattage. La graisse est liquide et est perturbée par l'entrée d'air (en haut). Les globules gras contiennent de la graisse solide et forment des amas de graisse (en bas).

#### I.2.6.2.7. Lavage et malaxage

##### I.2.6.2.7.1. Le lavage

Il permet de refroidir et resserrer le grain, de diluer les gouttelettes de babeurre par de l'eau afin de limiter le développement microbien (Mocquot, 1969).

##### I.2.6.2.7.2. Le malaxage

Il permet la soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse en fines gouttelettes de diamètre moyen inférieur à 10 microns au sein de la MG. C'est un facteur important de la conservation du beurre (Mocquot, 1969).

##### I.2.6.2.8. Le conditionnement

Le conditionnement doit être neuf et répondre aux conditions fixées par la répression des fraudes. Les matériaux utilisés doivent notamment faire partie d'une liste de matériaux agréés et être inertes vis-à-vis du beurre (Anonyme, 2008). Nous pouvons actuellement distinguer trois types de matériaux d'emballage du beurre : l'emballage papier ingraissable,

l'emballage aluminium/cire/sulfuré et barquette thermoformée en plastique (polystyrène ou polypropylène) (**Multon et Bureau, 1998**).

#### **I.2.6.2.9. Stockage et conservation du beurre au froid**

Après son conditionnement, il est important de refroidir le beurre rapidement pour obtenir une texture et une consistance désirable. Le beurre de consommation immédiate est généralement maintenu à 4°C/48h pour atteindre la consistance désirée, le beurre destiné à une longue conservation exige une congélation et une conservation entre -18 et -25°C, ce qui diminue fortement l'activité lipolytique (**Vignola, 2002**). La dégradation du beurre en cours de stockage a plusieurs origines : développement et activité des micro-organismes, action des enzymes, réactions purement chimiques entre les composants du beurre (**Mocquot, 1969**).

#### **I.2.7. Rendement en beurrerie**

On entend par rendement la différence entre le poids du beurre et celui du gras utilisé pour sa fabrication. On ce rendement en pourcentage d'augmentation sur la base de gras utilisé. Ce grain se compose d'eau, de sel, et d'extrait sec non gras. On distingue diverses sortes de rendement. Il y a le rendement théorique, estimé à 25% puisque par définition une masse butyrique de 80 kg permet la fabrication d'un maximum de 100 kg de beurre. Il y a ensuite le rendement de la beurrerie, calculé sur la base de la quantité de beurre vendu et de la quantité de matière grasse laitière achetée. Il varie habituellement entre 21 et 23%... Normalement le rendement de barattage exprimé en pourcentage de matière grasse perdue dans le babeurre, doit être inférieur à 0.7%, ce qui laisse 99.3% de gras pour le beurre fabriqué. La teneur en matière grasse du babeurre varie avec les facteurs suivants : la richesse de la crème, la dimension des GG, leur degré de fermenté, l'effet de la pasteurisation et le moment précis du soutirage (**Angers, 2010**). Le rendement beurrier traduit la qualité de beurre fabriqué à partir de 100 kg de lait (**Jeantet et al., 2006**).

#### **I.2.8. Qualité du beurre**

Le beurre doit répondre à des normes de composition et d'hygiène qu'on vérifie à l'aide d'analyses appropriées. Les épreuves les plus courantes se rapportent aux teneurs en matière grasse (minimum de 80%), en eau et en sel. De son côté, le dénombrement des levures et des moisissures donne des informations sur les conditions hygiéniques de la fabrication : leur présence éventuelle est un indice d'une recontamination après la pasteurisation de la crème. En outre, le beurre est soumis à des normes de qualité sensorielle évaluées au moyen d'une échelle de pointage à la suite de l'examen de saveur et de la texture (**Angers, 2010**).

### 1.2.9. Défauts de fabrication de beurre

Pendant la fabrication du beurre plusieurs défauts peuvent apparaître pour différentes raisons (tableau 06).

**Tableau 6.** Les défauts de fabrication du beurre et ces corrections (**Actallia,**)

| Défauts                                                             | Origines                                                                                       | Prévention / Correction                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Texture collante<br>(Teneur en eau trop importante)<br>(Beurre été) | Sur malaxage et/ou manque de cristallisation de la matière grasse trop liquide à T °C ambiante | Meilleure maturation physique<br>Améliorer le barattage / malaxage (plus froid)                       |
| Texture cassante, friable (Beurre hiver)                            | Composition de la matière grasse<br>Matière grasse trop cristallisée<br>Crème trop acide       | Alimentation plus sèche (foin, avoin)<br>Meilleure maturation physique au Revoirmaturation biologique |
| Texture farineuse                                                   | Barattage insuffisant de la matière grasse trop cristallisée                                   | Eviter l'agitation forte de la crème avant barattage                                                  |
| Manque de goût                                                      | Maturation biologique insuffisante                                                             | Dose ferments, paramètre de maturation                                                                |
| Goût acide                                                          | Maturation biologique trop poussée                                                             | Meilleure maturation biologique<br>Malaxage plus poussé (évacuer plus d'eau)                          |
| Goût putride                                                        | Bactéries d'altération                                                                         | Hygiène                                                                                               |
| Goût fermenté (Fromage alcool)                                      | Contamination microbienne (Bactérie psychrophile)                                              | Conditions de stockage<br>Refroidissement de la crème.                                                |
| Goût yaourt                                                         | Excès de <i>Lactococcus diacetylactis</i>                                                      | Favoriser les leuconostocs                                                                            |
| Goût de rance                                                       | Flores lipolytiques<br>Crème trop âgée<br>Mauvaise acidification                               | Revoir la maturation et l'hygiène                                                                     |
| Goût métallique / oxydé                                             | Crème trop acide<br>Eau riche en Fe / Cu                                                       | Dose / Temperature maturation biologique                                                              |

### **I.2.10. Altération du beurre**

#### **I.2.10.1. Oxydation**

C'est une réaction chimique qui intervient lors du stockage de beurre. Elle provoque la formation de peroxyde dont la dégradation libère des aldéhydes et des cétones responsables du goût de suif. Elle est favorisée par de nombreux facteurs : lumière, température, acidité, NaCl, Fer, Cu, etc. Elle est freinée par l'utilisation d'antioxydants, mais ceux-ci sont réservés exclusivement à la fabrication des beurres à usage industriel (**Jeantet et al, 2006**).

#### **I.2.10.2. Lipolyse**

C'est l'hydrolyse des liaisons esters des triglycérides avec libération d'acides gras, responsables de goût de rance. Ceux-ci peuvent être oxydés pour donner des alcools, des aldéhydes, des cétones, etc (**Mahaut et al., 2000**).

Les enzymes responsables de la lipolyse sont surtout les lipases des germes psychotrophes, très thermorésistantes. A partir de 10<sup>5</sup> voire 10<sup>4</sup> germes psychotrophes par ml de lait, des défauts de rancissement s'observent dans le beurre. Ce phénomène est amplifié par des altérations mécaniques des GG lors de la collecte à la ferme et du transport à l'usine (**Jeantet et al, 2006**).

## ***Partie pratique***

## **II.1. Matériels et Méthodes**

### **II.1.1. Présentation du lieu de travail**

L'ensemble des travaux ont été réalisés au niveau de la laiterie Hodna-Lait de M'sila (laboratoire physicochimique et microbiologique). Notre étude a pour objectif d'évaluer la qualité physicochimiques et microbiologiques du beurre pasteurisé fabriqué par l'entreprise Hodna-Lait d'une part et le beurre traditionnel (région de Maadhid) d'autre part.

**La laiterie** est spécialisée dans la fabrication du lait et produits laitiers, c'est une société à responsabilité limitée (SARL), Créée fin 1999 par monsieur DILMI ISMAIL. Située dans la zone industrielle du chef-lieu de la wilaya de M'sila, elle s'étale sur une superficie de six hectares. Elle comprend 6 ateliers de production (tableau 4) qui fonctionnent en régime continu (trois équipes  $\times$  8 heures). Le lait a été fourni par des entreprises des wilayas voisines.

Dans la SARL HODNA Lait on trouve différents ateliers comme suit :

Atelier1 : Lait pasteurisé, l'ben et raïb en coussin plastique.

Atelier2 : Produits lacto-fermentés et desserts lactés.

Atelier3 : Produits lacto-fermentés, Fromage frais et Produits desserts lactés.

Atelier4 : Yaourt à boire aromatisé et fruité, leben et raïb.

Atelier5 : Lait UHT en TetrabriK de 01 litre, Beurre en carton de 25kg et Beurre en barquette de 250gr.

Atelier6 : Crème dessert, Flan au caramel de nappage.

### **II.1.2. Diagramme de fabrication**

Les procédés de fabrication du beurre au niveau de l'entreprise HODNA Lait (figure 07), consiste principalement à recevoir et tester le lait cru en premier lieu, qui est retourné dans le cas où il y a des traces d'antibiotiques ou s'il ne répond pas aux normes exigées par la réglementation. Puis sa pasteurisation et sa séparation de la crème grâce à l'écumeuse centrifuge. Par la suite, le suivi de la maturation afin d'amener la crème à s'épaissir, s'acidifier et prendre du goût par l'ajout des ferments lactiques. Enfin le barattage et malaxage qui vont permettre de former le beurre et obtenir la texture lisse et homogène.

La préparation artisanale du beurre (figure 08), consiste à laisser le lait à l'air libre jusqu'à sa coagulation. Celle-ci se fait à température ambiante et dure 24 à 48 h selon la saison. Le barattage est effectué manuellement dans la peau d'une chèvre ou d'une brebis (Chekoua) suspendue ou posée sur les genoux.

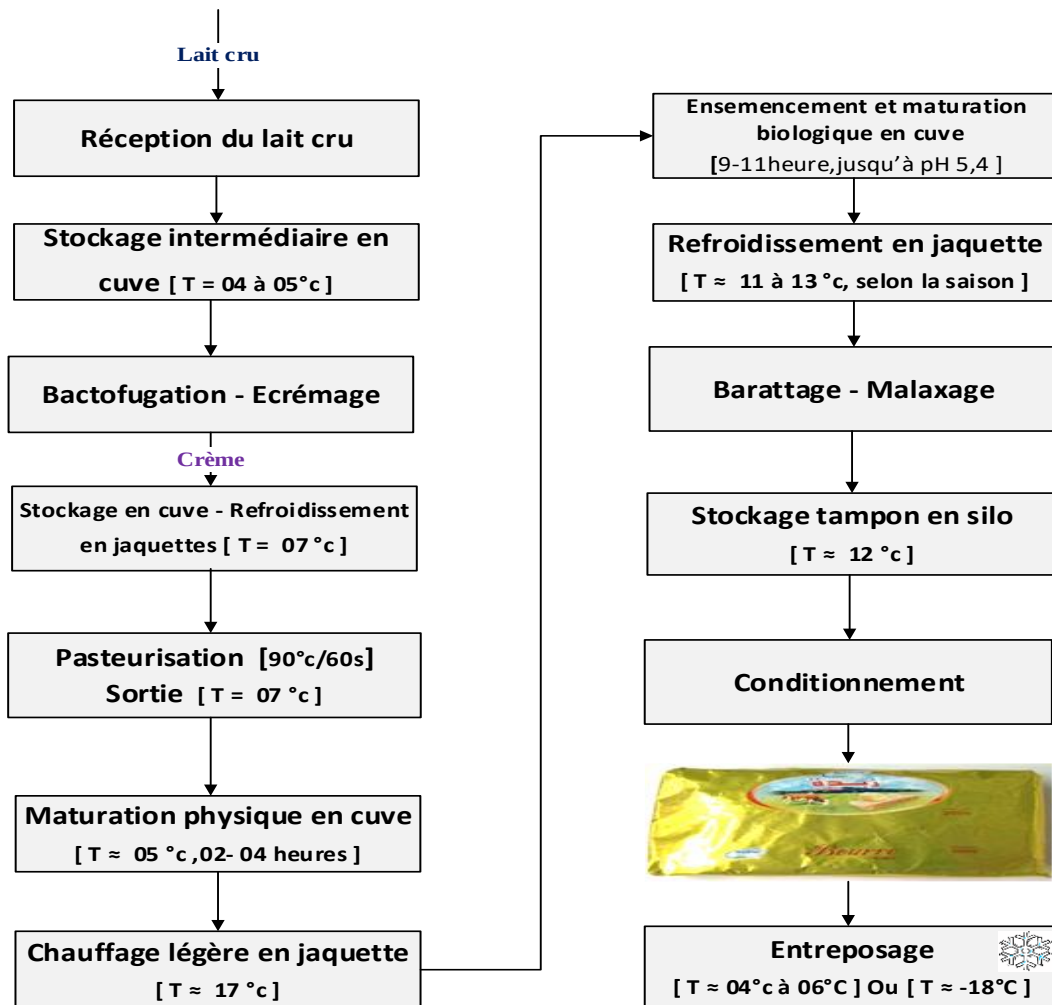


Figure 7 : Diagramme de fabrication du beurre pasteurisé (HODNA -Lait).

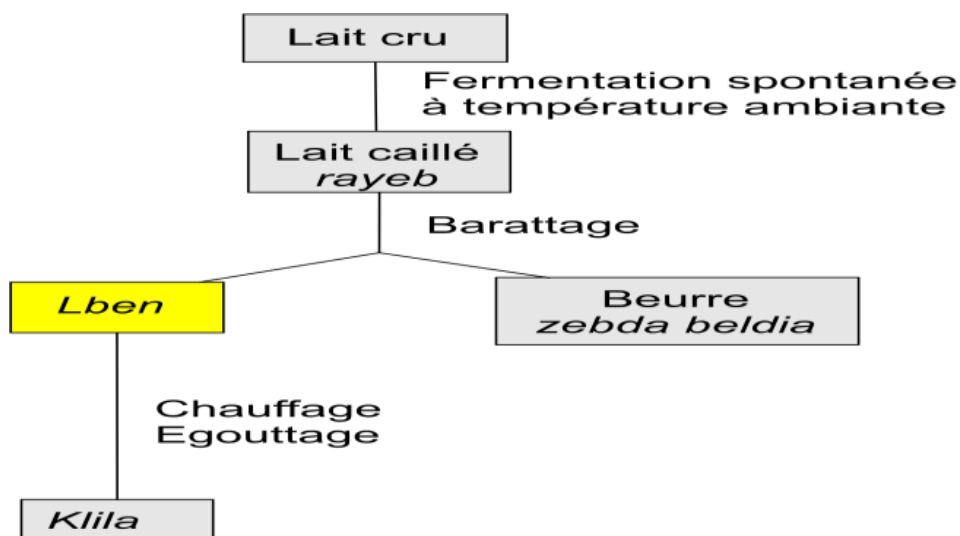


Figure 08 : Schéma de fabrication du beurre traditionnel (Benkerrou et Tamime, 2004).

### **II.1.3. Matériels utilisés**

#### **II.1.3.1. Matériels biologiques**

- Le beurre pasteurisé** : un échantillon fabriqué à la laiterie HODNA-Lait.
- Le beurre traditionnel** : un échantillon fabriqué à la région de Maadhid.

#### **II.1.3.2. Produits chimiques et réactifs**

- Acide sulfurique (62%).
- Alcool Isoamylique

#### **II.1.3.3. Verreries**

- Béchers.
- Boîtes pétri.
- Micro - pipette.
- Flacons stériles.
- Eprouvette graduée.
- Butyromètre (GERBER).
- godet

#### **II.1.3.4. Appareillages**

- Balance analytique
- Etuves
- Dessiccateur
- Autoclave.
- Bain Marie.
- Thermomètre.

### **II.1.4. Méthodes**

#### **II.1.4.1. Echantillonnage**

Pour une meilleure représentativité de notre échantillonnage, Les prélèvements du beurre pasteurisé ont été effectués sur un lot : le début, le milieu et la fin de conditionnement de ce lot avec un total de 05 échantillons, Pour chaque prélèvement nous avons pris 400 g du beurre. Concernant les prélèvements du beurre traditionnel, nous avons pris 150g pour chaque prélèvement (**JORA, N°42 du 15juin2005**), les échantillons sont mis dans des flacons stériles justes après le barattage manuel, et sont transportés à 4°C à l'aide d'une glacière jusqu'au laboratoire pour y subir des analyses.



**Figure 09** : les deux types de beurre. (**A** : beurre traditionnel, **B** : beurre pasteurisé).

## II. 1.4.2. Contrôle physico-chimique du beurre

### II. 1.4.2.1. Détermination du point de solidification

Pour la détermination du point de solidification, les échantillons sont fondus au Bain-Marie tiède puis mis à la réfrigération. La température de solidification est mesurée en plongeant le Thermomètre dans l'échantillon après qu'il se prenne en masse (**Trémolières et al., 1984**).

### II. 1.4.2.2. Détermination du point de fusion

Pour déterminer le point de fusion, un poids connu du beurre est placé dans un bécher, abandonné pendant quelque temps au réfrigérateur jusqu'à solidification, puis il est porté au bain marie tiède, où la température de fusion est déterminée à l'aide d'un thermomètre (**Trémolières et al, 1984**), voir la figure 10.



**Figure 10** : Détermination de température de fusion.

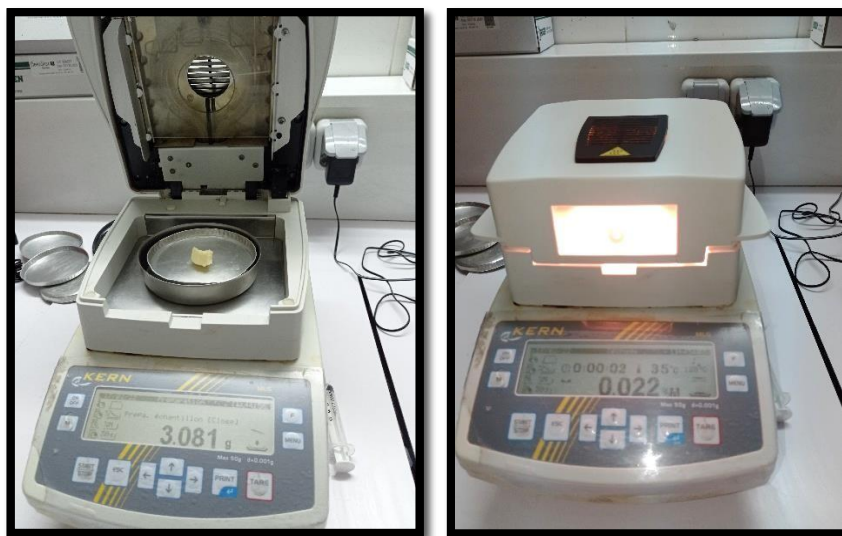
### II. 1.4.2.3. Détermination du taux d'humidité

#### Principe

La teneur en humidité est généralement déterminée selon une approche thermogravimétrique, c'est une méthode de pesage-séchage où les échantillons sont séchés jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids stable. La perte de masse est interprétée comme humidité libérée. Le séchage se termine lorsque le poids atteint un équilibre (**Mettler Toledo, 2002**).

#### ➤ Mode opératoire

- ✓ Placer une coupelle sèche dans le dessiccateur.
- ✓ Appuyer sur TARE.
- ✓ Peser 3g du beurre.
- ✓ Baisser le capot de l'appareil et attendez la fin de l'analyse (environ 15 min).
- ✓ Faire la lecture de l'humidité et EST directement sur l'écran d'appareil (figure 11).



**Figure 11** : Détermination de l'humidité et EST par dessiccateur.

### II. 1.4.2.4. Détermination du taux de matière sèche non grasse

#### Principe

La teneur en humidité et l'extrait sec dégraissé sont généralement déterminés selon une approche thermogravimétrique, c'est une méthode de pesage-séchage où les échantillons sont séchés jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids stable. La perte de masse est interprétée comme humidité libérée. Le séchage se termine lorsque le poids atteint un équilibre

(Mettler Toledo,2002).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Placer une coupelle sèche dans le dessiccateur.
- ✓ Appuyer sur TARE.
- ✓ Peser 3g du beurre.
- ✓ Baisser le capot de l'appareil et attendez la fin de l'analyse (environ 15 min).
- ✓ Faire la lecture de l'humidité et EST directement sur l'écran d'appareil.
- ✓ Le taux de l'extrait sec dégraisse (ESD) est déduit à partir du taux d'extrait sec total (EST). Ainsi que celui de la matière grasse (MG) en appliquant la formule suivante

$$ESD = 100 - H - MG$$

ESD : extrait sec dégraissée.

H : Taux d'humidité.

MG : Taux de matière grasse.

**II. 1.4.2.5. Détermination du taux de matière grasse (méthode de dosage d'après ROEDER)**

➤ **Mode opératoire**

- ✓ En utilisant un butyromètre à beurre (GERBER 90%).
- ✓ Dans une balance, peser le godet vide et appuyer sur TARE.
- ✓ A l'aide d'une spatule, remplir le godet avec 5g du beurre.
- ✓ Placer le dans le butyromètre.
- ✓ Avec une pipette, verser 10 ml de l'acide sulfurique 62% et agiter énergiquement.
- ✓ Mettez le butyromètre au bain marri de température 75 °C jusqu'à ce que le beurre fond.
- ✓ Ajouter 1 ml d'alcool isoamylique puis compléter avec l'acide sulfurique jusqu'à le trait de 90%.
- ✓ Agiter bien le mélange pour l'homogénéisation.
- ✓ Placer le dans la centrifugeuse pendant 5 min.
- ✓ Régler avec le bouchon sur 0% et faire la lecture du teneur MG (figure 12).



**Figure 12.** Détermination de la matière grasse du beurre.

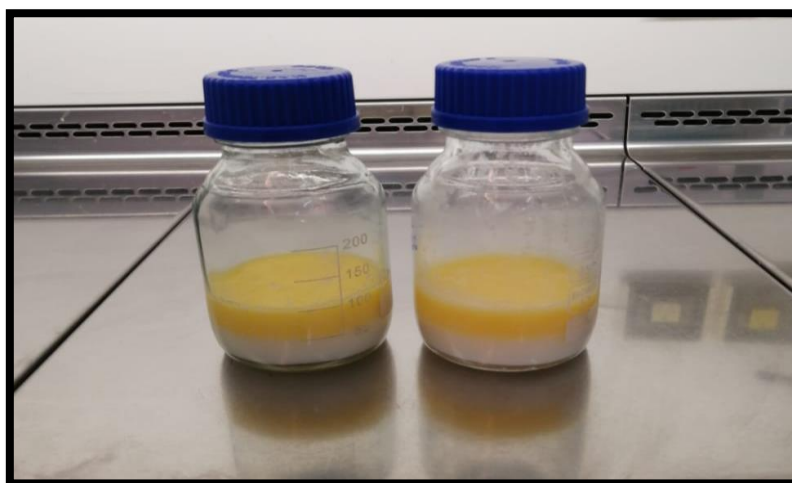
#### **II.1.4.3. Contrôle microbiologique du beurre**

##### **II.1.4.3.1. Préparation de l'échantillon**

Les prélèvements doivent être effectués dans des conditions d'asepsie et dans des flacons en verre ou dans des tubes stériles afin que les résultats des analyses soient corrects et significatifs.

Dans un flacon stérile contenant 50g de beurre, transférer 42 ml de diluent phosphate dipotassique 2% avec un pH de  $7,5 \pm 0,1$  mélanger bien et faire fondre dans un bain marie à 45 °C jusqu'à ce que les deux phases se séparent. (**JORA, N° 42 du 15 juin 2005**).

Mettez le flacon stérile au congélateur afin d'avoir une couche solide de matière grasse et une phase aqueuse (figure 11). Un volume de 1 ml de la phase aqueuse aspirée à la pipette stérile est introduit aux boîtes pétries. Effectuer l'analyse bactériologique sans tarder.



**Figure 13 :** Les deux phases obtenues après la fusion du mélange beurre diluent

#### II.1.4.3.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobique mésophile (FTAM)

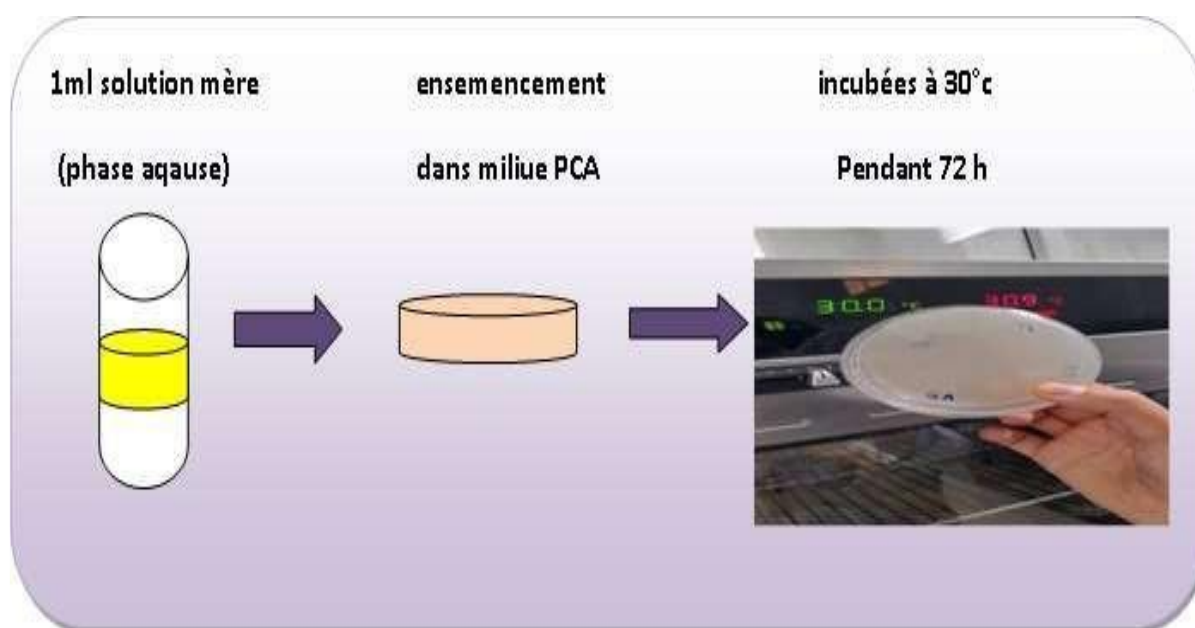
Guiraud en 1998 a indiqué que cette flore, aussi appelée FTAM (Flore Aérobie Totale Mésophile) est un bon indice de la qualité globale et de la stabilité des aliments, ainsi le nombre de microorganismes total permet de donner une information sur l'état de fraîcheur ou la qualité hygiénique du produit (Guiraud, 1998).

La flore totale aérobique mésophile peut se développer dans un milieu nutritif non sélectif après incubation à 37°C pendant 72h apparaissant sous forme de colonies de taille et de forme différentes (Pettransxiene, D. & Lapied, L, 1981).

Le milieu PCA (Plate Count Agar) est le plus employé comme gélose de numération (Guiraud, J.P. 1998).

##### ➤ Mode opératoire

- Inoculer 1 ml de solution aqueuse dans des boîtes de pétri stériles à côté de bec bunsen.
- Verser rapidement 20 ml de milieu de culture PCA.
- Homogénéisées avec des mouvements de huit et laissez-les solidifier.
- Incubées dans l'étuve à 30°C pendant 72 heures, ce test est réalisé en utilisant cinq boîtes. (Voir figure 14).
- Le dénombrement est réalisé pour les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies et exprimé le nombre en UFC/ml. (JORA, N° 42 du 15 juin 2005).



**Figure 14 : Méthode de recherche des FTAM**

### II.1.4.3.3. Dénombrement des entérobactéries

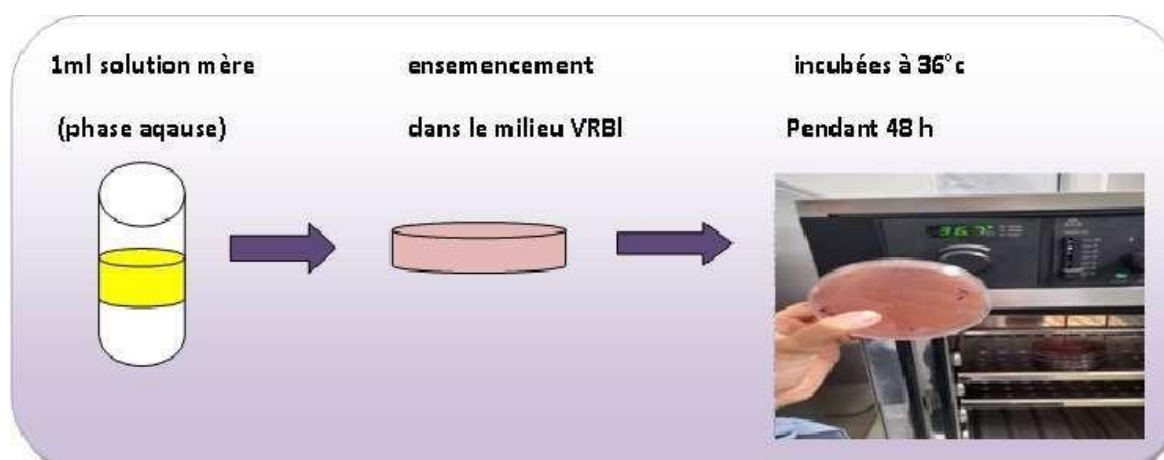
La famille des *Enterobacteriaceae* comprend environ 30 types de genre formés par 100 différentes espèces bactériennes. Ce groupe est caractérisé pour être composé de bactéries à coloration de Gram négative principalement avec la morphologie d'un bacille, bien qu'on puisse également trouver des Cocci et des formes pléomorphes.

Les membres de ce groupe appartiennent au microbiote de l'intestin bien qu'ils puissent aussi être isolés dans d'autres organes humains, plantes, et animaux (**ISO 21528-1 : 2017**).

Le dénombrement total d'entérobactéries est utilisé comme marqueur de contamination fécale et de bonnes pratiques de fabrication. C'est donc un élément qui indique la qualité de la transformation des produits alimentaires. Un nombre élevé de ce marqueur serait indicateur d'un mauvais procédé de fabrication ou d'une contamination ultérieure possible du produit final, impliquant un risque hygiénique et sanitaire pour le consommateur (**ISO 21528-1 : 2017**).

#### ➤ Mode opératoire

- Inoculer 1 ml de solution aqueuse dans des boîtes de pétri stériles à côté de bec bunsen.
- Verser rapidement 20 ml de milieu de gélose VRBG.
- Homogénéiser avec des mouvements de huit et laissez-les solidifier.
- Incubées dans l'étuve à 37 °C pendant  $24 \pm 2$  heures (figure 15). (**JORA, N° 42 du 15 juin 2005**).
- Dénombrer les colonies typiques *Enterobacteriaceae* sur des boîtes, elles forment des colonies rose-rouge ayant un diamètre supérieur ou égale à 0,5 millimètres avec ou sans zone de précipitation de la bile.



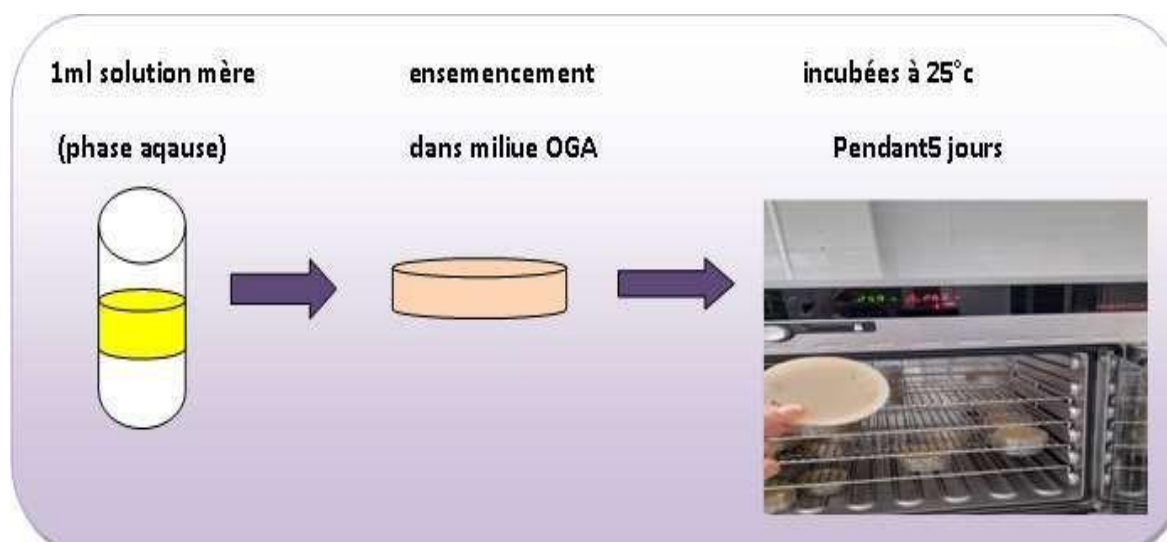
**Figure 15 : Méthode de recherche des entérobactéries.**

#### II.1.4.3.4. Dénombrement de la flore fongique

D'après Guiraud, les levures et moisissures se multiplient de façon normale dans les produits acides. Leur dénombrement représente un bon paramètre d'appréciation de la capacité de conservation des produits laitiers de fermentation.

La croissance des levures et moisissures est favorisée par les substances nutritives apportées par l'extrait de levure et le glucose utilisé comme source énergétique. **(Guiraud, 1998).**

OGA (Oxytétracycline Glucose Agar - Gélose) est recommandée pour le dénombrement des *levures et moisissures* dans le lait, les produits laitiers et les aliments. En ajoutant 20 ml de OGA aux boîtes pétries qui contiennent 1ml de solutions aqueuses, et faire l'incubation à 25 °C pendant 5 jours (figure 16).

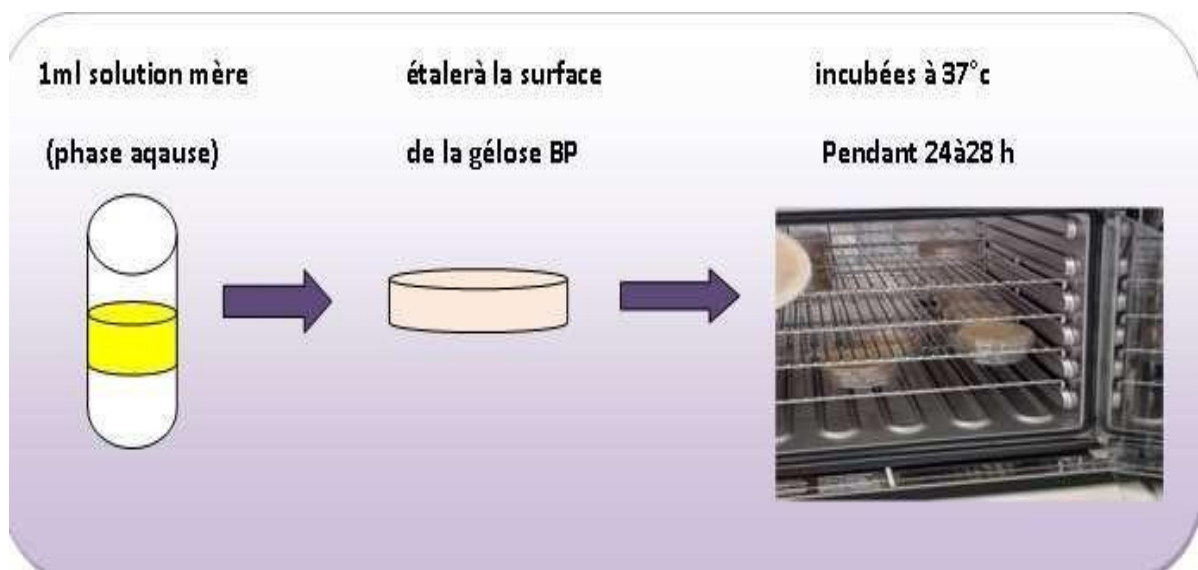


**Figure 16** : Méthode de recherche des levures et moisissures

#### II.1.4.3.5. Dénombrement de la *Staphylococcus aureus*

La recherche et le dénombrement de ce germe sont précédés par un enrichissement. Pour cela, 10ml de milieu Giolitti Cantoni estensemencé par 1g de beurre, l'incubation menée à 37°C pendant 24H. Pour les tubes présentant un noircissement, 0.1ml de milieu d'enrichissement est étalé à la surface du milieu de Baird Parker.

L'incubation est conduite pendant 24 - 48H à 37°C. Sur ce milieu (figure 17), les colonies du *Staphylococcus aureus* apparaissent sous forme de colonies noires, convexes, brillantes et entourées d'un halo d'éclaircissement due à l'hydrolyse des protéines de l'œuf **(Guiraud, 1998).**



**Figure 17 :** Méthode de recherche des *Staphylococcus aureus*

## II. 2. Résultats et Discussion

### II.2.1. Contrôle physico-chimique du beurre

#### II.2.1.1. Point de fusion et de solidification

Les résultats de point de fusion (Pf) et de solidification (Ps) sont représentés par la figure 18.

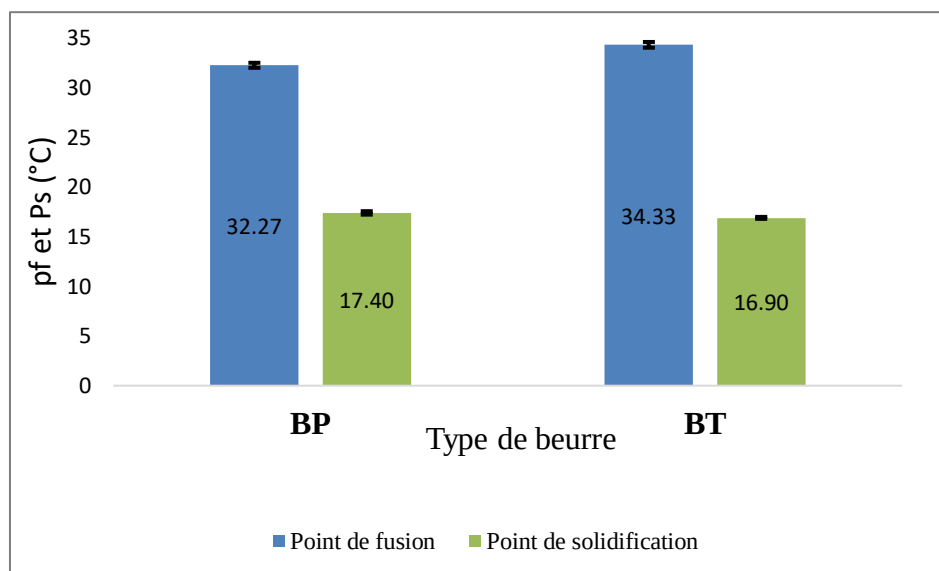


Figure 18 : Variation du point de fusion / solidification selon le type de beurre

BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

D'après les résultats représentés dans la figure 18, les valeurs moyennes de point de solidification des échantillons de beurre pasteurisé et le beurre traditionnel enregistrés sont respectivement de  $17.40 \pm 0.17^\circ\text{C}$  et  $16.90 \pm 0.1^\circ\text{C}$ . En effet les valeurs moyennes de point de fusion des échantillons de beurre pasteurisé et le beurre traditionnel enregistrées sont de  $32.27 \pm 0.25^\circ\text{C}$ ,  $34.33 \pm 0.29^\circ\text{C}$  respectivement.

Nous constatons que le point de solidification du beurre pasteurisé ( $17 \pm 0.17^\circ\text{C}$ ) apparaît un peu élevé comparativement au beurre traditionnel ( $16.85 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ). le contraire pour le point de fusion  $34.33 \pm 0.29^\circ\text{C}$  pour le BT et  $32.27 \pm 0.25^\circ\text{C}$  pour le BP.

Selon l'étude de **Lecoq (1965)** le point de solidification de beurre est compris entre  $23^\circ\text{C}$  et  $26^\circ\text{C}$ , alors que le point de fusion est compris entre  $28^\circ\text{C}$  et  $34^\circ\text{C}$ .

Les résultats obtenus sont totalement compatibles aux normes algériennes, à l'exception le point de fusion du beurre traditionnelle est un peu élevé aux normes ( $34,34^\circ\text{C}$ ). La température de fusion est une température à laquelle le beurre va passer de l'état

solide à l'état liquide. Ce qui explique que le beurre traditionnel a une bonne consistance.

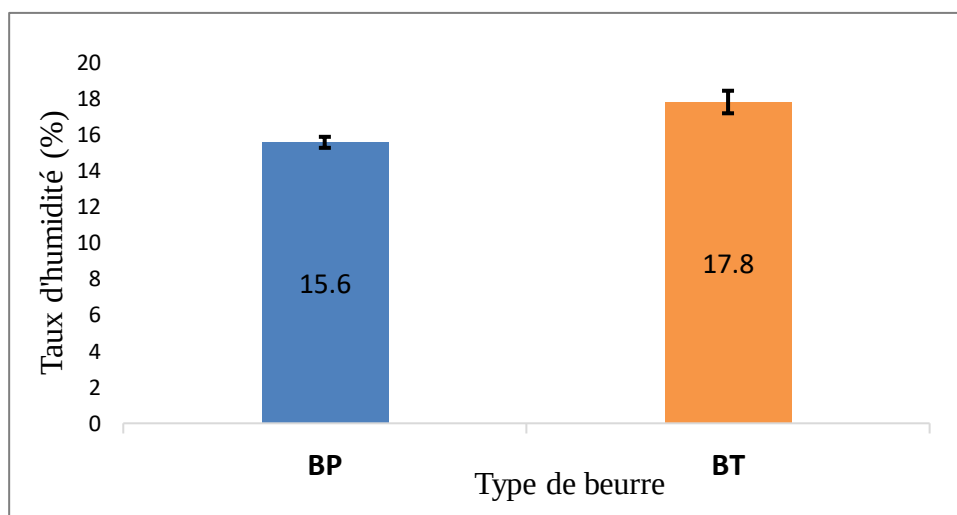
Les résultats de point de solidification et le point de fusion obtenues pour les deux types du beurre sont en accord avec les résultats obtenus par **(Laissani meryem, Louarzezi asma, 2016)** sur des échantillons du beurre industriel local et du beurre fermier.

Les graisses animales sont en fait des mélanges de triglycérides dont chacun a un point de fusion défini, donc les corps gras ont rarement un point de fusion précis **(Graille, 2003)**. L'intervalle de fusion dépend des conditions dans lesquelles le corps gras a été solidifié **(Alain, 1992)**.

La température de fusion s'élève avec la longueur de la chaîne carbonée et diminue avec l'augmentation du degré d'insaturation des AG **(Alais et Linden, 1997)**.

#### II.2.1.2. Détermination du taux d'humidité

Les résultats de taux d'humidité sont représentés par la figure 19.



**Figure 19** : Variation du taux d'humidité selon le type de beurre.

BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

D'après la figure 19, nous constatons que les valeurs moyennes d'humidité sont de  $(15.6 \pm 0.31\%)$  pour le beurre pasteurisé et  $(17.8 \pm 0.62\%)$  pour le beurre traditionnel. Le taux d'humidité du beurre traditionnel est élevé par rapport au taux d'humidité du beurre pasteurisé.

Selon la norme de **codex Alimentarius (CODEX STAN 279-1971)** et le **(JORA, N°96, 1998)** qui fixent la teneur en eau à 16% en maximum.

Les résultats obtenus de cette étude montrent que le taux d'humidité est supérieur aux normes pour le beurre traditionnel, par contre le taux d'humidité pour le beurre pasteurisé répond aux normes. L'augmentation de la teneur en eau pour le beurre traditionnel peut être due par un mauvais barattage, caillage insuffisant.

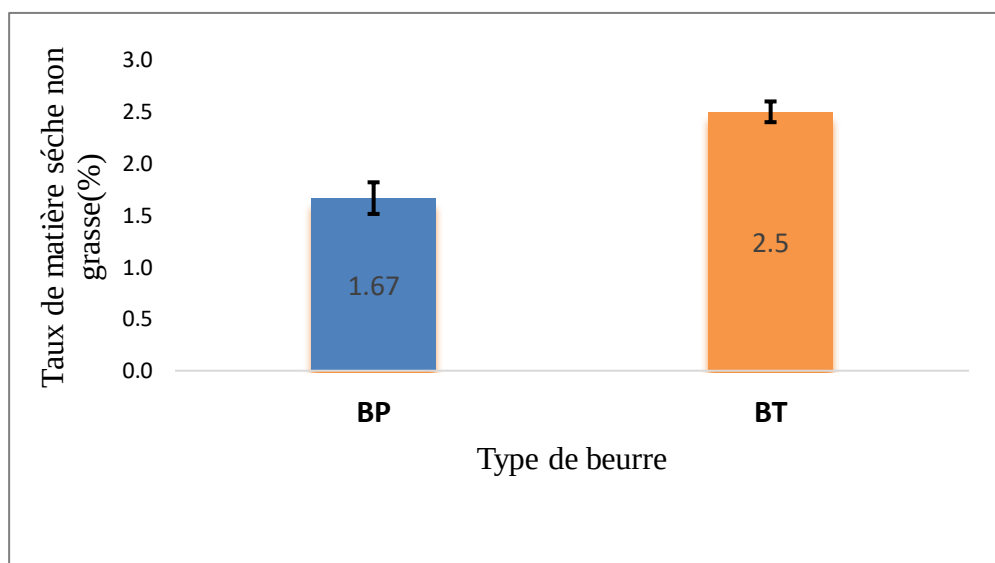
La teneur en humidité a des conséquences sur l'aptitude au traitement, la durée de conservation, la fonctionnalité et la qualité d'un produit.

Le taux d'humidité pour le beurre traditionnel est similaire à celle trouvée par l'étude de (Larbaoui, 2016), ce dernier il a trouvé que la teneur en eau est supérieure aux normes de (JORA, 1998).

Une température de barattage trop élevée, elle risque de provoquer des pertes excessives de matière grasse dans le babeurre et de donner un beurre mou et trop humide. (FAO 1995).

### II.2.1.3. Détermination du taux de matière sèche non grasse

Les résultats du taux de matière sèche non grasse sont représentés par la figure 20.



**Figure 20 :** Variation du taux de matière sèche non grasse selon le type de beurre.

BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

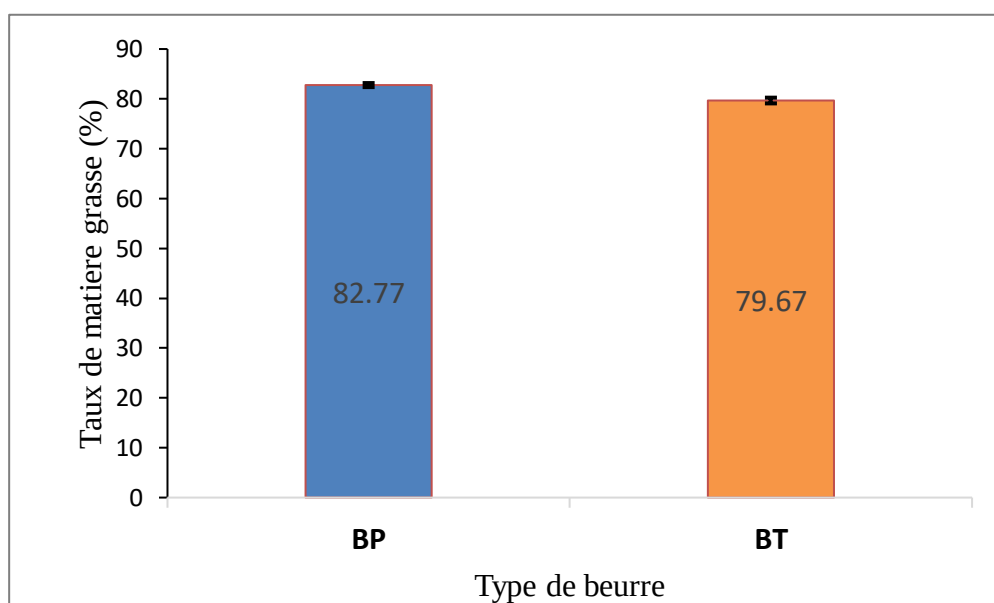
D'après les résultats obtenus dans la figure 20, nous remarquons que la teneur en matière sèche non grasse (MSNG) est de  $(1.67 \pm 0.15\%)$  beurre pasteurisé et  $(2.5 \pm 0.1\%)$  beurre traditionnel. Nous remarquons que le taux de matière sèche non grasse du beurre traditionnel est plus élevé par rapport au beurre pasteurisé. Selon la norme de

**codexAlimentarius(CODEX STAN 279-1971)** et le **(JORA N°96 ,1998)** qui fixent la teneur en matière sèche non grasse à 2% en maximum. Nous constatons que le taux de matière sèche non grasse du beurre traditionnel est supérieur à cette valeur, alors que le beurre pasteurisé répond à cette norme.

On peut expliquer la teneur peu élevée en matière sèche non grasse par un défaut de la fabrication, en particulier au cours de barattage manuel car une quantité de babeurre peut rester dans le beurre et ce qui provoque une augmentation de la quantité de matière sèche non grasse qui se compose principalement de lactose, acide lactique, protéines.

#### II.2.1.4. Détermination du taux de matière grasse

La teneur en matière grasse dans les deux échantillons de beurre est notée dans la figure 21.



**Figure 21** : Variation du taux de matière grasse selon le type de beurre.

BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

D'après les résultats obtenus figure 21, on observe que la teneur en matière grasse (MG) est de  $(82.77 \pm 0.4\%)$  beurre pasteurisé et  $(79.67 \pm 0.58\%)$  beurre traditionnel. Nous remarquons que le taux de matière grasse du beurre pasteurisé est plus élevé par rapport au beurre traditionnel. Selon la norme de **codexAlimentarius(CODEX STAN 279-1971)** et le **(JORA N°96 ,1998)**, qui fixent la teneur en matière grasse à 82% en minimum.

Nous constatons que le taux de matière grasse du beurre traditionnel est inférieur à cette valeur, alors que le beurre pasteurisé répond à cette norme.

De même, les résultats de la teneur en matière grasse du beurre traditionnel sont en accord avec ceux obtenu par (Larbaoui, 2016).

On peut expliquer la teneur peu bas en matière grasse par un défaut de la fabrication, en particulier au cours de barattage manuel et la composition de lait qui est variable, elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur le lait.

Une température de barattage trop élevée, elle risque de provoquer des pertes excessives de matière grasse dans le babeurre et de donner un beurre mou et trop humide. (FAO 1995).

### II.2.2. Contrôle microbiologique du beurre

Les résultats de contrôle microbiologique du beurre sont présentés dans le tableau 07.

**Tableau 07** : Résultats de contrôle microbiologiques des deux échantillons du beurre.

| Flores UFC/ml                | Beurre pasteurisé |       |       |       |       | Beurre traditionnel |       |       |       |        | Norme nationale (JORA, 2017) |
|------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|--------|------------------------------|
|                              | Ech 1             | Ech 2 | Ech 3 | Ech 4 | Ech 5 | Ech 1               | Ech 2 | Ech 3 | Ech 4 | Ech 5  |                              |
| <b>FTAM</b>                  | Abs               | Abs   | Abs   | Abs   | Abs   | Ind                 | Ind   | Ind   | Ind   | Ind    | $\leq 10^2$                  |
| <b>Flore fongique</b>        | Abs               | Abs   | Abs   | Abs   | Abs   | Ind                 | Ind   | Ind   | Ind   | Ind    | Absence                      |
| <b>Staphylococcus aureus</b> | Abs               | Abs   | Abs   | Abs   | Abs   | Abs                 | Abs   | Abs   | 9     | 1,2.10 | $\leq 10^2$                  |
| <b>Entérobactéries</b>       | Abs               | Abs   | Abs   | Abs   | Abs   | Abs                 | Abs   | Abs   | 2     | 2      | $\leq 10^2$                  |

**Ind** : Indénombrable ; **Abs** : Absence

#### II.2.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FT AM)

D'après les résultats du tableau 07, nous observons que la FTAM est indénombrable dans l'échantillons du beurre traditionnel et une absence totale de cette flore dans

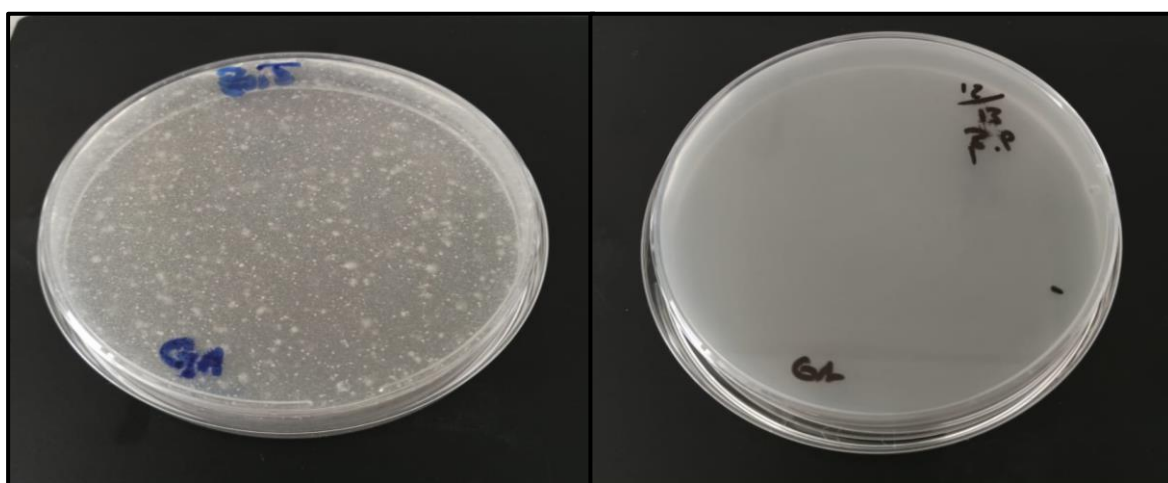
l'échantillon du beurre pasteurisé (figure 22). **Le Journal Officiel N°35 du 27 Mai 1998**, fixe ce taux à  $10^2$  UFC/ml, nous constatons que le beurre pasteurisé est dans les normes. En revanche il y'avait une forte contamination dans le beurre traditionnel (non conforme).

Les résultats trouvés par cette étude concernant le beurre pasteurisé sont conformes avec l'étude de **Guiraud et Galzy (1980)** qui mentionne que la flore totale doit être inférieure à  $10^4$  germes/g, alors que les résultats du beurre traditionnel est totalement supérieure à l'étude de Guiraud 1980.

Les résultats du dénombrement de la FTAM du beurre traditionnel sont en accord avec ceux obtenu par **(Larbaoui Abdelkarim, 2016)** sur des échantillons du beurre industriel local et du beurre fermier. On peut expliquer ces résultats par le non-respect des conditions de la traite, et le manque d'hygiène lors de la manipulation, ainsi le lait utilisé pour fabriquer le beurre traditionnel ne subir aucun traitement thermique.

Le nombre des germes totaux peut indiquer l'état de fraîcheur ou de décomposition du produit **(Guiraud et Rosec, 2004)**. La charge microbienne nettement supérieurs aux normes peut s'expliquer par les mauvaises pratiques d'hygiène lors de la manipulation, ainsi que les bonnes conditions hygiéniques de production **(Jeantet et al., 2008)**.

Ce constat est très bien consenti par **(Yabrir et al. 2013)** dans leur étude sur la qualité microbiologique du lait en zone steppique du centre de l'Algérie dont Djelfa fait partie et qui stipule dans la partie résultat qu'un lait contaminé donne automatiquement un beurre contaminé.



**Figure 22 : dénombrement de la FTAM**

BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

#### **II.2.2.2. Dénombrement de la flore fongique**

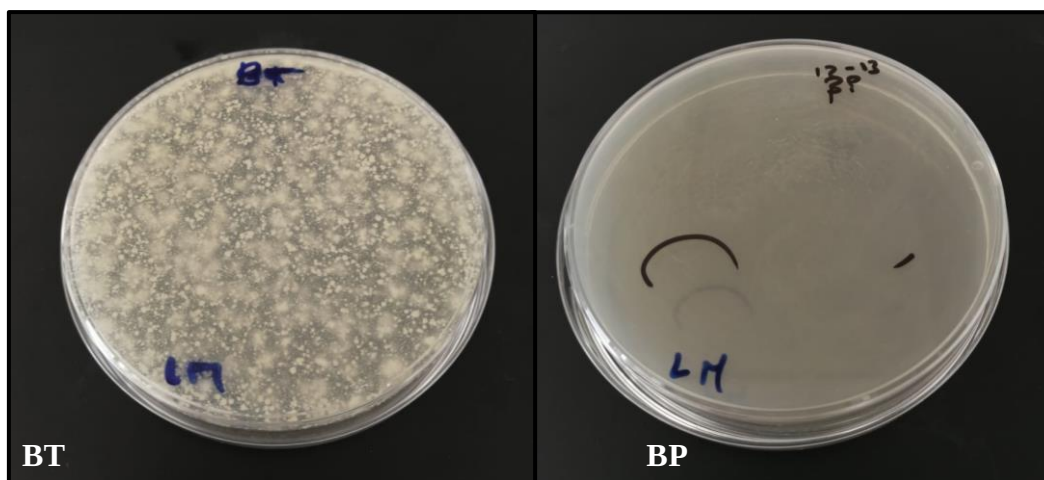
D'après le tableau N°07 nous avons enregistré de taux indénombrable de la flore fongique dans le beurre traditionnel et absence totale de cette flore dans le beurre pasteurisé (figure 23).

Les résultats obtenus sont conformes aux normes JORA 1998. Concernant le beurre pasteurisé et non conformes pour le beurre traditionnel. Cette norme (**JORA, N°35 du 27 Mai 1998**) exige une absence totale de cette flore.

L'étude sanitaire rapportée par **Guiraud et Galzy (1980)** concernant la flore fongique dans le beurre est de 10 UFC/g. Nous constatons que les résultats du beurre pasteurisé sont similaires à cette étude. En revanche il y'avait une forte contamination dans le beurre traditionnel (non satisfaisante).

Les résultats du dénombrement de la flore fongique du beurre traditionnel sont en accord avec ceux obtenus par (**Larbaoui Abdelkarim, 2016**) sur des échantillons du beurre fermier. On peut expliquer ces résultats par le mauvais nettoyage de matériels utilisé pour la fabrication et l'utilisation d'une eau contaminée par les levures lors du lavage du beurre, ainsi le lait utilisé pour fabriquer le beurre traditionnel ne subir aucun traitement thermique.

Les levures et moisissures peuvent provoquer des altérations de goût (moisi, acre, malté, caramélisé) et entraîner dans le beurre l'apparition de pigmentations et colorations anormales et de gonflements (**Guiraud, 1998**). Elles diminuent leur qualité organoleptique. Bien que très généralement sans danger du fait de l'absence de mycotoxines, les produits sur lesquels elles prolifèrent sont le plus souvent considérés comme impropres à la consommation (**FAO, 1972**).



**Figure 23** : dénombrement de la flore fongique

BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

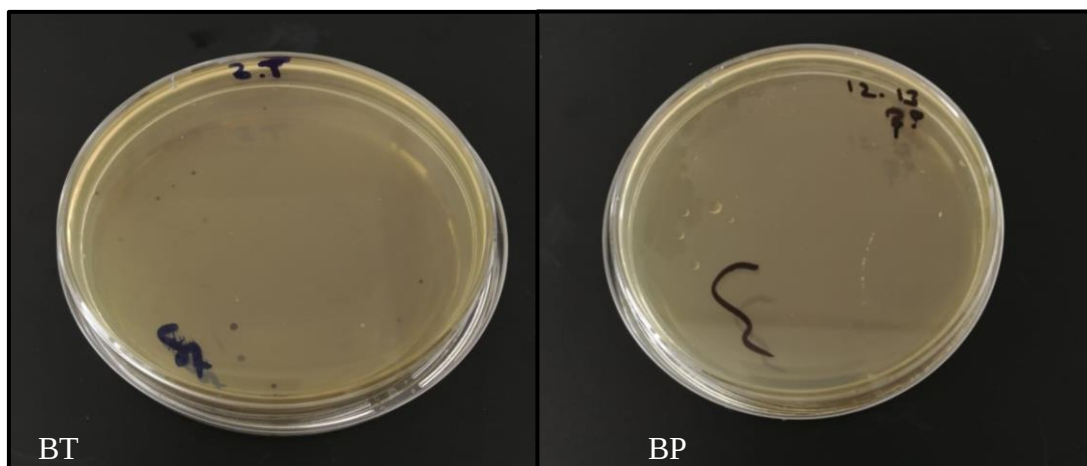
### II.2.2.3. Recherche de *Staphylococcus aureus*

La figure 24 montre l'absence de *Staphylococcus aureus* dans l'échantillon du beurre pasteurisé et la présence de  $1,2 \cdot 10^1$  UFC/ml dans l'échantillon du beurre traditionnel. Selon (Dehove, 1989) le beurre doit répondre à la norme sanitaire de 10 UFC/g et d'après (JORA N°39 du 02 juillet 2017) qui fixe ce taux à  $10^2$  UFC/ml. Les deux types du beurre sont conformes par rapport aux normes algériennes et l'étude de (Dehove 1989). En outre le beurre qui est dans la norme présente d'un avantage sur le plan sanitaire à cause de toxico-infection provoqué par ce germe.

Selon (Brisabois et al. 1997), la contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait alors suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel).

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).

Généralement les *Staphylococcus aureus* peuvent avoir accès au lait par une excrétion directe de la mamelle infectée ou par l'environnement de traite (Brisabois et al., 1997). Ces Staphylocoques sont reconnus comme l'agent causal des mammites dans l'élevage bovin (Chye et al, 2004).



**Figure 24** : dénombrement de staphylococcus aureus

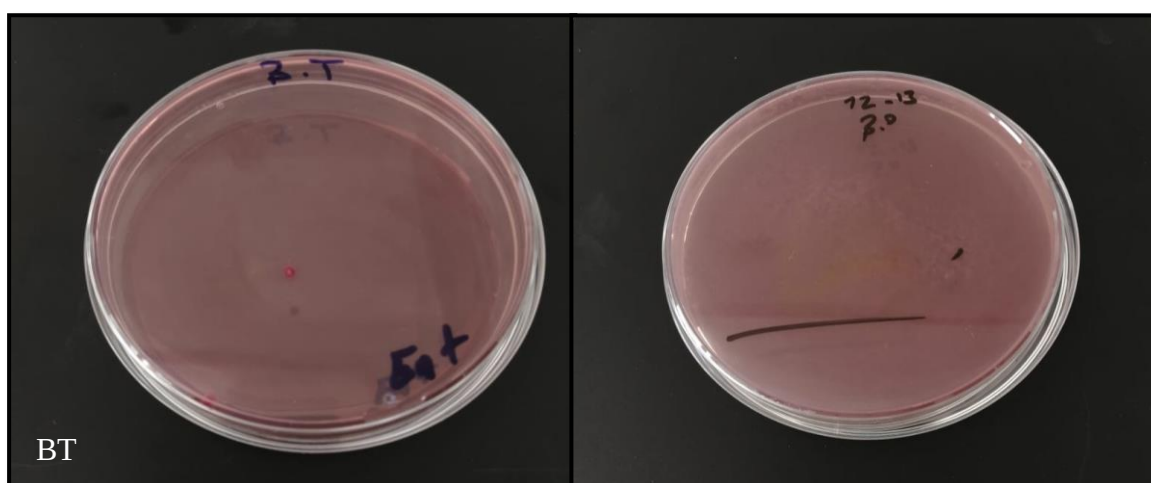
BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

#### II.2.2.4. Dénombrement des entérobactéries

Nous avons enregistré un taux des entérobactéries de 02 UFC/ml pour le beurre traditionnel et une absence totale de cette flore pour le beurre pasteurisé (figure 25).

Selon le (JORA, N°39 du 02 juillet 2017) le beurre doit répondre à la norme sanitaire de  $10^2$ UFC/ml. Donc les deux types du beurre sont conformes par rapport aux normes algérienne.

La présence des coliformes est dû aux mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite (Magnusson et al., 2007).



**Figure 25** : dénombrement des entérobactéries.

BP : Beurre pasteurisé ; BT : Beurre traditionnel.

## **Conclusion**

Cette étude nous a permis d'évaluer et de comparer la qualité du beurre pasteurisé fabriqué au niveau de la laiterie Hodna-lait de M'sila et de beurre traditionnel de la région de Maadhid et en se basant sur les caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques de ce produit.

Les résultats du contrôle physicochimique du beurres pasteurisé et le beurre traditionnel ont montrés également une variabilité de tous les paramètres physico-chimiques. On remarque que le beurre pasteurisé a enregistré un taux de lipide de (82.77%) cette valeur est conforme aux normes et une valeur de (79.67%) pour le beurre traditionnel qui reste inférieure aux normes.

Les résultats du taux d'humidité indiquent que le beurre traditionnel est le plus riche en eau (17.8%) qui présente une qualité non acceptable en comparaison avec le beurre pasteurisé qui a enregistré un taux d'humidité de (15.6%).

Des valeurs inférieures aux normes pour le point de solidification. Pour le point de fusion, les résultats montrent une valeur supérieure aux normes dans le beurre traditionnel (34.33%), tandis que sa valeur dans le beurre pasteurisé est acceptable (32.27°C). Cependant, les résultats du taux de matière sèche non grasse indiquent que le beurre pasteurisé présentait une valeur de matière sèche non grasse de (1,67 %) qui restait inférieure à celle du beurre traditionnel ayant une valeur de (2.5 %). Donc la teneur en matière sèche non grasse du beurre traditionnel n'était pas dans les normes, contrairement à celle du beurre pasteurisé.

L'analyse microbiologique a porté sur 4 groupes microbiens, parmi ces groupes les indicateurs d'hygiène (FTAM, les Entérobactéries) et certains groupes potentiellement pathogènes tels que les Staphylococcus aureus. La charge microbienne était acceptable pour les Entérobactéries et les Staphylococcus aureus et ceci pour les deux échantillons. Le taux de la flore totale aérobie mésophile était indénombrable pour le beurre traditionnel et une absence totale pour le beurre pasteurisé. La flore fongique est absente dans le beurre pasteurisé tandis que le beurre traditionnel a présenté une forte contamination.

En guise de conclusion, nous pouvons dire que le beurre pasteurisé fabriqué au niveau de la laiterie Hodna-lait reste tout de même un produit de bonne qualité de point de vue qualitative par rapport au beurre traditionnel.



***Références***  
***Bibliographique***

**Aboutayeb, R.A. (2005).** Technologie du lait et dérivés laitiers. Azaquar, pp. 2-12.

**Aboutayeb, R. (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers, Consulté à l'adresse <http://www.azaquar.com>, le, 15(05), 2016.

**Aissaoui, 2014** Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Bouhezza » Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences, Spécialité : Sciences Alimentaires. I.N.A.T.A.A. Université de Constantine 1

**Alais, C., Linden J. (1997).** Biochimie alimentaire. Masson, pp. 167-191.

**Amiot J., Fournier S., Lebeu Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H., 2002.**

Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).

**Amiot J et Lapointe-vignola C. 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses intl.polytechnique. quebec. 600.

**Angers, P. (2010).** Beurre et fractions de matière grasse laitière. In. Carole L. Vignola (Ed). Science et technologie du lait. Montréal : presses internationales polytechnique. pp. 323-347.

**Anonyme, (2008).** Cahier des charges concernant les spécifications techniques des modalités de stockage et de contrôle du beurre sous contrat privé, 5 p.

**Benkerroum et Tamime, (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben, smen) to small industrial scale. Food Microbiol. 21: 399–314

**Blanc, B. (1982).** Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. International dairy journal, 62. pp. 350-395.

**Boutonnier, J.L. (2007).** Matière grasse laitière – crème et beurre standard. Techniques de l'ingénieur Agroalimentaire, Editions T.I. <https://doi.org/10.51257/a-v1-f6321>.

**Boutonnier, J. L. (2008).** Matière grasse laitière Composition, organisation et propriétés. Dans Techniques de l'ingénieur, Traité Agroalimentaire (F 6320), Paris.

**Bourgeois L. J. (1980).** Performance and Consensus : Strategic Management. pp. 227-248.

**Bozzolo, G. (2004).** Appellations d'origine contrôlée et productions animales. Tec et Doc Lavoisier.

**Codex alimentaire. (2007).** Lait et produits laitiers : norme codex pour le beurre, 1 e édition, FAO et OMC.

**Codex Alimentarius. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. pp. 1-4.

**CODEX ALIMENTARUS., 2011** Lait et produits laitiers, Deuxième édition de L'OMS, 2011.

**Croguennec T., Jeantet R. et Brulé G., (2008).** Fondements Physicochimiques de la Technologie Laitière. Ed. Tec. Et Doc .Paris. 6 ,8 page (160 page).

**Chye, F.Y., Abdullah, A. and Ayob, M.K. (2004).**Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. Food Microbiol, 21: 535–541.

**Debry, G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Edition Tee et Doc Lavoisier, Paris.

**Debry, G. (2001).** Lait nutrition et santé.Tee.et Doc.Lavoisier,pp.6-26, 30, 566.

**FAO, WHO, 2001, CODEX ALIMENTARIUS: Milk and Milk Products (2° Ed).** FAO and WHO. Rome.

**FAO (1972).**Rapport sur l'étude de la nutrition.- 2e éd.-Rome :FAO.- 94p.

**FAO. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO alimentation et nutrition no 28.

**FAO (1995)** <https://www.fao.org/3/T4280F/T4280F0i.htm>

**Fredot, E. (2006).** Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc, lavoisier. Paris.

**Fredot, E. (2005).** Connaissance des aliments. Tee et Doc. Lavoisier, pp. 11-17, 295-309.

**Goy, D., Hani, J.P., Wechsler, D., Jakob, E. (2005).** Valeur de la teneur en caséine du lait .

**Gueguen et Journet. (1961).** Le lait, nutrition et santé. Debry G ,2006. ED : tec. Et doc. Lavoisier Paris. 566 p.

**Guiraud, J., Galzy, P. (1980).** Analyses microbiologiques dans les industries alimentaires, Ed.Dunod. Paris. pp. 36-38.

**Guiraud, J.P., Rosec, J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition

AFNOR. p.95, 120, 229.

**Guiraud, J.P., Galzy, P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Les éditions de l'usine nouvelle. pp. 1-239,119-143.

**Guiraud, J.P. (1998).** *Microbiologie alimentaire*. Dunod, pp. 36-38,136-433, 407.

**Guiraud J.P., 2003.** Microbiologie Alimentaire. Tec & Doc, Dunod. Paris. 90-292. fromagerie. Edition, AgroscopeLiebfeld-Posieux. Groupe de discussions Gruyère N°27f.

**Hassainya, J., Padilla, M. & Tozanli, S. (2007).** Lait et produits laitiers en Méditerranée : des filière en pleine restructuration. KARTHALA. Paris.

**Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F. 1997.**Rôle des bactéries lactiques dans la production des facteurs anti microbien, les groupes microbien d'intérêt laitier. Ed. Cepil. Paris. pp. 9-60.

**ISO 21528-1: 2017.** Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la détection et dénombrement des Enterobacteriaceae. Partie 1 : Détection de Enterobacteriaceae.

**ISO 21528-2: 2017.** Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la détection et dénombrement des Enterobacteriaceae. Partie 2 : Nombre de colonies technique.

**Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck P. & Brule G. (2008).** Sciences des aliments 2- Technologie des produits alimentaires. Tec & Doc, Lavoisier. Paris.

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G. (2008).** Science des aliments. L. Stabilisation biologique et physicochimique. *Tec et Doc. Lavoisier*, 8, 9, 65-83.

**Jones, W. F., White, A. H. (1926).** La pasteurisation du lait de la crème et des sous-produits laitiers. Ottawa : Ministère fédéral de l'Agriculture, Canada. Publié en avril 1938.

**JORA du 18 Aout 1993.** Arrêté interministériel 18 août 1993. Spécification et présentation de certains laits de consommation. pp.16-20

**JORA N°96 du 10Novembre 1998,.** Spécification des techniques des beurres et aux modalités de leur mise à la consommation (Art :3,Art :7,Art :8).

**JORA N°42 du 15 juin 2005.** Arrêté 23 janvier 2005 rendant obligatoire une méthode d'analyse microbiologique du beurre.

**JORA N°35 du 27 Mai 1998**

**JORA N°39 du 02 juillet 2017**

**Kodio, A. (2005).** Qualité des produits laitiers de production industrielle et artisanale. Thèse de doctorat en pharmacie. Université du mali, p. 22.

**Lamontagne Michel Claud P., Champagne J., Reitz A., Sylvain M., Nancy G.,**

**Maryse L., Julie J. et Ismail F. (2002).** Microbiologie de lait. Science et technologie de lait. Ecole polytechnique de Montréal.

**Lapointe-Vignola, C. (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses inter Polytechnique. Canada.

**Larpent, J.P. (1997).** Mémento technique de microbiologie .3eme Ed. Technique et Documentation Lavoisier. Paris. 910 pages.

**Lecoq R. (1965).** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertise usuelle. *Doin, Edit* 1304-1311.

**Lederer, J. (1986).** Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire Ed. Mauwelaerts - Bruxelles, 2. pp. (33-52).

**Lemouchi. L, 2007.** Le fromage traditionnel Bouhezza : enquête de la Wilaya de Tébessa et suivi de l'évolution des caractéristiques physicochimiques de deux

fabrications. Mémoire d'ingénieur, Université Mentouri Constantine. 65p.

**Luquet, F. M. (1985).** Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris

**Luquet, F.M. (1990).** Les produits laitiers : transformation et technologie. Tee. et Doc. Lavoisier, 454-490.

**Magnusson. M, Christiansson et Svensson. B. (2007).** Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. Journal of dairyscience.n° 90. pp: 2745-2754.

**Mahaut, M., Jeantet, R., Schck, P., Brule, G. (2000).** Les produits industriels laitiers. Tee. Et Doc. Lavoisier, 92-14.

**Mathieu, J. (1998).** Initiation à la physico-chimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tee et Doc, Paris. pp. 46-65, 95-99, 178-18.

**Mettler Toledo** brochure d'application détermination du taux d'humidité. (2002). Mettler-Toledo GmbH, Switzerland.

**Mocquot, G. (1969).** Beurrerie industrielle : science et technique de la fabrication du beurre, la maison rustique, 27, 61, 102, 103, 308-335.

**Mohjadji-Lamballais, C. (1989).** Les aliments, Edition Maloine, 26-30, 89-93

**Morrissay, P.A. (1995).** Lactose: chemical and physicochemical properties. dans : Developments in dairy chemistry 3. (FOX PP). Elsevier, London.

**Multon, J.L., Bureau, G. (1998).** L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation. Tee. et Doc. Lavoisier, 851-852.

**O'connor, Triaphi, B. R. (1992).** Milk Processing Techniques— Sour Milk. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, No. 2, pp. 20.

**Paul. (2010),** beurre et fractions de matière grasse laitière, Dans: VINGOLE C.L. Science et Technologie du lait, presses polytechnique, n°5, p. 323-347.

**Petransxiene, D. & Lapied, L. (1981).** *La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers.* Lavoisier, Paris.

**Pointurier, H., & Adda, J. (1969).** Beurrerie industrielle : science et technique de la fabrication du beurre. la Maison rustique.

**Pougheon, S. (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France.

**Pougheon S .et Goursaud J., 2001.** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

- Kornacki J.L., FLOWERS R.S., ROBERT L., BRADLEY J.R. (2001).** Microbiology of butter and related products. Dans: MARTH E.H., STEELE J.L. Applied dairy Microbiol, 2eme édition, revised and expanded, p.128.
- Richard, K. & Robinson. (2002).** DAIRY MICROBIOLOGY HANDBOOK (3° Ed). John Wiley and Sons, Inc. New York
- Roudaut, H., Lefrancq, E. (2005).** Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.
- Saidane. Z, Dahou. AA, Homrani. A. (2022).** Description des performances zootechniques des races bovines indigènes algériennes « brune de l'Atlas » de la région d'El Ouldja dans l'Ouest algérien. *Acta Manilana* 70, 93- 102.
- Simon, D., François, M., Dudez P. (2002).** Transformer les produits laitiers à la ferme. Educagri, 105-110.
- Simon, D., Dudez, P. & Groupe de recherche et d'échanges technologiques (Paris). (2002).** Transformer les produits laitiers frais à la ferme. Dijon : Educagri.
- Storch, V. (1897).** Untersuchungen über einige häufig vorkommende Konsistenzfehler der Butter. Milchztg. Allemagne.
- Suisselab Office (2020).** <https://Mooh.Swiss › Assets › Doc › Fr-Merkblatt- Gefrierpunkt Thermometer. Pdf>.
- Tborel, M.F. (1997).** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 16 (1). pp. 452-471.
- Tamime, A. Y. (2009).** Dried milk products. Dairy powders and concentrated milk products.
- ACTALIA, s. d. *Filières fromagères fermières, Diversifier sa production : la crème et le beurre.* ACTALIA & Maison régionale de l'élevage.)
- Tremolières, J., Serville, Y., Jacquot, R., Dupin, H. (1984).** Les aliments. ESF, 162-248.
- UK Statutory Instrument. (1995).** The dairy product (hygiene) regulations (no.1086). HMSO. London.
- Vignola, C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.
- Walstra, P. (1969).** Studies on milk fat dispersion. IV. A simple turbidimetric method for the determination of globule size and surface area in milk. *Neth. Milk Dairy J.* 23: 238.
- Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A., Jellema, A., & Van Boekel, M. A. J. S. (1999).** Dairy technology: principles of milk properties and processes. Marcel dekker Inc. New york.

**Yabrir B, Hakem A, Mostefaoui A, Laoun A, Titouche Y, Labiad M, Magtouf L et Mati A, 2013**, Qualité microbiologique du lait cru ovin collecté dans la steppe centrale de l'Algérie, Afrique science 09 (2) : 86-92.