

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
*République Algérienne Démocratique Et Populaire*  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
*Ministère De L'Enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique*  
جامعة احمد بوقدمة بومرداس  
*Université M'Hamed Bougara Boumerdès*



Faculté de Technologie  
Département Génie des procédés

## Mémoire De Fin D'études

En vue d'obtention de diplôme de Master II en Génie des Procédés  
Spécialité : Génie Alimentaire

### Thème :

**L'analyse physico chimiques et bactériologiques de  
lait pasteurisé au niveau de la laiterie-fromagerie de  
BOUDOUAOU**

Présentée par :

- **Tounsi Oussama**
- **Djaknoun Oussama**

Soutenu devant le jury :

**Président :** Mr. AKSAS PR UMBB

**Examinateuse :** Mme. Bendou MCA UMBB

**Promotrice :** Mme. Ben Bouabdallah MCA UMBB

# **Remerciements**

*Nous remercions le bon Dieu de nous avoir accordé la santé, la paix et le courage pour mener à terme ce projet de fin d'étude.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à Mme. **Ben Bouabdallah**, notre promotrice, pour son encadrement.*

*Nous tenons également à présenter nos sincères remerciements à Mme. **Chahed Farida** et aux employés de la L.F.B pour leur disponibilité, leur collaboration et leurs compétences.*

*Nous adressons aussi notre vive reconnaissance à tous nos enseignants de l'UMBB pour la formation qu'ils nous ont donnée.*

*En immense merci à nos ami(e)s et à nos familles pour leur soutien moral et leurs motivations à poursuivre ce travail. Qu'il nous soit permis de remercier les membres du jury pour le temps consacré à l'évaluation de ce mémoire.*

*Veuillez recevoir l'expression de notre reconnaissance.*

*Enfin, nous remercions très sincèrement toutes les personnes ayant participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.*

# **Dédicace**

*Au terme de ce travail, je tiens à présenter mes sincères dédicaces à tous ceux qui m'ont aidé et encouragé à réaliser ce Mémoire de fin de cycle et particulièrement :*

***Mes très chers parents qui m'ont soutenu pendant tout mon cycle d'étude***

*Mon père et ma mère qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de bonheur et de persévérance, et sans eux je ne serais pas arrivé jusqu'à là.*

*Et à mon collègue **Oussama** qui m'a aidée pour réaliser ce travail avec ses compétences.*

***Tounsi***

# **Dédicace**

*Avec ma profonde gratitude et grand amour, je dédie ce modeste travail*

*A mes **chers parents**,*

*A mon binôme **OUSSAMA**, merci pour ton sérieux, ta rigueur et ton soutien.*

*On a formé une équipe imbattable.*

*Cette réussite, c'est la vôtre. Je vous dédie ce mémoire en témoignage de mon  
affection et de ma profonde gratitude.*

***Djaknoun***

## Résumé

---

### Résumé

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue un critère indispensable et une exigence incontestablement majeure, surtout pour les entreprises confrontées à une compétitivité de plus en plus rude, notamment par le consommateur.

Les analyses effectuées dans ce travail portent sur les paramètres physico-chimiques et microbiologique du lait pasteurisé produit au niveau de Laiterie et Fromagerie de Boudouaou « LFB », à différents niveaux de sa fabrication allant des matières premières (eau de reconstitution et poudre de lait) jusqu'au produit fini.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de reconstitution (pH, TH, TA, TAC et chlorure, conductivité), de la poudre de lait, et du produit fini (pH, acidité titrable, densité, humidité, extrait sec total...) étudiés répondent aux normes de l'entreprise et aux normes Algériennes.

Concernant la qualité microbiologique du lait étudié, les résultats montrent une bonne qualité. Les analyses des germes aérobies, des coliformes fécaux et totaux, des streptocoques fécaux, *Staphylococcus aureus* et des salmonelles sont conformes aux normes.

Le positionnement des résultats dans l'intervalle des normes suggère la bonne qualité des produits analysés. Le produit fini représente aussi une bonne qualité organoleptique pour l'ensemble des paramètres étudiés (couleur, odeur, textures, goût et arrière-gout) expliqué parle satisfait des conditions de stockage au niveau de LFB.

**Mots clés :** Analyse physico-chimique ; Analyse microbiologique ; organoleptique ; Lait ; Pasteurisation ; conditionné.

## **Abstract**

---

### **Abstract:**

In the dairy industry, quality has become an essential criterion and an undeniably major requirement, especially for companies facing increasing competition, notably from consumers.

The analyses conducted in this work focus on the physico-chemical and microbiological parameters of pasteurized milk produced at Laiterie et Fromagerie de Boudouaou "LFB," at various stages of its production, from raw materials (reconstitution water and milk powder) to the finished product.

The results of the physico-chemical analyses carried out on the reconstitution water (pH, TH, TA, TAC and chloride, conductivity), milk powder, and the finished product (pH, titratable acidity, density, moisture, total dry extract...) studied meet the company's standards and Algerian standards.

Regarding the microbiological quality of the milk studied, the results show good quality. Analyses of aerobic germs, fecal and total coliforms, fecal streptococci, *Staphylococcus aureus*, and *salmonellae* are in compliance with the standards.

The positioning of the results within the standard range suggests the good quality of the analyzed products. The finished product also represents good organoleptic quality for all the parameters studied (color, odor, texture, taste, and aftertaste), explained by satisfactory storage conditions at LFB.

**Keywords:** Physico-chemical analysis; Microbiological analysis; organoleptic; Milk; Pasteurization; packaged.

### ملخص

في صناعة الألبان، أصبحت الجودة معياراً لا غنى عنه ومتطلباً رئيسياً بلا منازع، خاصة بالنسبة للشركات التي تواجه منافسة متزايدة الشراسة، لا سيما من قبل المستهلك.

تتناول التحليلات التي أجريت في هذا العمل المعايير الفيزيوكيميائية والميكروبولوجية للحليب المستر المنتج في ملبنة ومبنة بودواو على مختلف مراحل تصنيعه بدءاً من المواد الخام (ماء إعادة التكوير ومسحوق الحليب) حتى المنتج النهائي.

وتستوفي نتائج التحليلات الفيزيائية - الكيميائية التي أجريت على المياه المعاد تشكيلها ومسحوق الحليب، والمنتج النهائي معايير الشركة والمعايير الجزائرية.

بخصوص الجودة الميكروبولوجية للحليب المدروس، أظهرت النتائج جودة جيدة. تتوافق تحليلات الجراثيم الهوائية، والبكتيريا القولونية البرازية والإجمالية، والعقديات البرازية، والمكورات العنقودية الذهبية والسامونيلا مع المعايير.

يشير موقع النتائج ضمن نطاق المعايير إلى الجودة الجيدة للمنتجات المُحللة. كما أن المنتج النهائي يمثل أيضاً جودة حسية جيدة لجميع المعايير المدرosaة (اللون، الرائحة، القوام، الطعم، الطعم الخلفي) كما يوضح ذلك الرضا عن شروط التخزين في ملبنة ومبنة بودواو.

# Table des matières

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

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I. Généralité sur le lait .....	3
I.1. Définition du lait.....	3
I.2. Différents types du lait.....	3
I.2.1. Lait cru (sans traitement thermique) .....	3
I.2.2. Lait traité thermiquement.....	3
I.3. Composition du lait.....	5
I.3.1. EAU .....	7
I.3.2. Matière grasse .....	7
I.3.3. Glucides .....	7
I.3.4. Matière azotée .....	8
I.3.4.1. Les caséines .....	8
I.3.4.2. Protéines.....	8
I.3.5. L'élément minéral .....	9
I.3.6. Enzymes.....	9
I.3.7. Vitamines .....	9
I.4. Propriétés du lait .....	11
I.4.1. Propriété physico-chimique .....	11
I.4.1.1. Aspect .....	11
I.4.1.2. Point de congélation.....	11
I.4.1.3. Point d'ébullition .....	11
I.4.1.4. L'acidité titrable .....	11
I.4.1.5. Le pH .....	12
I.4.1.6. Densité .....	12
I.4.2. Propriétés organoleptiques du lait :.....	12
I.4.2.1. Couleur.....	12
I.4.2.2. Odeur et saveur .....	12
I.4.2.3. Viscosité.....	13

## Chapitre II : Microbiologique du lait

II. Microbiologique du lait.....	14
II.1. Qualité hygiénique du lait.....	14
II.2. Flore microbienne du lait .....	14
II.2.1. Flore originelle ou indigène .....	14
II.2.2. Flore de contamination.....	15

II.2.2.1.	La flore d'altération .....	15
II.2.2.1.1.	Flore aérobie mésophile totale : .....	15
II.2.2.1.2.	Flore thermorésistante.....	16
II.2.2.1.3.	Coliformes thermorésistants .....	16
II.2.2.1.4.	Psychotropes .....	17
II.2.2.1.5.	Levures et moisissures .....	17
II.2.2.1.6.	Levures.....	18
II.2.2.1.7.	Moisissures .....	18
II.2.2.2.	Bactéries pathogènes.....	18
II.2.2.2.1.	Staphylocoques .....	19
II.2.2.2.2.	Salmonelles .....	20

## **Chapitre III : Pasteurisation**

III.	Pasteurisation .....	22
III.1.	Définition : .....	22
III.2.	Objectif : .....	22
III.3.	Technologie du lait pasteurisé conditionné .....	22
III.3.1.	Eau .....	22
III.3.2.	Poudre de lait .....	23
III.4.	Techniques de pasteurisation : .....	23
III.5.	Les étapes de fabrication du lait pasteurisé : .....	24
III.6.	Nettoyage et désinfection.....	25
III.7.	Avantages et inconvénients de la pasteurisation .....	26
III.8.	Les altérations rencontrées dans le lait pasteurisé.....	26
III.9.	Hygiène et Salubrité dans l'industrie laitière .....	27

## **Chapitre IV : Matériel et méthodes**

IV.	Matériel et méthodes.....	29
IV.1.	But et objectif de l'étude : .....	29
IV.2.	Matériel et méthodes :.....	29
IV.3.	Analyses physico-chimiques.....	29
IV.4.	Échantillonnage et prélèvement.....	29
IV.4.1.	Caractéristiques des échantillons prélevés .....	30
IV.5.	Les analyses physico chimiques de L'eau de procès : .....	31
IV.5.1.	Titre hydrométrique (TH) : .....	31
IV.5.2.	Mesure du PH .....	32
IV.5.3.	Titre alcalimétrique complet (TAC) :.....	32
IV.5.4.	Titre alcalimétrique (TA) : .....	33
IV.5.5.	Chlorure (cl) :.....	33

IV.5.6.	Détermination de la conductivité .....	34
IV.6.	Les analyses physico chimiques de La Poudre de lait : .....	34
IV.6.1.	Mesure de pH : .....	34
IV.6.2.	Détermination de l'humidité .....	34
IV.6.3.	Antibiotique .....	34
IV.7.	Les analyses physico chimiques de lait pasteurisé :.....	36
IV.7.1.	Mesure du PH .....	36
IV.7.2.	Détermination de l'acidité titrable .....	37
IV.7.3.	Détermination de la densité.....	37
IV.7.4.	Détermination du taux de la matière grasse .....	38
IV.8.	Analyses microbiologiques .....	41
IV.9.	Traitements des échantillons.....	42
IV.9.1.	Préparation des dilutions décimales.....	42
IV.9.2.	Analyses bactériologiques de l'eau.....	44
IV.9.2.1.	Définition des coliformes totaux et coliforme fécaux.....	44
IV.9.2.3.	Dénombrement des Streptocoque fécaux.....	47
IV.9.2.4.	Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie revivifiable .....	47
IV.9.3.	Analyse de lait.....	48
IV.9.3.1.	Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.....	48
IV.9.3.2.	Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et Fécaux .....	49
IV.9.3.3.	Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	50
IV.9.3.4.	Recherche des <i>Salmonelles</i> (Laboratoire lfb) .....	51

## Résultats et discussion

I.	Résultats d'analyses physico-chimiques .....	54
I.1.	Eau de procès utilisée.....	54
I.2.	Poudre de lait : .....	55
I.3.	Produit fini .....	56
II.	Résultats d'analyses microbiologiques .....	56
II.1.	Résultats d'analyses bactériologiques pour Eau de procès utilisée.....	56
II.2.	Résultats d'analyses bactériologiques du lait pasteurisé.....	57
II.2.1.	Germes aérobies.....	57
II.2.2.	Coliformes totaux.....	58
II.2.3.	Coliformes fécaux .....	59
II.2.4.	<i>Staphylococcus aureus</i> .....	59
II.2.5.	Salmonelles .....	60
	Conclusion .....	61
	Références bibliographiques .....	62

## LISTE DES ABREVIATIONS

**CF** : Coliforme fécaux.

**CT** : Coliforme totaux.

**Da** : Dalton.

**EST** : Extrait Sec Total.

**FAO** : Organisme des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**GAMT** : Germe aérobio mésophile totale.

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**L/V/J** : litre par vache par jour.

**LFB** : Laiterie et Fromagerie de Boudouaou.

**MG** : Matière Grasse.

**NNP** : Azote Non Protéique.

**PCA** : Plat Count Agar.

**TP** : Taux Protéique.

**TB** : Taux Butyreux.

**UFC** : Unité Formant Colonie.

**UHT** : Ultra Haute Température.

**VL** : Vache Laitière.

**TH** : Titre hydrométrique

**TA** : Titre alcalimétrique

**°F** : degré Français.

**°D** : Degré dornic

**PNDA** : Plan National du Développement de l'Agriculture

**PRAR** : programme du renouveau agricole et rural

**EST** : Extrait sec total

**BTLS** : Bouillon Tryptose Lauryle Sulfate

**NPP** Nombre le plus probable

**MG** matière grasse

**BP** : Boîte de Pétri

**TA** : Titre alcalimétrique

# LISTES DE TABLEAU

<b>Tableau 1</b> : Composition moyenne du lait .....	6
<b>Tableau 2</b> : Composition chimique du lait de quelques espèces animales .....	6
<b>Tableau 3</b> : Composition minérale du lait de vache .....	9
<b>Tableau 4</b> : Teneur moyenne par litre en vitamines hydrosolubles et liposolubles dans le lait .....	10
<b>Tableau 05</b> : Quelques propriétés des micro-organismes de lait .....	19
<b>Tableau 06</b> : Composition moyenne des deux types de poudre de lait .....	23
<b>Tableau 07</b> : Avantages et inconvénients de la pasteurisation .....	26
<b>Tableau 08</b> : Dates d'échantillonnage utilisées .....	30
<b>Tableau 09</b> : Les analyses physicochimiques de l'eau, la poudre, le lait .....	30
<b>Tableau 10</b> : Les germes recherchés pour l'eau, lait reconstitué, produit fini .....	41
<b>Tableau 11</b> : Table de MAC GRADY pour dénombrements microbiens en milieu liquide pour 5 tubes.....	46
<b>Tableau 12</b> : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de procès utilisée .....	54
<b>Tableau 13</b> : Résultats des analyses physico-chimiques et du test sensoriel de la poudre de lait après reconstitution (0% et 26% MG) .....	55
<b>Tableau 14</b> : Résultat de l'analyse physico-chimique du lait reconstitué .....	56
<b>Tableau 15</b> : Résultats des analyses microbiologiques du l'eau de procès .....	56
<b>Tableau 16</b> : Les résultats de germes aérobies pour les échantillons analysés (UFC/ml) ....	57
<b>Tableau 17.</b> Les résultats de Coliformes totaux pour les échantillons analysés (UFC/ml) ...	58
<b>Tableau 18.</b> Les résultats de Coliformes fécaux pour les échantillons analysés (UFC/ml) ..	59
<b>Tableau 19.</b> Les résultats de Staphylocoques aureus pour les échantillons analysés (UFC/ml) .....	59
<b>Tableau 20.</b> Les résultats de Salmonelles pour les échantillons analysés (UFC/ml) .....	60

# LISTES DES FIGURES

<b>Figure 01</b> : structure du lactose .....	7
<b>Figure 02</b> : Bactéries lactiques .....	15
<b>Figure 03</b> : Diagramme de fabrication de lait pasteurisé conditionné ( <b>Laiterie et Fromagerie Boudouaou</b> ). .....	24
<b>Figure 04.</b> Mesure la dureté de l'eau .....	32
<b>Figure 05.</b> Mini incubateur .....	35
<b>Figure 06</b> : la lecture .....	36
<b>Figure 07</b> : ph mètre utiliser pour la détermination de ph .....	36
<b>Figure 08</b> : lactodensimètre et l'éprouvette .....	38
<b>Figure 09</b> : butyromètre pendent l'agitation .....	40
<b>Figure 10</b> : Dilutions décimales .....	42
<b>Figure 11.</b> Schéma de préparation des dilutions décimale .....	43
<b>Figure 12.</b> Schéma pour Recherche et dénombrement des coliformes totaux .....	45
<b>Figure 13</b> : Schéma pour Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	51
<b>Figure 14</b> : Recherche et isolement de <i>Salmonella</i> .....	53



# ***INTRODUCTION***

## Introduction

Les produits laitiers encore appelés laitages sont simplement du lait ou des aliments dérivés à partir de lait (les fromages, les yaourts, les crèmes et le beurre). On trouve plusieurs sources de lait également de vache, de brebis, de chameau, de chèvre, mais le plus utilisé c'est le lait de vache.

Le lait est une denrée alimentaire d'origine animale essentiel dans l'alimentation quotidienne de l'homme, c'est l'un des rares aliments à convenir à toutes les tranches d'âge ( nourrisson, enfant, adolescent, adulte, personnes âgées), il joue un rôle important dans la croissance de l'organisme, il est considéré comme un aliment complet grâce à sa forte valeur nutritionnelle et énergétique, car il est constitué de nutriments de bases glucides, lipides et protéines, il est aussi riche en vitamines de groupe B (B1, B2, B5, B12) et en vitamine A, ainsi que les sels minéraux notamment le phosphore, le magnésium et essentiellement le calcium.

La consommation du lait en Algérie est plus que la moyenne mondiale. En effet la consommation annuelle des algériens de ce produit est estimée à 145 litres par an, alors que, la moyenne mondiale par l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture est de 90 litre/an par citoyen.

Ainsi, les algériens consomment environ 55 litre/an de plus que les autres pays du monde. Par ailleurs, la consommation annuelle de lait en Algérie est 5 milliards de litres, dont 3,5 milliards de litres produits localement et environ 1,5 milliards de litres, est importé sous forme de poudre de lait subventionnée transformée par les laiteries en lait de sachet.

Et pour suivre cette grande consommation, l'entreprise LFB (Laiterie et Fromagerie de Boudouaou) joue un rôle important dans la production laitière en Algérie. En 2023, elle a produit environ 390 000 litres de lait pasteurisé par jour, soit environ 3% de la production nationale total.

L'objectif de notre travail est d'étudier la qualité physico-chimique et microbiologique du lait pasteurisé au sein de l'entreprise Laiterie et Fromagerie de Boudouaou.

Notre étude est composée de trois phases :

- ✓ La première phase concerne les notions bibliographiques sur les généralités du lait pasteurisé.
- ✓ La deuxième phase comprend les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées au niveau de laboratoire de l'entreprise Laiterie et Fromagerie de Boudouaou (la poudre de lait, l'eau de process et le produit fini).
- ✓ La troisième phase consiste à discuter et interpréter les résultats obtenus.



# ***CHAPITRE I***

## I. Généralité sur le lait

### I.1. Définition du lait

Le lait est un fluide aqueux, de couleur blanchâtre plus au moins jaunâtre selon la teneur en carotène de la matière grasse, opaque, d'une saveur légèrement douçâtre, de densité supérieure à celle de l'eau, provenant des glandes mammaires des mammifères femelles (JORA N°69, 1993).

Le lait est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, destiné à l'alimentation des jeunes mammifères. (Carole L.Vigora, 2002).

Le lait est un liquide opaque, blanc mat ou blanc jaunâtre d'une odeur sui generis, variable selon les espèces et les conditions. (Paul-Jean-Lucien Langlois 2013).

(Joseph- Pierre Guiraud 2012) a défini le lait par sa composition comme un aliment de choix riche en graisse et lactose, contenant des protéines, des sels minéraux et 87% de sa composition est l'eau, son PH est 6,7.

### I.2. Différents types du lait

Les laits destinés à la consommation humaine existant actuellement, peuvent être classés en deux catégories, selon le mode de traitement :

#### I.2.1. Lait cru (sans traitement thermique)

Lait cru est le 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. Il doit être préparé (traite, conditionnement, stockage) dans des conditions hygiéniques satisfaisantes ; et satisfaire à des critères microbiologiques déterminés (Fredot, 2006).

Le lait doit provenir d'animaux sains, soumis à un contrôle vétérinaire, d'une préparation (traite, conditionnement, stockage) effectuée dans des conditions hygiéniques satisfaisantes (Mahaut *et al.*, 2005).

#### I.2.2. Lait traité thermiquement

Deux types de lait sont distingués selon le degré de traitement thermique :

❖ **Lait pasteurisé :**

La pasteurisation consiste à chauffer le lait pendant 15 secondes à une température 72°C puis à le refroidir. Ce procédé de chauffage modéré permet au lait de conserver son goût originel tout en le débarrassant des germes pathogènes.

Le lait pasteurisé doit être maintenu à une température inférieure à 10 °C dès la fin de la pasteurisation et être vendu très rapidement.

On considère qu'un lait pasteurisé conditionné a une durée de conservation maximale de 8 jours, maintenu à la température de 4 °C (M'boya, 2001).

❖ **Lait stérilisés :**

Pour le lait stérilisé ce traitement s'effectue en deux étapes, le lait est d'abord chauffé à +/- 135°C puis après refroidissement, il est mis en bouteille puis chauffé à nouveau pendant 10 à 20 minutes à une température oscillante entre 110° et 120° C.

Malgré ce processus permet une longue conservation (plus de 6 mois), il donne au lait un goût de caramel et lui enlève une partie de ses valeurs nutritives.

❖ **Pour Le lait UHT (Ultra Haute Température)** c'est le procédé le plus moderne et le plus courant de nos jours.

Il consiste à chauffer le lait pendant 2 à 5 secondes à une température de 135° à 150°C puis à le refroidir quasi instantanément. La température est suffisante pour débarrasser le lait de tout germe nuisible à sa conservation. Le temps de chauffe très réduit permet de n'altérer ni le goût ni les valeurs nutritives du lait.

Le lait est ensuite versé dans un emballage stérile. Le lait UHT se vend en carton sous forme de brique ou en bouteilles blanches de polyéthylène. Il se conserve 3 à 4 mois à température ambiante fraîche.

## **Les autres types de lait :**

❖ **Le lait aromatisé**

L'industrie laitière moderne commercialise un éventail de laits aromatisés satisfaisant les goûts de chacun : lait chocolaté, lait acidifié aux fruits. Ces boissons stérilisées sont constituées exclusivement de lait, écrémé ou non, et additionnées de dérivés de fruits.

### ❖ Le lait concentré

Le lait concentré non sucré est obtenu par pasteurisation puis par concentration sousvide.

Après addition de stabilisateurs destinés à éviter le caillage.

### ❖ Le lait en poudre

Le lait en poudre est un lait auquel on a enlevé la quasi-totalité de son eau pour conserver l'extrait sec seulement, il peut être fabriqué de deux manières :

- **Par atomisation** : Le lait est projeté sous forme de fines gouttelettes dans un flux d'air chaud (150° à 300°C) et sec. L'évaporation de l'eau et le refroidissement de la poudre de lait sont quasi instantanés, ce qui conduit à un produit de qualité, facilement soluble.
- **Par séchage sur cylindres** : Le lait est versé en continu et en très fine couche sur des rouleaux tournants, chauffés jusqu'à 145°C, sur lesquels il sèche en quelques secondes. La poudre de lait est ensuite raclée et moulue. Elle est moins soluble que celle obtenue par atomisation.

## I.3. Composition du lait

Les constituants majeurs du lait sont présentés dans le tableau 1.

La composition générale du lait varie selon différents facteurs liés aux animaux, et parmi les facteurs principaux il y'a l'individualité, la race, la période de l'lactation, l'alimentation ainsi que l'âge et la saison (**Carole L.vignola.**)

Les principales constitutions du lait sont :

- De l'eau, très majoritaire.
  - Des lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
  - Des glucides, principalement représentés par le lactose.
  - Des protéines : caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
1. Des sels et minéraux à l'état ionique et moléculaire.
  2. Des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines
- (Kuzdzal S, Manson W, Moore J)**

**Tableau 1 :** Composition moyenne du lait (Amiot J., Fourniers S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R)

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeur moyenne (%)
<b>Eau</b>	85,5 – 89,5	85,5
<b>Glucides</b>	3,6 – 5,5	4,6
<b>Matières grasses</b>	2,4 – 5,5	3,7
<b>Protéines</b>	2,9 – 5,0	3,2
<b>Minéraux</b>	0,7 – 0,9	0,8
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, gaz dissous, pigments, cellules diverses		

**Tableau 2 :** Composition chimique du lait de quelques espèces animales (Alais, 1984).

	Eau (%)	Matière grasse (%)	Protéines (%)	Glucides (%)	Minéraux (%)
<b>Vache</b>	87,5	3,7	3,2	4,6	0,8
<b>Chèvre</b>	87,0	3,8	2,9	4,4	0,9
<b>Brebis</b>	81,5	7,4	5,3	4,8	1,0
<b>Chamelle</b>	87,6	5,4	3,0	3,3	0,7
<b>Jument</b>	88,9	1,9	2,5	6,2	0,5

### I.3.1. EAU

L'eau est un élément quantitativement le plus important, elle représente environ  $\frac{9}{10}$  ( 81 à 87 %) du lait.

Le lait est riche en eau :  $\frac{1}{2}$  litres de lait (2 grands verres) apporte 450 ml d'eau Il participe donc à la couverture des besoins hydriques de l'organisme (FREDOT ; 2005).

### I.3.2. Matière grasse

Les matières grasses du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de  $\beta$  3 carotène.

(GRAPPIN, R., POCHET, S., 1999).

### I.3.3. Glucides

Les glucides du lait représentent 4,7 g/l, la quasi-totalité de ces glucides est sous

Forme de lactose (Fredot, 2006).

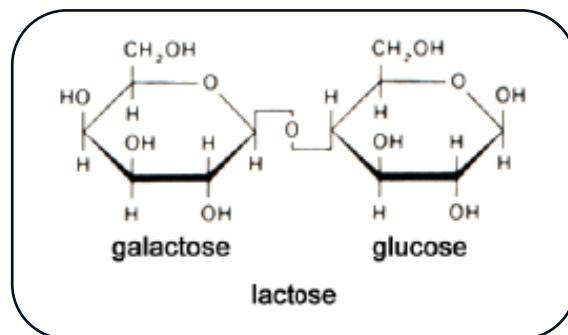


Figure 01 : structure du lactose

Ainsi, le lait contient près de 4,8 % de lactose, tandis que la poudre de lait écrémé en contient 52% et la poudre de lactosérum, près de 70% (JUILLARD, V., RICHAJ., 1996).

Le lactose joue un rôle nutritionnel particulier et intervient également comme élément de fermentescibilité. De par sa fonction aldéhyde et peut réagir avec diverses substances azotées (FAO, 1998).

### **I.3.4. Matière azotée**

Elles constituent avec les sels la partie la plus complexe du lait. Leur importance tient à plusieurs raisons : quatrième groupe de substances par son abondance après l'eau, le lactose et les matières grasses (MATHIEU, 1998).

On distingue deux grands groupes de protéines dans le lait : les caséines et les protéines (POUGHEON et al ; 2001)

#### **I.3.4.1. Les caséines**

La caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine.

Le caséinate de calcium, de masse molaire qui Peut atteindre 56000 g/mol, forme une dispersion colloïdale dans le lait.

Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 µm (Jean et Dijon, 1993).

La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2,2%, acide citrique 0,5% et magnésium 0,1% (Adrian et al., 2004).

#### **I.3.4.2. Protéines**

Les protéines solubles du lactosérum se répartissent entre (LUQUET ;1985) :

- **Les albumines :**

- $\beta$  lactoglobuline : 3 g
- Lactalbumine : 1,2 g
- Sérum albumine : 0,4 g

- **Les globulines :**

- Immunoglobulines : 0,7 g
- Lacto-transferrine : 0,3 g

- **Les enzymes :** Lipase, protéase, phosphatase alcaline, Xanthine-oxydase, lactoperoxydase

La majeure partie des protéines du lait est naturellement synthétisée dans les cellules

Sécrétoires de la glande mammaire. Cependant certaines proviennent de plasmocytes

Spécialisés, d'autres du sang (RIBADEAU-DUMAS et al ; 1989).

### I.3.5. L'élément minéral

Le lait contient plusieurs constituants tels que : le Sodium, Phosphate, qui entrent dans la composition de sels organiques, le Citrate de calcium ou de magnésium (Luquet et al., 1985). On y retrouve également, les chlorures de sodium ou de potassium et les phosphates de calcium (Jaques, 1998). En revanche, le lait a une très faible teneur en fer (Perreau, 2014).

**Tableau 3 :** Composition minérale du lait de vache (Jeantet et Coll., 2007).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

### I.3.6. Enzymes

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, déshydrogénase (oxydase) et oxygénases les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont Ph et la température.

En effet, chaque enzyme possède un pH et une température optimums de traduisant par une activité maximale (Perreau., 2014).

### I.3.7. Vitamines

Les vitamines du lait sont prélevées directement du sang. On trouve en abondance les vitamines A, D, B2, mais on retrouve à un faible taux de la vitamine C (Vignola, 2002).

Les vitamines du lait sont classées en deux grandes catégories :

1. **Les vitamines hydrosolubles :** la richesse de lait en vitamine B, est régulièrement élevée quel que soit la saison et le régime alimentaire.
2. **Les vitamines liposolubles :** A, D, E, K, qui leurs taux dépendent de nombreux facteurs notamment alimentaires. Le lait renferme un taux élevé de vitamine A lorsque le rationnement des animaux est riche en herbes fraîches (fourrage vert) (Vignola, 2002).

**Tableau 4 :** Teneur moyenne par litre en vitamines hydrosolubles et liposolubles dans le lait (Luquet, 1985)

<b>Groupes de vitamines</b>	<b>Types de vitamines</b>	<b>Teneur moyenne/l</b>
<b>Vitamines liposolubles</b>	- Vitamin A - Vitamine D - Vitamin E - Vitamine K	300 – 400 µg 2 – 5 µg 0.1 – 0.2 mg 0.02 – 0.2 mg
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	- Vitamin B1 - Vitamin B2 - Vitamin PP - Vitamine B6 - Acide pantothénique - Vitamine B12 - Vitamine C	0,01 – 0.1 mg 0.8 – 3 mg 1 – 2 mg 2 – 1 mg 2 – 5 mg 09- 8 µg 10 – 20 µg

## **I.4. Propriétés du lait**

### **I.4.1. Propriété physico-chimique**

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).

#### **I.4.1.1. Aspect**

Le lait est un liquide opaque, de teinte blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en  $\beta$ -carotène. Il a une odeur marquée, mais caractéristique, son goût varie selon les espèces animales.

#### **I.4.1.2. Point de congélation**

Il est légèrement inférieur à celui de l'eau, puisque la présence de solides solubles abaisse le point de congélation. Il peut varier de  $-0,530^{\circ}\text{C}$  à  $-0,575^{\circ}\text{C}$  avec une moyenne de  $-0,555^{\circ}\text{C}$ . Un point de congélation supérieur à  $-0,530^{\circ}\text{C}$  permet de soupçonner une addition d'eau au lait.

#### **I.4.1.3. Point d'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 de concentration du lait (Vignola., 2002).

#### **I.4.1.4. L'acidité titrable**

L'acidité du lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur, en général la phénolphthaleine. Elle est exprimée en "degré Dornic" ( $^{\circ}\text{D}$ ), ce dernier exprime la teneur en acide lactique :  $1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g d'acide lactique}$ . L'acidité titrable est comprise entre  $15^{\circ}\text{D}$  et  $18^{\circ}\text{D}$  (ALAIS, 1984). Elle varie entre 0,13 et 0,17% d'équivalent d'acide lactique (Vignola. 2002).

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.4.1.5. Le pH**

Le pH du lait change d'une espèce à une autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséine et en phosphate et aussi selon les conditions environnementales (Alais, 1984). Le pH du lait de vache est compris entre 6,5 et 6,7 (Goursaud, 1985).

Le pH d'un lait frais à 20°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  $H^+$  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.4.1.6. Densité**

La densité de lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse (ALAIS, 1984). La densité de lait de vache est comprise entre 1,030 et 1,033 à une température de 20°C, à des températures différentes. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (ALAIS, 1984). D'après Vignola, (2002), la densité du lait augmente avec l'écrémage, et diminue avec le mouillage.

### **I.4.2. Propriétés organoleptiques du lait :**

Les propriétés organoleptiques du lait sont : l'odeur, la saveur, le goût et la viscosité, ils ne peuvent être précis que quand on les compare avec un lait frais. (Vierling E)

#### **I.4.2.1. Couleur**

Le lait est d'une couleur blanc mat due à la diffusion de la lumière à travers les micelles des colloïdes. Sa richesse en matières grasses et en  $\beta$ -carotène lui confère une teinte un peu jaunâtre (Martin M.)

#### **I.4.2.2. Odeur et saveur**

Le lait a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût doux, légèrement sucré en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose. Et aussi l'odeur et la saveur sont variables selon les espèces animales et leur alimentation (Laurent, S.)

**I.4.2.3. Viscosité**

La viscosité du lait est représentée par la résistance des lipides à l'écoulement. Elle

S'exprime en centipoise (**Veirling E.**)

Les liquides de haute viscosité requièrent plus d'énergie pour être déformés qu'un liquide de faible viscosité.



## ***CHAPITRE II***

## **II. Microbiologique du lait**

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normale renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35°C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides (Fredoit, 2006).

### **II.1. Qualité hygiénique du lait**

Le lait est un aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, protéines, lipides vitamines et sels minéraux. Il peut néanmoins représenter un danger pour le consommateur, spécialement quand il véhicule des agents zoonotiques et des résidus des substances antimicrobiennes. De ce fait le contrôle d'hygiène du lait pasteurisé s'avère d'une très grande importance, (Aggad et al, 2009).

### **II.2. Flore microbienne du lait**

Les microorganismes du lait sont répartis selon leur importance en deux grandes classes à savoir, la flore indigène ou originelle et la flore contaminante. Cette dernière est subdivisée en deux sous classes : la flore d'altération et la flore pathogène (Vignola, 2002).

#### **II.2.1. Flore originelle ou indigène**

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10<sup>3</sup> germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées actiennes à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (Cuq, 2007).

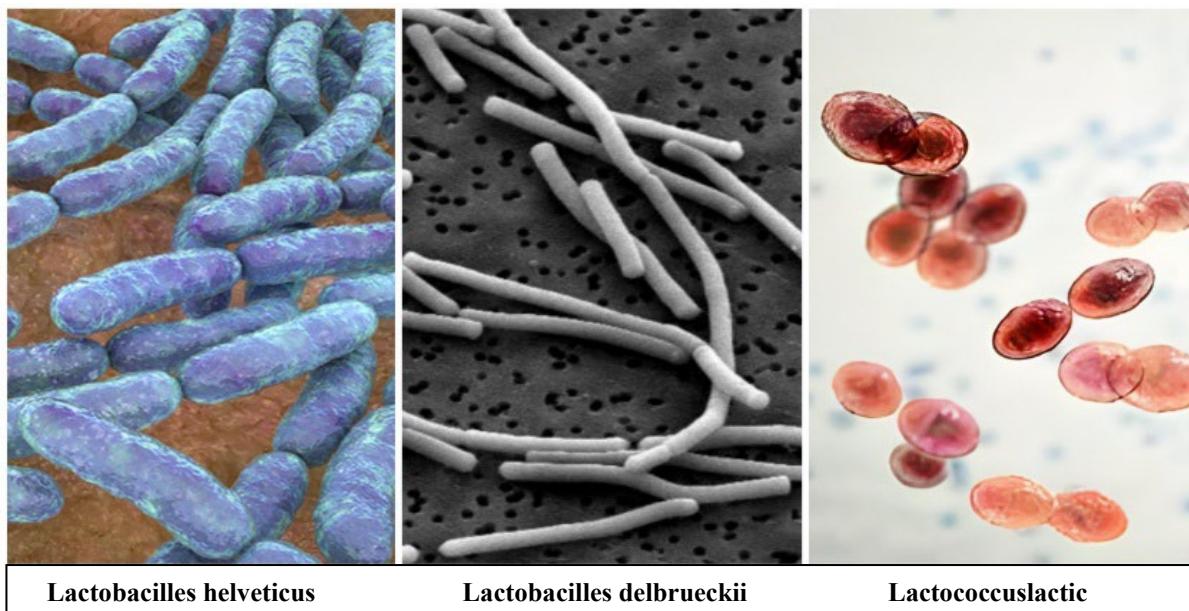
La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002).

Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (Guiraud, 2003).

**Bactéries lactiques :** Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques, dont les vertus se ressemblent, et qui produisent de l'acide lactique comme produit final du processus de fermentation (Figure 02) (Prescott et al., 2010).

Elles sont partout dans la nature, et se trouvent aussi dans le tube digestif de l'homme.

Si elles sont surtout connues pour le rôle qu'elles jouent dans la préparation des laitages fermentés, elles sont utilisées également dans le saumurage des légumes, la boulangerie, la fabrication du vin, le saurissage des poissons, des viandes et des salaisons (Prescott et al., 2010).



**Figure 02 : Bactéries lactiques (PRESCOTT et al., 2010).**

### II.2.2. Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des micro-organismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altérations, qui causera des défauts Sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers. L'ensemble des Micro-organismes qui s'ajoute au lait extrait du pis de vache, sont considérés comme une flore de contamination d'altération et pathogènes, les principaux micro-organismes de contamination sont Clostridium sp, Staphilococcus aureus...etc. (Guiraud, 2004).

#### II.2.2.1. La flore d'altération

La flore d'altérations causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes.

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération ; les coliformes, et certaines levures et moisissures (Essalhi, 2002).

##### II.2.2.1.1. Flore aérobie mésophile totale :

La flore aérobie mésophile totale est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux germes banaux de contamination. Son dénombrement reflète la qualité

microbiologique générale du lait cru et permet de suivre son évolution au cours de sa transformation. Ainsi le nombre de germes totaux pourra donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du lait (Guiraud et Rosec, 2004).

Des valeurs élevées n'indiquant pas nécessairement la présence de pathogènes, aussi des valeurs basses peuvent accompagner la présence de pathogènes à des niveaux dangereux (Sutra et al., 1998).

#### **II.2.2.1.2. Flore thermorésistante**

Un certain nombre de bactéries sont capable de résister aux traitements thermiques usuels utilisés dans le but d'assainir ou de conserver le lait. Elles sont dites thermorésistantes (Guiraud, 2003).

Leur développement ultérieur peut altérer les produits et, parfois, être dangereux pour la santé. Selon la température de résistance, ces bactéries peuvent être classées en :

- La flore thermorésistante totale, définie comme la flore résiduelle après un traitement à 63°C pendant 30 minutes ou un traitement équivalent tel que la pasteurisation HTST (72°C pendant 15secondes).
- La flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas détruite par un chauffage à 75°C pendant 12 secondes.
- La flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80°C pendant 10 minutes. Elle comprend notamment les spores bactériennes, qui nécessitent des températures supérieures à 100 °C (FAO, 1995).

Les composantes de cette flore sont : Micrococcus, Microbactérium et Bacillus dont l'espèce *Bacillus cereus* qui produit une entérotoxine stable après pasteurisation. Le genre *Bacillus* réalise en, outre, des activités enzymatiques lactiques pouvant être responsables de L'acidification, la coagulation ou la protéolyse des laits de longue conservation (FAO, 1995)

#### **II.2.2.1.3. Coliformes thermorésistants**

Les coliformes sont des entérobactéries (bacilles Gram-, asporulés, glucose+, oxydase-, nitrate réductase+, aérobie anaérobie facultative) qui fermentent le lactose avec production de gaz. Il s'agit d'un groupe disparate non défini sur le plan taxonomique qui comprend les genres *Escherichia* (avec espèces *coli*, *inter medium*, *freudii*), *Citrobacter*, *Entérobactérie* et *Klebsiella* (Cuq, 2007). Leur développement est freiné par l'abaissement du pH et leur croissance stoppée lorsque le pH est inférieur à 4,5. Ils sont peu résistants à la chaleur.

(Le Minor et Richard, 1993).

Les coliformes se répartissent en deux groupes distincts :

- Les non fécaux dont l'origine est l'environnement général des vaches, ils sont détectés dès 30°C.
- Les fécaux dont l'origine essentielle est le tube digestif, qui sont plus thermotolérants (détectés à 44°C). *Escherichia coli* fait partie de ce dernier groupe.

Dans le domaine de la microbiologie des denrées alimentaires, *E. Coli* sert en général d'indicateur de contamination fécale : elle se développe à une température de 44°C, et produit de l'indole. En fabrication fromagère, on rencontre le coli bactéries surtout en tant qu'agent causal du défaut « mille trous ». Ceci pouvant être dû soit à une contamination excessive du lait, soit à un stockage du lait à une température trop élevée ou encore à une mauvaise acidification due à la présence de substances inhibitrices (**Jakob et Winkler, 2009**).

Le contrôle d'*E. Coli* s'effectue au cours du processus de fabrication. Pour les fromages à pâte mi-dur, le contrôle se fait dans le fromage avant saumurage. En ce qui concerne les fromages au lait cru ou partiellement thermisés, le contrôle s'effectue dans le fromage après saumurage et pour les fromages à pâte molle au lait thermisé ou pasteurisé, il se fait sur produit fini avant commercialisation (**Jakob et al., 2009**).

#### **II.2.2.1.4. Psychotropes**

Le terme « psychotrope » désigne des micro-organismes qui ont la faculté de se développer à une température inférieure à 7°C, indépendamment de leur température de croissance plus élevée (**Lahelec et Colin, 1991**).

Parmi les micro-organismes qui composent ce groupe, nous pouvons citer les genres à,

- GRAM (-) : *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Serratia*, etc...
- GRAM (+) : *Micrococcus*, *Corynebactérium*, etc. ...

En général dans le lait, c'est le genre *Pseudomonas* qui domine. Il est fortement psychotrope et il se multiplie par 100 en 48 heures à +4°C (**Monsallier, 1994**).

Ces germes produisent des lipases et des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence l'apparition de goûts très désagréables dans les produits laitiers : goût amer, rance, putride, etc. (**Monsallier, 1994**).

#### **II.2.2.1.5. Levures et moisissures**

Les levures et les moisissures sont des cellules eucaryotes, regroupées sous le vocable de flore fongique, elles peuvent être retrouvées aussi bien dans le lait cru, le lait en poudre

Ainsi que dans tous les autres produits laitiers (Alais, 1984).

### **II.2.2.1.6. Levures**

Les levures sont de forme arrondie ou ovale, volumineuse ou unicellulaire, les levures sont utiles en industries laitières car elles peuvent servir comme agents d'aromatisation.

Elles sont aérobies facultatives et se développent en surface formant les boutons de nature mycélienne (Rozier, 1990).

Par contre, d'autres levures – *Kluyveromyceslacfis* *Kluyveromycesfragilis*, *Saccharomycesfragilis*, - *Saccharomyces lactis*, peuvent avoir des effets néfastes dans les aliments. Les levures supportent des pH de 3 à 8 avec un optimum de 4,5 à 6,4. Ce qui explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait caillé (Bouix et Leveau, 1988).

Les levures entraînant des altérations rendent le produit final indésirable : aspects troubles, odeur ou goût indésirable, gonflement des produits ou de leurs emballages (Rozier, 1990).

### **II.2.2.1.7. Moisissures**

Les moisissures sont en général plus complexes dans leur morphologie et dans leur mode de reproduction. Elles peuvent être utiles ou indésirables en industrie alimentaire. Elles se développent en surface ou dans les parties internes aérées en utilisant le lactose. Cette propriété leur confère une utilité incontestable en fromageries. C'est ainsi que le

*Penicillium Camemberti* et *Penicillium roqueforti* sont utilisés dans la fabrication de divers types de fromages. Certaines moisissures élaborent des mycotoxines thermostables et liposolubles donc difficiles à éliminer une fois formés. L'aflatoxine M1, élaborée par *Aspergillus flavus*, résiste à la température de pasteurisation des laits et produits laitiers

(Wiseman et Applebaum, 1983).

### **II.2.2.2. Bactéries pathogènes**

Le lait et les produits laitiers, de même que ceux ayant subi un traitement d'assainissement, peuvent contenir des germes pathogènes pour l'homme. L'animal, l'homme et l'environnement peuvent être à l'origine de cette contamination. Différentes espèces bactériennes sont capables de pénétrer dans la mamelle par le canal du trayon et sont excrétées dans le lait. Certains de ces germes en particulier, les streptocoques et staphylocoques, provoquent des mammites avec contamination du lait

(Kagembega, 1984).

**Tableau 05** : Quelques propriétés des micro-organismes de lait (CARIP, 2008).

Microorganismes	Caractéristiques	Effets
Staphylococcus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gram positif</li> <li>- Immobile</li> <li>- Non capsulés</li> <li>- Non sporulés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capable de fermenter le glucose</li> </ul>
Clostridium	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gram positif</li> <li>- Anaérobies strictes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contamination du lait au moment de la traite.</li> </ul>
Escherichia coli	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobile</li> <li>- Pathogène</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capable de fermenter le glucose et le Lactose</li> </ul>
Salmonelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pathogène</li> <li>- Gram négatif</li> <li>- Mobiles sensibles au pH acide</li> <li>- Aéroanaérobies</li> <li>- Facultatifs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capable de fermenter le glucose incapable de fermenter le lactose</li> </ul>

### II.2.2.2.1. Staphylocoques

Le genre *Staphylococcie* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à

Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulé et immobile. (Leyral et Vierling, 2007).

Les staphylocoques sont fréquemment retrouvés dans le lait et parfois en nombre important. L'origine de la contamination est la mamelle et plus fréquemment l'homme. Leur fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance. Ils provoquent, par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutables (Kagembega, 1984).

Une fermentation suffisamment active les inhibe, les staphylocoques pathogènes ont la particularité de posséder une coagulase, une phosphatase et une thermo nucléase.

Il faut cependant noter que les staphylocoques non pathogènes sont plus nombreux ; ils sont coagulase (-) et non toxinogènes (NDAO, 1996).

Seules certaines souches de staphylocoque appartenant aux espèces *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus intermedius* sont capables de produire des entérotoxines.

Les symptômes d'une toxi-infection à staphylocoque, apparaissent 2 à 4 heures après l'ingestion d'un aliment contaminé. Il se manifeste par des coliques violentes, accompagnées de nausées et de vomissements suivis d'une diarrhée incoercible avec possibilité de perte de conscience.

#### **II.2.2.2. Salmonelles**

Ces entérobactéries lactose -, H<sub>2</sub>S+ sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux. Elles ne font pas partie de la flore commensale du tube digestif de leurs hôtes, mais le portage asymptomatique reste fréquent et représente la plus grande voie de dissémination des bactéries dans l'environnement et dans les aliments (Guy, 2006).

Dans le genre *Salmonelle*, plus de 2000 sérotypes ont été décrits, tous présumés pathogènes pour l'homme. Ce sont des bactéries aéroanaérobies facultatives, leur survie voire leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et plus 40°C. Elles survivent aux basses températures et donc résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secondes). Elles sont capables de se multiplier dans une plage de pH de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique, lorsque celle-ci entraîne des concentrations en acide lactique supérieures à 1 % et un pH inférieur à 4,55 (Jay, 2000 ; Guy, 2006).

Les vaches laitières demeurent très sujettes aux salmonelloses essentiellement dues aux sérovars ubiquistes provoquant ainsi une diarrhée profuse, une anorexie et une chute importante de la quantité du lait.

Les salmonelloses causées aux consommateurs par le lait et les produits dérivés sont évaluées à environ 15% (Cuq, 2007).



# **CHAPITRS III**

## **III. Pasteurisation**

### **III.1. Définition :**

La pasteurisation est un traitement thermique à des températures comprises entre 60 et 100°C ayant pour but de détruire la totalité des micro-organismes pathogènes non sporulés et de réduire significativement la flore végétative présente dans un produit. C'est un procédé de conservation limité pour lequel le produit doit être conditionné hermétiquement (avec ou sans atmosphère modifiée ou sous vide) et réfrigéré (le produit pasteurisé peut être en effet conservé à +4°C de quelques jours à quelques semaines). (*Pascal Chillet, 2011*)

### **III.2. Objectif :**

La pasteurisation a pour objectif de détruire :

- a) Tous les types banaux de micro-organismes pathogènes pouvant être présents dans le lait, de manière à en permettre l'usage en toute sécurité pour la consommation humaine .
- b) Une proportion de micro-organismes adventices non pathogènes, mais susceptibles de provoquer des altérations de divers ordres, telle que le lait se conserve dans toutes les conditions raisonnables de température pendant un temps suffisamment long pour en permettre le transport, la distribution et la consommation comme lait en nature ou l'utilisation pour des traitements ou fabrication ultérieurs. (**OMS, 1954**)

### **III.3. Technologie du lait pasteurisé conditionné**

Les matières premières nécessaires pour la préparation du lait pasteurisé conditionné sont l'eau de reconstitution et la poudre de lait écrémé ou gras.

#### **III.3.1. Eau**

Elle doit être une eau potable de bonne qualité, et répond aux standards fixés par l'organisation mondiale de la santé, exempte des germes pathogènes, des pesticides, et des nitrates, avoir un pH voisin de la neutralité et un niveau de dureté acceptable, une teneur excessive en minéraux menace l'équilibre des sels du produit qui cause des problèmes au niveau de la pasteurisation, et trop de cuivre ou de fer dans l'eau peut introduire des goûts atypiques à cause de l'oxydation de la matière grasse (*Ghaoues , 2011 ; Sadelli et Oulmi, 2013* ).

### III.3.2. Poudre de lait

La poudre de lait est obtenue par élimination totale de l'eau du lait, le lait en poudre contient environ 3% à 4% d'eau. La solubilité de la poudre dépend de plusieurs facteurs dont le plus important est le procédé technologique de déshydratation (Sadelli et Oulmi, 2013).

La composition chimique de la poudre de lait est résumée dans Le tableau 06.

**Tableau 06 :** Composition moyenne des deux types de poudre de lait (Sadelli et Oulmi, 2013)

Composants	Lait écrémé (g/l)	Lait entier (g/l)
<b>Matière grasse</b>	0.97	26.20
<b>Protéines</b>	35	25.20
<b>Lactose</b>	50.50	35.10
<b>Eau</b>	4.30	3.50
<b>Minéraux</b>	7.80	7

### III.4. Techniques de pasteurisation :

Trois types de pasteurisation sont distingués :

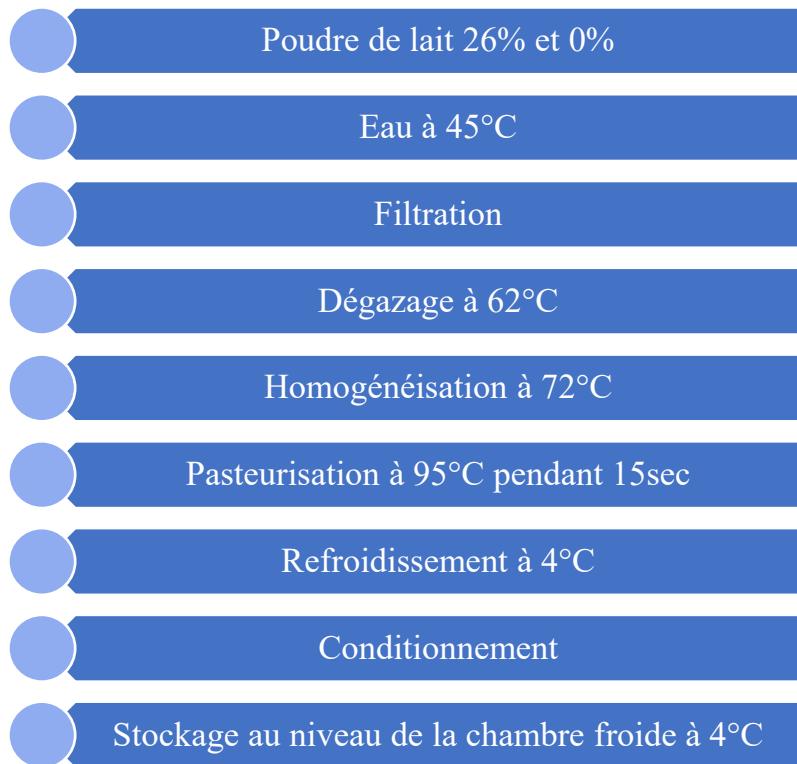
- a) **Pasteurisation basse (63 °C)** : C'est la méthode la plus simple et la plus ancienne pour la pasteurisation du lait. Le lait est chauffé à 63°C pendant 30 minutes. (White Carol, 2010)
- b) **Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s) ou HTST (High température short time)** : elle est réservée au lait de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique La phosphatase alcaline est détruite ; par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles.

La DLC des laits ayant subi une pasteurisation haute et de sept jours après conditionnement. (Jeantet et al., 2008)

- c) **Flash pasteurisation (85-90°C/1-2s)** : Elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites. (Jeantet et al., 2008)

### III.5. Les étapes de fabrication du lait pasteurisé :

La figure suivante présente le diagramme de production du lait pasteurisé.



**Figure 03 :** Diagramme de fabrication de lait pasteurisé conditionné (**Laiterie et Fromagerie Boudouaou**).

La fabrication du lait pasteurisé conditionné est constituée par les étapes suivantes :

#### 1. Reconstitution

La reconstitution est un mélange de deux types de poudre de lait, une poudre de lait entier (42 sacs) à 26% de matière grasse et l'autre écrémé à 0% de matière grasse (33 sacs) dans l'eau à une température de 45°C, pour augmenter la solubilité de la poudre et éviter la formation de grumeaux. (Sadelli et Oulmi, 2013).

#### 2. Dégazage

Il permet l'homogénéisation de la matière grasse laitière anhydre, il a comme intérêt d'éliminer partiellement certaines odeurs caractéristiques des laits reconstitués. Le dégazage se fait généralement à 75°C (Ghaoues, 2011).

### **3. L'homogénéisation**

Le stockage du lait au-delà de quelques jours nécessite l'homogénéisation pour empêcher la formation de crème superficielle pouvant rancir. Suite à un préchauffage à 65°C qui stabilise les micelles du lait, l'homogénéisation consiste en un laminage à chaud qui provoque l'éclatement des globules gras, globalement l'homogénéisation augmente la vitesse de la digestion du lait (Vierling, 2008).

### **4. Pasteurisation**

Le barème de pasteurisation utilisé est de 85°C pendant 15 à 20 secondes (Sadelli et Oulmi, 2013).

### **5. Refroidissement**

Le refroidissement du lait à une température voisine du point de congélation favorise une plus longue conservation (entre 3 °C et 6 °C). Au stade post-pasteurisation et lors du conditionnement, à fin d'éviter toute contamination, spécialement par les bactéries psychrotropes qui sont responsables de la détérioration des produits pasteurisés (Vignola, 2002).

### **6. Conditionnement**

Le conditionnement est l'étape la plus critique. Il permet de conserver la qualité organoleptique et nutritionnelle du lait (Fredot, 2005).

## **III.6. Nettoyage et désinfection**

Le lait constitue un milieu favorable à la prolifération des micro-organismes qui se trouvent dans les surfaces des récipients ou des appareils, capables de se multiplier et provoquer des altérations pour cela le nettoyage et la désinfection de matériel de la laiterie est très importante. Le nettoyage a pour objectif de mettre en solution ou en dispersion les résidus organiques et minéraux présents sur les surfaces des objets et des équipements (Sadelli et Oulmi, 2013).

### III.7. Avantages et inconvénients de la pasteurisation

Les avantages et les inconvénients de la pasteurisation sont résumés dans le tableau 07

**Tableau 07 : Avantages et inconvénients de la pasteurisation (Fredot, 2005 ; Sadelli et Oulmi, 2013)**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'effets sur la composition en matière</li> <li>- Grasses et très peu d'effets sur la qualité des protéines</li> <li>- La proportion de calcium et de protéines solubles peut être légèrement modifiée mais la teneur totale demeure inchangée.</li> <li>- L'élimination des bactéries pathogènes et d'une grande partie des autres germes</li> <li>- La qualité organoleptique se rapproche avant et après la pasteurisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'effet sur les micro-organismes thermorésistants</li> <li>- Provoque une légère perte de certaines vitamines hydrosolubles.</li> <li>- La date limite de consommation de l'aliment pasteurisé est courte.</li> </ul>

### III.8. Les altérations rencontrées dans le lait pasteurisé

Les altérations du lait sont multiples provenant de l'introduction des substances étrangères prévenant avant la traite ou encore ajoutées accidentellement même à l'état des traces des ingrédients de nettoyage, produits chimiques altérant la qualité organoleptique du lait (Kabir, 2015). Les altérations peuvent être de différentes natures telles que :

- **Contaminants microbiens :**

Des bactéries, levures et moisissures peuvent contaminer le lait, entraînant une dégradation de sa qualité. (Marth, & Steele, 1992).

- **Rancissement lipidique :**

L'oxydation des lipides dans le lait peut conduire à une odeur et un goût rance. (Fox, P. F., Guinée 2017)

- **Fermentation indésirable :**

Certaines bactéries peuvent provoquer une fermentation qui acidifie le lait, affectant sa saveur et sa texture. (Chandan, R. C., & Kilara 2006)

- **Sédimentation et séparation :**

Le lait peut présenter une sédimentation de particules ou une séparation de la crème si le produit n'est pas homogénéisé correctement ou s'il est mal stocké. (Walstra, P., Wouters 2006)

- **Goût de cuit :**

Provoquée par un chauffage trop intense, contamination microbienne : elle a lieu surtout au moment du conditionnement. Elle peut provenir de la machine elle-même, de l'emballage, ou de l'environnement. (Luquet, 1990).

### **III.9. Hygiène et Salubrité dans l'industrie laitière**

La salubrité des aliments dans l'industrie laitière est définie par le Code d'usage international recommandé en 1969 comme la garantie que les aliments sont propres à la consommation humaine selon leur utilisation prévue. Pour garantir cette salubrité, plusieurs exigences hygiéniques sont mises en place

- **Locaux :**

Les locaux doivent être conçus, construits et entretenus de manière à assurer des conditions d'opérations salubres et sécuritaires pour les produits laitiers. Cela inclut des normes strictes pour la fabrication et la manipulation des produits alimentaires. (Assanta, 2001).

- **Transport et entreposage :**

Les véhicules transportant les matières premières laitières doivent respecter les exigences de transport des aliments. Cela implique un nettoyage régulier des véhicules pour éviter la contamination et le maintien d'une température appropriée pour garantir la qualité des produits. (Assanta, 2001).

- **Équipement :**

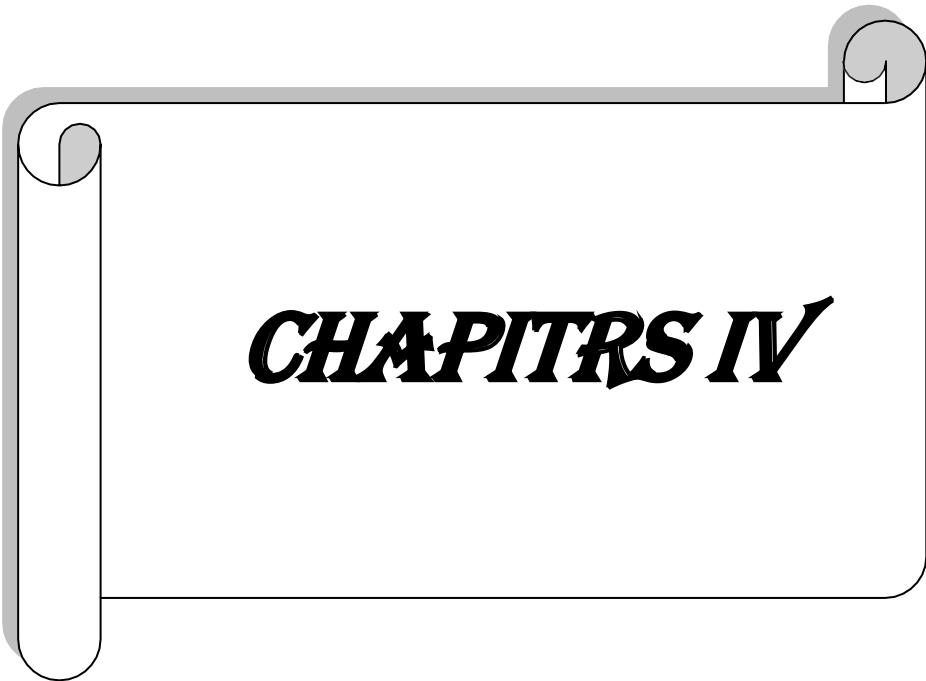
L'équipement de traite doit être conçu, construit, installé, entretenu et utilisé de manière à prévenir toute contamination du lait. Ceci est essentiel pour assurer la qualité et la sécurité du lait tout au long du processus de production. (Fall, 2014).

- **Personnel :**

L'établissement doit mettre en place un programme de formation HACCP en hygiène alimentaire pour tous les employés, ainsi que pour les distributeurs, transporteurs et revendeurs. Ils doivent également garantir un stockage approprié des produits laitiers (FAO, 1998).

- **Nettoyage :**

Il est essentiel de nettoyer correctement toutes les surfaces en contact avec les produits laitiers, y compris les conduites et l'équipement. Les zones difficiles d'accès comme les vannes de dérivation, siphons de débordement, bassins de remplissage et robinets de contrôle doivent être nettoyées de manière adéquate (Codex alimentaire, 2004).



# ***CHAPTERS IV***

## **IV. Matériel et méthodes**

### **IV.1. But et objectif de l'étude :**

La présente étude a été réalisé au niveau de la laiterie Fromagerie de Boudouaou. Dans le but d'étudier le processus de fabrication et d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique du lait de poudre pasteurisé au niveau de ce laitier.

### **IV.2. Matériel et méthodes :**

- Matériels :**

Le matériel utilisé dans cette étude est classé en deux :

- Matériel biologique : le lait, la poudre, l'eau
- Matériel non biologique : l'ensemble des réactifs, verrerie, produits chimiques, appareillage

- Méthodes :**

### **IV.3. Analyses physico-chimiques**

Le contrôle physico-chimique d'un produit alimentaire a pour but d'assurer sa fiabilité

Et sa consistance afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques.

Les méthodes d'analyse physicochimique sont dans certains cas communes, aussi bien pour les matières premières que pour le produit fini. L'étude physico-chimique des différents produits a été réalisée en suivant les méthodes d'**AFNOR (1986)**.

### **IV.4. Échantillonnage et prélèvement**

L'étude porte sur les analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait pasteurisé. Elle s'est déroulée, pendant la période du 18-02-2024 au 25-04-2024. Des prélèvements sont effectués à chaque niveau de la production traitant différents paramètres.

#### IV.4.1. Caractéristiques des échantillons prélevés

**Tableau 08 :** Dates d'échantillonnage utilisées

	Date du Prélèvement	Date de la Fabrication	Date de péremption
<b>Le lait</b>	20/02/2024	20/02/2024	27/02/2024
	13/03/2024	13/03/2024	20/03/2024
	16/04/2024	16/04/2024	23/04/2024
<b>La Poudre de lait</b>	12/03/2024	05/09/2023	03/09/2025
<b>Eau de procès</b>	10/03/2024		

Les méthodes adoptées pour la détermination de ces paramètres sont celles appliquées par le laboratoire d'analyse physico-chimique de l'unité (**Laiterie et Fromagerie Boudouaou**).

L'ensemble des analyses sont Résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 09 :** Les analyses physicochimiques de l'eau, la poudre, le lait

Produits analyses	Tests effectués
<b>1-Eau de procès</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TH : titre hydrométrique</li> <li>• TAC : titre alcalimétrique complet</li> <li>• TA : titre alcalimétrique</li> <li>• Chlorure</li> <li>• pH</li> <li>• Conductivité</li> </ul>
<b>2-La poudre du lait</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• L'humidité</li> <li>• Antibiotique</li> </ul>
<b>3-Produit fini (le lait)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Acidité</li> <li>• Densité</li> <li>• Matière grasse</li> </ul>

## **IV.5. Les analyses physico chimiques de L'eau de procès :**

### **IV.5.1. Titre hydrométrique (TH) :**

Cette méthode permet de doser les ions calcium et magnésium présents dans l'eau (AFNOR, 1986)

#### **Principe**

Il est réalisé par titrage du calcium et du magnésium avec une solution du sel disodique d'acide éthylène diamine tétra acétique à un pH=10. Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  libres en solution. Au point d'équivalence les ions combinés avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de la couleur du bordeaux au bleu. Le TH est exprimé en degré Français ( $^{\circ}\text{F}$ ).

#### **Mode opératoire :**

Verser 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.

Ajouter 2ml De la solution tampon en plus 2 à 4 gouttes de NET (le NET joue le rôle d'indicateur de fin de réaction).

Titrer avec l'EDTA goutte à goutte jusqu'au virage de l'indicateur au bleu foncé.

$$\text{TH} = \frac{V_1 \times C \times 1000}{V_2}$$

$$\text{TH} \times 10 \text{ F} = {}^{\circ}$$

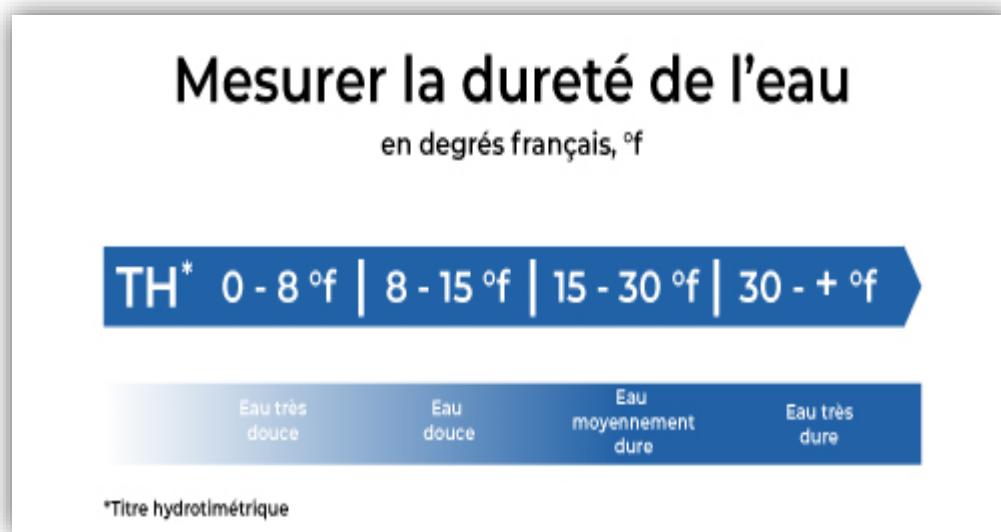
**C** = Concentration EDTA (0,01 mole)

**V<sub>1</sub>**= volume de titrage

**V<sub>2</sub>**= prise d'essai

#### **Résultats**

- Coloration bleue signifie qu'il n'y a pas de titrage : TH=0 $^{\circ}$  F.
- Coloration rose signifie qu'il y'a titrage avec l'EDTA 0,02N jusqu'à la coloration bleue pour avoir un volume (V1) qui est la chute de la burette.



**Figure 04.** Mesure la dureté de l'eau

#### IV.5.2. Mesure du PH

Le pH par définition est une mesure de l'activité des ions H<sup>+</sup> contenus dans une solution.

##### Mode opératoire

- Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser et lire la valeur du pH.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

#### IV.5.3. Titre alcalimétrique complet (TAC) :

La mesure de T. A.C permet la détermination de la teneur de l'eau en alcalin libre et en Bicarbonate. (AFNOR, 1986)

##### Mode opératoire :

Verser 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.

Ajouter 2 gouttes de méthyle orange dans l'erlenmeyer et on titre avec la solution d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N/10 jusqu'au virage à l'orange.

$$TAC = V_2 \times 10$$

$V_2$ =volume de  $H_2SO_4$  titre

## Résultats

- Coloration jaune signifie qu'il n'y a pas de titrage : TAC = 0° F.
- Coloration orange signifie qu'il y'a titrage avec d'acide sulfurique  $H_2SO_4$  (V2) qui est la chute de la burette.

### IV.5.4. Titre alcalimétrique (TA) :

Le titre TA mesure la teneur de l'eau en alcalins libre et en carbonates alcalins Caustiques. (AFNOR, 1986)

#### Mode opératoire :

Verser 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.

Ajouter 2 gouttes de phénophthaléine

$$TA = V_1 \times 5$$

$V_1$  = le volume de la solution  $H_2SO_4$  titré

## Résultats

- Absence de coloration : TA=0°F, pas de titrage avec l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ).
- Apparition d'une couleur rose on titre l'eau par l'acide  $H_2SO_4$  à 0.1N jusqu' à la décoloration complète de la solution.

### IV.5.5. Chlorure (cl) :

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent ( $AgNO_3$ ) Et le bichromate de potassium. (AFNOR, 1986).

#### Mode opératoire :

Verser 50 ml d'eau à analyser préalablement filtrée le verser dans un erlenmeyer

Ajouter 2.5 ml de bichromate de potassium ( $K_2CrO_4$ ), avec la solution de nitrate

D'argent ( $AgNO_3$ ) a 0,1N à conserver à l'abri de lumière jusqu' à l'apparition d'un précipite

De teinte rouge brique

$$(Cl^-) = V_{AgNO_3} \times 10$$

$V_{AgNO_3}$ = volume utilisé d' $AgNO_3$  à la titration

#### **IV.5.6. Détermination de la conductivité**

##### **Définition**

Toute eau est plus ou moins conductrice du courant électrique, cette conductivité est liée à l'existence des charges électriques des ions présents dans l'eau. La mesure de la conductivité donne une indication sur la présence en quantité faible ou élevée des minéraux dissous (MAYET, 1994).

##### **Principe**

La conductivité se mesure à l'aide du conductimètre qui est un appareil qui possède deux électrodes, une est placée à l'intérieur de l'appareil et l'autre est immergée dans la solution, la différence de potentiel donnera directement la concentration en minéraux dissous.

### **IV.6. Les analyses physico chimiques de La Poudre de lait :**

#### **IV.6.1. Mesure de pH :**

Le PH par définition est une mesure de l'activité des ions  $H^+$  contenus dans une solution.

En a versé la solution de (10 g de poudre + L'EAU) dans un bêcher est verse dans lequel l'électrode du pH-mètre est introduite. Le pH de l'échantillon est obtenu par lecture directe du chiffre affiché sur L'appareil après sa stabilisation. (Audigie 1984).

#### **IV.6.2. Détermination de l'humidité**

C'est la quantité de l'eau dans la poudre de lait, elle est déterminée par un dessiccateur. Cet appareil est doté d'un system électronique (à infrarouge) permettant de calculer le taux de matière sèche restant.

##### **Mode opératoire**

- Prendre une coupelle, la peser à l'aide du dessiccateur puis tarer.
- Ajouter 5 g de la poudre et l'étaler sur la coupelle.
- Remettre la coupelle de l'appareil.
- La fin d'évaporation se manifeste lorsque la perte du poids reste constante. Le dessiccateur indique directement en pourcentage le taux d'humidité sur l'écran. Le taux d'humidité doit être compris entre 1% et 4%.

#### **IV.6.3. Antibiotique**

Pour déterminer la présence d'antibiotiques dans le lait pasteurisé en utilisant un appareil (qui semble être un incubateur de tests microbiologiques) (figure 05), vous pouvez suivre les étapes suivantes :

## Mode opératoire

### 1. Préparation du matériel :

- Assurez-vous que l'incubateur est propre et prêt à l'emploi.
- Préparez les échantillons de lait pasteurisé que vous souhaitez tester.
- Vérifiez que vous avez tous les réactifs nécessaires et les dispositifs de test (comme les bandes ou les ampoules de test d'antibiotiques).

### 2. Prélèvement de l'échantillon :

- Prélevez une quantité appropriée de lait pasteurisé à tester. Utilisez des pipettes stériles ou des seringues pour éviter toute contamination.

### 3. Application de l'échantillon :

- Suivez les instructions spécifiques du kit de test pour appliquer l'échantillon de lait sur les bandes ou dans les ampoules de test.

### 4. Insertion dans l'incubateur :

- Placez les bandes ou les ampoules de test contenant l'échantillon de lait dans l'incubateur.
- Réglez la température de l'incubateur selon les recommandations du fabricant (ici, il semble être réglé à 40 °C, ce qui est une température courante pour certains tests microbiologiques).

### 5. Incubation :

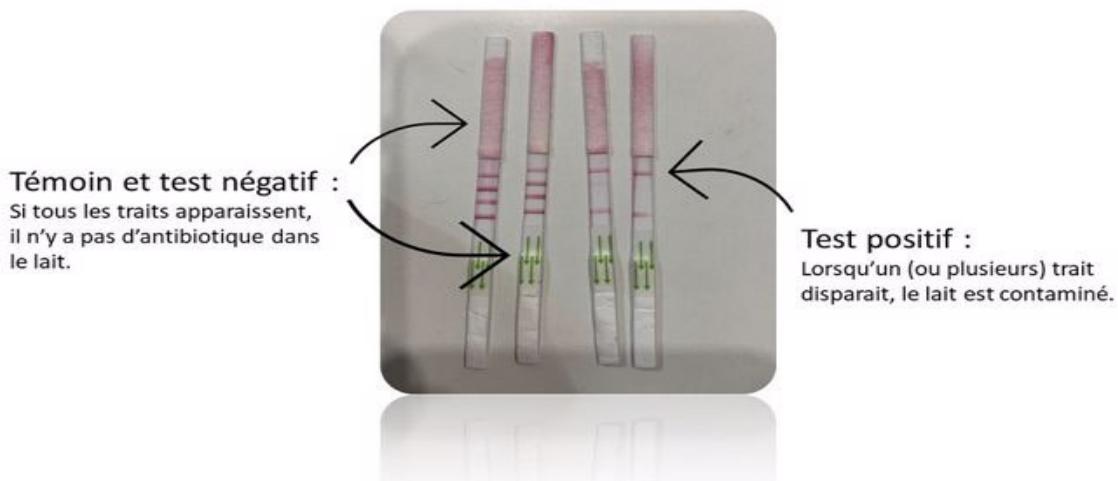
- Lancez l'incubation en appuyant sur le bouton "START".
- Laissez les échantillons incuber pendant le temps recommandé (jusqu'au début de l'apparition des couleurs).

### 6. Lecture des résultats :

- Après l'incubation, retirez les échantillons de l'incubateur.
- Lisez les résultats avec une lecture visuelle des changements de couleur ou l'utilisation d'un lecteur spécifique pour déterminer la présence d'antibiotiques (**figure 06**).



- **Figure 05.** Mini incubateur



**Figure 06 : la lecture**

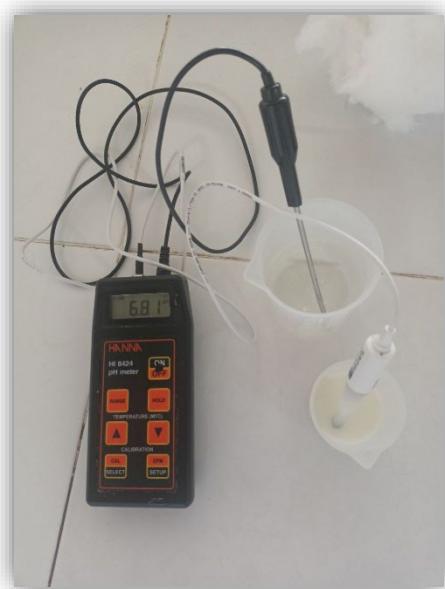
## IV.7. Les analyses physico chimiques de lait pasteurisé :

### IV.7.1. Mesure du pH

Le pH par définition est une mesure de l'activité des ions H<sup>+</sup> contenus dans une solution.

#### Mode opératoire

- Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.
- Plonger l'électrode dans le lait à analyser et lire la valeur du pH.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.



**Figure 07 :** ph mètre utiliser pour la détermination de ph

#### **IV.7.2. Détermination de l'acidité titrable**

L'acidité titrable du lait est exprimée en degré Dornic ( $D_0$ ) ou en gramme d'acide lactique/litre lait.

##### **Principe :**

Elle est basée sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de la phénophtaléine comme indicateur coloré.

##### **Mode Opératoire**

- Verser dans un Becher 10 ml de l'échantillon,
- Ajouter 2 à 3 gouttes de la phénophtaléine puis titrer avec la solution NaOH (1/9 N) jusqu'au virage du milieu au rose pâle stable pendant quelques secondes.

$$\text{Acidité} = V \cdot 10 (D^\circ)$$

$V$  : Valeur (en ml) correspondant à la chute de la burette.

#### **IV.7.3. Détermination de la densité**

##### **Principe :**

Elle consiste à estimer le rapport entre la masse d'un même volume du lait et de l'eau à 20 °C.

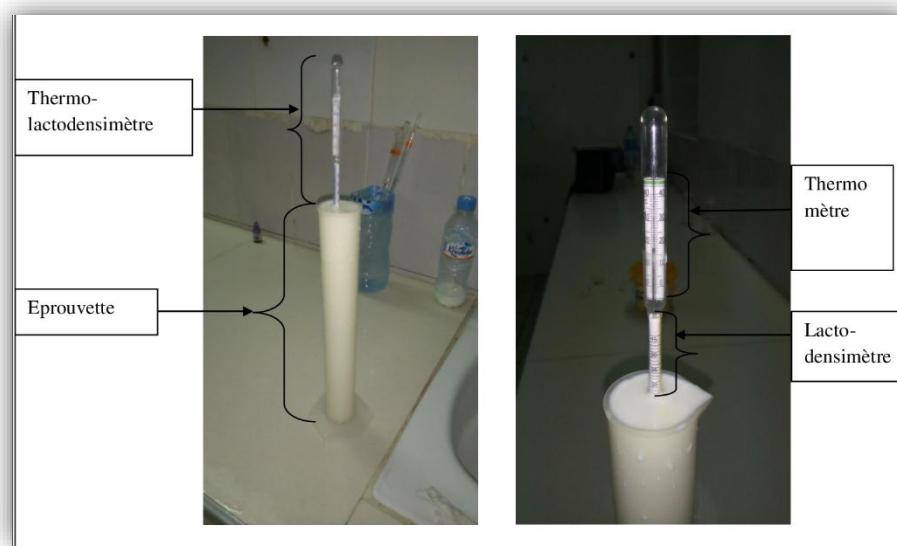
Elle se mesure par un **lactodensimètre** qui est constitué par un cylindre lesté, surmonté d'une tige cylindrique gradué plongé dans un liquide.

## Mode Opératoire

- Nettoyez et séchez soigneusement le lactodensimètre et l'éprouvette.
- Rincez le lactodensimètre avec de l'eau distillée et séchez-le avec un chiffon propre.
- Remplissez l'éprouvette de lait pasteurisé à environ 1 cm du bord.
- Assurez-vous que la température du lait est de 20°C. Vous pouvez utiliser un thermomètre pour vérifier.
- Plongez doucement le lactodensimètre dans le lait jusqu'à ce qu'il flotte librement.
- Ne touchez pas les parois de l'éprouvette avec le lactodensimètre.
- Lisez la valeur sur l'échelle du lactodensimètre où la surface du liquide rencontre le lactodensimètre.
- Cette valeur correspond à la densité du lait pasteurisé en g/cm<sup>3</sup>.
- Si la température du lait n'est pas égale à 20 °C on pourrait trouver la densité de lait à l'aide de cette équation

$$\text{Densité de lait} = \text{valeur sur l'échelle} - ((20 - T) \times 0.2)$$

**T** : la température de lait.



**Figure 08 :** lactodensimètre et l'éprouvette

### IV.7.4. Détermination du taux de la matière grasse

Il est déterminé par La méthode de **GERBER** (acidobutyrométrique), c'est une technique applicable aux laits homogénéisés.

**Principe :**

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre est favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool iso amylique.

**Matériel**

- **Appareil à Gerber** : Il s'agit d'une centrifugeuse spécialement conçue pour la méthode Gerber.
- **Échantillons de lait pasteurisé** : Assurez-vous que le lait est bien homogénéisé avant de prélever l'échantillon.
- **Butyromètre** : C'est un tube en verre gradué utilisé pour mesurer la quantité de matière grasse séparée.
- **Acide sulfurique** : L'acide sulfurique est utilisé pour dissoudre les protéines du lait et libérer la matière grasse.
- **Alcool amylique** : L'alcool amylique est utilisé pour faciliter la séparation de la matière grasse et pour créer une couche claire au-dessus de la colonne de graisse.
- **Pipettes** : Des pipettes sont utilisées pour mesurer avec précision les volumes de lait, d'acide sulfurique et d'alcool amylique.
- **Thermomètre** : Un thermomètre est utilisé pour vérifier la température du lait et de l'acide sulfurique.
- **Eau distillée** : L'eau distillée est utilisée pour rincer le butyromètre et pour ajuster le volume final.

**Mod opératoire :****Préparation :**

- Nettoyez et séchez soigneusement tout le matériel.
- Pipeter 10 ml de lait pasteurisé dans le butyromètre.
- Ajouter prudemment 10 ml d'acide sulfurique dilué dans le butyromètre, en inclinant le tube pour éviter les mélanges vigoureux.
- Ajouter 1 ml d'alcool amylique dans le butyromètre.
- Boucher le butyromètre et agiter vigoureusement pendant environ une minute pour bien mélanger le lait et l'acide sulfurique.

- Placer le butyromètre dans l'appareil à Gerber et centrifuger pendant 5 minutes à 1200 tours par minute.

**Lecture du résultat :**

- Retirer le butyromètre de la centrifugeuse et laisser reposer pendant 2 minutes à température ambiante.
- Lire le volume de la couche de matière grasse en haut du butyromètre. La valeur lue correspond au pourcentage de matière grasse dans le lait pasteurisé.

**Lecture**

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère la plus proche, puis lire rapidement.



**Figure 09 :** butyromètre pendant l'agitation

#### **IV.8. Analyses microbiologiques**

Dans le cadre de la surveillance de la contamination bactérienne des denrées alimentaires, Le dénombrement de certaines espèces de bactéries d'origine intestinale est une alternative à la recherche des microorganismes pathogènes. Ils peuvent être utilisés comme index indiquant la présence possible d'agents pathogènes ayant une écologie semblable, ou comme indicateurs signalant le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène. Les plus utilisés pour le lait pasteurisé sont les germes aérobies totaux, les coliformes.

Pour notre étude, nous avons dénombré la flore aérobie mésophile totale, les coliformes totaux et fécaux qui renseignent sur les conditions du respect d'hygiène, ainsi que la recherche qualitative des certaines bactéries présumées pathogènes : Les Staphylocoques et les bactéries thermorésistantes .

Ainsi que des bactéries ayant la capacité de se développer aux basses températures, les psychotropes. Et enfin certaines bactéries spécifiques, les bactéries indologies.

**Tableau 10.** Les germes recherchés pour l'eau, lait reconstitué, produit fini

<b>Produits analysés</b>	<b>Germes recherchés</b>
<b>Eau de procès</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coliformes totaux</li><li>• Streptocoques fécaux</li><li>• Flore mésophile aérobie révivifiable (FMAR)</li></ul>
<b>Produit fini</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Germes aérobies à 30°C</li><li>• Coliformes totaux</li><li>• Coliformes fécaux</li><li>• Staphylococcus aureus</li><li>• Salmonelles</li></ul>

## IV.9. Traitement des échantillons

### IV.9.1. Préparation des dilutions décimales

Les dilutions décimales successives sont préparées à partir de la solution mère, dans des conditions aseptiques (devant bec Bensun). En utilisant des pipettes à écoulement totale, stériles. Après avoir mis 9 ml de diluant dans une série de tubes à essai stériles.



**Figure 10 :** Dilutions décimales

1ml de la solution mère ou de la dilution décimale précédente, après homogénéisation, est transféré aseptiquement dans le tube de dilution décimale suivante (**Figure 10**). Ceci permet d'obtenir une précision maximale. La pipette ne doit pas toucher ni avec les parois des tubes, ni le liquide diluant utilisé et entre deux dilutions la pipette doit être changée (Guiraud et rosec, 2004).

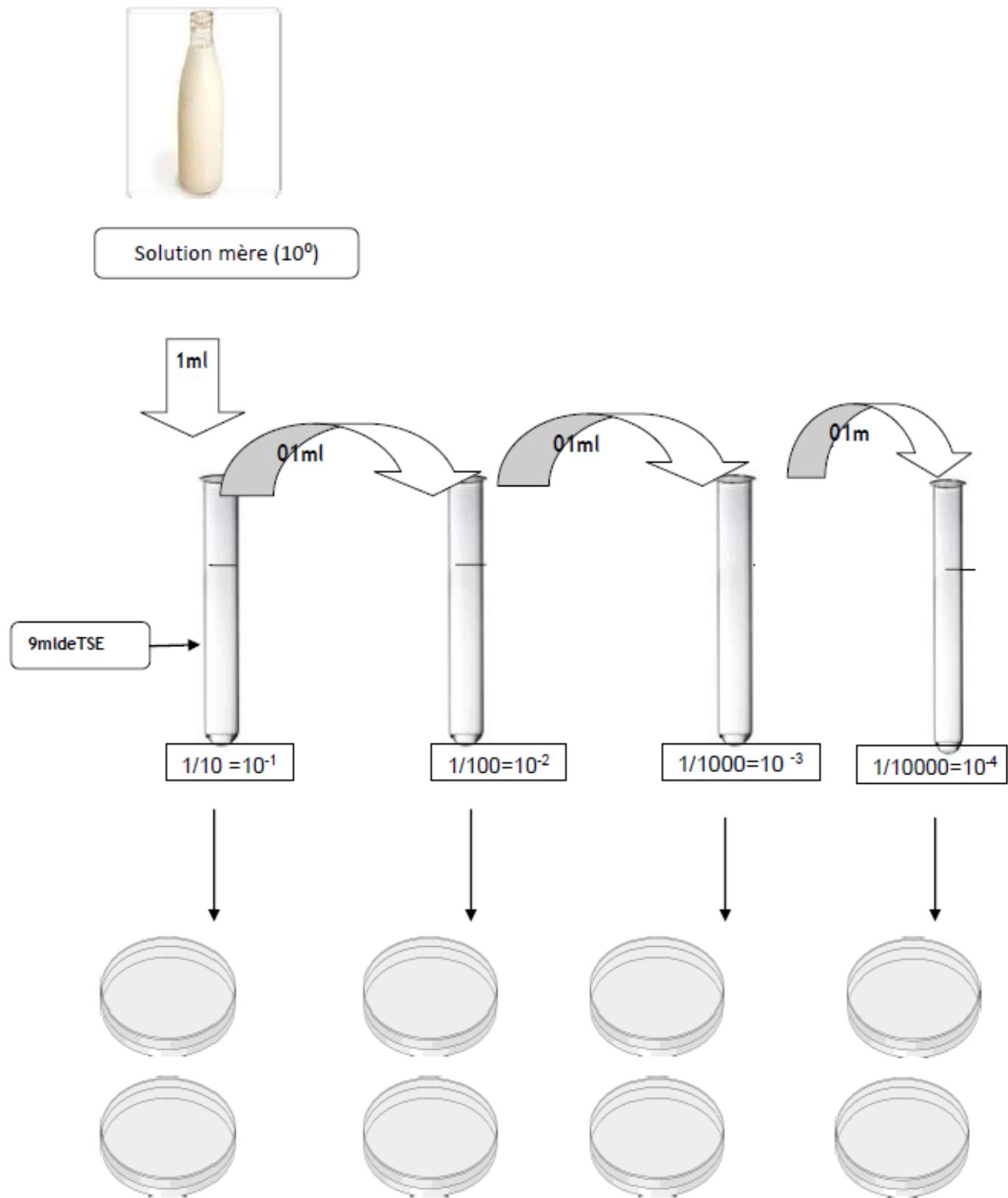


Figure 11. Schéma de préparation des dilutions décimale

**IV.9.2. Analyses bactériologiques de l'eau****IV.9.2.1. Définition des coliformes totaux et coliforme fécaux****Définition**

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui Vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement

**Définition**

Les coliformes fécaux sont des micro-organismes vivant dans les intestins d'animaux où Humains. Ils sont généralement en nombre inférieur ou égal aux coliformes totaux et indiquent Qu'il y a contamination d'origine fécale.

**IV.9.2.2. Dénombrement des coliformes totaux**

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux et des Streptocoques fécaux sont effectués par la méthode en milieu liquide (NPP, série de 5 tubes) (**Laboratoire Ifb**).

**Mode opératoire (ISO 4831)**

Nous avons ensemencé :

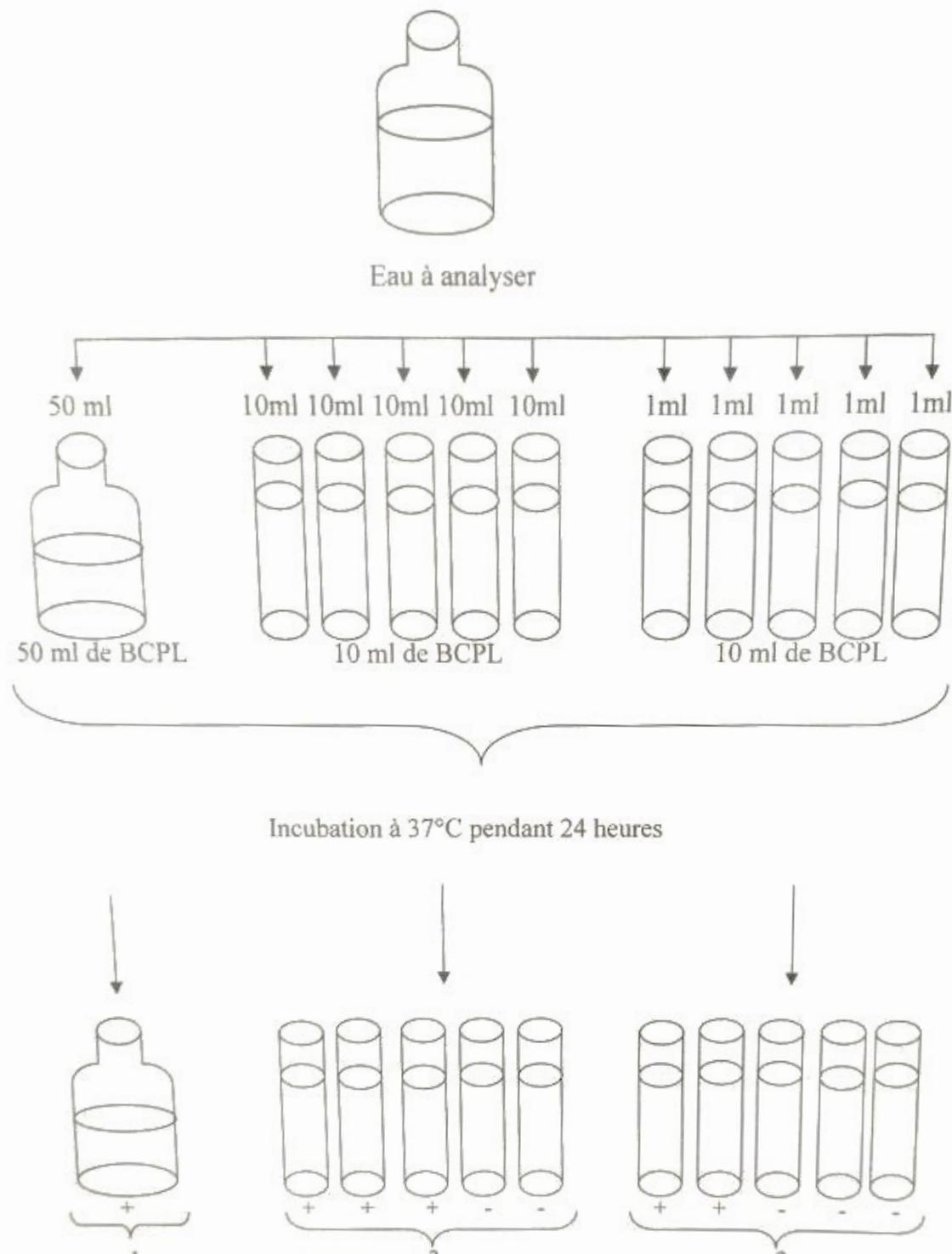
- 5 tubes de Bouillon lactose au pourpre de Bromocrésol (BCPL) à double concentration munis d'une cloche de Durham avec 10 ml d'eau à analyser sont ensemencés
- 5 tubes de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 1 ml d'eau à analyser
- Flacon de 50 ml de milieu (S/C) avec 50 ml d'eau à analyser.

Les tubes sont homogénéisés sans faire pénétrer l'air dans la cloche et placer les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48h. Après l'incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

**Expression des résultats**

Le nombre des coliformes totaux par 100ml est obtenu en comptant le nombre des tubes positifs

- En se référant à la table de Mac Grady qui nous donne le nombre le plus probable (NPP).



**Figure 12.** Schéma pour Recherche et dénombrement des coliformes totaux

**Tableau 11.** Table de MAC GRADY pour dénombrements microbiens en milieu liquide pour 5 tubes

Nombre de tubes donnant une réaction positive			Indice npp nbre de germes par 100 ml
1 flacon de 50ml	5 tubes de 5 ml	5 tubes de 1 ml	
0	0	1	1
0	0	2	2
0	1	0	1
0	1	1	2
0	1	2	3
0	2	0	2
0	2	1	3
0	0	2	4
0	3	0	3
0	3	1	5
1	0	0	1
1	0	1	3
1	0	2	4
1	0	3	6
1	1	0	3
1	1	1	5
1	1	2	7
1	1	3	9
1	0	0	5
1	2	1	7
1	2	2	10
1	2	3	12
1	3	0	8
1	3	1	11
1	3	2	14
1	3	3	18
1	3	4	21
1	4	0	13
1	4	1	17
1	4	2	22
1	4	3	28
1	4	4	35
1	4	5	48
1	5	0	24
1	5	1	35
1	5	2	54
1	5	3	92
1	5	4	161

**IV.9.2.3. Dénombrement des Streptocoque fécaux****Mode opératoire (Mazières, 1981 ; AFNOR, 1989)****Test présomptif**

Nous avons ensemencé :

- 3 tubes de 10 ml de bouillon de Roth (D/C) avec 10 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de bouillon de Roth (S/C) avec 1 ml d'eau à analyser ;
- Flacon de 50 ml de bouillon de Roth (S/C) avec 50 ml d'eau à analyser, l'incubation se fait à 37°C à 48 h.

Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs et soumis au test confirmatif.

**Test confirmatif**

Nous avons agité les tubes puis prélevé de chacun d'eux successivement quelques gouttes avec une pipette pasteur pour les reporter dans des tubes de milieu Litsky à l'éthyle violet d'acide de sodium. L'incubation est faite à 37°C pendant 24 h.

L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence de Streptocoque fécale, parfois la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en forment une pastille violette de signification identique à celle du trouble.

**Expression des résultats**

Les résultats de dénombrement sont exprimés en nombre unité formant colonie (UFC/100ml).

**IV.9.2.4. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie revivifiable**

Pour compter les bactéries mésophiles aérobies revivifiables (FMAR), nous avons réalisé une inoculation en masse sur gélose glucose-levure, également connue sous le nom d'AGP (Agar de Comptage des Plaques).

**Mode opératoire (ISO 7218, 2007)**

Introduire à l'aide d'une pipette pasteur 20 gouttes (1ml) de l'eau/ de dilution de la poudre de lait dans des boites de Pétri. Verser par la suite la gélose PCA maintenue en surfusion.

Puis effectuer des mouvements circulaires pour homogénéiser, il devra y avoir deux boites par dilution. Après solidification, incuber les boites à 30°C pendant 72h+/-2h.

## Expression des résultats

Les boites retenues qui contiennent 20 à 300 colonies, en calculant le nombre de Microorganismes par ml, unité forant colonie (UFC/ml) à l'aide de la formule suivante :

$$\textbf{Nombre de germes} = \Sigma c / (n_1 + 0.1n_2)d$$

- **C** : Nombre de colonies comptées par boite ;
- **n1** : Nombre de boites utilisées pour la première dilution ;
- **n2** : Nombre de boites utilisées pour la deuxième dilution ;
- **d** : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages

### IV.9.3. Analyse de lait

#### IV.9.3.1. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

Cette flore est indicatrice de la qualité générale et du la stabilité des produits ainsi que de la propreté des installations. C'est l'ensemble des microorganismes aptes à se multiplier air libre avec une croissance optimale à température située entre 25 et 45°C. (Laboratoire Ifb)

#### Principe

Les microorganismes aérobies facultatifs se développent dans un milieu nutritif gèles Exempt d'inhibiteur et d'indicateur défini (PCA) à 30°C pendant 72 heures. Apres incubation ils apparaissent sous forme de colonies lenticulaires en masse. (Laboratoire Ifb)

#### Mode opératoire :

A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml dans une boite de Pétri vide et stérile préparée à cet usage et numérotée. Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose PCA fondu puis refroidie à 45°C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier sur paillasse. Les boites seront incubées, à 30°C pendant 72 heures, en faisant une lecture chaque 24 heures. (Laboratoire Ifb)

#### Lecture

Retenir les boites contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300. Les résultats sont exprimés en nombre de germes par a (ml) ou (g) de produit selon la formule suivante

$$X = N \times \frac{1}{D} \times \frac{1}{V}$$

- **X** : nombre de germe par ml ou g de produit
- **N** : nombre de colonies
- **V** : volume de l'inoculum
- **D** : facteur de dilution ou la dilution considérée

#### **IV.9.3.2. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et Fécaux**

Le dénombrement des Coliformes dans le lait permet en évidence d'une pollution fécale et donc la possibilité d'une contamination par les entérobactéries pathogènes. Ces bactéries sont sensibles à la chaleur. Elle sent donc un bon témoin de l'efficacité des traitements thermique et d'une recontamination. De plus elles sont en elles-mêmes un facteur de mauvaise conservation d'accidents de fabrication. Les Coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriace, ce sont des bacilles à Gram - non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs

Oxydase <sup>-</sup>, catalase <sup>+</sup> (**Laboratoire Ifb**)

#### **Principe**

Les Coliformes sont capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température de 37°C. Le milieu utilisé est le milieu Désoxycholate contenant les sels biliaires, le vert brillant comme agents sélectifs, qui inhibent la croissance de la flore secondaire Gram <sup>+</sup> (**Laboratoire Ifb**)

#### **Mode opératoire :**

A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml dans une boite de Pétri vide et stérile préparée à cet usage et numérotée. Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose Désoxycholate fondu puis refroidie à 5°C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier sur paillasse. Les boites seront incubées, à 37°C pendant 24 à 48 heures pour les Coliformes totaux et à 44°C pendant 24 à 48°C heures, en faisant une première lecture après 24heures pour les coliformes fécaux. (**Laboratoire Ifb**)

## Lecture

Après incubation ils apparaissent sous forme de colonies, de couleur rouge cerise.

### IV.9.3.3. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Il s'agit d'une bactérie commensale de la peau des animaux et de l'homme qui contamine fréquemment les aliments et peut entraîner des dégradations et des problèmes sanitaires. Leur caractère saprophyte de la peau et des muqueuses des êtres vivants en fait des agents de contaminations par manipulation. Les Staphylocoques appartiennent à la famille des micrococcaceae.

Ce sont des Coccis à Gram <sup>+</sup>, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, coagulase <sup>+</sup>, protéase <sup>+</sup>, catalase <sup>+</sup>. (Laboratoire Ifb)

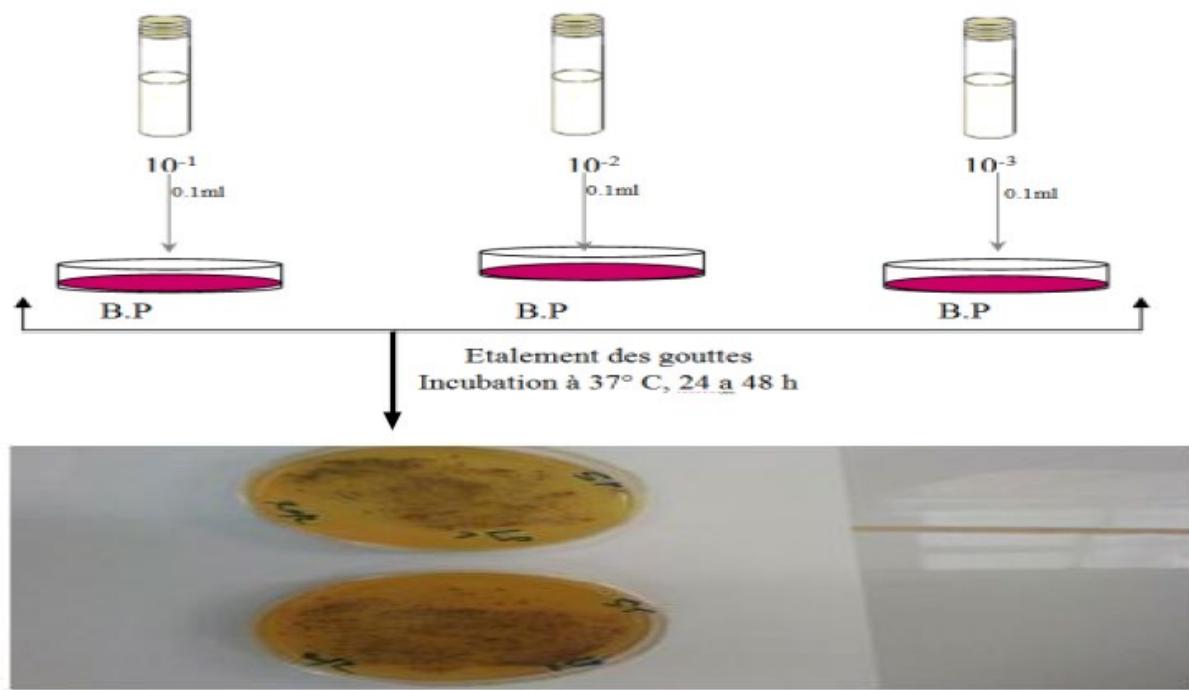
## Principe

Le milieu utilisé est le milieu gélosé Baird-Parker qui contient du chlorure tellurite et une concentration en glycine pour inhiber la flore secondaire. Par contre le pyruvate et la glycine agissent comme accélérateurs sélectifs de croissance pour les Staphylocoques. Dans ce milieu opaque par la suite de la teneur en jaune d'œuf, les colonies de Staphylocoques présentent deux caractéristiques diagnostiques :

- Elles donnent naissance par lipolyse et protéolyse à des halos clairs caractéristiques.
- La réduction du tellurite tellure développe une coloration noire. (Laboratoire Ifb)

## Mode opératoire :

Transférer à l'aide d'une pipette stérile, **0.1 ml** de la dilution décimale  $10^{-1}$ , à la surface d'une plaque de la gélose **BP**. Étaler soigneusement l'inoculum à la surface de la gélose en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec un râteau stérile. La boîte sera incubée à **37°C** pendant **48 heures**. (Laboratoire Ifb)



**Figure 13 :** Schéma pour Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

#### Lecture :

Les colonies de *Staphylococcus Aureus* apparaissent sur le milieu de couleur noire, brillante, voutée avec une bordure blanche mince entourées d'un : halo clair. Pour confirmer la présence de *Staphylococcus aureus* quelques tests biochimiques caractéristiques de l'espèce sont effectués. Les résultats sont exprimés en nombre de **germe par (ml) ou (g) de produit**.

(Laboratoire Ifb)

#### IV.9.3.4. Recherche des Salmonelles (Laboratoire Ifb)

Leur recherche et leur identification permettant de savoir si le produit est dangereux à consommer ou non. Les Salmonelles attaquent spécifiquement la cavité gastro-intestinale qui va provoquer une diarrhée avec douleurs abdominales. Les bactéries du genre *Salmonella*. Appartiennent à la famille des Enterobacteriacea. (Entérobactéries pathogènes) ce sont des bacilles Gram, anaérobies facultatifs, habituellement mobiles grâce à une ciliature péri triche.

**Oxydase (-), Catalase , lactose  $\text{--}$ ,  $\text{H}_2\text{S}^+$**

**Principe :**

La présence du sucre, extraits de levure et de peptone constituent la gélose Hecktoen qui favorise l'isolement des bactéries du genre *Salmonella* qui sont enfaite des entérobactéries pathogènes, ce milieu est rendu sélectif par la présence des sels biliaires qui inhibent le développement du *Proteus*. Avant de procéder à l'isolement, il faut réaliser un pré-enrichissement dans une eau péptonée tamponnée puis un enrichissement sur le bouillon au sélénite acide du sodium et cystéine (SFB).

**Mode opératoire :**

La recherche des *Salmonelles* se fait en trois étapes

**- La première étape : Pré-enrichissement**

Introduire 25 ml de L'échantillon à analyser dans 225 ml de milieu eau peptonee tamponnée qui va être incubé à 37°C pendant 24 heures.

**- La deuxième étape : Enrichissement**

Prélever 1 ml de milieu de pré-enrichissement et ensemencer le dans 10 ml de milieu SFB. Incuber à 37°C pendant 24 heures.

**- La troisième étape : Isolement**

A partir du milieu SFB positif, ensemencer par stries une boite de pétris contenant la gélose Hecktoen. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

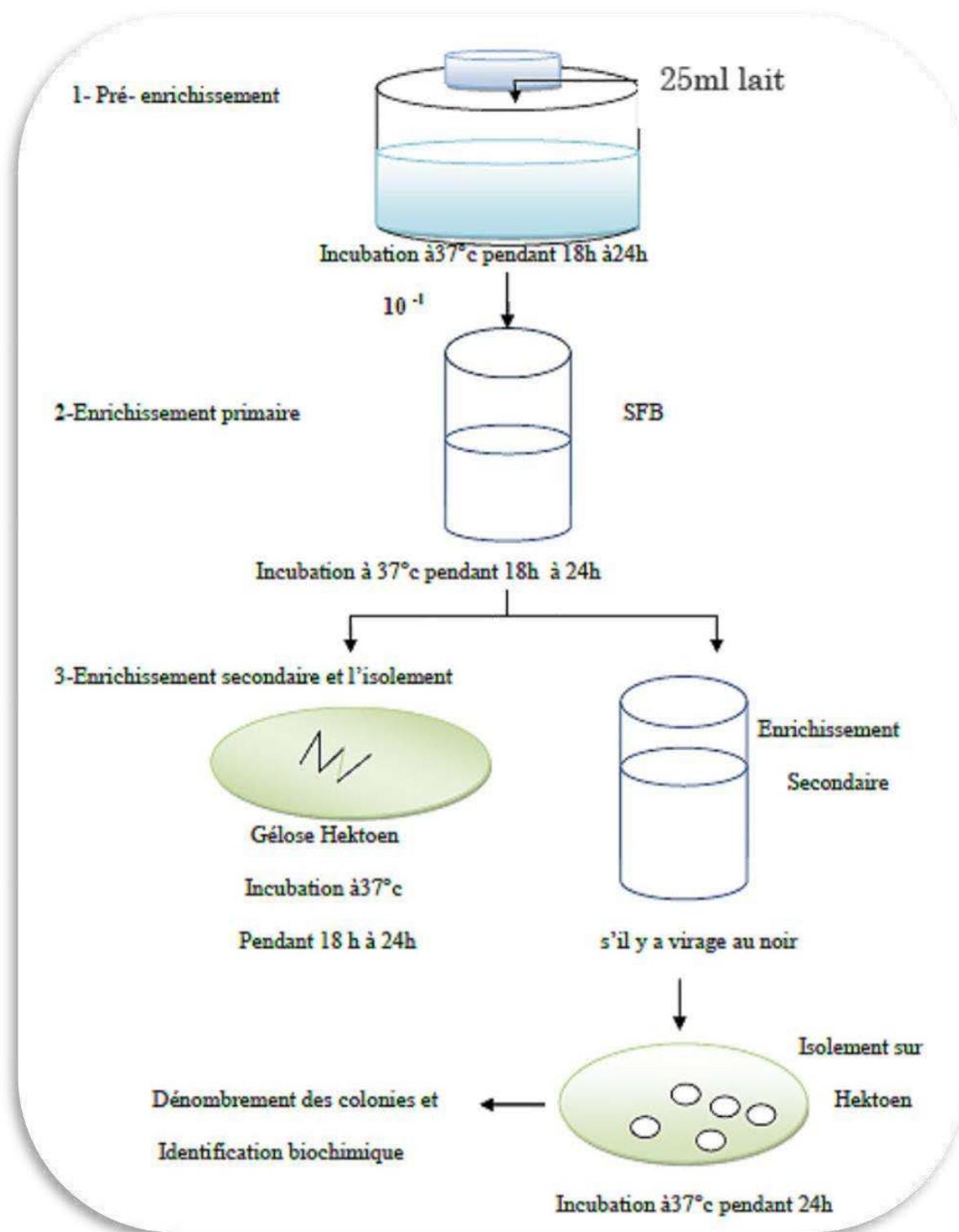


Figure 14 : Recherche et isolement de *Salmonella* (Mohammed-issaad et Azzoune, 2018)

#### Lecture :

Les salmonelles se présentent sous forme de colonies de 2 à 4 mm de diamètre et de couleur bleu verdâtre avec ou sans centre noir. Les résultats sont exprimés par la présence ou l'absence de germe



# **RÉSULTATS ET DISCUSSIONS**

# I. Résultats d'analyses physico-chimiques

## I.1. Eau de procès utilisée

Tableau 12. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de procès utilisée.

Paramètre	Résultats	Normes d'entreprise
pH à (20°C)	7.1	7-7.5
TH (°F)	14	10 – 20
Chlorures (mg/l)	30	< 50
TA (°F)	0	0
TAC	18	< 25
Conductivité (ms/cm)	4.5	0.03-8
Couleur	Clair et transparent	Clair et transparent

## Interprétation

Ce tableau nous résume les différents résultats d'analyse physico-chimique effectués sur l'eau de procès il nous montre que chaque paramètre étudié possède une valeur conforme à la norme fixée par l'entreprise (laiterie et fromagerie Boudouaou) adoptées par le journal officiel 2017. Le traitement d'adoucissement quotidien de l'eau s'avère efficace au sein de l'entreprise. Cela permet d'obtenir une eau de process de meilleure qualité, favorisant la mouillabilité et la solubilité de la poudre de lait.

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion des métaux des canalisations et des fuites qui peuvent entraîner une contamination. Et pour ce qui est de TH, quand il est inférieur à 15°F il favorise une bonne solubilité de la poudre de lait. En revanche, une TH trop élevée peut causer l'entartrage des canalisations.

Le TA est nul pour les eaux analysées ce qui signifie que ce sont des eaux dont le pH est inférieur à 7.5 d'après (Rodier *et al.* 2005).

Les chlorures sont à l'origine du goût désagréable de l'eau. Elles peuvent également être à l'origine de la corrosion dans les canalisations et réservoirs. Les teneurs maximales tolérées pour les chlorures sont de 50 mg/l, heureusement, les analyses effectuées révèlent que la concentration en chlorures dans les échantillons d'eau de procès est de 30.

Une conductivité élevée provoquerait une augmentation de la concentration des ions en solution tandis qu'une température plus élevée entraînerait l'accélération de la mobilité des ions dans l'eau. (Rodier J)

### I.2. Poudre de lait :

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait sont représentés dans le Tableau

**Tableau 13** : Résultats des analyses physico-chimiques et du test sensoriel de la poudre de lait après reconstitution (0% et 26% MG)

<b>Paramètres</b>	<b>Poudre de lait</b>		<b>Normes</b>	
	<b>0% MG</b>	<b>26% MG</b>	<b>0% MG</b>	<b>26% MG</b>
<b>pH (20°C)</b>	6,7	6,8	6,6 –6,8	
<b>Humidité (%)</b>	1.8%	2%	< 4%	
<b>Antibiotique</b>	Absence	Absence	Absence	
<b>Couleur</b>	Jaune pâle	Jaune	Crème à jaune pâle	

L’analyse du tableau montre que chaque paramètre étudié est inférieur à la norme établie par l’entreprise.

**pH** : les valeurs obtenue sont 6,7 pour la 0%MG et 6,8 pour la 26%MG, elles sont conforme aux normes (6,6-6,8). Ceci indique qu’avant le procédé de déshydratation, le lait était stable et frais.

**Humidité** : La faible teneur de la poudre en eau (1.8 % pour la 0%MG et 2% pour la 26%MG) lui confère une protection des altérations susceptibles de la rendre impropre à l’utilisation.

Un bon conditionnement (sac en polyéthylène doublé de sacs en papier) et de stockage (température ambiante) permet d’éviter l’augmentation du taux d’humidité et donc l’altération du lait.

**Antibiotique** : absence d’antibiotique dans le lait signifie que le lait ne contient pas de résidus d’antibiotiques à un niveau supérieur aux limites maximales autorisées (LMR).

### I.3. Produit fini

**Tableau 14 :** Résultat de l'analyse physico-chimique du lait reconstitué.

Paramètre	Résultats			Norme
	Echantillon 01	Echantillon 02	Echantillon 03	
<b>pH</b>	6.76	6.76	6.74	7
<b>Antibiotique</b>	Absence	Absence	Absence	Absence
<b>Densité</b>	1030	1030	1030	1028-1034
<b>Acidité (°D)</b>	15	15	15	16-18
<b>MG (g/100g)</b>	15	15	15	15

D'après les résultats de ce tableau toutes les valeurs des paramètres recherchés sont conformes aux normes cela nous indique que tous ces produits sont préparés convenablement et qu'ils peuvent être orientés pour l'obtention du produit fini.

## II. Résultats d'analyses microbiologiques

### II.1. Résultats d'analyses bactériologiques pour Eau de procès utilisée

**Tableau 15 :** Résultats des analyses microbiologiques du l'eau de procès

Germes	Résultats	(Normes JORA, 2017)
Les coliformes totaux	ABS	Absence dans 250 ml
Streptocoques fécaux	ABS	Absence dans 50 ml JORA, 1998
FMAR	ABS	10-10 <sup>2</sup> UFC/ml

Les coliformes fécaux étaient totalement absents de tous les échantillons d'eau analysés. Cela garantit qu'il n'y a pas de pollution et que l'eau dans diverses villes est propre. Quant aux streptocoques fécaux, un test de routine montre qu'ils ne sont pas retrouvés dans l'eau analysés. Cela montre que l'eau est conforme aux normes algériennes. (0 ufc/250 ml).

Résultats conformes aux normes JORA (2017).

Donc nous pouvons conclure que l'eau de process utilisée dans la fabrication de lait pasteurisé conditionné est de bonne qualité microbiologique.

## **II.2. Résultats d'analyses bactériologiques du lait pasteurisé**

### **II.2.1. Germes aérobies**

**Tableau 16 :** Les résultats de germes aérobies pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Germes aérobies UFC/ml	Norme
1	$5 \cdot 10^3$	$\leq 3 \cdot 10^4$ UFC/ml (J.O.R.A, 2017)
2	$8 \cdot 10^3$	
3	$10^3$	
4	$3 \cdot 10^3$	
5	$7 \cdot 10^3$	
6	$2 \cdot 10^3$	

Six échantillons de laits pasteurisés ont été analysés pour l'ensemble de la flore aérobie mésophile, les résultats ont été consignés dans le tableau. La recherche montre que tous les micro-organismes sont présents à des valeurs différentes comprises entre  $10^3$  et  $8 \cdot 10^3$  UFC/ml dans tous les échantillons analysés. Tous les résultats répondent aux normes selon journal officiel du 2 juillet 2017 qui stipule que le lait conditionné au lait pasteurisé ne doit pas dépasser  $3 \cdot 10^4$  UFC/ml.

### II.2.2. Coliformes totaux

Le tableau 17 suivant illustre les résultats de l'analyse de Coliformes totaux de différents échantillons.

**Tableau 17.** Les résultats de Coliformes totaux pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Germes totaux UFC/ml	Norme
1	1	$\leq 1$ UFC/ml (J.O.R.A, 1998)
2	Abs	
3	2	
4	0.5	
5	Abs	
6	Abs	

Pour les 06 échantillons étudiés du lait pasteurisé, les résultats de taux de contamination par les coliformes totaux enregistrés dans le tableau 17. Ces résultats montrent un niveau de contamination minimale de l'ordre de (0 UFC/ml) et un niveau de contamination maximale de l'ordre de (2 UFC/ml). Ces résultats obtenus indiquent une qualité acceptable du lait étudié au regard des normes spécifiées qui exige une valeur inférieure à 1 UFC/ml (JORA, 1998). L'arrêté interministériel du 27 mai 1998 précise que le lait pasteurisé conditionné ne doit pas contenir plus de 1 Coliforme par millilitre à la sortie de l'atelier de fabrication et plus de 10 coliformes lors de la remise au consommateur.

## Résultats et discussions

---

### II.2.3. Coliformes fécaux

Le tableau 18 suivant montre les résultats de l'analyse de Coliformes fécaux de différents échantillons.

**Tableau 18.** Les résultats de Coliformes fécaux pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Coliformes fécaux	NORME
1	ABS	ABS (JORA 1998)
2	ABS	
3	ABS	
4	ABS	
5	ABS	
6	ABS	

L'analyse du tableau 18 révèle l'absence totale de coliformes fécaux dans tous les échantillons testés. Ce résultat atteste d'une préparation du lait dans des conditions d'hygiène irréprochables, conformément aux normes en vigueur pour le lait pasteurisé JORA ,1998

### II.2.4. Staphylocoques aureus

Le tableau 19 montre les résultats de l'analyse de Staphylococcus aureus de différents échantillons.

**Tableau 19.** Les résultats de Staphylocoques aureus pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Staphylocoques aureus	NORME
1	10	$\leq 10^2$ (J.O.R.A2017)
2	ABS	
3	10	
4	ABS	
5	ABS	
6	ABS	

## Résultats et discussions

---

Pour les six échantillons de lait pasteurisé prélevés, l'analyse a révélé l'absence totale de *Staphylococcus aureus* dans tous les échantillons, conformément à la norme **JORA2017**. Cependant, les échantillons 1 et 3 ont montré une contamination du lait.

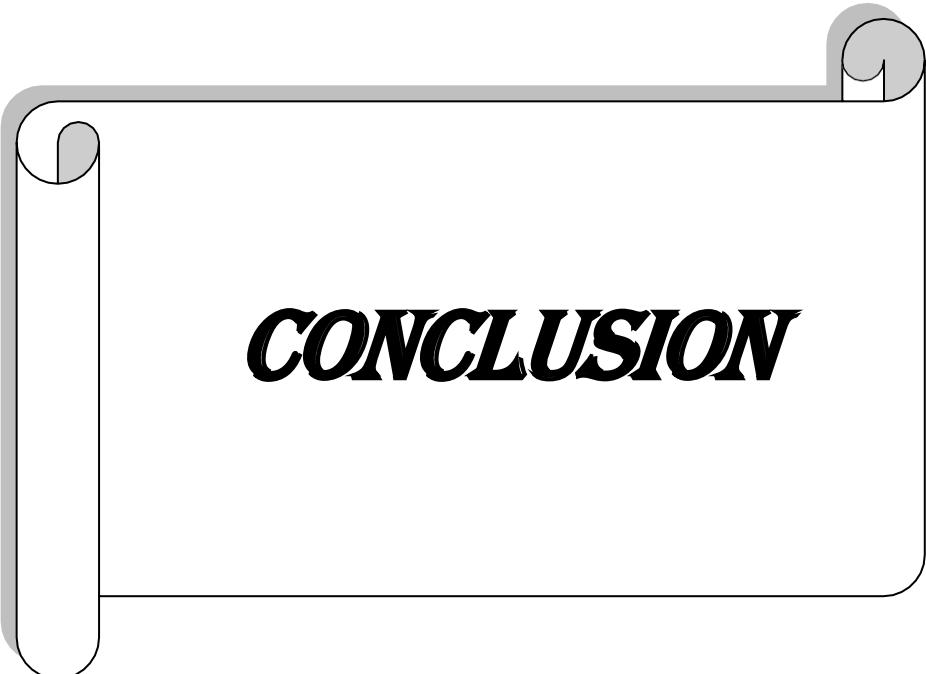
### II.2.5. **Salmonelles**

Le tableau 20 ci-dessous présente les résultats de l'analyse de Salmonelles de différents échantillons.

**Tableau 20.** Les résultats de Salmonelles pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Salmonelles	NORME
1	ABS	
2	ABS	
3	ABS	
4	ABS	Absence dans 25 ml
5	ABS	
6	ABS	

La recherche des Salmonelles dans le lait pasteurisé étudié a révélé leur absence dans 25 ml pour tous les échantillons analysés comme c'est présenté dans le tableau 20, ce qui est conforme aux normes selon le **JORA (2017)**.



# ***CONCLUSION***

## **CONCLUSION**

---

### **Conclusion**

Le lait occupe une place prépondérante dans notre quotidien, ce qui impose qu'il réponde à des critères stricts de qualité avant consommation. Nous trouvons diverses marques de lait reconstitué qui doivent respecter ces exigences. Cette étude s'est concentrée sur le lait pasteurisé afin d'évaluer ses qualités physico-chimiques et microbiologiques.

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue un critère incontournable pour les entreprises, surtout face à une concurrence accrue. Lors de notre stage à la laiterie et fromagerie de Boudouaou, nous avons réalisé un suivi du lait pasteurisé en effectuant un contrôle quotidien des paramètres physico-chimiques et microbiologiques à différentes étapes du processus.

En général, la qualité physico-chimique du lait pasteurisé de la laiterie de Boudouaou étudiée était bonne et cela est dû à la qualité de la matière première utilisée, avec des analyses montrant des valeurs conformes aux normes pour des critères tels que la densité, la matière grasse, Seul le pH et l'acidité étaient Très proches des normes.

Les résultats des analyses microbiologiques montrent que le lait pasteurisé de cette laiterie respecte les normes pour les coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, germes aérobies, les streptocoques fécaux et les salmonelles. Cependant, il présente un taux négligeable de contamination par les coliformes totaux et *Staphylocoques aureus*.

En conclusion, l'industrie du lait pasteurisé nécessite une hygiène rigoureuse durant les étapes de production, de conservation et de transport. La désinfection méticuleuse des équipements avec des désinfectants et des détergents ainsi que la formation du personnel sont également essentielles pour prolonger la durée de conservation du lait pasteurisé.

**RéFÉRENCE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

### Références bibliographiques

#### [A]

1. **Adrian, J., Potus, J. et Frangne, R.**, 2004. La science alimentaire de A à Z, 2ème édition, Tec. et Doc., Lavoisier, 477p.
2. **Afnor 1986** CONTROLE DE LA QUALITE DES PRODUITS LAITIERS
3. **AFNOR. (1985)**. Poudres de lait instantanées, Détermination de la dispersibilité et de la mouillabilité.
4. **AFNOR. (1994)**. Recueil de normes françaises 1994, Qualité de l'eau. Paris : p726-735
5. **AFNOR. (1998)**. Détermination des paramètres physico-chimiques, PP : 89-10.
6. **AFNOR. (2000)**. Lait détermination de la teneur en matière grasse méthode acidobutyrométrique.
7. **AFNOR. (2004)**. Microbiologie des aliments. Méthode de routine pour le dénombrement des Staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies à 37°C. Partie 1 : Technique avec confirmation des colonies
8. **Aggad Hmahouz F., Ammar V A et Kihal M. (2009)**. Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien Revue Méd. Vét., 160, 12, 590-595.
9. **Alais, C., 1984**. Science du lait, Principe des techniques laitières, 3ème édition, Tom 1 et 2, Paris, 807p.
10. **Amiot J., Fournier S., Lebeuf 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).
11. **Amiot J., Fourniers S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R.** Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In Science et technologie du lait. Ed. Presses internationales polytechniques. Montréal, (2010) PP. 1-69.
12. **Amiot, Laurent, Boutonnier. , (2002)**. Science et technologie du lait. Edition presses
13. **Assanta, M.A. (2001)**. Attachement aux surfaces, envahissantes. Le monde alimentaire. P 23-25.
14. **Audigie C.I., Figarella J., Zonszain F. (1984)**. Manipulation d'analyse biochimique. Edition : DOIN, Paris. P:264.

#### [B]

15. **Bouix M et Leveau J. Y. (1988)**. Les microflores responsables des transfonnations In. Techniques d'analyses et de contrôle dans les IAA .le contrôle microbiologique. Vol.III.

#### [C]

16. **Carip C. (2008)**. Microbiologie hygiène bases microbiologiques de la diététique. Edition tec & doc Lavoisier, Paris, pp. 153-675.
17. **Carole L.vignola, éditrice scientifique** : science et technologie du lait, transformation du lait P.1.
18. **Carole lapointe-vignola(2002)**. Science et technologie du lait: transformation du lait. Presses inter polytechnique. 600p

## Référence bibliographique

---

19. Chandan, R. C., & Kilara, A. (Eds.). (2006). Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Blackwell Publishing. Page : Chapitre 5, pages 77-92.
20. Codex alimentaire. (2004). production animale. Établissement : Entretien et assainissement. P : 96 (215P).
21. CODEX ALIMENTARIUS, CODEX STAN 207-1999.
22. CUQ J.L. (2007). Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc.
23. CUQ, J. L. (2007) a Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes aliments, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4<sup>ème</sup> année. Université. Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc p 103, 104.des organisation de consommateurs.015-11.pl-3.des organisation de consommateurs.015-11.pl-3. Des organisations de consommateurs.015-11.pl-3.
24. CUQ, J. L. (2007) b Microbiologie Alimentaire : Contrôle microbiologique des aliments
- [E]
25. Essalhi M. (2002). Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait. Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat .104p
- [F]
26. Fall, A. (2014).Appréciation du niveau de mise en Suvre de l'hygiène et de la qualité des laits fermentés de type <industriel> produits par une unité de transformation laitière locale.Thèse Doct vet. Faculté de médecine, de pharmacie d'odontologie de Dakar. P : 30. (97P)
27. FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutritionn°28.
28. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 1998
29. Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. (2017). Fundamentals of Cheese Science. Springer. Page : Chapitre 7, pages 123-136.
- a. FRANCE AGRICOLE Collection : Produire mieux. Paris Page 31, 34,47, 50, 71,403.
30. Fredoit E., (2006).Connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique.
31. Fredot, E. (2005). Connaissance des aliments, Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique.Edit. Lavoisier. Paris. P : 397
32. Fredot, E., 2006. Connaissance des aliments (Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique), Editions Tec. et Doc., Lavoisier, 397p.
- [G]
33. Ghaoues, S. (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Thèse de magister. Institut de la Nutrition de l'alimentation et des techniques agroalimentaire. Univ. Mentouri.Constantine. P : 187

## Référence bibliographique

---

34. **Goursaud J., (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Lait et produits laiteries vache, brebis, Tome 1 : Les lait de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
35. **GRAPPIN, R., POCHET, S. (1999).** Le lait, P 3 3 22.
36. **Guiraud J., Rosec J. (AFNOR 2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire, 50. GUIRAUD J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. p : 136-139.
37. **Guiraud J.P. ET ROSEC J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR. 95p.
38. **Guiraud.J. (2003).** Microbiologie alimentaire. Edition : Paris.
39. **Guy F.I. (2006).** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse doctorat d'état, université Paul- Sabatier de Toulouse, France. High température, short time pasteurization températures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized milk. J. Dairy Sci., 92(10): 4823-4832. Internationales polytechnique. P 1-91 : 221-225.
- [I]
40. **ISO 4831. (2006).** Microbiologie des aliments méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement des coliformes technique du nombre le plus probable.
41. **ISO 7218, 2007**
- [J]
42. **Jakob E., Winkler H. et Haldemann J. (2009).** Critères Microbiologiques Pour La Fabrication Du Fromage. Edition, Agroscope Liebefeld-Posieux. Groupe de discussions N° 77. F. pp : 5.
43. **JAY, J. M. (2000).** Taxonomy, role, and significance of microorganisms in food. Dans Modern Food Microbiology, Aspen Publishers, Gaithersburg MD. 13p.
44. **Jeanet, R., Thomas, C., Michel, M., Pierre, S., Gerard, B. (2007).** Produit laitières. 2ème Edition : Tec et Doc, Lavoisier, Paris (France).
45. **Jean-Louis Maubois, and Joëlle Léonil.** "Peptides Du Lait à Activité Biologique." Lait, vol. 69, no. 4, 1 Jan. 1989, pp. 245–269
46. **Jeantet R., Croyennec T., Mahant M., Schuck P., Brulé G. (2008).** Les produits laitiers, 2ème Edition: Tec et Doc, Lavoisier. Paris. PP: 1-9
47. **Jeantet, R. et Coll, T. (2007).** Science des aliments-technologie des produits alimentaires Éditions Lavoisier, Paris.
48. **Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., Baule, G. (2008).** Les produits laitiers. 2ème édition : Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P : 13-14 (185P).
49. **journal officiel de la république algérienne** n 35 27 mai 1998
50. **journal officiel de la république algérienne** n 39 2 juillet 2017
51. **journal officiel de la république algérienne** n 69 27 octobre 1993
52. **JUILLARD, V., RICHARD, J., (1996).** Le lait
- [K]
53. **Kabir, A. (2015).** Contrainte de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière. Thèse Doct. .Université d'Oran1. P : 195

## Référence bibliographique

---

- 54. Kagembrga J. M.** (1984): Contribution à l'étude de la salubrité des laits caillés et yaourt à Dakar. Th. Pharm., Dakar, n° 24.
- 55. Kuzdzal S, Manson W, Moore J.** The constituents of cow's milk, International Dairy Federation Bull doc(1980), 125:P4
- [L]
- 56. Laboratoire laiterie et fromagerie Boudouaou**
- 57. Laurent, S.** Contrôle de la qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA. Thèse de doctorat en sciences vétérinaires, école inter états des sciences et médecine vétérinaires (1992) p120
- 58. LE Minor L et Richard C. (1993).** Méthodes de laboratoire pour l'identification des Entérobactéries. Institut Pasteur.69p.
- 59. Leyral G., et Vierling E., (2007).** Microbiologies et toxicologies des aliments : hygiène et sécurité alimentaire.4e édition Biosciences et techniques.87p.
- 60. Luquet .F.M. Bonjean et Linczowski. Y. (1985).** Le lait de la mamelle à la laiterie in lait. Life and Flavor of Ultrapasteurized Milk. Journal of Dairy Science Vol.84, No. 4 Pages).
- 61. Luquet F. et (1985).** Laits et produits laitiers vache, Brebis, Chèvre. Chèvre. Tome1 :Volume I. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris.
- 62. Luquet, F.M.** Laits et produits laitiers (vache, brebis, chèvre). 1. Les laits de la mamelle à la laiterie. Ed. Technique et documentation.Lavoisier. Paris, (1985) P : 1-9
- 63. Luquet, F.M., Bonjean, Y., Linczowski, Y. (1985).** Journal of dairy Science. Le lait de la mamelle à la laiterie in lait. Life and Flavor of Ultrapasteurized Milk., Vol. 84. No 4.
- [M]
- 64. M'boya, J.C. (2001).** Le lait pasteurisé. Agridoc. P :2
- 65. Mahaut, M., Jeantet, R., Brule, G., Schuck, P. (2005).** Chapitre2 : produits fermentés et desserts lactés dans : Les produits industriels laitiers. Edition : Londres. Paris.
- 66. Marth, E. H., & Steele, J. L. (Eds.). (1992).** Applied Dairy Microbiology. Marcel Dekker. Page: Chapitre 8, pages 191-210.
- 67. Martin M.** Technologie des laits de consommation. Ed. Enilait, Canada Direction Développement Technique, (2000) P.135.
- 68. MATHIEU, J., (1998).** « Initiation à la physico-chimie du lait». Edition Lavoisier,Technique et documentation, Paris,
- 69. Microbiologie alimentaire Joseph-Pierre Guiraud**
- 70. Mohammed-issaad et Azzoune, 2018**

[N]

- 71. NDAO S. (1996):** Contribution à l'étude de la contamination des laits caillés artisanaux sénégalais par les staphylocoques présumés pathogènes. Th. Méd. Vét., Dakar, n°18, 61 p.Ofaflatoxin MI. In naturally contamination, wholemilk, cream and skin milk. Journal of food.

[O]

## Référence bibliographique

---

**72. OMS. (1954).** La pasteurisation du lait (organisation, installation, exploitation et contrôle). (14). PP : 17 – 21. a Paris.

**[P]**

**73. Pascal Chillet, (2011)**

**74. Perreau .M.J, (2014).**Conduire son troupeau de vaches laitières. Editeur : ÉDITIONS a polytechnique de Montréal.

**75. Pougheon, S., et Gouraud, J., (2001).** « Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques », In : DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris, 342 p.

**76. Prescott et al., 2010**

**[R]**

**77. RIBADEAU-DUMAS, B., et GRAPPIN, (1989).** « Milk protein analysis » Lait, 416p.

**78. Rodier. J, 2005** : L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition, Dunod, paris

**79. Rozier J. (1990).cité par DIENG (2001).** Using High Temperature, Short-Time Pasteurization. J. DairySci. 90:3202-3211.

**[S]**

**80. Sadelli et Oulmi, 2013.**

**81. Sutra L., Federighi M. ET Jouve.L. (1998).** Manuel de bactériologie alimentaire. Edition Polytechnica. 9p. Tamilnadu. Food and Chemical Toxicology 50: 4158 4162.Tec. et Doc., Paris. Température, short time pasteurization températures inversely affect bacterialnum bersduringre frigerated Storage of pasteurise dmilk J.DairySci., 92(10): 4823-4832

**[V]**

**82. Veirling E. Aliments et boissons : filières et produits.** In biosciences et technologie .Ed. Doin, Paris(1998), P.278.

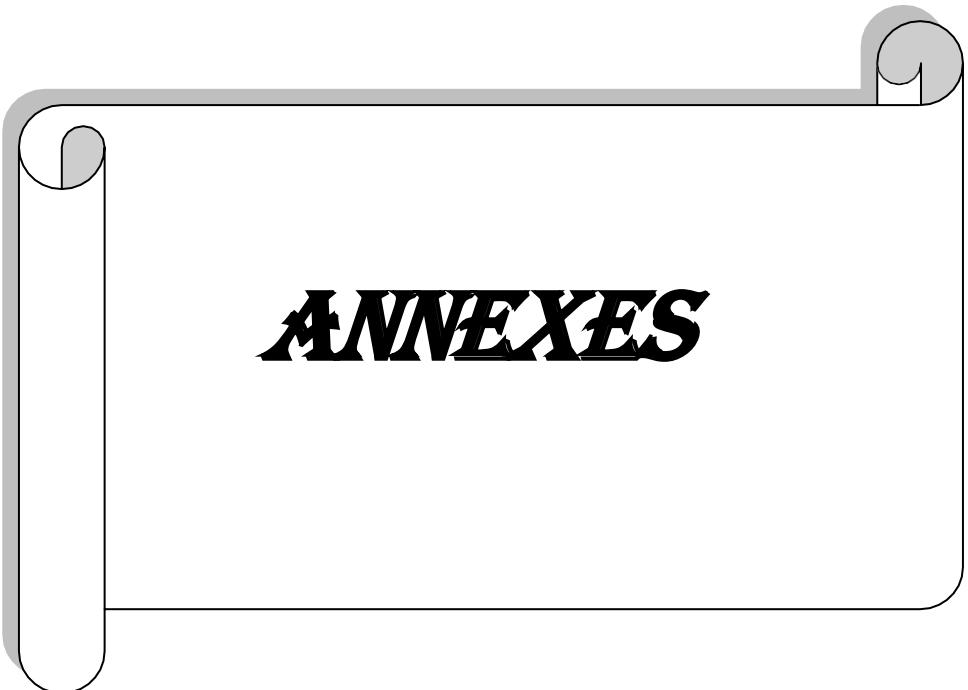
**83. Vierling E. Aliments et boissons : Filière et produits.** In « Biosciences et Techniques ». 3ème Ed : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, France. (2008) p. 15.

**84. Vignola C. (2002).** Science et technologie du lait, transformation de lait. Ecole

**[W]**

**85. Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006).** Dairy Science and Technology. CRC Press. Page : Chapitre 11, pages 265-282.

**86. Wiseman D. W et Applebaum T. (1983):** Distribution and resistance to pasteurisation.Using High Temperature, Short-Time Pasteurization. J. DairySci. 90:3202-3211.7.



# ***ANNEXES***

## Annexes

---

### Annexes n°1 : Présentation de l'organisme d'accueil

#### I. Description de l'unité

La Laiterie et Fromagerie de Boudouaou (LFB), appartenant à l'Office Régional du Lait et des Produits Laitiers du Centre (Orlac), a commencé sa production en 1978. Située à l'entrée de la ville de Boudouaou dans la wilaya de Boumerdès, elle produit du lait de consommation, du lait en poudre et divers fromages tels que le fromage fondu pasteurisé, le fromage fondu stérilisé et le fromage à pâte pressée non cuite de type Edam. L'unité comprend une laiterie, une fromagerie, des caves d'affinage, des locaux de stockage des matières premières et de l'emballage, un laboratoire d'analyse et de contrôle, et une station d'épuration des eaux.



### Annexe n°2 : Matériel, réactifs et milieux de cultures

#### I. Matériels non biologiques

##### a. Appareillage :

- PH mètre
- Centrifugeuse
- Balance de précession
- Dessiccateur.
- Thermomètre

##### • Chronomètre

- Bain marie
- Bec Bunsen
- Lactodensimètre
- Incubateur biologique

##### b. Verrerie :

- Eprouvette
- Pompe à vide
- Etiquettes
- TPS
- Burette

##### • Pipette

- Support
- Bêcher
- Flacon
- Pipette graduée de (1ml ,10ml)
- Table de Mac Grady
- Boites de Pétri

## Annexes

---

### c. Réactifs :

- L'eau oxygénée
- Additif sélénite de sodium
- Un indicateur coloré NET
- Une solution d'ammoniaque
- Un indicateur coloré phénolphthaleine
- HCL 1N
- Solution NAOH 1N
- Solution EDTA
- Le bouillon Tryptone-sel
- Alcool iso mélique
- Réactif de Kovacs

### D. La composition des milieux de culture :

- **BCPL** : Milieu BCPL (Bouillon pourpre de bromoresol) : utiliser pour le dénombrement des Coliforme dans l'eau.
- **PCA** : Gélose PCA (Plate count agar) : utiliser pour dénombrement des germes totaux dans les laits et produits laitiers.
- **BLBVB**
- **Eau peptonée**

### Quelques matériels utilisés:



Bain marie



Le butyromètre

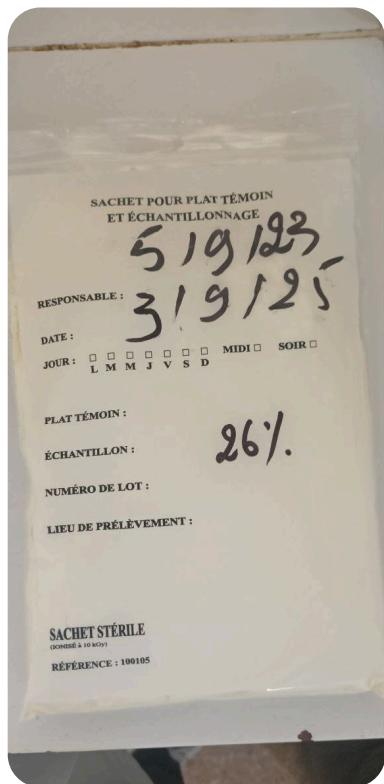
## Annexes



pH-mètre



Centrifugeuse



Échantillon de la poudre de lait 26%



Échantillon de la poudre de lait 0 %

## Annexes

---



Le milieu BCPL



Les indicateurs colorés Utilisés



La balance de précession



Le lactodensimètre

## Annexes

---

### Annexe n°3 : La chaîne de production de lait pasteurisé

Voici les différentes étapes de production de lait pasteurisé



1 apportez de Poudre de lait



2 filtrations



3 poudrages



4 Reconstitution



**5 dégazages**



**6 pré -pasteurisation**



**7 homogénéisations**



**8 Pasteurisation**



**9 Stockage du lait**