



## Département de Technologie chimique industrielle

### Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme

De licence professionnelle en

**Génie de formulation**

### Thème :

# Processus de fabrication du lait et contrôle de qualité

SARL MATI Lait

#### Réalise par :

- FERRAH Louai Massinissa.

#### Encadrer par :

- Mme IGGUI Kahina . Enseignant (IT,univ-Bouira)
- Mr KOUACHI Nabil Chef service laboratoire

#### Examiner par :

- Mme D.BELLACHE Enseignant (IT,univ-Bouira)
- Mr S.BELKACEMI Enseignant (IT,univ-Bouira)

## *Remerciement :*

C'est avec un réel plaisir que je tiens à présenter ces mots de remerciement à tous ceux qui m'ont accompagné, conseillé et soutenu tout au long de travail.

En préambule à ce mémoire nous remercions " **ALLAH** " qui nous a aidé et nous a donné la patience, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens avant tout à remercier ma promotrice **Mme K.IGGUI** qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail et pour son encadrement méthodique.

Je lui adresse également ma gratitude pour son aide précieuse, ses conseils fructueux, son soutien continu et ses encouragements permanents.

Merci de m'avoir guidé avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.

Je remercie très vivement tous les membres de l'unité **SARL MATI Lait** (Oum El Bouaghi) et particulièrement mon maître de stage **Mr N.KOUACHI**

Nous remercions les membres de jury d'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.

Enfin, je tiens à remercier toute ma famille pour leur soutien et leur patience, ainsi tous ceux et toutes celles qui m'ont apporté soutien tout au long de ce travail.

## *Dédicace*

En signe de respect et de reconnaissance, je dédie ce modeste travail à tous mes proches  
particulièrement :

A ma chère et tendre **mère** qui était patiente et qui m'a tout donné:

Encouragement, soutiens et surtout amour. Que dieu le tout-puissant la protège.

A mon très cher père **Mourad**, source de sacrifice et de soutenance, à celui qui m'a guidé vers  
La voie de la réussite et qui m'a donné le courage de poursuivre mes études jusqu'à ce jour-là.

A ma cher frère **Youghartha**. A ma chère sœur **Nina**.

A tous mes amis surtout **Asma, Zaki ...**

A tous ceux qui ont marqué leurs existences dans ma vie et

que mon

Stylo n'a pas cité

# Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

**Introduction générale..... 1**

## *Chapitre I : Présentation de l'entreprise*

Introduction ..... 3

1. Présentation de la laiterie MATI lait ..... 3

1.1. Structure et organisation interne de l'entreprise..... 4

1.1.1. Laboratoire des analyses ..... 5

1.1.2. Les services au sein de l'entreprise Mati lait :..... 5

1.1.3. Les clients d'entreprise..... 6

Conclusion..... 6

## *Chapitre II : Généralités sur le lait*

Introduction ..... 7

1. Définition du lait ..... 7

2. Composition du lait ..... 7

2.1. L'eau..... 8

2.2. La matière grasse ..... 8

2.3. Les matières azotées..... 10

2.4. Les protéines ..... 10

2.4.1. Les caséines ..... 11

2.4.2. Les protéines de sérum..... 11

2.5. Le lactose..... 12

2.6. Les minéraux..... 13

2.7. Les vitamines ..... 14

2.8. Les enzymes..... 14

3. Composants chimiques indésirables du lait..... 15

3.1. Antibiotique ..... 15

3.2. Pesticides ..... 16

3.3. Métaux.....	16
4. Caractéristiques du lait .....	16
4.1. Caractéristiques physicochimiques .....	16
4.1.1. Densité.....	16
4.1.2. Acidité .....	16
4.1.3. pH du lait .....	17
4.1.4. Point de congélation.....	17
4.1.5. Point d'ébullition .....	17
4.2. Caractéristiques organoleptiques .....	17
4.2.1. La couleur .....	18
4.2.2. L'odeur .....	18
4.2.3. La saveur .....	18
4.2.4. La viscosité.....	18
4.3. Caractéristiques microbiologiques .....	18
4.3.1. Flore primitive .....	18
4.3.2. Flore contaminant .....	19
5. Importance nutritionnelle .....	20

### ***Chapitre III : Matériels et méthodes***

Introduction : .....	21
1. Procédé industriel de fabrication du lait dans l'entreprise .....	21
1.1. Traitement de l'eau .....	21
1.1.1. Chloration de l'eau .....	21
1.1.2. Filtration .....	21
1.1.3. Stérilisation.....	23
1.2. La reconstitution .....	23
1.3. La pasteurisation .....	23
1.4. Le refroidissement:.....	24
1.5. L'emballage.....	24
1.6. Le stockage .....	24
2. Echantillonnages et prélèvement .....	25
3. Les analyses physico-chimiques .....	25
3.1. Mesure du pH.....	26

3.2.	Détermination de la densité .....	26
3.3.	Détermination de l'acidité du lait .....	27
3.4.	Détermination de la matière grasse .....	28
4.	Les analyse bactériologique.....	30
4.1.	Préparation des dilutions .....	30
4.2.	Recherche et dénombrement des entérobactéries (NA 6813).....	30
4.3.	Recherche et dénombrement coliformes fécaux .....	31
4.4.	Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus .....	32
4.5.	Recherche des germes aérobies .....	34

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

Introduction .....	36
1. Résultats d'analyses physico-chimiques du lait pasteurisé .....	36
2. Discussion des analyses physico-chimique .....	36
2.1. Matière Grasse (MG) .....	36
2.2. pH.....	37
2.3. Acidité titrable .....	38
2.4. Densité.....	38
3. Résultats d'analyses bactériologiques .....	39
4. Discussion des analyses bactériologiques .....	40
4.1. Les germes aérobies .....	40
4.2. Les coliformes fécaux .....	40
4.3. Staphylococcus aureus .....	40
4.4. Entérobactéries.....	41
Conclusion.....	41
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>41</b>

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

## Liste des figures

<b>Figure I- 1:</b> Localisation de la situation géographique de la laiterie MATI lait.....	4
<b>Figure I- 2:</b> Organigramme de la laiterie MATI lait.....	5
<b>Figure II- 1:</b> Structure d'un globule de matière grasse.....	9
<b>Figure II- 2:</b> Structure des phospholipides.....	10
<b>Figure II- 3:</b> Structure de la micelle de caséine et sous micelle.....	11
<b>Figure II- 4:</b> Pourcentages des différentes protéines du lait.....	12
<b>Figure II- 5:</b> Fermentation du lactose.....	13
<b>Figure II- 6:</b> Les différentes bactéries infectieuses du lait (Vignola, 2002).....	19
<b>Figure III- 1:</b> filtration de l'eau.....	22
<b>Figure III- 2:</b> Appareillage du traitement d'eau.....	22
<b>Figure III- 3:</b> La poudre du lait utilisé dans l'entreprise.....	23
<b>Figure III- 4:</b> L'appareil de pasteurisateur.....	23
<b>Figure III- 5:</b> Le produit finis du lait pasteurisé.....	24
<b>Figure III- 6:</b> Diagramme de la fabrication du lait a base de poudre.....	24
<b>Figure III- 7:</b> Détermination du pH par un pH-mètre.....	26
<b>Figure III- 8:</b> Mesure de la densité par thermo lactodensimètre.....	27
<b>Figure III- 9:</b> Protocole de la détermination de l'acidité du lait.....	28
<b>Figure III- 10:</b> Protocole de la détermination du taux de la matière grasse par la méthode de Gerber.....	29
<b>Figure III- 11:</b> La gélose héктоene.....	31
<b>Figure III- 12:</b> La gélose lactose.....	32
<b>Figure III- 13:</b> Les boites pétris.....	32
<b>Figure III- 14:</b> La gélose Baird Parker.....	33
<b>Figure III- 15:</b> Le tellurite de potassium.....	33
<b>Figure III- 16:</b> La gélose nutritive.....	34
<b>Figure III- 17:</b> Les bilans microbiologiques.....	35
<b>Figure IV- 1:</b> Teneur de la matière grasse des échantillons analysés.....	36
<b>Figure IV- 2 :</b> Valeurs du pH des échantillons analysés.....	36
<b>Figure IV- 3 :</b> Acidité titrable des échantillons analysés.....	37
<b>Figure IV- 4 :</b> La densité des échantillons analysés.....	38

## Liste des tableaux

<b>Tableau II - 1:</b> La composition moyenne du lait (Fredot, 2006).....	8
<b>Tableau II - 2:</b> La composition minérale du lait de vache (Fredot, 2006).....	13
<b>Tableau II - 3:</b> La composition vitaminique moyenne du lait (Amiot, et al., 2002) .....	14
<b>Tableau II - 4:</b> Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).....	15
<b>Tableau II - 5:</b> Les constantes physiques usuelles du lait de vache (Luquet, 1985) .....	17
<b>Tableau II - 6:</b> La flore originelle du lait cru de vache (Vignola, 2002) .....	19
<b>Tableau III- 1:</b> Les échantillons pris au laboratoire. ....	25
<b>Tableau IV- 1:</b> Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait. ....	35
<b>Tableau IV- 2 :</b> Résultats bactériologiques effectués sur le lait pasteurisé conditionné. ....	38

## Résumé

Notre objectif avec cette recherche est de fournir un examen complet des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait pasteurisé produit par la laiterie MATI lait avec l'intention de la consommation humaine. De plus, nous suivrons les principales techniques utilisées dans l'analyse de ces propriétés, tant physico-chimiques que microbiologiques.

- Grâce à une analyse physico-chimique, nous sommes en mesure de quantifier diverses propriétés telles que le pH, la densité, l'acidité et la teneur en matières grasses.
- L'étude de la microbiologie nous a permis de concentrer notre attention sur la quantification des bactéries, y compris les germes aérobies, les coliformes fécaux, les entérobactéries et le *Staphylococcus aureus*.

Sur la base des résultats de cette recherche, on peut déduire que le lait ainsi que les matières premières utilisées ont démontré des attributs physico-chimiques louables dans toutes les normes analysées.

Les traitements thermiques sont la principale méthode utilisée pour éliminer la croissance microbienne du lait, dans le but d'améliorer sa qualité globale et de prolonger sa longévité sur les étagères.

## Abstract

Our objective with this research is to provide a comprehensive review of the physicochemical and microbiological characteristics of pasteurized milk produced by the MATI dairy with the intention of human consumption. In addition, we will follow the main techniques used in the analysis of these properties, both physico-chemical and microbiological.

- Through physico-chemical examination, we are able to quantify various properties such as pH, density, acidity and fat content.

- The study of microbiology has allowed us to focus our attention on the quantification of bacteria, including aerobic germs, faecal coliforms, enterobacteria and Staphylococcus aureus.

Based on the results of this research, it can be deduced that the milk as well as the raw materials used demonstrated commendable physico-chemical attributes in all the standards analyzed.

Currently, heat treatments are the main method used to remove microbial growth from milk, with the aim of improving its overall quality and extending its longevity on the shelves.

## ملخص

تهدف دراستنا إلى إعطاء لمحة عامة عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للحليب المبستر المنتج في منتجات ألبان «ماتيلي»، والمخصص للاستهلاك البشري ومراقبة الطرق الرئيسية للتحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية :

- دراسة فيزيائية كيميائية تسمح لنا بقياس الـ pH، الكثافة، الحموضة والدهن.
- الدراسة الميكروبيولوجية التي سمحت لنا بالاهتمام بعدد البكتيريا ، وهي: البكتيريا الهوائية الوسطية الكلية ، القولونيات البرازية ، البكتيريا المعوية والمكورات العنقودية الذهبية.

تشير النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة إلى أن الحليب والمواد الخام المستخدمة أظهرت جودة فيزيائية-كيميائية جيدة لجميع المعايير المدروسة.

تعتبر المعالجات الحرارية في الوقت الحاضر الوسيلة الرئيسية المستخدمة في الصب الميكروبي للحليب ، من أجل تنظيف جودته وإطالة عمره الافتراضي.

*Introduction*  
*générale*

## Introduction générale

« *Le lait est le seul produit de la nature qui soit un aliment pratiquement complet, son potentiel nutritif est supérieur à celui de tout autre produit consommé par l'homme* ».

L'industrie laitière est un sous-secteur de l'industrie des produits agricoles, elle contribue à 11,9% de la production agricole et à 11,3% de la valeur ajoutée d'où son importance au niveau national. En effet la production nationale est estimée à 1,6 milliard de litres par an, couvrant seulement 40 % de la demande de consommation de lait qui est estimée à 3,2 milliards de litres par an, avec une consommation moyenne d'environ 100 à 110 litres/habitant/an (**Aboutayeb, 2009**).

Face à cette forte demande du marché, l'Algérie est donc confrontée au problème de la satisfaction des besoins de la population en produits laitiers. Par conséquent, le lait importé reste un soutien incontournable pour le pays, de sorte que le reste de ses besoins est satisfait par le lait importé et la poudre et la graisse de lait utilisé dans la restructuration des unités de transformation laitière (**Siboukeur, 2007**).

D'autre part, pour que les produits laitiers soient qualifiés de premium, ils doivent répondre aux normes nationales en la matière. Cependant, le lait contaminé à des effets néfastes à la fois sur les techniques de transformation et sur la santé humaine. Par conséquent, le lait doit être conservé et protégé de sa détérioration naturelle (**Aboutayeb, 2009**).

C'est dans cette démarche que nous avons effectué un stage pratique de mémoire de fin d'étude dont l'objectif est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des produits laitiers (lait entier pasteurisé, lait écrémé pasteurisé) produits à la laiterie MATI lait dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

La présente mémoire est organisée en plusieurs chapitres d'investigations complémentaires à savoir :

- **Chapitre I** : consacré à la présentation de la laiterie MATI lait
- **Chapitre II** : porte sur une partie bibliographique qui est consacrée essentiellement à présenter les principales caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques et leurs propriétés pour les différents types de lait.
- **Chapitre III** : regroupe la partie expérimentale qui présente le procédé industriel de fabrication du lait dans la laiterie MATI lait, les matériels et les méthodes utilisés pour l'analyse physicochimique et microbiologique du lait.

- **Chapitre IV** : consacré aux résultats et leurs discussions, qui illustre les résultats des analyses physicochimiques qui nous permettant la détermination des différents paramètres (pH, densité, acidité et la teneur en matière grasse), et les analyses microbiologiques ainsi leurs interprétations.

*Chapitre I :*  
*Présentation de*  
*l'entreprise*

## Introduction

Se présente le mémoire d'une licence professionnelle au sein de l'Institut de Technologie de Bouira, ont réalisé un stage d'une durée de trois mois au sein de la laiterie MATI lait : une entreprise agroalimentaire répondant à ces enjeux du futur.

Dans ce chapitre nous allons présenter l'entreprise d'accueil qui est la laiterie MATI lait : ces services, l'organigramme et quelques chiffres correspondant à cette entreprise.

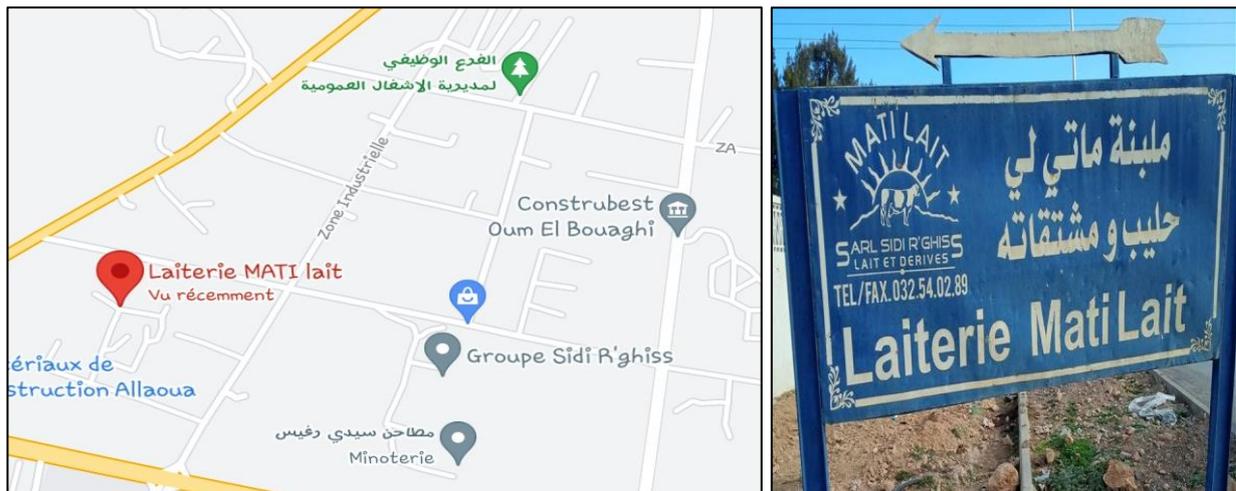
### 1. Présentation de la laiterie MATI lait

La (S.A.R.L) laiterie MATI lait est une société privée de production du lait, elle se situe dans la zone industrielle d'activités et dépôt Sidi R'Ghis, rue 1<sup>er</sup> novembre 1954 dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

C'est une société qui a vu le jour en 09 Septembre 2011 avec le justificatif d'activité commerciale N°B04023099 et un capital d'investissement de 150000000.00 da, sous la responsabilité de Monsieur **KALLI Abdelkader** et de ses associés.

MATI lait est un bâtiment (R +1) étend sur une superficie globale de 2200 m<sup>2</sup> y compris d'un bloc administratif, un forage de 200 mètres, la cour, le laboratoire d'analyses et un atelier de fabrication. Ce dernier comprend :

- Une chaîne de fabrication du lait ; la pasteurisation, l'écémage, la stérilisation, l'emballage.
- Une station de traitement des eaux ; comportent une chaîne du traitement : chloration d'eau, filtration, stérilisation.
- Un magasin de stockage de matière première ; sert à stocker la poudre de lait (26% - 1%) de matière grasse.
- Un magasin de distribution : répartition du lait pasteurisé aux clients d'entreprise.



**Figure I- 1:** Localisation de la situation géographique de la laiterie MATI lait.

- Les activités principales de l'unité :
  - Fabrication du lait : production, commercialisation du lait pasteurisé et le lait fermenté.
  - Fabrication de Cherbet pendant la période estivale.

La technologie adoptée pour la production correspond à la technologie internationale, avec des équipements modernes et performants.

Les produits de cette unité sont distribués dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

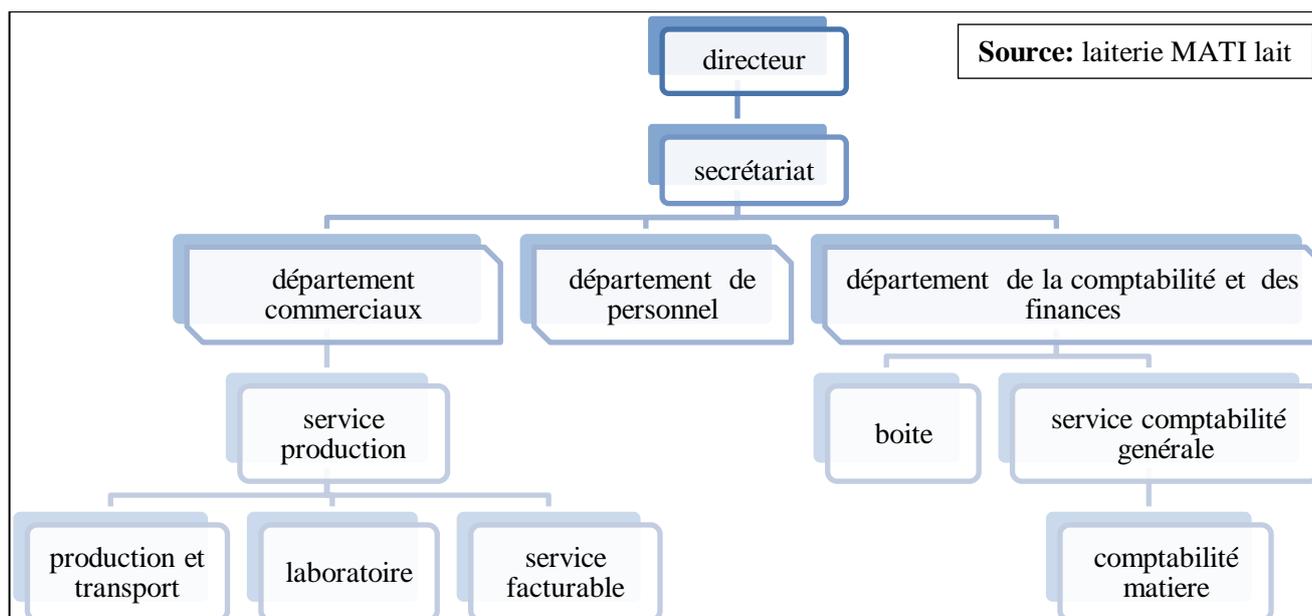
### ***1.1. Structure et organisation interne de l'entreprise***

MATI lait est gérée par un PDG qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial. Selon les renseignements recueillis auprès de l'administration, l'entreprise fonctionne avec un effectif total de 20 personnes ; sa production journalière est de 10000 Litres de lait pasteurisé et le lait fermenté (selon la demande).

En tant que société agro-industrielle, MATI lait s'est fixé les aspirations suivantes :

- Augmenter le nombre des employés à 60 individus.
- Atteindre une production journalière de 60000 l/j, mensuelle de 1800000 l/mois et annuelle de 21900000 l/j.
- Produire autres dérivés : beurre, fromage en portions, camemberts, yaourt et les crèmes glacées.

La laiterie MATI lait est organisée comme illustré en figure I-2 :



**Figure I- 2:** Organigramme de la laiterie MATI lait.

### 1.1.1. Laboratoire des analyses

Le laboratoire d'analyse désigne un laboratoire qui utilise des méthodes normalisées pour l'analyse microbiologique, physique et chimique, les tests et l'analyse de la qualité de l'eau des produits agroalimentaires tels que le lait et les légumes. Depuis janvier 2020, il est dirigé par le chef de service de laboratoire **Mr KOUACHI Nabil**.

Le laboratoire est géré par des chimistes et biologistes qualifiés pour garantir la qualité des analyses. Il est équipé d'outils et d'équipements de mesure pour détecter toute anomalie et contrôler tous les points critiques pouvant entraîner une contamination microbienne ou affecter la qualité nutritionnelle ou organoleptique du produit. Par conséquent, le laboratoire est responsable de la conformité des produits afin de s'assurer que les produits sont de parfaite qualité marchande.

### 1.1.2. Les services au sein de l'entreprise Mati lait :

L'entreprise est dotée des services suivants :

➤ Secrétariat :

Dirigé par une secrétaire, elle s'occupe de : prise de rendez-vous, préparation de réunions, rédaction de compte-rendu, prise en charge de la correspondance professionnelle, archivage, contacts clients, organisation de réunions et congrès, etc.

➤ **Département de personnel :**

Le responsable de personnel est impliqué dans plusieurs processus métiers et travaille en collaboration avec le service comptable et financier. Se charge de préparer les documents nécessaires (contrat de travail, promesse d'embauche). Il doit également suivre et piloter l'activité, les absences et congés, le temps de travail, et des tableaux de bord.

➤ **Département de la finances / comptabilités :**

Le chargé comptable est responsable de la gestion budgétaire, paie, déclaration sociale, prestations sociales, stocks et investissements et de la gestion technique des équipements et matériels de bureau, des achats de fournitures et consommables d'exploitation et maintenance.

➤ **Département commerciaux :**

Le chef service commercial organise la commercialisation du produit/service est secondé par au moins 03 personne pour le suivi des achats / ventes sur le plan financier et le suivi des stocks produits sur le plan technique, assurer les garanties, modèle de bon de commande.

### **1.1.3. Les clients d'entreprise**

La laiterie comprend 10 clients, dont chacun dispose d'une quantité spécifique de lait pasteurisé selon la convention signée entre l'institution, les clients et l'Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL). Ce qui inclut également la région et la population de cette division. Quant aux quantités de lait et autres produits, elles sont déterminées par la demande des clients (propriétaires des magasins).

*Chapitre II :*  
*Généralités sur*  
*le lait*

## Introduction

Le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire des Algériens. Du point de vue de sa teneur énergétique métabolisable, le lait contient une forte concentration en nutriments essentiels : protéines de haute qualité, glucides, lipides, éléments minéraux et vitamines, avec une valeur énergétique d'environ 700Kcal/L (**Mathieu, 1998**).

Par conséquent, le lait sécrété par différentes espèces de mammifères a des caractéristiques communes et contient les mêmes normes de composition : eau, protéines, lactose, minéraux. Le lait liquide est un poids lourd de l'économie Algérienne. Matière première fragile et vivante, le lait suit un parcours précis et réglementé pour garantir sa qualité. A tout âge, il offre une combinaison unique de nutriments essentiels à la santé. Dans ce présent chapitre nous allons présenter des généralités sur le lait, sa composition, ses caractéristiques et son importance nutritionnelle.

### 1. Définition du lait

Le lait est un fluide blanc opaque au goût légèrement sucré qui est un aliment complet et équilibré sécrété par les glandes mammaires des femelles pour assurer la nutrition des petits (**Aboutayeb, 2009**).

Le lait est un mélange assez complexe de corps gras à l'état d'émulsion, de protéines en suspension colloïdale, de sucres et de sels en vraie solution. De plus, il est également riche en phosphore calcique, en vitamines et en enzymes (**Dillon, 1989**).

### 2. Composition du lait

Depuis de nombreuses années, le lait est reconnu comme un aliment nutritif contenant des niveaux élevés de calcium et de protéines. Il est polyvalent dans son utilisation et peut être incorporé dans une variété de formes alimentaires. Il comprend quatre phases fondamentales :

- Une émulsion grasse contenant des globules gras et des vitamines A et D ;
- Une phase colloïdale de micelles de caséine ;
- Une phase aqueuse avec des constituants solubles du lait (lactose, vitamines B et C, sels minéraux et azote non protéique) ;
- Une phase gazeuse d'O<sub>2</sub>, d'azote et de CO<sub>2</sub> dissous qui représentent environ 5 % du volume total du lait.

**Tableau II - 1:** La composition moyenne du lait (Fredot, 2006)

Composants	Teneurs (g/100g)	Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5	Lipides neutres	3.4
Dérivés azotés	3.44	Lipides complexes	<0.05
Protéines	3.27	Composés liposolubles	<0.05
Caséine	2.71	Glucides	4.8
Protéines solubles	0.56	Lactose	4.7
Azote non protéique	0.17	Gaz dissous	5% du volume du lait
Matières grasses	3.5	Extrait sec total	12.8g

### 2.1. L'eau

L'eau est le constituant le plus important (plus de 80 %) du lait. L'existence de dipôles et de paires d'électrons isolés lui confère des caractéristiques polaires, lui permettant de former de véritables solutions avec des substances polaires telles que des glucides et des minéraux, et de former des solutions colloïdales avec des protéines sériques hydrophiles.

En raison de la nature non polaire (ou hydrophobe) des graisses, elles ne se dissolvent pas et ne forment pas d'émulsions huile dans eau (H/E). Il en est de même pour les micelles de caséine, qui forment une suspension colloïdale solide (Amiot, et al., 2002).

### 2.2. La matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras d'un diamètre de 0,1 à 10 µm, composés majoritairement de triglycérides (98%). La matière grasse du lait représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est composée de 65 % d'acides gras saturés et de 35 % d'acides gras insaturés (Jeantet, et al., 2008). Elle contient :

- Grande diversité d'acides gras (150 différents).
- Forte dose d'acides gras à chaîne courte, qui sont absorbés plus rapidement que les acides gras à longue chaîne.
- Quantité élevée en acide oléique (C18:1) et acide palmitique (C16:0).
- Quantité moyenne en acide stéarique (C18:0).



### 2.3. Les matières azotées

La proportion médiocre en protéines du lait normal est d'environ 3,2 %, ce qui représente 95 % de l'azote total du lait. Les 5% restants sont constitués de substances azotées non protéiques (urée, créatine, créatinine, acides aminés, petits peptides, ammoniacque).

Environ 80% des protéines du lait sont composées de caséine, qui précipite à pH 4,6 et forme la matrice du fromage, et les 20% restants constituer la protéine de lactosérum, qui est soluble à toutes les valeurs de pH si elle n'est pas dénaturée (**Mathieu, 1999**).

### 2.4. Les protéines

Les protéines présenté 95% de l'azote total, sont un élément essentiel au bon fonctionnement des cellules vivantes et constituent un élément constitutif essentiel du lait et des produits laitiers (**Amiot, et al., 2002**).

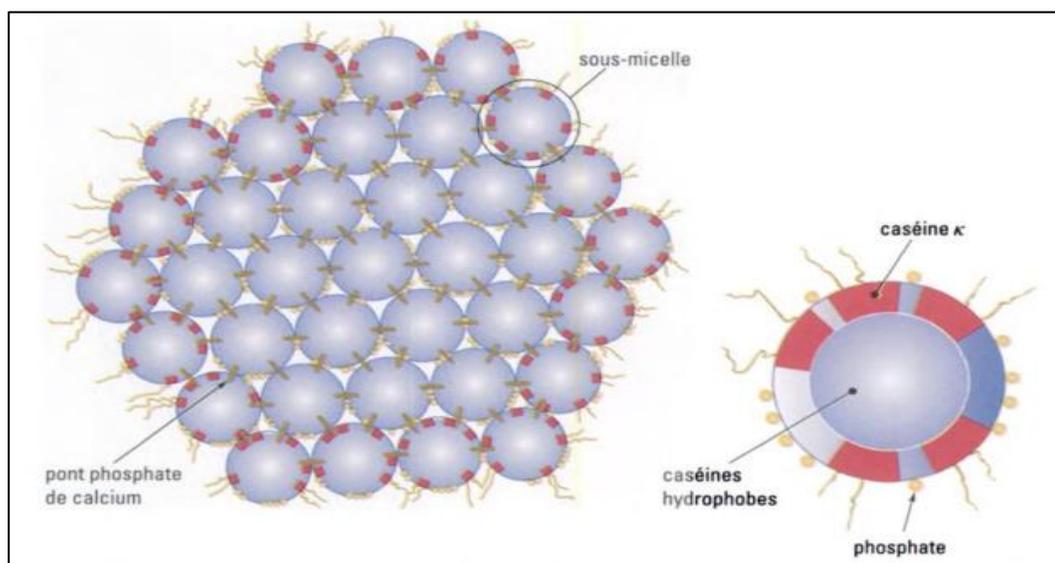
Les protéines du lait sont divisées en deux classes en fonction de leur solubilité dans l'eau et de leur stabilité. Ainsi, on distingue d'une part les différentes caséines qui sont en suspension colloïdale dans la phase aqueuse du lait et les protéines de lactosérum appelées protéines solubles ou protéines de lactosérum. Les caséines sont celles impliquées dans le processus de gélification du lait (**Kabir, 2015**).

#### 2.4.1. Les caséines

Les caséines représentent près de 80 % de toutes les protéines du lait ; elles sont liées les unes aux autres par différentes interactions sous des formes sphériques appelées micelles.

Les micelles de protéines sont composées de 92 % de protéines et de 8 % de minéraux.

- La caséine  $\alpha$ S1 est la protéine la plus abondante du lait puisqu'elle représente environ 40% des caséines.
- La caséine  $\alpha$ S2 représente environ 10% des caséines.
- La caséine  $\beta$  est une protéine qui constitue environ 35% des caséines.
- La caséine K ne représente qu'environ 12% des caséines.



**Figure II- 3:** Structure de la micelle de caséine et sous micelle.

#### 2.4.2. Les protéines de sérum

Les protéines sériques existent sous forme de solution colloïdale, représentant environ 20 % des protéines totales. Les deux principales sont la bêta-lactoglobuline et l'alpha-lactalbumine ; les autres protéines sériques sont les immunoglobulines, l'albumine sérique bovine (SBA) et la lactoferrine.

##### ★ $\beta$ -lactoglobuline

Est la protéine sérique la plus importante puisqu'elle représente environ 55 %. Son point isoélectrique est de 5,1. La lactoglobuline est une protéine contenant 162 acides aminés avec 7 variations génétiques (**Thapon, 2005**).

##### ★ $\alpha$ -Lactalbumine

Est une protéine de 123 acides aminés avec 3 variantes génétiques. Métalloprotéines de type globuline (structure tertiaire quasi-sphérique) (un atome de calcium par mole). Il contient environ 22 % de protéines sériques (**Vignola, 2002**).

##### ★ Immunoglobulines

Également appelées anticorps. L'immunité est soutenue par des glycoprotéines de poids moléculaire élevé, appelées immunoglobulines. Au premier rang des protéines sériques, elles sont extrêmement sensibles à la dénaturation thermique. Trois classes principales d'immunoglobulines, IgA, IgG et IgM, se trouvent dans le colostrum, les IgG étant les plus répandues (**Thapon, 2005**).

★ Sérum albumine bovine (SBA)

Constituant environ 7 % des protéines sériques, l'albumine comprend 582 résidus d'acides aminés. Fait intéressant, le fait de posséder une mutation génétique singulière rend la protéine identique à celle trouvée dans le sérum sanguin (Vignola, 2002).

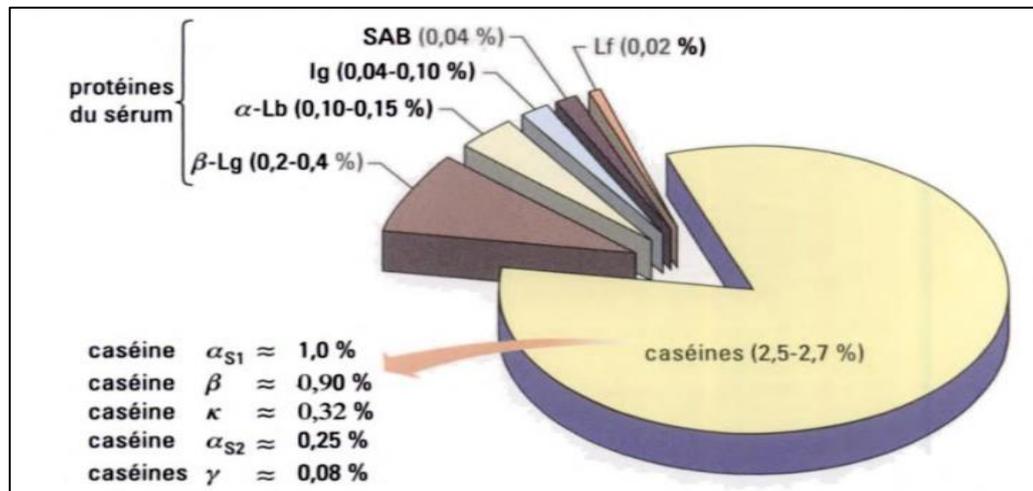


Figure II- 4: Pourcentages des différentes protéines du lait.

### 2.5. Le lactose

Le lait contient des glucides principalement figuré par le lactose, qui est l'ingrédient le plus abondant après l'eau. Sa molécule  $C_{12}H_{22}O_{11}$  est constituée de résidus de galactose liés à des résidus de glucose. Le lactose est synthétisé à partir du sucre sanguin dans les cellules acineuses. Ceci est principalement produit par le foie.

Le lactose est presque le seul glucide du lait, représentant 99 % des glucides du lait à un seul estomac. Il est très stable dans le lait à des teneurs comprises entre 48 et 50 g/l. La teneur montre une légère variation dans le sens inverse de la variation de la teneur en beurre. Le lactose est un type particulier de lactose (Hoden, et al., 1991).

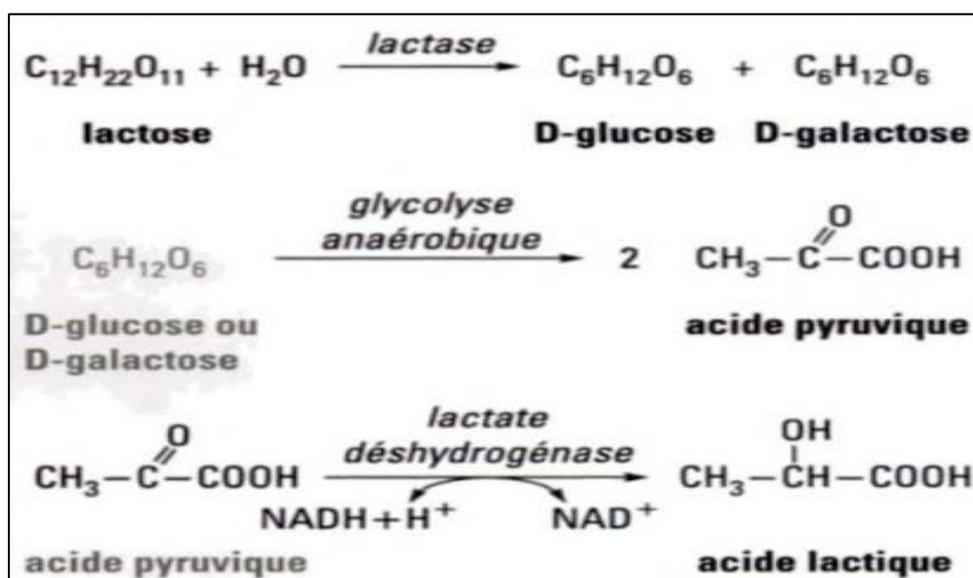


Figure II- 5: Fermentation du lactose.

## 2.6. Les minéraux

La composition minérale du lait n'est pas fixe, fluctuant entre 0,7 % et 0,9 %, influencée par des facteurs saisonniers et alimentaires. Les minéraux essentiels, le calcium et le phosphore, jouent un rôle essentiel dans le maintien de la structure et de la stabilité des micelles de caséine. Le sodium, le plus abondant, avec le potassium, le chlore et le magnésium, sont tout aussi importants car ils sont présents sous forme ionique et entièrement dissous dans la phase aqueuse du lait (Gaucheron, 2004).

Tableau II - 2: La composition minérale du lait de vache (Fredot, 2006)

Minéraux	Teneur (mg/kg)	Minéraux	Teneur (mg/kg)
Sodium (Na)	450	Calcium (Ca)	1200
Magnésium (Mg)	110	Fer (Fe)	0.45
Phosphore (P)	920	Cuivre (Cu)	0.15
Chlore (Cl)	1100	Zinc (Zn)	3.80
Potassium (K)	1500	Iode (I)	0.08

## 2.7. Les vitamines

Les vitamines sont des substances vitales qui jouent un rôle clé en tant que cofacteurs dans les réactions enzymatiques et les échanges intercellulaires. Le corps humain est incapable de les produire par lui-même, rendant les sources externes nécessaires pour les obtenir.

Il existe deux types de vitamines : les hydrosolubles, dont la vitamine C et le groupe des vitamines B, qui sont présentes en quantités constantes, et les liposolubles, comme les vitamines A, D, E et K (Jeantet, et al., 2008).

Le tableau ci-dessous donne la composition du lait en vitamine.

**Tableau II - 3:** La composition vitaminique moyenne du lait (Amiot, et al., 2002)

Vitamines	Teneur moyenne
<b>Vitamines liposolubles :</b>	
<b>Vitamine A ( + carotènes )</b>	17-65 µg/100ml
<b>Vitamine D</b>	2.4 µg/100ml
<b>Vitamine E</b>	100 µg/100ml
<b>Vitamine K</b>	5 µg/100ml
<b>Vitamine hydrosolubles :</b>	
<b>Vitamine C (acide ascorbique)</b>	2 mg/100ml
<b>Vitamine B1 (thiamine)</b>	45 µg/100ml
<b>Vitamine B2 (riboflavine)</b>	175µg/100ml
<b>Vitamine B6 (pyridoxine)</b>	50 µg/100ml
<b>Vitamine B12 (cyanocobalamine)</b>	0.45 µg/100ml
<b>Niacine et niacinamide</b>	90 µg/100ml
<b>Acide pantothénique</b>	350 µg/100ml
<b>Acide folique</b>	5.5 µg/100ml
<b>Vitamine H (biotine)</b>	3.5 µg/100ml

## 2.8. Les enzymes

Les enzymes sont cruciales pour catalyser les réactions biologiques. Cependant, ils ont une vulnérabilité unique : des températures élevées qui provoquent une dénaturation et une inactivation. De plus, leur activité est limitée à des plages de température et de pH spécifiques.

Le lait contient environ 60 enzymes clés qui servent à diverses fins vitales. Ces enzymes peuvent soit décomposer les composants fondamentaux du lait, soit le protéger contre l'invasion bactérienne. De plus, ils peuvent indiquer la qualité hygiénique et la nécessité de traitements thermiques spécifiques tout en servant également d'indicateurs des espèces de lait (Pougheon, 2001).

Les caractéristiques des principaux enzymes du lait sont données en tableau II-4.

**Tableau II - 4:** Caractéristiques des principaux enzymes du lait(Vignola, 2002)

Groupe d'enzymes	Classe d'enzymes	pH	T°	Substrat
<b>HYDROLASES</b>	Estérases : Lipase	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9 - 10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	Esters phosphoriques
	Protéase: Lysozyme	7.5	37	Paroi cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
<b>DESHYDROGENASES / OXYDASES</b>	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéine, Peptides
	Xanthine oxydase	8.3	37	Base puriques
<b>OXYGENASES</b>	Lactoperoxydase	6.8	20	Compose réducteur + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Catalase	7	20	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

### 3. Composants chimiques indésirables du lait

Le lait peut contenir des substances, soit sous forme de composants bruts, soit sous forme de composés métabolisés, qui sont ingérées ou inhalées par les animaux. Les matières étrangères peuvent provenir de l'alimentation (engrais et produits phytosanitaires) ou de l'environnement prescrit à l'animal (médicaments, antibiotiques, hormones) (Mathieu, et al., 1977).

#### 3.1. Antibiotique

Les résidus d'antibiotiques, surtout si ces substances sont utilisées par voie topique pour traiter les mammites, présentent un double inconvénient par leur présence dans le lait. Par conséquent, ils peuvent être allergènes et cancérigènes pour les consommateurs. Chez les sujets sensibles, ils peuvent favoriser l'établissement d'une flore endogène résistante aux antibiotiques (Michell, 2005) (Morel, 1962).

#### 3.2. Pesticides

Les débris de pesticides sont des substances liposolubles polychlorées et s'accumulent donc dans les réserves de graisse. Dès de la liquidation des graisses, les substances stockées sont soudainement remises en circulation et des symptômes d'intoxication peuvent survenir (Beroza, et al., 1996).

### 3.3. Métaux

Parmi les métaux contaminant le lait à des niveaux pouvant être préoccupants pour la santé : le sélénium, l'arsenic, le plomb et le mercure (**Vanier, 2005**).

## 4. Caractéristiques du lait

### 4.1. Caractéristiques physicochimiques

La compréhension des propriétés physico-chimiques du lait est d'une importance indéniable puisqu'elle sert de meilleur évaluer la qualité des matières premières et de planifier les manipulations et les opérations techniques appropriées. Les essentielles caractéristiques physico-chimiques pratiquées dans l'industrie laitière sont le point de congélation, le point d'ébullition, la densité, le pH du lait et l'acidité.

#### 4.1.1. Densité

La densité du lait varie entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C. Le lait laitier en vrac a une densité de 1,032 à 20°C. Le lait écrémé est supérieur à 1,035. Le lait écrémé et le lait humide peuvent avoir une densité normale (**Mathieu, 1999**).

#### 4.1.2. Acidité titrable

Dans l'industrie laitière, l'acidité du lait joue un rôle important dans la détermination de sa fraîcheur. Celui-ci est mesuré en "degré Dornic" (°D), qui représente la quantité d'acide lactique présente. Plus précisément, 1°D équivaut à 0,1 g d'acide lactique. L'acidité titrable du lait est comprise entre 15°D et 18°D, ce qui équivaut à 0,15% et 0,18% d'acide lactique (**Amiot, et al., 2002**).

#### 4.1.3. pH du lait

En raison des différences de constitution chimique (surtout caséine et phosphate), ainsi que des différences de conditions environnementales, le pH du lait varie d'une espèce à l'autre (les animaux, la nourriture...).

La valeur du pH peut refléter la fraîcheur du lait. Le pH du lait frais est d'environ 6,7 (**Mathieu, 1998**).

#### 4.1.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est juste en dessous à celui de l'eau pure en raison des solides solubilisés qu'il contient. Cette propriété est mesurée pour déterminer s'il y a de l'eau ajoutée. La valeur moyenne de cette propriété physique est d'environ  $-0,54$  à  $-0,55^{\circ}\text{C}$ , ce qui correspond à la température de congélation du sérum sanguin (Mathieu, 1998).

#### 4.1.5. Point d'ébullition

Le point auquel la pression des vapeurs d'une substance ou d'une solution donnée est égale à la pression exercée est appelé point d'ébullition. Le point d'ébullition est affecté par les solides dissous. Il est supérieur au point d'ébullition de l'eau, qui est de  $100,5^{\circ}\text{C}$  (Amiot, et al., 2002).

**Tableau II - 5:** Les constantes physiques usuelles du lait de vache (Luquet, 1985)

Constantes physiques	Valeur
pH (20°C)	6,5 à 6,7
Acidité titrable (°D)	15 à 18
Densité	1,028 à 1,036
Température de congélation (°C)	(-0,51) à (-0,55)
Point d'ébullition (°C)	100,5

### 4.2. Caractéristiques organoleptiques

La qualité sensorielle d'un produit diminue avec le temps, le temps de stockage, la température et leur combinaison, affectant de manière significative les attributs sensoriels globaux. Un lait de bonne qualité sensorielle a des caractéristiques typiques telles que la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité, etc.

#### 4.2.1. La couleur

Le lait a une couleur blanc terne, principalement en raison de la graisse, du pigment carotène (les vaches convertissent le B-carotène en vitamine A, qui va directement dans le lait (Fredot, 2006)).

#### 4.2.2. L'odeur

Cette odeur est caractéristique du lait en raison de sa teneur en matière grasse associée à l'odeur animale. Ils sont liés à l'environnement de traite, à l'alimentation (l'ensilage favorise la croissance des bactéries butyriques, puis le lait dégage une forte odeur), à la protection (acidification du lait avec de l'acide lactique pour lui donner un goût acide) (**Vierling, 2003**).

#### 4.2.3. La saveur

Le goût du lait nature frais est délicieux. Le lait chauffé (pasteurisé, bouilli ou stérilisé) a un goût légèrement différent du lait cru. Nourrir les vaches avec certaines plantes d'ensilage peut conférer des saveurs inhabituelles, en particulier amères, au lait. L'amertume peut également survenir dans le lait en raison de la prolifération de certaines bactéries extra-mammaires (**Thieulun, et al., 1967**).

#### 4.2.4. La viscosité

Selon les espèces, on distingue : lait visqueux chez les animaux monogastriques (jument, ânesse, carnivores et femme). Les herbivores ont un lait moins visqueux (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache). On parle de lait protéiné (**Alais, 1984**).

### 4.3. *Caractéristiques microbiologiques*

La composition du lait détermine qu'il s'agit d'un substrat très favorable au développement des micro-organismes (**Guiraud, 2003**).

#### 4.3.1. Flore primitive

Le lait collecté d'animaux sains dans de bonnes conditions contient très peu de micro-organismes (moins de 10<sup>3</sup> bactéries/ml). La flore primaire des produits laitiers a été définie comme l'ensemble des microbes présents dans le lait à la sortie du pis, les genres prédominants étant essentiellement mésophiles. Ce sont des microcoques, mais aussi des lactobacilles et des lactobacilles. Ces plus ou moins de micro-organismes sont étroitement associés aux aliments et n'ont pas d'impact significatif sur la qualité et le rendement du lait. Le tableau suivant répertorie les principaux microorganismes originaux du lait et leurs proportions relatives (**Guiraud, 2003**).

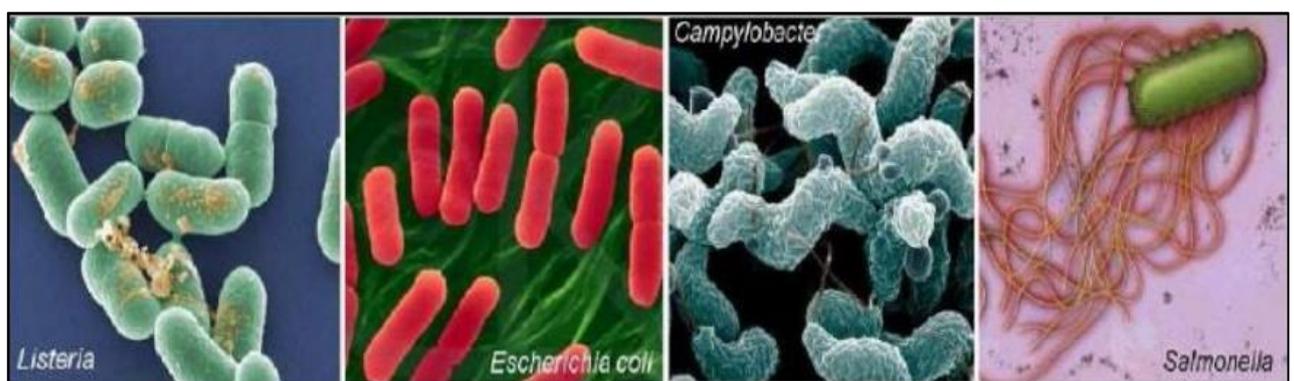
**Tableau II - 6:** La flore originelle du lait cru de vache(Vignola, 2002)

Microorganismes	Pourcentage (%)
Micrococcus	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou Lactococcus	< 10
Gram négatif	<10

#### 4.3.2. Flore contaminant

Le lait est contaminé par des micro-organismes provenant de diverses sources :

- **Fèces et surfaces corporelles des animaux:** coliformes, entérocoques, clostridium, éventuellement entérobactéries pathogènes (salmonelles, shigelles, yersinies, etc) ;
- **Sol :** Streptomyces, Listeria, sporozoïtes, spores de champignons, etc. ;
- **Litière et nourriture :** flore générale variée, notamment Lactobacilles, Clostridium butyricum (ensilage).
- **Air et eau :** flores diverses, dont pseudomonas, spores, etc ;
- **Matériel de traite et de conservation du lait :** microcoques, levures et bactéries lactiques dont Lactobacilles, Streptococcus (Streptococcus, Lactococcus, Enterococcus), Leuconostoc, etc. Cette flore est généralement endémique à une plante ;
- **Manipulateurs :** staphylocoques lors de la traite et bactéries provenant de l'infection fécale (FAO, 2010)



**Figure II- 6:** Les différentes bactéries infectieuses du lait (Vignola, 2002)

## 5. Importance nutritionnelle

Le lait a un impact significatif sur l'alimentation humaine, fournissant à la fois des nutriments essentiels et des calories. Un seul litre de lait contient environ 750 Kcal, qui sont facilement absorbés par l'organisme. De plus, le lait est un aliment hautement nutritif, offrant une valeur nutritionnelle supérieure par rapport aux autres aliments. Ses bienfaits nutritionnels comprennent :

- Un fournisseur fiable de protéines de haute qualité avec une excellente valeur biologique.
- Origine primaire du calcium ;
- Une source de lipides.
- Une excellente source de vitamines.

Le lait est une boisson riche en minéraux qui constitue une excellente source de cofacteurs et de régulateurs enzymatiques pour le métabolisme humain. De plus, c'est une source précieuse de vitamines liposolubles A, D et E, en plus des vitamines hydrosolubles B1, B2 et B3. Néanmoins, le lait est pauvre en minéraux de fer et de cuivre et ne contient aucune fibre.

*Chapitre III:*  
*Méthodes et*  
*matériels*

## **Introduction :**

Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait et de ses dérivés sont indissociables de leur qualité et tout écart par rapport aux normes peut entraîner des modifications de la composition et des propriétés sensorielles du lait.

L'objectif des travaux menés est de suivre le procédé industriel de fabrication du lait au sein de l'entreprise et d'évaluer la qualité du lait commercialisé en examinant ses propriétés physico-chimiques et bactériologiques.

## **1. Procédé industriel de fabrication du lait dans l'entreprise**

Le lait à base de poudre pasteurisé se fait comme suit :

### ***1.1. Traitement de l'eau***

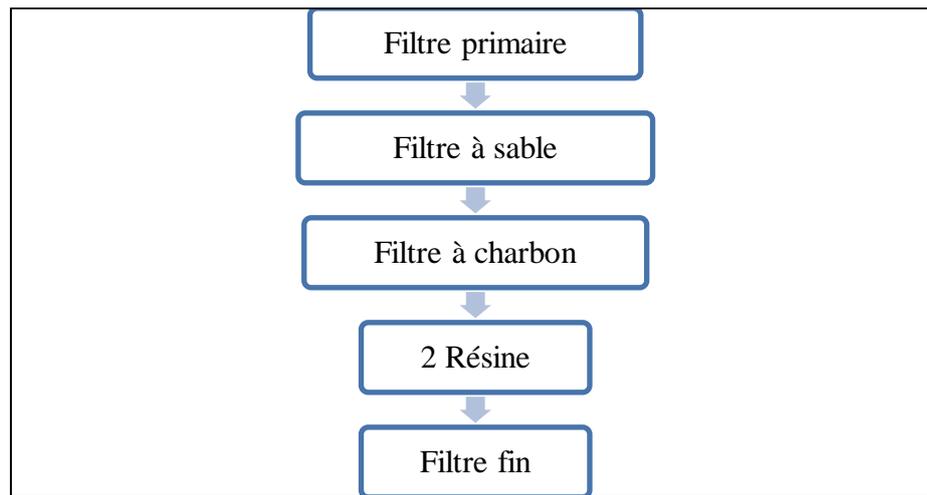
L'usine comprend un forage de 200m d'ou on récolte l'eau. Cette eau est transmise dans une bâche à eau de 20000 litres.

#### **1.1.1. Chloration de l'eau**

Pour désinfecter l'eau, les réservoirs de stockage de 3000 litres nécessitent l'ajout de 1 litre d'eau de Javel.

#### **1.1.2. Filtration**

Pour garantir que l'eau est propre à la consommation, elle subit un processus de filtration composé de plusieurs filtres qui éliminent les germes nocifs et les polluants. Le diagramme ci-dessous fournit un résumé de ce processus :



**Figure III- 1:** filtration de l'eau.

- En utilisant le filtre primaire, on peut facilement éliminer les grosses particules ou les éléments grossiers.
- L'eau circule à un rythme relativement lent à travers une couche de sable de haute qualité dans le filtre à sable.
- L'utilisation d'un filtre à charbon aide à réduire le chlore et les matières organiques. Pour éliminer les effets de la dureté de l'eau, des résines sont utilisées pour remplacer les ions calcium et magnésium par des ions sodium. Les résines agissent en s'accrochant aux ions calcium et magnésium et en créant progressivement un nouvel équilibre.
- Un filtre de haute qualité est utilisé pour éliminer les résidus fins restants.



**Figure III- 2:** Appareillage du traitement d'eau.

### 1.1.3. Stérilisation

Pour stériliser l'eau, celle-ci passe par un système équipé de rayons ultraviolets.

## 1.2. La reconstitution

Pour éviter la formation de grumeaux et améliorer la solubilité de la poudre, un mélange de deux poudres de lait est utilisé dans le processus de reconstitution, une poudre de lait entier à 26 % de matière grasse et l'autre poudre écrémée à 0 % de matière grasse, mélangées dans de l'eau chauffée à 45 °C.



Figure III- 3: La poudre du lait utilisé dans l'entreprise.

## 1.3. La pasteurisation

Pour préparer le lait, il est chauffé à une température précise de 85°C et maintenu à ce niveau pendant une durée déterminée de 5 minutes, puis refroidi rapidement à 7°C en seulement 5 secondes.



Figure III- 4: L'appareil de pasteurisateur.

### 1.4. Le refroidissement :

Le lait est transporté vers des cuves de réfrigération, chacune d'entre elles étant équipée d'un moteur de réfrigération pour maintenir une température de 7°C.

### 1.5. L'emballage

Une lampe ultraviolette est utilisée pour stériliser les sacs.



Figure III- 5: Le produit finis du lait pasteurisé.

### 1.6. Le stockage

Le processus se déroule à l'intérieur de la zone de stockage, où la température est maintenue en dessous de 10°C.

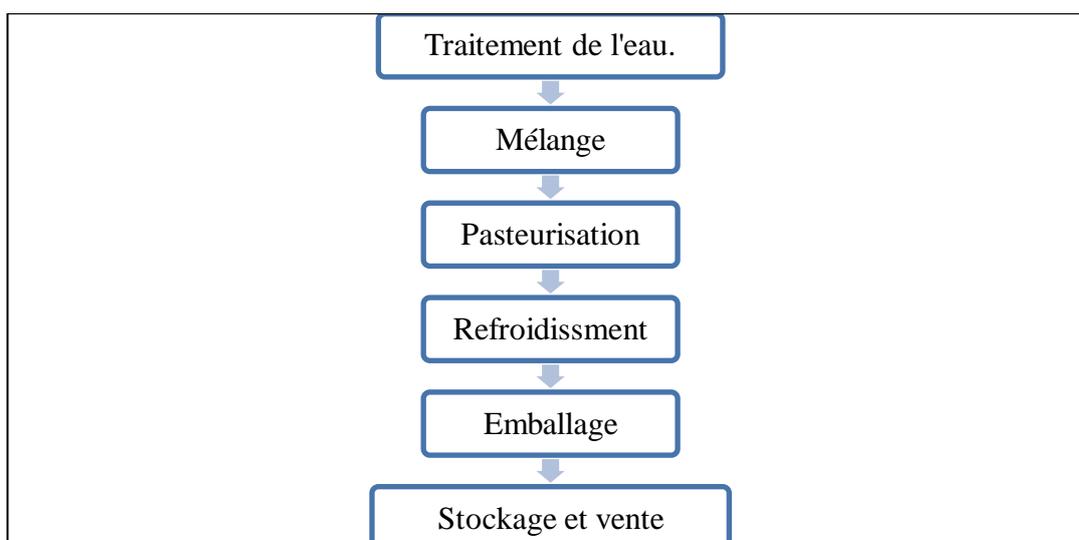


Figure III- 6: Diagramme de la fabrication du lait a base de poudre.

## 2. Echantillonnages et prélèvement

L'acquisition de résultats d'analyse valides dépend de l'acte d'échantillonnage. Il est indéniable que la bonne exécution de ce processus est cruciale pour obtenir une représentation de l'échantillon à la fois complète et précise.

Conformément à la norme (AFNOR, 1986), une personne habilitée et formée à la technique appropriée doit conduire le prélèvement. Suite à l'échantillonnage, les échantillons doivent être scellés et étiquetés avec les informations concernant la nature du produit, le numéro d'identification, ainsi que le nom et la signature de la personne responsable du prélèvement des échantillons.

Les analyses physico-chimiques sont portées sur un seul échantillon et les analyses microbiologiques sur 5 échantillons.

Les échantillons pris au laboratoire ainsi que les dates des prélèvements ; de la fabrication et de péremption sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau III- 1:** Les échantillons pris au laboratoire.

Echantillons	Date du prélèvement	Date de fabrication	Date de péremption
<i>les analyses physico-chimiques :</i> 01 sachet du lait pasteurisé partiellement écrémé.	26/02/2023	26/02/2023	01/03/2023
<i>les analyses microbiologiques :</i> 05 sachets du lait pasteurisé partiellement écrémé.	26/02/2023	26/02/2023	01/03/2023

## 3. Les analyses physico-chimiques

Pour déterminer la qualité du lait pasteurisé, des analyses physico-chimiques sont effectuées selon les directives établies par les normes algériennes et ISO. Ces tests englobent une gamme de mesures, notamment :

- Détermination du pH ;
- Détermination de la densité (par thermo-lactodensimètre) ;
- Détermination de l'acidité titrable (par titration) ;
- Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique).

### 3.1. Mesure du pH

#### Principe

Le concept de pH est défini comme l'évaluation de l'activité des ions  $H^+$  au sein d'une solution donnée. La détermination du niveau de pH est utilisée pour recueillir des informations sur l'état sanitaire du lait. Pour mesurer le niveau de pH des échantillons de lait, un pH-mètre est utilisé.

#### Mode opératoire

- Pour obtenir une mesure précise, commencez par retirer le bouchon de remplissage de l'électrode. Maintenez ensuite l'électrode en position verticale à l'aide d'un support en veillant à ce qu'elle ne touche pas les parois du récipient. Enfin, tenez compte de la température du produit lors de la mesure.
- Une fois l'affichage stabilisé, enregistrer immédiatement la valeur du pH et indiquer la température à laquelle la mesure a été prise lors de l'expression du résultat.
- Après utilisation, l'électrode doit être rincée immédiatement à l'eau distillée et conservée conformément aux recommandations de (AFNOR, 2004).



Figure III- 7: UnpH-mètre.

### 3.2. Détermination de la densité

#### Principe

Pour déterminer la densité d'un échantillon, on utilise un thermo-lactodensimètre qui fournit à la fois les mesures de température et de densité. La détermination de la densité revêt une importance significative car elle permet la détection de pratiques frauduleuses telles que l'ajout d'eau au lait.

### Mode opératoire

- Pour éviter la formation de mousse ou de bulles d'air, versez le lait dans une éprouvette graduée inclinée.
- Positionner l'éprouvette, maintenant remplie, dans une orientation verticale.
- Immerger soigneusement le lactodensimètre dans le lait ;
- Il est conseillé d'attendre une trentaine de secondes à une minute avant de lire la masse volumique à 20C° sur le thermo lactodensimètre.



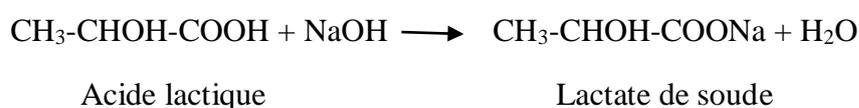
**Figure III- 8:** Mesure de la densité par thermo lactodensimètre.

La lecture sur le thermo lactodensimètre correspond directement à la densité de l'échantillon mesuré.

### 3.3. Détermination de l'acidité du lait

#### Principe

Pour mesurer l'acidité titrable du lait, une méthode basée sur un dosage acide-base est utilisée. Il s'agit d'utiliser une solution d'hydroxyde de sodium NaOH, associée à un indicateur coloré adapté (AFNOR, 1986), pour analyser un échantillon de lait. La réaction qui a lieu au cours de ce processus peut être décrite comme suit :



### Mode opératoire

Voici le procédé utilisé pour déterminer l'acidité :

- A l'aide d'un doseur, versez exactement 10 ml de lait dans un bécher.
- À l'aide d'une pipette, ajoutez 3 à 4 gouttes de phénolphtaléine.
- Ajouter progressivement d'hydroxyde de sodium (NaOH) et continuer à remuer jusqu'à ce que la solution change de couleur en rose moyen à rose pâle.



**Figure III- 9:**Protocole de la détermination de l'acidité du lait.

### Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en degré Dornic en appliquant la formule suivant :

$$A = V.10 (D^{\circ})$$

D'où : **A** : acidité titrable ;

**V** : volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium (soude Dornic).

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

Afin d'identifier les cas de fraude au lait écrémé et de s'assurer que les niveaux de matières grasses du lait sont cohérents, une méthodologie particulière est utilisée. Cette méthodologie est connue sous le nom de méthode Gerber et son approche implique l'utilisation d'un outil appelé butyromètre (NA, 2018).

### Mode opératoire

- Utiliser une pipette pour introduire précisément 10 ml d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) dans le butyromètre ;
- Verser 11 ml de lait sur le bord du butyromètre ;
- Inclure 1 ml d'alcool 2- methyl-1-butanol ( $C_5H_{12}O$ );
- Bien homogénéiser et sceller hermétiquement le butyromètre ;
- Faites tourner la centrifugeuse à 1200 rotations par minute pendant une durée de 5 minutes.



**Figure III- 10:** Protocole de la détermination du taux de la matière grasse par la méthode de Gerber.

### Expression des résultats

Le résultat est exprimé en g/l et la lecture se fait directement sur le butyromètre.

$$MG = (B-A)$$

**MG** : la teneur en matière grasse.

**A** : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse ;

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

## 4. Les analyses bactériologiques

L'évaluation du lait par analyse bactériologique est un processus crucial dans l'industrie. Cette procédure garantit que les attributs organoleptiques et sensoriels du lait sont préservés et, par conséquent, la durée de conservation du lait est prolongée tandis que le risque de maladies d'origine alimentaire est minimisé. En effet, une telle analyse détecte la présence de micro-organismes pathogènes avant que le lait ne soit donné aux consommateurs (**Vignola, 2002**).

L'objectif des analyses de cette étude est ancré dans les normes microbiologiques qui sont décrites dans le Journal Officiel de la République Algérienne (J.O.R.A) n° 39 en date du 02 juillet 2017. La portée de ces analyses est orientée vers :

- Les entérobactéries ;
- Les coliformes fécaux ;
- Les staphylococcus aureus ;
- Les germes aérobies.

### 4.1. Préparation des dilutions

La conformité de la préparation des échantillons, des suspensions et des dilutions décimales pour l'examen microbiologique des produits alimentaires à la norme (**ISO, 2018**).

- **Préparation des dilutions décimales**

Pour obtenir la dilution souhaitée, commencez par ajouter 1 ml de suspension mère dans un tube qui contient déjà 9 ml d'eau salée tryptone (TSE). Il est important de bien homogénéiser le mélange. Ce processus doit être répété jusqu'à ce que le niveau de dilution souhaité soit atteint ( $10^{-1}$ ).

Pour assurer la précision lors des dilutions décimales, il est crucial de remplacer les pipettes entre chaque dilution.

### 4.2. Dénombrement des entérobactéries (ISO, 2018)

Les entérobactéries sont un type de bactérie qui peut coloniser le tube digestif sans provoquer d'infection. Cependant, il est important de noter que dans des circonstances spécifiques, ces bactéries peuvent entraîner des infections telles que la pneumonie ou des infections des voies urinaires (**Guiraud, 2003**).

### Mode opératoire

- A l'aide de dilutions décimales, prélever 1 ml de l'échantillon et le transférer aseptiquement dans une boîte de Pétri spécialement préparée et numérotée à cet effet.
- Enfin, ajouter environ 10 ml de gélose hektoène pour compléter le mélange.
- Créer des mouvements circulaires en forme de "8" et laisser la substance se solidifier sur une paillasse, puis le placer dans un incubateur à une température de 37°C pendant une durée de 24 heures.



**Figure III- 11:** La gélose hektoene.

Les entérobactéries présentent des colonies violettes, entourées ou non d'un halo violet de sels biliaires précipités.

### Expression des résultats

$$\text{Nombre des germes} = \frac{\Sigma c}{2.02 \times d} \quad (\text{Équation 1})$$

- c: Nombre de colonie comptée par boîte;
- d: Facteur de dilution à partir du quel le premier comptage a été obtenu.

### 4.3. Dénombrement coliformes fécaux

#### Principe

La technique de colimétrie est principalement utilisée dans le but de rechercher et de dénombrer les coliformes, fournissant un aperçu de la contamination fécale.

#### Mode opératoire

La méthode d'inoculation sur gélose lactose désoxycholate est utilisée pour tester la présence de coliformes fécaux.

- Les boîtes de pétri sont remplies avec 1 ml de chaque dilution  $10^{-4}$ , qui est suivie par l'ajout de gélose au désoxycholate lactose fondu.
- Pour assurer l'homogénéité, des mouvements circulaires sont appliqués, suivis de l'application d'une seconde couche mince du même milieu sur la surface après solidification de la gélose, qui est ensuite laissée gélifier à température ambiante.
- Pour les coliformes « fécaux », l'incubation se déroule sur une durée de 24 heures à une température de  $44^{\circ}\text{C}$ .

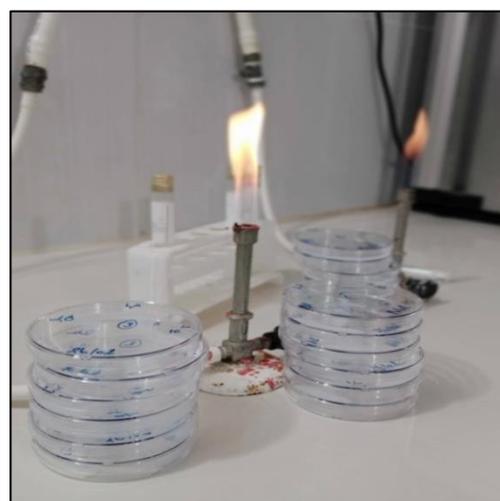
### Lecture

Les colonies de coliformes prennent une forme lenticulaire et ont une teinte violette avec un anneau qui apparaît de couleur rosâtre.

L'expression du résultat était en UFC/ml (unités formant colonies par millilitre) de lait.



**Figure III- 12:**La gélose lactose



**Figure III- 13:** Les boites pétris.  
Audesoxycholate.

#### 4.4. Dénombrement des *staphylococcus aureus*

##### Principe

Afin de détecter la présence de *Staphylococcus* dans les aliments destinés à la consommation humaine ou animale, la gélose Baird Parker est utilisée comme milieu de culture en utilisant cette méthode. Ce dernier facilite le comptage et l'identification des *Staphylococcus* dans les produits alimentaires. Cette technique est conforme aux normes édictées par (AFNOR, 2004)(ISO, 2017).

### Mode opératoire (ISO6888-1/A2)

- transférer 1 ml de l'échantillon (dilué) dans une boîte de Pétri puis ajouter une goutte de jaune d'œuf et de tellurite de potassium.
- Remplir les boîtes de Pétri avec de la gélose Baird Parker.
- Créez une forme en "8" en effectuant des mouvements circulaires.
- Pour incuber les boîtes, elles sont maintenues à une température de 37°C pendant une durée de 48 heures.

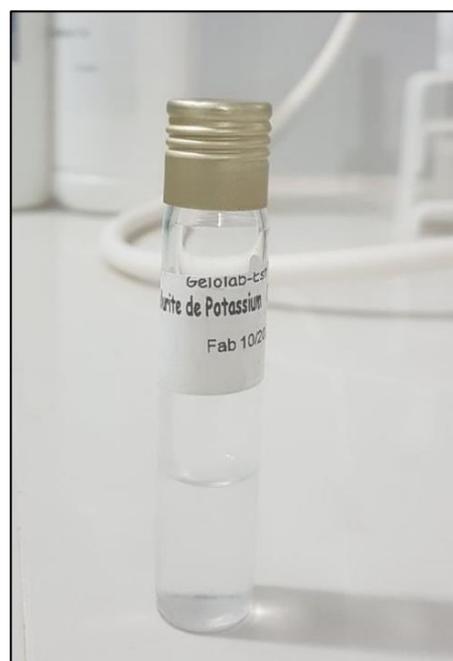
Pour déterminer le nombre de colonies caractéristiques, observez la présence d'un centre de tellure noir, d'un halo clair et d'une bordure blanche opaque entourant la colonie.

### Lecture

Les colonies de *Staphylococcus aureus* ont des caractéristiques distinctes qui incluent le développement de colonies noires brillantes de forme convexe et encerclées par un anneau de jaune d'œuf qui a été allégé en raison de la protéolyse (mesurant entre 2 et 5 mm de diamètre). Dans le halo, il peut y avoir une région opaque visible.



**Figure III- 14:** La gélose Baird Parker.



**Figure III- 15:** Le tellurite de potassium.

#### 4.5. Dénombrement des germes aérobies

Selon les recherches de (Guiraud, 2003), la FAMT (ou flore aérobie mésophile totale) constitue un indicateur fiable pour évaluer la qualité globale, la sécurité et la stabilité des produits, ainsi que la propreté des installations.

##### Principe

Lorsqu'il s'agit de quantifier la flore aérobie mésophile trouvée dans des échantillons de lait et d'eau pasteurisés, la gélose nutritive et la gélose PCA sont les méthodes les plus couramment utilisées.

Afin d'incuber des boîtes de Petrie, il est nécessaire de maintenir une température de 37°C pendant une période de 48 heures.

##### Mode opératoire

- À l'aide d'une seringue, injecter 1 ml de l'échantillon dans les boîtes de pétri.
- Ensuite, continuez à verser la gélose nutritive qui a été surfondue.
- Pour assurer l'homogénéisation, effectuez des mouvements circulaires, et assurez-vous que chaque dilution contient au moins deux boîtes.
- Une fois le processus de solidification terminé, les boîtes doivent être incubées pendant une période de 48 heures à une température de 37°C.



Figure III- 16: La gélose nutritive.

### Expression des résultats

Pour déterminer le nombre de micro-organismes par ml, les boîtes choisies sont celles avec un nombre de colonies de 20 à 300. Cela se fait en calculant l'unité formant colonie (UFC/ml) à l'aide de la formule fournie.

$$\text{Nombre des germes} = \frac{\Sigma c}{(n1+0.1n2)d} \quad (\text{Équation 2})$$

- $\Sigma$ : Somme.
- c: Nombre de colonies comptées par boîte;
- n1: Nombre de boîtes utilisées pour la première dilution;
- n2: Nombre de boîtes utilisées pour la deuxième dilution;
- d: Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.



**Figure III- 17:** Les bilans microbiologiques.

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

## Introduction

Ce chapitre fournit un compte rendu détaillé des résultats et des discussions, mettant en évidence les résultats des analyses physico-chimiques qui ont permis de déterminer des paramètres tels que le pH, la densité, l'acidité et la teneur en matières grasses, ainsi que les analyses microbiologiques et leurs interprétations.

### 1. Résultats d'analyses physico-chimiques du lait pasteurisé

Pendant quatre jours consécutifs, quatre échantillons de lait pasteurisé ont été soumis à une analyse physico-chimique dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau IV- 1:** Résultats des analyses physicochimiques du lait.

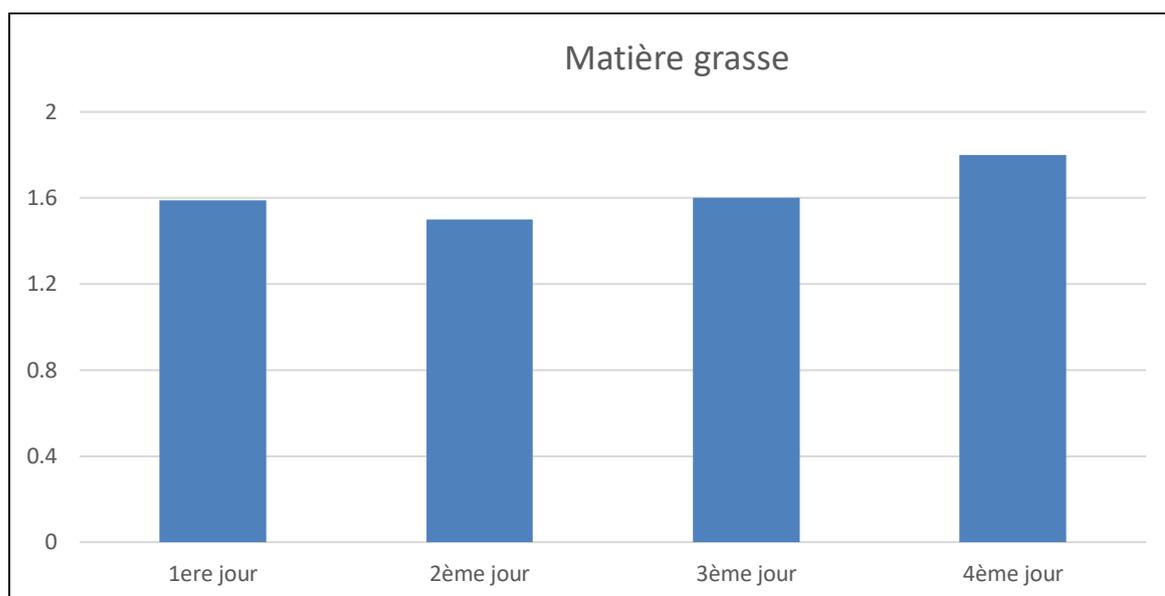
Paramètres Échantillons	pH	Densité (Kg/m <sup>3</sup> )	Matière grasse (g/l)	Acidité titrable (°D)
1 <sup>er</sup> jour	6.76	1032.6	1,59	15.9
2 <sup>eme</sup> jour	6.78	1033	1,5	15.8
3 <sup>eme</sup> jour	6.77	1030	1,6	15.6
4 <sup>eme</sup> jour	6.77	1033	1,8	15.6
<b>Normes (JORA N°35,1998)</b>	<b>6.6-6.8</b>	<b>1.032 –1.034</b>	<b>1.5 –2.0</b>	<b>14-16</b>

## 2. Discussion des analyses physico-chimique

### 2.1. Matière Grasse (MG)

Selon les données présentées en figure IV-1, l'histogramme, la teneur en matières grasses des quatre échantillons analysés a été mesurée en (g/l). Nos résultats indiquent que la teneur en matières grasses variait de 1,59 à 1,8 (g/l), et aucune différence significative n'a été observée entre les échantillons.

La norme (**J.O.R.A., 1998**) fixe généralement la plage de 1,5 à 2,0 g/l, et sur cette base, cette observation est généralement conforme à la norme établie.

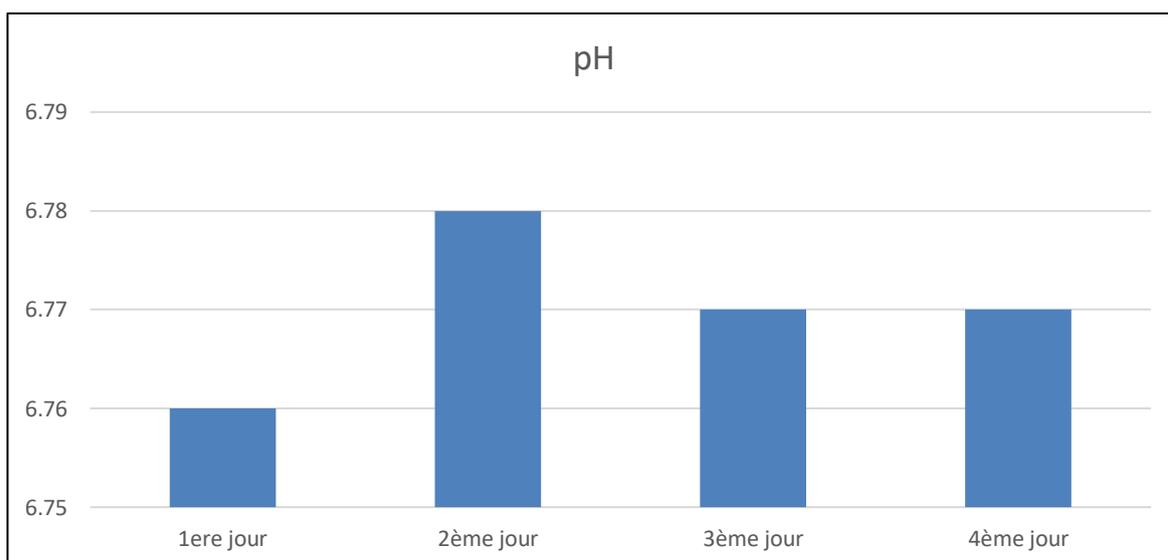


**Figure IV- 1:** Teneur de la matière grasse des échantillons analysés.

## 2.2. pH

En observant les résultats présentés dans la figure IV-2 ci-dessous, on peut voir qu'il n'y a pas d'écart notable entre les quatre échantillons analysés et les valeurs de leurs pH correspondantes (6,78 - 6,76), qui se situent dans la plage spécifiée par la norme JORA (2 juillet 2017) qui est de 6,6 à 6,8.

Selon (Mathieu, 1998), le pH du produit est maintenu à un niveau proche de la neutralité, ce qui permet de le conserver pendant une période prolongée sans compromettre sa valeur nutritionnelle et ses propriétés organoleptiques.



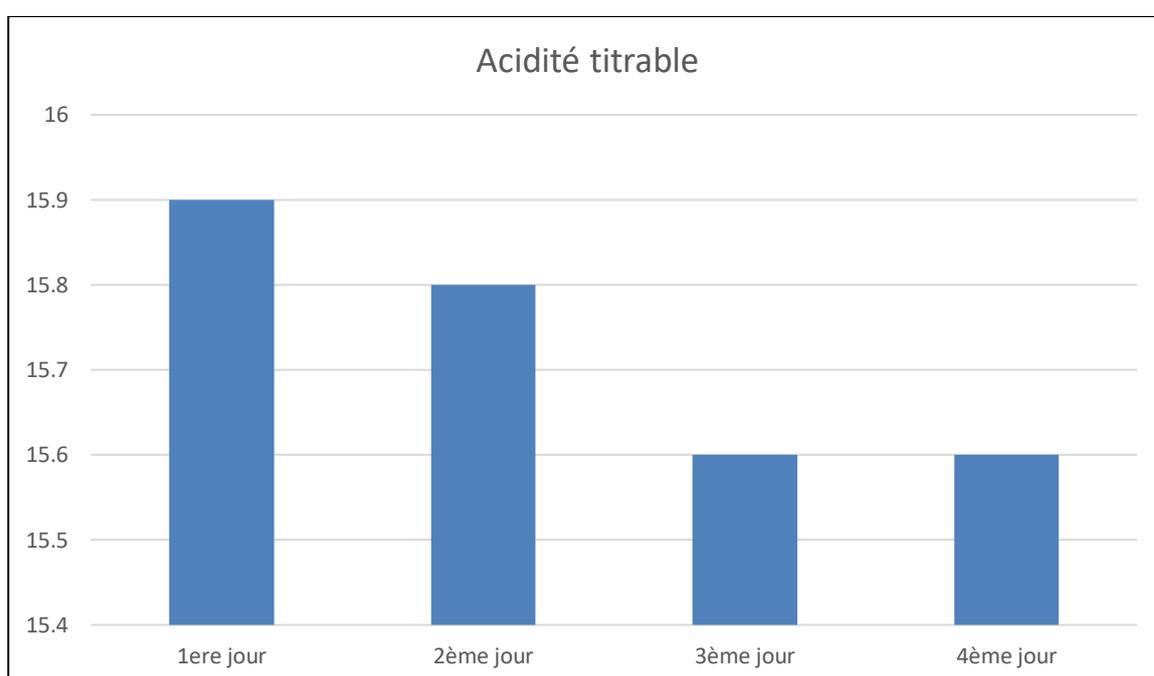
**Figure IV- 2 :** Valeurs du pH des échantillons analysés.

### 2.3. Acidité titrable

Selon les recherches de (Mathieu, 1998), l'acidité titrable du lait est déterminée par la quantité de molécules acides présentes dans le produit et est inversement proportionnelle à son pH.

Nos recherches révèlent que les échantillons de lait présentent des valeurs de pH presque neutre, mais qu'il est possible qu'elles deviennent acides en raison de la présence d'acide lactique et d'autres acides produits lors de la dégradation du lactose par les micro-organismes.

Sur la base du fait que les résultats se situent dans la plage des normes acceptées de 14 -16°D, on peut en déduire que le produit analysé est de bonne qualité.

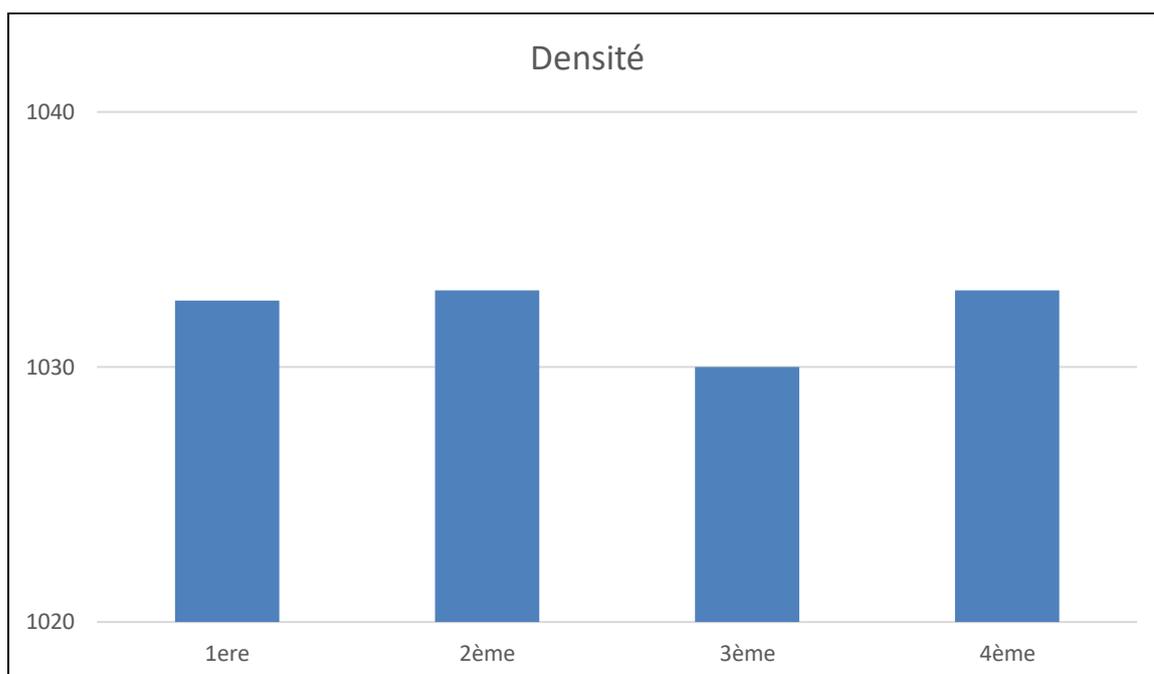


**Figure IV- 3 :** Acidité titrable des échantillons analysés.

### 2.4. Densité

Sur la base des résultats illustrés dans la figure, les densités moyennes des échantillons de lait pasteurisé vont de 1,032 à 1,034. On n'observe pas de variation significative de ces valeurs, sauf pour l'échantillon prélevé le troisième jour qui présente des densités inférieures à la fourchette spécifiée par la norme JORA (2 juillet 2017) qui est comprise entre 1,032 et 1,034.

Cette valeur pourrait être attribuée à des erreurs de manipulation.



**Figure IV- 4 :** La densité des échantillons analysés.

### 3. Résultats d'analyses bactériologiques

Le tableau ci-dessous présent les résultats des évaluations microbiologiques réalisées sur le lait ayant subi une pasteurisation. Le comptage des FMAT, ou micro-organismes aérobies, est effectué pour approximer la quantité de population bactérienne vivante dans le lait, dont la majorité est non pathogènes. Néanmoins, quelques souches peuvent agir comme des agents pathogènes opportunistes pouvant entraîner des infections chez les personnes dont le système immunitaire est affaibli.

Conformément à la réglementation algérienne, tous les échantillons analysés dans le tableau ci-dessous se sont avérés conformes car les niveaux de germes sont restés dans les normes spécifiées.

**Tableau IV- 2 :** Résultats bactériologiques effectués sur le lait pasteurisé conditionné.

Échantillons	Germes aérobies	Les germes aérobies	Les coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Entérobactéries
1 <sup>er</sup> jour	<10	Abs	Abs	<1	
2 <sup>ème</sup> jour	<10	Abs	Abs	<1	
3 <sup>ème</sup> jour	<10	Abs	Abs	<1	
4 <sup>ème</sup> jour	10 <sup>3</sup>	Abs	Abs	<1	
<b>Normes (JORA,2017)</b>	<b>10<sup>4</sup>–10<sup>5</sup> (UFC/ml)</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>	<b>10(UFC/ml)</b>	

## 4. Discussion des analyses bactériologiques

### 4.1. Les germes aérobies

L'arrêté interministériel du 2 juillet 2017 impose que le lait pasteurisé conditionné ait une limite de  $10^4$  à  $10^5$  UFC/ml au point de livraison au consommateur.

Lors de l'analyse des échantillons, il a été découvert qu'il y avait des germes présents qui pourraient être ravivés. Cependant, le nombre de germes trouvés était inférieur à la norme de  $10^4$ - $10^5$  germes/ml, qui est considérée comme une référence.

Les résultats de nos recherches s'alignent parfaitement sur les normes JORA établies en 2017, illustrant ainsi l'efficacité et l'importance de la pasteurisation pour réduire la charge microbienne à  $10^4$ - $10^5$  (UFC/ml).

### 4.2. Les coliformes fécaux

Le terme coliforme est utilisé pour décrire les micro-organismes qui agissent comme indicateurs de la présence potentielle de matières fécales. En étudiant et en quantifiant ces micro-organismes, nous pouvons mieux comprendre le degré de contamination présent dans le lait et les produits laitiers (**Vierling, 2003**).

Lors d'une recherche de coliformes, il a été déterminé que notre lait pasteurisé en est exempt.

Sur la base des résultats, l'absence totale de coliformes témoigne de l'efficacité des traitements thermiques subis par les produits et des opérations de nettoyage NEP (Nettoyage En Place) mises en œuvre. Cela indique que les produits ont été soigneusement nettoyés et désinfectés.

### 4.3. *Staphylococcus aureus*

La nature sans germe de *Staphylococcus aureus* est absolue. Cette bactérie est connue pour sa pathogénicité, en particulier pour provoquer des infections dans les seins des femmes allaitantes. Ces infections entraînent une perméabilité accrue entre les compartiments sang et lait, entraînant des altérations de la composition du lait (**Larpen, 1990**).

La première origine de contamination dans la production laitière est la mamelle. Les infections mammaires causées par la bactérie *Staphylococcus* sont les principales responsables de la contamination du lait. Cependant, il est important de reconnaître qu'il existe d'autres sources potentielles de contamination qui doivent être prises en compte, comme la machine à traire (**Thieulon, 2005**).

L'absence de germes dans les échantillons analysés démontre à la fois la haute qualité du lait en poudre et les bonnes pratiques d'hygiène utilisées lors du processus d'échantillonnage.

#### ***4.4. Entérobactéries***

L'efficacité du traitement thermique a été confirmée par le fait que les échantillons de lait pasteurisé analysés respectaient la norme algérienne fixée à 10 (UFC/ml) pour les entérobactéries.

Conformément aux recherches de (**Larpent, 1990**), l'existence de ces microbes n'implique pas nécessairement une contamination directe. Certaines entérobactéries peuvent être trouvées dans les restes humides découverts dans les équipements laitiers.

### **Conclusion**

D'après les résultats illustrés au-dessus c'est toujours les mêmes et dans les normes algérienne (journal officiel), pendant ma période de stage (03 mois).

Il peut être déduit des résultats que la norme microbiologique ultime du lait pasteurisé dépend de divers facteurs, y compris les normes d'hygiène mises en œuvre lors de la fabrication, du stockage et du transport du lait, ainsi que l'efficacité des désinfectants et détergents utilisés dans le processus NEP (Nettoyage En Place).

*Conclusion  
générale*

## Conclusion générale

Alors que la concurrence dans l'industrie laitière devient plus difficile, la qualité est devenue un facteur crucial et une exigence importante que les entreprises doivent respecter.

Effectuer un stage au sein du laboratoire de laiterie et d'analyse MATI lait a été une introduction précieuse au secteur industriel. L'expérience a permis d'acquérir des connaissances et une compréhension des technologies de l'industrie laitière et d'effectuer une série de tests, y compris des analyses physico-chimiques et microbiologiques. Ces tests étaient essentiels pour s'assurer que les produits fabriqués respectaient les normes sanitaires rigoureuses.

Notre étude s'est concentrée sur la régulation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait pasteurisé.

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques réalisées sur différents types de laits confirment leur conformité aux normes et spécifications prévues par l'arrêté interministériel du 2 juillet 2017 qui régit ce type particulier de lait et répond aux exigences de l'entreprise tant pour les matières premières et produits finis et cela est dû à :

- L'installation de machines appropriées pour faciliter la production et l'utilisation des techniques d'échantillonnage, de contrôle et de manipulation.
- La surveillance quotidienne des facteurs physico-chimiques et microbiologiques est considérée comme la composante principale pour obtenir un produit de qualité supérieure.
- D'après les données recueillies, nous pouvons conclure que le processus de chauffage sert à deux objectifs cruciaux. Premièrement, il prolonge la durée de vie du produit alimentaire et, deuxièmement, il prévient les cas de maladies d'origine alimentaire résultant de la présence de micro-organismes nuisibles et de leur transmission au consommateur final.

La consommation de lait est très répandue et sa sensibilité au changement peut avoir des conséquences négatives pour ceux qui en consomment. Pour assurer sa sécurité, il est crucial que des procédures analytiques approfondies soient menées avant qu'il ne soit mis à la disposition de la consommation. Grâce à ces mesures, on peut dire que les différents types de lait commercialisés dans notre wilaya sont d'un niveau satisfaisant.

*Références  
bibliographiques*

---

## Bibliographie

- **Aboutayeb, Said. 2009.***Technologie du lait et dérivés laitiers.* s.l. : <http://www.azaquar.com>.
- **AFNOR. 2004.** Lait et produit laitiers. Paris : 5eme édition, 2004. pp. 117-341.
- —. **1986.** Recueil des normes françaises. Lait et produits laitiers, *Technologies et techniques d'analyse du lait.* s.l. : Presse internationale polytechnique, 1986. pp. 1-74.
- **Alais, C. 1984.***Science du lait, principe des techniques laitière.* France : 3ème édition, la maison rustique , 1984. p. 500p.
- **Amiot, J, et al. 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 : Lavoisier, 2002, pp. 3-25-29 (600 pages).
- **Beroza, M et Bowman, MC. 1996.***Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures.* s.l. : agric.chem., 1996. pp. 7-12.
- **Dillon, John. 1989.***Place du lait dans l'alimentation humaine en région chaudes option Méditerranéennes.* s.l. : Série séminaires, 1989. n°6,163-168.
- **FAO. 2010.** Status and Prospects for Smallholder Milk Production A Global . 2010.
- **Fredot, Emilie. 2006.***Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique.* s.l. : Tec et Doc, Lavoisier, 2006. p. 25 (397 pages).
- **Gaucheron, F. 2004.***Minéraux et produits laitiers.* s.l. : Tec et Doc, Lavoisier, 2004. p. 783 (922 pages).
- **Guiraud, JP. 2003.***Microbiologie Alimentaire.* Paris : Dunod, 2003. pp. 136-139.
- **Hoden, P et Coulon, H. 1991.***Composition chimique du lait.* s.l. : [http:// www.2.vet.lyon.fr](http://www.2.vet.lyon.fr), 1991.

- 
- **ISO. 2018.***Microbiologie de la chaîne alimentaire.* 2018. 6887-1.
  - —. **2017.***Les exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.* 2017. iec 17025.
  - **J.O.R.A. 1998.** s.l. : Arrêté interministériel.27/10/1998.Relatif aux spécifications des produits laitiers industriels et les conditions et modalités de sa présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation, 1998.
  - **J.O.R.A. 1993.** n°69, Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la représentation de certains laits de consommation : s.n., 1993, p. 16.
  - **Jeantet, R, et al. 2008.***Les produits laitiers ,2ème édition.* s.l. : Tec et Doc, 2008. pp. 1-3-13-14-17 (185 pages).
  - **Kabir, Ahmed. 2015.***La production laitier en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière.* Université d'Oran Ahmed Ben Bella : These en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences en microbiologie, 2015.
  - **Larpent, JP. 1990.** Lait et produits laitiers non fermentés, Dans *Microbiologie alimentaire. Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire.* s.l. : Tec et Doc, Lavoisier, 1990, pp. 201-215.
  - **Luquet, F.M. 1985.** Lait et produits laitiers (vache, brebis, chèvre). *Tome 1 : les laits de la mamelle à la laiterie.* s.l. : Lavoisier, 1985, pp. 217-261.
  - **Mathieu, H, et al. 1977.** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *LE LAIT.* 1977, pp. 565-568.
  - **Mathieu, Jacques. 1999.***Initiation à la physicochimie du lait.* Paris : Tec et Doc, Lavoisier, 1999. pp. 3-190 (220 pages).
  - —. **1998.***Initiation à la physico-chimie du lait.* Paris : Lavoisier,Tec et Doc, 1998. p. 214.
  - **Michell, M. 2005.** programme de salubrité des produits laitiers. *Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait.* Brenda : s.n., 2005.

- 
- **Morel, I. 1962.***Enquêtes sur la présence d'antibiotiques dans le lait de trois zones de production.* 1962. pp. pp : 593-601.
  - **NA, ISO. 2018.***Determination de la teneur en matiere grasse ( Methode de GERBER).* 2018. 19662-2.
  - **Pougheon, S. 2001.***Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences entechnologie laitière.* Toulouse, France : Ecole Nationale Vétérinaire, 2001. p. 34 (102 pages).
  - **Siboukeur, Abdallah. 2007.***Etude du lait camelin localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation.* EL-Harrach Algerie : thèse de doctorat, institut national agronomique, 2007. p. p22.
  - **Thapon, Jonny. 2005.***Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes.* France : 14 (77 pages), 2005.
  - **Thieulon, M. 2005.***Lait pathogènes staphylocoques. Revue de la chambre d'agriculture du Cantal.* 2005. pp. 1-2.
  - **Thieulun, Gustave et Vuillaume, Roy. 1967.** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue. [auteur du livre] C Bressou et Gustave Michon. *Bulletin de l'academie veterinaire de france.* Paris : VIGOT freres, 1967, pp. 71-73.
  - **Vanier, P. 2005.***Le lait au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Ecologie et environnement.* 2005. p. 65.
  - **Vierling, E. 2003.** Les corps gras. Aliments et boissons (Filières et produits). Paris : Doin, 3ème édition, 2003, pp. 191- 192.
  - **Vignola, Carole Lapointe. 2002.** Caracterisation et composition du lait. *Science et Technologie du Lait :transformation du Lait.* Canada : Presses Internationales Polytechnique, 2002, pp. 3-75.



*Annexe*

### Gélose Hektoen

La gélose Hektoen est un milieu différentiel modérément sélectif servant à l'isolement et à la culture de microorganismes entériques.

La composition (g/l) se présente comme suit :

<b>Peptone</b>	12,00	<b>Chlorure de sodium</b>	5,00
<b>Extrait de levure</b>	3,00	<b>Thiosulfate de sodium</b>	5,00
<b>Sels biliaires</b>	9,00	<b>Citrate ferrique ammoniacal</b>	1,50
<b>Lactose</b>	12,00	<b>Bleu de bromothymol</b>	0,065
<b>Saccharose</b>	12,00	<b>Fuchsine acide</b>	0,10
<b>Salicine</b>	2,00	<b>pH final</b>	7,5 ± 0,2

### Gélose lactosée au désoxycholate

La gélose lactosée au désoxycholate à 0,1% est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des coliformes dans le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires.

La composition (g/l) se présente comme suit :

<b>Peptone pepsique de viande</b>	12,00
<b>Lactose</b>	3,00
<b>Chlorure de sodium</b>	9,00
<b>Désoxycholate de sodium</b>	12,00
<b>Citrate de sodium</b>	12,00
<b>Rouge neutre</b>	2,00
<b>pH final</b>	7,5 ± 0,2

### Tellurite de Potassium

La gélose Potassium Tellurite est un milieu destiné à la différenciation des *Staphylococcus aureus*.

La composition (g/l) se présente comme suit :

<b>Extrait de viande</b>	8
<b>Extrait de levure</b>	5,5
<b>Peptone</b>	9,5
<b>Chlorure de sodium</b>	5
<b>Glucose</b>	5
<b>Agar</b>	15

### Gélose Hektoen

La gélose Baird-Parker est recommandée pour la recherche et la numération des *Staphylococcus aureus* dans les aliments.

La composition (g/l) se présente comme suit :

<b>Peptone de caséine</b>	10
<b>Extrait de viande</b>	5
<b>Extrait de levure</b>	1
<b>Chlorure de lithium</b>	5
<b>Glycine</b>	12
<b>Pyruvate de sodium</b>	10
<b>Agar</b>	20,50

### Gélose Nutritive

La Gélose Nutritive est un milieu largement utilisé pour la culture des micro-organismes peu exigeants. Elle est recommandée dans de nombreuses méthodes standardisées d'analyses des aliments, des laitages, de l'eau et d'autres produits.

La composition (g/l) se présente comme suit :

<b>Tryptone</b>	5
<b>Extrait de viande</b>	1
<b>Chlorure de sodium</b>	5
<b>Agar agar bactériologique</b>	12
<b>Extrait de levure</b>	2

### Tryptone Sel

Le milieu Tryptone Sel (ou Peptone Sel) est un diluant isotonique faiblement peptoné utilisé pour les dilutions dans les analyses de denrées alimentaires ou cosmétiques.

La composition (g/l) se présente comme suit :

<b>Tryptone (peptone de caséine)</b>	1
<b>Chlorure de sodium</b>	8,50
<b>pH final à 25°C</b>	7,0 ± 0,2