



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

*Domaine* : Sciences de la Nature et de la Vie

*Filière* : Sciences alimentaires

*Spécialité* : Agroalimentaire et contrôle de qualité

*Thème*

Essai de fabrication d'un fromage à tartiner à base du lait du  
Essai de fabrication d'un fromage à tartiner à base du lait du  
vache.  
vache.

*Présenté par :*

*-Halles Aicha*

*-Mechekak Kenza Nihal*

*Jury:*

*Président:* Mr. ADDA A.

*Promoteur:* Mr. ADDA M.

*Examineur:* Mr. TADJ A.

*Année universitaire : 2023-2024*

## ***Remerciements***

Avant tout, nous tenons à remercier celui qui nous a créé, protégé, aidé et celui qui a donné la force, la patience et le courage pour pouvoir accomplir notre travail dans les meilleures conditions en disant « Dieu Merci ».

Ce travail étant le fruit de plusieurs collaborations, nous tenons à remercier tout particulièrement, mon promoteur Mr ADDA.M, pour avoir encadré ce travail. Nous tenons à vous remercier pour votre aide précieuse, vos conseils, votre objectivité, votre disponibilité, votre rigueur scientifique, et vos précieux conseils qui ont fait progresser ce travail.

Nous remercions également Mr. ADDA A. d'avoir accepté la présidence du jury de notre travail. Ainsi Mr. TADJ A. d'avoir accepté d'examiner notre mémoire.

Nous remercions aussi l'ensemble du personnel travaillant au laboratoire de microbiologie et de technologie agroalimentaire à la faculté des sciences de la nature et de la vie l'université d'IBN KHALDOUN-Tiaret pour leurs conseils fructueux, leur soutien et encouragements constants. Nous remercions également tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de ce mémoire. A vous tous, un grand Merci.

Enfin, nous remercions aussi toutes les personnes qu'ils nous ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici toutes notre sympathie et notre profonde gratitude.

## *Dédicace*



À ceux qui ont eu le plus grand impact dans ma vie, à ceux qui ont toujours été mon soutien et mon premier appui, à ceux qui m'ont enseigné l'amour, la patience et le don sans attente en retour...

A ma mère :

" Tu m'a donné la vie et le courage pour réussir, rien ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je porte envers toi.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail afin de te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'a toujours entouré ".

A mon père :

" L'épaule solide, symbole de force et d'amour, l'œil attentif, la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie ".

A ceux qui ont eu le plus grand impact dans ma vie, à ceux qui ont toujours été mon soutien et mon premier appui, à ceux qui m'ont enseigné l'amour, la patience et le don sans attente en retour...

A mes frères et sœurs, qui ont partagé mes joies et mes peines, et qui ont été à mes côtés à chaque instant. Vous êtes ma source de soutien et d'espoir.

A mes chers amis, Nessrine et Abdeldjalil je vous remercie sincèrement pour votre soutien constant et vos encouragements.

A mes professeurs respectés, qui n'ont pas hésité à partager leur savoir et leurs conseils, je vous exprime tout mon respect et ma gratitude.

Et enfin, à moi-même, pour la patience, le dévouement et le travail acharné pour réaliser ce rêve.

*Aicha*



## *Dédicace*



À mes chers parents,  
À la source de l'amour, du soutien et de l'inspiration,  
À ceux qui m'ont tout donné sans rien attendre en retour,  
Je vous dédie ce travail.  
Vous êtes la lumière de ma vie et la raison de mon succès.

À mes chers frères et sœurs,  
Merci pour votre encouragement constant et votre soutien inconditionnel,  
Vous êtes le pilier et la force sur lesquels je m'appuie à chaque étape.

À mes chères amies Fatima, Amina, Ikram, bouchra, Imane, Hanane, Chahrazed  
et Leila

Je vous remercie du fond du cœur d'être à mes côtés en toutes circonstances,  
Que ce soit dans les moments de joie ou de difficulté,  
Vous avez toujours été là pour m'encourager et me soutenir.

Je vous dédie ce travail à vous tous,  
Vous êtes la raison derrière la réalisation de cet accomplissement.



**Kenza Nihal**

## *Liste des abréviations*

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**BP**: Baird Parker

**CF/ CT** : Coliformes fécaux et toaux

**D°**: Degré dornic

**E** : Echantillon

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**HCL** : Acide chlorhydrique

**JORA** : Journal officiel de la république Algérienne

**MG** : Matière grasse

**MS** : Taux de matière sèche

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PCA** : Plate count agar

**Ph** : Potentiel hydrogène

**Staph** : Staphylococcus aureus

**TC** : Taux de cendre

**TH** : Taux d'humidité

**TSE** : Tréphone sel eau

**VF** : Viande Foie

**VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1</b> : Composition moyenne du lait de vache .....	6
<b>Tableau 2</b> : Paramètre et caractéristiques physicochimiques du lait de vache .....	7
<b>Tableau 3</b> : Flore originale du lait.....	10
<b>Tableau 4</b> : Composition moyenne des principaux fromages .....	16
<b>Tableau 5</b> : Classification des fromages en fonction des opérations de fabrication et de leurs caractéristiques .....	18
<b>Tableau 6</b> : Composition de fromage fondu .....	30
<b>Tableau 7</b> : Tableau de matériels utilisés .....	35
<b>Tableau 8</b> : Résultats des analyses physicochimiques du lait de vache .....	52
<b>Tableau 9</b> : Résultats des analyses microbiologiques du lait.....	53
<b>Tableau 10</b> : Journal officiel N° 39 du 2 juillet 2017.....	54
<b>Tableau 11</b> : Résultats des analyses microbiologiques du fromage .....	55
<b>Tableau 12</b> : Résultats des analyses organoleptiques .....	57

## *Listes des figures*

<b>Figure 1</b> : Schéma simplifié de la fabrication d'un fromage.....	16
<b>Figure2</b> : Schéma de protocole expérimental .....	36
<b>Figure 3</b> : Schéma de protocole 2.....	37
<b>Figure 4</b> : Schéma représente la mesure du ph avec un ph mètre .....	38

## ***Table de matière***

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction .....1

### ***Synthèse bibliographique***

#### ***Chapitre I : Généralité sur le lait***

I.1. Historique du lait.....5

I.2. Définition du lait.....5

I.3. Composition du lait .....5

I.4. Caractéristiques organoleptiques du lait .....6

I.5. Caractéristiques physico-chimiques du lait .....7

    I.5.1. Le ph .....8

    I.5.2. L'acidité .....8

    I.5.3. La masse volumique et la densité .....9

    I.5.4. Point de congélation .....9

    I.5.5. Point d'ébullition .....9

    I.5.6. Conductivité électrique .....9

I.6. Caractéristiques microbiologiques du lait .....10

    I.6.1. Flore originale .....10



I.6.2. Flore de contamination .....	11
I.6.2.1. Flore d'altération.....	11
I.6.2.2. Flore pathogène.....	11
I.7. La valeur nutritionnel du lait .....	11
I.8. Les bienfaits du lait .....	12

## ***Chapitre II : Fromage***

II.1. Généralité sur les fromages.....	14
II.2 Définition du fromage .....	15
II.3. Compositions du fromage.....	16
II.4. Classification du fromage.....	17
II.5. Types des fromages .....	19
II.6. Microflore de fromage.....	20
II.6.1. Flore d'altération .....	21
II.6.2. Flore de contamination .....	21
II.7.Facteur affectant la qualité des fromages .....	22
II.8. Méthode de conservation .....	22
II.8.1. Méthode par froid .....	22
II.8.1.1. Réfrigération .....	22
II.8.1.2. Congélation-Surgélation .....	22
II.8.2. Méthode thermique .....	23
II.8.2.1. Pasteurisation .....	23

II.8.2.2. Stérilisation .....	23
II.9. Principales étapes de transformation fromagère .....	24
II.9.1. Coagulation .....	24
II.9.2. L'égouttage .....	24
II.9.3. Le salage .....	24
II.9.4. L'affinage .....	25

### ***Chapitre III : Fromage fondu***

III.1. Aperçu historique .....	27
III.2. Définition du fromage fondu .....	27
III.3. Type du fromage fondu .....	28
III.3.1. Fromage fondu en bloc .....	28
III.3.2. Fromage fondu à couper .....	28
III.3.3. Fromage fondu en tranche .....	28
III.3.4. Fromage fondu à tartiner .....	29
III.3.5. Fromage fondu thermostable .....	29
III.3.5. Fromage fondu aux additifs .....	29
III.4. Compositions et valeur nutritive du fromage fondu .....	29
III.5. Propriétés organoleptiques du fromage fondu .....	30

## *Synthèse expérimentale*

### *Chapitre I. Matériel et méthode*

I.1. Lieu de travail .....	34
I.2. Objectif .....	34
I.3. Produits et matériel utilisés.....	34
I.3.1. Produits .....	34
I.3.1.1. Matière première .....	34
I.3.1.2. Produits chimique utilisés .....	34
I.3.2. Matériels .....	35
I.4. Méthodes .....	35
I.4.1. Protocole expérimentale de travail.....	36
I.4.2. Caractéristiques physicochimiques du lait de vache.....	38
I.4.2.1. Détermination du Ph .....	38
I.4.2.2. Détermination de l'acidité.....	39
I.4.2.3. Détermination de la densité.....	39
I.4.2.4. Détermination de la matière sèche.....	40
I.4.2.5. Détermination de taux de cendres.....	41
I.4.2.6. Détermination de l'humidité.....	41
I.4.2.7. Détermination de matière grasse.....	42
I.4.3. Caractéristiques microbiologiques du lait de vache.....	43
I.4.3.1. Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C.....	44

I.4.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux à 37°C et fécaux à 44°C.....	44
I.4.3.3. Recherche de staphylococcus aureus.....	45
I.4.3.4. Recherche de salmonella .....	46
I.5. Fabrication du fromage à tartiner à base de lait de vache.....	47
I.6. Analyses microbiologiques du fromage .....	48
I.6.1. Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C.....	48
I.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux à 37°C et fécaux à 44°C.....	48
I.6.3. Recherche de staphylococcus aureus.....	49
I.6.4. Recherche de salmonella.....	49
I.7. Analyses organoleptiques du fromage .....	49

## ***Chapitre 2. Résultats et discussion***

II.1. Résultat et discussion des analyses physicochimiques du lait de vache.....	52
II.1.1. Détermination du Ph .....	52
II.1.2. Détermination de l'acidité.....	52
II.1.3. Détermination de la densité.....	52
II.1.4. Détermination de taux de cendres .....	53
II.1.5. Détermination de matière sèche .....	53
II.1.7. Détermination de matière grasse.....	53
II.2. Résultat et discussion des analyses microbiologiques du lait de vache .....	53
II.2.1. Résultat de recherche des flore mésophile aérobie totale .....	54
II.2.2. Résultat de recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux .....	54

II.2.3. Résultat de recherche de staphylococcus aureus.....	55
II.2.4. Résultat de recherche de salmonella .....	55
II.3. Résultat et discussion des analyses microbiologiques du fromage .....	55
II.3.1. Résultat de recherche des flore mésophile aérobie totale .....	55
II.3.2. Résultat de recherche des coliformes totaux .....	56
II.3.2. Résultat de recherche des coliformes fécaux.....	56
II.3.3. Résultat de recherche de staphylococcus aureus .....	56
II.3.4. Résultat de recherche de salmonella .....	56
II.4. Résultat et discussion des analyses organoleptiques .....	57
Conclusion.....	51
Références bibliographiques .....	52
Annexe .....	
Résumé .....	
Abstract .....	
..... ملخص	

# *Introduction*

# Introduction

---

---

L'Algérie se distingue comme le premier consommateur de lait au Maghreb, avec une consommation annuelle atteignant près de 3 milliards de litres. Ce produit laitier occupe une position centrale dans l'alimentation quotidienne des Algériens (**Hamiroune et al., 2014**).

Le lait est reconnu pour sa richesse en protéines de haute valeur biologique, en sucres, en macronutriments et oligo-éléments essentiels, notamment le calcium. Il est également une source de vitamines diverses. En tant qu'aliment complexe, le lait offre de nombreuses vertus et est un élément indispensable d'une alimentation équilibrée (**Debry, 2001**).

Le lait peut également subir diverses transformations biologiques qui élargissent considérablement ses propriétés sensorielles et nutritionnelles. L'un des produits dérivés de ces transformations est le fromage.

La transformation du lait en fromage permet de préserver les éléments nutritifs du lait sur des périodes prolongées. Ce processus implique la déshydratation partielle du lait, ce qui concentre les caséines, la matière grasse et les minéraux de 6 à 12 fois. L'eau éliminée, variable selon le type de fromage, emporte avec elle une partie des éléments solubles et des protéines non coagulées (**Vignola, 2002**).

En industrie fromagère, la coagulation du lait représente une étape cruciale où l'utilisation d'une enzyme protéolytique est indispensable. La présure, obtenue à partir de la caillette de veau nourri au lait, est l'agent coagulant le plus ancien et le plus couramment utilisé, particulièrement adapté à la transformation du lait en fromage (**Lenoir et al., 1985**).

En 2015, selon la FAO, la production mondiale de lait a atteint 818 milliards de litres, soit l'équivalent de 26 tonnes de lait produites chaque seconde.

Le lait présente un intérêt nutritionnel remarquable grâce à sa richesse en nutriments essentiels tels que les protéines, les lipides, les glucides, ainsi qu'en calcium, vitamines et oligo-éléments. Cet aliment polyvalent convient à tous les âges, qu'il soit consommé frais ou sous forme de produits transformés comme le fromage. En plus de sa consommation naturelle, le lait subit divers processus de transformation qui enrichissent ses qualités nutritionnelles et sensorielles. Le fromage est l'un des produits dérivés de ces transformations.

Les fromages en général, comptent parmi les meilleurs aliments de l'homme non seulement en raison de leur valeur nutritive (matières azotées sous différentes formes. Matières grasses, éléments minéraux ....) mais aussi en raison de leur qualité organoleptique

# Introduction

---

---

variée. Les fromages à pâte fraîche en particulier, constituent toute fois un excellent milieu de culture pour la croissance de nombreux micro-organismes en raison de leur richesse en nutriments et leur teneur en eau.

Les fromages sont des conserves de lait obtenus par coagulation, égouttage et acidification du caillé.

La fabrication du fromage est un art ancien qui remonte à des milliers d'années, basé sur la transformation du lait en un produit alimentaire riche et varié en saveurs. Dans ce contexte, le lait de vache est l'un des types de lait les plus couramment utilisés dans la fabrication du fromage en raison de sa richesse en nutriments et de sa facilité d'accès. Cette étude vise à fabriquer un fromage sain, bio sans additifs répondant aux besoins des consommateurs.

Dans ce contexte notre travail est subdivisé en trois parties telles que :

- ✓ Une synthèse bibliographique.
- ✓ Une dixième partie qui est destinée au travail expérimental :
  - Des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait utilisé.
  - Analyses microbiologiques et sensorielles du produit obtenu (fromage) avec une discussion des résultats obtenus.
- ✓ Une conclusion générale des travaux réalisés.



*Partie*  
*Bibliographique*

*Chapitre I*  
*Généralité sur le lait*

### **I.1.Historique**

Le lait et les produits laitiers sont consommés frais là où ils sont produits raisons évidentes de transport et de protection. Le lait est considéré comme une nécessité dans le régime alimentaire des moines Cîteaux au début du XIIe siècle. Il était également utilisé à l'époque comme médicament pour les patients. Puis vers le XVIIème siècle sa consommation dépassait cadre d'activité et augmentation de la consommation. Livre de recettes du XVIIIe siècle diverses préparations sont évoquées, notamment du lait, du beurre ou de la crème. Du milieu du XVIIIe siècle, la consommation de produits laitiers continue d'augmenter, et la consommation de lait augmente également encore plus (**Soustre, 2007**).

### **I.2.Définition du lait**

Toutes les définitions du lait sont similaires, il n'est donc pas possible de donner une définition plus précise du lait, notamment de donner une formule chimique, puisque comme toutes les sécrétions biologiques, sa composition est variable tant en quantité qu'en qualité. (**Gasalis, 1979 cité par Esseghier, 2003**)

Le lait a été défini en 1908 lors du congrès international contre la fraude décrit comme : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum ».

La dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (**JORA N° 69, 1993**).

### **I.3.Composition du lait**

Le lait a toujours été perçu comme un aliment à part entière en raison de ses grandes qualités nutritionnelles (**Romain et al., 2017**). C'est une combinaison parfaite de tous les macronutriments et fournit également à l'organisme plusieurs vitamines et minéraux importants (**Kourkouta et al., 2021**).

Sur le plan physico-chimique, le lait présente une complexité en raison de son organisation, des interactions entre ses différents composants et de la diversité de sa composition (**Jeantet et al. 2007**). Selon **Vierling (2003)**, il renferme pratiquement tous les nutriments essentiels à la croissance du jeune mammifère.

**Favier (1985)** affirme que le lait est une source importante de source protéines de haute qualité de protéines de haute qualité riches en acides aminés essentiels , notamment en lysine, qui est l' acide aminé favorisant la croissance .riche en acides aminés essentiels , notamment en lysine, qui est l' acide aminé favorisant la croissance . Ses lipides sont essentiellement constitués d'acides gras saturés par rapport à d'autres corps gras alimentaires, mais ils contiennent également un grand pourcentage d'acide gras à chaîne courte. De plus, ils transportent des quantités notables de cholestérol et de vitamines D et E.de cholestérol et de vitamines D et E.

**Tableau N°1.**Composition moyenne du lait de vache (**Amiot et al., 2002**).

Constituants majeurs	Compositions (%)
<b>Eau</b>	<b>87,5</b>
<b>Glucides</b>	<b>4,6</b>
<b>Lipides</b>	<b>3,7</b>
<b>Protéines</b>	<b>3,2</b>
<b>Minéraux</b>	<b>0,8</b>
<b>Constituants mineurs : Enzymes, vitamines, pigments, gaz...</b>	

#### **I.4. Caractéristiques organoleptiques :**

La qualité sensorielle (couleur, odeur et le gout) d'un produit se dégrade avec le temps. La durée de stockage, la température et leurs effets combinés affectent considérablement les attributs sensoriels globaux.

Un lait biologique de haute qualité possède des qualités uniques en termes de couleur, de saveur, d'arôme, de viscosité et d'autres aspects. Le lait possède des qualités uniques en termes de couleur, de saveur, d'arôme, de viscosité et d'autres aspects (**Guirraud, 2003**).

✓ **Couleur**

Le lait a une couleur blanc mat céramique due à la diffusion de la lumière à travers les micelles colloïdales. Sa richesse en matières grasses lui confère une couleur jaunâtre (en fonction de la teneur en bêta-carotène des matières grasses) (**Martin, 2000**).

✓ **Odeur**

Le lait se caractérise par une odeur aigüe lors de sa conservation, à cause de l'acidification par l'acide lactique, mais aussi par la présence de matière grasse dans le lait (**Vierling, 1998**).

✓ **Le gout**• **La viscosité**

L'importance de cette propriété de la qualité du lait réside dans le fait qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur (**Rheotest, 2010**).

• **La saveur :**

La saveur du lait varie en fonction de l'alimentation de l'animal et de la température à laquelle il est consommé (**Fredot, 2005**).

**I.5. Les caractéristiques physico-chimiques du lait**

Les caractéristiques physico-chimiques du lait sont résumées dans le tableau 2.

**Tableau N°2** : paramètres et caractéristiques physicochimiques du lait de vache (**Luquet, 1985 ; Martine, 2002**).

<b>Constantes</b>	<b>Valeurs</b>
Ph (20°C)	<b>6.5 à 6.7</b>
Acidité titrable (°D)	<b>15 à 18</b>
La densité	<b>1.028 à 1.036</b>
Point de congélation (°C)	<b>-0.530 à -0.555</b>
Point d'ébullition (°C)	<b>99</b>
Activité de l'eau à 20°C	<b>1.005</b>

Les propriétés physico-chimiques du lait sont de la plus haute importance car elles permettent une évaluation plus précise de la qualité des matières premières et la planification de processus et de traitements technologiques appropriés.

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière comprennent le pH, l'acidité titrable, la densité, la masse volumique ainsi que le point de congélation, d'ébullition et la conductivité électrique.

### **I.5.1. Le pH**

Le pH d'un lait peut varier d'un lait à l'autre en raison des différences de composition chimique (notamment caséine et phosphate) et des différences de conditions environnementales (Alais, 1984). Le pH du lait varie de 6,5 à 6,7 (Goursoud, 1985).

### **I.5.2. Acidité titrable**

L'acidité titrable est généralement exprimée en degrés dorniques (°D). Les degrés dornic (1°D) correspondent à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait ou de lait fermenté. Il s'agit en effet de neutraliser les composants acides du lait avec de la soude (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (Luquet, 1985).

L'acidité développée est due à l'acide lactique formé lors de la fermentation lactique, qui provoque la dénaturation des protéines (Jean, 1993). Le lait doit être analysé pour déterminer son acidité titrable afin de vérifier sa qualité, qui est une mesure de deux acidités définies :

Acidité titrable = acidité naturelle + acidité développée. (Vignola et al, 2002)
--

Le niveau d'acidité mesuré se situe généralement entre 15°D et 18°D (Alias, 1984). Le lait cru au ramassage, l'acidité doit être inférieure ou égale à 21 °D (Jean, 1993).

### I.5.3. La densité et la masse volumique:

La masse volumique change en fonction de la température, car le volume varie également avec la température. C'est pourquoi on utilise la densité relative, qui est calculée à

$$d^T = \frac{m.v.d'une\ substance\ à\ une\ température\ T}{m.v\ de\ l'eau\ à\ une\ température\ T}$$

$d^T$  = densité relative

m.v = masse volumique

T = Température

l'aide de cette formule :

Les composants du lait influent sur sa densité ; par exemple, la matière grasse a une densité inférieure à 1. Ainsi, plus le lait contient une proportion élevée de matière grasse, plus sa densité n'est faible. Un autre cas se présente avec les solides non gras qui ont une densité supérieure à 1; par conséquent, plus le lait renferme des SNG, plus sa densité est élevée (Vignola et al, 2002).

### I.5.4. Le point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement plus bas que celui de l'eau en raison de la présence de solides solubilisés qui abaisse le point de congélation. Elle peut varier entre -0,530°C et -0,575°C. Si le point de congélation dépasse -0,530°C, cela pourrait indiquer l'ajout d'eau au lait (Amiot, 2002).

### I.5.5. Point d'ébullition

Le point d'ébullition est la température à laquelle la pression de la vapeur de la substance ou de la solution égale à la pression appliquée. Pour le lait, le point d'ébullition est de 100,1°C. Il dépend du nombre de particules en solution, donc il augmente avec la concentration du lait et diminue avec la pression (Bourgois, 1996).

### I.5.6. La conductivité électrique:

La conductivité, exprimée en mhos, s'établit au pont Wheastone -Kolhrausch et subit quelques modifications chimiques, comme une augmentation des minéraux du lait (Jacquet

et Thévenot, 1961). La concentration d'ions dans le lait à un moment donné affecte la conductivité électrique (Mir et Sadki, 2018). Sur un produit récemment traité, elle est indiquée entre 40 et 50.10<sup>-4</sup> mhos (Jacquet et Thévenot, 1961).

## I.6. Caractéristique microbiologiques

Le lait est de par sa composition, il est un substrat extrêmement idéal pour la croissance des micro-organismes (Guiraud, 1998).

Un micro-organisme est un être vivant qui se reproduit, se nourrit, s'adapte et sépare les déchets ou sous-produits de son métabolisme qui peuvent être utiles, nuisibles ou dangereux. Les micro-organismes utilisent les principaux constituants entrants dans la composition des produits laitiers pour se multiplier (Vignola et al., 2002).

Selon leur importance relative, les micro-organismes peuvent être classés en deux classes principales dans le lait : la flore originale et la flore de contamination, qui est elle-même divisée en deux sous-classes : la flore d'altération et la flore pathogène (Vignola, 2002).

### I.6.1. La flore originale

Lorsque le lait est prélevé dans des conditions idéales, à partir d'un animal sain, il contient (moins de 10<sup>3</sup> germes/ml). Il s'agit principalement des saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, lactobacilles et streptocoques lactiques (Lactococcus).

D'autres micro-organismes dangereux et pathogènes peuvent également être retrouvés dans le lait lorsqu'il provient d'un animal malade. Ces micro-organismes peuvent agir comme des agents de mammites, provoquant une infection du pis, ou comme des bactéries infectieuses générales pouvant passer dans le lait (Guiraud, 2003).

**Tableau N° 3 : Flore originale du lait (Vignola, 2002).**

Microorganismes	Pourcentage (%)
Microcoques	30-90
Lactobacilles	10-30
Streptocoques	<10
Bactéries à germe négatif	<10



## **I.6.2. Flore de contamination**

Cette flore regroupe tous les micro-organismes qui contaminent le lait, de la collecte à la consommation, et peut être composée d'une flore d'altération, qui entraînera des défauts sensoriels ou qui diminuera la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène, dangereuses sur le plan sanitaire (**Vignola, 2002**).

### **I.6.2.1. La flore d'altération**

Cette flore cause des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence et de texture et réduit la durée de conservation du lait (**Vignola, 2002**). Les principaux microorganismes d'altération sont : Proteus, les coliformes (principalement les genres Escherichia et Entérobactérie), les sporulées telles Bacillus et Clostridium, et certaines levures et moisissures (**Carole et al., 2002**).

### **I.6.2.2. La Flore pathogène**

La flore pathogène est incluse dans la flore contaminant du lait, ce sont des flores provenant des différentes sources (animales, environnementales et humaines) qui aggravent les problèmes moins graves chez les consommateurs de lait (**Kabir, 2015**).

Les microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont principalement des mésophiles, qui constituent les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène : Salmonella, Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Bacillus Cereus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli, et certaines moisissures. (**Vignola 2000**)

## **I.7.Valeur alimentaire et nutritionnelle du lait**

Le lait est un aliment liquide et sa teneur en matière sèche (10 à 13 %) est similaire à celle de nombreux aliments solides .Il a une valeur énergétique de 700 Kcal/l. Ses protéines ont une haute valeur nutritionnelle vue leurs richesses en acides aminés soufrés (**Cheftel et Cheftel, 1980**).

Il contient des protéines riches en concentration d'aides aminés essentiels et en minéraux d'importance nutritionnelle (**Jeantet et al .2008**), qui sont essentiels à la croissance et à la multiplication cellulaires (**Bourgois et al. 1996**).

**I.8. Bienfaits du lait**

Selon de nombreuses études, la consommation du lait cru est effectivement bénéfique pour la santé. En réalité, il offre une protection contre l'asthme, le rhume des foins et en général l'atopie (c'est-à-dire un terrain propice aux allergies) (**Garteiser, 2013**).

*Chapitre II*  
*Le FROMAGE*

## II.1. Généralités sur le fromage

L'un des produits alimentaires les plus anciens est le fromage, qui a pu être l'un des aliments les plus consommés par les êtres humains et occupe une position incontournable parmi les diverses préparations culinaires. Son utilisation est documentée dans l'histoire il y a plus de 4000 ans. Les premiers fromages ont émergé avec la domestication des animaux, pendant la période préhistorique. L'activité monastique a ensuite largement contribué au développement de la diversité fromagère au moyen-âge, avec l'invention de nombreuses recettes fromagères, qui sont devenues des spécialités régionales, et la mise au point des premières techniques d'affinage. L'activité paysanne a ensuite remplacé l'activité monastique dans la production de fromage au X<sup>ve</sup> siècle, sous l'influence des famines et des impôts laitiers. Avec la découverte de la pasteurisation au XIX<sup>e</sup> siècle et l'industrialisation au XX<sup>e</sup> siècle, la production fromagère s'est développée. Cela a entraîné la création de diverses réglementations, comme les normes d'hygiène pour protéger les consommateurs....La production du fromage est passée d'un art à une quasi-science en quelques milliers d'années **(Ribeiro et Ribeiro, 2010)**.

Selon **Fox et al. (2004)**, le terme « fromage » est dérivé du terme « moule » utilisé pour sa production. En Europe, les faisselles à lait caillé étaient désignées par les termes latins «Forma » et grecs «Formos ». C'est qu'à partir du XII<sup>e</sup> siècle que le terme devient "Formage" ou "Fourmage" en fonction des régions.

Les fromages ont probablement été fabriqués pour la première fois par accident en transportant du lait dans des sacs fabriqués à partir d'estomacs de mammifères. C'était en effet, dans les temps anciens, une pratique fréquente en Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest, pour le transport du lait. Il est probable que certains éléments ont joué un rôle dans la transformation du lait en fromage, tels que la chaleur, l'acidité et les sucs de l'estomac. De cette manière, on a utilisé des extraits d'estomac provenant de diverses espèces animales (moutons, chèvres, vaches), ainsi que des extraits de plantes, pour la fabrication de fromages **(Abi Azar, 2007)**.

Le « fromage » est le groupe le plus consommé par les Algériens, avec une consommation annuelle de 85.000 tonnes. On a constaté une consommation de 60% du "fromage fondu" (20.000 tonnes par an), ce qui s'explique par sa durée de conservation et son prix abordable. Le second type de fromage le plus populaire en Algérie est le "fromage frais",

notamment le “fromage blanc”. Les autres fromages tels que le camembert et le gruyère sont très peu consommés (**Zoubeidi et al., 2013 ; Belhadia et al., 2014**).

En Algérie, la notion de tradition et de typicité est liée aux fromages de chèvre. Ils jouent un rôle essentiel sur les marchés locaux, principalement vendus en état frais salé ou demi-salé, où ils sont utilisés pour l’autoconsommation familiale. Le taux de collecte du lait caprin est très faible, ce qui limite la production de fromage de chèvre (**Kalantzopoulos, 1993 ; Bencharif, 2001**).

Les produits naturels de qualité, sans additifs ni conservateurs, suscitent de plus en plus l’intérêt des consommateurs. TEPA (Transformation et Elaboration des Produits Agro-Alimentaires) du Laboratoire de Recherche en Nutrition et Technologie Alimentaire (LNTA) recense 10 types de fromages traditionnels provenant de différentes régions, dont la plupart sont des fromages frais. Seuls les nommés « Djben » et « Klila » sont les plus connus, très répandus dans tout le pays et même dans les pays du Maghreb (**Silvana et al., 2018**).

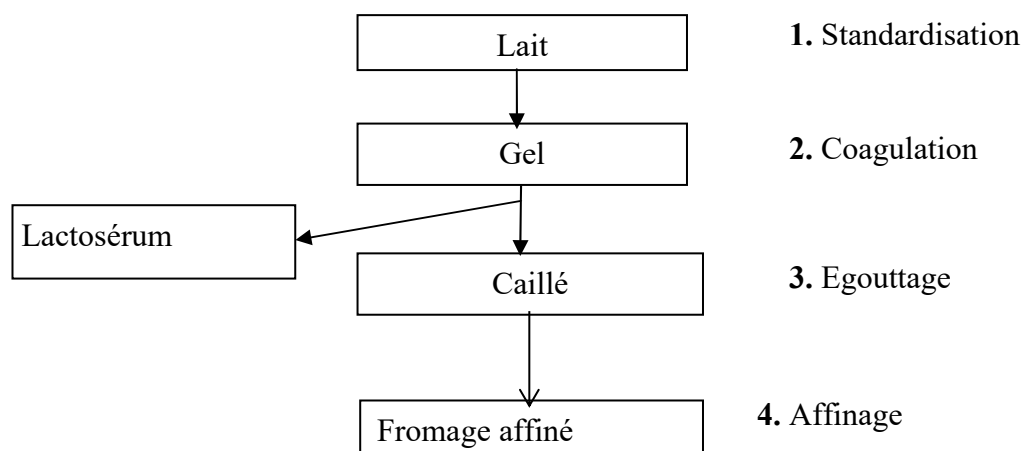
## **II.2.Définition du fromage**

D’après **Jeantet et al. (2007)**, les fromages sont des méthodes traditionnelles de conservation et de stockage de la matière utile du lait, dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très valorisées. Selon **Fox et al. (2004)**, le fromage est un terme générique utilisé pour désigner un ensemble de produits alimentaires à base de lait fermenté, fabriqués dans une grande diversité de saveurs et de formes.

Les fromages sont des produits fermentés ou non, affinés ou non, obtenus à partir de matières d’origine exclusivement laitière (lait, lait partiellement ou totalement écrémé, babeurre) utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant l’égouttage ou après l’élimination partielle de la phase aqueuse. Ils sont produits par coagulation d’un produit laitier avec égouttage, éventuellement avec de la matière grasse d’origine laitière, suivis d’égouttage, conformément aux méthodes traditionnelles (**Jeantet et al. 2007**).

Le fromage, selon la norme (**Codex STAN 283-1978**), est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum /caséines ne dépasse pas celui du lait. On l’obtient par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l’action de la présure ou d’autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; ou alors par emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des

produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques correspondant à la définition précédente (Eck, 1997).



**Figure N° 1** : Schéma simplifié de la fabrication d'un fromage (Mahaut et al., 2003).

### II.3. Composition du fromage

Les fromages constituent une catégorie alimentaire très diversifiée dont la composition varie considérablement en fonction de la qualité de la matière première utilisée ou de la méthode de fabrication. Les différentes formes de fromages sont influencées par les composants énergétiques tels que les protéines, les sels minéraux, les vitamines, l'eau et les lipides (Eck, 1987).

Les fromages sont particulièrement riches en protéines et en calcium, et la quantité de glucides reste sensiblement la même, quelle que soit la catégorie. Les compositions moyennes des principaux fromages pour 100 g sont présentées dans le tableau 03.

**Tableau N°4** : Compositions moyenne des principaux fromages pour 100g (Eck et Gillis, 2006).

Constituants	Fromage frais	Fromage à pâte molle	Fromage fondu
Eau(g)	80	50	48
Glucides(g)	4	4	2,5
Protéines(g)	7,5	24	22
Lipides(g)	8,5	20	18
Vitamine(UI)	100	400	680
Calcium(mg)	40	700	1650
Sodium(mg)	170	1010	1200

**II.4. Classification des fromages**

La grande diversité des fromages rend leur classement complexe. Il est d'autant plus difficile de la définir que les critères sur lesquels une classification pourrait s'appuyer s'entremêlent (**Mietton, 1994**).

Les différentes méthodes de classification des fromages varient en fonction du type de critère : le lait utilisé, le pays d'origine, la technique de fabrication, le mode d'affinage, l'aspect extérieur, la teneur en eau. Selon Steven Jenkins, il existe huit familles de fromage qui sont classées en fonction des caractéristiques générales du fromage (apparence, mode de production...) : le fromage frais, le fromage à croûte naturelle, fleurée ou lavée, le fromage bleu veiné, le fromage non cuit à pâte pressée, le fromage cuit et pressé, et enfin le fromage fondu (**Katz et Weaver, 2003 ; Pradal, 2012**).

Les différentes variétés des fromages sont représentées dans le tableau ci-après :

**Tableau N°5 :** Classification des fromages en fonction des opérations de fabrication et de leurs caractéristiques (Anonyme, 2001).

Pâte		Caractéristiques	Technologie defabrication	Exemples
<b>Fromage fraisou à pâte fraîche</b>		Humidité: très élevée (60 %). Texture: faible, crémeuse sans cohésion Absence d'affinage Conservation au frais de courte durée	fromages à égouttage obtenu par centrifugation ou filtration, à fermentation lactique.	Petit- suisse
<b>Fromage àpâte molle</b>		A croûte lavée	fromages obtenu par action de la présure, avec affinage après la fermentation lactique. Avec une pate ni cuite ni pressée, Egouttage lent, par découpage et éventuellement un brassage	Livarot
		A croûte moisie		Camembert
		Persillé (à moisissure interne)		Roquefort
<b>Fromage à pâte pressée</b>	<b>Non cuite</b>	Pâte ferme non cuite	Quelques degrés de différence dans le chauffagedu caillé séparent ces deux types de fromages. Ce chauffage à pour but de resserrer les grains de caillé donc d'extraire davantage desérum	Cantel
		A croûte lavée		Saint-paulin
		A croûte moisie		Saint – nectaire
		Croûte artificielle		Edam
	<b>Cuite</b>	Avec ouverture		Emmental
		Sans ouverture		Beaufort
		Très dûre		Cheddar
<b>Fromage fondus</b>		Type : Fondu Forme : Variable Croûte : Sans Croûte Texture : Ferme, Tendre Couleur : Jaunâtre Trou : Absence Teneur En EST : 40% Teneur en G/EST : 40%	il s'agit de préparations issues de la fonte de fromage généralement à pate pressée	les fromages en portion



## **II.5. Types de fromages**

La classification officielle des fromages est établie par la norme **FAO/OMS (n°A-6, 1978, modifiée en 1990)** en se basant sur leur taux d'eau dans le fromage dégraissé, leur teneur en matière grasse (G/S) et les principales caractéristiques d'affinage. Sur la différenciation :

### **II.5.1. Fromage à pâte molle**

Il s'agit de fromages non cuits ni pressés, avec une texture généralement crémeuse et onctueuse, avec une légère élasticité. Ils ont une humidité moyenne (50 à 55%). Ces fromages sont généralement affinés en surface pendant une courte période, puis égouttés et moulés. Leur maturation commence par la croûte avant de se diriger vers le centre du fromage. On distingue trois catégories (**Fox et al., 2017**) :

- Les fromages à pâte molle moussée, généralement avec une croûte moisie, tels que le Camembert, la Brie...
- Fromages à base de pâte molle et de croûte lavée (Munster, Livarot, Pont-l'Évêque...)
- Fromages à pâte molle persillée (avec des moisissures internes) (Roquefort et autres bleus...).

### **II.5.2. Le fromage à pâte pressée**

Le fromage à pâte pressée est un fromage caillé qui est obtenu en coagulant à la présure, puis en l'égouttant intensément en utilisant des techniques de découpage, de brassage et de pression. L'humidité varie en fonction de l'étape de cuisson. On distingue les fromages suivants (**Fox et al., 2017**) :

- Fromages non cuits à pâte ferme (pâte pressée et broyée) (Cantal...)
- Fromages à base de pâte pressée non cuite et de croûte lavée (St Paulin, Reblochon...).
- Fromages non cuits à pâte pressée et à croûte moisie (St Nectaire, Tomme de Savoie...)
- Fromages non cuits à pâte pressée et à croûte artificielle (Edam)
- Pâtes pressées cuites avec ouverture (Emmenthal)

- Pâtes pressées cuites sans ouverture (Beaufort),
- Pâtes pressées très fermes (Cheddar).

### **II.5.3. Fromage à pâte persillée**

Il s'agit de fromages ni cuits ni pressés dont le caillé contient des moisissures comme *Penicillium Roqueforti* (**Jean et Roger, 1961**). Ils ont un goût poivré, fort et piquant, avec une pâte légèrement salée et une texture généralement friable (**Anonyme, 2015**).

### **II.5.4. Fromage frais**

Ce fromage est une pâte fraîche obtenue par coagulation lactique. On obtient cette dernière en ensemençant le lait avec des bactéries lactiques mésophiles du genre *Lactococcus* et *Leuconostoc*, à une dose de 1 à 3 % du volume du lait et à une température de 18 à 25 °C. La présure est ajoutée de manière faible (de 1 à 5 ml de présure au 1/10000 pour 100l), avec pour objectif principal de favoriser une coagulation à caractère acide prédominant (**FAO, 1995**). Selon **Walstra et al. (2006)**, les fromages peuvent différer selon le type de lait, la quantité de matière grasse et la méthode de production. Le fromage frais présente généralement une texture étalée ou même granulaire.

### **II.5.5. Fromage fondu**

Le terme « fromage fondu » est utilisé pour désigner le produit obtenu par fonte et émulsification de fromage ou d'un mélange de plusieurs fromages à pâte pressée, cuite ou non, refondus, additionnés de lait, de crème ou de beurre (**Gemrcn, 2009**). Il a une texture plus ou moins molle et élastique, avec une saveur peu prononcée, et a l'avantage de se conserver (**Branchet, 2013**).

## **II.6. Microflore de fromage**

Selon **Ercolini et al. (2009)**, la composition microbiologique du fromage varie en fonction du lait de départ, du processus de fabrication et de l'âge du fromage. En général, les bactéries lactiques, notamment les *Lactococcus* et les *Enterococcus*, sont prédominantes, ce qui a un impact sur les caractéristiques sensorielles du produit fini (**Randazzo et al., 2009**).

### II.6.1. Flore d'altération

Il s'agit de bactéries, de champignons indésirables qui sont introduits par contamination. Cette flore regroupe les bactéries thermorésistantes, les coliformes, les psychrotrophes, les levures et les moisissures font partie de cette flore (**Abdessalam, 1984**).

L'altération de la flore provoquera des altérations sensorielles telles que des défauts de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture, et diminuera la durée de vie de la tablette du produit laitier. De temps en temps, certains microorganismes pathogènes peuvent également être présents. L'un n'exclut pas l'autre (**Kabir, 2015**).

Selon **Vignola (2002)**, les principales espèces identifiées comme mauvaises herbes sont *Pseudomonas* sp, *Proteus* sp, les coliformes, principalement *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus* sp et *Clostridium* sp, ainsi que des bactéries psychrotrophes et certaines levures et moisissures.

### II.6.2. Flore de contamination

Selon **Eck et Gillis (2006)**, le fromage est un aliment extrêmement vulnérable aux éventuelles contaminations. La présence de contaminants varie en fonction de leur capacité à se développer, de leur composition physico-chimique et des conditions d'affinage et de stockage. Trois critères sont essentiels :

- L'activité de l'eau ( $A_w$ ) qui diminue avec le salage et devient inhibitrice à 0,95.
- Le niveau élevé d'oxydoréduction en surface (aérobie) et faible dans la pâte (anaérobie) encourage la sélection des micro-organismes.
- Le pH variable dans le temps, à la surface et en profondeur d'un fromage à un autre, la plage de pH de 4,5 à 5,2 est considérée comme la limite pour l'inhibition des microorganismes. Cependant, il est possible de constater certaines exceptions, telles que les champignons qui peuvent être inhibés par un pH inférieur à la limite.

Lorsque les fromages au lait cru ne sont pas traités thermiquement, les bactéries pathogènes augmentent considérablement (conditions technologiques favorables) et peuvent être d'origine externe (environnement) ou interne (animal malade). La majorité des bactéries présentes dans le fromage sont des ubiquistes : bactéries provenant du lait cru (agents de

mammites), *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*.

## **II.7. Facteurs affectant la qualité des fromages**

La qualité des fromages est influencée par différents éléments tels que la composition chimique du lait, la composition du fromage, la maturation du fromage, la coagulation présure et le processus de fabrication. Il semble possible de produire des fromages de qualité supérieure en gérant ces éléments. Plusieurs éléments peuvent être facilement maîtrisés. Malgré toutes les initiatives mises en place dans le domaine de la recherche et du contrôle de qualité, il n'est pas encore possible de gérer certains facteurs (facteurs interactifs) (Fox et al. 2000).

## **II.8. Méthode de conservation**

Il y a plusieurs techniques pour la conservation des aliments y compris les fromages.

### **II.8.1. Méthode par froid**

#### **II.8.1.1. Réfrigération**

On utilise la réfrigération pour préserver les aliments périssables à court et moyen terme. Selon le produit, la température, l'humidité relative et le type de conditionnement, la durée de conservation varie de quelques jours à plusieurs semaines. La technique implique de réduire la température d'un aliment à des valeurs légèrement supérieures à celle de congélation. La réfrigération a pour but d'empêcher la croissance des germes mésophiles, dont la majorité des micro-organismes pathogènes. Elle ne fonctionne donc qu'à des températures allant de 0 à +4 °C. La réfrigération n'interdit pas la croissance de certaines espèces psychrotrophes ; la croissance de ces populations est d'autant plus rapide que l'on s'éloigne de 0 °C dans le sens des températures augmentées. Un aliment réfrigéré dans des conditions optimales (0 à 1 °C) peut être progressivement modifié en surface par la flore psychrotrophe. (Gueroui, 2018)

#### **II.8.1.2. Congélation-Surgélation**

Dans le processus de congélation, les aliments sont stockés à des températures inférieures au point de congélation, habituellement à 0°C. On l'emploie pour la conservation à

long terme des aliments (4 à 24 mois). L'activité métabolique de la plupart des germes pathogènes et d'altération est interrompue pendant la congélation. Toutefois, les réactions d'altération chimique ne sont pas totalement interrompues. L'oxydation enzymatique des lipides, l'hydrolyse des glucides et la lipolyse sont les réactions les plus significatives. Afin de remédier à cela, les fabricants effectuent habituellement un blanchiment des produits (comme les légumes surgelés) avant de les congeler. Un produit surgelé désigne un aliment extrêmement frais qui a été congelé à une vitesse extrême. C'est donc une situation spécifique de congélation (Gueroui, 2018).

## **II.8.2. Méthode thermique**

### **II.8.2.1. Pasteurisation**

La pasteurisation est un processus thermique modéré qui se déroule à une température inférieure à 100 °C et qui détruit de manière plus ou moins complète les éléments microbiens sous leur forme végétative. La conservation des produits pasteurisés doit être effectuée à une température de 4 °C. La durée de vie des produits pasteurisés varie en fonction de la valeur pasteurisatrice utilisée. Elle est recommandée lorsque le pH du milieu est inférieur à 4,5, dans tous les cas où un traitement thermique important entraîne une diminution des propriétés organoleptiques des aliments, lorsque l'objectif peut être restreint à la destruction des espèces pathogènes. Lors de la préparation d'aliments fermentés, on observe la présence de contaminants (Gueroui, 2018).

### **II.8.2.2. La stérilisation**

La stérilisation thermique implique d'exposer les aliments à une température, habituellement supérieure à 100 °C, pendant une période adéquate pour inhiber les enzymes et toutes sortes de micro-organismes, y compris les bactéries sporulées. Cette méthode permet de détruire les micro-organismes de manière à prévenir la dégradation de leurs qualités sanitaires au fil du temps. Son nom vient du français Nicolas Appert (1750-1841) (Appertisation), confiseur-traiteur de métier, qui, après 14 ans d'expérimentations commencées en 1795, a expliqué la méthode de conservation des aliments qui consiste à les enfermer dans un récipient Hermétique et à les chauffer dans de l'eau bouillante. Il est nécessaire d'attendre les recherches de Louis Pasteur (1822-1895) sur la stérilisation par chauffage des milieux nutritifs, puis sur la bière et le vin, pour que l'existence de la destruction par la chaleur des micro-organismes soit démontrée. (1806). Aujourd'hui, on

appelle pasteurisation un processus de chauffage de quelques minutes entre 55 et 60 °C en absence d'air, développé par Pasteur (**Gueroui, 2018**).

## **II.9. Principales étapes de transformation fromagère**

La fabrication du fromage consiste en l'assemblage des protéines du lait, en particulier de la caséine qui retient les autres composants, puis en l'assemblage de morceaux de caillé moulés. La phase liquide est entraînée par l'agglomération, avec l'eau du lait et les éléments solubles qui sont emprisonnés dans des pores et libérés par la suite. Les trois étapes de la fabrication sont la coagulation du lait (formation d'un gel de caséines), l'égouttage (déshydratation partielle du gel) qui donne lieu à un caillé et enfin le salage. Il s'agit de ces étapes pour les fromages frais. Les fromages affinés sont également soumis à une étape d'affinage pour le reste des fromages (**Luquet, 1990**).

### **II.9.1. Coagulation**

Les modifications physico-chimiques qui se produisent au niveau des micelles de caséine entraînent la coagulation du lait, ce qui entraîne la formation d'un gel. Les mécanismes proposés pour la formation du coagulum varient considérablement en fonction de l'acidification ou de l'action des enzymes coagulantes (**Eck, 1987**).

### **II.9.2. Egouttage**

La déshydratation partielle du gel ou de la caséine est l'égouttage du caillé, qui se produit par séparation d'une partie du lactosérum. Il s'agit d'une distinction physique entre le solide et le liquide. En raison de l'instabilité du gel obtenu par la floculation des caséines, il se déforme rapidement après la contraction des micelles, ce qui entraîne l'évacuation de la phase liquide du caillé. On appelle synérèse ce phénomène qui permet de dissocier le caillé, qui contient la caséine et la matière grasse, du sérum, qui contient le lactose, les minéraux et les protéines solubles du lait. Il existe différentes méthodes pour améliorer l'égouttage, telles que le pressage, le découpage et le brassage (**Guiraud, 1998 ; St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

### **II.9.3. Salage**

Dans la plupart des processus de production, entre l'égouttage et l'affinage, se trouve l'opération de salage, qui joue un rôle essentiel dans la maîtrise de l'affinage en agissant sur

l'activité de l'eau. Le sel ajouté au fromage contribue à améliorer la saveur finale tout en apportant davantage :

- Il effectue l'égouttage en utilisant la pression osmotique.
- Il interrompt l'acidification du caillé et prévient une dégradation excessive de la pâte.
- Il régule la prolifération des bactéries nuisibles ou pathogènes et choisit les micro-organismes nécessaires à l'affinage.

Après le démoulage, la méthode de salage habituelle consiste à saupoudrer ou à frotter régulièrement chaque surface du fromage avec du sel. Cette méthode à sec permet d'éviter le mouillage de la surface et de l'assécher et de créer une croûte. En revanche, cela entraîne une diminution du rendement et des variations dans la quantité finale de sel. Elle sert à la fabrication de fromages de type suisse, tels que le gruyère, et de fromages fermiers de chèvre. La méthode en saumure est une autre option (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

#### **II.9.4. Affinage**

L'affinage consiste en des modifications biochimiques des composants du caillé, principalement sous l'influence d'enzymes microbiennes. L'affinage est une étape où les enzymes digèrent les composants protéiques et lipidiques du caillé égoutté, ce qui lui donne une texture et une saveur spécifiques en fonction du type de fromage souhaité (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

Selon **Mietton (1995)**, l'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques qui se déroulent simultanément à savoir :

1. La dégradation des protéines.
2. L'hydrolyse de la matière grasse.
3. La fermentation du lactose.

# **Chapitre III**

## **Fromage fondu**



**III.1. Aperçu historique**

Pour la première fois, la production de fromage fondu a été abordée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. On n'a pas utilisé de sels de fonte et le produit n'a pas été efficace. Kraft a introduit le premier fromage fondu réussi, utilisant des sels de fonte, en Europe en 1911 et aux États-Unis en 1916 (**Meyer, 1973**).

En 1917, le premier fromage fondu de cheddar en portion de 5 livres est commercialisé par l'entreprise KRAFT à Chicago, destinée à fournir des produits à l'armée américaine. Les polyphosphates ont été utilisés comme sels de fonte émulsifiants pour le fromage fondu sur les marchés européens après 1930 (**Eck et al., 1997**).

**Fox et McSweeny (1993)** soulignent que la fonte des fromages offre plusieurs bénéfices :

-Il est possible d'utiliser une quantité de fromage qui est difficile ou même impossible à commercialiser.

En combinant diverses variétés de fromage avec d'autres matières premières termes non laitières, on obtient des fromages fondus qui diffèrent en consistance , de saveur et de forme .

-Ils se conservent avec stabilité à des températures modérées, ce qui diminue les dépenses liées au stockage et au transport (**Christensen et al., 2003**).

-Ils ont une stabilité accumulée par rapport aux fromages naturels lors du stockage.

Une excellente valeur nutritionnelle, notamment en tant que source de calcium et de protéines pour les enfants, et une capacité à répondre aux besoins nutritionnels s'ils sont enrichis en vitamines et en minéraux (**Zhang et Mahoney, 1991 ; Sukhinina et al., 1997**).

**III.2. Définition du fromage fondu**

**Andre et Gillis (1997)** traitent le fromage fondu comme un produit contemporain issu du mélange de fromages de différentes origines et à différents stades d'affinage, avec des sels de fonte. Ce mélange est ensuite broyé, puis chauffé sous vide partiel et agité en permanence jusqu'à ce qu'une masse homogène soit obtenue, qui est ensuite emballée dans un emballage protecteur. Parmi ses avantages, on retrouve la stabilité du produit grâce à son traitement

thermique, ce qui lui confère une excellente qualité de conservation et une bonne commercialisation, même dans les régions à climat chaud.

- Il présente une valeur nutritionnelle remarquable.
- Il offre un goût doux et régulier. Sa présentation, son utilisation et son aromatisation sont très variées.

### **III.3. Les différents types de fromage fondu**

Il est possible de classer ces produits de la fonte de fromage en six familles, ici classés par ordre chronologique d'apparition sur le marché mondial.

#### **III.3.1. Fromage fondu en bloc**

Il s'agit du plus ancien type de fromage fondu. On l'obtient par moulage, que ce soit dans le moule ou dans l'emballage préalablement préparé. Elle contient une quantité assez importante de matière sèche (au moins 50%) par rapport au rapport matière grasse/matière sèche (MG/ES) (40%). Il présente une structure solide et une élasticité adéquate. Le processus de coulage se déroule en utilisant des blocs de poids variés, mais également de plus en plus en utilisant des tranches (Boutonnier et al., 2006).

#### **III.3.2. Fromage à couper**

Moins ferme que le bloc, il n'est pas nécessairement facile à tartiner. Il présente entre trois et quatre points de matière sèche moins élevés que le précédent, de moins de matière, ce qui le rend plus agréable à déguster. L'élasticité, souhaitée parfois, n'est pas toujours appréciée en raison de la formation de fils qui rend le conditionnement délicat sur les machines classiques (Boutonnier, 2000).

#### **III.3.3. Fromage fondu en tranche**

D'origine nord-américaine, il se présente habituellement sous forme de tranches obtenues soit par la formation de bandes qui seront découpées et ensuite emballées, soit par le moulage du fromage en forme de tube autour duquel sur forme alors une gaine de matière plastique.

Il est essentiel que ce produit se refonde rapidement sans subir de carbonisation superficielle, tel qu'une tranche d'emmental par exemple, ce qui nécessite une préservation significative de la structure protéique de la matière source (**Boutonnier, 2000**).

### **III.3.4. Fromage fondu à tartiner**

D'après (**Boutonnier, 2000**), le crémage est un procédé qui permet en partie de modifier la consistance du produit final et de lui donner une certaine tartinabilité. Il est possible d'aromatiser et de conditionner dans des emballages souples (portions) ou rigides (pots, barquettes, tubes).

### **III.3.5. Fromage fondu thermostable**

Il s'agit d'un fromage qui doit rester fondu lorsqu'il est soumis à une nouvelle source de chaleur. Le crémage est très intensif et les blocs obtenus sont découpés au Japon et utilisés dans des plats à base de légumes ou de poisson.

Cette préparation peut être stérilisée et, à des températures élevées, les cubes de fromage fondu doivent rester intacts après la stérilisation (**Richonnet, 2016**).

### **III.3.6. Fromage fondu aux additifs**

Selon **Kernoug et Benmohamed (2008)**, ces fromages fondus sont fabriqués à partir de mélanges frais ou affinés, éventuellement ajoutés du lait, du beurre, de la caséine, ainsi que d'autres ingrédients tels que les épices, les champignons, les olives, etc.

## **III.4. Composition et valeur nutritive du fromage fondu**

### **III.4.1. Valeur nutritive**

Le fromage fondu comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui le composent. Il apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire. Ne nécessitant aucune préparation, c'est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines). Comme tous les produits laitiers, c'est une source importante de protéine et de calcium. En outre, la présence de matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui confèrent

une efficacité nutritionnelle (notamment digestibilité) au moins égale à celle des composés de départ (Gillis et Eck,1997).

### III.4.2. Composition du fromage fondu

Le fromage fondu se compose de plusieurs éléments cités dans le tableau n°6.

**Tableau N° 6 :** Composition de fromage fondu (Carole, 2010).

Eléments nutritifs	Composition moyenne
Eau (g/100g)	48
Protéines(g/100g)	18
Glucides(g/100g)	2,50
Lipides(g/100g)	22
Sodium(mg/100g)	1650
Magnésium (mg/100g)	25
Phosphore (mg/100G)	900
Calcium (mg/100g)	680
Zinc(mg/100g)	9
Energie(Kcal)	280

### III.5. Propriétés organoleptiques du fromage fondu

Les caractères organoleptiques d'un aliment influencent son attrait pour le consommateur. L'apparence, la texture et la saveur d'un fromage stimulent les sens de la vue, de l'ouïe, du toucher, de l'odorat et du goût, engendrant des réactions variées de désir ou de rejet (Vassal, 1987)

Le développement du goût dans le fromage dépend de diverses enzymes présentes pendant sa fabrication. La matière grasse du lait est cruciale pour la richesse de la saveur (Linden et al., 1985)

Pour produire un fromage fondu de qualité, il est essentiel de sélectionner rigoureusement les matières premières afin d'éliminer celles qui pourraient altérer le goût **(Veisseyre, 1979)**

Dans les fromages fondus, l'ajout de produits laitiers comme le beurre, la crème, la caséine, le lait, le babeurre et le lactosérum adoucit la saveur, nécessitant une attention particulière à leur qualité et à leur mode de production, ainsi qu'aux conditions de cuisson et à la composition **(Patart,1987)**.

# *Partie expérimentale*

*Chapitre I*

*Matériel et méthode*

## 1. Lieu de travail

Ce travail a été réalisé durant la période du 04 février 2024 jusqu'au 4 Mai 2024 au niveau des laboratoires de technologie agroalimentaire et de microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn Khaldoun-Tiaret.

## 2. Objectif

L'objectif de notre travail vise à fabriquer un fromage à tartiner à base de lait de vache et développer un processus de fabrication optimal pour produire un fromage de haute qualité à partir de lait de vache.

## 3. Produits et matériel utilisés

### 3.1 Produits

#### 3.1.1 Matière première

- **Le lait de vache**

Le lait de vache utilisé dans notre expérimentation nous y est parvenu de la ferme HAIDER, AIN GUESSMA wilaya de Tiaret

- **Présure**

La présure utilisée est une présure commerciale présentée sous forme de poudre (Laiterie Sidi Khaled Tiaret, zone industrielle Zaaroura route de Frenda) de force coagulante de 1/100.000.

La poudre de présure est conservée à 4°C. A partir de celle-ci, nous avons préparé une solution mère par reconstitution à 1g de poudre dans 100 ml d'eau distillé. Cette solution est conservée à 4°C.



### 3.1.2 Produits chimiques utilisés

Voir le tableau suivant N°.7

### 3.2 Matériels

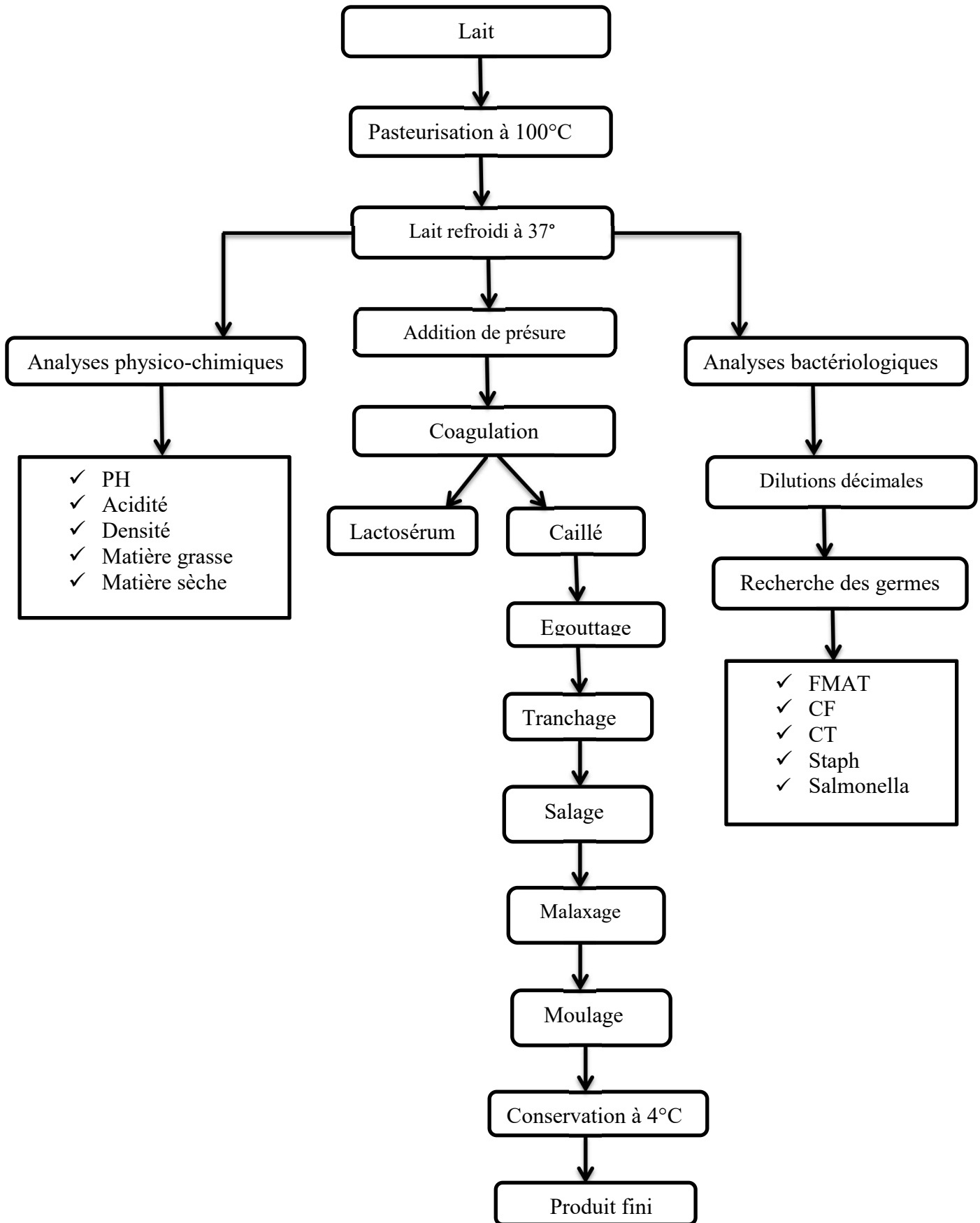
Le matériel utilisé pour effectuer cette partie expérimentale est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau N°7 : Matériels utilisés**

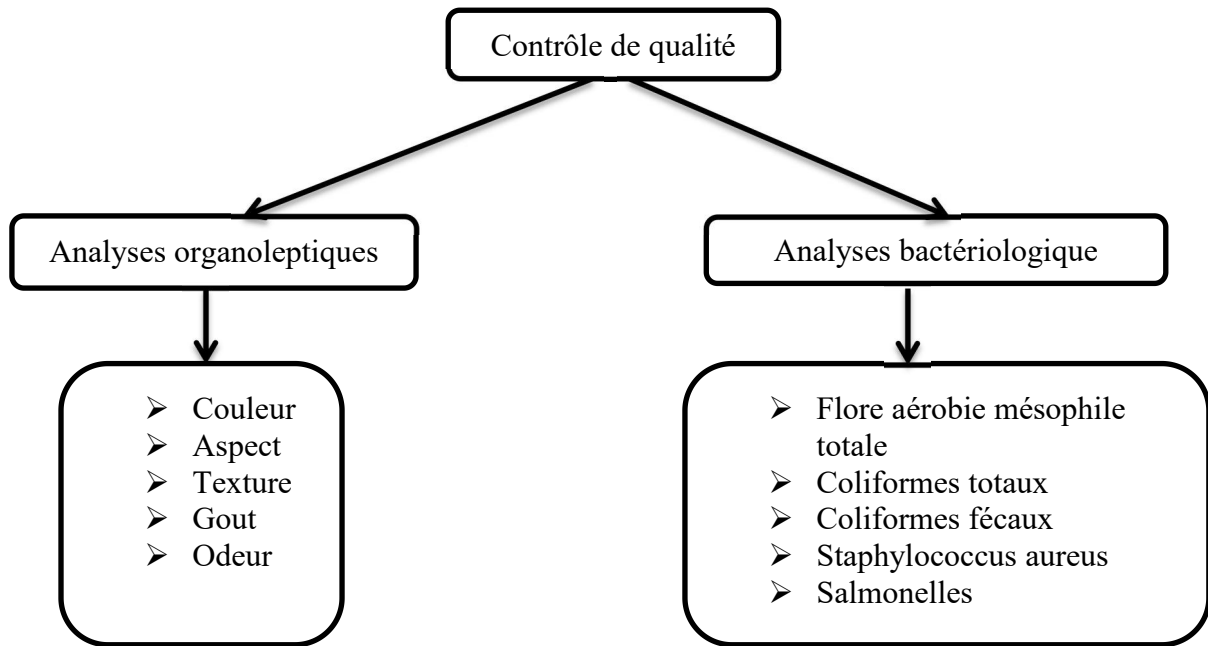
<i>Verreries</i>	<i>Appareillage</i>	<i>Autre</i>	<i>Produits chimiques</i>
Fioles Jaugées	Agitateur magnétique	Eau distillée	Eau distillée
Béchers	PH-mètre	Papier aluminium	Gélose VRBL
Pipettes	Bain marie	Papier absorbant	Gélose PCA
Burette graduée	Réfrigérateur	Papier film	Gélose BP
Flacon en verre	Réfractomètre	Papier filtre	Phénolphtaléine
Tubes à essais	Balance analytique	Barreau magnétique	NaOH (N/9)
Éprouvettes graduée	Étuve	Boîtes de pétri	Alun de fer
Verrines	Densimètre	Cuillères	TSE
Des verres de montre	Four à cendre	Spatule	
Entonnoir	Bec benzène		

## 4. Méthodes

### 4.1 Protocole expérimentale



**Figure N°2 : Protocole expérimental de travail**



**Figure N°3:** Protocole expérimentale de contrôle de qualité

## 4.2. Caractéristiques physicochimiques du lait

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées selon les normes algériennes publiées dans le journal officiel de la république Algérienne (JORA, 2017).

### 4.2.1. Détermination du pH

- **Principe**

Par définition, le pH est une mesure de l'activité des ions  $H^+$  contenus dans une solution. La mesure du pH fournit des informations sur l'acidité du lait. Ce dernier est considéré comme frais si son pH entre [6,4 et 6,8]. (Norme AFNOR n°NF T 9D-031)

- **Mode opératoire**

- ✓ Calibrage de l'électrode du pH mètre.
- ✓ Rincer l'électrode avec de l'eau distillée puis l'essuyer.
- ✓ Plonger l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon.
- ✓ Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

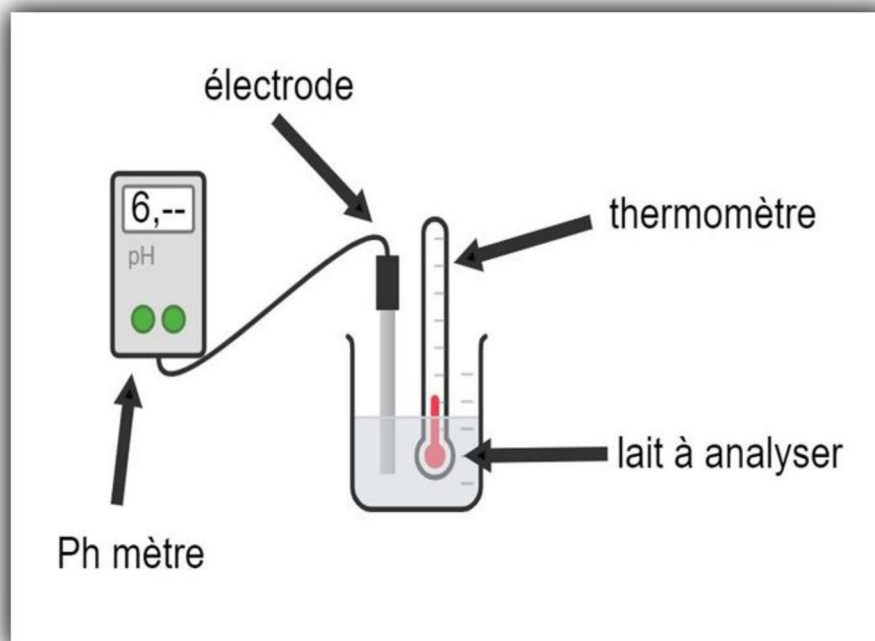


Figure N°4 : Schéma représentant la mesure du pH avec un Ph mètre

### 4.2.2. Détermination de l'acidité

- **Principe**

La mesure de l'acidité titrable est reposée sur un dosage acido-basique d'un échantillon de lait avec une solution de **NaOH** (0.1N) en présence d'un indicateur de couleur adapté (AFNOR, 1995).

- **Mode opératoire**

- ✓ Remplir la burette de la solution de NaOH et régler le niveau de liquide à zéro.
- ✓ Dans un bécher de 100ml, introduire 10ml de l'échantillon pour essai.
- ✓ Ajouter dans le bécher 3 gouttes de solution de phénolphthaléine.
- ✓ Titrer goutte-à-goutte la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début de virage au rose.
- ✓ Noter la valeur lue sur la burette.

L'acidité exprimée en degré dornic est donnée par la relation suivante :

$$A = V \times 10$$

A : Acidité.

V : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium (0.1N) versée.

1°Dornic = 0.1g d'acide lactique par litre de l'échantillon.

### 4.2.3. Détermination de la densité

- **Principe**

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Pointurier, 2003).

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lacto-densimètre, elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

Densité corrigée = densité lue + 0.2 (température du lait -20°C) (AFNOR, 2001).

- **Mode opératoire**

- ✓ Remplir l'éprouvette avec l'échantillon du lait et éviter la formation de mousse.
- ✓ Plonger doucement le densimètre dans l'éprouvette.
- ✓ Attendre la stabilité de densimètre.
- ✓ Noter la température et lire directement la valeur de densité sur l'échelle du densimètre.

#### 4.2.4. Détermination de la matière sèche

- **Principe**

On entend par la «matière sèche» du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la norme (AFNOR, 1985).

- **Mode opératoire**

- ✓ Peser une capsule vide, nettoyée et séchée.
- ✓ Introduire 10 ml de lait et la peser.
- ✓ Mettre la capsule dans l'étuve pendant 3h à 105°C.
- ✓ Mettre ensuite la capsules dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante.
- ✓ Peser la capsule.

- **Expression des résultats**

La matière sèche est mesurée par la formule suivante :

$$MS = (M_1 - M_0) / V$$

**MS** = matières sèches du lait en gramme par litre g/l.

**M<sub>1</sub>** = la masse de la capsule avec le résidu après la dessiccation en gramme.

**M<sub>0</sub>** = la masse de la capsule vide en gramme.

**V** = le volume de prise d'essai en litre.

#### 4.2.5. Détermination de taux de cendres

- **Principe**

Le principe repose sur l'incinération de l'échantillon dans un four à morfle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant (Afnor, 1972).

- **Mode opératoire**

- ✓ Peser une capsule vide et noter son poids.
- ✓ Mettre 10 ml de lait dans la capsule vide.
- ✓ Placer la capsule dans un four à 550°C degré pendant 4 heures.
- ✓ Refroidir la capsule dans un dessiccateur.
- ✓ Peser la capsule.

- **Expression des résultats :**

Le taux de cendres est mesuré par la formule suivante :

$$TC = (M_1 - M_0) / V$$

TC = matières sèches du lait en gramme par litre g/l.

M<sub>1</sub> = la masse de la capsule avec le résidu après l'incinération en gramme.

M<sub>0</sub> = la masse de la capsule vide en gramme.

V = le volume de prise d'essai en litre.

#### 4.2.6. Détermination de l'humidité

- **Principe**

Exprimé en pourcentage de masse, le taux d'humidité représente la perte de masse du lait lorsqu'il est soumis à la dessiccation. (AFNOR, 1989)

- **Mode opératoire**

- ✓ Peser une capsule vide, nettoyée et séchée.
- ✓ Introduire 10 ml de lait et la peser.

- ✓ Mettre la capsule dans l'étuve pendant 4h à 105°C.
- ✓ Mettre ensuite la capsules dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante.
- ✓ Peser la capsule.

### • Expression des résultats

La matière sèche est mesurée par la formule suivante :

$$TH (\%) = [(m_2 - m_1) / m_0] \times 100$$

**TH**: Taux d'humidité.

**M<sub>0</sub>** : Le volume de la prise de la d essai en g.

**M<sub>1</sub>** : La masse en g de la capsule vide.

**M<sub>2</sub>** : La masse en g de la capsule et le résidu après la dessiccation et refroidissement.

### 4.2.7. Détermination de matière grasse

#### • Principe

Le principe est basé sur l'extraction par la technique du Soxhlet de la matière grasse contenue dans un échantillon à l'aide d'un solvant organique qui est ensuite éliminé par évaporation (Kouassi et al., 2008).

Le dosage de la matière grasse se fait par extraction après désagrégation au moyen d'acide chlorhydrique concentré à chaud; ce traitement dégrade tous les composés autres que les lipides, qui sont séparés du mélange par filtration, le contenu du filtre est lavé, séché puis les lipides sont extraits au Soxhlet au moyen d'éther de pétrole (BAUER et al., 2010).

#### • Mode opératoire

- ✓ Peser 10g d'échantillon à analyser (lait ou fromage) dans un ballon à fond plat;
- ✓ Ajouter 15 ml d'eau distillée et 50 ml d'HCl (4N)
- ✓ Relier le ballon au réfrigérant à air et chauffer jusqu'à ce que son contenu arrive à ébullition puis laisser bouillir pendant 30 min sur la plaque chauffante en agitant avec un mouvement rotatoire de temps en temps.



- ✓ Rincer l'intérieur du réfrigérant avec de l'eau distillée chaude et retirer le ballon du réfrigérant.
- ✓ Filtrer le contenu du ballon.
- ✓ Rincer le ballon 3 à 4 fois avec de l'eau chaude.
- ✓ Laisser bien égoutter le filtre.
- ✓ Sécher le papier filtre à l'air libre et introduire ce dernier dans une cartouche d'extraction.
- ✓ Boucher la cartouche avec du coton et la placer dans la colonne du Soxhlet
- ✓ Ajouter le solvant (L'éther de pétrole).
- ✓ Assurer en premier lieu une réfrigération à l'aide d'un bain marie avec une pompe;
- ✓ Laisser chauffer pendant 4 heures (environ 20 siphonages).
- ✓ Peser un ballon à fond rond vide (B<sub>1</sub>) et récupérer la matière grasse dans le même ballon.
- ✓ Evaporer le solvant à l'aide du rota vapeur et le reste de ce dernier est éliminé par évaporation dans l'étuve à une température d'environ 50°C.
- ✓ Laisser refroidir à la température ambiante et enfin peser le ballon qui contient de la matière grasse (B<sub>2</sub>).

### 4.3. Les caractéristiques microbiologiques du lait de vache

L'analyse microbiologique du lait est une étape importante qui vise, d'une part, à conserver les caractères organoleptiques et sensoriels du lait, donc d'allonger sa durée de vie, et d'autre part, à prévenir les cas d'empoisonnements alimentaires liés à leur transmission au consommateur.

Il repose sur la recherche et dénombrement des germes pathogènes ou d'altération ou celles utiles, l'analyse consiste à rechercher des micro-organismes aérobie, les streptocoques les coliformes totaux et fécaux et à le dénombrement des germes totaux, Clostridium botulinum et Staphylococcus aureus ; les streptocoques. En se référant aux normes de **J.O.R.A (1998)**.

### 4.3.1. Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C

- **Principe**

Selon (**Bonnefoy et al., 2002**). Les germes aérobies sont des micro-organismes qui se forment en colonies dénombrables lorsqu'ils sont cultivés dans des conditions de laboratoire spécifiques. Il s'agit de bactéries aérobies qui peuvent se développer à 30°C dans l'air ambiant et ne font pas partie d'une famille bactérienne particulière. Selon **Ghafir et Daube (2007)**, cette flore inclut les Entérobactérie, Bacillus, Staphylococcus, Pseudomonas, les bactéries lactiques ainsi que d'autres bactéries potentiellement pathogènes.

- **Mode opératoire**

- ✓ Prendre quatre (4) boîtes de Pétri stériles et transférer 1 ml de chaque dilution préparée à l'aide d'une pipette stérile au centre de chacune des boîtes.
- ✓ Verser environ 15 ml de gélose (PCA) dans chaque boîte de pétri.
- ✓ Mélanger soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et laissé les boites se solidifier sur la palliasse.
- ✓ Incuber les boites de pétris retournées à 30°C pendant 24h.

### 4.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux à 37°C et fécaux à 44°C

Les coliformes sont des micro-organismes d'altération. Leur présence indique une faute hygiénique relevant soit d'une mauvaise qualité du lait utilisé, soit la malpropreté du matériel de fabrication (**Larpent, 1997**).

Selon **Guiraud 1998** le dénombrement s'effectue sur le milieu VRBL, les dilutions s'effectuent comme pour la technique précédente, les boites sontensemencées par 1ml du produit ou de ses dilutions, le milieu fondu et refroidi à 45°C est ajouté. L'incubation a lieu pendant 24 heures à 30 ou 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes thermo-tolérants (fécaux).

Une première lecture est faite après 24 heures, compter les colonies rouges Dun moins 0.5mm de diamètre.

- **Mode opératoire**

- ✓ Introduire 1 ml de chaque dilution au centre de boîte de pétri puis ajouter environ 15 ml de la gélose VRBL préalablement fondue et refroidie à 45°C.
- ✓ Mélanger soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et laissé les boîtes se solidifier sur la pailasse.
- ✓ Incuber les boîtes de pétris retournées à 37°C pendant 24h.

### 4.3.3. Recherche de staphylococcus aureus

- **Principe**

L'étude de rechercher Staphylococcus aureus permet de savoir si le produit présente des risques pour le consommateur ils sont les seuls à produire éventuellement une entérotoxine protéique causant l'intoxication alimentaire (**Guirraud, 1998**).

Pour la détection de Staphylococcus aureus, il est recommandé d'utiliser un milieu solide sélectif tel que la gélose Baird Parker, qui est considérée comme le milieu de choix en microbiologie alimentaire. D'autres milieux, tels que le milieu Chapman, contenant une concentration élevée de Na Cl (7,5 %), peuvent également être utilisés pour inhiber la croissance de nombreuses bactéries autres que les Micrococcus et les Staphylococcus (**Guiraud, 1998**).

**Remarque :** Le milieu qui a été utilisé est le Baird Parker.

- **Préparation de jaune d'œuf**

Le jaune d'œuf peut être préparé au laboratoire en suivant le protocole suivant :

- Nettoyer les œufs avec une brosse à l'aide d'un détergent liquide.
- Les rincer à l'eau courante puis désinfecter les coquilles, en les pulvérisant d'alcool.
- En opérant de façon aseptique, casser chaque œuf et séparer le jaune du blanc.
- Placer les jaunes dans une éprouvette stérile et ajouter quatre fois leur volume d'eau stérile.
- Mélanger vigoureusement.
- Chauffer le mélange dans le bain marie régler à 47°C pendant 2 h.
- Entreposer le mélange à +3°C ± 2°C pendant 24 h pour laisser se former un précipité.

- Recueillir aseptiquement le liquide surnageant dans un flacon récemment stérilisé pour l'utilisation. (**Marchal et Bourdon, 1973**)
- **Mode opératoire**
  - ✓ Déposer 0.5ml de l'échantillon de lait dilué sur la surface du milieu de culture et l'étaler rapidement avec un râteau stérile préparé à partir d'une pipette pasteur.
  - ✓ Éviter de toucher les parois de la boîte et utiliser un nouveau râteau pour chaque boîte.
  - ✓ Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 heures.

#### 4.3.4. Recherche de salmonella

- **Principe**

Recherche et leur identification permettent donc et montrer le danger possible d'un produit alimentaire. (**Federight, 2005**)

- **Mode opératoire**

- a. **Pré-enrichissement**

- ✓ prendre 1 ml de lait pasteurisé dans un tube contenant 9ml de TSE.
    - ✓ Incuber à 37°C pendant 24h.

- b. **Enrichissement**

- ✓ Après l'incubation, agiter bien la solution.
    - ✓ Prélevé 1ml dans 9ml de SFB puis incuber à 37°C pendant 24h.

- c. **Isolement**

- ✓ Couler les boites de pétri par le milieu Hektoen à fin de la solidification de la gélose
    - ✓ Ajouter quelques gouttes (0.1ml) et étaler bien à l'aide d'un râteau en verre.
    - ✓ Incuber les boites de pétri à 37°C pendant 24h.

- d. **Lecture**

Les salmonelles se présentent de la façon suivante : Colonies le plus souvent gris bleu, à centre noir sur gélose Hektoen (**Guirraud, 1998**).

## **5. Fabrication du fromage à tartiner à base de lait de vache**

### **5.1. Pasteurisation du lait**

On chauffe et on agite 500ml de lait cru à une température de 100°C pendant 15min.

### **5.2. Emprésurage du lait**

On ajoute 10 ml de présure et agiter le mélange par un agitateur magnétique pendant 45 min à 35°C puis l'incubation à 30°C de 16 à 18h.

### **5.3. Coagulation**

Après 16 h la coagulation s'effectue, et on obtient le caillé plus le lactosérum; où leur pH est de 4.62.

### **5.4. Egouttage**

#### **5.4.1. Tranchage**

Qui consiste à couper le gel en portion égal à fin d'accroître la surface d'exsudation de lactosérum.

#### **5.4.2. Brassage**

Qui consiste à agiter modérément dans le lactosérum les grains de caillé obtenu après tranchage, afin de maintenir libre les surfaces d'exsudations.

#### **5.4.3. Pression du caillé**

On utilise une fine (voile) qui serve à l'élimination de lactosérum, cette étape est réalisée pendant 24 h.

Après cette durée on mesure le poids sec de la pâte, qui trouvé égal à 206g.

### **5.5. Salage**

Dans cette étape on saler le fromage.

### **5.6. Malaxage**

On mixe et mélange le caillé égoutté jusqu'à l'obtention d'une texture homogène et crémeuse.

### **5.7. Moulage**

On répartit la pâte dans des petits moules pour que le fromage prenne sa forme final.

### **5.8. Conservation**

C'est la dernière étape dans laquelle on conserve le produit fini à température de 4°C.

## **6. Analyses microbiologiques du fromage**

C'est un analyse temporelle différente, les tests microbiologique du produit fini sont les mêmes ceux qui sont de matière première précédemment expliqués.

Les analyses microbiologiques révèlent la qualité hygiénique et donc sanitaire du produit. Un aliment sain, ne doit pas contenir des germes indésirables ; soit pathogènes ou d'altération (Guirraud, 2003).

En se référant au journal officiel Algérien 1998.

### **6.1. Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C**

- ✓ Prendre quatre (4) boîtes de Pétri stériles et transférer 1 ml de chaque dilution préparée à l'aide d'une pipette stérile au centre de chacune des boîtes.
- ✓ Verser environ 15 ml de gélose (PCA) dans chaque boîte de pétri.
- ✓ Mélanger soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et laissé les boîtes se solidifier sur la palliasse.
- ✓ Incuber les boites de pétris retournées à 30°C pendant 24h.

### **6.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux à 37°C et fécaux à 44°C**

#### **Mode opératoire**

- ✓ Introduire 1 ml de chaque dilution au centre de boîte de pétri puis ajouter environ 15 ml de la gélose VRBL préalablement fondue et refroidie à 45°C.
- ✓ Mélanger soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et laissé les boîtes se solidifier sur la pailasse.
- ✓ Incuber les boîtes de pétris retournées à 37°C et 44°C pendant 24h.

### 6.3. Recherche de staphylococcus aureus

#### Mode opératoire

- ✓ Déposer 0.1ml de l'échantillon du fromage dilué sur la surface du milieu de culture et l'étaler rapidement avec un râteau stérile préparé à partir d'une pipette pasteur.
- ✓ Éviter de toucher les parois de la boîte et utiliser un nouveau râteau pour chaque boîte.
- ✓ Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 heures.

### 6.4. Recherche de salmonella

#### • Mode opératoire

##### a. Pré-enrichissement

- ✓ Prendre 10g de fromage dilué dans un flacon contenant 100 ml de TSE.
- ✓ Incuber à 37°C pendant 24h.

##### b. Enrichissement

- ✓ Après l'incubation, agiter bien la solution.
- ✓ Prélevé 1ml dans 9ml de SFB puis incuber à 37°C pendant 24h.

##### c. Isolement

- ✓ Couler les boîtes de pétri par le milieu Hektoen à fin de la solidification de la gélose.
- ✓ Ajouter quelques gouttes (0.1ml) et étaler bien à l'aide d'un râteau en verre.
- ✓ Incuber les boîtes de pétri à 37°C pendant 24h.

## 7. Analyses organoleptiques du fromage

D'après les recherches de **ROUDANT et LEFRANQ (2005)**, l'analyse sensorielle (ou évaluation sensorielle) a pour objectif de garantir la satisfaction du consommateur tout en sporadiquement les pertes pour le fabricant ou le revendeur. Les fabricants doivent passer par cette étape, qui s'étend de la conception à la consommation d'un produit alimentaire industriel.

L'objectif de cette analyse est d'évaluer et d'évaluer les caractéristiques organoleptiques du fromage, telles que le goût, la texture, l'odeur et la saveur.

Selon **Delacharlerie et al. (2008)**, il est important de prendre en considération divers éléments lors de l'organisation de l'analyse sensorielle, tels que les locaux et leur équipement, la préparation des échantillons, le jury et le questionnaire. Ce point résume les principes essentiels à appliquer pour assurer le bon déroulement des analyses. Ces différents aspects sont couverts par des normes détaillées.

L'évaluation sensorielle des fromages a été effectuée par un groupe de dégustateurs composé de 10 personnes.

Des échantillons représentatifs des fromages préparés à partir du lait de vache cru, ont été présentés aux dégustateurs pour exprimer leurs préférences. La qualité organoleptique du fromage différents et un avis final en utilisant un questionnaire comporte:

**La couleur** : traduit l'influence de la flore microbienne présente ainsi que les composés facultatifs ajoutés.

**L'aspect** : traduit le volume d'eau présent «taux d'humidité ».

**La texture** : traduit les forces de liaison entre des différentes particules du coagulum.

**Le goût**: se rapporte a une estimation générale et tranchante ainsi qu'a une détection de toute anomalie possible.

**L'odeur** : traduit la qualité aromatique du fromage.



*Chapitre II*  
*Résultat et discussion*

## 1. Résultat et discussion des analyses physicochimique du lait de vache

Les résultats d'analyse physicochimique du lait sont montrés dans le tableau suivant.

**Tableau N°8** : Résultat des analyses physicochimique du lait de vache

Paramètres	Lait de vache	Les normes
Ph	6,6	6,4 à 6,8
L'acidité	17	15 à 21°D
La densité	1.030	1.029 à 1.032
Taux de cendre	0.89	0.7
Matière sèche	19,79	10.5 à 13.5 %
Matière grasse	4,17	3,3 à 3,8%

### 1.1. Détermination du pH

D'après la valeur du pH trouvée 6,6 nous constatons que cette dernière est conforme à la valeur donnée par **Mathieu (1998)** qui varie de 6,4 à 6,8.

D'après le même auteur, le pH varie avec la richesse du lait en phosphore, citrates, et caséines. Il évolue au cours de lactation, il change avec l'état sanitaire du pis et peut dépasser 7 dans le cas d'une mammite.

### 1.2. Détermination de l'acidité

L'acidité est définit comme le titre du lait, elle permet de mesurer la teneur totale du lait en acide lactique (**Ltd, 1986**).

L'acidité se mesure en degré Dornic. D'après **Corcy (1991)**, un degré Dornic égale un décigramme d'acide lactique par litre de lait.

Un lait de vache sain a une acidité naturelle comprise entre 15 à 21°Dornic (**Corcy, 1991 et Prala, 2012**). Donc on remarque que notre résultat est confirmée par les valeurs citées par les précédents auteurs.

### 1.3. Détermination de densité

La densité est une propriété physique qui varie selon la température, la teneur en matière grasse et le mouillage, où une addition d'eau la diminuer (**Mathieu, 1998**).

Il se ressort des résultats montrés dans le tableau N°6 que la valeur de la densité de lait de vache est de 1.030. Cette dernière appartenait et comprise dans l'intervalle des valeurs obtenues par **Roudj, (2005)** qui est de 1.029 à 1.033.

#### 1.4. Détermination de taux de cendres

Les résultats montrés dans le tableau N°8 concernant le taux de cendre qui est estimé à 0.89% est proche de celui énoncé par les résultats trouvés par **Mathieu J (1998)** qui est de 0.7%.

#### 1.5. Détermination de matière sèche

Le lait cru de vache a une teneur en matière sèche de 19,79%. Cette valeur est supérieure à celle de **(Jaoun1977)** ; soit 10.5 à 13.5%. Selon le même auteur, cette différence peut être attribuée à différents facteurs qui consistent dans la race, l'alimentation et la période de lactation de la vache.

#### 1.6. Détermination de matière grasse

On constate que la valeur de la matière grasse de notre échantillon, qui est prélevé au moment d'hiver, est légèrement supérieure aux valeurs citées par **Pradal (2012)**, qui sont comprises entre 3,3 et 3,8%.

Cette variation peut être due probablement selon à l'alimentation et la saison dont en hiver la production du lait est moindre d'où une teneur en lipides plus élevée **(Salghi, 2005)**.

## 2. Résultat et discussion des analyses microbiologiques du lait de vache

Les résultats des analyses bactériologique du lait pasteurise de vache sont présentés dans le tableau ci-dessous, avec les valeurs exprimées en UFC/g.

**Tableau N° 9** : Les résultats des analyses microbiologiques du lait

E \ G	FMAT UFC/g	CT UFC/g	CF UFC/g	Staph UFC/g	Salmonella UFC/g
Lait de vache	-	-	-	-	-

**FTAM** : Flore totaux aérobie mésophile

**CT** : Coliformes totaux

**CF** : Coliformes fécaux

**Staph** : Staphylococcus aureus

**UFC** : Unités Formant Colonies

**(-)** : Absence

**Tableau N°10** : Journal officiel N°39 du 2 juillet 2017

E	G	FMAT		C		Staph		Salmonella
		m	M	m	M	m	M	Absence
Lait de vache		$3 \times 10^5$	$3 \times 10^6$	$5 \times 10^2$	$5 \times 10^3$	$10^2$	$10^3$	

**m**: seuil au-dessous duquel produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante tous les résultats égaux ou inférieurs à ce critères sont considérés comme satisfaisants.

**M**: seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme non satisfaisants.

### **2.1. Résultat de recherche des flores mésophile aérobie totale**

Nous considérons que l'échantillon présente une satisfaction selon les critères établis par l'Arrêté Ministériel Conjoint portant Spécifications Microbiologiques (**J.O.R.A, N°39 Du 2 Juillet 2017**).

Ces résultats indiquent l'absence totale de la flore mésophile aérobie totale.

### **2.2. Les résultats de recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux**

Les coliformes sont identifiables sous forme de colonies de couleur rouge foncé, avec un diamètre d'au moins 0,5 millimètre. Cette caractéristique visuelle permet leur détection et souligne leur présence dans le lait, signalant ainsi un possible risque pour la santé publique et la qualité du produit laitier.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N°9 dont on remarque l'absence totale de coliformes totaux et fécaux dans le lait.

### 2.3. Résultats de recherche des staphylococcus aureus

D'après les résultats illustrés dans le tableau N°9, il est notable qu'il n'y a pas de présence de Staphylococcus aureus dans le lait. Cela suggère des conditions d'hygiène adéquates dans le processus de traite et de manipulation, ce qui est essentiel pour garantir la sécurité alimentaire et la qualité des produits laitiers.

### 2.4. Résultats de recherche de salmonella

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau N°9 dont on remarque l'absence totale de salmonella.

## 3. Résultat et discussion des analyses microbiologiques du fromage

**Tableau N°11** : Résultats d'analyse microbiologique du fromage

G \ E	Fromage à tartiner	Normes	
Flore mésophile aérobie totale	Absence	Absence	
Coliformes totaux	Absence	10 <sup>2</sup>	
Coliformes fécaux	Absence	Absence	
Staphylococcus aureus	Absence	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Salmonella	Absence	Absence dans 25g	

### 3.1. Résultat de recherche des flores mésophile aérobie totale

Selon **Alais, 1984** La flore totale est considérée comme bon indicateur de contamination globale et renseigne sur la qualité hygiénique du fromage (**Guinot et al., 1995**). De ce fait nous pouvant conclure qualité hygiénique du fromage.

Lorsqu'ils sont en nombre élevé, les coliformes peuvent provoquer des intoxications alimentaires (**Mathien., 1998**).

D'après les résultats illustrés dans le tableau N°11 on remarque l'absence totale de flore mésophile aérobie

### **3.2. Résultat de recherche des coliformes totaux**

Selon la norme fixée par l'arrêté interministériel relatif aux spécifications microbiologiques (**JORA N° 35 du 27 mai 1998**) qu'est limite à un seuil d'acceptabilité de 10 UFC/ml. Selon les résultats obtenus les échantillons sont acceptables.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N°11 dont on remarque l'absence totale de coliformes totaux.

### **3.3. Résultat de recherche des coliformes fécaux**

La présence des coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale récente (**Barthe et al., 1998**)

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N°11 dont on remarque l'absence de coliformes fécaux.

### **3.4. Résultats de recherché des staphylococcus aureus**

On observe dans l'analyse une absence totale de staphylococcus aureus.

### **3.5. Résultat de recherche des salmonella**

Résultats négatifs, absences totale de toutes colonies suspects.

## 4. Résultat et discussion des analyses organoleptiques

Echantillon		Fromage à tartiner	
Caractère étudié			
<b>Couleur</b>	<b>Jaunâtre</b>		
	<b>Jaune crème</b>		
	<b>Blanc</b>	20	
	<b>Blanchâtre</b>	80	
<b>Aspect</b>	<b>Sec</b>		
	<b>Hydratant</b>	85	
<b>Texture</b>	<b>Ferme</b>		
	<b>Granulée</b>		
	<b>Souple</b>	75	
	<b>Onctueuse</b>	80	
<b>Gout</b>	<b>Bon</b>	85	
	<b>Moyen</b>		
	<b>Mauvais</b>	<b>Acide</b>	
		<b>Amère</b>	
		<b>Rance</b>	
<b>Salé</b>			
<b>Odeur</b>	<b>Lait cru</b>	40	
	<b>Beurre</b>		
	<b>Fromage</b>	80	
<b>Le fromage est</b>	<b>Très bon</b>		
	<b>Bon</b>	85	
	<b>Moyen</b>		
	<b>Acidité</b>		

Tableau N°12 : Résultats des analyses organoleptiques

Les caractéristiques sensorielles des fromages sont une préoccupation importante des filières agro-alimentaires. La qualité sensorielle des fromages varie en fonction de la méthode technologique de fabrication, de la composition chimique et microbiologique de la matière première mise en œuvre. Ces dernières dépendent elles même de nombreux facteurs d'origine génétique, physiologique et alimentaires.

La majorité des dégustateurs trouvent que notre fromage a une couleur blanchâtre (80%) et a une couleur blanc (20%).

La plupart des dégustateurs estiment que l'aspect de notre fromage est hydratant (85%).

La majorité des personnes jugent que la texture du fromage est souple (75%) et onctueuse avec un pourcentage de (80%).

La majorité des personnes interrogées lors de l'analyse sensorielle, estime que le fromage remarquable par son goût avec un pourcentage (75%).

L'odeur entre lait cru (40%) et fromage (60%).

En général, le fromage est d'une bonne qualité et d'un goût apprécié par les dégustateurs (85%).



# *Conclusion*

# Conclusion

---

## Conclusion

Notre étude vise à essayer de fabriquer un fromage à tartiner à base de lait de vache. Ce travail a pour but d'explorer le processus de transformation que subit le lait pour obtenir un produit fromager onctueux et facile à tartiner. Ce type de fromage se concentre sur la combinaison d'une saveur riche et d'une texture crémeuse, ce qui le rend idéal pour une utilisation dans les sandwiches, les apéritifs et de nombreuses autres recettes.

Le fromage obtenu à partir de lait de vache est caractérisée par des propriétés physicochimiques et microbiologiques conformes aux normes avec un Ph de 6,4, acidité de 17°C et une densité de 1,030.

Tandis que pour la présence des micros -organismes nuisibles les tests ont été négatifs avec une absence totale de ce genre de micro-organismes.

Les analyses sensorielles ont permis d'évaluer le fromage fabriqué à base de lait de vache et d'après les résultats obtenu nous pouvons conclure que ce fromage est de bonne qualité et conforme à la norme autant qu'un fromage normal.

Cette recherche vise à développer un fromage à tartiner de haute qualité et de valeur nutritionnelle complète, sans additifs ou autres ajouts de stabilité ou de perfectionnement tout en respectant les normes sanitaires et environnementales pendant toutes les étapes de la fabrication. Nous espérons que cette tentative contribuera à offrir un nouveau produit répondant aux besoins des consommateurs et ajoutant une nouvelle diversité au marché des fromages.

*Références  
bibliographiques*

# Références bibliographiques

---

## Références bibliographiques

- **Abdessalam A.D. (1995)**. Contribution à l'étude du lait des ceintures laitières périurbaines de la zone cotonnière du Sénégal. Th. Méd. Vét., Dakar, IQ95, n021, 126p.
- **Abi Azar R. (2007)**. Complication des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. Thèse de doctorat. Agroparistech.197p.
- **AFNOR (1985)**. Contrôle de la qualité des produits laitiers -Analyses physiques et chimiques, 3ème édition.
- **AFNOR 1986** : Etude de l'effet de la gomme de caroube brute sur les caractéristiques
- **AFNOR V 04-316., 1980**: Recueil de normes françaises. Méthodes générales d'analyse des
- **AFNOR, 1999** : Microbiologie alimentaire : Méthodes horizontales, Tome 1.-Paris : AFNOR.-63
- **Alais C, (1984)**, Science du lait: principes des techniques laitières, 4édition Paris, 814 p.
- **Amiot, J.Lapointe, Vignola C., 2002**: Sciences et technologie du lait : transformation du lait.Press Intl Polytechnique. Quebec. 600. Bacteria', in Lactic Acid Bacteria: Microbiological and functional aspects. 3e Ed., Ma. New York, pp. 175 –198.de la préposition et du préfixe est un fait bien connu.
- **Andre , c.k, et Gillis J. C, 1997**- le fromage de la science à l'assurance qualité. Ed, Tec et Doc, Lavoisier 3<sup>ème</sup> édition, paris, 891P.
- **Anonyme, 2001**. Commission canadienne du lait, novembre 2001.
- **Belhadia, M., Yakhlef, H., Bourbouze, A., & Djermoun, A. (2014)**. Production et mise sur le marché du lait en Algérie, entre formel et informel: stratégies des éleveurs du périmètre irrigué du Haut-Cheliff. New Medit, 13(1), 41-50.
- **Bencharif, A. (2001)**. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématiques. Options Méditerranéennes, Ser B, 32, 44.
- **Bourgois 1996**: La fermentation alimentaire. Tom 2. Ed: Tec et doc, Lavoisier- Paris.
- **Boutonnier .C et Jean.L. (2006)**. Fabrication du fromage fondu, Ed Techniques de l'ingénieur, p120-135.
- **Boutonnier J.L., 2000** : Fabrication du fromage fondu. Technique de l'ingénieur, F6310
- **Carole .L et Vignola.M. (2002)**. Science et technologie du lait : Transformation du lait. Ed, presses internationales polyethniques, Québec Inc, 600p.

## Références bibliographiques

---

- **Cheftel et Cheftel, 1980.** Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments, Edition Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- **Christensen. J., Povlsen.V.T., Sorensen. J. (2003).** Application of fluorescence spectroscopy and chemometrics in the evaluation of processed cheese during storage. J. Dairy Sci. vol. (86): 1101–1107. Doc, Lavoisier: 10-14 (397 pages).
- **CODEX STAN 283-(1978).** Norme générale codex pour le fromage. Lait et produits laitiers (2e édition).
- **Corcy J. C. 1991.** la chèvre. Ed: la maison Rustique. Paris. P177\_197.
- **DEBRY .G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Editions Tec et Doc, Lavoisier, 566 p
- **Debry.G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Editions Tec et Doc, Lavoisier, 566 p. Définition et Classification.
- **Delacharlerie S., De Biourge S., Chene C., Sindic M. et Deroanne C., 2008.** HACCP organoleptique: guide pratique. Ed : Les presses Agronomiques de Gembloux. Belgique. P 64-77.
- **Eck A et Gillis JC. (2006).** Le fromage. 3ème Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris,347-384-691-360-24-87-213pp.
- **Eck A. (1987).** Le fromage. Techniques et Documentation, Lavoisier, 2èmeEdition, Paris.
- **Eck A., Gillis J.C., 1997.** Le fromage de la science à l'assurance qualité. 3éd. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 801p.
- **Ercolini, D., Russo, F., Ferrocino, I. And Villani, F. (2009).** Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. Food Microbiol, 26: 228– 231.
- **Essechier A. et Ould Aissa B. (2003) :** Contribution à l'étude de l'évolution des caractères physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques des camemberts préparés avec du lait reconstitué écrémé au cours de l'affinage. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en génie biologique. Université de Mostaganem. P : 4, 11, 28, 29,34.
- **FAO .(1995)** 'Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine', Collection FAO /Alimentation et Nutrition, (2), pp. 1–23.
- **FAO/OMS n° A-6-1978.** Codex alimentaire : « lait et produit laitiers ». Ed. 2. Rome.
- **Favier J.C (1985).** Composition du lait de vaches- laits de consommation.
- **Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., MC Sweeney P.L.H. (2000).** Fundamentals of cheese science. Maryland: Aspen Publishers Inc. p. 429–451

## Références bibliographiques

---

- **Fox P.F., MC Sweeney P.L.H. (1998).** Dairy Chemistry and Biochemistry. Ed. Thomson Science, Germany, 396 p.
- **Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. (2017).** Fundamentals of Cheese science (pp. 121-183). New York: Springer US.
- **Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (Eds.). (2004).** Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects. Elsevier.
- **Fredot, 2005.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la Diététique, Tec et
- **Garteiser M, 2013.** Lait et produits laitiers bienfaits et risques santé. Article publié dans Journal of Allergy and Clinical Immunology.
- **Gilis J.C., 1997.** Le produit dénommé fromage : définition du fromage et normalisation in : le fromage. Ed. : 3.Paris, Techniques et documentation- Lavoisier, p.846- 849.
- **Goursaud J. (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans laits et produits laitiers vaches, Brebis, chèvre. Ed .tec & Doc Lavoisier .Paris. P50-150.
- **Gueroui, Y., 2018.** Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité. Polycopie de cours. Département de Biologie. Université 8 Mai 1945, Guelma, p. 105.
- **Guiraud J, 2003 :** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire, Ed, DUNOD, Paris, p 641.
- **Guiraud J.P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunoc. Pp. 136-137
- **Guiraud J-P. (2003)** Microbiologie alimentaire, 135-296-155-45pp.
- **Hamiroune M, Berber A, Boubekeur S0(2014).** Qualité bactériologique du lait cru de
- **J.O.R.A N°35, 1998.** Journal Officiel de la République Algérienne, lait et produits laitiers.
- **Jacquet J., Thévenot R, 1961.** Le lait et le froid: les produits laitiers et leur traitement frigorifique. Édition J-B Baillière et fils, Paris, France. 464p.
- **Jean C et Dijon C. (1993)** .Au fil du lait, ISBN 2-86621- P172-3.
- **Jeantet et al 2008** Les produits laitiers. 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).
- **Jeantet et al., 2007 :** Cet ouvrage dresse un panorama synthétique et didactique de l'ensemble des produits issus de la transformation du lait, qu'il s'agisse de produits finis (laits fermentés, yaourt, beurre, fromage..

## Références bibliographiques

---

- **Kabir A. (2015)**. Contrainte de la production laitière en Algérie et Evaluation de la qualité des laits dans l'industrie laitière (Constats et perspective). Thèse de doctorat. Université Ahmed Ben Bella. Oran.p29.
- **Kalantzopoulos, G. (1993)**. État de la recherche sur le lait de chèvre en Grèce. Le Lait, 73(5-6), 431-441.
- **Katz H ., Weaver W W. (2003)**. Encyclopedia of food and culture. Volume 1: Acceptance to food politics. Charles Scribner's Sons. New York, 718p.
- **Kernoug O., Benmohamed B., 2008**. Suivi de la qualité du fromage fondu incorporé de « Requefort ». Mémoire de technicien supérieur en industrie agroalimentaire, Blida, INFPIAA. 74p.
- **Kourkouta, L., Frantzana, A., Koukourikos, K., Iliadis, C., Papathanasiou, V., & Tsaloglidou, A. (2021)**. Milk Nutritional Composition and Its Role in Human Health. Journal of Pharmacy and Pharmacology , 10-15.
- **Lenoir. J ., Lambert. G., Schmidt. J.L. (1985)**. L'élaboration d'un fromage l'exemple du camembert. Pour la science 69, 30-42.
- **LtD: danish Turnkey dairies. 1986** technologie laitière. Ed Europa lads.
- **Luquet 1985**. Lait et produits laitiers ; Vache Brebis et Chèvre, Edition Techniques et Documentation, Lavoisier. Paris, France P 61-233.
- **Luquet, F., 1990**. Lait et produits laitiers (vache, chèvre, brebis): transformation et
- **Mahaut M. et al., 2003**. Initiation à la technologie fromagère. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 180p.
- **Martin J. C. (2000)**. Technologie des laits de consommation. Edition : Uni lait, CANDIA Direction Développement Technologique. P: 135.
- **Martine, 2002**. Technologie du lait de consommation. Ed. ENILY Canada Direction Développement Technique. 135p
- **Mathieu J., 1998**. Initiation a la physicochimie du lait. Ed: tach et Doc, lavoisier. Paris. P178-212
- **MEYER. A. (1973)**. Processed Cheese Manufacture, Food Trade Press Ltd., London, 201p.
- **Mietton B. (1994)**. Transformation du lait en fromage. In : Bactéries lactiques II. Edition des industries Agricoles et Alimentaires. Institut National Agronomique, Alger.
- **Mietton B. (1995)**. Incidence de la composition des fromages au démoulage et des paramètres d'environnement sur l'activité des agents de l'affinage. Revue des ENIL, 189, p.19-27.

## Références bibliographiques

---

- **Mir Y., Sadki, 2018.** Évaluation de la conductivité électrique du lait comme moyen de détection précoce des mammites bovines dans différentes fermes au sud du Maroc. Revue dans l'institut Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Maroc. 313p.
- **Patart J.P., 1987.** Les fromages fondus. In : ECK A. Le fromage Edition Lavoisier, p. 385- 398.  
physico-chimiques et organoleptique du fromage fondu
- **Pradal., 2012.** Transformation fromagère caprine fermière, Lavoisier.
- **Prala M. 2012.** La transformation fromagère caprine fermière. Ed: tech et Doc, lavoisier. Paris. P308  
produits agroalimentaires. Chimie. Microbiologie Analyse sensorielle. - Paris : AFNOR.-
- **Randazzo, C.L., Caggia, C. And Neviani, C.L.E. (2009).** Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. J. Microbiol. Methods, 78: 1–9.
- **Rheotest M. (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants.
- **Ribeiro, A. C., & Ribeiro, S. D. A. (2010).** Specialty products made from goat milk. Small Ruminant Research, 89(2-3), 225-233.
- **Richonnet C., 2016.** Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. CahNutrDiet, 51(1), 48-56.
- **Romain, J., Thomas, C., Gilles, G., & Gérard, B. (2017).** Initiation à la technologie fromagère. (B. Peyrot, Éd.) France: La voisier.
- **Roudant H. et Lefrancq E., 2005.** Alimentation théorique. Ed: DOIN éditeur. France. P 115-123.
- **Roudj, S ; Bessadat, A ; Karam, ne 2005.** Caractéristiques physicochimiques et analyses électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérienne. Renc. Ruminants, P12.
- **Salghi R., 2005.** Analyses physicochimiques des denrées alimentaires. Ed: Ensa Agadir. P 16-20.
- **Silvana, M., Mariangela, C., Matteo, C. G., Fortina, R., Andrea, M., Parisi, M. M. G., ... & Massimo, Z. (2018).** Typical dairy products in Africa from local animal resources.
- **Soustre Yvette., Septembre 2007.** Questions sur l'histoire, sociologie et image du lait. Site du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL). Hors série N°2. 8p.
- **St-Gelais, D., Tirard-Collet, P., 2002.** Fromage. Science et technologie du lait: transformation Du lait, 349-415.



## Références bibliographiques

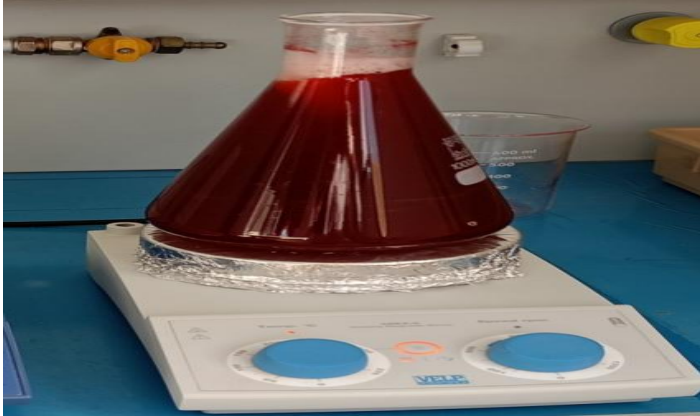
---

- **Sukhinina .S.Y., Selyatitskaya V.G., Palchikova N.A., Shorin Y.P., Poznyakovskii V.M. And Bondarev G.I.(1997).** Efficiency of processed cheese enriched by iodine in prevention of goitre. *Voprosy-Pitaniya*, vol. (1): 21–23.
- **Technologie.** Techniques et documentation Lavoisier. Paris, 41-65.  
Vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique. École Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV) El Harrach. Alger.
- **Veisseyre R., 1979.** Technologie du lait (Constitution, récolte, traitement et transformation du lait). 3<sup>ème</sup> édition, la maison rustique. Paris P 559.
- **Vierling, 1998:** Aliments et boissons: Technologies et aspects réglementaires. Editionsdoin, France
- **Vierling, 2003 :** Les petites protéines de choc thermiques (sHsps) sont des chapeons moléculaires omniprésents qui se lient protéines dénaturées in vitro ,facilitant ainsi leur repliement ultérieur par ATP-dépendant.
- **Vignola C L. (2002).** Science et technologie du lait : Transformation du lait – Montréal : presse internationale Polytechnique 600p.
- **Zhang, D., Mahoney A.W. (1991).** Iron fortification of process Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, vol. (74): 353–358
- **Zoubeidi, M., & Gharabi, D. (2013).** Impact du PNDA sur la performance économique des filières stratégiques en Algérie: cas de la filière lait dans la wilaya de Tiaret. *Revue Ecologie-Environnement*, 9.

# *Annexe*

## **Annexe 01 :**

### **Préparation des milieux de culture :**



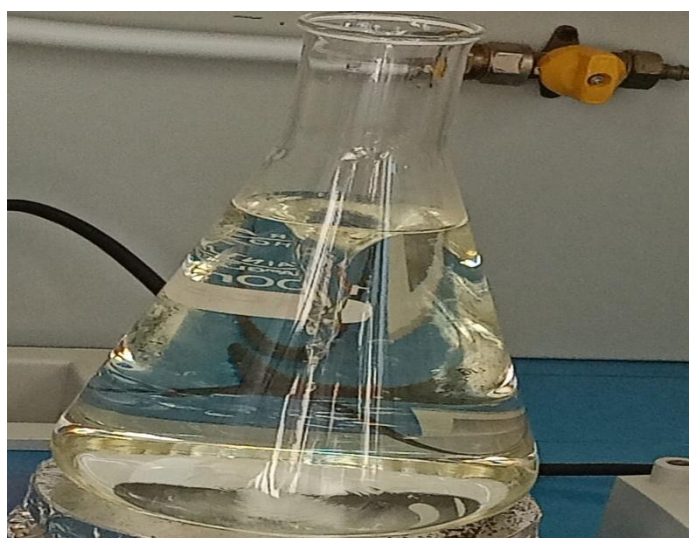
**Milieu de culture VRBL**



**Milieu de culture PCA**



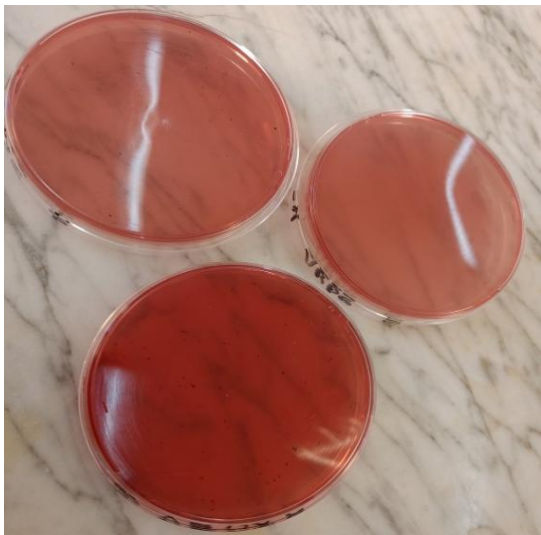
**Milieu de culture BP**



**Préparation de TSE**



**Stérilisation du matériel**



**Coliformes fécaux et totaux**



**Flore mésophile aérobie totale**



**Produit fini**

# *Résumé*



## **Résumé**

Cette étude se résume à la fabrication d'un fromage à tartiner stérilisé à base de lait de vache afin de bénéficier de sa richesse nutritionnelle.

Elle porte sur le contrôle des propriétés microbiologiques (flore total, salmonella, etc...) et physico-chimiques (la densité, matière grasse, etc...) des matières premières et du produit fini, ainsi que les caractéristiques organoleptiques du fromage fabriqué. Enfin, la caractérisation physico-chimique et microbiologique du fromage à tartiner conservé à + 4°C.

Les résultats obtenus ont montré que le fromage à tartiner à base de lait de vache est de bonne qualité microbiologique, physico-chimique et organoleptique satisfaisante.

Ce mémoire examine le processus de développement d'un fromage à tartiner innovant à partir de lait de vache. L'étude explore diverses formulations et techniques de fabrication pour optimiser la texture, le goût et la stabilité du produit final. Les résultats démontrent la faisabilité de produire un fromage bio sans additifs d'amélioration et répondant aux normes de qualité et aux attentes gustatives des consommateurs. Ce travail contribue à enrichir l'offre sur le marché des produits laitiers en mettant en valeur les propriétés bénéfiques et les possibilités d'innovation du lait de vache.

Mots clés : lait de vache, fromage à tartiner, présure...

## **Abstract**

This study boils down to the manufacture of a sterilized cheese spread based on cow's milk in order to benefit from its nutritional richness.

It concerns the control of the microbiological properties (total flora, salmonella, etc...) and physicochemical properties (density, fat, etc...) of the raw materials and the finished product, as well as the organoleptic characteristics of the cheese manufactured. Finally, the physico-chemical and microbiological characterization of the cheese spread preserved at + 4°C.

The results obtained showed that the cheese spread based on cow's milk is of good microbiological, physicochemical and organoleptic quality.

This thesis examines the process of developing an innovative cheese spread from cow's milk. The study explores various formulations and manufacturing techniques to optimize the texture, taste and stability of the final product. The results demonstrate the feasibility of producing organic cheese without improvement additives and meeting the quality standards and taste expectations of consumers. This work contributes to enriching the dairy market offering by highlighting the beneficial properties and innovation opportunities of cow's milk.

Key words : cow's milk, cheese spread, presure...

## ملخص

تتلخص هذه الدراسة في تصنيع الجبن اللطلي بواسطة حليب البقر من أجل الاستفادة من ثرائه الغذائي.

ويتعلق الأمر بالتحكم في الخصائص الميكروبيولوجية (مجموع النباتات والسالمونيلا وما إلى ذلك) والخصائص الفيزيائية الكيميائية (الكثافة والدهون وما إلى ذلك) للمواد الخام والمنتج النهائي، فضلا عن الخصائص العضوية والحسية للجبن المصنع. أخيراً، تم الحفاظ على الجبن من الناحية الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية عند + 4 درجة مئوية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الجبن المصنوع من حليب البقر له جودة ميكروبيولوجية وفيزيائية وكيميائية وعضوية جيدة.

تهدف هذه الأطروحة الى عملية تطوير الجبن من حليب البقر. تستكشف الدراسة تركيبات وتقنيات تصنيع مختلفة لتحسين الملمس وطعم وثبات المنتج النهائي توضح النتائج جدوى إنتاج جبن للطلاب دون إضافات تحسين وتلبية معايير الجودة وتوقعات الذوق للمستهلكين. يساهم هذا العمل في إثراء عروض سوق الألبان من خلال تسليط الضوء على الخصائص المفيدة وفرص الابتكار لحليب الأبقار.

الكلمات المفتاحية : حليب البقر، جبن قابل للدهن المنفحة.....