

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université A. MIRA de Bejaia

Faculté de Technologie

Département de Génie des Procédés



Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Génie Alimentaire

Thème

Revue théoriques des produits laitiers, cas camembert

Présenté par :

M^{elle} : CHELAGHA Wissam

M^{elle} : IKHLEF Meriem

Composition du jury :

| | | |
|-----------------------------------|-----|---------------|
| M ^{me} Z. BEY | MAA | Présidente |
| M ^{me} W. BELKHIRI-BEDER | MAB | Examinatrice |
| M ^r S. FATMI | MCA | Promoteur |
| M ^{me} N. CHIBANI | MCB | Co-promotrice |

Année Universitaire : 2019_2020

Remerciements

*Louange à Dieu qui nous a donné l'esprit, la volonté, le courage
et le savoir.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos vifs remerciements et notre
sincère gratitude à notre promoteur Dr. S. FATMI et à notre Co-
promotrice adoré Dr. N. CHIBANI d'avoir accepté de nous
encadrer, pour leur patience, leur gentillesse, leur compréhension
et leurs précieux conseils.*

*Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de jury qui
nous ont fait l'honneur de juger et de faire valoir notre travail :*

*Mme Z. BEY pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de
présider le jury.*

Mme W. BELKHIRI d'avoir accepté d'examiner ce travail.

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

Dédicace

À mes très chers parents

*Pour leur soutien infailible, leur patience exemplaire, leurs prières et
pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis.*

Ils sont la lumière qui éclaire ma vie.

J'espère qu'ils seront toujours fiers de moi.

Que dieu me les protèges et me les gardes.

*À la mémoire de ma grand-mère paternelle qui nous a quitté cette année
que dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*À ma chère grande sœur Yasmina et mes très chers frères Mohamed
et Abdelkrim, pour leurs soutiens et leurs encouragements, je leurs
souhaite un plein succès dans leurs vies.*

À la personne que j'aime et qui m'aime Lyes.

À toutes mes amies.

À tous ceux qui m'ont enseigné tout au long de ma vie scolaire

*À tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail et à tous ceux que j'aime
et tous ceux qui m'aiment.*

En témoignage de ma grande reconnaissance et mon profond respect

Meriem

dedicace

À mes parents, à ma famille,

Vous trouverez par le biais de ce présent travail, toutes les marques de considération, de respect, et de gratitude que j'ai à votre égard.

Je vous remercie infiniment pour l'éducation que vous m'avez apportée, vos précieux conseils, votre présence quotidienne à mes côtés ainsi que votre soutien indéfectible durant toutes ces années d'études.

À mes amis (es),

À tous ceux que j'ai eu la chance de côtoyer durant ces longues années d'études, Merci !

WISSAM

Sommaire

| | |
|--|-------------|
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des abréviations | |
| Titre | Page |
| Introduction | 1 |
| Chapitre I : Lait « matière première » | |
| Introduction | 2 |
| I.1. Lait dans l'alimentation humaine | 2 |
| I.1.1. Lait, excellente source de protéines et de calcium | 3 |
| 1. Lait, source de protéines | 3 |
| 2. Lait source de calcium | 3 |
| I.2. Structure du lait | 3 |
| 1- Solution vraie | 3 |
| 2- Suspension colloïdale | 3 |
| 3- Solution colloïdale | 3 |
| 4- Emulsion | 3 |
| I.3. Composition du lait | 4 |
| 1.3.1. Eau | 4 |
| 1.3.2. Lipides (Matières grasses) | 4 |
| 1.3.3. Glucides | 5 |
| -Fermentation lactique | 5 |
| -Fermentation propionique | 5 |
| -Fermentation butyrique | 5 |
| -Fermentation alcoolique | 5 |
| 1.3.4. Protéines | 5 |
| 1.3.5. Minéraux | 6 |
| I.4. Origines des laits (ressources) | 6 |
| 1- Lait de vache | 6 |
| 2- Lait de bufflonne | 7 |
| 3- Lait de chèvre | 7 |
| 4- Lait de brebis | 7 |
| 5- Lait de jument | 7 |
| I.5. Comparaison des compositions des laits de différentes espèces | 7 |
| I.6. Classification du lait | 8 |
| I.6.1. Selon les différentes températures de traitement thermique | 8 |
| A- Lait cru | 8 |
| B- Lait thermisé | 8 |
| C- Lait pasteurisé | 8 |

| | |
|---|----|
| D- Lait stérilisé ou lait UHT | 9 |
| I.6.2. Selon la matière grasse | 9 |
| A- Lait écrémé | 9 |
| B- Lait demi-écrémé | 9 |
| C- Lait entier | 9 |
| I.6.3. Selon l'état physique | 9 |
| A- Lait solide (poudre du lait) | 9 |
| B- Lait semi solide (concentré) | 10 |
| C- Lait liquide | 11 |
| I.7. Quelques caractéristiques du lait | 11 |
| I.7.1. Caractéristiques organoleptiques | 11 |
| I.7.2. Caractéristiques physicochimiques | 11 |
| I.7.3. Caractéristiques microbiologiques | 12 |
| I.8. Contrôle qualité du lait | 12 |
| I.8.1. Analyses physico-chimiques | 12 |
| I.8.2. Analyses microbiologiques | 15 |
| I.8.3. Analyses sensorielles | 16 |
| 1. Analyse de la texture | 16 |
| 2. Analyse de l'aspect | 17 |
| 3. Analyse du goût | 17 |
| 4. Analyse d'odeur | 17 |
| Chapitre II : Produits laitiers | |
| Introduction | 18 |
| II.1. Dérivées du lait | 18 |
| II.1.1. Crème | 19 |
| II.1.1.1. Définition | 19 |
| II.1.1.2. Différents types de crèmes | 19 |
| II.1.1.3. Etapes de fabrication | 20 |
| II.1.1.4. Contrôle du produit fini | 20 |
| II.1.2. Yaourt | 21 |
| II.1.2.1. Définition | 21 |
| II.1.2.2. Rôle des ferments lactiques du yaourt | 21 |
| II.1.2.3. Différents types de yaourts | 22 |
| II.1.2.4. Etapes de fabrication | 22 |
| II.1.2.5. Contrôle du produit fini | 23 |
| II.1.3. Beurre | 24 |
| II.1.3.1. Définition | 24 |
| II.1.3.2. Différents types de beurre | 24 |
| II.1.3.3. Etapes de fabrication | 25 |
| II.1.3.4. Contrôle du produit fini | 25 |
| II.1.4. Fromage | 26 |
| II.1.4.1. Définition | 26 |
| II.1.4.2. Différents types de fromage | 26 |
| II.1.4.3. Etapes de fabrication | 26 |

| | |
|--|-----------|
| II.1.4.4. Contrôle du produit fini | 27 |
| Chapitre III : Technologie fromagère | |
| Introduction | 28 |
| 1. Fromage de pâte molle à croûte lavée | 28 |
| 2. Fromage à pâte molle à croûte fleurie | 28 |
| III.1. Camembert | 29 |
| III.1.1. Historique | 29 |
| III.1.2. Définition | 30 |
| III.1.3. Composition | 30 |
| III.1.4. Procédé de fabrication du « camembert » | 30 |
| 1. Préparation du lait | 30 |
| 2. Standardisation | 31 |
| 3. Pasteurisation | 31 |
| 4. Maturation du lait | 31 |
| 5. Emprésurage et coagulation (caillage) | 31 |
| 6. Egouttage | 32 |
| 7. Salage | 32 |
| 8. Ressuyage | 32 |
| 9. Affinage | 32 |
| III.1.5. Matières utilisées dans la fabrication du camembert | 33 |
| III.1.5.1. Matière première | 34 |
| III.5.2. Ferments lactiques | 34 |
| III.1.5.2. Présure | 36 |
| III.1.6. Contrôle qualité du « camembert » | 36 |
| III.1.6.1. Méthode d'analyses physico-chimiques | 36 |
| III.1.6.2. Méthode d'analyses microbiologiques | 38 |
| III.1.6.3. Contrôle organoleptique | 39 |
| Chapitre IV : Fabrication et méthodes d'analyses | |
| IV.1. Etapes de fabrication du camembert | 41 |
| IV.2. Analyses physico-chimiques | 46 |
| IV.3. Analyses microbiologiques | 49 |
| IV.4. Analyses sensorielles | 52 |
| Chapitre 5 : Résultats et discussion | |
| V.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques | 53 |
| V.2. Résultats et discussion des analyses microbiologiques | 55 |
| V.3. Résultats et discussion des analyses sensorielles | 56 |
| V.4. Discussions général | 58 |
| Conclusion | 59 |
| Références bibliographiques | |
| Résumé | |
| Abstract | |

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius.

°D : Degré dornic.

µl : Microlitre.

Abs : Absence.

AFNOR: Association Française de normalisation.

AT : Acidité titrable.

ATB : Test d'antibiotique.

CaCl₂ : Chlorure du calcium.

Cl.f : Coliformes Fécaux.

Cl.t : Coliformes totaux.

DCLA : Désoxycholate citrate lactose agar

DM : Dilution mère.

EPT : Eau peptonée tamponné.

ESD : Extrait sec dégraissé.

EST : Extrait sec total.

FAO : Food and Agriculture Organisation.

FTAM: Flore mésophile aérobie totale.

H% : Pourcentage d'humidité.

HR : Humidité relative.

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : Matière grasse.

NaCl : chlorure de sodium.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

OGA : Oxytétracycline glucose agar.

Liste des abréviations

OMS : Organisation mondiale de la santé.

PCA : Plat Count Agar.

pH : potential Hydrogène.

S. aureus : Staphylococcus aureus.

Sal : salmonelles.

SFB : Sélénite F broth

SM : Solution Mère.

Staph : Staphylococcus aureus.

TC : Temperature de congelation.

UFC : Unité formant colonie.

UHT: Ultra Haut Temperature.

β : Béta.

Liste des figures

| <i>Numéro</i> | <i>Titre</i> | <i>Page</i> |
|---------------------|--|------------------|
| <i>I.1</i> | Structure d'un globule de matière grasse | <i>4</i> |
| <i>I.2</i> | Structure d'une micelle de caséique | <i>6</i> |
| <i>I.3</i> | Installation complète d'une ligne pasteurisation du lait | <i>9</i> |
| <i>I.4</i> | Ligne de fabrication de lait concentré sucré | <i>10</i> |
| <i>I.5</i> | Ligne de fabrication de lait concentré non sucré | <i>10</i> |
| <i>II.1</i> | Diagramme de transformation du lait en divers produits laitiers | <i>18</i> |
| <i>II.2</i> | Principaux procédés de fabrication des crèmes de consommation | <i>20</i> |
| <i>II.3</i> | Schéma représentant les étapes de la production de l'acide lactique dans le lait par les bactéries lactiques | <i>21</i> |
| <i>II.4</i> | Diagramme de fabrication de différent type de yaourt | <i>22</i> |
| <i>II.5</i> | Les étapes de fabrication de beurre | <i>23</i> |
| <i>II.6</i> | Étapes essentielles de transformation du lait en fromage | <i>25</i> |
| <i>II.5</i> | Les étapes de fabrication de beurre | <i>27</i> |
| <i>III.1</i> | Modèle d'un fromage à pâte molle à croûte lavée | <i>28</i> |
| <i>III.2</i> | Quelques modèles du fromage à pâte molle à croûte fleurie | <i>29</i> |
| <i>III.3</i> | Étapes de fabrication d'un fromage à pâte molle type camembert | <i>33</i> |

Liste des tableaux

| <i>Numéro</i> | <i>Titre</i> | <i>Page</i> |
|---------------|---|-------------|
| I.1 | Composition lipidique du lait | 4 |
| I.2 | Compositions des différents laits en g/l | 8 |
| I.3 | Caractéristiques physico-chimiques du lait | 12 |
| I.4 | Critères physico-chimiques applicables aux différents types du lait | 13 |
| I.5 | Critères microbiologiques applicables aux différents types du lait | 16 |
| II.1 | Les différents types de crème et leurs dates limites de conservation | 19 |
| II.2 | Les différents types du contrôle de la crème | 21 |
| II.3 | Les différents types du contrôle du produit fini yaourt | 24 |
| II.4 | Les différents types de beurre | 24 |
| II.5 | Les différents types du contrôle du beurre | 26 |
| II.6 | Les différents types du contrôle du fromage | 27 |
| III.1 | Les principales bactéries intervenant durant l'affinage des fromages et leurs fonctionnalités | 34 |
| III.2 | Autres micro-organismes intervenant lors de la fabrication du camembert | 36 |
| III.3 | Critères microbiologiques appliqués au fromage | 39 |
| IV.1 | Étapes de fabrications utilisées dans trois travaux ayant comme objectif de fabriquer du fromage (type camembert). | 41 |
| IV.2 | Analyses physico-chimiques effectuées sur le lait et le fromage (type camembert) représentées dans les trois travaux de master recueillis | 46 |
| IV.3 | Analyses microbiologiques effectuées sur le lait et le fromage (type camembert) représentées dans les trois travaux de master recueillis | 49 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| V.11 | Résultats d'analyses physico-chimiques de la matière première (lait) | 53 |
| V.12 | Résultats d'analyses physico-chimiques du fromage (type camembert) | 54 |
| V.21 | Résultats d'analyses microbiologiques de la matière première (lait) | 55 |
| V.22 | Résultats d'analyses microbiologiques du fromage (type camembert) | 56 |
| V.31 | Résultats du test de classement par rang des deux model de camembert | 56 |
| V.32 | Résultats de test d'intensité des deux model de camembert | 57 |

Introduction

Introduction

De nos jours le nombre d'industrie alimentaire ne cesse d'augmenter et ceci afin de subvenir aux besoins des êtres humains dont le nombre est en évolution permanente. Parmi les plus importantes on trouve l'industrie laitière.

La demande en lait et en produits laitiers augmente plus vite que la demande en viande par exemple. La FAO estime que la consommation de lait par habitant dans le monde en développement aura augmenté de 1,3% par an entre 1999 et 2030 (soit une augmentation de 50% en 30 ans).(1)

Le lait et les produits laitiers constituent des denrées alimentaires d'origine animale de très grande valeur nutritive en raison de leur richesse en protéines, en calcium et en vitamines. La fermentation du lait permet la conservation pour quelques jours de cette denrée très riche, mais très périssable. La transformation du lait en fromage permet une conservation de plusieurs semaines voire plusieurs mois.(2)

Dans ce travail, nous avons choisi d'étudier un fromage particulier : Le Camembert, un fromage à pâte molle à croûte fleurie, qui est obtenu à partir du lait cru entier ou standardisé, coagulé par la présure et /ou à l'aide d'enzymes spécifiques et acidifiés. Le caillé obtenu est moulé, salé et affiné.(3)

L'acidification et l'affinage du camembert sont effectués par des levains industriels qui ont une grande importance dans l'économie et présentent une grande utilité du point de vue technologique. Ces levains sont fournis sous forme liquide ou lyophilisée pour permettre la fermentation lactique et le développement des propriétés organoleptiques typiques des camemberts. En effet, c'est à ce moment que la microflore secondaire se développe en utilisant les nutriments présents dans la matrice fromagère, en particulier les protéines et les lipides. La protéolyse et la lipolyse sont reconnues comme étant des voies majeures qui mènent à la production de divers composés d'arômes.(4)

Au final, l'objectif de notre travail est de :

- En premier lieu, rassembler un maximum d'information sur le lait et ses produits dérivés,
- En second lieu de se focaliser sur les camemberts, en décortiquant quelques travaux déjà réalisés.

Chapitre I

Lait « matière première »

Introduction

Le lait a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum.»(5)

I.1. Lait dans l'alimentation humaine

Dès la découverte du lait l'homme se rendit compte de la grande valeur alimentaire de ce produit et du fait qu'il était très périssable : d'où le besoin de créer le lait fermenté et le fromage qui n'était qu'une technique de conservation du précieux aliment.

Ainsi donc les empiriques savaient parfaitement que le lait est un aliment de très grande valeur. Ces connaissances sont confirmées par le développement de la chimie et de la nutrition. Celles-ci permirent de savoir que le lait est composé d'eau, de glucide (lactose) en solution, de protéines en suspension colloïdale, de lipides en émulsion, de sels minéraux (calcium, phosphore, . . .) de vitamines liposolubles et hydrosolubles etc.

Parmi les nombreuses vitamines que contient le lait, trois méritent une attention particulière :

- la vitamine A (croissance, protection de la peau et des muqueux mécanismes de la vision crépusculaire)
- la vitamine D (anti rachitique, meilleure fixation du calcium) ;
- la vitamine B2 (utilisation des glucides, protides, lipides).

Cette présence dans le lait de tous les éléments essentiels de l'alimentation humaine a fait dire, pendant longtemps, que le lait est un aliment complet. Cela dit, grâce aux progrès de la chimie et de la nutrition, on s'est rendu compte de sa pauvreté en fer, en certains oligo-éléments et vitamines et en fibres indiquant que le lait n'était pas aussi complet que l'on pensait.
(2)

Cependant, le lait et les produits laitiers restent les plus complets des aliments. Ils constituent même, à eux seuls, un groupe particulier d'aliments.

I.1.1. Lait, excellente source de protéines et de calcium

1. Lait, source de protéines

Les protéines du lait ont la même composition que les protéines totales de l'œuf (protéines de référence), sauf en ce qui concerne le taux de méthionine et de cystine, sensiblement plus bas. En effet, les acides aminés soufrés sont les facteurs limitant du lait. La caséine est le complexe protidique prédominant du lait.

Le lait peut donc remplacer la viande, le poisson et les œufs selon les équivalences suivantes: 1/4 de litre de lait = 35 g de fromage pâte ferme = 50 g net de viande = 50 g net de poisson = 1 œuf (de 50g).(2)

2. Lait source de calcium

Le lait et les fromages sont, en pratique, la principale source de calcium avec des rations insuffisantes en lait et en fromage, il est impossible d'équilibrer une alimentation sur ce point. En effet, le calcium n'est présent ailleurs qu'en quantité minimale (Fruits et légumes). Diminuer la consommation de lait obligerait à consommer des quantités énormes de végétaux.

En outre, il faudrait souligner que le calcium du lait est :

- Mieux assimilé que celui de toute autre source, car le lait contient d'autres éléments favorables à cette assimilation (présence de protéines, de graisses et un peu d'acide lactique provenant de la transformation du lactose) ;

- Mieux utilisé dans l'organisme car le lait apporte en même temps du phosphore en bonne proportion et un peu de vitamine D.(2)

I.2. Structure du lait

Le lait est un système complexe constitué de:

1- Une solution vraie : mélange de substances liquides ou solides solubilisées dans un solvant liquide.

2- Une suspension colloïdale : elle est constituée d'une phase dispersée solide non solubilisée présente sous forme de très fines particules solides dans une phase dispersante liquide.

3- Une solution colloïdale : mélange de fines particules solides ayant beaucoup d'affinité pour la phase aqueuse.

4- Une émulsion : elle est formée du mélange matière grasse- eau. (6)

I.3. Composition du lait

1.3.1. Eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important. En elle, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche telle que les glucides, les minéraux formant une solution vraie et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum.(7)

1.3.2. Lipides (Matières grasses)

Ils sont essentiellement constitués d'une microgoutte de triglycérides, entourée d'une fine membrane communément appelée « la membrane du globule gras du lait ». Elle agit comme un émulsifiant naturel permettant à la matière grasse, hydrophobe, de demeurer dispersée dans le plasma du lait. La MG est présente dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras (**figure I.1**). Ils sont aussi constitués de phospholipides et d'une fraction insaponifiable (en grande partie de cholestérol et β -carotène) (8), le **tableau I.1** montre les proportions des différents constituants de la fraction lipide du lait.

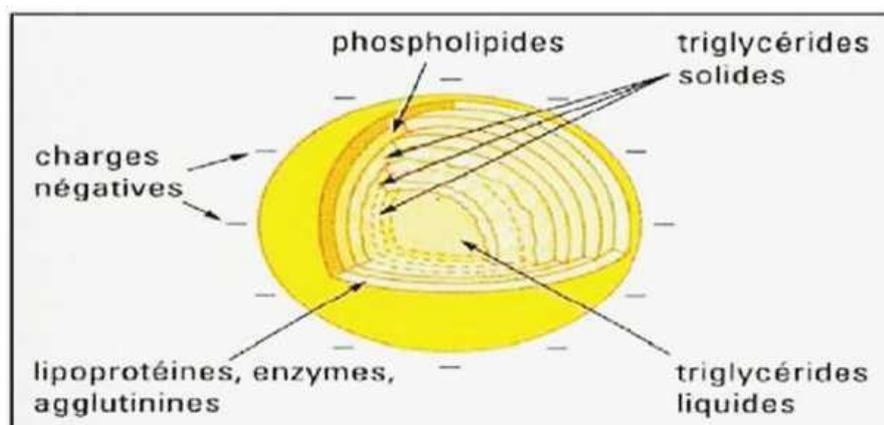


Figure I.1 : Structure d'un globule de matière grasse.(7)

Tableau I.1 : Composition lipidique du lait.(9)

| Constituants | Proportions de lipide du lait(%) |
|-------------------------|----------------------------------|
| Triglycérides | 98 |
| Phospholipides | 1 |
| Fraction insaponifiable | 1 |

1.3.3. Glucides

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, c'est constituant le plus abondant après l'eau. Il est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est

à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers :

- **Fermentation lactique** : due aux bactéries lactiques naturelles ou ajoutées (ferments lactiques) qui utilise le lactose en le transformant en acide lactique.

- **Fermentation propionique** : due aux bactéries propioniques qui transforment le lactose en acide propionique et en acide acétique responsables de la flaveur des fromages à pâte cuite et en gaz carbonique induisant l'ouverture de ces fromages.

- **Fermentation butyrique** : par des bactéries du genre *Clostridium* qui utilisent l'acide lactique déjà produit en le transformant en acide butyrique.

- **Fermentation alcoolique** : due à des levures qui hydrolysent le lactose en glucose et galactose et qui transforment ensuite le glucose en alcool éthylique.(10)

1.3.4. Protéines

Une importante protéine du lait est la caséine qui constitue bien souvent 80% de la protéine du lait. C'est ce qui est à la base de la fabrication du fromage. La caséine est associée au phosphate de calcium, ce qui explique pourquoi le lait contient relativement beaucoup de ce sel, une substance nutritive extrêmement importante pour les humains et les animaux. Elle peut être en grande partie utilisée pour la construction des protéines du corps. Les protéines des autres denrées alimentaires complètent son action Les différentes caséines vont s'associer entre elles de façon à créer un édifice plus volumineux : la submicelle et les submicelles de caséine vont s'associer pour donner la micelle de caséine. La submicelle de caséine résulte de l'association des caséines α , β et κ qui représente 92% du poids de la submicelle, le reste étant représenté par des minéraux (**figure I.2**).

Outre la caséine, le lait contient des protéines de petit-lait dites aussi protéines de sérum (20 % de la protéine du lait). Ces restent généralement dans le petit-lait et ne sont pas incorporées dans le fromage. Elles (globulines et albumines) ont une très grande valeur nutritive.(11)

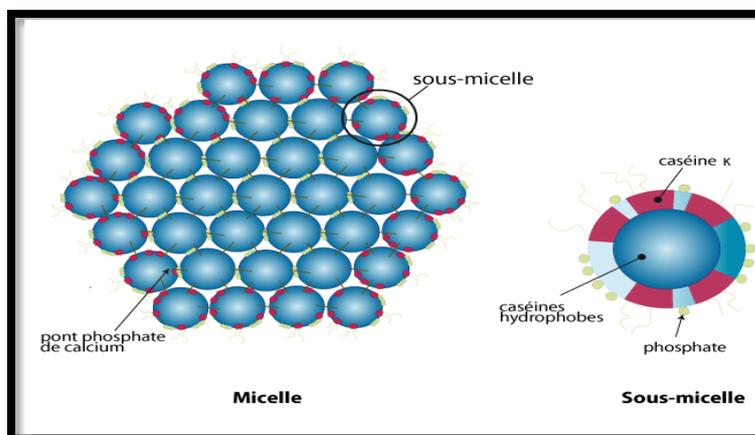


Figure I.2 : Structure d'une micelle de caséique.(7)

1.3.5. Minéraux

Les minéraux se présentent dans le lait à environ 7 g/l. Ils sont importants d'un point de vue nutritionnel et technologique. En effet, le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le chlore. Le lait contient également les oligo-éléments indispensables pour l'organisme humain tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor et l'iode.

La matière minérale n'est pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions); une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines).(6,12)

En plus de ces composants, on trouve aussi d'autres constituants dites Biocatalyseurs (vitamines, enzymes) et des gaz dissous...

I.4. Origines des laits (ressources)

La composition minérale est variable selon les espèces les races et le moment de la lactation. D'après **FAO 2017** on a :

1- Lait de vache

Le lait de vache représente plus de 83% de la production mondiale de lait. Les matières grasses constituent environ 3 à 4 % des solides du lait de vache, les protéines environ 3,5 % et le lactose 5 %, mais la composition chimique brute du lait de vache varie en fonction de la race. Par exemple, la teneur en matière grasse est généralement plus élevée chez les Bovins Bosindicus que chez Bovins Taurus. La teneur en matière grasse du lait de Bovins Indicus peut atteindre 5,5 %.(13)

2- Lait de bufflonne

Le lait de bufflonne représente le deuxième élevage laitier avec plus de 12% de la production mondiale. Il a une teneur très élevée en matières grasses, qui est en moyenne deux fois plus élevée que celle du lait de vache. Le rapport matière grasse sur protéine dans le lait de bufflonne est d'environ 1/2. En comparaison avec le lait de vache, le lait de bufflonne a également un rapport caséine sur protéine plus élevé. La forte teneur en calcium de la caséine facilite la fabrication du fromage.(13)

3- Lait de chèvre

Le lait de chèvre représente environ 2% de la production mondiale. Il a une composition semblable au lait de vache. Dans les pays méditerranéens et en Amérique latine, le lait de chèvre est généralement transformé en fromage; en Afrique et en Asie du Sud, il est généralement consommé cru ou acidifié.(13)

4- Lait de brebis

Le lait de brebis contient plus de matières grasses et de protéines que les laits de vache et de chèvre ; seuls les laits de bufflonne et de yak contiennent plus de matières grasses. Le lait de brebis possède aussi généralement une teneur plus élevée en lactose que les laits de vache, de bufflonne et de chèvre. Grâce à sa haute teneur en protéines et à l'ensemble de ses constituants solides, le lait de brebis est particulièrement approprié pour la fabrication de fromage et de yaourt. Le lait de brebis tient un rôle important dans la région méditerranéenne, où la plus grande partie de la production est transformée en fromages comme le pecorino, le caciocavallo et la feta.(13)

5- Lait de jument

Le lait de jument est très pauvre en matières grasses ce qui fait que la teneur en énergie brute est faible (500 à 600 kcal/kg) et donc la part d'énergie brute provenant des lipides est très réduite (25% vs 50% pour la vache).(13)

I.5. Comparaison des compositions des laits de différentes espèces

La composition du lait est intimement liée à son origine ou provenance. Dans le **tableau**

I.2. Nous avons comparé les différentes compositions de lait.

Tableau I.2 : Compositions des différents laits en g/l.(14)

| Espèce | Eau | Matières sèches | Matières grasses | Lactose | Matières minérales | Matières protéiques | |
|-----------|-----|-----------------|------------------|---------|--------------------|---------------------|----------|
| | | | | | | Caséine | Albumine |
| Vache | 900 | 130 | 35-40 | 47-52 | 9 | 27-30 | 3-4 |
| Chèvre | 900 | 110-120 | 30-40 | 43-48 | 9 | 21-26 | 6-7 |
| Brebis | 860 | 170-200 | 65-75 | 43-45 | 11 | 45-50 | 8-10 |
| Bufflonne | 850 | 160-200 | 70-80 | 45-50 | 10 | 40-50 | 8-10 |
| Jument | 925 | 100-110 | 10-20 | 60-65 | 4 | 40-50 | 7-8 |

I.6. Classification du lait

La classification du lait est basée sur le traitement thermique qu'il a subi, selon la matière grasse et aussi selon l'état physique.

I.6.1. Selon les différentes températures de traitement thermique

A- Lait cru : C'est un lait qui ne subit aucun traitement thermique et qui n'est pas chauffé au-delà de 40°C. Sa production et sa commercialisation sont très contrôlées, elles doivent provenir d'animaux sains et d'exploitation soumises à un contrôle vétérinaire et sa préparation effectuée dans des conditions hygiéniques satisfaisantes.(15)

B- Lait thermisé : C'est un lait qui a subi un traitement thermique à température entre 63°C et 65°C pendant 30 minutes.(16)

C- Lait pasteurisé : La pasteurisation du lait a pour but de détruire les microorganismes pathogènes, elle se fait soit par pasteurisation basse (62-65°C/30min), soit par pasteurisation haute (71-72°C/15-40 s) pour le lait cru de bonne qualité ou bien par une flash pasteurisation (85-90°C/1-2 sec) pour les laits crus de mauvaise qualité.(17)

Un pasteurisateur de lait moderne, complet, avec tout l'équipement nécessaire au fonctionnement, à la surveillance et à la régulation du procédé, est un assemblage d'éléments assortis composant un module de traitement évolué (**figure I.3**).

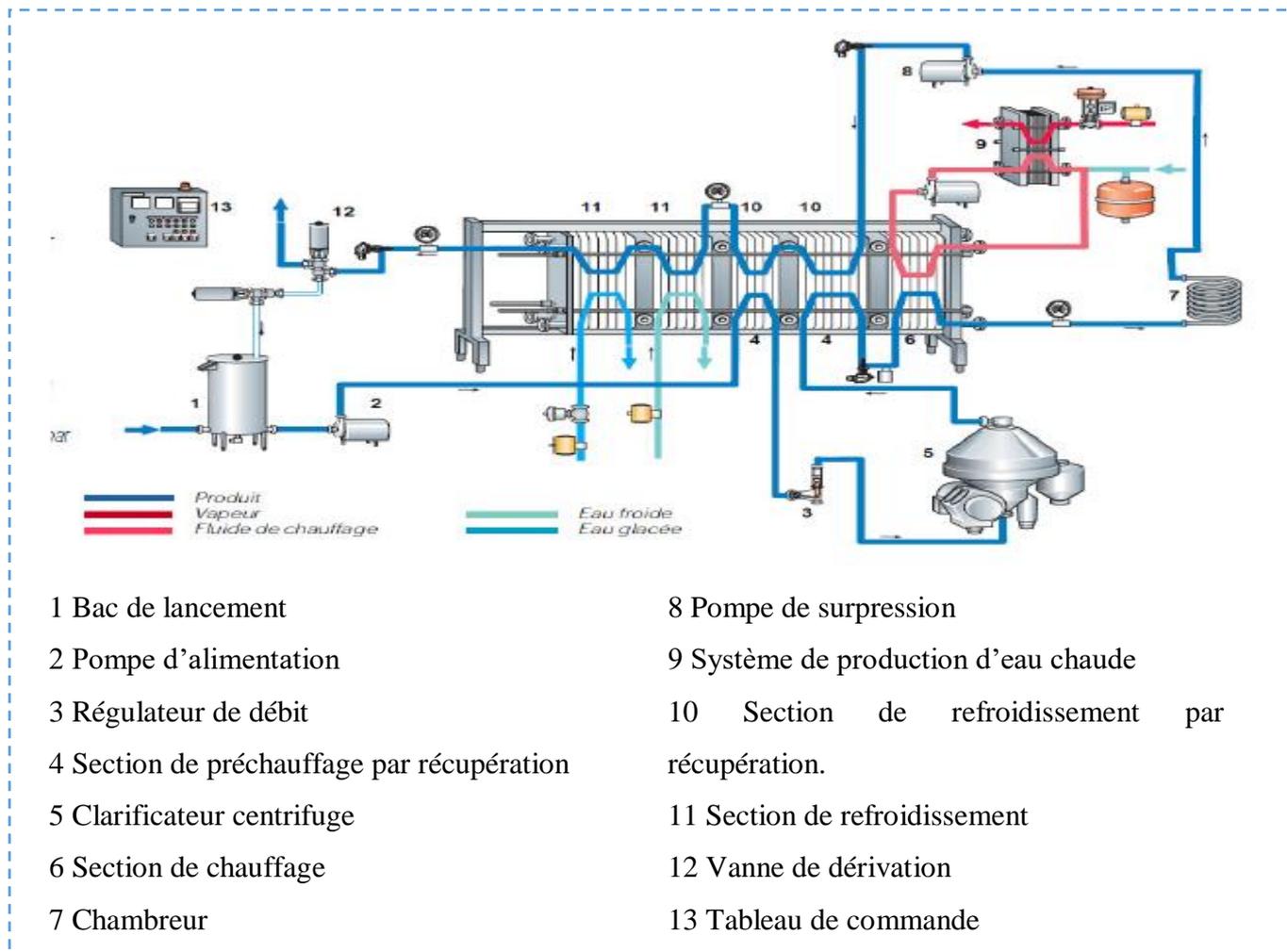


Figure I.3 : Installation complète d'une ligne pasteurisation du lait.(18)

D- Lait stérilisé ou lait UHT : Le lait subit un traitement thermique à très haute température, entre 135-150°C durant un bref moment qui rend le produit commercialement stérile, lorsqu'il est combiné à un conditionnement aseptique.(19)

I.6.2. Selon la matière grasse

A- Lait écrémé : Ne doit pas excéder 1,5% de la matière grasse.

B- Lait demi-écrémé : Contient entre 15 à 20% de la matière grasse.

C- Lait entier : Correspond à un lait dont la teneur en MG supérieur à 28% en poids.(20)

I.6.3. Selon l'état physique

A- Lait solide (poudre du lait)

Correspond à un lait ayant subi une déshydratation par la chaleur à température de 80°C permettant ainsi une longue conservation, les micro-organismes ne peuvent se multiplier en absence d'eau, et par une réduction de poids et de volume, elle facilite considérablement le stockage. On répartit les poudres de lait en trois catégories : La poudre de lait écrémée, la poudre de lait demi-écrémée et la poudre de lait entier.(21)

B- Lait semi solide (concentré)

La stabilisation du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau, on y parvient par élimination partielle de l'eau et/ou l'addition de sucre (figure I.4 et I.5).(21)

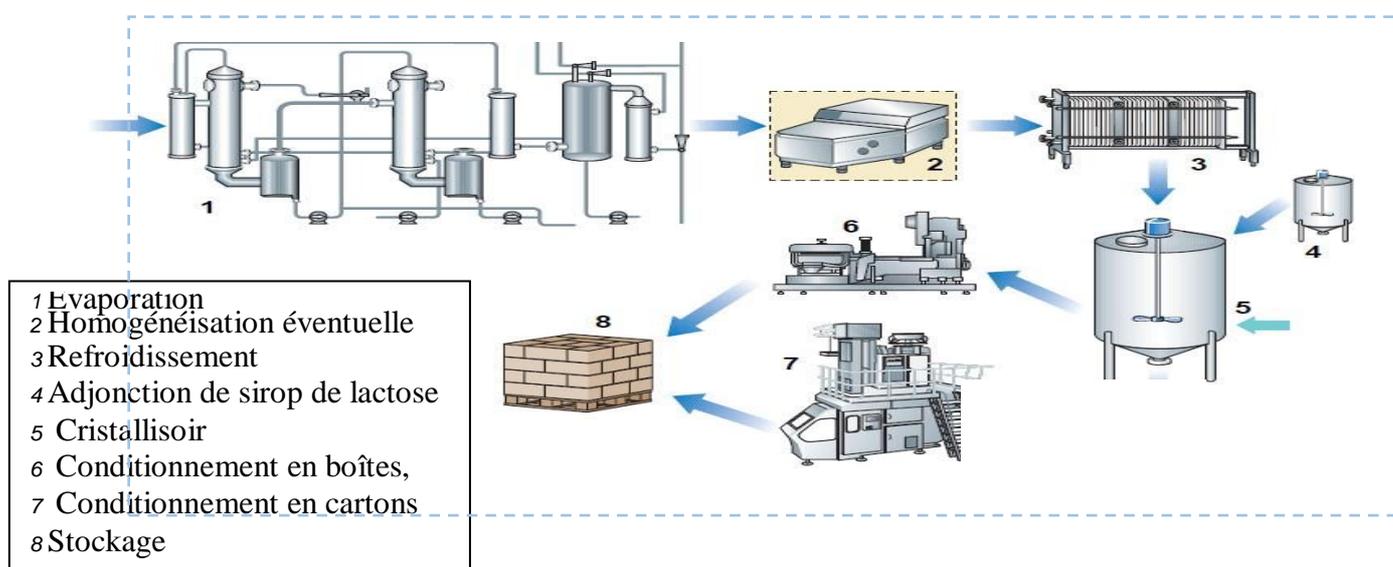


Figure I.4 : Ligne de fabrication de lait concentré sucré. (18)

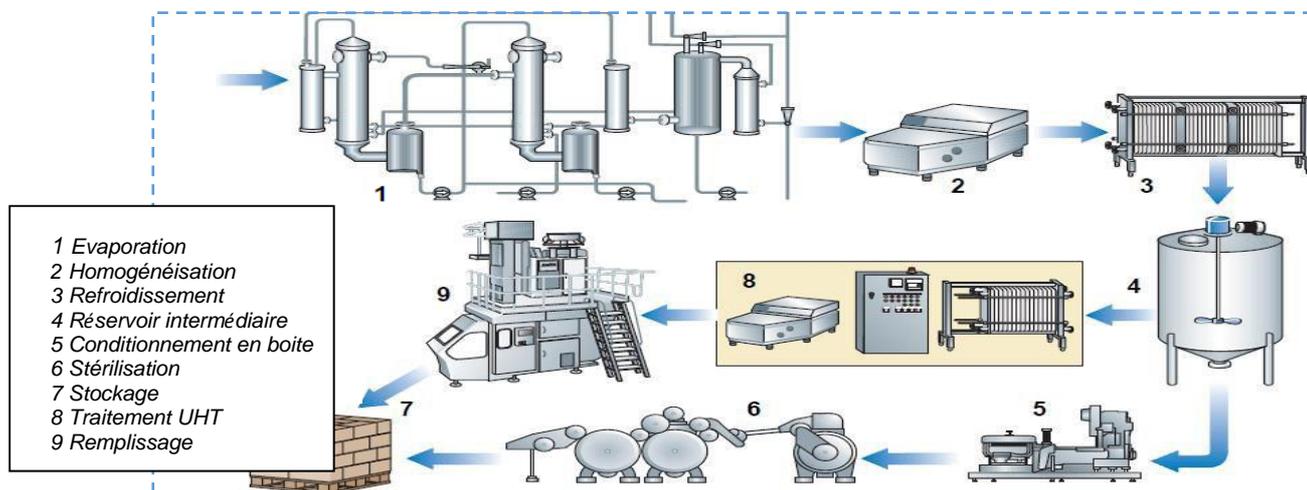


Figure I.5 : Ligne de fabrication de lait concentré non sucré. (18)

C- Lait liquide

✓ **Lait cru** : Sa production et sa commercialisation doivent être sévèrement contrôlées en raison des risques qu'il peut encore présenter pour la santé.

✓ **Lait reconstitué** : C'est un lait composé de la poudre de lait (28%, et 1,5%) de la matière grasse, et de la quantité d'eau nécessaire à l'obtention d'un lait partiellement écrémé (20 %) de matière grasse.

✓ **Lait recombinaé** : Obtenu par mélange d'eau, de matière grasse et de lait en poudre écrémé extra grade titrant moins de 1.25 de matière grasse.(16)

I.7. Quelques caractéristiques du lait

Selon la FAO la qualité peut être considérée comme une caractéristique complexe d'un aliment qui détermine son intérêt ou son acceptabilité pour le consommateur. Du point de vue réglementaire et protection du consommateur, la "qualité" se réfère aux critères objectifs de base qui doivent être respectés en vertu des lois et règlements existants, l'objectif étant de garantir l'innocuité et de prévenir la contamination ou la présentation frauduleuse des aliments cette deuxième approche met plus en avant les préoccupations essentielles du consommateur, sa santé et sa sécurité.(13)

I.7.1. Caractéristiques organoleptiques

La qualité organoleptique d'un produit se dégrade au fil du temps, la durée de stockage, la température et leur action combinée affectent considérablement les attributs sensoriels totaux. Un lait de bonne qualité organoleptique présente des caractéristiques typiques qui concernent la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité...(22)

I.7.2. Caractéristiques physicochimiques

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont résumées dans le **tableau I.3** ci-dessus :

Tableau I.3 : Caractéristiques physico-chimiques du lait.(23)

| Caractéristique | | valeurs |
|-----------------|-----------------------------------|---------------|
| chimique | pH(20) | 6,6 – 6,8 |
| | densité | 1,030 – 1,033 |
| | T _c (°C) | - 0,53 |
| physique | Teneur en eau | 87,3 |
| | Extrait sec total | 12,7 |
| | Taux de matière grasse | 3,9 |
| | Extrait sec dégraissé | 9,2 |
| | Teneur en matière azotée totale | 3,4 |
| | Teneur en caséine | 2,8 |
| | Teneur en albumine et globuline | 0,5 |
| | Teneur en lactose | 4,9 |
| | Teneur en cendre | 0,90 |
| | Vitamines, enzymes et gaz dissous | Traces |

I.7.3. Caractéristiques microbiologiques

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain. Il s'agit essentiellement de microcoques et aussi streptocoques lactiques (Lactococcus et Lactobacillus).

Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées "Lacténines" mais leur action est de très courte durée (1 heure environ). (19)

D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade. Ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire.

I.8. Contrôle qualité du lait

I.8.1. Analyses physico-chimiques

Le contrôle physico-chimique a pour but d'analyser les matières premières et le produit fini, en passant par les différents paramètres (pH, EST, Humidité, acidité...) (Tableau I.4).

Ces analyses nous permettent de signaler toute erreur de fabrication et toute modification des paramètres en cours du processus de fabrication et nous renseigne sur la correction possible à appliquer.(8)

Tableau I.4 : Critères physico-chimiques applicables aux différents types du lait.(8) (24)

| Analyse à effectuer | principe | Expression des résultats | Mode opératoire | Définition |
|-----------------------------|--|---|---|---|
| L'extrait sec total | L'extrait sec total est déterminé par la méthode d'étuvage basée sur l'élimination de la totalité de l'eau dans l'échantillon. | $H(\%) = \frac{(m1 - m2)}{(m1 - m0)} \times 100$ <p>m0 : Poids de la capsule. m1 : Poids de la capsule + l'échantillon avant étuvage. m2 : poids de la capsule + l'échantillon après étuvage.</p> $EST \% = 100 - H(\%)$ | Dans une capsule séchée et tarée, introduire 5ml (5g) du produit à analyser ; Le mettre dans l'étuve régler à 105°C pendant 4 heures, Refroidir la capsule dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante et la peser ; Puis l'introduire de nouveau dans l'étuve jusqu'à l'obtention d'un poids constant. | L'eau représente environ 81 à 87% du volume du lait, les autres éléments constituent la matière sèche totale ou extrait sec et représentent de 125 à 130 g/ litre de lait. L'extrait sec dégraissé correspond à l'ensemble des composants de la matière sèche à l'exception des matières grasses. |
| la teneur en matière grasse | Mesure de la matière grasse par désagrégation des protéines par centrifugation. - Après ajout d'alcool amylique et centrifugation, les gouttelettes de graisse qui se réunissent en une couche claire sont évaluées | La lecture se fait sur le butyromètre à l'aide d'un poussoir on fait pousser la matière grasse vers la tige graduée du butyromètre, et on fait la lecture .la valeur est exprimée en pourcentage (%). $MG\% = (N - N_0) \times 10$ Tel que : N : la valeur supérieure de la lecture sur la tige | -Introduire 10ml d'acide sulfurique dans un butyromètre à l'aide d'une pipette ; -Ajouter 10ml d'eau et 2.5g de la poudre qui a été déjà préparée ; -Ajouter 1ml d'alcool iso-amylique ; | La teneur en matière grasse est la composante du lait la plus variable, suivie par la teneur en protéines et par la teneur en lactose. |

| | | | | |
|---------------------------|---|---|--|--|
| | quantitativement grâce à une échelle adéquate. | N0 : la valeur inférieure de la lecture | Fermer le butyromètre et bien homogénéiser en faisant attention à ne pas se brûler car la réaction mise en jeu est exothermique ; Centrifuger pendant 5 minutes ; -Chauffer une seconde fois au bain marie pendant 5 min ; -Faire la lecture. | |
| l'acidité titrable | La mesure de l'acidité titrable est basée sur un dosage acido-basique d'un échantillon du lait. Lait est titré par une solution de NaOH en présence d'un indicateur coloré adéquat (phénolphtaléine 1%) | Le pourcentage de l'acidité titrable (exprimée en acide lactique) du lait est donné par la formule : $AT (^{\circ}D) = V * 10$ Tel que : V : représente le volume en millilitres de solution titrée (chute de la burette). | -Introduire dans un bécher 10 ml d'échantillon à analyser ; -Ajouter 3 à 4 gouttes d'indicateur coloré ; -Titrer avec la solution NaOH jusqu'à l'apparition de la couleur rose. | La quantité d'acide lactique contenue dans un litre de lait, elle est exprimée en degré dornic ($^{\circ}D$). |
| pH | La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution, cette | Lire la valeur indiquée sur le PH-mètre. | -Etalonnage du pH mètre à l'aide des deux solutions tampons ; -Introduire l'électrode dans l'échantillon ; | Mesure du pH du lait sert à renseigner sur l'état du lait, un pH élevé que la normal est un mauvais signe dans ce cas il y a une |

| | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|
| | méthode décrit la mesure ionique du lait. | | -Lecture de la valeur de pH sur le pH mètre. *A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher. | prolifération bactérienne. |
| Taux d'humidité | Exprimé en pourcentage de la masse d'eau, le taux d'humidité représente la perte de la masse de la poudre de lait lorsqu'il est soumis à la dessiccation électronique. | Le dessiccateur indique directement en pourcentage le taux d'humidité sur l'écran. Le taux d'humidité doit être compris entre 1 et 4%. | -Prendre une coupelle, la peser à l'aide du dessiccateur puis tarer ; -Ajouter 5g de la poudre de lait et l'étaler sur la coupelle puis remettre la coupelle dans l'appareil ; -La fin d'évaporation se manifeste lorsque la perte du poids reste constante. | C'est la quantité de l'eau dans la poudre de lait, elle est déterminée par séchage de la poudre de lait par un dessiccateur muni d'un system électronique (Infrarouge) permettant de calculer le taux de matière sèche restante. |

I.8.2. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques sont effectuées selon les techniques décrites par le journal officiel de la république algérienne (**J.O.R.A n° 39 de 02/07/2017**) (**Tableau I.5**).

Le but de ces analyses est la détection et le dénombrement des microorganismes d'altération et les microorganismes pathogènes rencontrés dans l'industrie laitière.

Pour les analyses microbiologiques, les prélèvements sont effectués d'une manière aseptique sur les matières premières (eau, poudre de lait), sur le produit à différents stades de fabrication, ainsi que sur le produit fini et le lait de vache avant et après pasteurisation.

Tableau I.5 : Critères microbiologiques applicables aux différents types du lait.(25)

| Catégories des denrées alimentaires | Micro-organismes/ métabolites | Plan d'échantillonnage | | Limites microbiologiques (ufc /g ou ufc/ml) | |
|--|-------------------------------------|------------------------|---|---|-------------------|
| | | n | c | m | M |
| Lait cru | <i>Germes aérobies à 30 °C</i> | 5 | 2 | 3.10 ⁵ | 3.10 ⁶ |
| | <i>Staphylocoques à coagulase +</i> | 5 | 2 | 10 ² | 10 ³ |
| | <i>Coliformes thermotolérants</i> | 5 | 2 | 5.10 ² | 5.10 ³ |
| | <i>Salmonella</i> | 5 | 0 | Absence dans 25 ml | |
| | <i>Antibiotiques</i> | 1 | — | Absence dans 1 ml | |
| | <i>Listeria monocytogenes</i> | 5 | 0 | 100 | |
| Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés | <i>Germes aérobies à 30 °C</i> | 5 | 2 | 10 ⁴ | 10 ⁵ |
| | <i>Enterobacteriaceae</i> | 5 | 0 | 10 | |
| | <i>Salmonella</i> | 5 | 0 | Absence dans 25 ml | |
| Lait UHT et lait stérilisé | <i>Germes aérobies à 30 °C</i> | 5 | 0 | 10/0.1ml | |
| Lait en poudre et lactosérum en poudre | <i>Enterobacteriaceae</i> | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| | <i>Staphylocoques à coagulase +</i> | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| | <i>Salmonella</i> | 5 | 0 | Absence dans 25 g | |

I.8.3. Analyses sensorielles

Les analyses sensorielles consistent à déterminer si la qualité des produits reste la même au cours et après la date limite de consommation en faisant des analyses sur la texture, le goût, l'odeur et l'aspect.

1. Analyse de la texture

Principe

La description des caractéristiques de la texture des produits finis.

Mode opératoire

- Ouvrir l'échantillon à analyser.
- Enfoncez la cuillère dans le produit

➤ Prendre une quantité suffisante du produit pour la déguster puis noter les anomalies relevées en bouche.

➤ Agiter le produit à l'aide d'une cuillère lentement et marquer les remarques concernant les caractéristiques visuelles sur la texture.

Les anomalies généralement détectées sont :

- Texture granuleuse.
- Texture fragile.
- Texture trop filante.
- Texture pâteuse.
- Texture liquide.
- Texture cassante.
- Texture dure.

2. Analyse de l'aspect

Principe

La description des caractéristiques de l'aspect des produits finis.

Mode opératoire

- Ouvrir l'échantillon à analyser.
- Visualiser l'absence ou la présence des levures ou des moisissures visibles sur le produit.

3. Analyse du goût

Principe

L'appréciation du goût des produits finis.

Mode opératoire

- Boire de l'eau avant la dégustation.
- Ouvrir l'échantillon à analyser.
- Déguster l'échantillon.
- Boire de l'eau après la dégustation.

4. Analyse d'odeur

Principe

L'appréciation d'odeur des produits finis.

Mode opératoire

- Ouvrir l'échantillon à analyser.
- Sentir les odeurs dégager par le produit.

Les anomalies généralement détectées sont :

- Odeur putride.
- Odeur acide.
- Odeur piquante.

Chapitre II

Produits laitiers

Introduction

La plupart des produits transformés du lait se conservent plus longtemps que le lait et la demande en lait frais est limitée donc il est plus avantageux de le transformer en produits moins périssables, de les conserver pour les vendre plus tard en plus grandes quantités, de plus les laitages sont souvent mieux appréciés. (26)

II.1. Dérivées du lait

Un produit dérivé du lait est un produit obtenu à la suite d'un traitement quelconque du lait, qui peut contenir, des additifs alimentaires et autres ingrédients fonctionnellement nécessaires au traitement (voir **figure II.1**). (27)

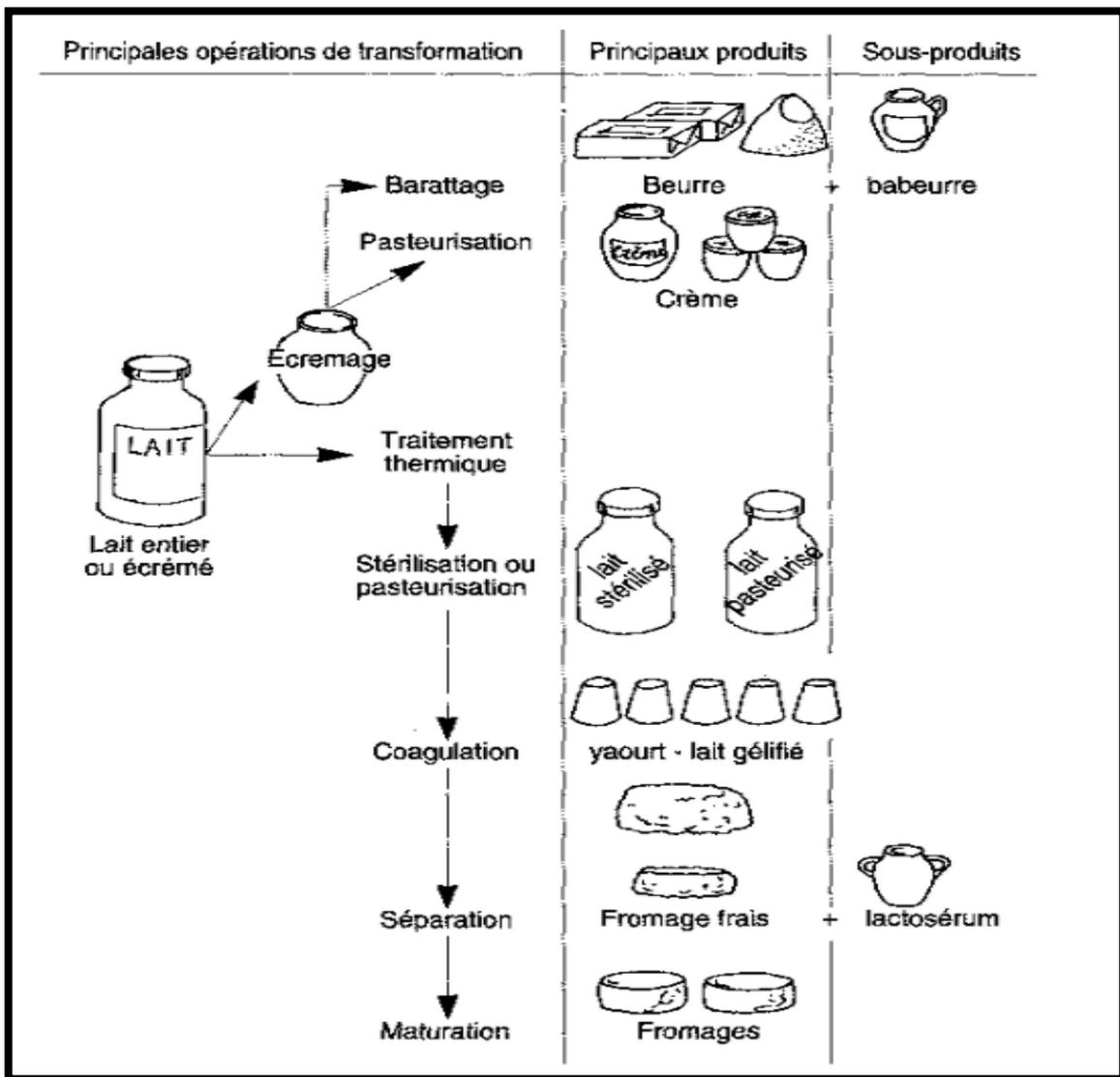


Figure II.1 : Diagramme de transformation du lait en divers produits laitiers. (28)

II.1.1. Crème

II.1.1.1. Définition

La crème peut se définir comme une émulsion d'origine laitière de type matières grasses dans l'eau. Le terme « crème » est réservé aux produits dont la teneur en matière grasse est supérieure ou égale à 30 % (29). La texture de la crème laitière varie suivant l'ensemencement en ferments lactiques, l'ajout d'additifs autorisés et le taux de matière grasse. (30)

II.1.1.2. Différents types de crèmes

Les différents types de crèmes fraîches se distinguent les unes des autres selon des critères de teneur en matière grasse et de consistance (liquide ou épaisse), voir le **tableau II.1**.

Tableau II.1 : Les différents types de crème et leurs dates limites de conservation. (31)

| Appellations | Traitements | conservations |
|--|--|-----------------------------|
| Crème crue | Crème n'ayant subi aucun traitement. | Utilisation la plus rapide. |
| Crème fraîche pasteurisée épaisse (dite crème double) | Crème ayant subi la pasteurisation puis une maturation (ensemencée avec des ferments lactiques spécifiques). | 30 jours maximum. |
| Crème pasteurisée liquide ou « fleurette » | Crème ayant subi une pasteurisation et qui n'a pas été ensemencée. | 30 jours maximum. |
| Crème stérilisée liquide | Crème stérilisée à 115°C pendant 15 à 20 secondes. | 8mois maximum. économat |
| Crème UHT liquide | Crème stérilisée à 150°C pendant 2 secondes. | 4 mois maximum. économat |
| Crème légère | Crème utilisé en cuisine minceur qui contient entre 12 et 30% de matière grasse, pasteurisée ou stérilisée. | 30 jours à 4 mois. |

II.1.1.3. Etapes de fabrication

Les étapes de fabrication de la crème de consommation sont présentées sur la **figure II.2**.

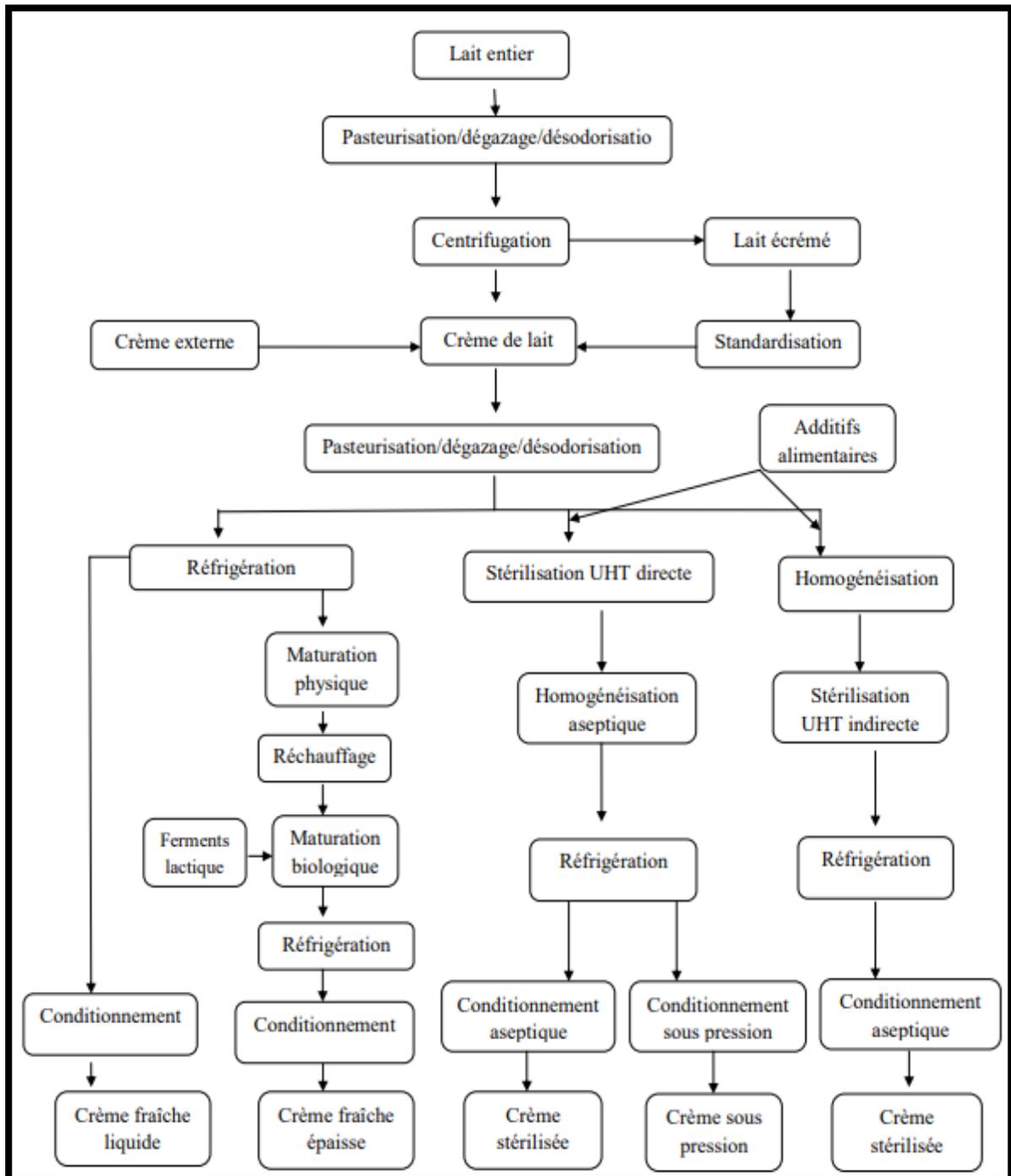


Figure II.2 : Principaux procédés de fabrication des crèmes de consommation. (32)

II.1.1.4. Contrôle du produit fini

Les différentes étapes du contrôle de la crème sont représentées dans le **tableau II.2** ci-dessous.

Tableau II.2 : Les différents types du contrôle de la crème. (32) (33)

| Contrôles physico-chimiques | Contrôles bactériologiques | Contrôles sensoriels |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ pH ✓ Acidité titrable ✓ Teneur en NaCl ✓ Teneur en eau ✓ Matière grasse ✓ Taux de sucre (brix) ✓ Taux de cendre ✓ Indices de qualités | <ul style="list-style-type: none"> ✓ <u><i>Escherichia coli</i></u> ✓ <u><i>Staphylocoques à coagulase +</i></u> ✓ <u><i>Salmonella</i></u> ✓ <u><i>Listeria monocytogenes</i></u> ✓ <u><i>Enterobacteriaceae</i></u> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Goût ✓ Texture ✓ Aspect ✓ Odeur ✓ Arôme |

II.1.2. Yaourt

II.1.2.1. Définition

Selon le comité FAO/OMS « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les microorganismes doivent être viables et abondants » (34). De plus la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8 g. (35)

II.1.2.2. Rôle des ferments lactiques du yaourt

Les deux bactéries utilisées dans la préparation du yaourt, ont pour rôle principale d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (figure II.3). En outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles assurent une saveur caractéristique due à la production des composés aromatiques et à la production de polysaccharides. (36)

- *Lactobacillus bulgaricus*, ne produit que de l'acide lactique. Il se développe bien à la température de 45 à 50 °C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 % (pH voisin de 4,5), voire, avec certaines souches, jusqu'à 2,7 % d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6). (37)

- Quant à *Streptococcus thermophilus*, il se développe à des températures comprises entre 37 à 40 °C. Nettement moins acidifiant que *Lactobacillus*, il produit généralement 0,5 à 0,6 % d'acide lactique (pH voisin de 5,2). (37)

Le lactose du lait s'hydrolyse par la lactase des bactéries lactiques présentes dans le yaourt en glucose et galactose. Ensuite le glucose est transformé en acide pyruvique par la glycolyse. Enfin, l'acide pyruvique est transformé en acide lactique par réduction (38). Selon la réaction (figure II.3) suivant :

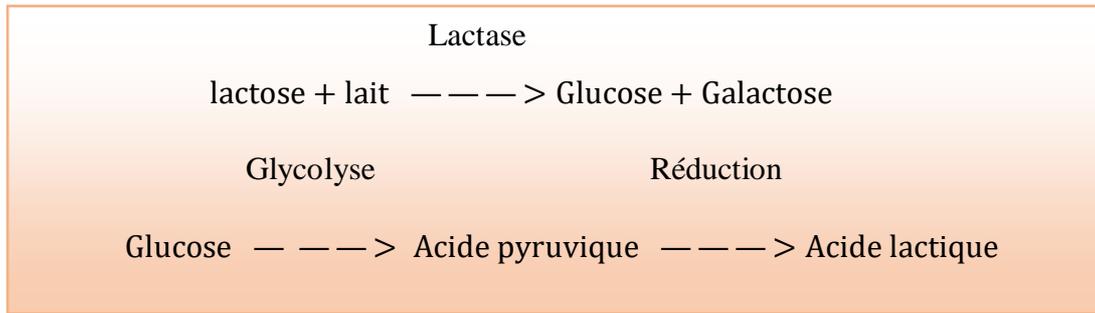


Figure II.3 : Schéma représentant les étapes de la production de l'acide lactique dans le lait par les bactéries lactiques.

II.1.2.3. Différents types de yaourts

En fonction de la technologie de fabrication, les yaourts sont divisés en 3 grandes familles de consistance (39):

- **Yaourt « ferme » :** (étuvé), à incubation et refroidissement en pot ;
- **Yaourt « brassé » :** A incubation en cuve et refroidissement avant le conditionnement ;
- **Yaourt « liquide » :** Similaire au type brassé mais dont le coagulum est "réduit" à l'état liquide avant le conditionnement ;

II.1.2.4. Etapes de fabrication

La fabrication des yaourts est un processus qui comprend plusieurs étapes de préparation présentées dans la figure II.4.

Le lait est standardisé au taux de matière grasse requis pour le produit fini et peut être enrichi en extrait sec laitier (poudre de lait), pour en améliorer la consistance. Il est homogénéisé et traité à 90 °C pendant quelques minutes (destruction des germes pathogènes) puis refroidi, pour atteindre la température optimale de fermentation (vers 45 °C). La fermentation se fait en 2 à 3 heures : pour les yaourts fermes, le laitensemencé est directement mis en pots ; dès formation du caillé, ceux-ci sont stockés à 4°C, de façon à stopper l'acidification ; pour les yaourts brassés, le laitensemencé fermente en tanks où il sera brassé en fin de fermentation. Le mélange est ensuite refroidi puis mis en pot et stocké à 4°C. Suivant le type de yaourt, l'adjonction de fruits, de sucres, d'édulcorants et d'arômes se fait avant ou après fermentation. L'ensemencement se

fait avec ses deux bactéries spécifiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. La première lui apporte son acidité tandis que la seconde développe ses arômes.(34)

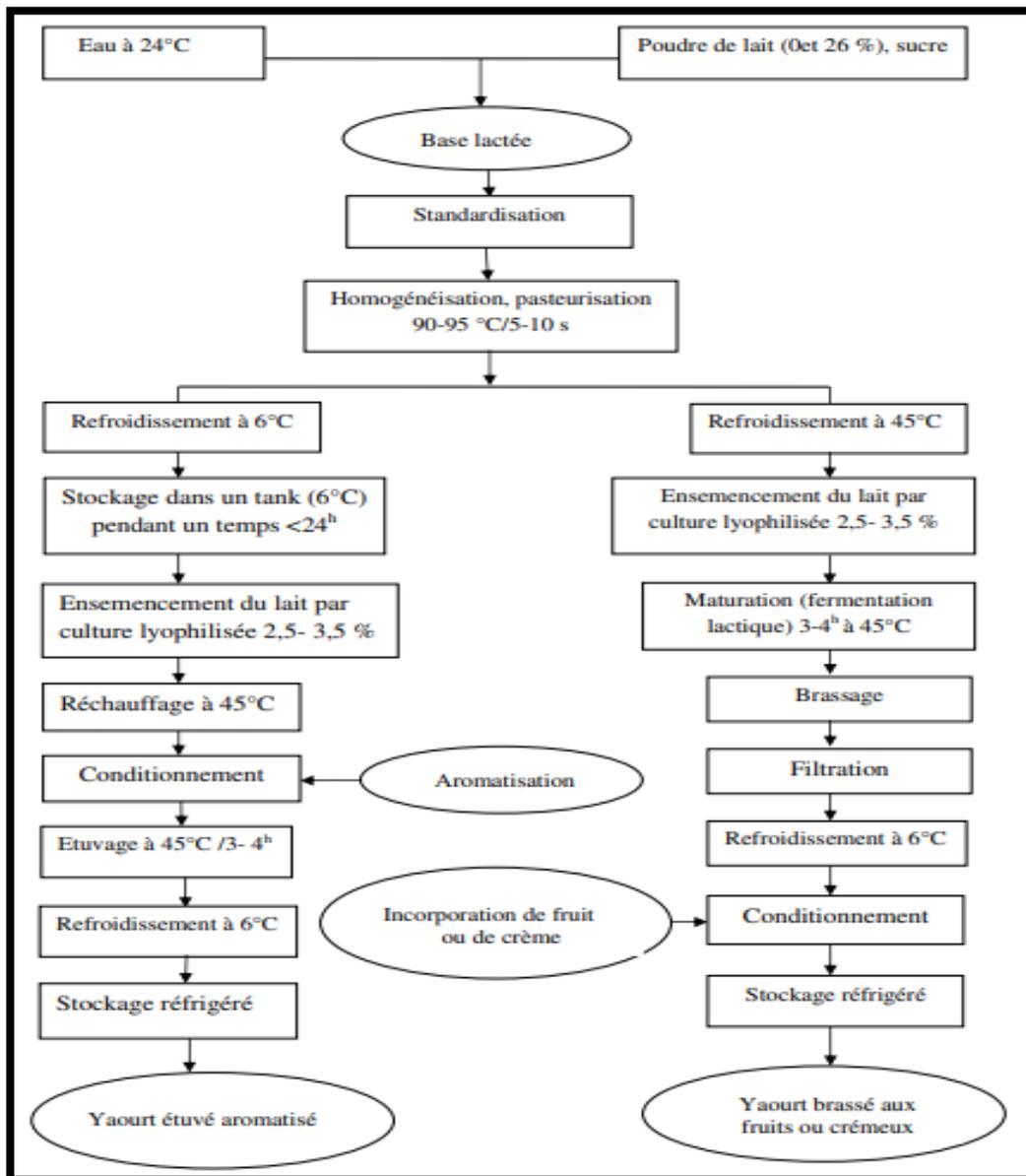


Figure II.4 : Diagramme de fabrication de différent type de yaourt. (40)

II.1.2.5. Contrôle du produit fini

Les différentes étapes du contrôle du yaourt produit sont représentées dans le tableau

II.3 ci-dessous :

Tableau II.3 : Les différents types du contrôle du produit fini yaourt. (41) (33)

| Contrôles physico-chimiques | Contrôles bactériologiques | Contrôles sensoriels |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ pH, acidité ✓ Extrait sec totale ✓ Matière grasse ✓ Taux de sucre (brix) ✓ Viscosité | <ul style="list-style-type: none"> ✓ <u><i>Enterobacteriaceae</i></u> ✓ <u><i>Staphylocoques à coagulase +</i></u> ✓ <u><i>Salmonella</i></u> ✓ <u><i>Listeria monocytogenes</i></u> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Goût ✓ Texture ✓ Aspect ✓ Odeur ✓ Arôme |

II.1.3. Beurre

II.1.3.1. Définition

Selon **Codex Alimentarius**, le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait ou de produits obtenus à partir du lait et il doit contenir au moins 80% de matière grasse du lait, principalement, sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile. (42)

II.1.3.2. Différents types de beurre

Le beurre est classé selon certains critères notamment la teneur en matière la teneur en sel le traitement au cours de sa fabrication. Les différents types sont résumés dans le **tableau II.4**.

Tableau II.4 : Les différents types de beurre. (43)

| Type de beurre | caractéristiques |
|-------------------|---|
| Beurre cru | C'est le produit émulsionné, obtenu à partir des matières lactières n'ayant pas subi au préalable une pasteurisation. |
| Beurre allège | Produit émulsionné, contenant 100 g de produit fini, 41g minimum 65g maximum de matière grasse lactière. |
| Beurre concentré | Produit émulsionné, contenant 100 g de produit fini 95g de matière grasse lactière. |
| Beurre de cuisine | Contient aux minimum 96% de la matière grasse lactière. |
| Beurre demi-sel | Il a une teneur en sel supérieur à 0,5g et en plus égale à 2g pour 100g. |
| Beurre salé | Il présente une teneur en sel supérieur à 3%. |
| Beurre fin | Il ne doit pas contenir plus de 30% de matière grasse, la crème est congelée ou surgelée. |

| | |
|-------------------|---|
| Beurre extrafin | Il est issu d'une crème pasteurisée, non congelée ni surgelée et fabriquée 72h au plus tard après la collecte, le barattage de la crème a lieu au plus tard 48h après écrémage. |
| Beurre pasteurisé | C'est un beurre fabriqué à partir du lait ou de la crème pasteurisé. |
| Beurre baratte | Cette appellation ne peut s'appliquer qu'à des beurres fabriqués à l'aide d'une baratte pour la totalité du cycle de fabrication. |

II.1.3.3. Etapes de fabrication

La fabrication du beurre par procédé industriel se fait comme indiqué dans la **figure II.5** suivante :

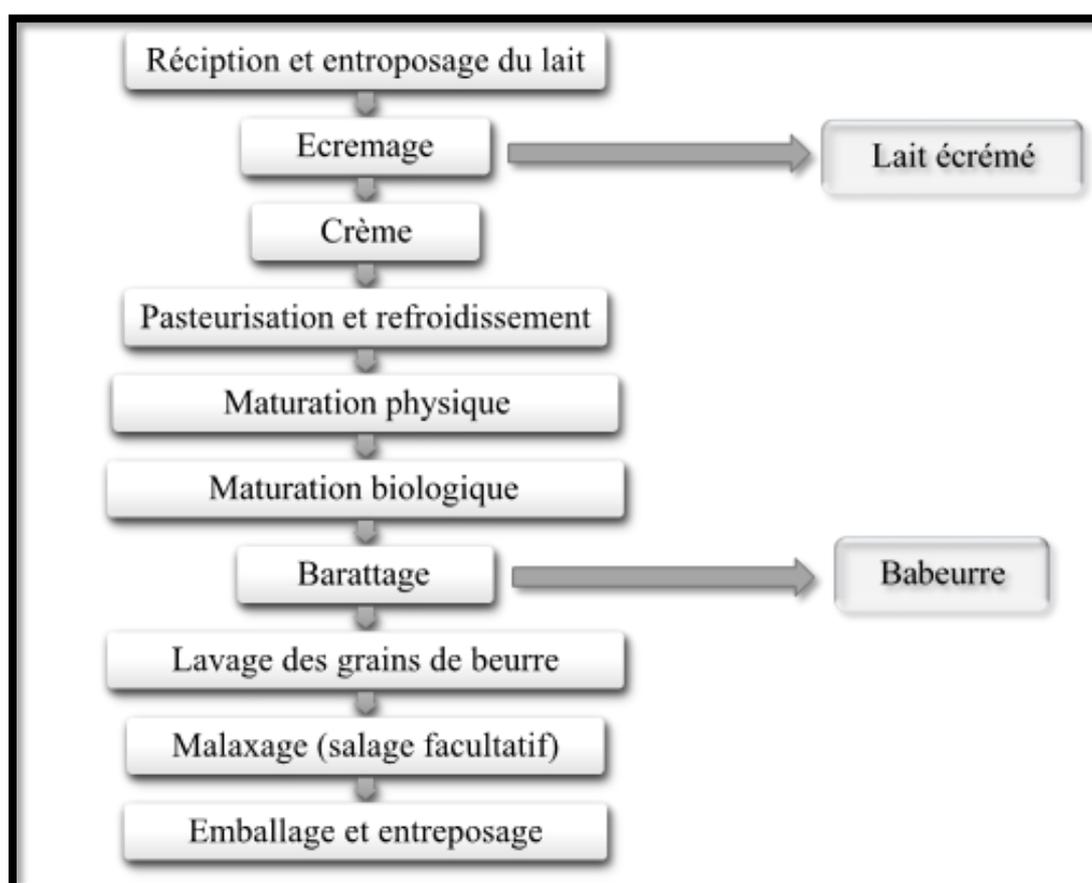


Figure II.5 : Les étapes de fabrication de beurre. (43)

II.1.3.4. Contrôle du produit fini

Les différentes étapes du contrôle du beurre sont représentées dans le **tableau II.5** ci-dessous.

Tableau II.5 : Les différents types du contrôle du beurre. (44) (33)

| Contrôles physico-chimiques | Contrôles bactériologiques | Contrôles sensoriels |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ pH ✓ Humidité ✓ Teneur en matière grasse ✓ Indice d'acide ✓ Taux de cendre | <ul style="list-style-type: none"> ✓ <u><i>Escherichia coli</i></u> ✓ <u><i>Staphylocoques à coagulase +</i></u> ✓ <u><i>Salmonella</i></u> ✓ <u><i>Listeria monocytogenes</i></u> ✓ <u><i>Enterobacteriaceae</i></u> ✓ <u><i>Coliformes totaux</i></u> ✓ <u><i>Germes aérobies à 30 °C</i></u> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Goût ✓ Texture ✓ Aspect ✓ Odeur ✓ Arôme |

II.1.4. Fromage

II.1.4.1. Définition

La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière (lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre), utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse (34). La teneur en matière sèche du produit doit être au minimum de 23 g pour 100 g de fromage, à l'exception de certains fromages frais. (45)

II.1.4.2. Différents types de fromage

Il existe une multitude de variétés de fromages, répartis selon cinq familles, établies essentiellement selon la texture, la saveur et l'aspect de la pâte du fromage. (34)

- Les fromages frais ou fromages blancs ;
- Les pâtes molles à croûte fleurie ; à croûte lavée ;
- Les pâtes pressées cuites ; non cuites ;
- Les pâtes persillées ;
- Les fromages fondus ;

II.1.4.3. Etapes de fabrication

La transformation du lait en fromage comporte quatre étapes essentielles (Figure II.6).

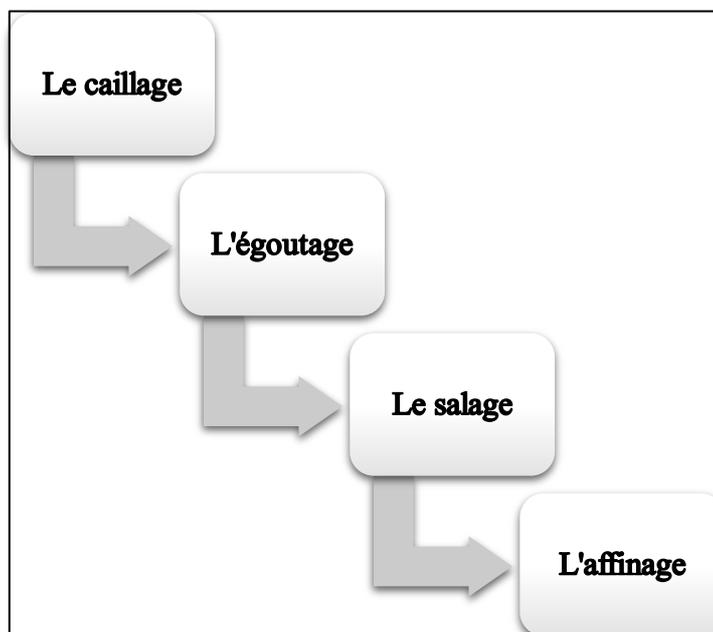


Figure II.6 : Étapes essentielles de transformation du lait en fromage. (46)

II.1.4.4. Contrôle du produit fini

Les différentes étapes du contrôle du fromage sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.6 : Les différents types du contrôle du fromage. (41) (33)

| Contrôles physico-chimiques | Contrôles bactériologiques | Contrôles sensoriels |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ pH ✓ Extrait sec totale ✓ Teneur en matière grasse ✓ Taux de cendre | <ul style="list-style-type: none"> ✓ <u><i>Escherichia coli</i></u> ✓ <u><i>Staphylocoques à coagulase +</i></u> ✓ <u><i>Salmonella</i></u> ✓ <u><i>Listeria monocytogenes</i></u> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Goût ✓ Texture ✓ Aspect ✓ Odeur ✓ Arôme |

Chapitre III

Technologie fromagère

Introduction

Les fromages à pâtes molles ont une texture généralement crémeuse et onctueuse avec une légère élasticité dans la pâte. Ils sont fabriqués à partir de lait pasteurisé ou de lait cru de chèvre, de vache ou de brebis. Ce type de fromage se divise en deux catégories :

1. Fromage de pâte molle à croûte lavée

Le principe de fabrication d'une pâte molle à croûte lavée est semblable à celui des pâtes molles à croûte fleurie, sauf que le caillé est coupé plus ou moins finement avant d'être mis en moule. Ce rompage facilite l'écoulement du petit lait : la pâte sera plus serrée, plus compacte mais néanmoins moelleuse, coulante ou plus ferme, selon le degré de séchage. Les fromages à croûte lavée sont soumis à des lavages en saumure légère qui ont pour but de maintenir l'humidité, la souplesse de la pâte et de la croûte (**figure III.1**). (47)

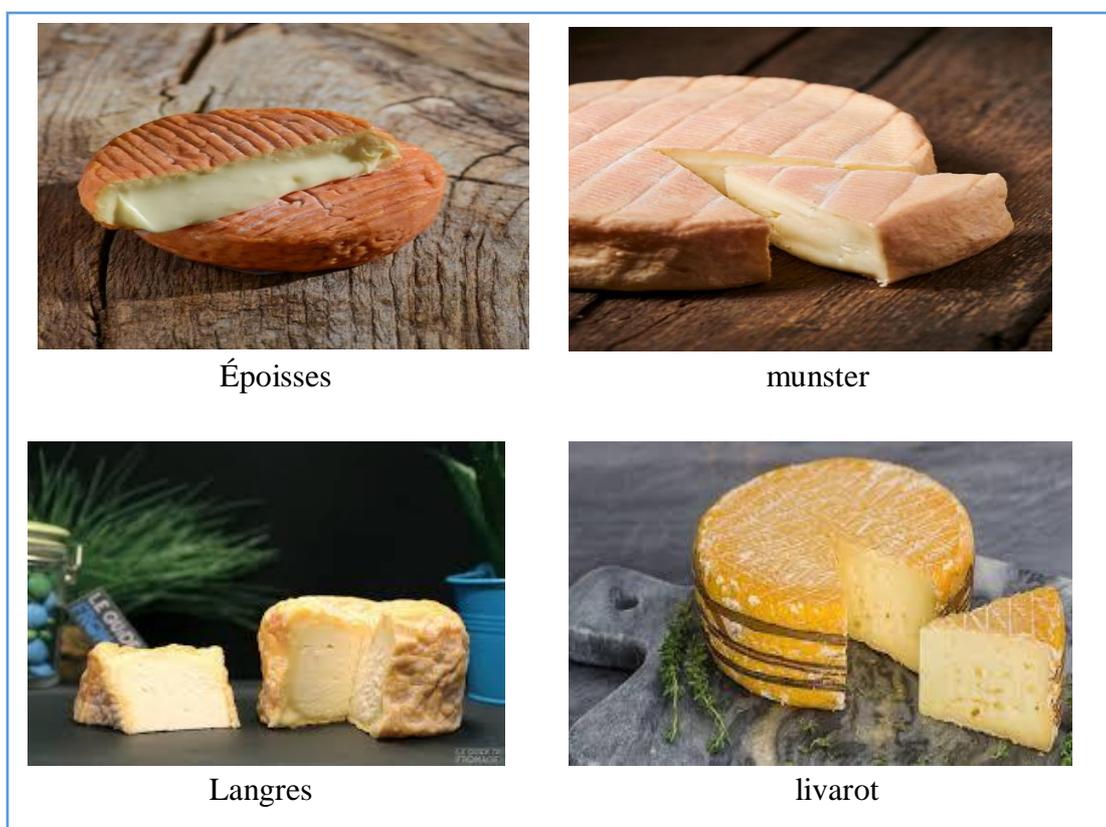


Figure III.1 : modèle d'un fromage à pâte molle à croûte lavée.

2. Fromage à pâte molle à croûte fleurie

Ils sont élaborés à partir du lait de vache ou de chèvre, cru ou pasteurisé, ils sont recouverts d'une mince couche blanche de moisissure, d'aspect veloute. L'ensemencement se fait avec le *Penicillium* et facultativement par la levure *Geotrichum candidum* qui donnera à

la croûte son aspect du duvet blanc feutré appelé fleur (48). La figure III.2 représente quelques modèles du fromage à croûte fleurie.

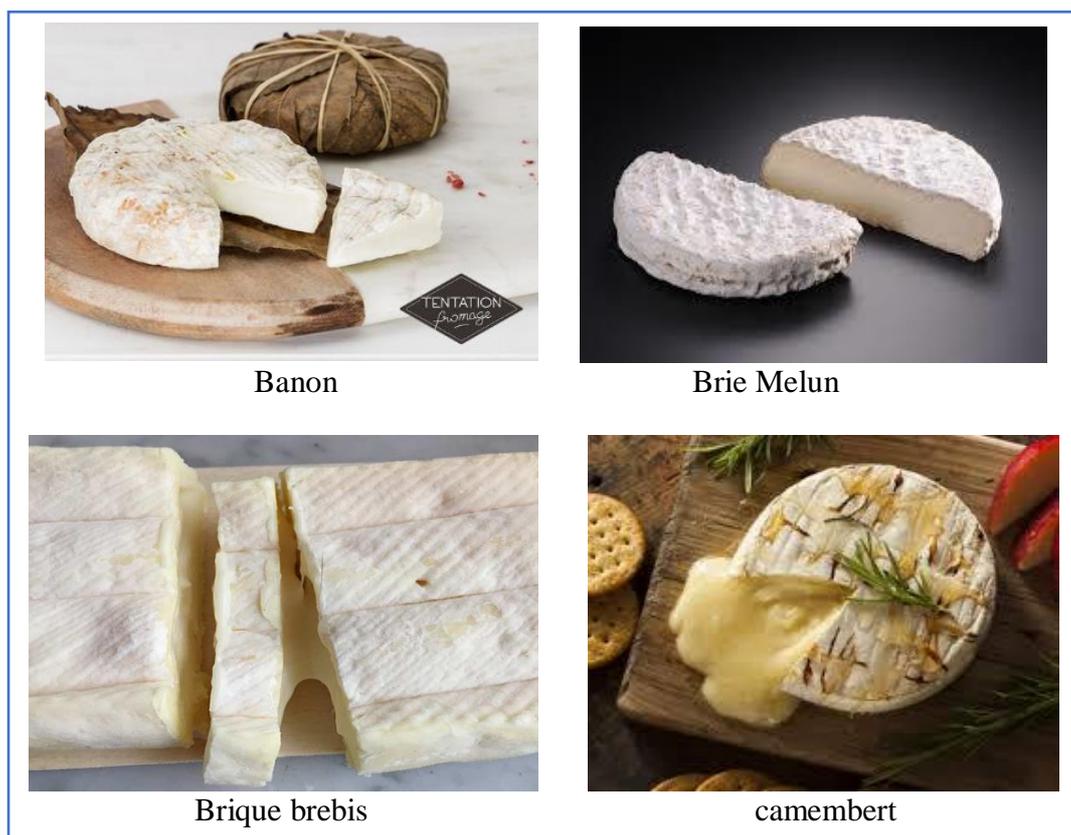


Figure III.2 : quelques modèles du fromage à pâte molle à croûte fleurie.

Dans notre cas on s'est basé sur le fromage à pâte molle à croûte fleurie type camembert :

III.1. Le camembert

III.1.1. Historique

Il tire son nom du village de camembert près de Vimoutiers en France. À l'origine, fromage fermier, mis au point vers 1791 par une fermière Marie Harel.

À la fin du 19^{ème} siècle, premières installations industrielles en Normandie. Peu à peu, le fromage passe de la ferme à l'usine, il y a cependant actuellement, dans le pays d'auge, encore quelques fabrications fermières. En industrie, son aire de production s'étend aux départements normands, puis au-delà. La technique a subi quelques transformations, et on distingue nettement la fabrication normande de celle des autres régions.

Le syndicat des producteurs du véritable camembert de Normandie a eu une action nette dans la conservation de la technique d'origine. On distingue les camemberts normands, ils sont souvent supérieurs à ceux des autres régions.(49)

III.1.2. Définition

Le camembert est défini comme étant un fromage à pâte molle, affiné en surface, principalement par des moisissures, il se présente sous la forme d'un cylindre plat. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage. Il a un diamètre de 10 à 11 cm et une épaisseur de 3 cm.

Le Camembert n'est pas prêt à la consommation immédiatement après la fabrication. Il doit être maintenu pendant un certain temps dans des conditions nécessaires pour que s'opère les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage. (50)

III.1.3. Composition

Le fromage de type Camembert est riche en protéines, lipides, minéraux et vitamines.

Les protéines que contient les fromages ont pour origine les micelles de caséines modifiées, au cours de l'affinage, une partie importante se trouve dégradée et solubilisé en oligopeptides et acides aminés sous l'influence d'une série d'enzymes, différentes selon la microflore, ce qui confère au produit final sa texture et sa saveur.(51)

La matière grasse du Camembert conditionne l'onctuosité de la pâte et elle se produit au cours de la maturation, sous l'influence de lipases microbiennes, une lipolyse limitée avec formation d'acides gras libres, certains d'eux sont volatils et constitue une source importante de la flaveur particulière conférée au produit fini.(51)

Concernant le lactose, il faut noter que les fromages affinés sont pratiquement dépourvus des glucides car la faible quantité de lactose est transformée en acide lactique aux cours de l'affinage.

Pour les autres nutriments, le Camembert constitue un apport important en Calcium, Phosphore, Sodium et en Vitamines.(52)

III.1.4. Procédé de fabrication du « camembert »

La production de ce type de fromage passe par de nombreuses étapes technologiques dont principalement : maturation, la coagulation, l'égouttage et enfin l'affinage (**figure III.3**).

1. Préparation du lait :

Aussitôt sa réception à l'usine, le lait est trié en éliminant ceux impropres à la transformation fromagère (lait plus ou moins acide ayant une charge microbienne importante). Après un entreposage à basse température (3-4°C), ils vont subir certains traitements technologiques (dont notamment l'homogénéisation et le traitement thermique) qui ont pour objectifs de permettre l'obtention d'un produit dérivé de qualité appréciable et ce avec un bon rendement de fabrication.(23)

2. La standardisation

La composition du lait est variable, selon les espèces, le type d'alimentation et les saisons. Elle consiste à donner au lait la composition correspondante à celle du fromage à élaborer. Elle est réalisée par un ajustement de la teneur en matière grasse (qui doit se situer autour de 28 g/l de lait) et parfois du taux de protéines (qui doit être supérieur à 31 g/kg de fromage).(53)

3. Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique qui entraîne la destruction de la plupart des formes végétatives des micro-organismes banaux, celle de tous les micro-organismes pathogènes.

Les laits mis en œuvre dans l'industrie fromagère subissent des traitements thermiques préalables dont l'importance se manifeste dans leur assainissement ainsi que dans leur stabilisation. Selon la température atteinte et la durée du chauffage, le traitement thermique utilisé influe, d'une part, sur la concentration de la flore microbienne initiale et, d'autre part, sur la composition physico-chimique du lait.

Ainsi, la thermisation (traitement qui a lieu à 64°C pendant 15 à 20 secondes) est surtout utilisée pour détruire les bactéries, qui se développent dans un lait ayant subi, soit une réfrigération à la ferme, soit un stockage réfrigéré au niveau de la fromagerie. (53)

4. Maturation du lait

Après la pasteurisation, le lait doit être mûré. C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée qui va participer, d'une part, à la coagulation du lait (en provoquant l'acidification), et d'autre part, à l'affinage du fromage (rôle dans l'activité protéolytique). Un petit volume lait estensemencé par des ferments lactiques mésophiles à une dose de 1,5 à 2%. Un temps de maturation suffisant est laissé dans le but de permettre la multiplication et le développement des souches de bactéries lactiques inoculées. Une fois ses souches revivifiées, le levain (tel que préparé) servira àensemencer les grandes cuves de coagulation. On introduit également des levains fongiques qui jouent un rôle important dans le phénomène de l'affinage. Il s'agit de spores de *Penicillium Camemberti*, ainsi que *Geotrichum candidum*.(53)

5. Emprésurage et coagulation (caillage)

L'emprésurage correspond au moment où l'on ajoute la présure en vue de provoquer sa coagulation, Ce dernier est l'étape la plus importante dans la fabrication du fromage suivi par une coagulation qui se traduit par la formation d'un gel (ou coagulum) qui résulte dans le cas du Camembert, des modifications physico-chimiques.

Pour les fromages à pâtes molles, la coagulation est généralement mixte. Elle est provoquée par l'action conjuguée de la présure (coagulation enzymatique) et les bactéries lactiques (coagulation acide).

Dans le cas de la coagulation acide l'abaissement du pH induit la solubilisation du calcium et du phosphate inorganique. Par équilibre, le pont salin dégarni peu à peu les micelles. Ces dernières, vont se lier entre-elles et former un gel cassant, très friable et peu élastique.(17)

6. L'égouttage

C'est l'étape qui permet la séparation du lactosérum du caillé. Son but est non seulement de régler la teneur en eau du caillé mais aussi la minéralisation de ce dernier et son délactosage. Dans le cas du Camembert, des traitements mécaniques tels que le découpage, le brassage, le moulage et les retournements sont utilisées pour permettre l'élimination du lactosérum. (48)

7. Salage

Le salage constitue une phase importante de la fabrication de beaucoup de fromage à l'exception de la plupart des fromages frais qui ne sont pas salés ; il consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium, au taux moyen de 2% ; elle peut s'élever à 3-4%. Brièvement, le salage joue un triple rôle dans la fabrication fromagère :

- Il complète l'égouttage et contribuera ainsi à la formation de la croûte.
- Il règle l'activité de l'eau et ainsi favorise ou freine le développement des microorganismes tout en régulant les activités enzymatiques.
- Il révèle la saveur propre du fromage en influençant le goût et en renforçant les arômes.(20)

8. Ressuyage

Cette étape a pour fonction d'assécher la surface du fromage dans une salle dédiée. L'objectif de cette opération est de favoriser le développement de la flore recherchée, en limitant celui des bactéries et autres indésirables.(53)

9. L'affinage

L'affinage est la dernière étape de la transformation fromagère. Sa durée varie de quelques jours à quelques mois selon le type de fromage et ce, afin d'obtenir les qualités texturales et organoleptiques désirées.

Dans le cas des pâtes molles type camembert, l'affinage se fait également de la surface vers l'intérieur, la période d'affinage du Camembert est généralement courte, soit entre 12 et 45 jours et se déroule à une température variant habituellement entre 12 et 14° C. Les fromages sont généralement entreposés dans un lieu d'affinage permettant de contrôler l'humidité relative

entre 85 et 95 %, le pH à la fin d'affinage du Camembert atteint environ 7,4 en surface et 6,9 au centre. Les fromages de type camembert sont emballés sous film et boîte en bois ou en carton. Les propriétés des films d'emballage peuvent différer en termes de perméabilité aux gaz et à la vapeur d'eau et permettre ainsi de maîtriser l'évolution de l'affinage jusqu'au moment de la consommation. (53)

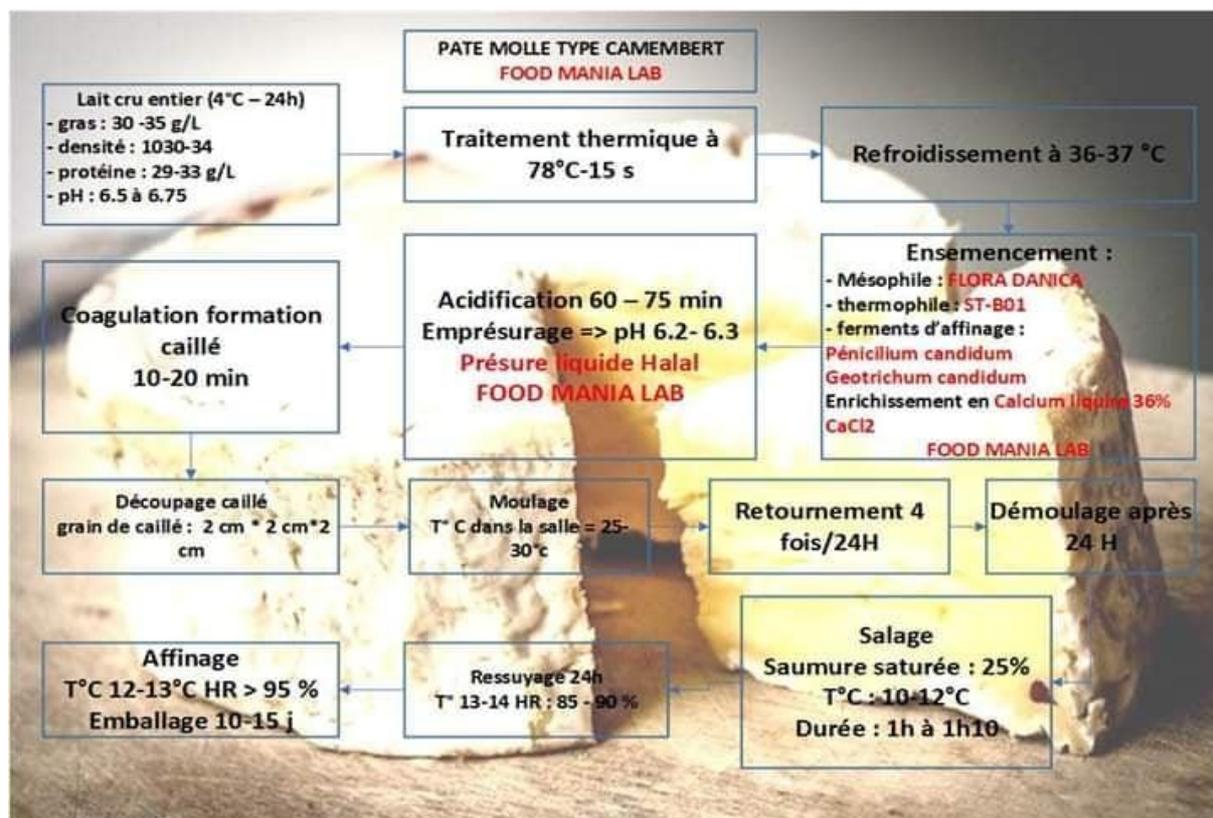


Figure III.3 : étapes de fabrication d'un fromage à pâte molle type camembert.

III.1.5. Les matières utilisées dans la fabrication du camembert

Le camembert est considéré comme un écosystème, il comporte des microorganismes qui sont essentiels à leur fabrication. Ils participent soit de manière directe avec leur activité métabolique, soit de manière indirecte avec la libération d'enzymes. Dans le domaine de la fabrication fromagère de type camembert, de multiples microorganismes utiles sont impliqués comme les bactéries, les moisissures, les levures d'origine naturels et /ou additionnel. Ces micro-organismes sont introduits dans le lait au début de la fabrication sous forme des « ferments », ils sont sous forme lyophilisée, congelée ou liquide et on peut les utiliser soit en pulvérisation, soit versé directement dans le lait avec emprésurage, qui jouent un rôle majeur dans le développement des qualités sanitaires et sensorielles du produit fini.(48)

III.1.5.1. La matière première

L'aptitude à la transformation du lait en fromage est dépendante d'un certain nombre de paramètres dont :

- sa composition chimique (notamment sa richesse en caséines)
- sa charge microbienne et la nature de sa microflore
- son aptitude au développement des bactéries lactiques
- enfin, son comportement vis à vis de l'enzyme coagulante à savoir la présure.

III.5.2. Les ferments lactiques

1. Les bactéries

A. Les bactéries lactiques

Ce sont des bactéries à Gram positif produisant de l'acide lactique par fermentation des glucides simples tels que le glucose et le galactose.

Qui se développent généralement dans des conditions anaérobies, voire anaérobies facultatives, et jouent un rôle majeur dans l'acidification du lait et du caillé. Ce sont également des agents de l'affinage des fromages (**tableau III.1**), par leurs aptitudes protéolytiques et lipolytiques (développement du goût, des arômes et de la texture).**(54)**

Tableau III.1 : les principales bactéries intervenant durant l'affinage des fromages et leurs fonctionnalités. **(19)**

| Bactéries lactiques | Principales fonction |
|--|--|
| <u><i>Lactocoques et streptocoques</i></u> (<u><i>Lactococcus cremoris</i>, <i>Lactococcus lactis</i>, <i>Streptococcus thermophilus</i></u>) | Acidification et contribution dans la protéolyse. |
| <u><i>Leuconstocs</i></u> | Ouverture de la pâte (production de gaz), acidification et production de composants d'arôme. |
| <u><i>Lactobacille mésophile</i></u> (<u><i>Lactobacillus casei</i>, <i>Lactobacillus plantarum</i>...</u>) | Production de composants d'arôme. |
| <u><i>Entérocoques (Enterococcus faecium, Enterococcus faecalis</i>...)</u> | Acidification, protéolyse et contribution |

B. Bactéries d'affinages

La majorité des bactéries isolées à partir des fromages à pâte molle ont le potentiel de contribuer à l'arôme des fromages en dégradant les lipides, les protéines et les acides aminés. Ces bactéries appartiennent aux familles des *Micrococacceae* et des *Corynebacteriaceae*, mais la principale espèce de bactérie *Corynéforme* qui participe à l'affinage des fromages de type Camembert est *Brevibacterium* productrice de caroténoïde responsable de la couleur orange de la croûte du fromage qui est considéré comme l'un des défaut pour le fromage type Camembert, sa croissance est fortement inhibé par *Penicillium camemberti* donc le risque de l'apparition de cette couleur est faible.(55)

2. Les levures

Les levures appartiennent à la flore microbienne normale de la plupart des fromages et, dans certains types de pâtes, elles sont susceptibles de participer activement aux modifications biochimiques qui sont à l'origine du développement de la saveur et de l'arôme. Leur identification selon les méthodes conventionnelles repose sur la détermination de divers caractères morphologiques ou physiologiques d'une mise en œuvre parfois lourde ou difficile. Elles se trouvent essentiellement sur la surface des fromages à pâte molle (camembert) qu'à l'intérieur.

Les espèces de levures habituellement retrouvées dans les camembert sont *Debaryomyces hansenii*, *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis*, favorisent la cohésion et le séchage de la croûte et libère des arômes typiques du camembert.(56)

3. Les moisissures

Les moisissures occupent une place prépondérante dans les technologies appliquées au lait, et notamment dans la fabrication fromagère où elles jouent un rôle essentiel, pendant l'étape d'affinage, en conférant au fromage une bonne partie de ses caractéristiques. Cependant, dans ce secteur de l'agro-alimentaire, elles offrent un bel exemple de miroir à deux faces : les unes sont utiles, indispensables à l'élaboration de nombreux fromages ; d'autres, au contraire, sont indésirables car elles peuvent provoquer des accidents de fabrication redoutés des fromagers du fait des pertes économiques qu'ils entraînent ;

En effet, des lots entiers de fromages doivent alors être déclassés voire éliminés. Ce sont d'ailleurs parfois les mêmes espèces fongiques dont le développement est souhaité sur certains fromages alors qu'il est indésirable pour d'autre.

Au génie technologique revient de ces micro-organismes, de maîtriser leur développement. Il faut savoir utiliser les uns comme auxiliaires et chercher les moyens de se débarrasser des autres.

La principale espèce de moisissure utilisée pour les fromages du genre camembert est : *Penicillium camemberti* (nommé aussi *Penicillium candidum* et anciennement *Penicillium caseicolum*) qui est une moisissure filamenteuse aérobie stricte.(57)

4. Autres micro-organismes

D'autres espèces de microorganismes contribuent à l'affinage de certains fromages (voir tableau III.2).

Tableau III.2 : Autres micro-organismes intervenant lors de la fabrication du camembert.(58)

| Groupes microbiens | Fonctions principales |
|---|---|
| Microcoques | Protéolyse, dégradation des acides aminés |
| Bactéries coryneformes : <u><i>Corynebacterium</i></u> <u><i>Brevibacterium</i></u> | |
| <u><i>Saccharomyce</i></u> | |

III.1.5.2. La présure

Lors de la macération des caillettes, deux enzymes coagulantes sont extraites : la chymosine et la pepsine. La première enzyme, la chymosine, a pour fonction de déstabiliser la caséine (protéine du lait), ce qui provoque la coagulation du lait, c'est-à-dire qui le fait cailler. Grâce à cette action chimique, le fromager arrive à transformer le lait en fromage ! La seconde enzyme, la pepsine, continue la dégradation des protéines lors de l'affinage des fromages, ce qui contribue au développement de leurs textures et goûts spécifiques.(59)

III.1.6. Contrôle qualité du « camembert »

III.1.6.1. Méthode d'analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques contribuent à la protection du consommateur pour tous les paramètres qui n'entraînent pas de modifications visibles des caractéristiques du produit, vérifier la composition et la qualité physico-chimique des produits en analysant la matière première « lait » et le produit fini « camembert ».

1. Préparation des échantillons

Selon le **journal officiel de l'arrête n° 35 du 27 Mai 1998** pour réaliser une analyse physico-chimique du lait, la technique utilisée diffère d'un produit à l'autre :

- La matière première telle que le lait cru, est prélevée en haut et en bas de la citerne, une simple agitation à l'aide d'une baguette en verre suffit pour son homogénéisation.
- Le lait destiné à la fabrication du fromage à pâte molle type camembert est prélevé après la standardisation et le traitement de thermisation à 68 °C pendant 15 secondes.
- Les échantillons du produit seront prélevés après le stade d'affinage c'est-à-dire 12 jours après la fabrication et après la durée de péremption (41 jours). **(60)**

2. Détermination de l'extrait sec

La détermination est faite à l'aide d'un dessiccateur infrarouge. Le principe consiste à sécher l'échantillon par l'émission de radiations infrarouges et à contrôler en continu le poids à l'aide d'une balance intégrée.

Le pourcentage d'humidité se calcule par la différence entre le poids humides initiale et le poids sec final. **(61)**

3. Détermination de la teneur en extrait sec dégraissée

Le pourcentage d'extrait sec dégraissé se calcule par la différence entre extrait sec total et la matière grasse **(24)** :

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

Avec :

ESD : extrait sec dégraissée ;

EST : extrait sec total ;

MG : matière grasse.

4. Détermination de la teneur en matière grasse

Après dissolution des protéines du fromage 1g par addition d'acide sulfurique 10 ml, la matière grasse se sépare par centrifugation dans un butyromètre de Van Gulik. Cette séparation

est favorisée par addition d'une petite quantité d'alcool iso-amylque 1 ml. La matière grasse est obtenue, en gramme par 100 grammes de fromages, par lecture directe sur l'échelle du butyromètre, si aucune correction n'est nécessaire.(61)

5. Détermination de pH

Le pH a été déterminé directement sur les pièces de fromage.

- Mettre la sonde du pH mètre dans le centre de la demi-pièce ;
- Attendre la stabilisation de l'instrument pour faire la lecture du pH et de la température sur l'écran.

Pour les analyses à suivre, une préparation de l'échantillon s'avère indispensable :

- Prendre une pièce de chaque essai ;
- Couper et prendre le centre de chaque pièce avec l'élimination de la croûte de *Penicillium* ;
- Broyer l'échantillon dans un mortier.

6. Détermination de l'acidité titrable

- A l'aide d'une balance mesurer une quantité bien définie (1g ou 2g) de la pâte interne de camembert après élimination de la pâte externe
- Ajouter une quantité suffisante de l'eau distillée pour dissoudre la pâte camembert.
- Mélanger bien l'eau distillée et le pesé de la pâte interne du camembert.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine 1 %.
- Réaliser le titrage de ce mélange à l'aide de la soude (NaOH) jusqu'au virage au rose.
- A la fin déterminer le volume du NaOH utilisé (chute de la burette).
- Déterminer l'acidité avec la formule suivant :

$$A = (V/m).100$$

Avec :

A : acidité (°D).

V : volume de la chute de la burette.

M : masse pesée.(60)

III.1.6.2. Méthode d'analyses microbiologiques

Ce type de contrôle vise : D'une part à vérifier l'absence des germes pathogènes et la présence en nombre limité de microorganismes indicateurs d'hygiène. D'autre part à contrôler

l'absence de germes ayant des incidences technologiques défavorables. Il s'agit des spores, des levures, ainsi des microorganismes (voir **Tableau III.3**).

Tableau III.3 : Critères microbiologiques appliqués au fromage. (25)

| Catégories des denrées alimentaires | Micro-organismes / métabolites | Plan d'échantillonnage | | Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml) | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|---|-----------------|
| | | n | c | m | M |
| Fromage | <i>Escherichia coli</i> | 5 | 2 | 10 ⁴ | 10 ⁵ |
| | <i>Staphylocoques à coagulase</i> | 5 | 2 | 10 ³ | 10 ⁴ |
| | <i>Listeria monocytogenes</i> | 5 | 0 | 100 | |
| | <i>Salmonella</i> | 5 | 0 | Absence dans 25 g | |

III.1.6.3. Le contrôle organoleptique

La qualité d'un camembert dépend du goût et des habitudes de chacun, il est cependant possible de caractériser précisément un camembert lors d'une dégustation.

1. La couleur, l'épaisseur et la régularité

Commençons par observer la couleur, l'épaisseur et la régularité de la croûte. Il faut savoir que le *Geotrichum Candidum* a tendance à déformer la croûte. De son côté, l'autre moisissure spécifique du camembert, le *Penicillium Camembertii*, a tendance à disparaître au cours de l'affinage du fromage, laissant ainsi apparaître la couleur interne de ce dernier.

2. La consistance

On recherche ici la présence (ou l'absence) d'un cœur lactique au sein du fromage. Le passage de l'état plâtreux à coulant dépend bien sûr du degré d'affinage du camembert, mais également de ses taux d'humidité et de matière grasse. En effet, le camembert « coule » parce que les protéines qui le composent se dégradent sous l'action des enzymes (protéolyse).

3. L'observation

La pâte d'un camembert n'est pas uniforme. Elle est plus ou moins persillée. On peut distinguer deux sortes de trous dans la pâte du camembert. Les ouvertures rondes qui sont dues à la fermentation et les ouvertures anguleuses qui sont le résultat mécanique du moulage.

4. Le goût

Après l'observation, passons à la dégustation proprement dite. Il est couramment admis qu'il existe quatre saveurs fondamentales : l'acide, le sucré, le salé et l'amer. Dans le camembert on retrouve essentiellement l'acide et le salé. Si l'odeur se détecte directement au niveau du nez, les arômes sont, eux, détectés au niveau des sinus grâce à un mécanisme physiologique appelé rétro-olfaction. L'association des saveurs et des arômes définit le goût d'un aliment.

5. La texture

Un autre point important est la texture. La texture du camembert se définit à la gustation, selon que la pâte est granuleuse, lisse, élastique, fondante, collante ou ferme. **(62)**

Chapitre IV

Fabrication et méthodes d'analyses

Dans le présent chapitre, nous présenterons les différentes étapes de fabrication de fromage (type camembert) ainsi que les méthodes d'analyses utilisées pour le contrôle de la qualité du produits, recueillis à partir de trois travaux de master présentés par :

- MAHFOUD Mabrouka : Mémoire 1 Étude des qualités d'un fromage à pâte molle type camembert issu d'un lait de vache de début de lactation (M1 (L.V.D.L)). (63)
- BENLOUCIF Radia et OULMI Amal : Mémoire 2 étude du procédé de production du fromage du type camembert à base de lait cru : Effet de la nature des microorganismes sur la qualité du produit fromage (M2 (L.C)) : par la laiterie « Numidia ». (62)
- BACHOUCHE Siham et GUESSAS Hayet : Mémoire 3 fabrication de fromage de type Camembert à base de lait reconstitué (M3 (L.R)) : par la laiterie « LA VALLEE ». (63)

IV. Fabrication et méthodes d'analyses

IV.1. Etapes de fabrication du camembert

Le tableau ci-dessous présente les étapes de fabrication de fromage (type camembert) utilisés dans les trois travaux.

Tableau IV.1. : Etapes de fabrications utilisées dans trois travaux ayant comme objectif de fabriquer du fromage (type camembert).

| M1 (L.V.D.L) | M2 (L.C) | M3 (L.R) |
|---|--|---|
| <p>- <u>Ensemencement du lait</u> : en ajoutant les ferments lactiques mésophiles, laissé se développer et introduire également des levains fongiques qui jouent un rôle important dans le phénomène de l'affinage.</p> <p>- <u>Coagulation du lait</u> : à l'aide de présure environ 0,75 à 1 ml de présure pour 5 L de lait dans le cas des fromages à pâte molle de type camembert et à l'aide de ferments lactiques (bactéries lactiques indigènes des laitsrécoltés)</p> | <p>- <u>Standardisation du lait</u> : le lait réceptionné (7000 l) subit une standardisation à un taux en MG de 28 g/l.</p> <p>- <u>Pasteurisation du lait</u> : le lait subit un traitement thermique à une température de 85°C pendant 15s, puis un refroidissement à une température de stockage (4° C environ).</p> <p>- <u>Pré-maturation</u> : après pasteurisation le lait est placé dans un tank agité pour subir une pré-maturation pendant une nuit à une température de</p> | <p>- <u>Préparation du lait reconstitué</u> : en dissolvant 4,520 kg de poudre de lait entière à 26% et 480 grammes de poudre de lait écrémée à 0% dans 36 litres d'eau pasteurisée.</p> <p>- <u>Chauffage et refroidissement</u> : chauffage du lait à 100°C pendant 30 minutes pour éliminer les germes pathogènes thermophiles et le refroidi à 6°C pendant une nuit.</p> <p>- <u>L'ajout des ferments d'acidification, les ferments d'affinage et le CaCl₂</u> : Après</p> |

| | | |
|---|---|--|
| <p>- <u>Tranchage</u>: élimination du lactosérum du caillé à l'aide d'une tranche caillée.</p> <p>- <u>Brassage et moulage</u>: mélanger bien ensuite déposer le caillé dans des moules sans fond à l'aide d'une louche.</p> <p>- <u>Egouttage</u>: déposer les moules sur un support permettant l'égouttage du petit lait restant. Cependant il est important de les retourner plusieurs fois.</p> <p>- <u>Salage</u>: les fromages sont salés au sel sec. Après salage, le fromage peut être ressuyé avant le début de l'affinage pendant une période qui ne dépasse pas 24 heures.</p> <p>- <u>Affinage</u>: s'effectue dans un réfrigérateur à une température comprise entre 10 et 12 °C, avec pulvérisation du <i>Penicillium camemberti</i>.</p> | <p>10-12°C avec l'addition du chlorure de calcium CaCl₂ plus les souches du <i>penicillium camemberti</i>.</p> <p>- <u>Réchauffage et ensemencement des ferments</u>: Réchauffer le lait à une température de 37° à 38°C pour favoriser le travail des ferments d'acidification ensemencés dans le lait ; Les ferments sont : 25% des levains lactiques mésophiles ; 75% des levains lactiques thermophiles. Après une demi-heure d'ensemencement des ferments lactiques vérifier l'acidité du lait, s'il y'a une augmentation dans sa valeur remplir 7 bassines d'une capacité de 1000 l chacune.</p> <p>❖ Les ferments utilisés par l'industrie « Numidia » dans la fabrication du camembert sont des ferments industriels lyophilisés pour ensemencement direct du lait. Ces ferments sont commercialisés généralement dans des sachets en aluminium imperméables à l'eau et à l'air. Ils peuvent se conserver douze mois à +4°C et jusqu'à dix-huit mois à -18°C si la</p> | <p>24 heures, le lait est chauffé à 38°C, en ajoutant 3% des ferments lactiques (ferments thermiques et philosophiques), des ferments d'affinages et du chlorure de calcium.</p> <p>- <u>L'emprésurage</u>: en ajoutant de la présure à un taux de 0,4% pour 36 litres à une température comprise entre 36 et 38°C.</p> <p>- <u>Tranchage, brassage et soutirage de lactosérum</u>: le caillé formé est tranché verticalement et horizontalement, ensuite suivi d'un brassage qui permet au lactosérum de remonter à la surface et au caillé de précipiter.</p> <p>- <u>Le moulage-égouttage</u>: le caillé est versé dans de grands moules ronds pour permettre au lactosérum de s'égoutter. Après 30 minutes de moulage, effectuer le premier retournement, puis le deuxième après 8 heures.</p> <p>- <u>Le salage</u>: 24 heures après la fabrication, desserrer les moules. Ensuite immerger le camembert dans la saumure pendant 10 à 15 minutes.</p> <p>- <u>L'affinage</u>: Enfin, terminer le processus par l'affinage du camembert pendant 12 jours</p> |
|---|---|--|

| | | |
|--|---|---|
| | <p>chaîne de froid est correctement appliquée.</p> <ul style="list-style-type: none">- <u>Emprésurage</u> : en ajoutant de la présure en poudre (130g pour 7000 l) ; L'acidité du lait à l'emprésurage est de 20°D ; La température de la salle à l'emprésurage est 26°C- 28°C ;- <u>Coagulation</u> : laisser se coaguler pendant 45min à une température de 36°C.- <u>Tranchage et brassage</u> : après la coagulation, découper le caillé en petit cube de 2 à 2,5 cm de côté à l'aide d'un tranche-caillé. Ensuite effectuer un brassage.- <u>Moulage</u> : le caillé est mis en moules rond ou circulaire, ils ne comportent pas de fond. Placer directement sur des sortes en plastique limitant ainsi les pertes de caillé.- <u>Egouttage en moules et retournements</u> : égoutter et retourner les moules pour permettre au sérum de s'exsuder à travers les trous et au caillé de descendre dans le moule. La température de la salle est maintenue à 26-28°C le jour et à 18-20°C la nuit, les fromages sont abandonnés pendant 16 à 18h. <p>✓ Le 1^{er} retournement a lieu</p> | <p>pour lui permettre d'obtenir une saveur distincte.</p> |
|--|---|---|

| | | |
|--|---|--|
| | <p>1heure après le moulage, l'acidité est de 25°D.</p> <p>✓ Le 2^{ème} retournement a lieu 1heure après le 1^{er} retournement, l'acidité est de 40 à 55°D.</p> <p>✓ Le 3^{ème} retournement a lieu 1heure après le 2^{ème} retournement, l'acidité est d'environ 60 à80°D.</p> <p>- <u>Démoulage</u> : effectuer un démoulage le lendemain de la fabrication quand l'acidité du sérum atteint 104 à 106°D et le pH du caillé 4.7-4.9.</p> <p>- <u>Salage</u> : les fromages sont salés en saumure (280 à300g de NaCl par 1 l d'eau) pendant 18minutes, la température de bain de saumure est de 12°C.</p> <p>- <u>Ressuyage</u> : ressuyer les fromages pendant 16 à 18h dans une salle où règnent une température de 12-14°C et une HR de 85%.</p> <p>- <u>Affinage</u> : est réalisé en hâloirs à une température de 10-12°C et à une humidité relative de 95%. Les fromages sont pulvérisés à la surface par une solution microbienne à dominance de <i>Penicillium camemberti</i> et de <i>Geotrichum candidum</i> ; les fromages sont retournés six fois en douze</p> | |
|--|---|--|

| | | |
|--|---|--|
| | <p>jours, jusqu'à apparition d'un feutrage blanc.</p> <p>-<u>Conditionnement</u> : se fait vers le 12^{ème} jours, lorsque la moisissure est suffisamment développée, les fromages sont emballés dans un papier cellulosique puis dans des boites en carton. Cet emballage permet de compléter l'affinage au cours du stockage en assurant l'aération de la flore superficielle des fromages.</p> | |
|--|---|--|

IV.2. Analyses physico-chimiques

Le tableau ci-dessous présente les différentes analyses physico-chimiques réalisées sur le lait et le fromage type camembert) (**Tableau IV.2**) représentées dans les trois travaux de master recueillis

Tableau IV.2. : Analyses physico-chimiques effectuées sur le lait et le fromage (type camembert) représentées dans les trois travaux de master recueillis.

| | M1(L.V.D.L) | M2(L.C) | M3(L.R) |
|------------------------------|--|---|---|
| Analyses de lait | <ul style="list-style-type: none"> - pH - Acidité titrable - Teneur en MG - Teneur en protéine - Lactose - EST - ESD - Densité | <ul style="list-style-type: none"> - Test d'antibiotique - Température et densité - Acidité titrable - Teneur en MG | <ul style="list-style-type: none"> - pH - Acidité titrable - Masse volumique - Test de présence ou absence d'amidon - Test de stabilité - Test d'antibiotique |
| Analyses du camembert | <ul style="list-style-type: none"> - pH - Acidité titrable - Dosage des lipides totaux - EST - ESD - Teneur en protéine | <ul style="list-style-type: none"> - Teneur en MG - EST - ESD | <ul style="list-style-type: none"> - Acidité titrable - EST - ESD - Teneur en MG - Humidité |

Définitions :

- Mesure du pH :

Le potentiel hydrogène correspond à la concentration en ions H₃O⁺ dans la solution.

La valeur du pH est déterminée par l'immersion de la sonde du pH-mètre dans l'échantillon, jusqu'à stabilisation de l'appareil.

- Détermination de l'acidité titrable :

S'agit d'un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré. La limite de la neutralisation est indiquée par le changement de couleur (rose pâle). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (1°D correspond à 0.1g d'acide lactique par un litre de lait).

- Détermination de la teneur en matière grasse :

Selon la méthode de « Gerber », le principe est basé sur la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre.

Introduire 1g ou 2g de l'échantillon dans un butyromètre avec 10ml d'acide sulfurique ensuite rajouter 1ml d'alcool iso-amylque et bouchonner ce butyromètre, ensuite placer le dans une centrifugeuse pendant 5min et terminer par une lecture.

- Dosage des lipides totaux :

Par la méthode de Folch. Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme/méthanol (2/1, v/v). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0, 58% pour la séparation des phases. La phase supérieure constituée méthanol et d'eau, contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence de sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant permet de calculer la teneur en lipides exprimée en pourcentage.

➤ Le pourcentage des lipides totaux peut être déterminé par la formule suivante :

$$\% \text{ des lipides totaux} = \frac{M1 - M0}{M} \times 10$$

Avec :

- M1 : Masse du ballon plein (contenant les lipides)
- M0 : Masse du ballon vide
- M : Masse de l'échantillon

- Détermination de l'extrait sec totale (EST) :

Représente la « matière sèche », elle est exprimée en pourcentage en masse.

Il est déterminé par dessiccation de 5g d'échantillon mis dans l'étuve à une température de 102±2°C.

- Détermination de l'extrait sec dégraisser (ESD) :

Est déterminé en calculant la différence entre l'extrait sec total (EST) et la matière grasse (MG).

• Résultat :

Ce calcule par la formule suivante : ESD=EST-MG

Avec : EST : extrait sec total ; ESD : extrait sec dégraissée ; MG : Matière grasse.

- Détermination de la teneur en protéine :

Par dosage de l'azote selon une méthode de référence qui est la méthode de Kjeldahl. Son principe est subdivisé en trois étapes :

➤ Minéralisation :

La matière organique est détruite à chaud par l'acide sulfurique concentré. L'azote se retrouve sous forme de sulfate d'ammonium :



➤ Distillation :

L'ammoniac (du sulfate d'ammonium) est déplacé par une solution d'hydroxyde de sodium concentré puis entraîné par la vapeur d'eau :



➤ Titration :

L'ammoniac est distillé et titré par une liqueur d'acide sulfurique centinormale en présence de 5 ml d'indicateur coloré.

- Test d'antibiotique pour le lait par le β s.t.a.r. Combo :

Le β s.t.a.r. Combo est une méthode de type "Récepteur Assay" pour la recherche rapide, dans le lait de résidus actifs d'antibiotiques de la famille :

- Des β lactames (ex pénicillines, ...)
- Des tétracyclines ;

Le test de détection d'antibiotique est basé sur l'emploi d'un récepteur spécifique lié à des particules d'or. Au cours de la première étape d'incubation, les antibiotiques β lactames et tétracyclines, s'ils sont présents dans l'échantillon de lait, se lient au récepteur.

Pendant la deuxième étape d'incubation, le lait migre sur un support immun chromatographique qui présente trois bandes de capture.

- Une bande retient tous les récepteurs qui n'ont pas lié d'antibiotiques β lactames (B) (négatif)
- Une bande retient tous les récepteurs qui n'ont pas lié d'antibiotiques tétracyclines (T) (négatif)
- Une bande sert de référence (C).

En plaçant le milieu de culture (le β s.t.a.r. Combo) dans le micro-onde à 47.5°C pendant 2 min après l'ajout à l'aide d'une micropipette 200 μ L de lait et régler l'appareil à 3 min. La lecture des résultats se fait par des bandelettes où la présence de deux traits signifie un résultat positif et la présence de trois traits indique un résultat négatif.

- Test de présence d'amidon :

Ce test est basé sur la détermination de la présence ou l'absence de l'amidon dans le lait. Dans un bécher qui contient l'échantillon, 2 à 3 gouttes d'iode sont ajoutées, le changement de la couleur au bleu indique la présence de l'amidon dans le lait.

- Test de stabilité :

Le principe de ce test est basé sur l'ébullition de lait cru sur la plaque chauffante dans le but de déterminer la fraîcheur et l'état de conservation du lait réceptionné.

- Détermination de la température et la densité :

En versant le lait pasteurisé dans l'éprouvette tenue inclinée, introduire ensuite le lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait doucement et le tenir dans l'axe de l'éprouvette, puis le retenir dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre. 30 secondes à une minute nécessaire pour effectuer la lecture de la graduation. La densité et la température se lisent directement sur la partie graduée.

- Détermination de la masse volumique :

La masse volumique nous renseigne sur le taux de matières solides et sur la viscosité du lait. En remplissant une éprouvette tenue inclinée avec du lait jusqu'au bord, ensuite plonger dedans un lactodensimètre.

- Déterminer l'humidité (H%) :

Ce calcule par la formule suivante : **Humidité (%) = 100 – EST**

IV.3. Analyses microbiologiques

Le tableau ci-dessous présente les différentes analyses microbiologiques (**Tableau IV.3**) effectuées sur le lait et le fromage (type camembert), .et qui sont représentées par les trois travaux de master recueillis

Tableau IV.3. : Analyses microbiologiques effectuées sur le lait et le fromage (type camembert) représentées dans les trois travaux de master recueillis

| | M1(L.V.D.L) | M2(L.C) | M3(L.R) |
|------------------|--|---------|---|
| Analyses de lait | <ul style="list-style-type: none"> - FTAM - Coliformes fécaux - Streptocoques fécaux - Staphylococcus aureus - Clostridium Sulfito-réducteurs - Streptocoques lactiques - Lactobacilles bulgaricus - Levures et moisissure | | <ul style="list-style-type: none"> - Coliformes fécaux - Coliformes totaux - FTAM - Staphylococcus aureus |

| | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Analyses du camembert | - Flore lactique | - Coliformes fécaux | - Coliformes fécaux |
| | - Staphylocoques | - Coliformes totaux | - Coliformes totaux |
| | - Coliformes totaux | - Staphylococcus aureus | - Staphylococcus aureus |
| | - Coliformes fécaux | - Salmonella | - Clostridium sulfuro-réducteurs |
| | - Salmonella | | |

Définitions :

- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale :

Il s'agit de l'ensemble des microorganismes capables de se multiplier en aérobie à des températures optimales de croissance comprise entre +20 C° et +45 C°.

S'effectué sur le milieu VRBL avec un ensemencement en masse de 1 ml de chaque dilution, les boites sont incubées à 37°C pendant 24 à 48heures.

- Dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

Sont dénombrées en milieu solide sur la gélose DCLA, ensemencées en masse avec 1ml de la dilution mère 10^{-1} sur une boîte de pétri stérile. Les colonies sont dénombrées après 24heures d'incubation à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux. Les colonies caractéristiques des coliformes sont rouges foncé et ont 0.5 mm de diamètre.

- Dénombrement des Streptocoques fécaux :

Se fait en deux étapes (présomption et confirmation), le test de présomption consiste à prendre une série de 9 tubes contenant le milieu Rothe à raison d'une série de trois tubes par dilution. A partir des dilutions décimales, un volume d'un ml est mis dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée. L'incubation est à 37°C pendant une durée de 24 à 48heures. De ce fait, les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs, feront systématiquement l'objet d'un test de confirmation. Pour ce dernier, les tubes positifs sur le milieu de Rothe sont repiqués (2 à 3 gouttes) une seule fois sur le milieu Eva Litsky. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

- Dénombrement de Staphylococcus aureus :

Se fait par un enrichissement en introduisant 1ml de la solution mère à l'aide d'une pipette dans un tube stérile contenant 9ml de bouillon Giolitti Cantoni et en additionnant de la tellurite de potassium, ensuite bien homogénéiser le tube pour éviter la formation des bulles d'air et l'incuber 24 heures à 37 °C.

Les résultats sont considérés positifs quand le tube présente un noircissement.

Ensuite un isolement : en étalant en stries deux gouttes de la suspension bactérienne à partir des tubes positifs, à l'aide d'une anse de platine sur des boites de pétri contenant un milieu de

Chapman déjà solidifié (ensemencement en surface), puis les incubées à l'étuve pendant 24 heures à 37°C.

Les espèces *S. aureus* se caractérisent par la présence d'un halo jaune autour de la colonie indiquant la fermentation du mannitol par la bactérie et les espèces non pathogènes se caractérisent par des colonies transparentes visqueuses.

- Dénombrement de Clostridium Sulfito-réducteurs :

Les tubes contenant les dilutions 10⁻¹ et 10⁻² seront soumis d'abord à un échauffement à 80°C pendant 8 à 10 minutes, puis à un refroidissement. Après, et avec une répétition de deux (2) fois, un volume de 1 ml de chaque dilution est porté aseptiquement dans deux tubes de 16 mm de diamètre, puis, ajouter 15ml de la gélose viande Foie mélangée avec 3 gouttes d'Alun de Fer et 10 gouttes de sulfite de sodium. Laisser se solidifier sur la paillasse pendant 30 min. les tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures. L'apparition des colonies noires indiquent la présence de spores du Clostridium Sulfito-réducteurs.

- Dénombrement des Streptocoques lactiques :

En utilisant un milieu spécifique (le milieu M17) rendu sélectif par addition d'acide nalidixique. L'incubation a lieu à 37°C pendant 72 heures

- Dénombrement des Lactobacilles bulgaricus :

Le dénombrement de cette flore repose sur l'utilisation du milieu MRS (De Man, Rogosa, et Sharp) avec incubation à 37°C pendant 48 heures. Ce milieu tient compte des caractères acidogènes et acidophiles ainsi que des exigences nutritionnelles de ces germes.

- Dénombrement des levures et moisissures :

En utilisant un milieu rendu sélectif par addition d'antibiotiques tel que le milieu gélosé à l'oxytétracycline glucose agar(OGA).

- La flore lactique :

Pour le suivi de la maturation du fromage, particulièrement de la protéolyse, un dénombrement de ces bactéries est effectué durant trois (3) semaines. Flore aérobie mésophile totale (voir de microbiologie du lait).

- Dénombrement de Salmonella : effectuer en trois étapes :

- a) Un pré-enrichissement : sur l'eau peptonnée par dissolution de 25 g du fromage dans 250 ml d'eau peptonnée. Ensuite transposer la suspension dans un flacon stérile et incubé à 37°C pendant 18 heures.
- b) L'enrichissement : s'effectue sur le bouillon FSB (Selenite-F Broth), à partir du milieu de pré-enrichissement. Ajouter 1 ml dans Le bouillon SFB contenant 10 ml. Par la suite, mélanger le tube soigneusement et incubé à 37°C de 16 à 18h.

- c) L'isolement : est réalisé en prélevant une goutte du milieu d'enrichissement avec l'anse à 37°C pendant 24h.

Les salmonelles se développent sous forme de colonies vertes ou bleutées avec ou sans contre noir.

IV.4. Analyses sensorielles

Parmi les trois travaux étudiés, y a que BACHOUCHE Siham et GUESSAS Hayet qui ont effectué l'analyse sensorielle.

En présentant au jury de dégustation qui est constitué de 24 sujets, deux types de camembert (le camembert fabriqué à partir de lait de vache et celui produit à partir de lait reconstitué) qui sont déjà marqués et codés par les lettres A et B (A : Camembert produit à partir du lait reconstitué, B : Camembert produit à partir du lait de vache). Afin de préciser tous les observations visuelles ou dégustation pour :

- Établir un profil sensoriel.
- Étude de la satisfaction des consommateurs et/ou de leurs préférences.
- Comparaison entre deux produits pour étudier l'influence de certains procédés technologiques sur les qualités organoleptiques.

Ensuite pour la détermination des propriétés sensorielles, ils doivent réaliser deux tests :

- Test de classement par rang :

Qui a pour objectif de déterminer la mesure dans laquelle le consommateur accepte un produit. Les deux types du camembert sont dégustés par les dégustateurs et classés par ordre croissant de qualité souhaitée pour 4 caractéristiques : aspect, texture, goût, odeur et d'autres caractères supplémentaires.

- Test d'intensité :

Qui a pour objectif de noter les échantillons selon une intensité d'une caractéristique sensorielle, de déterminer son profil sensoriel et de mesurer l'importance des différences entre les échantillons. Chaque dégustateur note l'intensité du caractère choisi de chaque échantillon qui sont présentés dans des emballages identiques codés par les lettres A et B avec une fiche conçue pour le test descriptif.

En fin, les résultats sont représentés dans un bulletin de réponse.

Chapitre V

Résultats et discussion

V.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur la matière première (lait) (**Tableau V.11**) et sur le fromage (type camembert) (**Tableau V.12**) selon les trois travaux de master étudiés.

Tableau V.11 : Résultats d'analyses physico-chimiques de la matière première (lait).

| | M1 (L.V.D.L) | M2 (L.C) | M3 (L.R) | Norme AFNOR |
|------------------------------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|
| pH | 6.52 | / | / | 6.6-7 |
| Acidité (°D) | 16.7333 | 16.3 | 14 | 14-18 |
| Densité | 1.0236 | 1.0315 | / | 1,030-1,032 |
| Masse volumique (g/l) | / | / | 1.029 | 1.028-1.033 |
| MG (g/l) | 60.85 | 30.8 | 26 | 34-36 |
| Eau | 6.70 | / | | / |
| Lactose | 41.96 | | | 47-52 |
| EST(%) | / | 12.07815 | 11.75 | 10-13 |
| ESD (%) | / | 8.96815 | 8.72 | 7-9 |
| ATB | / | Abs | / | Abs |

D'après les résultats qui ont été obtenus (**Tableau V.11**), on voit que :

- Le pH de lait de vache en début de lactation est conforme à la norme.
- Les valeurs de l'acidité titrable des différents laits analysés sont dans l'intervalle de la norme.
- La densité de L.V.D.L mesurée est inférieure à la norme **FIL-AFNOR** par contre celle de L.C se situe dans l'intervalle mentionné dans la norme.
- Les teneurs en MG sont conformes à la norme pour le L.C et L.R, en ce qui concerne le L.V.D.L dépasse la norme **FIL-AFNOR** car il est obtenu lors de la traite effectuée au premier stade de lactation. **(66)**
- Le résultat de la masse volumique obtenue pour L.R est conforme avec la norme.
- La valeur du lactose est plus faible que la norme pour L.V.D.L.
- La valeur de l'acidité de la matière première est dans l'intervalle de la norme AFNOR.

- Les teneurs de l'extrait sec total et de l'extrait sec dégraissé sont conformes aux normes AFNOR (pour L.R et L.C).
- Absence totale d'antibiotique dans L.V.D.L, ce qui rend le lait de sélection pour la fabrication du camembert.

Tableau V. 12 : Résultats d'analyses physico-chimiques du fromage (type camembert).

| | M1 (L.V.D.L) | M2 (L.C) | M3 (L.R) | Norme AFNOR |
|---------------------|-----------------|---------------|------------|----------------|
| pH | 6,82 | / | / | / |
| Acidité(°D) | 16,26 | / | 120 | 100-120 |
| MG(g/l) | 23 | 20,25 | 21 | 20-28 |
| EST(%) | 64,13333 | 49,355 | 44 | 40-50 |
| ESD(%) | 40,96667 | 29,105 | / | / |
| Protéine (%) | 19.25 | / | / | / |
| Humidité(%) | / | 50,581 | 56 | 50-60 |

Les résultats montrent que

- Le pH s'élève au cours de l'affinage pour atteindre un maximal de 6,82 au bout de 15 jours d'affinage.
- L'acidité Dornic décroît au cours de l'affinage et atteint une teneur moyenne de 16, 14°D (L.V.D.L). En ce qui concerne l'acidité titrable du camembert fabriqué à partir du L.R obtenu est dans les normes.
- Les valeurs de la matière grasse sont dans l'intervalle des normes exigées, elles montrent que les produits finis sont donc de bonne qualité.
- Les valeurs de l'extrait sec total pour les camemberts fabriqués à base de L.C et L.R sont conformes aux normes par contre la valeur de l'EST du camembert à base de L.V.D.L dépasse la norme et cela est dû à la richesse en nutriments du lait du premier stade de lactation.
- Les valeurs de l'extrait sec dégraissé obtenues dans le camembert à base de L.V.D.L et L.C sont conformes aux normes de l'industrie de fabrication.
- L'humidité du camembert à base de L.C et L.R est conforme à la norme.

V.2. Résultats et discussion des analyses microbiologiques

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des analyses microbiologiques de la matière première (lait) (**Tableau V.21**) et du fromage (type camembert) (**Tableau V.22**) effectués dans les trois travaux.

Tableau V.21 : Résultats d'analyses microbiologiques de la matière première (lait).

| | M1 (L.V.D.L) | M3 (L.R) | Normes (UFC/ml) (JORA, 1998) |
|--|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| <i>Germes aérobies mésophiles totaux</i> | 162 | / | 10⁵ |
| <i>Coliformes fécaux</i> | 122 | Abs | 10³ |
| <i>Coliformes totaux</i> | 107 | abs | 10² |
| FTAM | / | <10⁴ | 10⁵ |
| <i>Streptocoques fécaux</i> | 140 | / | Abs/0,1ml |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 3 | Abs | Absence |
| <i>Clostridium-sulfito réducteurs</i> | Abs | / | 50 |
| <i>Levures</i> | 90 | / | / |
| <i>Moisissures</i> | 30 | / | / |
| <i>Lactobacilles bulgaricus</i> | 77 | / | / |
| <i>Streptocoques lactiques</i> | 230 | / | / |

D'après les résultats qui ont été obtenus, il en ressort que :

- Les résultats du L.V.D.L sont non conformes aux normes en vigueur, ce qui indique une mauvaise qualité microbiologique de la matière première. Signifiant une contamination du lait qui semble être due aux conditions hygiéniques lors de la traite, ou lors des manipulations au laboratoire.
- Pour le L.R y a une absence des coliformes totaux et fécaux, absence des streptococcus aureus et la valeur de flore totale aérobie mésophile est inférieure à la norme ce qui signifie la conformité aux normes exigées et l'absence de contamination.

Tableau V.22 : Résultats d'analyses microbiologiques du fromage (type camembert).

| | M1 (L.V.D.L) UFC/ml | M2 (L.C) UFC/g | M3 (L.R) UFC/ml | Normes (UFC/ml) (JORA, 1998) |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|
| <i>Coliformes fécaux</i> | 75 | 70 | 05 | 10 |
| <i>Coliformes totaux</i> | 86 | 796 | 150 | 10 ² |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 15 | Abs | Abs | 10 ² |
| <i>Clostridium-sulfito réducteurs</i> | Abs | / | Abs | 1 |
| <i>Salmonella</i> | abs | Abs | / | Abs |

Les résultats montrent que :

- Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur les fromages montrent qu'ils sont en accord avec les normes du journal officiel Algérien, mise à part les coliformes fécaux dans le camembert à base de L.V.D.L et L.C ; dû probablement au manque d'hygiène des manipulateurs ou de la mauvaise qualité microbiologique des matières premières. L'absence totale des *Staphylococcus aureus* et des *salmonelles*, signifie que la matière première utilisée est de qualité microbiologique satisfaisante et que le camembert préparé est de bonne qualité hygiénique et microbiologique.

V.3. Résultats et discussion des analyses sensorielles

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des analyses microbiologiques de la matière première (lait) (Tableau V.31) et du fromage (type camembert) (voir Tableau V.32) effectués dans les trois travaux.

Tableau V.31 : résultats du test de classement par rang des deux model de camembert.

| | Model A | Model B | A+B |
|---|---------|---------|-----|
| Nombre de dégustateurs qui aiment le fromage | 13 | 11 | 24 |
| Classement des résultats de produit fini par rang (%) | 54.16 | 45.83 | 100 |

Tableau V.32 : résultats de test d'intensité des deux model de camembert.

| | Model A | Model B |
|----------------|--|--|
| Aspect | Interne (couleur) : blanc cassé 100% Externe (coupe) : granuleux 42.85% | Interne (couleur) : blanc cassé 76.92% Externe (coupe) : Lisse 84.61% |
| Gout | Trop salé 71.42% | Un peu salé 50 % |
| Odeur | Lactique 73.33% | Lactique 61.53% |
| Texture | Souple 70% | Dur 30 % |

A : Camembert produit à partir du lait reconstitué.

B : Camembert produit à partir du lait de vache.

Les résultats enregistrés montrent que :

- Le nombre de dégustateurs qui ont aimés le fromage model A est 13 et ceux qui ont aimés le model B est 11, le pourcentage de classement par rang (model A= 54.16% et le model B=45.83%) ce qui indique que le model A (camembert fabriqué à base de lait reconstitué) est le fromage le plus préféré par les dégustateurs.
- Le fromage model A présente une meilleure qualité organoleptique d'après les résultats dans le tableau.
- Le model A présente une texture granuleuse un peu plus lisse et souple par rapport au fromage model B.
- Les dégustateurs ont apprécié le goût des deux fromages et que le model A est plus salé que le model B.

V.4. Discussions général

D'après la synthèse effectuée à partir des travaux de master réalisés, nous avons remarqué que les résultats des analyses physico-chimiques du fromage à pâte molle type camembert issu d'un lait de vache en début de lactation (M1 (L.V.D.L)) sont proches des normes internationales, avec des teneurs de 23g/l en matière grasse, 64.13 en extrait sec total ce qui montre la richesse du lait au premier stade de lactation en matière grasse. (66)

Les résultats du fromage type camembert issu du lait cru (M2 (L.C)) et du lait reconstitué (M3 (L.R)) sont également conformes aux normes d'AFNOR. 1985.

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur les fromages type camembert issu de différents types de lait montrent qu'ils sont en accord avec les normes du Journal Officiel Algérien sur les produits laitiers, mise appart les coliformes fécaux dans le camembert à base de L.V.D.L ; dû probablement au manque d'hygiène. La comparaison de ces résultats aux normes, nous a permet de conclure que le camembert à base de L.C et L.R est de qualité microbiologique acceptable et satisfaisante.

En ce qui concerne les analyses sensorielles du fromage type camembert à base de lait reconstitué, présente des caractéristiques intéressantes et une texture semblable à celle du fromage fabriqué avec le lait de vache100%.

Conclusion

Conclusion

Tout au long de la préparation de notre projet de fin d'études, nous avons essayé de mettre en pratique les connaissances acquises durant nos études universitaires et cela dans le but de réaliser une revue précise et exhaustive des produits laitiers en général et de la fabrication du camembert en particulier.

Dans ce travail, nous avons regroupés les différentes informations en relation avec le lait et ses produits dérivés, puis nous nous sommes focalisés sur les fromages du type camembert.

Nous avons décortiqué trois (3) travaux déjà réalisés qui sont :

- Étude des qualités d'un fromage à pâte molle type camembert issu d'un lait de vache de début de lactation,
- Etude du procédé de production du fromage du type camembert : Effet de la nature des microorganismes sur la qualité du produit,
- Fabrication de fromage de type Camembert à base de lait reconstitué,

D'après l'étude que nous avons réalisée, nous remarquons que le fromage du type camembert à base de lait reconstitué à une texture semblable à celle du fromage a base de lait de vache 100%. Aussi, il serait intéressant d'utiliser de lait de vache de début de lactation. Il est aussi important de faire attention à l'hygiène lors de la récolte pour éviter toute contamination ultérieure.

Références bibliographiques

1. Fao. L'État des Ressources Zoogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture dans le Monde. 2007.
2. Konte M. Le lait et les produits laitiers. Développement de systèmes de productions intensives en Afrique de l'ouest. Université de Nouakchott (RIM) Faculté des Sciences et Technologies des aliments, BP 5026. 1999.
3. Leclercq-Perlat M-N. Cheese| Camembert, Brie, and Related Varieties. 2011;
4. LAITHIER C. L'ouvrage «Microflore du lait cru—Vers une meilleure connaissance des écosystèmes microbiens du lait et de leurs facteurs de variation». 2012;
5. Pougheon S, Goursaud J. Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques. DEBRY G Lait Nutr Santé Paris Tech Doc. 2001;
6. Luquet F. Lait et produits laitiers (vache, brebis, chèvre, T3., qualité, énergie et tables décomposition). Tech Doc Paris. 1986;343-442.
7. AMIOT J. LAPOINTE-VIGNOLA, C. Sci Technol Lait Transform Lait. 2002;
8. Goursaud J, Boudier J. Composition et propriétés physico-chimiques. Laits Prod Lait Vache Brebis Chevre Societe Sci Hyg Aliment Francois M Luquet Coordonnateur Assiste Yvette Bonjean-Linczowski Pref J Keilling R Wilde. 1985;
9. Alais C. linden G,(1994). Abrège Biochim Aliment. :172-82.
10. Morrissey P. Lactose: chemical and physicochemical properties. In: Developments in dairy chemistry—3. Springer; 1985. p. 1-34.
11. Marchin S. Dynamique de la micelle de caséines: caractérisation structurale. 2007;
12. CHERMITTI K. Identification biochimique, microbiologique du lait de vache destiné à la fabrication du fromage à Pâte molle.
13. Fao F, Oms P, Unicef. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo; 2017.
14. Ouari E. contribution a l'étude physico chimique et microbiologique d'un type de fromage fondu.
15. Deforges J, Derens E, Rosset R, Serrand M. Maîtrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés. 1999;
16. Schuck P, Mahaut M, Jeantet R, Brulé G. Les produits industriels laitiers. 2000.
17. Romain J, Thomas C, Michel M, Pierre S, Gérard B. Les produits laitiers (2e ed.). Lavoisier; 2008. 201 p.
18. ACHAT Sabiha_Technologie du lait et Produits laitiers.cours.
19. Guiraud J-P. La microbiologie alimentaire. 1998;136-40.
20. Lindien G, Alais C. Abrégé de biochimie alimentaire. 4ème éd. Fr Dunod. 1997;(4).
21. PAUL STRAUSS,. Revue philanthropique. Masson et cie.; 1913. 748 p.

22. Watts BM, Centre de recherches pour le développement international (Canada). Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Ottawa, Ont.: Centre de recherches pour le développement international; 1991. 7-9 p.
23. Touatia BS. Valorisation et optimisation de l'utilisation d'un coagulant végétal pour la fabrication d'un fromage traditionnel.
24. Siham B. Contrôle qualité des produits laitiers et étude des paramètres par les méthodes ACP / RLM. 2015;35-7.
25. Réglementation | Ministère du Commerce Algérie. 2017.
26. Ebing P, Rutgers K. La préparation des laitages. :11.
27. Commission JFCA. Codex Alimentarius. Food & Agriculture Org.; 1992. 140 p.
28. Créer une Petite Fromagerie. Expériences et Procédés. (GRET, 1994): Première partie - La technologie laitière et fromagère.
29. Blecker C, Danthine S, Anihouvi PP, Karamoko G. Les crèmes végétales : une alternative aux crèmes laitières (synthèse bibliographique)
30. Romain J, Thomas C, Michel M, Pierre S, Gérard B. Les produits laitiers (2e ed.). Lavoisier; 2008. 201 p.
31. MEGUELLATI KAD. Essai de fabrication d'une crème végétale à base d'huile de palmiste alternative à la crème fraîche laitière. 2018;
32. Boukhoufane A, Moali N. Evaluation physico-chimique et profil en acide gras des crèmes laitières et des crèmes analogues commercialisées en Algérie. 2018;
33. Réglementation | Ministère du Commerce Algérie.
34. l'agriculture O des NU pour l'alimentation et. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Food & Agriculture Org.; 1995. 300 p.
35. Schuck P, Mahaut M, Jeantet R, Brulé G. Les produits industriels laitiers. 2000.
36. Leksir C. Caractérisation et contrôle de la qualité de ferments lactiques utilisés dans l'industrie laitière algérienne. 2012;
37. BOUDRAA E. Les effets d'incorporation de la poudre du fruit *Crataegus monogyna* Jacq sur la qualité d'un lait fermenté type yaourt ferme. 2019;
38. KOÏCHE M. Effet des bactéries lactiques locales du yaourt sur l'intolérance au lactose. 2011;
39. ATIG R, BRADAI S. L'effet d'incorporation de poudre de datte sur la qualité organoleptique et la durée de conservation du yaourt. 2019;
40. Lapointe-Vignola C. Science et technologie du lait: transformation du lait. Presses inter Polytechnique; 2002.
41. Siham B. Contrôle qualité des produits laitiers et étude des paramètres par les méthodes ACP / RLM. :72.

42. Lait et produits laitiers. Food & Agriculture Org.; 2000. 152 p.
43. COSSUT J, HUMBERT S, DEFRENNE B, ROELSTRAETE L, DESMEDT C, VANUXEEM M, et al. Les Corps Gras: Entre Tradition et Modernité. Gest Qual Nutr Mark Prod Aliment 140p. 2002;
44. Memoire Online - Rapport de stage d'été dans la société Lait et Dérivés SLD Beldi - Amira MAJDI.
45. Pradal M. La transformation fromagère caprine fermière: bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Lavoisier; 2012.
46. Beresford T, Williams A. The microbiology of cheese ripening. Cheese Chem Phys Microbiol. 2004;1:287-318.
47. Pradal M. La transformation fromagère caprine fermière: bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Lavoisier; 2012.
48. St-Gelais D, Tirard-Collet P, Bélanger G, Couture R, Drapeau R. Fromage. Sci Technol Lait Transform Lait. 2002;349-415.
49. Desfleurs M. Le *Penicillium camemberti* et les origines du camembert. Le Lait. 1968;48(478):493-500.
50. codex Stan. NORME CODEX POUR LE CAMEMBERT. Lait et produits laitiers (2ème édition). 2010.
51. DILLION J BA. Le fromage dans l'alimentation. In : Le fromage de la science à l'assurance qualité. 1997;(3):713-24.
52. Le Graet Y, Lepienne A, Brule G, Ducruet P. Migration du calcium et des phosphates inorganiques dans les fromages à pâte molle de type Camembert au cours de l'affinage. Le Lait. 1983;63(629-630):317-32.
53. Ramet J, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Organisation des nations unies pour L'Alimentation et L'Agriculture; 1985.
54. MAMI A. Recherche des bacteries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis à vis des germes impliqués dans les intoxications alimentaires.
55. Mounier J, Rea MC, O'Connor PM, Fitzgerald GF, Cogan TM. Growth characteristics of *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Microbacterium*, and *Staphylococcus* spp. isolated from surface-ripened cheese. Appl Environ Microbiol. 2007;73(23):7732-9.
56. Baroiller C, Schmidt JL, Lapadu-Hargues M. Contribution à l'étude de l'origine des levures du fromage de Camembert. Le Lait. 1990;70(1):67-84.
57. BAILLYe SL-BD. Accidenttsefabricatidounsauxmoisissures enfromagerie. :18.
58. Lenoir J, Lamberet G, Schmidt J. L'elaboration d'un fromage: l'exemple du camembert. Pour Sci. 1983;(69):30-42.

Référence

59. Lapointe-Vignola C. Science et technologie du lait: transformation du lait. Presses inter Polytechnique; 2002.
60. ep Benotmane MF. Contrôle physico-chimique et microbiologique du camembert. 2017;52.
61. HAMITOUCHE M, AICHE Z. Essai de production d'un fromage à pâte molle type Camembert à partir de deux agents coagulants (vinaigre blanc et vinaigre de pomme). 2018;
62. Barcenas P, Perez Elortondo F, Albisu M. Sensory comparison of several cheese varieties manufactured from different milk sources. J Sens Stud. 2005;20(1):62-74.
63. Mahfoud M. Étude des qualités d'un fromage à pâte molle type camembert issu d'un lait de vache de début de lactation. 2016;
64. BENLOUCIF R, OULMI A. Etude du procédé de production du fromage type Camembert : effet de la nature des microorganismes sur la qualité du produit. ,Mémoire de master bioindustrie, analyse et contrôle : Université des Frères Mentouri Constantine. 2017;
65. BACHOUCHE S, GUESSAS H. Fabrication de fromage de type Camembert à base de lait reconstitué. 2018;
66. Rotten D. Physiologie de la grossesse. 2ème éd. Paris : Masson ; 1991.

Résumé

Le lait est un produit très périssable, le fromage fut depuis longtemps l'une des formes les plus usuelles permettant de le préserver. Le Camembert est un fromage au lait cru, à pâte molle légèrement salée et à croûte fleurie. Dans ce travail, nous avons regroupés les différentes informations en relation avec le lait et ses produits dérivés, puis nous nous sommes focalisés sur les fromages du type camembert. Nous avons décortiqué trois travaux déjà réalisés, question de présenter le matériel et méthodes utilisés dans les trois travaux ayant comme objectif de fabriquer du fromage (type camembert).

D'après l'étude que nous avons réalisée, nous avons remarqué que le fromage du type camembert à base du lait reconstitué à une texture semblable à celle du fromage à base du lait de vache 100%. Aussi, il serait intéressant d'utiliser du lait de vache de début de lactation. Il est aussi important de faire attention à l'hygiène lors de la récolte pour éviter toute contamination ultérieure.

« On ne peut pas acheter le bonheur, On peut cependant acheter du Camembert et c'est presque pareil » Jule Fernande.

Mots clés : lait, coagulation, camembert, qualité physico-chimiques, microbiologique, fromage à pâte molle

Abstrat

Milk is a highly perishable product, and cheese has long been one of the most common forms of preserving it. Camembert is a soft, slightly salty, raw milk cheese with a bloomy rind. In this work, we have grouped together the different information related to milk and its by-products and then focused on Camembert type cheeses. We have dissected three works already carried out, in order to present the material and methods used in the three works with the aim of making cheese (camembert type).

According to the study that we carried out, we noticed that the camembert type cheese made from reconstituted milk has a texture similar to that of cheese made from 100% cow's milk. Also, it would be interesting to use cow's milk from the beginning of lactation. It is also important to pay attention to hygiene during the harvest to avoid any subsequent contamination.

« You can't buy happiness, but you can buy cheese that is made from 100% cow's milk. Camembert and it's almost the same » Jule Fernande.

Key words: milk, coagulation, camembert, physico-chemical quality, microbiological, soft cheese