

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université M'Hamed Bougara - Boumerdès

Faculté de Technologie

Département de Génie des Procédés



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

En Génie des procédés

Option : génie alimentaire

THEME

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques de
fromage fondu pasteurisé à la menthe

Présenté par : Aissaoui Fatma Zohra

Kourdi Rania

M^{me} BEN BOUABDALLAH Amina

Encadré par :

Mémoire soutenu le : 01 /07/ 2024 devant le jury composé de :

Mr. Aksas Hamouche	MCA	UMBB	président
Mme. Bandou Samira	MCB	UMBB	Examinatrice
Mme. Ben Bouabdallah Amina	MCA	UMBB	Encadreur

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la force pour Accomplir ce modeste travail et cueillir le fruit d'un long cursus scolaire et universitaire.

Au terme de la rédaction de ce mémoire, je me dois d'exprimer ma profonde reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail gratitude.

Je tiens à remercier Madame Ben Bou Abdellah Amina ma promotrice pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de m'encadrer, de m'orienter, et qui a suivi ce travail dans tous ses détails avec une rigueur scientifique exceptionnelle ; ce qui m'a donné le courage de poursuivre la réalisation de ce projet de recherche. Elle a su me faire partager son expérience à travers les conseils qu'elle m'a apportés.

Mes sincères remerciements aux membres du jury : Mme Bandou Samira et Mme Aksas , de me savoir honoré par leur présence et d'avoir accepté d'examiner mon modeste travail. Au personnel et aux responsables de la EURL LFB de Boudouaou de la wilaya de Boumerdes pour les moyens qu'ils ont mis à ma disposition afin d'accomplir notre stage au sein de cet établissement dan sles meilleures conditions, un grand merci.

A mes parents, mes chaleureux remerciements pour l'aide, la patience et le soutien qu'ils m'ont prodigués tout le long de ma vie. Surtout ma chère tante Naima, sans elle ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. Surtout mon cher père Hamid, sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Fatma Zohra & Rania 

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux êtres la plus cher à mon cœur « Naima » pour tout ce Qu'il a fait pour moi depuis ma naissance, pour leur amour, et de m'avoir soutenu Pendant toutes les périodes difficiles que j'ai traversés pour arriver à ce que je suis

Maintenant. Je prie Dieu le tout puissant de le garder.

À la personne la précieuse du monde, Un baiser de ma part sur ton front, ma chère, je

Te suis très reconnaissant pour ton aide, qui est consignée dans les pages de mon

Histoire.

A mon très cher père Ali, de tous les pères tu es le meilleur, Tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi pour tes qualités humaines, ton soutien Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu te préserve et te procure santé et bonheur.

A mon très cher mari Mohamed Ali, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude.

A tous mes chères et proches amies, en particulièrement muima Ghania Nabila

Fairouz Bahia khadidja Amina Hounaida.

A ma chère mère Molakhir

A mes très chers frères qui sont toujours présents, Abdikrim Mohamed.

A ma très chère binôme Rania et toute sa famille kourdi.

A mon Encadreur Mme ben bouabdellah amina.

A tous mes camarades de la promotion Génie alimentaire (2023-2024).

Fatma Zohra.

Dédicace

A mon cher père Hamid vous avez toujours été là pour me soutenir et m'encourager. Nous espérons que ce travail reflète ma gratitude et mon amour. Je l'ai fait et j'étais le premier diplômé de toute la famille.

A ma très chère mère Radia quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et la présence à mes cotes a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A ma grand-mère Fatma qui m'a toujours aidé pour tout, A tous mes chères et proches amies, en particulièrement Fahima khalida Ibtissem Mariem et le reste de toute la famille Je n'oublierai pas mon cher oncle Marzak

A ma chère frère Mohamed Lamin & ma chère petite sœur Wissal

A l'homme de ma vie tu étais la raison pour laquelle j'ai mis fin à ma carrière

A mes amis que j'aime, merci

A ma très chère binôme Fatma Zohra et toute sa famille Aissaoui.

A mon Encadreur Mme ben Bouabdellah Amina.

A tout le personnel de l'unité LFB

A tous mes camarades de la promotion Génie alimentaire (2023-2024).

Rania.

Le Sommaire :

Introduction :	1
Partie bibliothèque :	
Chapitre I : Généralités sur le lait et les fromages	
1. Généralités sur Le lait.....	4
1.1. Historique.....	4
1.2. Définition du lait.....	4
2. Généralités sur Les fromages.....	4
2.1. Définition du fromage.....	4
2.2. Flores microbienne	4
2.2.1 Flore originelle	5
2.2.2 Flore apportée	6
2.3. Classification Des fromages.....	9
2.3.1. Classification Selon FAO/OMS.....	9
2.3.2. Classification selon fabrication.....	10
2.3.3. Classification selon l'affinage.....	11
2.4. Fromage de chèvre.....	12
2.5. Fromage fondu.....	12
Chapitre II : Le Fromage Fondu pasteurise	
1. Historique.....	14
2. Définition du fromage fondu pasteurisé	15
3. la composition du fromage fondu pasteurise	15
3.1. Le cheddar	15
3.2. La poudre de lait	15

3.3. L'eau de processus.....	16
3.4. Le processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé.....	17
4. Différents types de fromage fondu.....	18
4.1. Fromage fondu type « bloc »	18
4.2. Fromage fondu type coupe	18
4.3. Fromage fondu tarti nable	19
4.4. Fromage fondu toast able	19
4.5. Fromage fondu thermostable.....	19
5. Composition et valeur nutritive.....	19
5.1. Composition.....	19
5.2. Composition minérale.....	20
Chapitre III : la menthe.....	
1. La menthe.....	23
2. Définition de la menthe.....	23
3. Origine de la menthe.....	24
4. Matière active.....	24
5. Utilisation et application médicinal.....	24
Partie expérimentale.....	
Chapitre IV : partie pratique.....	
1. Introduction.....	27
2. Matériel biologique.....	27
3. Méthode d'analyse.....	27
3.1. Analyses physico-chimique du fromage fondu pasteurisé.....	27

3.1.1. Détermination du Ph.....	27
3.1.2. L'extrait sec total.....	27
3.1.3. Détermination de la teneur à la matière grasse.....	27
4. fabrication du fromage fondu pasteurisé aromatisé à la menthe.....	28
4.1. Le cheddar.....	28
4.2. La poudre de lait.....	28
4.3. Eau.....	28
4.4. Les sels de fonte.....	29
5. Essai de fabrication d'un fromage aromatisé à la menthe au niveau de laboratoire LFB..	30
6. Test de dégustation.....	31
7. Les analyses physico-chimie et microbienne des MP et du produit fini.....	31
Chapitre VI : Résultats et interprétations.....	
1. Les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières et du produit fini.....	36
2. Les résultats des analyses microbiologiques.....	39
Conclusion :.....	42
Références bibliographiques.....	45
Annexe.....	49

Résumé

La présente étude s'agit d'une synthèse bibliographique sur un essai de fabrication d'un fromage fondu pasteurisé à bas du lait et supplémenté de plante médicinale (La menthe). Selon la littérature, le procédé de fabrication est effectué en plusieurs étapes préparation, pasteurisation, coagulation du lait et égouttage. Pour obtenir un fromage amélioré et enrichi de la menthe, cette dernier est ajouté à la fin de la fabrication. Plusieurs analyses sensorielles de pH et la teneur en matière grasse et la mesure de l'extrait sec doivent être réalisés.

Abstract

The present study is a bibliographic synthesis on a trial of manufacturing a pasteurized melted cheese made from milk and supplemented with medicinal plant (mint). According to the literature, the manufacturing process is carried out in several preparation stages. Pasteurization, milk coagulation and draining. To obtain an improved cheese enriched with mint, the latter is added at the end of production. Several sensory analyzes of pH and fat content and measurement of dry extract must be carried out.

المخلص

الدراسة الحالية عبارة عن توليفة بيبليوغرافية لتصنيع الجبن الذائب المبستر المصنوع من الحليب مع نباتات عطرية طبية (النعناع)، تتم عملية التصنيع في عدة مراحل الاعداد، والبسترة وتخثر الحليب وتقطيع اللين رائب، والتقطير. للحصول على جبن محسن غني بنعناع، يضاف الأخير في نهاية الإنتاج. يجب اجراء العديد من التحاليل الحسية لدرجة الحموضة ومحتوى الدهون وقياس المستخلص الجاف

Introduction

Grace à tous les éléments et sur la base de son contenu nutritionnel, le lait est considéré comme étant l'un des aliments les plus complets et les mieux équilibrés. Le lait est une source de macrobiennne et de micronutriments, il contient un certain nombre de composés qui jouent un rôle important tant dans la nutrition et la protection de la santé. Parmi les différents types de lait, le lait de chèvre est un aliment de grande importance à l'échelle mondiale [51].

Le fromage est une valeur sûre de l'alimentation humaine. C'est ; est le résultat d'une transformation du lait très ancienne puisque des écrits témoignent de sa fabrication, C'est l'un des premiers moyens de conservation du lait, matière première rapidement périssable [59].

Les fromages fondus sont des produits laitiers de seconde transformation, mélange d'un ou de plusieurs fromages à différents stades d'affinage et d'ingrédients laitiers, fondus ensemble sous l'action de la chaleur pour former une pâte onctueuse. Fromages modernes ont un goût agréable, un profil nutritionnel intéressant, une présentation, souvent en portion individuelle pratique et séduisent un grand nombre de consommateurs à travers le monde [15]

Pendant sa fabrication, plusieurs facteurs peuvent agir sur la qualité finale du fromage fondu, tels que la variabilité des ingrédients, la qualité physicochimique et Microbiologique de ces derniers, ainsi que les facteurs de réglage du processus de fonte [16]. Dans ce cadre, nous nous sommes proposé de réaliser la présente étude dont l'objectif Est :

Le suivi des caractères physicochimiques à savoir (pH, extrait sec total, taux de Matières grasses) et ce sur :

- Les matières premières (eau, poudre de lait, beurre, et cheddar),
- Le produit semi fini(ou mélange),
- Et le produit fini → après conditionnement,

→ À la cour de stockage

L'utilisation des ferments lactiques dans l'industrie fromagère joue un rôle très important qui réside principalement dans certaines propriétés technologiques. Ils contribuent à l'acidification du lait, et forment une barrière a développement des germes indésirables (protecteur contre les infections) et ils ont une activité protéolytique et lipolytique. Ces derniers ont également un rôle bien déterminé sur la qualité organoleptique du fromage (texture et flaveur) [55].

En industrie laitière et fromagère, les produits finis doivent répondre aux normes et aux exigences sanitaires hautement satisfaisantes justifiant leur bonne qualité de point de vue nutritionnelle, organoleptique, hygiénique et stockage. En effet, pour une amélioration des fromages et avoir des produits d'excellente qualité nutritionnelle et sanitaire, notre choix s'est porté sur l'addition des plantes médicinales locales telles que le basilic et le pistachier lentisque.

Notre recherche bibliographique basée sur : En premier lieu une partie concernant les fromages D'une manière générale et le fromage frais de chèvre d'une manière particulière, deux plantes médicinales locales à fin de contribuer à leur valorisation, En second lieu sur une synthèse concernant les techniques et les différents protocoles pour un essai de fabrication de ce fromage

CHAPITRE I :

CHAPITRE I

Généralités sur le lait et les fromages

1. Généralités sur Le lait :

1.1. Historique :

Le lait et les produits laitiers ont été consommés frais dans leur région de production pour des raisons évidentes transport et de conservation. Le lait fut mentionné comme indispensable dans l'alimentation des moines de Cîteaux au début du 12ème siècle. Il est aussi utilisé alors comme médicament, pour les malades. Puis vers le 17ème siècle sa consommation déborde le cadre des campagnes ; et la consommation augmente. Les livres de recettes du 18ème siècle mentionnent de nombreuses préparations incluant lait, beurre ou crème. Du milieu du 18ème siècle à nos jours, la consommation de produits laitiers est toujours croissante, et celle du lait encore plus [59]

1.2. Définition du lait :

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» [52].

Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache, c'est un liquide opaque, blanc mat plus ou moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en β carotène [9].

2. Généralités sur Les fromages :

2.1. Définition de fromage :

Le fromage est. le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum /caséine ne dépasse pas celui du lait, et qui est obtenu selon [16] par :

a) Coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grace à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine), la teneur en protéines du fromage étant par conséquent nettement plus élevée que la teneur en protéines du mélange des matières premières ci-dessus qui a servi à la fabrication du fromage .

b) L'emploi des techniques de fabrication entraînant la coagulation des protéines du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant de bonnes caractéristiques

physiques, chimiques et organoleptiques.

2.2 Flores microbiennes :

La transformation du lait en fromage repose traditionnellement sur une fermentation par un grand nombre de microorganismes qui proviennent à la fois de l'environnement naturel et/ou l'inoculation volontaire de ces derniers, exemple: ferments dits « utiles » [31].

La microflore des fromages peut atteindre 2×10^9 à 3×10^9 UFC/g de fromage [60] avec une distribution très hétérogène entre la surface (croûte) et le cœur de la pâte au sein d'un même fromage [48].

2.2.1. Flore originelle : le lait se caractérise par une flore microbienne (tableau I) depuis les premières heures de son existence (moins de 103 germes /ml), elle s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores. Selon Corcy, (1991), cette flore est subdivisée en trois catégories:

- Les bactéries, certaines sont utiles et même nécessaires à la fabrication du fromage comme les bactéries lactiques qui un groupe hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont à Gram + et peuvent avoir différentes formes, coques (Streptococcus, Lactococcus...), bacilles (Lactobacillus.....) ou encore ovoïdes/coccobacilles (Leuconostoc sp....). Elles ont moins de 55 mol % de contenu G+C dans leur ADN (à l'exception des bifidobactéries) [4]

. Généralement immobiles et asporulées, anaérobies mais parfois aérotolérantes, ne possèdent ni catalase (certaines possèdent une pseudocatalase), ni cytochrome réductase..... [4]

. Les bactéries lactiques regroupent un ensemble d'espèces dont le trait commun est la production d'acide lactique suite à la fermentation des glucides. Les bactéries lactiques ont un rôle fondamental dans les équilibres microbiens du lait, leur développement insuffisant peut induire des défauts de texture et de goût des fromages. Elles constituent un moyen biologique efficace pour la préservation des qualités hygiéniques des aliments, du fait de leur aptitude inhibitrice vis-à-vis des microorganismes nuisibles [17]. En effet, les bactéries lactiques produisent de nombreux métabolites aux propriétés antimicrobiennes, comme des acides organiques, du peroxyde d'hydrogène, du dioxyde de carbone, de la reutérine, du diacétyle et des bactériocines [22]. D'autres bactéries sont complètement nuisibles (altération/pathogène), le développement des bactéries d'altération dans le lait peut être à l'origine de l'altération de la qualité du fromage du fait de la dégradation de certains éléments protéiques, lipidiques ou glucidiques ou encore du fait de la production de substances indésirables telles les toxines. Ces altérations se traduisent par des défauts de goût, d'odeur, d'aspect et de texture (exemple : coliformes) [10]. D'autres sont pathogènes telles que : Streptococcus agalactiae, Staphylococcus aureus à coagulase +, Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Brucella.....Ces espèces sont capables de provoquer de graves maladies (listériose, brucellose....) [63]

Les moisissures se retrouvent fréquemment dans les laits, mais leur niveau moyen ne dépasse pas 10 UFC/ ml [38] , il se développent à la surface des fromages et ils ont un impact sur les caractéristiques sensorielles de ces derniers. Certains espèces de levures comme *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces spp.*, *Candida spp.*, sont considérées comme des microflores très importantes et très utiles. Par leurs activités enzymatiques (protéases, lipases, peptidases), elles jouent un rôle non négligeable dans la texture des fromages et la production de nombreux composés aromatiques [53] . Puisque le lait est un excellent substrat nutritif, il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87 % d'eau, son pH est de 6,7, il est considéré comme un substrat très favorable au développement des microorganismes [21].

Tableau N° 1: Groups microbe's couramment dénombrés dans quelques laits crus (UFC/ml) [39].

Groupe microbien	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de brebis
<i>Staphylococcus</i> et bactéries corynéformes	10 ² –10 ³	10 ³	10 ² –10 ⁴
<i>Lactococcus</i>	10 ¹ –10 ²	10 ² –10 ³	10 ⁴
<i>Lactobacillus</i>	10 ¹ –10 ²	10 ²	10 ³ –10 ⁴
<i>Leuconostoc</i>	10 ¹ –10 ²	10 ² –10 ³	10 ⁴ –10 ⁵
<i>Enterococcus</i>	10 ¹ –10 ²	10 ¹ –10 ³	10 ³ –10 ⁵
Bactérie propionique	10 ¹ –10 ²	/	/
<i>Enterobacteriaceae</i>	10 ¹	10 ⁵ –10 ⁶	10 ² –10 ⁴
<i>Pseudomonas</i>	10 ² –10 ³	10 ¹ –10 ²	10 ² –10 ⁴
Levures	10 ¹ –10 ²	10 ¹ –10 ²	10 ² –10 ⁴
Moisissures	<10	<10	/
Coliformes	<10	10 ² –10 ³	/
Spores Aérobie	<10	/	/

2.2.2. Flore apportée:

Les ferments lactiques sont des souches commercialisées et utilisées l'industrie fromagère, ils ont un rôle principal dans certaines propriétés technologiques dans à savoir: le pouvoir acidifiant, le pouvoir protéolytique, le pouvoir lipolytique et la formation de substances aromatiques.... [39].

V Lactobacillus: ces bactéries sont connues par leur pouvoir acidifiant, elles se développent relativement bien entre 30 et 40°C, mais résistent mal à des températures supérieures à 50°C. On distingue:

- Les lactobacilles homofermentaires avec une production maximale de l'acide lactique (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Lactis* et *Lactobacillus helveticus*). Ils sont principalement utilisés pour la fabrication des fromages à employé dans autres types de fromages) [1].

- Les lactobacilles hétérofermentaires facultatifs, est une flore qui se développe au cours de l'affinage des fromages, qui a un rôle dans la formation de l'arôme et de l'amélioration de la qualité microbiologique des laits, elle améliore aussi qualité hygiénique des fromages par la production des bactériocines inhibant les bactéries pathogènes et d'altération. Les principales espèces utilisables comme ferments sont: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* et *Lactobacillus paracasei* [56].

v Lactococcus : ces bactéries mésophiles se développent à une température optimale entre 30 et 35°C, mais elles peuvent pousser à 10°C. Les lactocoques sont couramment utilisés comme ferments lactiques d'acidification (exemple : *Lactococcus lactis*). Ces derniers sont dominants en début de l'affinage (plus de 109 UFC/g de fromage) [60] avec une activité protéolytique importante. Parmi les principales enzymes synthétisées : la protéase PrtP, et une protéine kinase qui hydrolyse les caséines [40] . De plus, les lactocoques diminuent le potentiel redox au début de l'affinage et ils produisent des métabolites secondaires (acétaldéhyde, éthanol et l'acide acétique) contribuant aux saveurs des fromages de type Cheddar, Gouda ou Saint Paulin [49]. Certaines souches de *Lactococcus* peuvent contribuer à l'amertume des fromages lors de l'affinage [40].

V Streptococcus : les streptocoques sont parmi les espèces les plus utilisées dans l'industrie fromagère en association avec d'autres espèces. *Streptococcus thermophilus* acidifie rapidement le lait, mais il n'abaisse pas le pH au-dessous de 4,8. Sa température optimale de croissance est entre 40 et 44 °C. Cette bactérie est utilisée pour la fabrication de fromage à pâte molle et à pâte pressée (exemple : Emmental, Gruyère, Gorgonzola) [2] . Au cours de l'affinage son rôle est semblable à celui des lactocoques avec une production très importante d'acétaldéhyde qui confère l'arôme de fraîcheur recherchée [60].

v Leuconostoc : ils sont moins utilisés en fromagerie, leur rôle majeur est la production des composés aromatiques (diacétyl, acétoïne) issus du métabolisme de citrate qui confèrent un goût de beurre aux fromages [18]. Les *Leuconostoc* en raison de leur activité hétérofermentaire et gazogène produisent du dioxyde de carbone (CO₂) qui mène à l'apparition d'ouvertures dans la pâte. *Leuconostoc mesenteroides* et *Leuconostoc lactis* sont les souches les plus connues, ces dernières sont introduites dans les produits en association avec des lactocoques car leur capacité acidifiante est très limitée [33]. Le tableau II présente les différents ferments lactiques utilisés en fromagerie.

Tableau N°2: Ferments lactiques utilisés dans l'industrie fromagère [64].

Espèces	Fromages	Rôles
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Mozzarella, grana, certains camemberts	-Activité d'acidification : production d'acide formique, d'acide pyruvique et d'acide folique -Une activité protéolytique au cours de l'affinage pour prévenir l'amertume, ainsi que la production d'arôme et des polysaccharides
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Mozzarella	-Acidification -Production d'arôme
<i>Lactococcus lactis</i> <i>Lactococcus cremoris</i>	Cheddar, Camembert, Gouda, Mozzarella, parmesans type suisse, cottage, fromage frais	-Acidification -Production des substances antimicrobiennes
<i>Leuconostoc diacetylactis</i>	Gouda, bleu, camembert	-Rôle identique à celui de <i>Lactococcus lactis</i> -Elle se caractérise par la fermentation du citrate avec production de gaz en causant des trous dans certains types de fromages (gruyère)
<i>Lactobacillus casei</i>	Cheddar	-Un pouvoir acidifiant faible -La capacité d'inhiber le développement des lactobacilles hétérofermentaires

2.3. Classification des fromages :

Vu les divers caractéristiques du fromage, les spécialistes ont défini plusieurs classifications, nous avons :

2.3.1. Classification selon FAO/OMS :

La classification des fromages est présentée dans le **tableau N°3**. Elle est complétée par des normes individuelles précisant les caractéristiques particulières de divers fromages selon la norme [24].

De nombreux pays possèdent une réglementation propre concernant notamment, la définition et la composition des produits [46].

Tableau N°3 : Classification du fromage en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d’affinage (**selon la norme [16].**)

<u>Formule I</u>		<u>Formule II</u>		<u>Formule III</u>
TEFD*(%)	Premier élément de dénomination	MGES** (%)	Second élément de dénomination	Dénomination d’après les principales caractéristiques d’affinage
<51	Pâte extra-dure	>60	Extra-gras	1. Affiné
51-56	Pâte dure	45-60	Tout-gras	a : principalement en surface
56-63	Pâte demi-dure	25-45	Mi- gras	b : Principalement dans la masse
63-67	Pâte demi-molle	10-25	Quart-gras	
>67	Pâte molle	<10	Maigre	2. Affiné aux moisissures : a. Principalement en surface b.Principalement dans la masse 3. Frais

*TEFD = pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraissé

**MGES= pourcentage de la matière grasse dans l’extrait.

2.3.2. Classification selon la fabrication :

Selon la fabrication du fromage nous avons :

2.3.2.1. Fromage frais :

Le fromage frais est le produit issu de la simple transformation du lait en poudre qui est ensuite additionné à de la crème fraîche [34]. C’est un fromage à égouttage lent, n’ayant subi que la

fermentation lactique, obtenu avec des laits ou des crèmes [35]. C'est un produit non affiné, très humide (60 à 80%) et périssable (24 jours maximum) [61].

Sa teneur en matière sèche peut être abaissée respectivement jusqu'à 15g ou 11g pour les fromages frais non définis, et sa teneur en matière grasse est réduite (0,5 à 30%) [28].

Exemples de fromages frais : fromages blanc, Carré frais.

2.3.2.2. Fromage à pâte molle : Les fromages à pâte molle sont des fromages affinés ou non, dont la pâte n'est ni cuite ni pressée [65]. Ils doivent leur nom au fait qu'ils soient relativement souple, leur taux d'humidité oscille autour de 50% [19].

2.3.2.3. Fromage à pâte molle à croûte fleurie : Il se caractérise par une croûte blanche à dorée recouverte d'un duvet de moisissures blanc et feutré appelé fleur qui se développe pendant l'affinage d'où leur le nom (croûte fleurie). L'aspect duveteux de la croûte est dû à la présence du champignon *Penicillium candidum* qui peut être pulvérisé à la surface des fromages en début d'affinage [54].

Exemple de fromage pâte molle à croûte fleurie : Camembert et Brie.

2.3.2.4. Fromage à pâte molle à croûte lavée : Les fromages à pâte molle et à croûte lavée sont, comme leur nom l'indique, régulièrement lavés en surface et brossés pour activer la fermentation. Cette technique, visant au départ à prolonger la conservation. La croûte ainsi obtenue présente un aspect souple, humide et plus ou moins collant. Sa couleur varie du jaune orangé au brun, en passant par les ocres et les rouges. À l'issue du traitement, le fromage développe une odeur puissante et ammoniacale, caractéristique des pâtes molles à croûte lavée [23].

Exemple : pont-l'évêque

2.3.2.5. Fromage à pâte persillée : Ces fromages sont caractérisés par un développement interne de la moisissure *Penicillium roquefort*, ces moisissures, en se développant donnent les marbrures vertes ou bleues qui persillent la pâte des fromages. Avant l'affinage, ils sont percés de trous très fins pour que le *Penicillium* s'y développe [25].

Exemple de fromages à pâte persillée : Roquefort.

2.3.2.6. Fromage à pâte pressée : Il s'agit des fromages dont le caillé est pressé après soutirage, puis mis à l'affinage, on distingue :

2.3.2.6.1. Fromage à pâte pressée cuite :

Les fromages à pâte pressée cuite ou pâte dure, sont des fromages pour lesquels, après pressage, le caillé est chauffé à 65°C, puis laissé à l'affinage. Le terme cuite se dit d'un fromage dont le caillé

subit un chauffage au moment de son tranchage, lorsqu'il est thermisé, le lait est chauffé à environ 65°C, ce qui ne détruit qu'une partie de la flore, lorsqu'il est pasteurisé, le lait est chauffé de 72° à 85°C pendant 20 secondes maximum, puis refroidi immédiatement à 4°C. Cette procédure détruit la flore naturellement présente dans le lait, et nécessite donc un réensemencement en flore standardisée, ce qui peut avoir pour les industriels l'avantage d'obtenir un goût régulier et une texture régulière [41].

Exemple de fromages à pâte pressée cuite : gruyère

2.3.2.6.2. Fromage à pâte pressée non cuite :

Les fromages à pâte pressée non cuite ou demi-ferme subissent une période d'affinage assez longue atmosphère fraîche et très humide. Les fromages à pâte demi-ferme (cheddar...) ont une consistance dense et une pâte de couleur jaune pâle [3].

2.3.3. Classification selon l'affinage :

C'est la phase ultime de la fabrication des fromages caillés qui lui permet d'acquérir sa saveur caractéristique, elle se fait dans des conditions particulières de température de l'ordre de 13°C, d'humidité comprise entre 80 à 90 %, et d'aération et cela pendant 30 jours. Enfin les boules obtenues sont trempées dans une cire alimentaire de couleur jaune puis Stockées [42].

Selon [43], l'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques qui se déroulent simultanément à savoir :

- La dégradation des protéines.
- L'hydrolyse de la matière grasse
- La fermentation du lactose.

2.3.3.1. Fromage affiné :

Le fromage affiné est un fromage qui n'est pas prêt à la consommation peu après sa fabrication, mais qu'on doit maintenir pendant un certain temps à la température ambiante et dans les conditions nécessaires pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage [20].

2.3.3.2. Fromage affiné aux moisissures :

Le fromage affiné aux moisissures est un fromage dont l'affinage est provoqué essentiellement par la prolifération de moisissures caractéristiques dans la masse ou sur la surface du fromage [20].

2.3.3.3. Fromage non affiné :

Le fromage non affiné, dont le fromage frais, est un fromage qui est prêt à la consommation peu de temps après sa fabrication c'est un fromage qui possède un rapport de protéine de lactosérum à la caséine qui n'excède pas celui du lait selon la norme [24].

2.4. Fromage de chèvre :

Pour les fabrications incorporant du lait de chèvre la réglementation distingue deux catégories :

-Les «fromages de chèvre» : l'appellation est réservée aux fromages exclusivement fabriqués au lait de chèvre. Les ferments utilisés sont cultivés sur un lait de même espèce animale que le lait matière première, d'où la mention «pur chèvre».

-Les « mi- chèvres » : lorsque le fromage ou la spécialité fromagère est préparé(e) avec un mélange de matières premières laitières provenant de la chèvre et de la vache, dont au minimum 50 % de l'extrait sec est d'origine caprine ; l'appellation «fromages au lait de mélange» désigne des fromages fabriqués à partir de la matière premières laitières provenant de deux ou plusieurs espèces animales [5].

2.5. Fromage fondu :

Il est obtenu à partir de mélanges de fromages frais ou affinés et additionné éventuellement de produit laitiers et/ou d'autres ingrédients, aromates, épices, jambon, noix).La fonte se fait à 100°C en présence de « sels de fonte » (phosphate de calcium et phosphate de sodium), parfois en présence d'acides citrique, tartrique. (CIDIL : Centre Interprofessionnel de **Documentation et l'Information Laitières**,

Chapitre II

Chapitre II

Fromage fondu pasteurisé

1. Historique :

La production du fromage fondu eu lieu pour la première fois en 1895. Les sels de fonte n'étaient pas utilisés et le produit n'a pas réussi. Le premier fondu réussi, dans lequel les sels de fonte ont été utilisés, était introduit en Europe en 1911 et la première usine Européenne fut montée à Dôle en 1917 [57].

Le fromage a toujours été une valeur sur l'alimentation humaine. C'est le résultat d'une transformation du lait très ancienne puisque des écrits témoignent de sa fabrication quelque trois mille ans avant notre ère en basse Mésopotamie. Source précieuse, le fromage a été l'un des premières moyennes de conservation du lait, matière première rapidement périssable. Cependant, la coagulation du lait et l'égouttage du caillé qui en résulte n'offrent qu'une stabilité relative et variable selon les fromages qui sont des produits laitiers << vivants >>. Le fromage fondu est une préparation beaucoup plus récente, qui a permis une stabilisation bien plus poussée des protéines lactiques, tout en conservant plus ou moins au produit fini l'aspect d'un fromage. Le fromage fondu est un produit de seconde transformation dans la mesure où il est issu du fromage, lui-même issu du lait. Le fromage fondu est un type parfaitement adapté aux habitudes de consommation. Il est tartinable, de saveur douce, c'est un aliment énergétique riche en protéines et en minéraux ; il est digeste, d'une grande sécurité microbiologique et de surcroît, il se conserve en froid positif tout en offrant une grande praticité pour son utilisation [12].

2. Définition du fromage fondu pasteurisé :

Les fromages fondus sont des fromages fabriqués à partir d'un ou de plusieurs fromages à pâte pressée, cuite ou non, refondus, additionnés de lait, crème ou beurre; ces fromages ont l'avantage de se conserver longtemps. On ajoute à la pâte, selon le produit, des émulsifiants, du sel. On obtient une texture plus ou moins molle et élastique et une saveur peu prononcée [47].

Le fromage fondu pasteurisé est un type de fromage obtenu après traitement thermique soumis à une température de 90°C pendant 3 à 5 minutes, afin de détruire tous les germes banales [6].

3. La composition du fromage fondu pasteurisé :

3.1. Le cheddar

Le cheddar est un fromage à pâte ferme ou dure et sa couleur naturelle varie du blanc à la jaune pâle. La teneur en humidité ne peut pas dépasser 39% et la teneur en gras ne peut pas dépasser 31%.

Tableau N°4 : la composition du cheddar [6].

Elément constitutifs du cheddar	Taux
Lactose	36,0 – 38,5%
Matière grasse	26,0 – 28,5%
Protéine	24,5 – 27,5%
Cendre	5,5 – 6,5%
Humidité	2,0 – 4,5%

3.2 La poudre de lait :

On obtient la poudre de lait lorsqu'on enlève l'eau du lait entier, pasteurisé et homogénéisé, par un processus d'évaporation et de séchage par atomisation. La durée de conservation de la poudre de lait est environ de six mois puisque ce produit à une forte teneur en matière grasses.

La poudre de lait ne doit pas contenir moins de solide de lait et son taux d'humidité ne dépasse pas les 5%. La teneur la matière grasse ne doit pas être moins de 26%.

Le tableau montre la composition moyenne de la poudre de lait entier

Tableau N°5 : la composition de la poudre de lait entier [6].

Eléments constitutifs de la poudre de lait	Taux
Lactose	36,0 – 38,5%
Matière grasse	26,0 - 28,5%
Protéines	24,5 - 27,0%
Cendre	5,5 - 6,5%
humidité	2,0 – 4,5%

3.3. L'eau de processus :

L'eau est l'un des paramètres physico-chimique jouant un rôle déterminant dans la fabrication de tous les produits alimentaires. L'humidité des fromages est généralement faible à cause de l'ajoute des poudres. Par conséquent l'eau va solubiliser et disperser les protéines et émulsionner la matière grasse. Cette eau doit être exempt de microorganismes et de toute contamination chimique, tels que les nitrates [66].

Tableau N°6 : les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de processus :

Paramètres	Normes AFNOR
Chlorures (Cl%)	200g/l Max
Titre alcalimétrique (TA°F)	0°F
Titre alcalimétrique (TAC °F)	10°F Max
Titre hydrométrique (TH°F)	60°F Max
Ph	6,5 à 8,5

3.4. Le processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé :

Les étapes de fabrication du fromage fondu pasteurisé sont représentées dans la figure suivante :

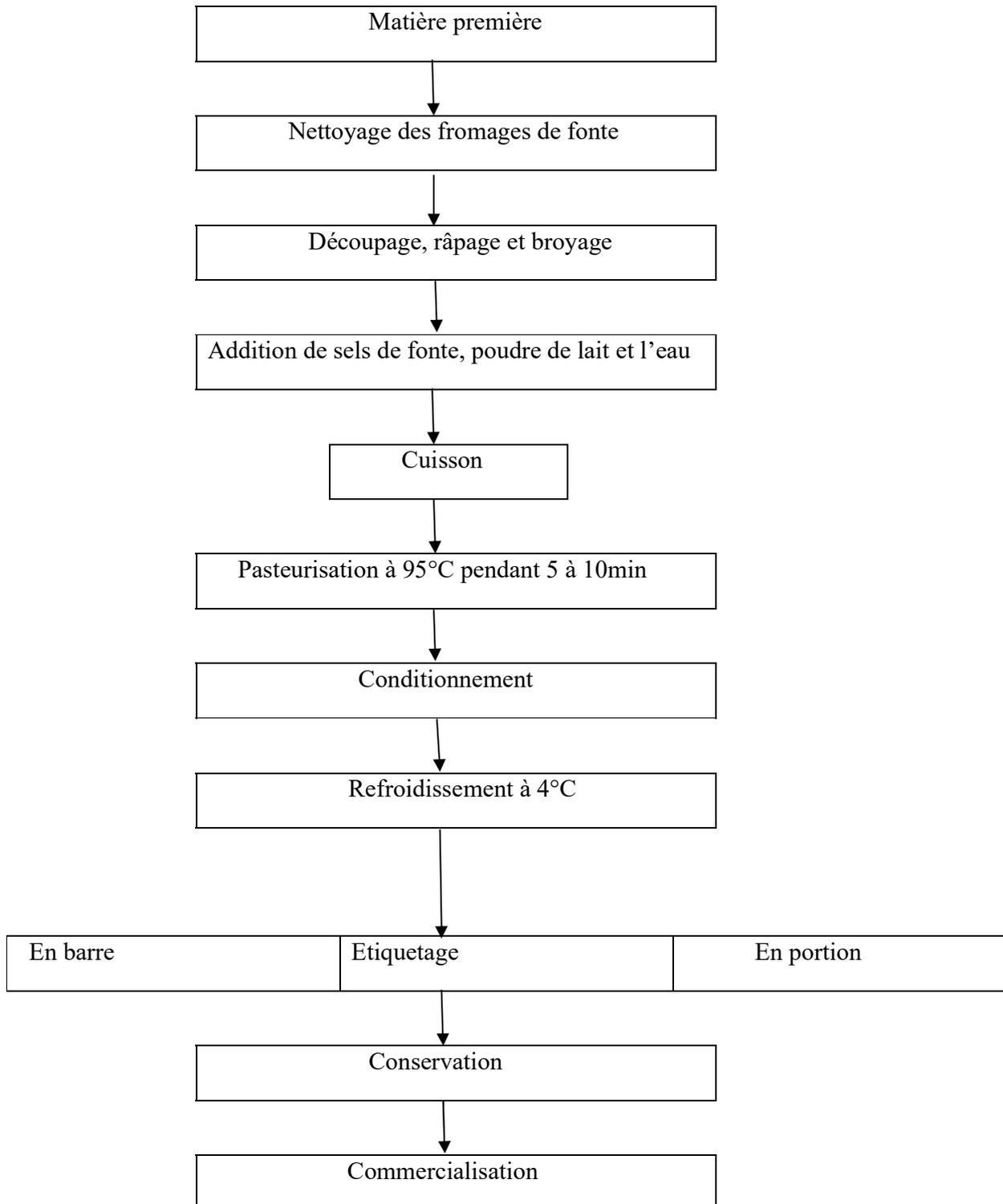


Figure N°1 : schéma générale de la fabrication de fromage fondu pasteurisé

4. Différents types de fromage fondu :

Les produits issus de fonte de fromages peuvent être regroupés en cinq familles :

4.1-Fromage fondu type "bloc" :

Le traitement thermique subi est modéré de manière à conserver au produit fini une élasticité marquée, comparable à celle d'un fromage classique. Pour assurer sa stabilité, sa teneur en matière sèche est élevée et il est fondu partiellement ou totalement à partir de citrate de sodium. L'objectif est de retrouver l'aspect d'un fromage à pâte pressée [13].

4.2. Fromage fondu type coupe" :

Moins ferme que le bloc, mais non tarti nable. Il contient 3 à 4% de moins de matière sèche que le précédent, ce qui le rend plus agréable à la dégustation [57].

4.3. Fromage fondu tarti nable :

C'est le processus de crémage qui permet en partie de régler la consistance du produit fini et de lui conférer une certaine tartinabilité. Ces produits peuvent être aromatisés et conditionnés en emballages souples (portions) ou rigides (pots, barquettes, tubes) [62]

4.4. Fromage fondu toast able :

Il se présente généralement sous forme de tranches adaptées à une utilisation dans les cheeseburgers. Ce produit doit refondre rapidement sans carbonisation superficielle, comme une tranche d'emmental par exemple [14].

4.5. Fromage fondu thermostable

C'est un fromage fondu qui ne doit pas fondre lorsqu'on le soumet à une nouvelle source de chaleur. Il subit un crémage très poussé et les blocs obtenus sont découpés au Japon puis incorporés dans des plats cuisinés à la base de légumes ou poisson. Ces préparations peuvent être appertisées et, à des températures élevées, les cubes de fromage fondu doivent rester intacts après la stérilisation [50].

5. Composition et valeur nutritive :

Le fromage fondu comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui le composent. Il apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire. Ne nécessitant aucune préparation, c'est un excellent moyen d'apporter à

Notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaire à son fonctionnement (lipides, glucides protéines, minéraux, vitamines). Comme tous les produits laitiers, c'est une source

importante de protéine et de calcium. En outre, la présence de matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui confèrent une efficacité nutritionnelle (notamment digestibilité) au moins égale à celle des composés de départ [29].

5.1-Composition :

Selon [29], Les fromages fondus sont de vrais bâtisseurs de l'organisme avec leurs protéines, sels minéraux, vitamines et éventuellement de la matière grasse.

●Eau :

L'activité biologique de l'eau est primordiale en alimentation. Puisqu'elle permet de mettre en œuvre une stratégie de protection des aliments en contrôlant les détériorations physicochimiques, les activités enzymatiques et la multiplication des populations microbiennes. L'activité de l'eau (A_w) d'un aliment est un indicateur de sa stabilité, sûreté, et durée de conservation. (A_w) du fromage est autour de 0,87 à 0,98 presque à 1 [58].

●Protéines :

Les fromages fondus sont des aliments très riches en protéines qui proviennent de la caséine.

C'est le constituant principale du fromage qui établit la structure et donne le caractère élastique au fromage, une partie importante se trouve dégradés et solubilisée en oligopeptides et acides aminés. La teneur en acides aminés du fromage lui confère une valeur nutritionnelle extrêmement élevée [44].

●Glucides :

Le lait de bovin contient le lactose environ 4,8%, sa concentration dans le lait est indépendante de la race [30]. Les fromages affinés sont pratiquement dépourvus de glucides car la faible quantité de lactose restant dans le caillé après égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Cependant la correction des extraits secs nécessite parfois l'addition de poudre de lait donc de lactose [29].

●Lipides :

Les graisses existent dans le lait comme des petits globules entourés par des protéines, sa quantité dépend de la race, stade de lactation et le régime alimentaire de la vache [26]. Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte fromage. Certains de ces acides gras sont volatils et interviennent dans la formation de l'arôme, les lipides du lait (Triglycérides, phosphoglycérique, sphingicidés) se trouve dans les fromages sous forme émulsionnées ce qui les rend plus digestives [29].

●Vitamines :

Les produits laitiers sont des sources riches en vitamines, notamment, certains produits laitiers fermentés, comme les fromages, sont une source valable en vitamines liposolubles telles que les vitamines A, D, E et K [45].

5.2-Composition minérale :

* Le sodium est apporté au fromage sous forme de chlorure de sodium. Ce dernier intervient pour relever la saveur du fromage. On l'utilise pour limiter la prolifération de certaines moisissures indésirables et pour régler l'humidité. Une partie du sodium du fromage fondu provient des sels de fonte, notamment du poly phosphate de sodium [29].

* **Le calcium** des fromages est bien assimilé par l'organisme humain en raison des proportions respectives de calcium et de phosphore qu'ils apportent et de la présence concomitante de protéines qui en favorisent l'absorption intestinale. Le taux de calcium varie en fonction de la teneur en eau et du mode de fabrication (le fromage fondu <150mg pour 100 g de produit) [26].

* **Le phosphore** est présent dans beaucoup d'aliment généralement riche en protéines et en calcium comme le lait et les fromages surtout fondu [29]. Enfin, le rapport calcium/phosphore du fromage est élevé et donc satisfaisant au plan nutritionnel [27].

Le potassium, le Magnésium et les oligo-éléments se trouvent dans le fromage particulièrement le fondu sous formes de traces [26].

Le tableau n°7 : ci-dessous représente la composition moyenne en éléments constitutifs pour 100 g de fromage fondu selon [36].

Tableau n°7 : Composition moyenne des éléments constitutifs pour 100 g de fromage fondu [36].

Éléments	Teneur
Eau (g)	48
Énergie (kcl)	280
Glucides (g)	2,5
Lipides (g)	22
Protéines (g)	18
Calcium (mg)	680
Phosphore (mg)	900
Magnésium (mg)	25
Potassium (mg)	95
Sodium (mg)	1650
Zinc (mg)	09

Chapitre III

Chapitre III

La menthe

1. La menthe :

Les plantes médicinales ont joué un rôle essentiel dans la sante et le bien-être de l'humanité depuis des millénaires. Leur utilisation remonte à l'antiquité, et de nos Jours, elles continuent à occuper une place importante dans la médecine traditionnelle et la recherche médicale. Parmi les nombreuses plantes aux propriétés médicinales, la menthe se distingue par sa polyvalence et ses bienfaites sur la sante.

2. Définition :

La menthe poivrée (Menthe piperait) est une plante herbacée de la famille des lamiacées. Vivace, elle atteint généralement 60 cm de haut. Ses feuilles simples sont velues et de Couleur vert fonce. Sa floraison se produit entre juillet et septembre, laissant apparaitre de petites fleurs, de violette pale à pourpre, regroupées en épis au sommet, Qui ne produisent pas de graine. Son odeur fraiche et dynamisante est reconnaissable entre toutes.

3. Origine de la menthe :

La menthe est originaire de régions d'Europe, d'Asie et d'Afrique du Nord. Elle a été largement cultivée et utilisée à des fins culinaires, médicinales et aromatiques depuis l'Antiquité. La menthe a une longue histoire d'utilisation dans diverses cultures à travers le monde.

4. Matière Active :

Le menthol et le menthane sont les deux principes actifs majoritaires de la menthe poivrée. La présence de menthol dans l'huile essentielle de Menthe poivrée lui confère notamment des propriétés analgésiques par effet froid, très utile en cas de maux de tête.

5. Utilisations et Applications Médicales :

La menthe est l'une des plantes médicinales les plus connues. On le trouve dans un grand nombre de bonbons, sirops ou comme une saveur destinée à améliorer le gout de certains médicaments. Elle a été l'une des premières plantes à être utilisées de manière intensive par l'industrie pharmaceutique.

Digestive Tonique : digestion difficile et les problèmes digestifs.

Cicatrices et plaies : efficace pour le traitement des cicatrices et des blessures.

Troubles ORL et respiratoires : bénéfique pour traiter la gorge et les problèmes respiratoires.

Application cutanée : application comme huile de massage à diverses fins. Calmante

Anti-inflammatoire : présente des propriétés anti-inflammatoires.

Partie
Expérimentale

Chapitre IV

Chapitre N IV :

Introduction :

Le sérum de fromagerie renferme un potentiel nutritif, qu'il s'agit d'évaluer si l'on veut valoriser ce sous-produit sa valeur alimentaire.

A cet effet, un stage de fin d'étude a été effectué au sein de la laiterie fromagerie de boudouaou. Le travail réalisé les analyses physico-chimique et microbiologique de fromage fondu pasteurisé auquel on a ajouté la menthe.

Cette étude concernera :

- * Une caractérisation physico-chimique du fromage fondu pasteurisé.
- * analyses physico-chimiques et microbiologiques des matières premières et du produit fini.
- * un test sensoriel du produit fini (test de d'égouttage)

1. Matériel biologique :

L'échantillon utilisé dans cette étude est le fromage fondu pasteurisé issu de la fabrication du fromage à pâte pressé non cuite. Il provient de l'unité laitière de **BOUDOUAOU**

2. Méthodes d'analyses :

2.1. Analyses physico-chimiques du fromage fondu pasteurisé :

Ces analyses portent sur la détermination de :

- la teneur la matière grasse.
- la mesure de pH.
- la teneur en extrait sec.

2.1.1. Détermination du pH : [8]

Principe :

Détermination en unité pH de la différence du potentiel exactement entre deux électrodes plongées dans le produit.

Mode opératoire : (voir annexe II)

2.1.2. L'extrait sec total :

Principe :

Le principe de cette méthode est basé sur l'évaporation de l'eau à 85°C (qui détermine la teneur

en humidité avec la méthode de perte au séchage et se compose d'une unité de passage et de chauffage halogène) sur une quantité donnée de la matière sèche est exprimée en pourcentage ou par rapport à la masse.

2.1.3. Détermination de la teneur matière grasse : [8]

Principe :

La matière grasse est déterminée selon la méthode préconisée par AFNOR1986

La méthode utilisée est celle de GERBER. Elle est basée sur la dissolution de tous les éléments du lactosérum sauf la matière grasse par l'acide sulfurique, puis la matière grasse est séparée du reste des composants du lactosérum, sous l'action de l'alcool iso amylique, par centrifugation.

Mode opératoire : (annexe II)

3. Fabrication du fromage fondu pasteurisé aromatisé à la menthe :

Après l'obtention d'un lactosérum, nous avons abordé la valorisation de ce dernier en vue de la préparation d'un fromage pasteurisé.

Les protéines solubles ont été extraites du lactosérum, est ont été ajoutée à la composition du fromage fondu afin de l'enrichir en protéines et augmenter sa valeur nutritionnelle.

La composition du fromage fondu sont :

1. cheddar
2. poudre de lait
3. L'eau
4. Les sels de fontes
5. La menthe

Les caractérisations de ces différentes matières premières employées un niveau de l'unité LFB doivent être comme suit :

3.1. Cheddar : (fromage de fonte) :

Au niveau de la LFB, le fromage de font utilisé est le cheddar. D'après le journal français du 26mars 1967 rapporté par [37], l'exploitation du cheddar doit répondre à la caractéristique suivante :

- ✓ La matière grasse :(en pourcentage de la matière sèche) : 50%min
- ✓ La matière sèche : (en pourcentage de la masse totale) : 60% min [8]

3.2. La poudre de lait :

Au niveau de la LFB la poudre de lait utilisée pour la fabrication du fromage fondu pasteurisé est

la poudre de lait à 26% de matières grasses.

3.3. Eau :

Au niveau de la LFB, l'eau utilisé dans le processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé est une eau qui provient de la distribution publique (eau de barrage de kaddara), elle passe par une station de traitement des eaux de l'entreprise et y contrôlé fréquemment, ainsi il s'agit d'une eau potable qui réponde aux normes physico chimique et microbiologique qui sont :

❖ Physicochimique :

PH	6,5 à 8,5
TA (°F)	0 Max
TAC (°F)	50 Max
Cl (°F)	60 Max

❖ Microbiologique :

Flores totales	102
Coliformes totaux	10
Coliformes fécaux	Absences
Staphylocoques aureus	Absence
Clostridium sulfito réducteur	<= 5 Colonies
Streptocoques fécaux	Absences

3.4. Les sels de fonte :

En chauffant un bloc de fromage (cheddar) dans une cuve, même en agitant on obtient une masse hétérogène, les protéines au fond, la solution aqueuse au milieu, et la matière grasse en surface.

L'ajout d'une quantité suffisante de sel de fonte permet d'homogénéiser la pâte de fromage.

La liste des sels utilisés sont :

La liste des sels utilisés sont :

- ✓ E 450§
- ✓ E 452

4. Essai de fabrication d'un fromage fondu pasteurisé aromatisé à la menthe au niveau de laboratoire (LFB) :

Nous avons adopté le processus technologique suivant :

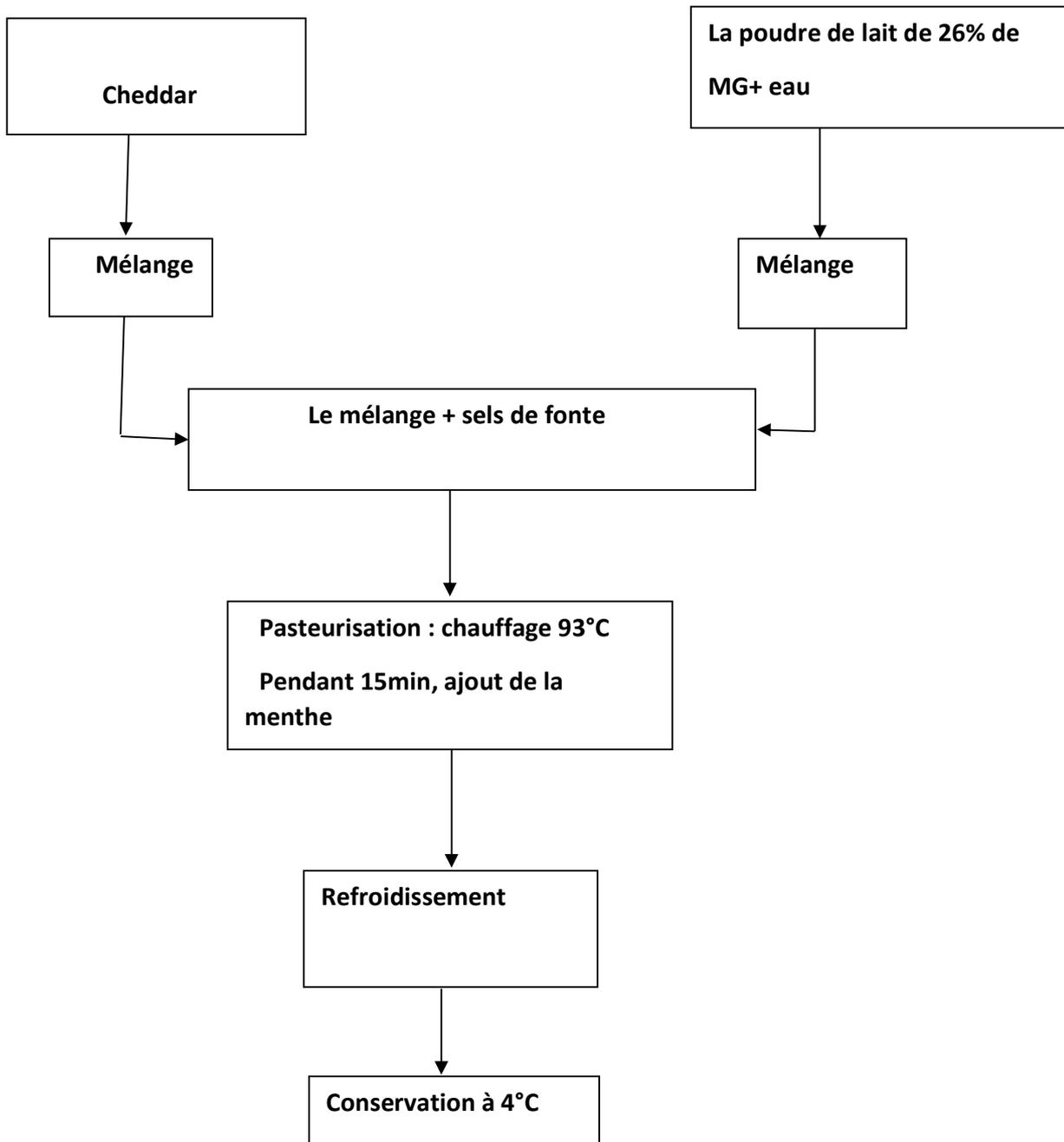


Figure N° 2 : processus de fabrication du fromage fondu

En respectant la formulation du fromage fondu de LFB, nous avons réalisés trois essais de la fabrication de fromage.

Les formulations des trois essais sont les suivantes :

Tableau N°8 : composition des trois essais de fromage fondu aromatisé :

Composition	A	B	C
Cheddar (g)	300	300	300
Poudre de lait(g) 26MG	41,1	41,6	41,1
Eau (ml)	100	100	100
Sels de fonte (g)	6,23	6,23	6,23
E450	4,23	4,23	4,23
E452	2	2	2
L'arôme (menthe) (g)	0,2	0,6	0,8

5. Test de dégustation :

Les 3 essais sont soumis à un test de dégustation, les jurys son composés de : représentants du personnel de l'unité et d'étudiants. Le test a été effectué dans des conditions favorables.

Les différents échantillons ont été représentés dans en emballage en boit de verre.

L'étude sensorielle a porté sur les critères gout et texture.

6. Les analyses physico-chimique et microbiologique des MP et du produit fin :

Les analyses physico-chimique et microbiologique sont réalisées sur matière première (cheddar, poudre de lait, sels de fonte, l'eau de processus) et produit fini.

6.1 Les analyses physico-chimiques :

Les analyses ont porté sur le control du pH, l'extrait sec, la matière grasse, selon les mêmes principes décrits précédemment pour le lactosérum sauf pour la matière grasse.

La matière grasse : même principe et même mode opératoire sauf ; l'acide sulfurique qu'on utilise de densité qui est $d=1,52$, on pèse 3g de fromage puis on verse l'acide sulfurique dans butyromètre, on met dans in bain marie de 65°C jusqu'à la dissolution totale du fromage.

6.2 Les analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques effectuées sur la matière première (cheddar, poudre de lait, sels de fonte, l'eau de processus) et le produit fini ont porté sur recherche de :

- ✓ Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles total(GAMP) (La poudre de lait, l'eau de processus)

- ✓ Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) (la poudre de lait, produit fini).
- ✓ Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus (cheddar, produit fini, l'eau de processus)
- ✓ Recherche et dénombrement des salmonelles (cheddar, produit fini).
- ✓ Recherche et dénombrement des clostridium réducteur (poudre de lait, produit fini et l'eau de processus).
- ✓ Recherche et dénombrement des staphylococcus fécaux dans l'eau de processus.

6.2 Les analyses microbiologiques des matières premières et du produit fini :

Les analyses microbiologiques sont réalisées sur la matière première (cheddar, poudre de lait, sels de fonte, l'eau de processus) et le produit fini.

6.3.1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux dans la poudre de lait et le produit fini :

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Ils sont aérobies facultatifs. Ce sont des bactéries vivant principalement dans les intestins, témoins d'une contamination souvent d'origine humaine.

• Principe :

Les coliformes se distinguent des autres entérobactéries par leur aptitude à fermenter le lactose ; leur détection consiste à incuber l'échantillon à 37°C pendant 24 à 48 heures. Pour cela on utilise des milieux de culture contenant du lactose comme source de carbone et de l'énergie.

6.3.2 Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (*E. coli*) dans la poudre de lait et le produit fini :

C'est le même principe utilisé que celui des coliformes totaux, mais on incube les boîtes à 44°C.

Mode opératoire (annexe V) :

6.3.3 Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus dans le cheddar, le produit fini et l'eau de processus :

Les staphylococcus aureus appartiennent à la famille des Micrococcaceae, c'est une cocci, anaérobies, Gram+, catalase positif, coagulase positive, immobiles et non sporulés, c'est un germe pathogène capable de produire une entérotoxine qui peut causer une intoxication alimentaire.

Principe :

Les staphylococcus aureus se développent rapidement sur milieu Baird Parker (BP) qui est un milieu enrichi de jaune d'œuf (milieu nutritif qui est apporté au moment du coulage de milieu), du tellurate de potassium qui est un agent sélectif et indicateur de la réduction (noircissement des

colonies).

Mode opératoire (annexe V)

6.3.4 Recherche et dénombrement des salmonelles dans le cheddar, produit fini et l'eau de processus :

Les salmonelles appartiennent à la famille des Entérobactériaceae ce sont des bacilles à gram, mobiles et non sporulés, aéro-anaérobie, réduisent les nitrates en nitrites capables de se multiplier dans une gamme de température très large, avec optimum à 37°C.

Principe :

Le nombre de salmonelles est en générale faible dans un produit. Il est nécessaire pour la mise en évidence de cette bactérie de procéder à un pré-enrichissement, puis à un isolement dans un milieu sélectif [31].

Mode opératoire (annexe)

Résultats
Et
Interprétations

Chapitre V

1- Les résultats physico-chimiques des matières premières et du produit fini :

2.1. Le cheddar :

Tableau N°9 : les résultats des analyses physico-chimique du fromage de fonte :

Echantillon					Normes
Analyse	E1	E2	E3	Moye	AFNOR 1986
pH	4,98	5,22	5,35	5,18	5-5,4
Est %	68,58	65,75	65,57	66,63	61%Min
H %	31,42	35,25	34,43	33,36	39%Max
MG %	37	37	34	36	30Min
MG / MS	53,95	56,27	51,52	53,51	50%min

Pour l'interprétation des résultats on peut déduire que le cheddar employé au niveau de la LFB pour la fabrication de FFP présente :

- Des valeurs de PH conformes aux avec une moyenne de 5,18
- Un taux de MG qui répond aux normes exigées
- Le taux d'EST se situe entre 65,57% et 68,58%, il y a une légère différence par rapport à la norme mais cela reste des proportions acceptables

2.2. Les sels de fonte :

Tableau N°10 : résultats des analyses physico-chimique des sels de fonte KASOMEL2394

Echantillon					LFB
Analyse	E1	E2	E3	MOY	AFNOR
Ph	8,21	9,47	9,35	9,01	9,4

- Les résultats du Ph se sel de fonte montrent sa conformité d'utilisation.
- Les sels fonte doivent être stockés dans les meilleures conditions de température et

d'humidité.

2.3. La poudre de lait :

Tableau N°11 : résultats des analyses physico- chimique de la poudre de lait (26%MG)

Echantillon					Normes
Analyse	E1	E2	E3	MOY	AFNPR 1986
Ph	6,67	6,45	6,55	6,55	6,50-6,60
MG%	25	24	28	25,66	26%Min
L'acidité	18	18	15	17	17°C Max

L'analyse physico-chimique de la poudre de lait révèle :

- La valeur moyenne de l'acidité titrable en accord avec les normes.
- Le taux de MG conforme aux normes exigées.

2.3. Eau de processus :

Tableau N°12 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau utilisée :

Echantillons					Normes
Paramètre	E1	E2	E3	Moyenne	AFNOR (1986)
pH	6,87	6,53	6,72	6,70	6,5 à 8,5
TA °F	0	0	0	0	0°F
TAC °F	54	51	43	49,33	22°F Min
TH °F	55,66	82	52	63,22	0-15°F Min

Les résultats obtenus montrent que :

- Les valeurs de Ph sont conformes aux normes AFTOR.
- Le titre alcalimétrique (TA) est conforme à la norme qui est égale à 0°F.
- Un titre alcalimétrique complet supérieure à la norme ceci peut être expliqué par la richesse de l'eau en alcalis libres, carbonate et bicarbonate.
- Un titre hydrométrique (TH) est supérieur à la norme, ceci peut être dû à la richesse de cette eau, en ion calcium et magnésium. L'eau utilisée pour la fabrication du fromage fondu pasteurisé au niveau de l'unité est une eau pure.

2.5. Le produit fini :

Tableau N°13 : résultats des analyses physico-chimique du produit fini :

Echantillon					Normes
Analyse	E1	E2	E3	MOY	AFNOR 1986
Ph	5,65	5,58	5,58	5,60	5,55-5,85
EST %	38,64%	39,15%	39,59%	39,12%	40% Min
MG%	21%	17,5%	15%	17,83%	15-18% Min

Les résultats de l'analyse du produit fini résumés dans le tableau montrent.

- Les valeurs de Ph obtenus varient entre 5,58 à 5,65 et sont conformes à la norme AFNOR
- La valeur moyenne de la matière grasse est conforme à la norme AFNOR qui est entre 15-18%Min

La mesure de la matière grasse dans l'extrait sec joue un rôle dans la consistance du fromage.

3. Les résultats microbiologiques :

3.1. La poudre de lait :

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur la poudre de lait sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau N°14 : résultat des analyses microbiologique de la poudre de lait (26%) :

Echantillons	E1	E2	E3	Normes AFTOR 1986
Germe recherches				
Germes aérobies	0	0	0	
Coliformes totaux / g ou ml	0	0	0	
Coliformes fécaux/ g ou ml	Abs	Abs	Abs	Abs
C.S.R	Abs	Abs	Abs	Max 10germes /g

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait montrent des coliformes fécaux et du clostridium sulfite-réducteur qui est considérés comme des témoins de contamination fécale.

Nous remarquons aussi l'absence des germes aérobies.

D'après les résultats, on peut conclure que la poudre de lait présente une bonne qualité bactériologique.

2.2. Le fromage de fonte (cheddar) :

Les résultantes des analyses microbiologiques du cheddar sont regroupées dans le tableau [21]

Tableau N°15 : résultats des analyses microbiologiques de cheddar :

Echantillons				Normes
Germe recherches	E1	E2	E3	AFNOR 1986
Staphylocoques aureus/g ou ml	Abs	Abs	Abs	Abs/g
Salmonelles : 25g	Abs	Abs	Abs	Abs : 25g

Selon ce tableau, on observe une totale absence des germes recherchés, on peut donc déduire que le cheddar utilisé dans la préparation du fromage est de qualité microbienne parfaite.

Conclusion générale

Conclusion :

L'objectif de la présente étude est de contrôler les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du fromage fondu de la matière première (poudre de lait 0%, beurre, cheddar et eau de processus), en cours de fabrication (mélange), le produit fini.

Nous constatons d'après les résultats que l'ensemble des paramètres physico-chimiques et microbiologiques mesurés, sont conformes aux normes algériennes.

Par ailleurs les résultats du test sensoriel ont permis de mettre en évidence l'échantillon comme produit acceptable par les panelistes sur le critère goût et texture.

En effet, il est caractérisé par une quantité de 0,2 g de menthe ce qui peut expliquer cette acceptation sur le critère goût.

Il serait intéressant à l'avenir voir même souhaitable d'envisager l'exploitation des autres éléments nutritionnels du fromage pour pouvoir bénéficier de toutes ces quantités nutritionnelles de ce produit qui était au départ considéré comme polluant et qui est maintenant classé comme produit noble.

Le travail réalisé au niveau de la LFB nous a permis de suivre d'une part la technologie de fabrication du fromage fondu pasteurisé et les analyses physico-chimiques et microbiologiques et enfin l'incorporation de ces dernières dans du fromage fondu pasteurisé aromatisé à la menthe.

Références bibliographiques

- [1] : **Aghababaie et al, 2014** : Température and Ph optimization for the growth of lactobacillus delbruecki ssp bulgaricus on wey-based meduim using response serrface methodology. In the 7th international chemical engereering congress et exhibition, Kish, Iran (Vol. 180, pp. 196-205).
- [2] : **Accolas et al, 1978** : évolution de la flore lactique thermophile au cours du pressage a pate cuite. Le lait, 58(573-574), 118-132.
- [3] : **Anonyme 3, 1999** : « le guide des aliments, indispensable a tout amateur de cuisine » Ed Québec Amérique Inc., canada, 219p
- [4] : **Ammor et al, 2005** : phenotypic and genotypic identification of lactic acid bacteria isolated from a small-scale facility producing traditional dry sausages. Food microbiology, 22(5),373-382.
- [5] : **Annonyme, 2007** :www.les fromageries.com
- [6] : **Anonem, 1989** : Beine venue dans le monde des KASOMEL ET des fromages fondus.
- [7] : **Anonem, 1991** : Fabrication de fromage fondu. Guide IOHA. BK. La dembury, 300p.
- [8] : **AFNOR 1986** : Méthode d'analyse du lait et son produit laitier. Recueil des normes françaises.2eme édition. Page 580
- [10] : **Bouvier et feutry,2005**
- [9] : **Bouregeois et al, 1996**
- [11] : **Briten, 2003** : le lait source d'ingrédients performants et versaliles J, OF agriculture AND AGRI-FOOD CANADA.
- [12] : **Boutonnier J.L .2000** : La fabrication du fromage fondu technique d'ingénieur p 2, 3,11.
- [13] : **Boutennier, 2002** : fabrication de fromage fondu. Technique d'ingénieur
- [14] : **Boutennier, Roustel, 2014**
- [15] : **CIDIL, 2001** : centre interprofessionnel de documentation et d'information laitière.
- [16] : **CODEX STAN A-6-1978** : norme générale pour le fromage. Lait et produit laitières.
- [17] : **Caridi et al, 2003** : ripening and seasonal changes in microbiological and chemical parameters of the artisanal cheese caprino d'aspromonte produced from raw pr thermized goat's milk. Food Microbiology, 20(2), **201-209**.
- [18] : **Cardamone et al, 2011** : ripening and seasonal changes in microbiological and chemical parameters of the artisanal chesse. Food chemistry, 207, 51-59.x

- [19] : **Courtine R.J, 1972** : « dictionnaire des fromages ». Librairie Larousse p73-74 ».
- [20] : **Carole, 2002** : science et technique du lait, 149p.
- [21] : **Charby et al, 2017** : les produits laitiers en France : évolution du marché et place dans la Diète. Cahiers de nutrition et de diététique, 52, S25-S 34.
- [22] : **Dortu et thonart, 2009** : les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la biotechnologie, agronomie, Société et Environnement, 13(1), 143-154
- [23] : **Debry G, 2001** : lait, nutrition et santé (Ed.) Tec et doc Lavoisier. Paris, France 45-84
- [24] : **FAO/OMS n°A-6 (1978).codex alimentaire** : « lait et produit laitiers ».Ed.2.Rome, FAO/OMS, 136p.
- [25] : **Fournier A, 2006** : « la vache artémis », Slovaquie, p 97 ».
- [26] : **Fredot, 2006** : connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique (éd. Tec. Et doc) Lavoisier, Paris Pp59-87.
- [27] : **FAO, 1995** : le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. N°28.Rome, F.A.O p271.
- [28] : **Gripton et al 1975** : finding of inquest in south australia coroners act
- [29] : **Gilles et Eck, 1997** : le produit dénommé fromage : définition du fromage et normalisation in : le fromage. Ed : 3Paris, Techniques et documentation-Lavoisier, p846-
- [30] : **Gerrit S, 2003**
- [31] : **Joffin J.N et joffin C. 2003** : microbiologie alimentaire.5eme éd, Bordeaux : CRDP d'aquitaine, 396p
- [32] : **Le loir et Valence- Bortel, 2018** : Fromages : pourquoi les microbes sont les meilleurs alliés du goût. The conversation, (25 février 2018), np.
- [33] : **Litpoulou-Tzanetaki et Tzanetakis, 2014** : the microfloras of traditional greek cheeses. Microbiology spectrum, 2(1), 2-1.
- [34] : **Larpert, 1997** : « microbiologie alimentaire : technique de laboratoire », technique et documentation-Lavoisier, 1073p.
- [35] : **Luquet 1990** : lait et produit laitier : vache brebis chèvre, volume3, qualité-énergie et table de composition. Edition Tec et Doc, Lavoisier-Paris, p99
- [36] : **Loquet 1985** : lait et produit laitiers, chèvres, tomel, Tec et Doc, Lavoisier, Paris

[37] :**Luquet.F.M.1985** : lait et produit laitier : vache, brebis, chèvre, volume 2, les produits laitiers transformation et technologies.P2, 254, 259.

[38] : **Michel et al, 2001** : pratiques d'élevage et composition microbienne des laits crus. In symp. Int. Territoires et enjeux du développement régional (pp.9-11).

[39] : **Montel et al, 2014** : traditional cheeses : rich and diverse microbiota with associated benefits.international journal of food microbiology, 177,136-154.

[40] : **Mc Sweeney, 2004** : biochemistry of cheese ripening. International journal of dairy technology, 57(2-3) ,127-144.

[41] : **Majdi A, 2009** : « séminaire sur les fromages AOP et IGP », INT-ingénieur Agromonie, p88.

[42] : **Majdi, 2009** : « séminaire sur les fromages AOP et IGP », INT-ingénieur Agronomie, p88

[43] : **Mietton, 1995** : transformation du lait en fromage. In bactérie lactiques (de roissard et luquet) édition lorica. Tome LP55

[44] : **Mehmet A.k, 2003** : cheesrheology and texture, CRC PRESS, USA, Pp145-23.

[45] : **Maria S, 2001** : functional dairy products, CRC press, england, Vol2, p418.

[46] : **Norme algérienne : N A N°10.96.25, 2013** : Méthode d'analyse détermination de fromage de la teneur en eau (méthode par étuvage). Ministère du commerce, CACQE (IDAQUALITEC).

[47] : **Norme algérienne N A 5935,1993**

[48] : **O'sullivan et al, 2015** : temporal and spatial differnces in microbial compositionb during the manufacture of a continental-type cheese. Applied and environmental microbiology, 81(7) ,2525-2533.

[49] : **Olsen, 1990** : the impact of lactic acid becteria on cheese flovor, FELS microbiology reviews, 7(1-2) ,131-147.

[50] : **Olivera étal, 2016 ; Richonnet, 2016**

[51] : **Park, 2012** : goat milk and human nutrition. In first Asia dairy goat conférence (vol.9, p.31).

[52] : **Poujheon et goursaud, 2001**

[53] : **Pouttier et al, 2008** : safety assessment of dairy microorganisms : geotrichum candidum. International journal of food microbiology, 126(3) ,327-332

[54] : **Paradal, 2012** : transformation fromagère caprine fermière, lavoisier.

[55] : **Randa ZZO al, 2009** : application pf molecular approches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. Journal of microbiological methods, 78(1), 57-72.

[56] : **Rodas et al, 2005** : Polyphasic study of wine lactobacillus strains : taxonomic implications. International journal of systematic and evolutionary microbiology, 55(1), 197-207.

[57] : **Richonnet, 2016** : caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. CahNutrDiet, 51(1) ,48-56.

[58] : **Ramesh, 2001**

[59] : **Soustre, 2007**

[60] : **St-Gelais et Tirard-Collet, 2001**

[61] : **Schuck et al, 2004** : immigration and piblic opinion in liberal démocratique.

[62] : **Tamime, 2001**

[63] : **Vikou et Gbangboch, 2019** : les mammites infectieuses,obstacles à l'amélioration de la santé animale et à la production de lait et du fromage. European scientific journal, 15,344-363.

[64] : **Vignola, 2002**

[65] : **Vignola C.L, 2002** : Science et technologie du lait, Edition presses internationales polytechnique.Canada ISBN, 600p

[66] : **Walstra.P, Jennes R :**

Annexe

❖ **Annexe I**

Modes opératoires réalisés du fromage fondu :

❖ **Détermination du PH**

➤ **Mode opératoire :**

On fait l'étalonnage du PH-mètre avec la solution hydrogénocarbonate de potassium (6,5 à 7, ensuite on rince l'électrode avec de l'eau distillée. Plonge l'électrode dans lactosérum à analyser et on le laisse jusqu'à la stabilisation du PH.

On note la valeur du PH et la température affichée sur l'appareil

➤ **Expression des résultats :**

La lecture se fait directement sur le PH mètre, exprimée en unité PH à une température de 20°C (la valeur du PH est lus directement sur l'écran du PH mètre).

❖ **Détermination de la teneur en extrait sec totale(LFB)**

➤ **Mode opératoire :**

Une feuille d'aluminium préalablement pèse et contenant la prise d'essai. Réglai les paramètres de fonctionnement de l'analyseur d'humidité (température à 80°C, mode 100°C, temps 0.0min et tarer la coupelle), étaler d'une façon homogène 1.2 à 1.5g de l'échantillon sut un papier d'aluminium et déclencher le processus de séchage.

➤ **Expression des résultats :**

La détermination de la matière sèche est donné quand l'appareil s'arrêt automatiquement et lorsque aucun perte de poids est détecte. Le pourcentage de la matière sèche est directement sur l'affichage de l'appareil après dessiccation total du produit, le poids résiduel en pourcentage massique correspond à la matière sèche de l'échantillon analyse

❖ **Détermination de la teneur en matière grasse : [8]**

➤ **Mode opératoire :**

Bien mélanger l'échantillon avant prélèvement. Lorsque le lactosérum repose, la matière Grasse a tendance à remonter en surface. Dans un butyromètre, mettre 10ml d'acide sulfurique concentré (d=1,82), Ajouter doucement 11ml de l'échantillon à analyser et 1ml d'alcool iso amylique. Boucher et agiter en se protégeant de la chaleur qui se dégage.

Centrifuger dans une centrifugeuse Gerber à 1100tr/min pendant 5 minutes

Mettre le tube au bain marie type à 70°C pendant 10 minutes sans le retourner

Avec le bouchon, faire correspondre le début de la matière grasse avec le 0 du butyromètre et lire directement la teneur en matière grasse.

Vider le butyromètre dans un récipient approprié car le mélange est encore un acide concentré

$$MG = B - A$$

A : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de MG,

B: est la lecture faite à l'extrémité supérieure

❖ Annexe II

Modes opératoires réalisées sur le fromage fondu et les matières

Premières :

❖ Recherche et dénombrement des coliformes totaux

➤ Mode opératoire

1 ml de chaque dilution 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ sont introduits dans 3 boîtes de pétri coulés avec de la gélose Désoxycholate en surfusion à 45°C puis en faisant des mouvements circulaires. Laisser refroidir à température ambiante et incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures,

➤ Lecteur

Le résultat positif se traduit par l'apparition des colonies de couleur rose.

❖ recherche et dénombrement des coliformes fécaux (E. col)

➤ Mode opératoire

Un ml de chaque dilution (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³) sont introduit dans 3 boîtes de pétri coulés avec de la gélose Désoxycholate en surfusion à 45°C puis en faisant des mouvements circulaires. Laisser refroidir et incuber à 44°C pendant 24 à 48 heures

➤ Lecteur

Le résultat positif se traduit par l'apparition des colonies de couleur rose,

❖ recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus

➤ Mode opératoire

Nous étalon stérilement, à la surface de 3 boîtes de pétri contenant le milieu Baird Parker (BP) 0,1ml de la solution mère (dilution 10⁻¹).

Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures,

➤ **Lecture**

Le résultat positif est traduit par l'apparition des colonies noires brillantes, convexes et entourées d'un halo clair d'environ 5 mm de diamètre due à une lipolyse et protéolyse du jaune d'œuf.

❖ **recherche et dénombrement des salmonelles**

➤ **Mode opératoire**

Pour réaliser cette recherche on doit passer par trois étapes:

a) Le pré-enrichissement

On ensemence 25ml de la solution mère dans 100ml du milieu sélectif B.L.M.T. après homogénéisation on les incube à 37°C pendant 24 heures,

b) L'enrichissement

A partir du milieu de pré-enrichissement, 1ml est repris dans le milieu sélectif S.F.B (10ml). l'incubation de tube se fait à 37°C pendant 24 heures.

c) L'isolement

A partir du milieu d'enrichissement on réalise un ensemencement en strie dans 3 boîtes pétris qui contiennent la gélose Hektoen. Puis on les incube à 37°C pendant 24 heures,

➤ **Lecture**

Le résultat positif est traduit par l'apparition des colonies bleu verdâtre à centre noire dû à la production d'H₂S

❖ Annexe III

➤ Appareils utilisés :



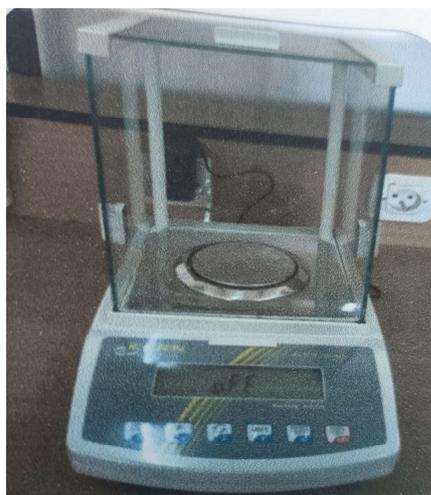
Etuve



stérilisation des boîtes



PH-mètre



Balance analytique



Centrifugeuse Gerbe



Dessiccateur



Bain marie