

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOMEMASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Alimentation et nutrition animale

Présenté par :

BOUDJENAH Menouer & YAHMI Amira

Thème

***FABRICATION ET CONTROLE QUALITE DU
FROMAGE A PATE MOLLE TYPE CAMEMBERT
(SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE)***

Soutenu le : 27 / 09 / 2020

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme. BOUBEKKA. N

MCB.

Univ. de Bouira

Présidente

Mme. MOHAMEDI. S

MAA.

Univ. de Bouira

Examinatrice

Mme. DOUMANDJI. W

MCB.

Univ. de Bouira

Promotrice

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord le Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreuse Mme : DOUMANDJI Waffa pour son encadrement, ses conseils et son aide précieux et constant qu'elle m'a apporté tout au long de ce travail, ainsi que pour les remarques constructives qu'elle m'a donné lors de la rédaction de ce mémoire.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury Mme. BOUBEKKA Nabila, et Mme. MOHAMEDI Saliha pour l'intérêt qu'elles ont portées à mes recherches en acceptant d'examiner mon travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

J'adresse mes plus sincères remerciements à tous les enseignants de département del' agronomie qui, par leur enseignement, ont contribué à ma formation durant tout mon cursus universitaire.

Dédicaces

*Tant de fois avais de reconnaissance pour tout ce que vous avez
consenti rien que pour me Voir*

*A toi papa et à toi maman école de mon enfance, vous êtes
mon nombre les années de mes études*

je dédie ce travail

*Que Dieu vous garde et vous procure santé, bonheur et longue
vie pour vous*

Flambeau illuminant le chemin de vos enfants

A mes frères

A mon binôme YAHMI Amira,

A tous mes amis Raouf, Islam, Aïssa, Zaki, Youcer

DER, Hamza Rikose

Mlle. AOUCHICHE Sara

*A toutes les personnes que j'ai connues, et à ma promotion
de Production*

*Je dédie ce mémoire à toutes personne qui ma soutenu de
près ou de loin.*

Menouer

Dédicaces

Je dédie ce travail à:

Mes parents chéris pour leur sacrifice, leurs soutiens moral et financier et affectif tout au long de mon parcours scolaire,

Mon trésor frère Amin et à ma sœur adorables Lyna qui ont été toujours présents à mes côtés et qui m'ont soutenu, et à toute ma famille sans exception

Mon camarade et binôme Boudjenah Menouer et à toute la promotion 2019-2020 de Production et nutrition animale.

Toutes mes amies particulièrement : Lydia, Dania, Bahia, Saida,

Tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.

Amira

LISTE DES FIGURES

| | | |
|-----------------------|--|----|
| Figure N° 01 : | Fromage à pâte molle « Camembert »..... | 12 |
| Figure N° 02 : | La coagulation du lait | 17 |
| Figure N° 03 : | Moulage des Camemberts | 19 |
| Figure N° 04 : | Le salage du fromage a pate molle «Camembert »..... | 20 |
| Figure N° 05 : | L'affinage du fromage a pate molle «Camembert »..... | 21 |
| Figure N° 06 : | La variation de l'acidité des trois types de lait..... | 33 |
| Figure N° 07 : | Variations de la densité..... | 33 |
| Figure N° 08 : | Variations de la teneur en MG..... | 34 |
| Figure N° 09 : | Dénombrement des FTMA..... | 36 |
| Figure N° 10 : | Dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> | 37 |
| Figure N° 11 : | Dénombrement des <i>Coliformes fécaux</i> | 38 |
| Figure N° 12 : | Dénombrement des <i>Coliformes totaux</i> | 39 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-----------------------|---|----|
| Tableau N°01 : | Composition lipidique du lait | 4 |
| Tableau N°02 : | Composition du lait en minéraux | 5 |
| Tableau N°03 : | Composition vitaminique moyenne du lait cru | 6 |
| Tableau N°04 : | Caractéristiques des principaux enzymes du lait | 6 |
| Tableau N°05 : | La teneur en matières azotées dans le lait | 7 |
| Tableau N°06 : | Teneur en eau des fromages | 9 |
| Tableau N°07 : | Teneur lipidique pour 100 g de fromage | 9 |
| Tableau N°08 : | Teneur protéique des fromages | 10 |
| Tableau N°09 : | Teneurs comparées en oligoéléments du lait et des fromages | 11 |
| Tableau N°10 : | Composition moyenne du fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type Camembert | 13 |
| Tableau N°11 : | Critères microbiologiques applicables aux laits crus | 14 |
| Tableau N°12 : | Caractéristiques des deux modes habituels de coagulation du lait | 18 |
| Tableau N°13 : | Tableau comparatif des paramètres physicochimiques des laits analysés (lait cru, lait reconstituée le lait cru pasteurisé) | 32 |
| Tableau N°14 : | Caractéristiques descriptives des flores étudiées et normes du lait (UFC/ml) | 35 |

Liste des abréviations

°D : Degré Dornic (quantité d'acide lactique naturel dans le lait qui est 0,1g)

ESD : extrait sec dégraissée

EST : extrait sec total

F.T.M.A : Flore totale aérobie mésophile

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

Mc : la masse en gramme de la capsule vide.

MG : Matière grasse

PCA : Plate Count Agar

pH : Potentiel Hydrique

pHe : Potentiel Hydrique à l'équilibre

Strept.f.: Streptocoques fécaux

Staph : Staphylocoques

UFC : Unité Formant Colonie

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale01

Chapitre I : Le lait cru

I. Généralités sur le lait cru03

I.1. Définition réglementaire sur le lait cru03

I.2. Composition chimique du lait cru03

I.2.1. L'eau 03

I.2.2. La matière grasse04

I.2.3. Les glucides du lait04

I.2.4. Les minéraux du lait04

I.2.5. Les vitamines du lait 05

I.2.6. Les enzymes du lait 06

I.2.7. La matières azotées du lait07

Chapitre II : Généralités sur le fromage et le camembert

II.1. Généralités sur le fromage08

II.1.1. Constituants du fromage08

II.1.1.1. Teneur en eau et extrait sec complémentaires08

II.1.1.2. Matière grasse09

II.1.1.3. Les protéines10

II.1.1.4. Les glucides10

II.1.1.5. Les minéraux10

II.1.1.5.1. Sodium11

II.1.1.5.2. Calcium et phosphore11

II.1.1.5.3. Oligoéléments11

| | |
|--|----|
| II.1.2. Microbiologie du fromage | 12 |
| II.2. Généralités sur le fromage à pate molle type camembert | 12 |
| II.2.1. Composition et valeurs nutritionnelles | 13 |
| II.2.2. Nature de la matière première | 14 |
| II.2.2. 1. Traitements préliminaires du lait | 14 |
| II.2.2. 1.1. Standardisation | 15 |
| II.2.2. 1.2. Homogénéisation | 15 |
| II.2.2.2. traitements thermiques du lait (Pasteurisation) | 15 |
| II.2.3. Les étapes de fabrication du fromage à pate molle type camembert | 16 |
| II.2.3.1.ensemencement – Maturation | 16 |
| II.2.3.2. Coagulation du lait | 16 |
| II.2.3.2.1. Coagulation par voie acide | 17 |
| II.2.3.2.2. Coagulation par voie enzymatique | 17 |
| II.2.3.3. Découpage et tranchage | 18 |
| II.2.3.4. Brassage | 19 |
| II.2.3.5. Moulage | 19 |
| II.2.3.6. Egouttage | 19 |
| II.2.3.7. Démoulage | 20 |
| II.2.3.8. Salage | 20 |
| II.2.3.9. Ressuyage | 21 |
| II.2.3.10. L'affinage | 21 |
| II.2.3.11. Lavage | 22 |
| II.2.3.12. Conditionnement | 22 |
| II.2.4. L'écosystème Camembert | 22 |
| II.2.4.1. Les bactéries | 22 |
| II.2.4.1.1. Les ferments lactiques (Bactéries lactiques «BL») | 23 |
| II.2.4.1.2. Les ferments d'affinage (Bactéries d'affinage) | 24 |
| II.2.4.2. Levures | 25 |

Chapitre III : Synthèse Bibliographique

| | |
|---|----|
| III.1. Synthèse de travaux effectués sur la fabrication et le contrôle de la qualité du fromage à pâte molle (type camembert) | 27 |
| III.1.1. « L'influence de la variation des paramètres techniques et des ferments lactiques sur la qualité du fromage type «Camembert» | 27 |
| III.1.2. « Fabrication de fromage de type Camembert à base de lait reconstitué » | 28 |
| III.1.3. Qualité du lait cru destinée à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien) | 30 |
| III.2. Comparaison entre les résultats des trois travaux effectués sur la fabrication et le contrôle de la qualité du fromage à pâte molle (type Camembert) | 32 |
| III.2.1. Comparaison entre les résultats des paramètres physico-chimiques | 32 |
| III.2.1.1. La variation de l'acidité titrable | 32 |
| III.2.1.2. La densité | 33 |
| III.2.1.3. La teneur en matière grasse | 34 |
| III.2.2. Comparaison entre les résultats des paramètres microbiologiques | 35 |
| III.2.2.1. Flore totale aérobie mésophile | 36 |
| III.2.2.2. <i>Staphylococcus aureus</i> | 37 |
| III.2.2.3. <i>Coliformes fécaux</i> | 38 |
| III.2.2.4. <i>Coliformes totaux</i> | 39 |
| COCLUSION | 40 |
| REFERENCES | |

Introduction Générale

*« la recherche procédé par des moment distincts et durables
instuition , aveuglement , exaltation et fièvre . Elle aboutit un
jour à cette joie , et connait cette joie celui qui a vécu des
moments singuliers »*

Albert Einstein , « comment je vois le monde »



Le lait est un produit d'une grande valeur alimentaire de par sa richesse en lipides, protéines, glucides et en éléments biologiques (enzymes, vitamines, minéraux). Outre ses propriétés nutritives et diététiques, mais mise à part ça le lait renferme des microorganismes joue un rôle fondamental dans le monde vivant, ils ont été les premières formes de vie sur la terre et sont capable de s'installer dans toutes les zones où la vie est possible (**TORMO. 2010**), ils peuvent être responsables d'intoxication alimentaires mais permettent également de fabriquer de variétés d'aliments fermentés. Ces microorganismes soient le principal facteur de dégradation du lait, ils sont historiquement utilisés pour sa transformation et sa conservation (**TORMO. 2010**).

Depuis décembre 1988 on désigne par la mention « fromage » un produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenus à partir de matière d'origine exclusivement laitière : le lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, utilisées seul ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse.

Le fromage est défini comme étant un produit laitier coagulé, des différentes qualités, chacun ayant sa spécification .Ils varient par la nature du lait, par la teneur en matière grasse et par leur mode de préparation (**ACHEZEGAG. et al. 2008**). Parmi les types de fromage on peut citer : les fromages frais, à pâtes pressées, à pâtes dures, à pâtes filées, les fromages fondus, ainsi que les fromages à pâte molle, à croûte lavée ou fleurie.

Les pâtes molles, sontensemencées en surface avec une moisissure qui provoque par affinage en cave l'apparition d'une croûte. Le terme à pâte molle s'applique à un fromage qui ne subit au moment de sa fabrication ni chauffage, ni pressage. La pâte est alors onctueuse voire coulante à pleine maturation du fromage.

Le terme à croûte fleurie s'applique à un fromage dont la croûte est couverte de penicillium qui lui donne un aspect duveteux blanc comme le « camembert ».

Le fromage est considéré comme un écosystème, car il comporte des microflore naturelles et/ou additionnelles, utiles et /ou pathogènes qui ont une importance dans leur fabrication, mais indicateurs d'un ou de plusieurs problèmes rencontrés lors du procédé de fabrication ou susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine lors de la mise sur le marché (**ACHEZEGAG. et al. 2008**).

Notre objectif était la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert à partir de la matière première qui est le lait cru ou le lait reconstitué. et d'évaluer la qualité du camembert de LA VALLEE, physico-chimique et bactériologique et de comparer nos résultats à ceux effectués sur le même produit avec de la matière première (lait) différente, soit du lait cru pasteurisé et de lait reconstitué

Notre recherche n'a pu pas être effectuée suite au confinement dû à la pandémie COVID 19.

- Dans le chapitre I et II, nous allons présenter une synthèse bibliographique sur les connaissances actuelles relatives du fromage à pâte molle du type «Camembert », en passant par certaines généralités du fromage ainsi que sa matière première de fabrication (le lait).
- Dans le troisième chapitre, nous allons faire une étude bibliographique sur trois types de lait ; lait cru de vache (laiterie de Constantine), lait reconstitué 100% et lait cru et pasteurisé (laiterie LA VALLEE) utilisés pour la fabrication du fromage à pâte molle.

Chapitre I

Généralités sur le lait cru

«On ne peut pas acheter le bonheur. On peut cependant acheter du camembert et c'est presque pareil»

Jule Fernande



I. Généralités sur le lait cru

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 » (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

Le Codex Alimentarius en 1999, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes (**ABOU TAYEB, 2009**).

I.1. Définition réglementaire sur le lait cru

JEANTET et ses collaborateurs (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

I.2. Composition chimique du lait cru

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 *Bos indicus* que chez *B. Taurus*. La teneur en matière grasse du lait de bovin *B. indicus* peut atteindre 5,5 %.

I.2.1. L'eau

L'eau est un élément quantitativement le plus important, elle représente environ 9/10 (81 à 87 %) du lait. Le lait est riche en eau : ½ litre de lait (2 grands verres) apporte 450 ml d'eau. Il participe donc à la couverture des besoins hydriques de l'organisme (**FREDOT, 2005**).

I.2.2. La matière grasse

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

Le tableau N° 01 indique les proportions des différents constituants de la fraction lipidique du lait (**GRAPPIN et POCHE**T., 1999).

Tableau N°01: Composition lipidique du lait (**GRAPPIN et POCHE**T., 1999).

| Constituants | Proportions de lipides du lait (%) |
|-------------------------|------------------------------------|
| Triglycérides | 98 |
| Phospholipides | 01 |
| Fraction insaponifiable | 01 |

I.2.3. Les glucides du lait

MATHIEU(1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie. Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (**HODEN et COULON, 1991**).

I.2.4. Les minéraux du lait

La quantité des minéraux contenus dans le lait après incinération varie de 0,60 à 0,90%. Ils prennent plusieurs formes ; ce sont le plus souvent des sels, des bases, des acides (**JUILLARD et RICHARD., 1996**).

À cette liste s'ajoutent certains éléments, comme le soufre présent dans les protéines et les oligo-éléments suivants, qui sont présents à de faibles concentrations ou à l'état de trace : manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane, lithium et probablement certains autres. Cette composition est sujette à d'importantes variations selon les saisons et l'alimentation des vaches. Ainsi, un lait provenant de vaches en pâturage sera

plus stable lors des traitements thermiques puisque sa teneur en citrate sera plus élevée ; ce composé fixe le calcium qui peut avoir un effet déstabilisant.

Il est important de noter que la composition en minéraux d'un lait mammiteux tendra à se rapprocher de la composition du sang ; c'est pourquoi il sera plus riche en chlorures et en sodium, mais moins riche en calcium, magnésium, potassium et phosphore (**JUILLARD et RICHARD. 1996**).

Le tableau N°02 indique les proportions des différents minéraux du lait

Tableau N° 02 : composition du lait en minéraux (JUILLARD et RICHARD., 1996).

| Minéraux | Teneur (mg/kg) | Minéraux | Teneur (mg/kg) |
|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Sodium (Na) | 445 | Calcium (Ca) | 1180 |
| Magnésium (Mg) | 105 | Fer (Fe) | 0,50 |
| Phosphore (P) | 896 | Cuivre (Cu) | 0,10 |
| Chlore (Cl) | 958 | Zinc (Zn) | 3,80 |
| Potassium (K) | 1500 | Iode (I) | 0,28 |

I.2.5. La matière azotée du lait

Il représente chez la vache 5% de l'azote total du lait. Il est essentiellement constitué par l'urée (33 à 79% de l'azote non protéique du lait). On y trouve également et par ordre d'importance les acides aminés, l'acide urique, l'ammoniac, la créatinine. Il y a une corrélation étroite entre la teneur en urée du lait et celle du sang (**HANZEN, 1999**).

I.2.6. Les vitamines du lait

Selon **VIGNOLA (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**JEANTET et al., 2008**).

Le tableau N°03 indique la composition vitaminique moyenne du lait cru

Tableau N° 03: Composition vitaminique moyenne du lait cru (AMIOT *et al.*, 2002).

| <i>Vitamines</i> | <i>Teneur moyenne</i> |
|---|-----------------------|
| <i>Vitamines liposolubles</i> | |
| Vitamine A (+carotènes) | 40µg/100ml |
| Vitamine D | 2.4µg/100ml |
| Vitamine E | 100µg/100ml |
| Vitamine K | 5µg/100ml |
| <i>Vitamines hydrosolubles</i> | |
| Vitamine C (acide ascorbique) | 2mg/100ml |
| Vitamine B ₁ (thiamine) | 45µg/100ml |
| Vitamine B ₂ (riboflavine) | 175µg/100ml |
| Vitamine B ₆ (pyridoxine) | 50µg/100ml |
| Vitamine B ₁₂ cyanocobalamine) | 0.45µg/100ml |
| Niacine et niacinamide | 90µg/100ml |
| Acide pantothénique | 350µg/100ml |
| Acide folique | 5.5µg/100ml |
| Vitamine H (biotine) | 3.5µg/100ml |

I.2.7. Les enzymes du lait

POUGHEON (2001) définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile.

Le tableau N°04 indique les caractéristiques des principaux enzymes du lait

Tableau N° 04: Caractéristiques des principaux enzymes du lait (VIGNOLA, 2002).

| <i>Groupe d'enzyme</i> | <i>Classes d'enzymes</i> | <i>pH</i> | <i>Température (°C)</i> | <i>Substrats</i> |
|---|--------------------------|-----------|-------------------------|---|
| <i>Hydrolases</i> | <i>Estérases</i> | | | |
| | Lipases | 8.5 | 37 | Triglycérides |
| | Phosphatase alcaline | 9-10 | 37 | Esters phosphoriques |
| | Phosphatase acide | 4.0-5.2 | 37 | Esters phosphoriques |
| | <i>Protéases</i> | | | |
| | Lysozyme | 7.5 | 37 | Parois cellulaire microbienne |
| | Plasmine | 8 | 37 | Caséines |
| <i>Déshydrogénases ou oxydases</i> | Sulfhydryle oxydase | 7 | 37 | Protéines, peptides |
| | Xanthine oxydase | 8.3 | 37 | Bases puriques |
| <i>Oxygénases</i> | Lactoperoxydase | 6.8 | 20 | Composés réducteurs+H ₂ O ₂ |
| | Catalase | 7 | 20 | H ₂ O ₂ |

I.2.8. La matières azotées du lait

- ✓ **Matières azotées protéique :** matières azotées protéique du lait est composée principalement de Caséines qui sont des phosphoprotéines présentes dans la phase colloïdal sous forme de micelle de casernâtes de calcium
- ✓ **Matières azotées non protéique :** l'azote non protéique comprend toutes les molécules possédant l'azote sauf les protéines

Le tableau N°05 indique la teneur en matières azotées dans le lait

Tableau N° 05:La teneur en matières azotées dans le lait

| Matières azotées | Teneur (g/l) |
|-------------------------|---------------------|
| Protéique | 32.7 |
| Caséine | 28 |
| Protéine soluble | 4.7 |
| Non protéique | 0.3 |

Chapitre II

Généralités sur le fromage et le camembert



« Ce soir, je me contente d'un camembert bien sur »

Anatole Bisk



II.1. Généralités sur le fromage

D'après GILLIS (2000), le fromage, selon la norme Codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de sérum/caséines ne dépasse pas celui du lait et qui est obtenu :

a) Par coagulation complète ou partielle des matières premières suivantes: du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action partielle du lactosérum résultant de cette coagulation et /ou,

b) Par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou de matières provenant du lait de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques similaires à celles du produit défini au paragraphe a).

II.1.1. Constituants du fromage

Les fromages représentant un groupe alimentaire très hétérogène dont la constitution est très variable. Selon la qualité de la matière première utilisée ou selon la technique de fabrication.

II.1.1.1. Teneur en eau et extrait sec complémentaires

L'extrait sec et le complémentaire à 100 % de la teneur en eau. IL est en fonction de la matière grasse de lait et de la crème ajoutée et de l'importance d'égouttage (LUQUET, 1990).

La teneur en eau des fromages a été indiquée dans le tableau N° 06

Tableau N° 06 : Teneur en eau des fromages (MICHEL *et al*, 2000).

| | Teneur en eau (%) | Teneur moyenne en eau(%) |
|---------------------------------|-------------------|--------------------------|
| fromage blanc | = 80 | = 80 |
| fromage à pâte molle | | |
| Camembert 30 % | 58 | |
| 45 % MG | 50 | |
| 50 % MG | 45 | 50 |
| 60 % MG | 43 | |
| Roquefort 50 % MG | 40 | |
| Fromage a pate semi dure | | |
| Edam 30 % MG | 50 | 45 |
| 40 % MG | 45 | |
| Fromage à pâte dure | | |
| Emmental 45 % MG | 36 | 35 |
| Parmesan 40 % MG | 25 | |
| Fromage fondu | 65 | 50 |
| 25 % MG | | |

II.1.1.2.Matière grasse

De point de vue qualitatif, la composition relative en lipide est celle du lait, c'est-à-dire en majeure partie sous forme de glycéride. Le cholestérol a subi la même concentration que le triglycéride, il peut atteindre 120 mg pour 100 g dans les fromages à pâte dure (LUQUET., 1990).

Le tableau 07 indique la teneur lipidique de fromage

Tableau N°07 : Teneur lipidique pour 100 g de fromage (LUQUET., 1990).

| Pour 100g | Fromage Blanc à 45% | Edam à 45% | Gruyère Fondus à 45% | Roquefort à 45% |
|--|---------------------|------------|----------------------|-----------------|
| Matière grasse en g dans le produit fin | Soit 9% | Soit 26% | Soit 23% | Soit 29% |

II.1.1.3. Les protéines

Lors de l'égouttage, les protéines du lait subissent une concentration. Le paracaséinate est la protéine la plus importante, dans les fromages affinés traditionnels, car les protéines solubles et les glycopeptides ont été éliminées avec le lactosérum. Par contre, dans les fromages obtenus par ultrafiltration préalable, toutes les protéines du lait sont présentes et ont été concentrées (LUQUET., 1990).

Le tableau 08 indique la teneur protéique des fromages

Tableau N° 08 : Teneur protéique des fromages (LUQUET., 1990).

| Fromage | Teneur protéique En g pour 100g | Concentration par rapport au lait |
|---|--|--|
| Fromage blancs | 7 à 10 | 2.5 à 3 |
| Pate molle | 20 à 21 | 6 à 7 |
| Patte persillée | 22 | 6 à 7 |
| Pate demi-dur | 25 à 26 | 7 à 8 |
| Pate dure | 28 à 30 | 8 à 9 |
| Fromage fondu (pate fraiche) | 9 à 11 | 3 |
| Fromage fondu (pate dure) | 14 à 20 | 4.5 à 7 |

II.1.1.4. Les glucides

La teneur en glucides des fromages blancs est de 3 à 4%, celle des fromages affinés et fondus est négligeable (2%), et elle est quasiment nulle dans les fromages à pâte pressée.

Le lactose a été entraîné lors de l'égouttage dans le lactosérum ou a été transformé par la flore lactique lors de caillage ou de l'affinage.

L'acide lactique construit, a une saveur rafraîchissante dans les fromages frais. Les acides volatils formés lors de la transformation du lactose par la microflore, tels que les acides acétiques, propénoïques, cétones ... Etc. Sont sapides et odorantes (LUQUET., 1990).

II.1.1.5. Les minéraux

II.1.1.5.1. Sodium

Les fromages ont subi l'adjonction de chlorure de sodium et/ou autres sels de sodium. De ce fait, l'augmentation de leur consommation constatée ces quinze dernières années a concouru au fort apport sodique de l'alimentation, pouvant intensifier les troubles cardio-vasculaires (LUQUET., 1990).

Voici la teneur en sodium pour 100g de fromage (LUQUET., 1990):

- ✓ Fromage blanc : 30 à 40 mg, mais le demi - sel : 1100mg.
- ✓ Fromage affiné : 800mg en moyenne.
- ✓ Fromage à pâte molle, à croûte moisie et à croûte lavée : 900mg valeur moyenne acceptable.
- ✓ Fromage à pâte demi-dure :1000 mg valeurs moyennes acceptables. - Fromage fondu : 1500mg en moyenne.

II.1.1.5.2. Calcium et phosphore

Dans la majorité des fromages, le rapport calcium / phosphore, reste à peu près à la même approximation dans la majorité des fromages mesuré à 1,4 dans le lait, sauf dans les fromages à caillage lactique, à égouttage lent où il est de 1.2 (LUQUET., 1990).

Le phosphore restant plus lié aux matières organiques. Dans les fromages fondus dans lesquels des poly phosphates ont été ajoutés, il est compris entre 0.5 et 1. La teneur en magnésium est de 10 à 50 mg pour 100g en rapport avec la concentration en matières sèche (LUQUET F.M., 1990).

II.1.1.5.3. Oligoéléments

Le lait a une teneur faible en oligoéléments. Dans les fromages, les oligoéléments se concentrent avec la matière sèche.

Tableau N° 09: Teneurs comparées en oligoéléments du lait et des fromages (LUQUET., 1990).

| | Fer | Cuivre | Zinc | Sélénium |
|----------------|------------|---------------|-------------|-----------------|
| Lait | 0.05 | 0.01 | 0.38 | 0.0033 |
| Fromage | 0.2 à 1 | 0.08 à 0.5 | 0.5 à 4.5 | 0.006 |

II.1.2. Microbiologie du fromage

La présence de certains microorganismes utiles est indispensable pour la fabrication du fromage. Ces germes vont déterminer le triomphe du fromage en lui donnant ses caractéristiques de texture, de saveur, d'aspect, etc. L'élaboration du fromage à pour nature de désigner et de promouvoir l'augmentation des germes utiles, tout en abrégant la contamination par des germes importuns et en entravant leur développement (**LE JAOUEN., 1993**).

La présence des micro-organismes dans le fromage va dépend du degré de contamination et des compétences de développement des germes dans le fromage, et l'absence totale de contamination est complexe, voire impossible à accomplir. Ce sont exclusivement les critères physico-chimiques du fromage et les paramètres d'affinage et de stockage, qui vont diriger le développement microbien (**LE JAOUEN., 1993**).

Parmi les micro-organismes indésirables légitimes de contaminer le lait et les fromages, il faut distinguer deux catégories selon le degré de gravité :

- ✓ les pathogènes, dangereux pour la santé humaine qui ne doivent pas être présents,
- ✓ les germes nuisibles à la qualité organoleptique des fromages.

II.2. Généralités sur le fromage à pâte molle type camembert

Selon **VEISSEYRE (1975)**, le Camembert est défini comme étant un fromage à pâte molle, à caillé non divisé en forme de cylindre plat. Il a un diamètre de 10 à 11 cm et une épaisseur de 3 cm. Il renferme au moins 40 % de matière grasse et 110 g de matière sèche. C'est un fromage affiné à moisissures superficielles, originaire de Normandie (France).



Figure N° 01: Fromage à pâte molle « camembert » [1]

II.2.1. Composition et valeurs nutritionnelles

Le Camembert renferme 30 à 50 % de matière azotée / matière sèche, selon son mode d'élaboration. Il s'inscrit ainsi parmi les meilleures sources alimentaires de protéines ayant une digestibilité élevée (MIETTON., 1995).

De plus, la haute valeur biologique de ces protéines lui est conférée tant par leur composition équilibrée en acides aminés.

La matière grasse du Camembert (25 à 40%) conditionne l'onctuosité de la pâte et constitue une source importante de la flaveur particulière conférée au produit fini (NEELAKANTEN *et al*, 1971).

Concernant le lactose, il faut noter que les fromages affinés sont pratiquement dépourvus des glucides car la faible quantité de lactose, restant dans le caillé après égouttage, est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Pour les autres nutriments, le Camembert constitue un apport important en calcium. (200 à 700 mg/ 100g), en phosphore, en sodium et en vitamines (ECK., 1990).

Le tableau N°10, donne la Composition moyenne du fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type Camembert (GUEGEN., 1979).

Tableau N° 10: Composition moyenne du fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type Camembert (GUEGEN., 1979).

| Constituants | Composition |
|------------------|-------------|
| Eau (g) | 50 |
| Energie (Kcal) | 310 |
| Glucides (g) | 4 |
| Lipides (g) | 24 |
| Protéine (g) | 20 |
| Calcium (mg) | 400 |
| Phosphore (mg) | 250 |
| Magnésium (mg) | 20 |
| Potassium (mg) | 150 |
| Sodium (mg) | 700 |
| Zinc (mg) | 5 |
| Vitamine A (U.I) | 1010 |

II.2.2. Nature de la matière première

La fabrication du fromage à pâte molle type Camembert exige l'emploi d'un lait cru de haute qualité bactériologique et physico-chimique dont les normes appliquées sont les suivantes :

Selon (JORA N° 069 du 27-10-1993), le lait ne doit pas :

- Etre coloré, mal propre ou mal odorant
- Prévenir d'une traite opérée moins de sept jours après le part
- Provenir d'animaux atteints des maladies contagieuses ou de mammites
- contenir notamment des résidus antiseptiques, antibiotiques et pesticides

Tableau N° 11 : critères microbiologiques applicables aux laits crus (JORA du 02-07-2017)

| | Micro-organismes/ métabolites | Plan d'échantillonnage | | Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml) | |
|--|----------------------------------|------------------------|---|---|-------------------|
| | | n | c | m | M |
| | Germes aérobies à 30°C | 5 | 2 | 3x10 ⁵ | 3x10 ⁶ |
| | Staphylocoques à coagulase + | 5 | 2 | 10 ² | 10 ³ |
| | Coliformes thermotolérants | 5 | 2 | 5x10 ² | 5x10 ³ |
| | Salmonella | 5 | 0 | Absences dans 25ml | |
| | Antibiotiques | 1 | - | Absences dans 1ml | |
| | Listeria monocytogenes | 5 | 0 | 100 | |

II.2.2. 1. Traitements préliminaires du lait

Les laits réceptionnés sont triés en éliminant ceux impropres à la transformation fromagère (laits plus ou moins acides 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 avec un bon rendement de fabrication (LENOIR., 1974 ; MIRANDA et GRIPON., 1986).

Néanmoins, il a été établi que ces traitements, quand ils sont pratiqués de façon anarchique engendrent plutôt des modifications physico-chimiques et nutritionnelles préjudiciables (FEUILLAT *et al.*, 1976 ; LEMIEUX *et al.*, 1994).

II.2.2. 1.1. Standardisation

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 être autour de 28 g/l de lait et parfois du taux de protéines qui doit être supérieur à 31 g/kg de fromage. (BERTRAND., 1988).

II.2.2. 1.2. Homogénéisation

L'homogénéisation du lait est utilisée dans l'industrie laitière pour stabiliser l'émulsion de la matière grasse du lait et éviter la séparation de la crème. Ce procédé consiste à faire éclater les globules de matière grasse en fines particules. Celles-ci ne remontent ainsi pas à la surface, mais se répartissent de façon homogène dans la phase aqueuse du lait, ce qui empêche la séparation de la crème même après un entreposage de plusieurs jours. L'homogénéisation est inutile pour les laits concentrés sucrés, facultative pour le lait pasteurisé, mais indispensable pour les autres types de lait (ABDOUNE., 2003).

II.2.2.2. traitements thermiques du lait (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 (GUIRAUD., 2003), tout en s'efforçant de ne pas toucher qu'au minimum à sa structure physique, à ses équilibres chimiques et à ses éléments biochimiques (Ould Mustapha et al. 2012).

La pasteurisation retarde l'acidification et la coagulation (le caillage) du lait, elle conserve pendant un certain temps sa valeur marchande. Selon (Guiraud., 1998), il existe trois types de pasteurisation : pasteurisation basse, haute et flash.

Pour cela, des barèmes appropriés (température / temps de chauffage) ont été proposés :

- ✓ Pasteurisation basse → 63 °C pendant 30 minutes ;
- ✓ Pasteurisation haute → (HTST) 72°C pendant 20 secondes

(BOURDIER *et* LUQUET., 1991).

II.2.3. Les étapes de fabrication du fromage à pâte molle type camembert

Habituellement la fabrication du fromage passe par trois étapes : La formation d'un gel de caséines, c'est la coagulation du lait ; la déshydratation partielle du gel, c'est l'égouttage qui aboutit à un caillé et le salage et l'affinage. Les opérations s'arrêtent à ce stade pour les fromages frais. Les autres fromages acquièrent leurs caractères lors de l'affinage, ce sont les fromages affinés (Camembert, Roquefort, Gouda, Tulum,...) (EVETTE., 1975).

II.2.3.1. Ensemencement – Maturation

C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée, habituellement un mélange de souches de *Lactococcus* et/ou *Lactobacillus* et/ou *Leuconostoc* et/ou *Streptococcus* (CHAMPAGNE., 1998 ; SPINLER et GRIPON., 2004) 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). Le lait (un petit volume) estensemencé par des ferments lactiques mésophiles à une dose de 1,5 à 2% (LENOIR *et al.*, 1983). 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 à ensemenecer 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*, *Penicillium caseicolum* ainsi que *Geotrichum candidum* (BERTRAND., 1988).

II.2.3.2. Coagulation du lait

La coagulation du lait résulte de l'association des micelles de caséine plus au moins modifiées. Cette agglomération mène à la formation d'un coagulum dont le volume est égal à celui du lait mis en œuvre. Ces modifications physico-chimiques des caséines sont induites soit par acidification soit par action d'enzymes **coagulantes** (GASTALDI-BOUABID E., 1994).

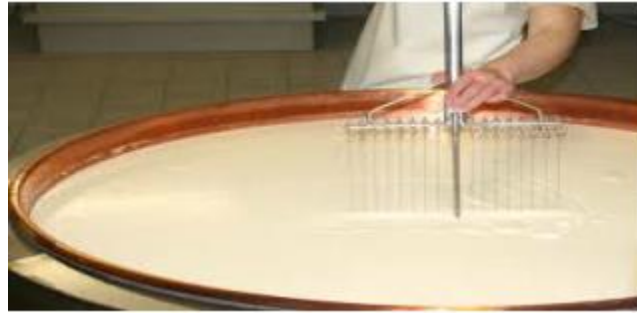


Figure N° 02 : La coagulation du lait. [2]

II.2.3.2.1. Coagulation par voie acide

La coagulation par voie acide résulte soit par les produits de fermentation de bactéries acidifiantes ou par des composés chimiques d'action acidifiante directe ou indirecte.

L'abaissement simultané du pH a pour conséquence de faire atténuer l'ionisation des fonctions acides des caséines, induisant l'affectation progressive du calcium et du phosphate inorganique de la micelle vers la phase aqueuse. Ceci induit la désagrégation des micelles et un remaniement des sous unités micellaires (**BRULE *et al.*, 1997**).

Le taux et l'importance de l'acidification influencent la texture du gel en contrôlant son taux de déminéralisation (**CAROLE *et VIGNOLA.*, 2002**). Le gel acide résultant est friable, lisse et adéquat.

II.2.3.2.2. Coagulation par voie enzymatique

La coagulation enzymatiques, englobe divers types d'enzymes : protéolytiques d'origine animale (veau, taurillons, porc et poulets), végétale (artichaut, chardon) et microbienne (*Kluyvermyces*, *Mucor miehi*, *Mucorpusillset Endothiaparasitica*) sont utilisés (**RAMET., 1985 ; RAMET., 1987 *et* ALAIS *et* LINDEN., 1997**).

L'enzyme la plus rencontrée en fromagerie est la présure, sécrétée dans la caillette des jeunes ruminants nourris au lait. Son agencement d'action fait apparaître trois étapes (**ALAISS *et* LINDEN., 1997 ; BRULE *et al.*, 1997**): hydrolyse enzymatique de la liaison peptidique phe 105 -Met 106 de la caséine k , ensuite agrégation des micelles de caséines déstabilisées et puis développement d'un réseau par réticulation et formation d'un gel.

Les gels produits sont agiles et peu cassant. Leur raffermissement est rapide et fondamental par rapport au gel lactique. Leur porosité est bonne, mais leur imperméabilité est forte (RAMET., 1985).

Le tableau N° 12 indique la différence entre la coagulation enzymatique et la coagulation par voie acide

Tableau N° 12: Caractéristiques des deux modes habituels de coagulation du lait (RAMET., 1985).

| | Coagulation par | |
|--|---|---|
| | Action des enzymes | Acidification |
| Processus biochimique | -action enzymatique (lactose non dégradé) | -fermentation lactique |
| Fermentation de la caséine | -transformation en Paracaséine, séparation d'une partie non protéique | -pas de modification de la protéine elle-même |
| Ph | 6.8 | Vers 4.6 |
| Composition du coagulum | Phospho-paracaséinate de Calcium | Caséine (déméralisée) |
| Nature du coagulum | Gel élastique imperméable | Gel friable sans cohésion |
| Synérèse (réaction naturelle du gel et expulsion du sérum) | Rapide | Lente |

II.2.3.3. Découpage et tranchage

Le découpage est une action mécanique, réalisée en cuve avec des couteaux, il nécessite d'avantage d'attention, afin de minimiser les pertes. Aussi le coagulum est tranché en de fin grains de 2 à 2.5 cm de coté (VEISSEYRE., 1975).Le découpage doit être commencé avant que l'imperméabilité et la fermeté du caillé ne soient trop grandes (ECK., 1987).

II.2.3.4. Brassage

Le brassage vise à activer l'égouttage en renouvelant les surfaces d'exsudation du sérum, car en raison de la proportion des grains du caillé qui tend à se répolymériser, les grains s'agglomèrent en amas, lesquels, l'élimination du lactosérum se fera très lentement et incomplètement (ECK., 1987).

II.2.3.5. Moulage

Le caillé est moulé afin d'obtenir un fromage qui sera défini par sa forme et sa masse. Ceci contribue donc à l'apparence finale du produit qui pourra être reconnu par les consommateurs. C'est la dernière étape de fabrication des fromages à pâte fraîche mais les autres fromages doivent encore passer par une étape cruciale pour leur goût, leur croûte et parfois leur trous : l'affinage.



Figure N° 03 : Moulage des camemberts [3]

II.2.3.6. Egouttage

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. Selon (BERTRAND., 1988), il est possible de distinguer dans cette phase deux actions complémentaires :

- expulsion du sérum par le coagulum qui se contracte et se concentre (synérèse)
- séparation du sérum et du caillé par action physique.

II.2.3.7. Démoulage

Le démoulage, effectué après 24 à 48 H d'égouttage, il reste un travail délicat, le fromage étant encore très frais et fragile.

Les caillés sont récupérés de leurs moules soit manuellement par retournement soit par des démouleuses automatiques. Cette opération a pour but d'améliorer l'égouttage du caillé et atteindre un extrait sec convenable. Le premier retournement intervient après 06 à 07 heures, lorsque les caillés vont atteindre la moitié du moule, le deuxième retournement intervient après 10 à 15 heures (MIETTON., 1987).

II.2.3.8. Salage

Cette opération est l'une des phases principales de la fabrication des fromages, elle est indispensable lorsque les caillés sont destinés à subir un affinage (MEUREI., 1986). Selon DJENANE (1991), le salage consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium (NaCl) au taux moyens de 2%.

On reconnaît habituellement au chlorure de sodium incorporé dans le fromage un triple rôle :

- Il complète l'égouttage des fromages,
- Il modifie également l'hydratation des protéines,
- Il règle l'activité de l'eau. Il apporte son goût caractéristique (ECK *et al.*, 1975).



Figure N° 04 : Salage de camemberts [3]

II.2.3.9. Ressuyage

Cette opération s'effectue avant l'affinage, elle consiste en un séchage en surface (élimination de la pellicule d'eau), ce qui permet d'éviter toute contamination par l'eau. La pulvérisation du pénicillium est réalisée en même temps qu'un ressuyage de la surface (JOUVE., 1996).

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.

II.2.3.10. L'affinage

Il est défini comme étant une étape finale qui consiste à réaliser la maturation du fromage par voie enzymatique dans des hâloirs ou s'effectue le développement de la croûte fleurie de pénicillium pendant une durée s'étalant de (12 à 14 jours) à une température de 12 à 13°C et une humidité s'échelonnant de 85-90% (CHOLET., 2006). Indépendamment des problèmes d'égouttage, la température, l'hygrométrie, la vitesse de circulation de l'air et son renouvellement dans les locaux d'affinage, sont les quatre facteurs à maîtriser et à réguler impérativement à chaque étape d'affinage (LUQUET., 1990). Selon MIETTON (1995), 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.



Figure N° 05 : L'affinage du Camembert [5]

II.2.3.11. Lavage

Cette phase est parfois considérée comme faisant partie intégrante de l'affinage du fromage. Elle est propre au fromage à croûte lavée, aucun autre type de fromage ne passe par celle-ci. Cette étape consiste à frotter le fromage dès son premier stade de protéolyse, avec divers ingrédients qui apporteront du goût supplémentaire.

II.2.3.12. Conditionnement

Dans la fabrication fromagère l'étape la plus importante est le conditionnement car l'emballage est nécessaire pour protéger le fromage contre la contamination des microbes, des infestations et de mauvaises odeurs de l'environnement.

Il a pour rôle aussi d'éviter la perte d'humidité. Cette dernière a pour but de conserver la qualité et de conserver son apparence.

On peut utiliser des plastiques, résines, aluminium, boîte, polyéthylène, polyvinyle pour le conditionnement des produits.

Les emballages employés pour le conditionnement doivent être étanches, propres et inertes (**JORA N° 069 du 27-10-1993**).

II.2.4. L'écosystème Camembert

Le fromage est souvent qualifié d'aliment – vivant, car il abrite une diversité microbienne imposante toute. Au delà de sa fabrication et de son affinage, des microorganismes se partagent les nutriments disponibles, profitent des métabolites de certains ou meurent et permettent la croissance d'autres. La flore microbienne du fromage varie entre autre selon l'espèce de vache laitières, le pâturage où celle-ci se nourrissent, les traitements, physiques que le lait subit avant de devenir fromage et le type de ferment ajouté (**CHAMPIGNY., 2011**).

II.2.4.1. Les bactéries

Les bactéries nécessaires à la fabrication des fromages de type Camembert se regroupent en deux principales catégories : les cultures lactiques et les cultures d'affinage.

II.2.4.1.1. Les ferments lactiques (Bactéries lactiques «BL»)

Dans le processus de transformation du lait en fromage à coagulation lactique ou mixte, la microflore lactique est la première flore à intervenir. Les bactéries lactiques sont classées en différents genres, selon la composition de leur paroi cellulaire, leurs caractéristiques biochimiques et génétiques (STILE et HOLZAPFEL., 1997).

Elles sont des cellules procaryotes organotrophes (BADIS et al., 2005), formant une famille de bactéries, de morphologie et de physiologie assez hétérogènes (coque ou bacille, mésophile ou thermophile, homo-fermentaires ou hétéro-fermentaires...). Ce sont des bactéries à Gram positif, catalase-négatives, a sporulées, aéro anaérobie facultatives ou micro-aérophiles c'est-à-dire qui se développent dans un milieu faiblement oxygéné, à métabolisme fermentaire strict, acido-tolérantes et capables de croître à des températures comprises entre 10°C et 45°C et à des PH allant de 4.0 à 4.5, Ces bactéries sont généralement immobiles et se caractérisent par la production d'acide lactique comme produit majeur du métabolisme (SALMINEN *et al.*, 2004; KÖNIG et FRÖHLICH., 2009 ; PRINGSULAKA *et al.*, 2011).

La fermentation lactique contrôlée est utilisée pour la plupart des produits laitiers fermentés. Elle est généralement le résultat de l'utilisation de souches de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* et *Streptococcus* (FLEET., 1999). Le genre de bactéries utilisées dépend du fromage à produire, selon la vitesse d'acidification, le métabolisme, la température et la teneur en sel nécessaires dans le procédé de transformation.

La principale fonction des bactéries lactiques est d'acidifier le lait. Cette activité est possible d'abord grâce à la présence de l'enzyme β -galactosidase, qui permet de scinder le lactose en glucose et en galactose. Les sucres simples ainsi produits peuvent entrer dans la voie de la glycolyse et être convertis en acide lactique (ROOSITA et FLEET., 1996).

Lactococcus lactis (*L. lactis*)

Lactococcus lactis (ou lactocoque lactique) est une bactérie à Gram positif, non mobile, non sporulante, mesurant en moyenne de 0,5 par 1,5 micromètre, est une lactique homo-fermentaire, son métabolisme est hétérotrophe, anaérobie aéro tolérante. Sa température optimale de croissance se situe aux environs de 30 °C (elle est dite mésophile), Leur fonction principale est d'acidifier le lait, créant ainsi un milieu défavorable au développement des germes indésirables. Les *Lactococcus lactis* sont utilisés dans la plupart des levains laitiers mésophiles souvent associés à *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*. Ces le vains

mésophiles sont en général employés pour la fabrication des fromages dont la température du caillé ne dépasse pas 40 °C soit principalement les fromages à pâte molle.

➤ *Streptococcus thermophilus* (*St thermophilus*)

Streptococcus thermophilus est un ferment thermophile utilisé surtout pour les fromages à pâte pressée cuite (AUCLAIR *et* ACCOLAS., 1983), dans les fromages Camembert, l'ajout de ferments thermophiles a donné naissance aux fromages dits stabilisés, en opposition aux caillés traditionnels qui n'en contiennent pas. L'intérêt pour les pâtes stabilisées vient du fait qu'elles s'affaissent moins une fois coupées, ce qui est recherché par certains consommateurs. Dans ces fromages stabilisés, l'acidification de la pâte est ralentie, et le pH atteint des valeurs autour de 5,2. Dans ces conditions, le calcium est davantage retenu dans la matrice fromagère, ce qui favorise l'apparition d'une texture plus élastique, et donc moins coulante (LAWRENCE CREAMER *et* GILLES., 1987).

St thermophilus disparaît rapidement durant l'affinage. On suppose que cette disparition résulte de la lyse des cellules bactériennes.

II.2.4.1.2. Les ferments d'affinage (Bactéries d'affinage)

La majorité des bactéries isolées de 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 *Micrococaceae* (*Micrococcus sp.* Et *Staphylococcus sp.*) et des *Corynebacteriaceae* (*Arthrobacter sp.*, *Brachybacterium sp.*,

Corynebacterium sp.), mais la principale espèce de bactérie coryné forme qui participe à l'affinage des fromages de type Camembert est *Brevibacterium*, (MOUNIER *et al.*, 2007). De par sa production de caroténoïdes, *Brevibacterium* est responsable de la couleur orangée de la croûte, un attrait pour les fromages à croûte lavée, (MOUNIER *et al.*, 2007). Pour le fromage Camembert (croûte fleurie), cette couleur orangée peut être considérée comme un défaut dans l'apparence des jeunes fromages.

➤ *Brevibacterium linens* (*B. linens*)

Il a été démontré que *B. linens* possède une activité protéolytique et lipolytique et est en mesure de produire des substances antimicrobiennes. Sa fonction biochimique la plus intéressante reste la production de composés soufrés, particulièrement le méthanthiol (MTL), grâce au catabolisme de la méthionine, ce qui confère aux fromages des arômes de chou (FERCHICHI. *et al.*,1986).

Toutefois, comme la croissance de *Brevibacterium* est fortement inhibée par *P. camemberti*, les risques d'apparition précoce de la couleur orangée sont faibles (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2004). Bien que l'utilisation de *Brevibacterium linens* en tant que ferment d'affinage dans les fromages de type Camembert semble relativement peu répandue, cette bactérie possède des capacités technologiques intéressantes (MOUNIER *et al.*, 2007).

II.2.4.2. Levures

Les levures sont présentes dans le lait cru mais elles sont détruites au cours de la pasteurisation. Les levures trouvées dans les fromages industriels proviennent donc essentiellement de la contamination par l'atmosphère et le matériel de fromagerie, et parfois par un ensemencement volontaire de surface.

Les espèces de levures habituellement retrouvées dans les fromages de types Camembert sont *Debaryomyceshansenii*, *Geotrichumcandidum*, *Kluyveromyceslactis*, *Kluuveromyceslactis*, *Kluuveromycesmaxianus*, *Sacchaomyces cervisiae* et *Yarrowiaii polactica*. *Geotrichum candidum* est une espèce particulière car elle est dimorphique. C'est-à-dire qu'elle adopte des formesdifférentes dépendamment des souches. En effet, elle peut se répliquer en forment un mycélium comme le fait traditionnellement une levure .Sur le plan écologique et moléculaire *G.candidium* se comporte plutôt comme une levure.

Enfin, l'implantation des levures à la surface d'un fromage précède souvent la venue d'un autre type de microorganisme qui est les moisissures. Les levures contribuent indirectement à leur croissance en hydrolysant les protéines et la matière grasse (BERESFORD *et WILLIAMS.*, 2004).

➤ ***Geotrichum candidum* (*G. candidum*)**

Par le passé, le *Geotrichum candidum* était plus particulièrement connu sous le nom d'*Oidiumlactis*. Souvent décrit à mi-chemin entre levure et moisissure, les chercheurs classent aujourd'hui *Geotrichum candidum* plutôt comme une levure,

Le morphotype levuriforme de *G.candidum* est caractérisé par des colonies crémeuses, de couleur blanc-crème, Lorsque *G.candidum* est utilisée comme ferment dans les fromages du genre camembert, il joue un rôle clé dans l'affinage de ce genre du fromage car il permet la désacidification de la pâte en consommant les lactates mais il participe aussi à sa désamérisation en lysant les peptides amérisants produits par *Penicillium camemberti*.

Enfin, *G. candidum* favorise la cohésion et le séchage de la croûte et libère des arômes typiques du camembert (**BERGER et al., 1999**). Cette levure a connu un regain d'intérêt ces vingt dernières années. Son utilisation dans la fabrication du camembert au lait pasteurisé permet d'obtenir des produits au croûtage et à la saveur plus traditionnels.

De plus, sa rapidité de croissance lui donne avec *Kluyveromyces marxianus* un rôle de couverture et de lutte contre les contaminants (dont le Mucor). Elle se développe dès le premier jour, sa croissance augmente du 4-5ème jours au 10 -12ème jours puis se stabilise.

➤ ***Kluyveromyces marxianus* (*K. marxianus*)**

Kluyveromyces marxianus a pour principale fonction la désacidification de la pâte par dégradation du lactose. Après épuisement du lactose en surface, *K. marxianus* métabolise le lactate (**LECLERCQ PERLAT et al., 2004**).

C'est surtout en rendant le lactose limitant que cette levure réduit les risques de post-acidification (baisse du pH après le début d'affinage qui conduit à des défauts importants des fromages).

Cette levure produit également de l'acétate d'éthyle dont l'odeur de pomme verte fermentée est caractéristique du début d'affinage des fromages de type camembert. A la surface du camembert, l'évolution de *K. marxianus*, dans des conditions d'affinage de 13 °C, 93 % HR, a été décrite d'après par une croissance exponentielle jusqu'au 4ème jour, une phase stationnaire entre le 5ème et le 19ème jour et une phase de mortalité jusqu'à la fin de l'affinage (**LECLERCQ PERLAT et al., 2006**).

Chapitre III

Synthèses Bibliographique



Le stage et contrôle bactériologique du fromage n'ont pu être effectués suite au confinement dû à la pandémie COVID 19.

A cet effet nous avons orientés notre travail à une Synthèse et une étude comparative des résultats déjà obtenus dans des travaux effectués sur la fabrication et le contrôle de la qualité du fromage a pate molle (type camembert fabriqué par la laiterie LA VALLEE et la laiterie de Constantine).

III.1. Synthèse de travaux effectués sur la fabrication et le contrôle de la qualité du fromage a pate molle (type camembert fabriqué par la laiterie LA VALLEE et la laiterie de Constantine).

III.1.1. « L'influence de la variation des paramètres techniques et des ferments lactiques sur la qualité du fromage type «Camembert» .par Aloun Lynda et Hamadache Basma encadrées par Mr Rai mastère microbiologie appliquée Bouira 2019.

Le travail effectué consiste à l'étude de l'influence de la modification des ferments lactiques sur la qualité du produit afin de proposer à l'industriel une meilleure recette pour un produit de bonne qualité afin de satisfaire les exigences du consommateur. Ce travail a été réalisé au sein de l'atelier de fabrication fromagère à l'unité industrielle « LA VALLEE». Les ferments utilisés par l'industrie « la vallée » dans la fabrication du camembert sont des ferments industriels d'acidification en association avec des ferments d'affinage pour ensemencement direct du lait. Ces ferments sont commercialisés généralement dans des sachets en aluminium imperméables à l'eau et à l'air.

Les résultats des analyses bactériologiques effectuées sur le lait pasteurisé utilisé lors de nos expérimentations, ainsi que les normes utilisées par la laiterie, recommandées par le Journal Officiel de la République Algérienne n° 39 de l'année 2017. Le lait pasteurisé examiné contient une charge de germes aérobie inférieurs à 10^4 avec une charge d'Entérobactéries aussi inférieurs à 10, ces résultats répondent aux normes de l'article 8 du décret exécutif n 15-172 du 8 Ramadhan 1436 correspondant au 25 juin 2015, susvisé dans le Journal Officiel De La République Algérienne n° 39, 2017, de ce fait, ce lait présente une qualité bactériologique relativement bonne et il est acceptable du point de vue hygiénique. Cela confirme l'efficacité du traitement thermique et/ou la bonne qualité microbiologique du lait utilisé.

Les germes recherchés et dénombrés dans leur travail sont considérés comme des indicateurs de la qualité globale du produit fini et reflètent le respect ou non des bonnes pratiques d'hygiène. Les résultats obtenus ont permis d'évaluer la qualité microbiologique du produit fini après sa fabrication. Pour les *staphylococcus*, selon les normes fixées par la réglementation nationale (Journal Officiel de la République Algérienne n° 39 de l'année 2017) un nombre de 10^2 UFC de staphylocoque est toléré dans les camemberts. Une valeur inférieure à 10^2 de staphylocoque a été enregistrée pour les quatre fromages. Cela indique que les produits ont été fabriqués en respectant les bonnes pratiques d'hygiène (application des règles d'hygiène au cours de la production et respect de ces règles par le personnel). Pour *Escherichia coli*, les résultats d'analyse des échantillons du camembert ont révélé une charge moyenne de 10^2 germes/g. Cette valeur est inférieure à la valeur fixée par la réglementation en vigueur qui est à 10^2 germes/g. Nous pouvons dire que les produits fabriqués sont de qualité microbiologique satisfaisante et ceci conformément à la réglementation nationale.

Conclusion des travaux :

A la suite des différentes analyses microbiologiques effectuées sur les échantillons du lait et du produit fini, les résultats obtenus montrent une charge acceptable des germes recherchés selon la réglementation en vigueur indiquant que le lait et produit fini sont de qualité microbiologique satisfaisante.

III.1.2. « Fabrication de fromage de type Camembert à base de lait reconstitué » par Bachouche Siham et Guessas encadrées par Mme Benbara mastère Biotechnologie microbienne Bouira 2018.

Le travail effectué consiste à l'étude d'évaluation de la possibilité de préparer du fromage à pâte molle type camembert à partir de la poudre du lait 100% et son influence sur la qualité de produit fini afin de proposer au consommateur un produit de bonne qualité et satisfaire leur exigences. Ce travail a été réalisé au sein de l'atelier de fabrication fromagère à l'unité industrielle « LA VALLEE ». Une quantité de la poudre de lait a été prélevée à partir d'un sac dont l'emballage est parfaitement intact et la laiterie a importé deux types de poudre la première c'est la poudre de lait écrémé 0% importer a USA et la deuxième c'est la poudre de lait entière 26%.

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache et du lait reconstitué utilisés pour la fabrication du fromage camembert montrent que les valeurs étaient comprises entre 14 et 18°D pour l'acidité, 1.028 et 1.029 pour la masse volumique, entre 26 et 28g/l pour la matière grasse, ce qui signifie qu'elles conforment aux normes exigé par l'usine pour l'utilisation de lait cru de vache dans la technologie de fabrication fromagère et plus particulièrement le camembert et conforme **au J.O.R.A N°35 1998**.

Les résultats des analyses microbiologiques du lait de vache et du lait reconstitué utilisés pour la fabrication du fromage camembert montre que le lait utilisé contient une charge de germes aérobie inférieurs à 10^4 se qui signifie l'absence d'une contamination.

Et aussi elles excluent la présence des coliformes fécaux, les coliformes totaux et celle de *Staphylococcus aureus*, ces résultats répondent aux normes

Les résultats des analyses physico-chimiques des deux types de camembert fabriquées montrent que les valeurs de l'acidité, matière grasse, extrait sec total et l'humidité sont dans l'intervalle de la norme.

A fin de déterminer la qualité microbiologiques de deux types du camembert, certaines germes ont été recherché et dénombrés. Les résultats des analyses microbiologiques deux types de camemberts fabriqués indiquent l'absence de toute origine de contamination par Coliformes totaux et fécaux, l'absence de toute origine de contamination par les *Staphylococcus aureus*, et montrent une absence totale des clostridium sulfito-réducteur.

Nous pouvons dire que les produits fabriqués sont de qualité physico-chimiques et microbiologique satisfaisante et ceci conformément à la réglementation nationale

D'après les résultats sensorielles obtenues, on constat que le fromage à pâte molle type camembert obtenu avec le lait reconstitué présente une meilleure qualité organoleptique.

Conclusion des travaux :

A la suite des différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur les échantillons du lait et du produit fini, les résultats obtenus sont acceptable et selon les normes de **J.O.R.A N°35 1998**, le lait et produit fini sont de qualités physico-chimiques et microbiologiques satisfaisante.

Les résultats obtenus montrent la possibilité de fabriquer du fromage à pâte molle type camembert à partir de la poudre de lait (lait reconstitué).

III.1.3. Qualité du lait cru destinée à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien) » par Nadia BACHTARZI, Leila AMOURACHE, et Gamra DEHKAL. Constantine 2015

Le travail effectué consiste à l'étude des dangers causés par le lait réceptionné par la laiterie pour fabriquer le camembert et de confirmer l'identification des dangers microbiologiques, par une étude exhaustive du lait cru intégré à 100% dans le circuit de la fabrication du fromage. Cette étude permettra de déceler les défaillances en amont de la filière afin d'apporter des mesures correctives nécessaires à l'amélioration de la qualité des laits crus. Trente échantillons de lait cru de grand mélange ont été analysés. Trois prélèvements pour chaque échantillon sont réalisés dès réception de la quantité globale de la production soit à peu près 5000L. Ils ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de laits sont globalement acceptables et conformes aux normes exigées par FIL-AFNOR. Pour l'acidité des échantillons de laits crus est globalement acceptable avec une moyenne de $17,8 \pm 1^{\circ}\text{D}$; six échantillons soit, 20% ont une acidité dépassant 18°D avec une valeur maximale de $20,5^{\circ}\text{D}$. Ces acidités titrables dépassent la norme FIL-AFNOR de l'acidité du lait frais fixée entre $16-18^{\circ}\text{D}$.

La densité moyenne des laits mesurée à 20°C est de $1,029 \pm 0,001$, les fluctuations autour de la moyenne sont très faibles, On note que 21 échantillons soit, 70% ont une densité inférieure aux normes FIL-AFNOR (1,030-1,032) avec une valeur minimale de 1,028.

La teneur en matière grasse varie entre 28 et 34g/L, avec une moyenne de $30,9 \pm 1,2\text{g/L}$, les variations liées à ce taux sont relativement faibles. Elles restent cependant en dessous des normes FIL-AFNOR du lait, qui tolèrent des valeurs se situant entre 34 à 36 g/L.

Les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de lait :

Les germes dénombrés sont considérés comme des indicateurs de la qualité globale du lait et des pratiques de l'hygiène.

La charge microbienne totale est importante pour les trente échantillons analysés avec une valeur moyenne de $28,8.106 \pm 22,8.106$ UFC/ml, cette valeur indique une très mauvaise qualité du lait cru au regard des normes requises qui sont de 105UFC/ml, elle est également très variable.

Le niveau de contamination en thermorésistants est en moyenne de $44,2.10^4 \pm 76.10^4$ UFC/ml, le seuil retenu pour l'évaluation de la qualité du lait cru est de 3.10^4 UFC/ml (norme lait pasteurisé), cette charge est importante et très variable. En effet, 70% des laits crus ont une charge en thermorésistants dépassant la norme et présentent donc un risque d'altération post-pasteurisation précoce.

Les résultats montrent un niveau de contamination par la Flore Psychrotrophe en moyenne de $12,3.10^5 \pm 10,3.10^5$ UFC/ml. Ce dernier très élevé, dépasse même le seuil critique d'altération du lait cru estimé à 10^6 UFC/ml.

Pour les coliformes totaux, fécaux, Streptocoques fécaux, leurs nombres est important dans les laits crus analysés, avec des moyennes respectives de $50,3.10^5 \pm 66.10^5$ UFC/ml, $36,7.10^4 \pm 57,4.10^4$ UFC/ml et $55,4.10^4 \pm 74,2.10^4$ UFC/ml, avec des fréquences de contamination de plus de 50% pour des charges bactérienne inférieures à 10^5 UFC/ml. Ces niveaux de contamination dépassent largement les normes en vigueur qui sont de 10^3 UFC/ml pour les coliformes fécaux et absence dans 0,1mL de lait cru analyser pour les streptocoques fécaux. Et la présence de ce germe est décelée dans 64% des échantillons.

Sur les trente échantillons analysés 84% d'entre eux contiennent des staphylocoques dont 95% sont à coagulase positive. La charge moyenne en ce germe est de $37,6.10^2 \pm 54,2.10^2$ UFC/ml, la fréquence de contamination est de 70% pour des charges inférieures à 27.10^2 UFC/ml. La norme algérienne prévoit l'absence de ce germe dans le lait cru. Et pour les salmonelles ; l'analyse microbiologique de ce groupe microbien pathogène n'a pas montré de contamination.

Conclusion des travaux :

A la suite des différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur les échantillons du lait cru destiné à la fabrication du fromage à pâte molle type Camembert, les résultats obtenus montrent que sa qualité est non satisfaisante, les laits sont fortement contaminés, révélant des pratiques d'hygiène douteuses, que même des conditions de réfrigération optimales ne peuvent, en aucun cas, masquer.

III.2. Comparaison entre les résultats des trois travaux effectués sur la fabrication et le contrôle de la qualité du fromage à pâte molle (type Camembert)

III.2.1. Comparaison entre les résultats des paramètres physico-chimiques :

Tableau 13 : Tableau comparatif des paramètres physicochimiques des laits analysés (lait cru, lait reconstituée le lait cru pasteurisé) (JORA N° 35., 1998).

| Paramètres | Moyenne camembert Constantine | Moyenne Camembert la Vallée | Moyenne Camembert la Vallée | Normes JORA N°35 1998 |
|----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | lait cru de vache | lait reconstitué 100%. | lait cru et pasteurisé» | |
| Acidité (°D) | 17,8 | 14 | 16 | 14-18 |
| Densité à 20°C | 1,029 | 1.029 | 1.028 | 1.028-1.033 |
| MG (g/L) | 30,9 | 26 | 30 | 28-30 |

La variation de l'acidité titrable:

L'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions . Elle dépend par des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et de la manutention du lait.

Les résultats des trois études sont dans les normes fixées par la législation de la république algérienne (JORA N°35 1998) (figure N° 06).

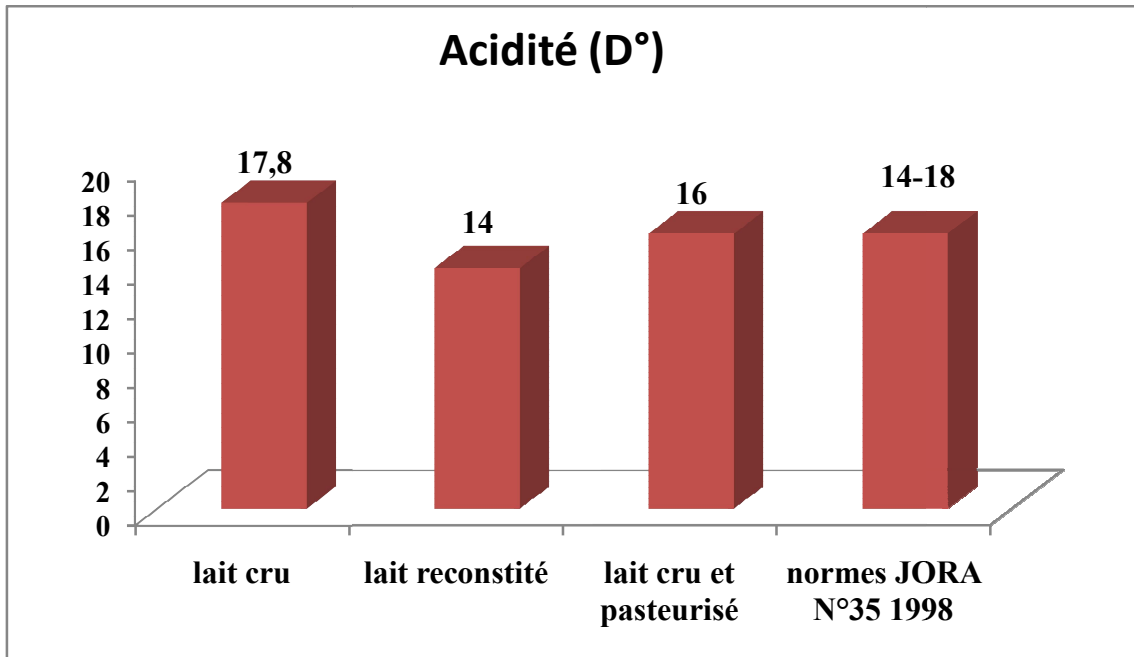


Figure N° 06 : La variation de l'acidité des trois types de lait.

La densité :

La densité du lait est liée à sa richesse en matière sèche. En effet, il a été montré qu'un lait pauvre aura une densité faible.

Les résultats comparatifs de la densité obtenus tels rapportés par les études que nous avons pris sont illustrés dans la figure N° 07.

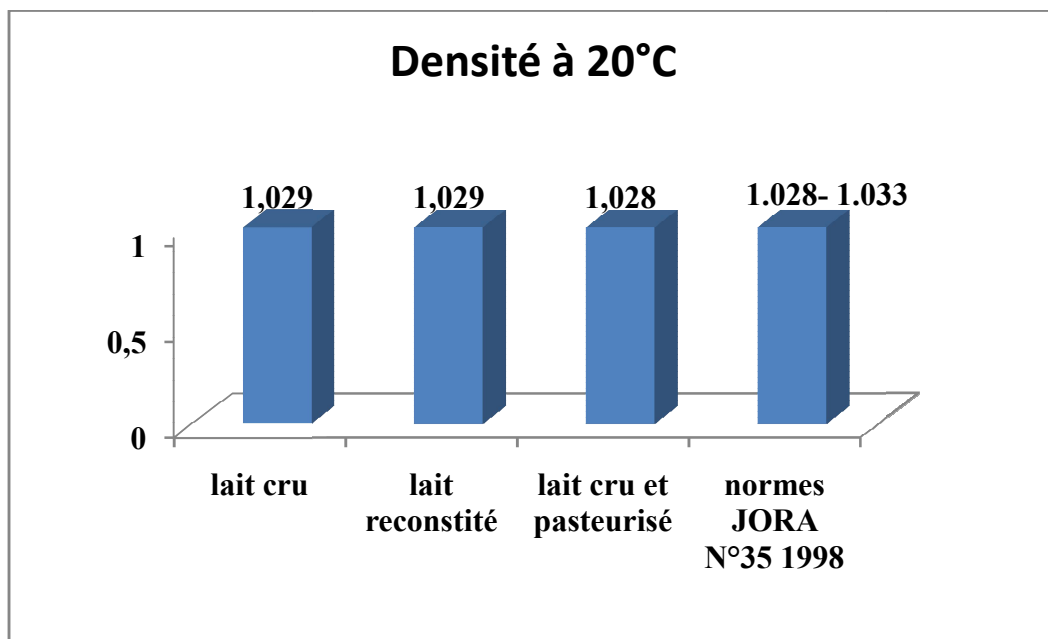


Figure N° 07 : Variations de la densité.

La densité rapportée par les trois études est conforme aux normes qui se situent entre 1,028 et 1,033. On constate que les résultats des trois études sont conformes à normes exigées par (JORA N°35 1998).

La teneur en matière grasse :

La variation de la composition du lait en MG est en fonction de plusieurs facteurs :

- Stade de lactation : la teneur en MG diminue pendant les premières semaines qui suivent le villageois, se stabilise pendant un à deux mois, remonte lentement puis plus rapidement à partir du cinquième, sixième mois.
- l'alimentation : l'influence de l'alimentation n'est possible que si le niveau énergétique de la ration est insuffisant. Les animaux sous-alimentés donnent un lait moins riche que les vaches ayant des repas normaux.

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure N°08.

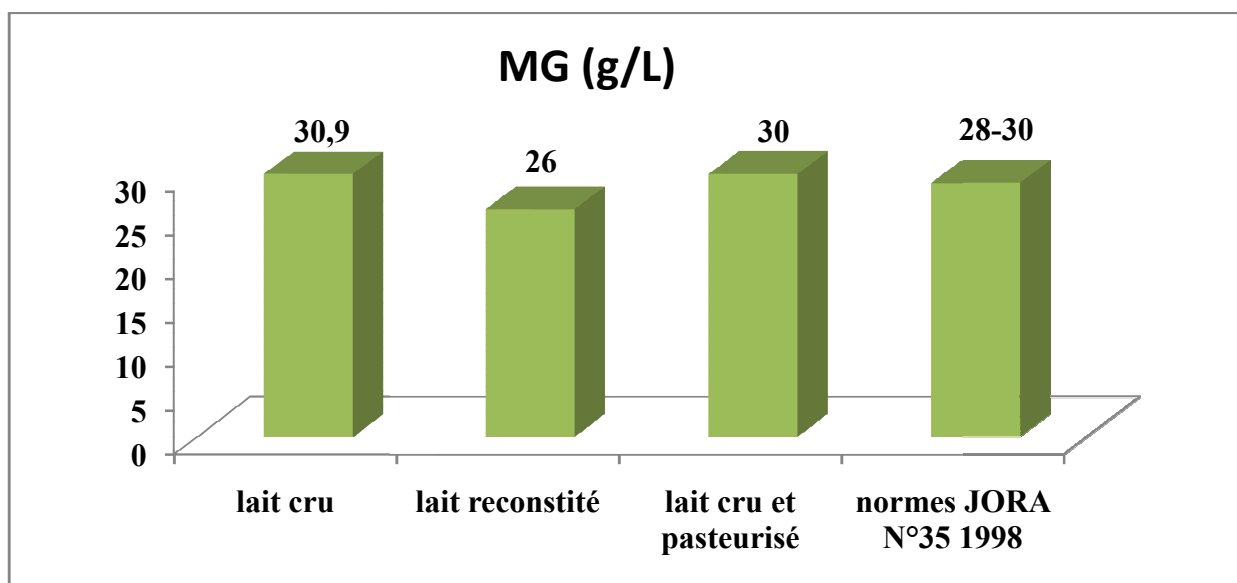


Figure N° 08 : Variations de la teneur en MG

D'après les résultats obtenus, la teneur en MG pour les deux types de lait de la laiterie LAVALLEE, lait cru et pasteurisé (30g/l) et le lait reconstitué (26g/l) sont conformes aux normes de JORA N°35 1998 (26- 30 g/l), par contre celle de la laiterie de Constantine lait cru de vache (30,9g/l) est supérieure aux normes exigées.

III.2.2. Comparaison entre les résultats des paramètres microbiologiques :

Tableau N° 14 : Caractéristiques descriptives des flores étudiées et normes du lait (UFC/ml)

| Flores | Moyenne Flores (UFC/ml) camembert Constantine | Moyenne Flores (UFC/ml) camembert la Vallée | Normes JORA (UFC/ml) |
|------------------------------|--|--|-------------------------|
| | lait cru de vache | lait reconstitué 100%. | |
| F.T.M.A | 28,8(10 ⁶) | < 10 ⁴ | 10 ⁵ |
| Strept F | 55,4. (10 ⁴) | / | Absence/0,1 ml |
| Staph | 37,5. (10 ²) | Absence | Absence |
| Coliformes totaux | 50,3. (10 ⁵) | Absence | 10 ² |
| Coliformes fécaux | 36,7. (10 ⁴) | Absence | 10 ³ |
| Salmonelles | Absence | / | Absence |

F.T.M.A : Flore totale aérobie mésophile ; **Strept.f.**: Streptocoques fécaux ; **Staph.:** Staphylocoques

Flore totale aérobie mésophile

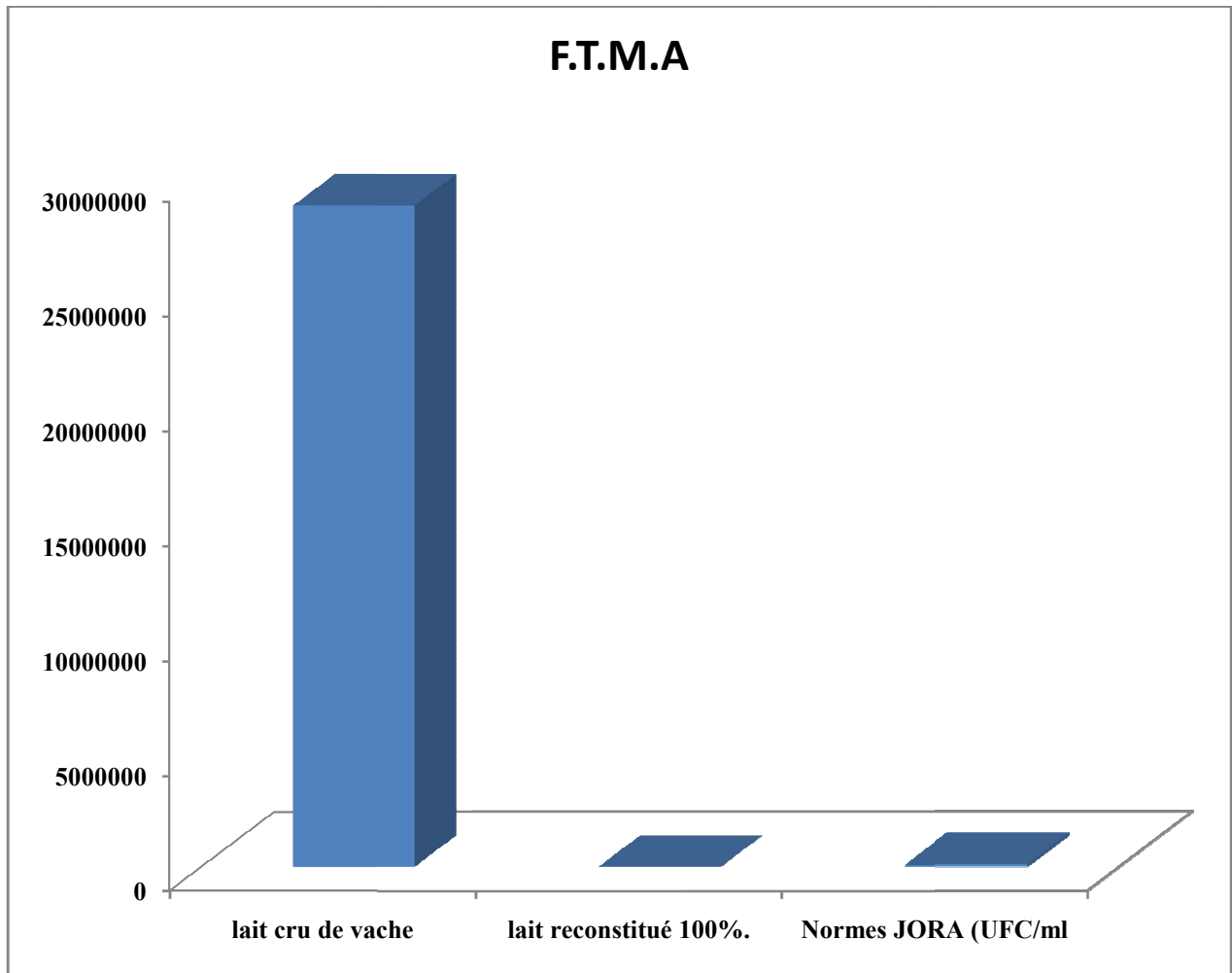


Figure N° 09 : Dénombrement des FTMA

Selon la réglementation nationale (J.O.R.A, 1998) une charge supérieure à 10^5 UFC/ml signifie une contamination importante. Les résultats présent dans le tableau N° 14 la valeur dénombrée de la flore aérobie mésophile de la laiterie LAVALLEE est inférieure à 10^4 se qui signifie l'absence d'une contamination. Par contre la valeur de la laiterie de Constantine indique une très mauvaise qualité du lait cru au regard des normes.

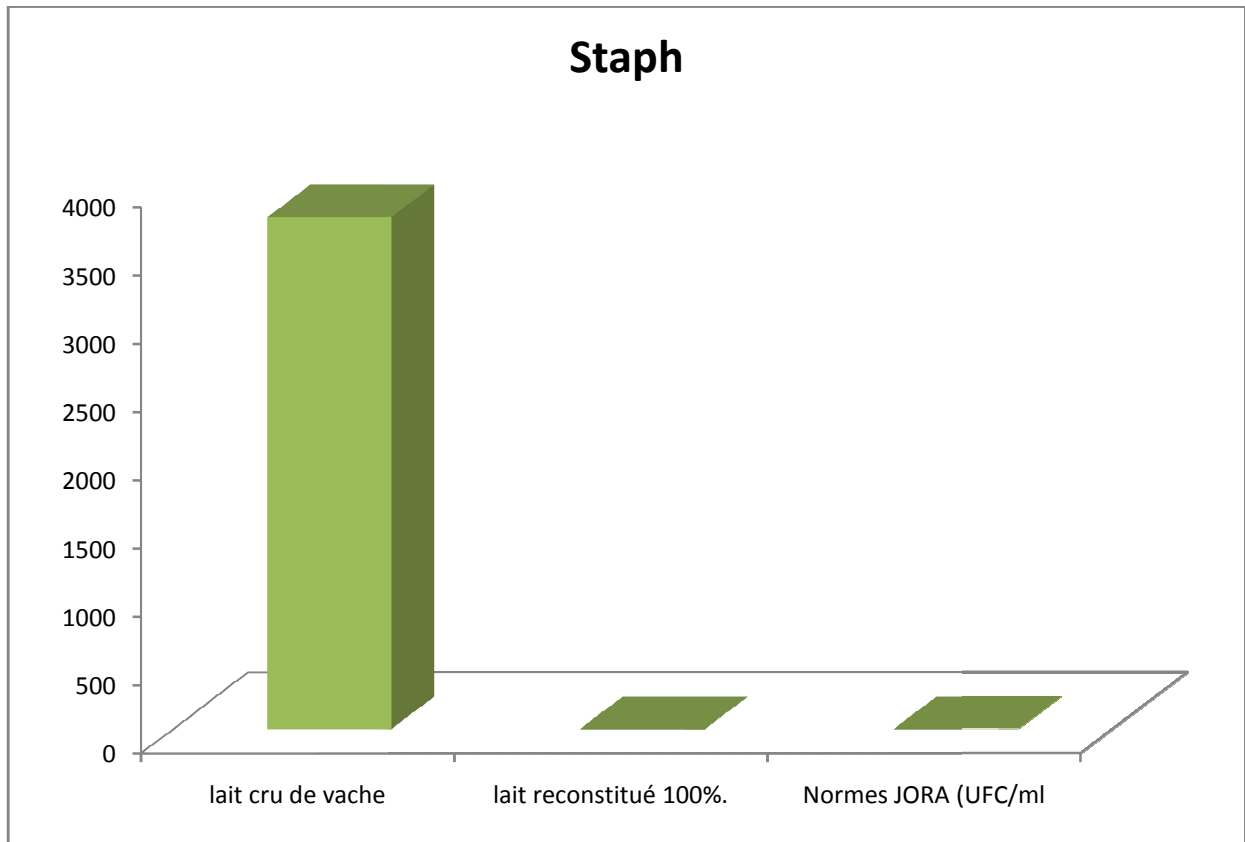
Staphylococcus aureus

Figure N° 10 : Dénombrement des *Staphylococcus aureus*.

Staphylococcus aureus sont des espèces très pathogènes pour la santé humaine. La norme algérienne prévoit l'absence de ce germe dans le lait.

Les résultats des analyses de lait reconstitué (laiterie LAVALLEE) excluent la présence de cette flore qui signifie l'absence de la contamination, et les résultats de lait cru de vache (laiterie de Constantine) $37,5(10^2)$ UFC/ml donc ce dernier est de mauvaise qualité alimentaire et inconsommable.

La présence de *staphylocoques* dans le lait peut avoir deux origines principales, soit elle résulte d'une contamination primaire, due à la présence dans un troupeau de mammites à *Staphylococcus aureus*, soit c'est une contamination humaine.

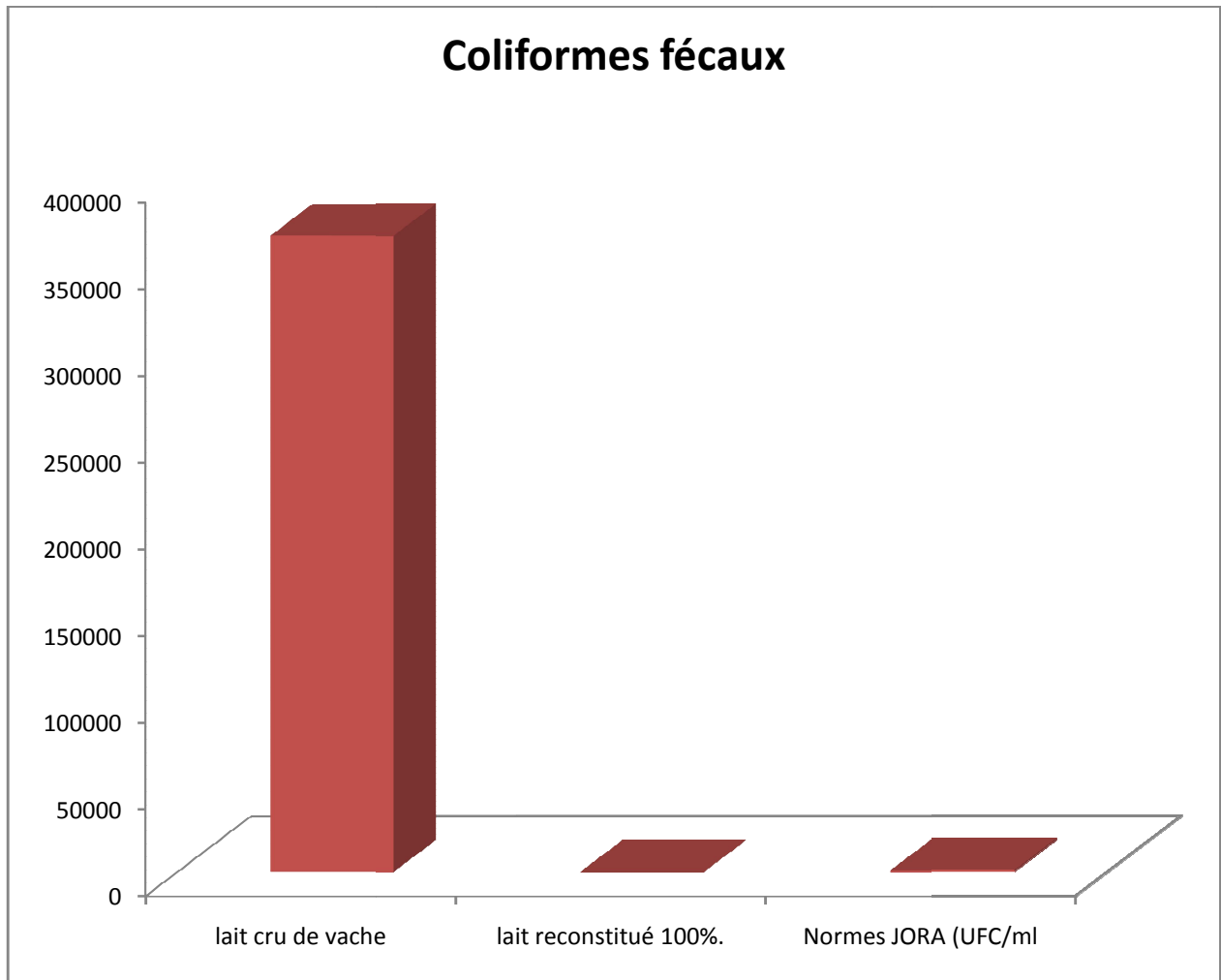
Coliformes fécaux

Figure N° 11: Dénombrement des *Coliformes fécaux*.

L'absence des coliformes fécaux dans les résultats de lait reconstitué présenté dans le tableau N° 14 est un indicateur de l'absence d'une contamination qui conforme aux normes exigées par le JORA n°35,1998 et leur présence dans le lait cru de vache (laiterie Constantine) indique une contamination qui dépassent largement les normes en vigueur qui sont de 10^3 UFC/ml.

Leur présence est souvent associée aux contaminations d'origine fécale et leur importance témoignerait de conditions hygiéniques dégradées lors de la traite

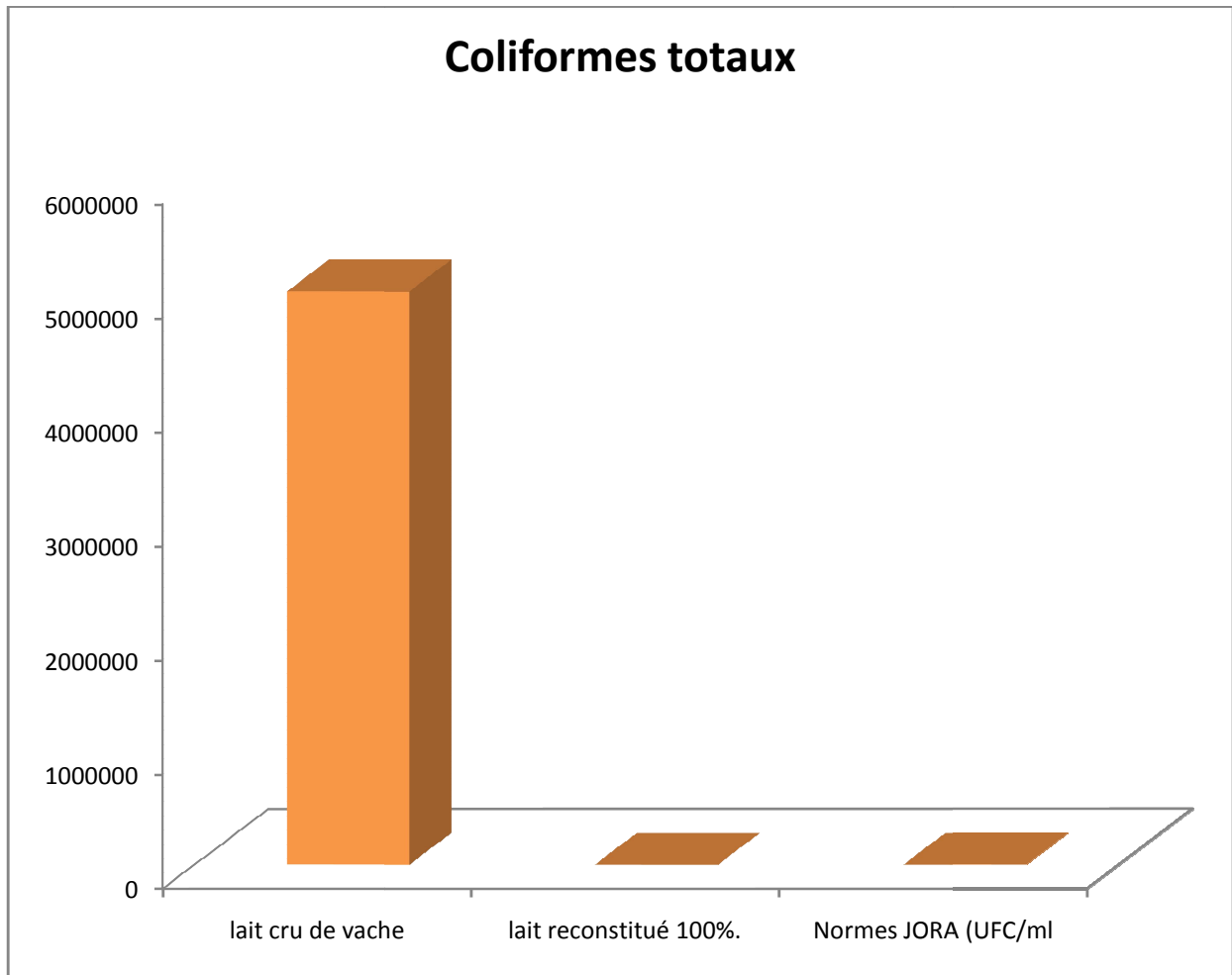
Coliformes totaux

Figure N° 12 : Dénombrement des *Coliformes totaux*.

La flore des coliformes totaux est composée des entérobactéries qui fermentent le lactose et produisent ainsi des acides et du gaz, La contamination du lait par cette flore peut être d'origine fécale due à l'excrétion mammaire ou par une eau contaminée utilisée pour les différentes opérations de nettoyage.

D'après les résultats du tableau N° 14 la valeur des coliformes totaux dans le lait reconstitué (laiterie LAVALLEE) dénombrés l'absence d'une contamination de notre produit par cette flore et la valeur 50, 3(10⁵) UFC/ml dans lait cru de vache (laiterie Constantine) indique une contamination qui ne conforme pas aux normes (10² UFC/ml).

Conclusion Générale

«Je ne compte pas sur le passé, j'en tire des conclusions pour le présent»

Eric Fisher



Conclusion et recommandations

L'étude sur le camembert de la laiterie de Constantine a montré que la qualité du lait cru destiné à la fabrication du fromage à pâte molle type Camembert est non satisfaisante, et que les laits sont fortement contaminés, révélant des pratiques d'hygiène douteuses.

Les germes dénombrés sont considérés comme des indicateurs de la qualité du lait et des pratiques de l'hygiène. Ces résultats confirment la nécessité d'utiliser un lait conforme aux normes du JORA pour fabriquer un fromage à pâte molle comme le camembert en utilisant la pasteurisation qui est un traitement thermique à des températures comprises entre 60 et 100°C ayant pour but de détruire la totalité des micro-organismes pathogènes non sporulés et de réduire significativement la flore végétative présente dans un produit. Son traitement thermique assure sa salubrité et augmente sa durée de vie.

Cependant, des traitements intenses sont à l'origine de perte de vitamines et d'acides aminés essentiels à la vie humaine. Les résultats des analyses physico-chimiques, sont généralement, compris dans des intervalles proches des normes internationales retenues pour le lait.

Le centre de collecte du lait et les camions collecteurs qui constituent un intermédiaire entre l'exploitation et la laiterie, doit assurer la collecte, le stockage et le transport du lait dans de bonnes conditions d'hygiène. Il doit veiller régulièrement sur le nettoyage du local et du matériel (filtres, bacs ...), s'assurer du bon fonctionnement des bacs réfrigérants pour limiter la détérioration de la qualité hygiénique.

Le danger de consommation du lait cru non soumis au contrôle sanitaire des vétérinaires réside dans les mauvaises conditions de son conditionnement qui peuvent conduire à des maladies contagieuses dont la tuberculose.

Pour protéger le consommateur, la vente de lait non pasteurisé a été interdite, les cas de brucellose chez l'homme proviennent de la consommation du lait de vache cru non pasteurisé. Une grande quantité de lait cru est collectée et envoyée aux laiteries pour éviter sa vente directe au consommateur et l'orienter vers des unités de transformation pour sa pasteurisation et pouvoir l'utiliser dans les sous produits laitiers.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDOUNE ., (2003). Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie Draa ben khedda : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage. Mémoire de magister en science alimentaire, Constantine. 88 p.

ABOUTAYEB R., 2009. Technologie du lait et dérivés laitiers.

ALAIS et LINDEN., 1997. Abrégé de biochimie alimentaire. 4^{ème} éd., Masson, 248p.

AUCLAIR et ACCOLAS., 1983. Use of thermophilic lactic starters in the dairy industry. Antonie Van Leeuwenhoek 49: 313-326.

BADIS, LAOUABDIA-SELLAMI, GUETARNI, KIHAL et OUZROUT., (2005). Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales « Arabia et Kabyle ». Sci. Technol. 23: 30-37p.

BERESFORD T et WILLIAMS., (2004). The Microbiology of Cheese Ripening – Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition, Volume 1: General Aspects, Ed. Fox P., McSweeney P., Cogan T., GuineeT, Academicpress.

BERGER, KHAN, MOLIMARD, MARTIN et SPINNLER., (1999). Production of sulfur flavors by ten strains of Geotrichum candidum. Appl Environ Microbiol, 65 : 5510- 5514p.

BERTRAND., (1988). Le fromage grand œuvre des microbes .revue générale de froid, 78,519-527.

BRULE, LENOIR et RAMET F., (1997). Les mécanismes généraux de la transformation du lait en fromage Chapitre 1 : La micelle de caséine et la coagulation du lait. Dans Le fromage p. 7, 3^{ème} Ed. Tec et Doc. Lavoisier.

CAROLE et VIGNOLA., (2002). Science et Technologie du lait. 598p.

CHAMPIGNY., (2011). Biocompatibilité des bactéries lactiques probiotiques et d'affinage avec des mycètes du camembert isolées de laits de terroir québécois, mémoire présenté à la faculté des études supérieures de l'université Laval, 90 pages.

CHOLET., (2006). Étude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire, Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, France.

ECK., (1990). Le Fromage 3^{ème} Edition, Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.

EVETTE., (1975). La fromagerie.- Paris : Presses universitaires de France, 140 p.

FLEET., (1999). Microorganisms in food ecosystems. Int J Food Microbiol 50: 101-117.

FREDOT., (2005). Connaissance des aliments - bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Edition Tec & Doc, Lavoisier, pp 38,43/424.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GASTALDI-BOUABID., (1994). Etude de l'évolution des micelles de caséine au cours de l'acidification : mise en évidence d'un état de transition entre pH 5.5 et pH 5.0 – Thèse Doctorat Académie de Montpellier. Université de Montpellier II.

GRAPPIN et POCHET., (1999). Le lait, P3 – 22.

GUEGUEN., 1979. Apports minéraux par le lait et les produits laitiers Cah natur Diet : 3 : 213 – 217.

HANZEN., (1999). Pathologie de la glande mammaire de la vache laitière: Aspects individuels et d'élevage. 4ème Edition Université de Liège, 235 p.

HODEN et COULON., (1991). Composition chimique du lait.

FERCHICHI, HEMME et BOUILLANE., (1986). Influence of oxygen and pH on methanethiol production from L-methionine by *Brevibacterium linens* CNRZ 918. Appl Environ Microbiol 51: 725-729.

FEUILLAT, LE GUENNEC et OLSSON., (1976). Contribution à l'étude de la protéolyse des laits réfrigérés et incidence sur le rendement de fabrication de fromages à pâte molle. Lait, 55, 521-536.

JEANTET, CROGUENNE, MAHAUT, SCHUCK et BRULE., (2008). Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).

J.O.R.A. N°35. (1998). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

J.O.R.A. N° 39 (2017). Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.

JUILLARD et RICHARD., (1996). Le lait, P 24 – 26.

LAWRENCE RC, CREAMER LK et GILLES., (1987). Texture development during cheese ripening. J Dairy Sci 70: 1748-1760

LECLERQC-PERLAT MN, BUONO F, LAMBRET D, LATRILLE E, SPINLER HE, et al., (2004). Controlled production of Camembert-type cheeses. Part I: Microbiological and physicochemical evolutions. J Dairy Res 71: 346-354.

LE JAOUEN., (1993). Guide national des bonnes pratiques en production fromagère fermière. Paris, 1è éd.: Institut de l'élevage.145-154.

LEMIEUX et SIMARD R.D., (1994). Bitter flavour in Dairy Products. Lait, 72, 335- 382.

LENOIR, LAMBERT et SCHMIODT., (1983). L'élaboration d'un fromage l'exemple du Camembert. Pour la Science, 69, 30-42.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LUQUET., (1990). Lait et produits laitiers : vache, brebis chèvre. Tome II, Tech. Et Doc., 2^{ème} édition, Lavoisier, Paris.

MATHIEU., (1999). Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).

MIETTON., (1995). Incidence de la composition des fromages au démoulage et des paramètres d'environnement sur l'activité des agents de l'affinage. Revue des ENIL, 189, 19-27.

MICHEL Mahant, ROMMAIN Jeant et GERART Brulé., (2000). Initiation à la technologie fromagère. 2^o Edition Technique et documents. 224pages.

MOUNIER, REA, O'CONNOR , FITZGERALD et COGAN., (2007). Growth characteristics of *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Microbacterium*, and *Staphylococcus* spp. isolated from surface-ripened cheese. *Appl Environ Microbiol* 73: 7732-7739.

NEELAKANTEN, SHAHANI et ARNOLD., (1971). Lipases and flavor development in some Italian cheese varieties. *Food Production Development*, 5, 52-58.

OULD MUSTAPHA, N'DIYAE, et OULD KORY., (2012). Etude de la qualité du lait pasteurisé des industries laitières situées à Nouakcote (Mauritanie) *Sciences du vivant Biologie*. Editions Mersenne : Volume 4 N 0120804 ISSN 2111 – 4706p. Guiraud, 1998.

POUGHEON., (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34 (102 pages).

RAMET., (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéens. Ed. Etude FAO. Production et santé animale, 187 P.

RAMET., (1987). La préparation du caillé, 1- : La présure et les enzymes coagulantes. Dans le fromage, Tec et Doc. Lavoisier, pp 101-107, 539 p.

ROOSITA et FIEET., (1996). The occurrence and growth of yeasts in Camembert and blue-veined cheeses. *Int J Food Microbiol* 28: 393-404.

SALMINEN, WRIGHT et OUVWEHAND., (2004). Lactic acid bacteria. Microbiological and functional aspects. Marcel. Dekker. Inc., U.S.A. König Fröhlich, 2009 ;

SPINNILER et GRIPON., (2004). Surface Mould-Ripened Cheeses. In: Fox PF, McSweeney PL, Cogan TM, Guinee TP, editors. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 3rd ed. pp. 157-174.

STILES et Holzappel., (1997). Review article Lactic acid bacteria of foods And their current taxonomy. *Int. J. Food Microbiol*. 36: 1-29p.

VEISSEYRE., (1975). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

VIGNOLA., (2002). Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34 (600 pages).

- [1] <https://kissmychef.com/chaud-devant/loeuif-ou-la-poule-chaud-devant/producteurs/10-fromages-a-pate-molle-preferes-francais>
- [2] <http://tpefromagedifference.e-monsite.com/pages/ii-la-fabrication/coagulation-presure.html>
- [3] <https://www.le-grand-restaurant.com/les-fromages/la-fabrication-des-fromages/>
- [4] https://www.gastronomiac.com/cpt_produits_ingre/camembert/

Résumé

Notre travail est porté sur la valeur du camembert de « la vallée » ainsi que sur le suivi de ses critères physico-chimiques et bactériologiques au cours du processus et à la fin de sa fabrication. Cette étude synthétique a été procédée dans le but de comparer des résultats obtenus par d'autres auteurs sur le camembert de la laiterie la vallée et à ceux obtenus sur le camembert de la laiterie de Constantine.

Cette recherche nous a permis de montrer l'influence sur la qualité du camembert Algérien par celle du lait utilisé comme matière première soit cru ou pasteurisé.

Le constat de ces études est que le lait cru peut être contaminé comme le prouve l'étude de la laiterie de Constantine et donc doit être traité thermiquement pour éviter les toxi-infections alimentaires chez les consommateurs.

Mots clés: camembert, bactériologique, physicochimique, influence, traitement thermique

Summary

Our work is focused on the value of Camembert from "LAVALLEE " as well as on monitoring its physicochemical and bacteriological criteria during the process and at the end of its manufacture. This synthetic study was carried out in order to compare the results obtained by other authors on the Camembert cheese from the La Vallée dairy and those obtained on the Camembert from the Constantine dairy.

This research allowed us to show the influence on the quality of Algerian Camembert by that of milk used as raw material, either raw or pasteurized.

The finding of these studies is that raw milk can be contaminated as the study by the Constantine dairy proves and therefore must be heat treated to avoid food poisoning in consumers.

Key words: Camembert, bacteriological, physicochemical, influence, heat treatment

ملخص

يركز عملنا على قيمة كاممبير من "لافالي" وكذلك على مراقبة المعايير الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية أثناء العملية وفي نهاية تصنيعها. تم إجراء هذه الدراسة التركيبية من أجل مقارنة النتائج التي حصل عليها مؤلفون آخرون على جبن كاممبير من ألبان لافالي وتلك التي تم الحصول عليها في كاممبير من ألبان قسنطينة. لقد مكنتنا هذا البحث من إظهار التأثير على جودة الكاممبير الجزائري من خلال تأثير الحليب المستخدم كمادة خام ، سواء كانت خام أو مبستر.

نتيجة هذه الدراسات هي أن الحليب الخام يمكن أن يكون ملوثاً كما أثبتت الدراسة التي أجراها مصنع ألبان قسنطينة وبالتالي يجب معالجته بالحرارة لتجنب التسمم الغذائي لدى المستهلكين.

الكلمات المفتاحية: الكاممبير ، البكتريولوجية ، الفيزيائية الكيميائية ، التأثير ، المعالجة الحرارية