

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERRI DE TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : sciences agronomiques

Spécialité : Management de la qualité totale et sécurité des aliments

THEME

Effet de la qualité physicochimique et microbiologique du lait de vache et de chèvre sur le fromage à pâte molle type camembert.

Réalisé par : - M^{elle} MAKHOUKH Saliha
- M^{elle} NABI Lila

Encadré par : Mme Hellal Z. Maître assistante A à l'UMMTO

Président : Mr Sadoudi R. Maître de conférence B à l'UMMTO

Devant le jury : Mme Remane Y. Maître assistante à l'UMMTO

Mr Arkoub M. Maître assistant à l'UMMTO

Promotion: 2016/2017

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mme Kellal , pour sa bienveillance ,ses précieux conseils et son aide durant la période du travail.

Ainsi, nous tenons à remercier chaleureusement Mme Remman Y. maître assistante à l'UMMJO de nous avoir orientée, aidée, et conseillée.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont portées à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Dédicaces

À mes parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure une bonne santé et longue vie.

À la plus belle créature que dieu a créée sur terre, à cette source de tendresse, de patience et de générosité, 'nana j3ud' que je considère comme ma seconde maman, que dieu la guérisse et lui apportera une longue vie.

À mes frères : Belaid, Kader, Ouremdane , ainsi qu' à mes sœurs :Fariza et Kamilia qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, du courage et de générosité.

À tous mes amis (e), exceptionnellement ma meilleure amie Messad, que notre amitié durera pour toujours, ainsi qu' à ma binôme et sa famille.

Et à tous ceux qui me sont chers

Je leurs dédie ce travail

Saliha.M

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à l'être le plus cher à moi « maman », à la confiance et l'amour que tu m'as accordés.

A mon cher père, Merci d'avoir fait de moi ce que je suis ;

A mes frères, mes sœurs particulièrement ma petite chouhou souhila, mes amies, mes cousins Katia et Yasmine ;

A ma très chère copine Farida ;

A toutes les personnes qui m'ont vraiment soutenue et aidées même si de loin ; vous êtes une source de force pour moi et je vous estime.

A ma binôme Salîha et à toute sa famille

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le lait

1. Définition	1
2. Caractéristiques du lait	1
3. Composition du lait	3
3.1. Les protéines	4
3.2. Les Lipides	6
3.3. Les glucides	7
3.4. Les vitamines et les minéraux	7
3.5. Les enzymes	8
4. Microbiologie du lait	10

Chapitre II : Fromage à pâte molle

1. Historique du camembert	12
2. Définition	12
3. Composition et valeur nutritionnelle	13
4. Matières premières utilisées en fromagerie à pâte molle	14
5. Différentes étapes de transformation	16
6. Classification des fromages	22
7. Qualité et propriétés des fromages	25

Chapitre III : Défauts et accidents fromagères

1. Défauts liés à la qualité et aux traitements de la matière première	27
2. Défauts de caillage	29
3. Défauts d'affinage	30
4. Défauts de croutage	31
5. Défauts de saveurs et d'arôme	34
6-Résolutions de principaux problèmes de fabrication	35

Partie Expérimentale

1. Présentation de l'organisme d'accueil.....	37
2. Procédé de fabrication du fromage	38
3. Matériel et Méthodes	42
3.1. Matériel.....	42
3.1.1. Matériel biologique	42
3.1.2. Matériel utilisés	43
3.2. Méthodes	43
3.2.1. Analyses physicochimiques.....	43
3.2.1.1. Sur la matière première Lait cru	43
-Teste d'antibiotique	43
-Acidité	44
-Densité.....	44
- Détermination la teneur en matière grasse par la méthode acido butyrométrique	44
-Détermination de la teneur en extrait sec total et l'extrait sec dégraissé	44
-Détermination du taux de protéines	44
3.2.1.2. Sur le fromage « camembert ».....	45
-Détermination de la teneur en matière grasse	45
-Détermination de l'extrait sec total	45
3.2.2. Analyses microbiologiques	45
-Recherche de la phosphatase alcaline dans le lait pasteurisé	47
-Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT)	47
-Recherche et dénombrement des coliformes totaux et contaminant fécaux	47
-Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs(CSR)	48
-Recherche et dénombrement des Salmonelle.....	48
Analyse statistique	48

Résultats et discussions

1. Analyses physicochimiques	49
1.1. Résultats d'analyses physicochimiques du lait	49

1.2. Résultats d'analyses physicochimiques du fromage	53
2. Résultats d'analyses microbiologiques	56
2.1. Lait cru.....	56
2.2. Laits crus pasteurisé	57
2.3. Fromage	58
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste d'abréviation

Abréviation	Signification
Abs	Absence
CE	Communities Européne
CIPC	Commission Interprofessionnelle des pratiques contractuelles
D°	dornic
FLCH	Fromage au lait de chèvre
FLV	Fromage au lait de vache
JOA	Journal Officielle Algérien
H	Hydrogène
Ig	Immunoglobuline
LPC	Lait pasteurisé conditionné
L CH	Lait de chèvre
LV	Lait de vache
MG	matière
STLD	Société de Transformation du Lait et Dérivés
UFC	Unité Formant Colonie
UHT	Ultra haute température

Liste des tableaux

Numéro du tableau	titre	Page
I	Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache et chèvre	3
II	Proportions relatives des différentes caséines(en %)	4
III	Composition en lipides des laits de chèvre et de vache	7
IV	caractéristiques des principaux enzymes du lait	8
V	Comparatif vache-chèvre (g/l)	9
VI	Les principaux groupes bactériens du lait	11
VII	Composition moyenne des fromages à pâte molle type camembert	13
VIII	Réactifs et milieux de culture utilisés	42
IX	Résultat des analyses physicochimiques du lait	49
X	Résultat des analyses d'EST et MG de fromage	53
XI	Représente la charge microbienne des différent microorganisme recherché dans les deux type de lait cru	56
XII	représente la charge microbienne des différents microorganismes recherchés dans le lait cru pasteuriser	57
XII	représente la charge microbienne des différents microorganismes recherchés dans les fromages.	58

Listes des figures

Numéro de la figure	Titre	Pages
1	Structure de la micelle de caséine	5
2	La Composition de la matière grasse du lait	6
3	Evolution des constituants majeurs du lait au cours de l'affinage Fromage à croûte lavé (Munster)	21
4	fromage à croûte lavé (Munster)	23
5	Fromage à croûte fleurie (Camembert)	23
6	Fromage à pâtes persillées(Bleu)	23
7	Diagramme de diversité de la fabrication fromagère	24
8	Exemples d'accidents de croutage.	32
9	Diagramme de fabrication du camembert	41
10	L'appareil Lactoscan	43
11	Les différentes étapes des dilutions décimales	46
12	représente la teneur en acidité du lait	49
13	représente la densité de lait	50
14	représente la teneur en matière grasse du lait	51
15	représente la teneur en Extrait sec total du lait	52
16	représente la teneur en protéine du lait	53
17	représente la teneur en Extrait sec total des fromages	54
18	représente la teneur en MG des fromages	55

Introduction générale

L'Algérie est le pays le plus consommateur de lait et ses dérivés du Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par an, soit une moyenne de (120L/an/habitant), et aussi classé le deuxième importateur après la Chine (KACIMI EL HASSANI, 2013). Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des Algériens, il leur apporte la plus grande part de protéines d'origine animale (SENOUSSI, 2008).

Dans le monde, la plus grande importance est donnée à l'élevage des chèvres. En Algérie, la production du lait de chèvre a longtemps été marginalisée, développée à l'échelle familiale dans les régions montagneuses de la Kabylie. Il est consommé à l'état cru ou fermenté.

L'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage était à l'origine de la conservation de ces principaux constituants. Aujourd'hui, il s'agit plutôt d'un aliment essentiel, il représente une meilleure forme de préservation de ses qualités nutritionnelles.

Toutefois, la production du lait se heurte souvent au problème de gestion de sa qualité qui pénalise tous les producteurs et du coup les transformateurs. Les conditions d'hygiène au niveau des fermes, le maintien de la chaîne du froid tout le long du circuit de la production jusqu'à l'arrivée du lait à la laiterie, comportent autant de sources de contamination à maîtriser. Afin de préserver la qualité physicochimique et hygiénique de la matière première avant sa transformation.

Ces aspects relatifs aux caractéristiques de l'élaboration de la qualité globale (physico-chimique et hygiénique) de ce produit bovin et caprin en Algérie, ont fait l'objet de plusieurs travaux de recherche appliqués à cette problématique.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre présente étude qui a pour objectif d'analyser la qualité microbiologiques et physicochimiques du lait (matière première) et le produit fini ; fromage à pâte molle type camembert.

Chapitre I : Généralités sur le lait

Le lait est le premier aliment que nous consommons depuis notre naissance. Il joue un rôle essentiel dans notre régime alimentaire journalier puisqu'il est consommé en grande quantité sous forme de lait, de produits laitiers ou sous la forme cachée dans les préparations diverses (conserves, crèmes glacées, sauce, potages, pâtisseries...).

1. Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1908, lors du premier congrès International pour la répression des fraudes alimentaires, comme « 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 pas contenir de colostrum » (LARPENT, 1997).

Le colostrum est le liquide sécrété par la glande mammaire dans les jours qui suivent la mise bas (BOUDIER et LUQUET, 1981).

La dénomination "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination "lait" suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient : "lait de chèvre", "lait de brebis", "lait d'ânesse"(J.O.R.A 1998).

2. Caractéristiques du lait

2.1. Caractéristiques organoleptiques

Le lait de vache est un liquide opaque de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée présentant une teinte jaunâtre dû à sa richesse en β - carotène.

Contrairement, au lait de chèvre qui est pauvre en tocophérol et en β -carotène, peu coloré, présentant une blancheur que l'on retrouve dans les fromages.

Le goût léger du lait frais de chèvre est dû à la présence d'acides gras tels que caprique, caprylique et caproïque, donnant ainsi au fromage un goût si agréable (JAUBERT, 1997).

Par contre, le goût prononcé (fort) peut être dû à une traite peu hygiénique, à la nature de l'aliment du bétail, au traitement inadéquat, ou à un mauvais stockage du lait (BOYAVAL *et al* ; 1999).

2.2. Caractéristiques physico-chimiques

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité. Ils sont présentés dans le tableau I.

2.2.1 pH

Le pH mesure la concentration des ions H^+ , ainsi il renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait frais possède un pH compris entre 6,6 et 6,8. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH

2.2.2. Acidité titrable (° Doronic).

L'acidité titrable indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Un lait frais a une acidité de titration de 15 à 18°Doronic (°D). Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement. C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes (MATHIEU, 1998).

2.2.3. Densité

La densité du lait désigne le rapport entre la masse d'un volume donnée de lait et la masse du même volume d'eau.

La densité moyenne du lait de vache varie entre 1,028 et 1,033, ainsi une valeur inférieure permet de constater un ajout soupçonné d'eau au lait. (POINTURIER, 2003).

2.2.4. Masse volumique

Le lait contient différents éléments dispersés (micro-organismes, globules gras, micelle de caséine) qui peuvent être séparés selon leur masse volumique. Selon POINTURIER (2003), la masse volumique du lait est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de lait divisée par son volume.

La masse volumique, le plus souvent est exprimée en gramme par millilitre ou en kilogramme par litre (VIGNOLA, 2002).

2.2.5. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre $-0,54\text{ °C}$ et $-0,55\text{ °C}$ (MATHIEU, 1998). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ $(0,0055\text{ °C})$ (GOURSAUD, 1985).

2.2.6. Point de l'ébullition

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau, soit : $100,5\text{ °C}$ JEAN et DIJON (1993).

Le tableau ci-dessous présente les propriétés physicochimiques entre les laits de vache et de chèvre.

Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache et chèvre (AIT AMER MEZIANE ,2008).

composition	Vache	Chèvre
Energie	705	600-750
Densité du lait entier à 20 °C	1,028-1,033	1,025-1,027
Point de congélation (C°)	-0.520 -0.550	-0.550 – 0.583
pH- 20 °C	6.60 – 6.80	6.45 – 6.60
Acidité titrable ($^{\circ}$ Dornic)	15 – 17	14 – 18
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes cm)	50	52
Conductivité électrique à 25 °C (siemens)	45×10^{-4}	$43-56 \times 10^{-4}$
Indice de réfraction	1,45-1,46	1,35-1,46
Viscosité du lait entier à 20 °C	2,0-2,2	1,8-1,9

3. Composition du lait

La composition du lait de chèvre est proche de celle du lait de vache, notamment en protéines, lipides et glucides, la différence se situe dans la teneur en ces nutriments. Elle est représentée dans le tableau IV.

3.1. Protéines

Les protéines constituent l'élément essentiel pour la fabrication fromagère. En effet, ce sont elles qui vont permettre le phénomène d'agglutination des composants solides du lait et donc la constitution du caillé.

Ces protéines sont constituées de 2 types :

-les protéines sériques qui n'ont aucun rôle particulier en transformation fromagère car elles ne sont pas coagulées par la présure

-les caséines : elles représentent 80% des protéines du lait et s'agglutinent en formant une structure particulière appelée « micelle de caséine ». Elles sont constituées de 3 types :

- la caséine α S1 et α S2
- la caséine β
- la caséine κ

La proportion de différentes fractions de caséines sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau II : Proportions relatives des différentes caséines(en %) (MIETTON *et al.*, 1994)

Caséines	Chèvre	Vache
Caséine α_{S1}	5	33
Caséine α_{S2}	25	11
Caséine β	50	33

D'après ce tableau on remarque que la distribution des variantes de caséines du lait de chèvre contient une quantité plus grande de caséine de type β qui lui confère une meilleure aptitude à la coagulation par la présure, alors que le lait de vache contient des quantités équivalentes entre les caséines α et β .

3.1.1. Les caséines

JEAN et DIJON (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol^{-1} , forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de $0,1 \mu\text{m}$.

Les micelles sont formées de sous-micelles reliées ensemble par des ponts phosphates de calcium, celles situées à la périphérie sont plus hydrophiles et contiennent une plus grande proportion de caséine κ (figure 1). Cette dernière joue un rôle comme facteur limitant de croissance de la micelle et de maintien de celle-ci en suspension dans le lait.

La figure ci-dessous montre la structure de caséines.

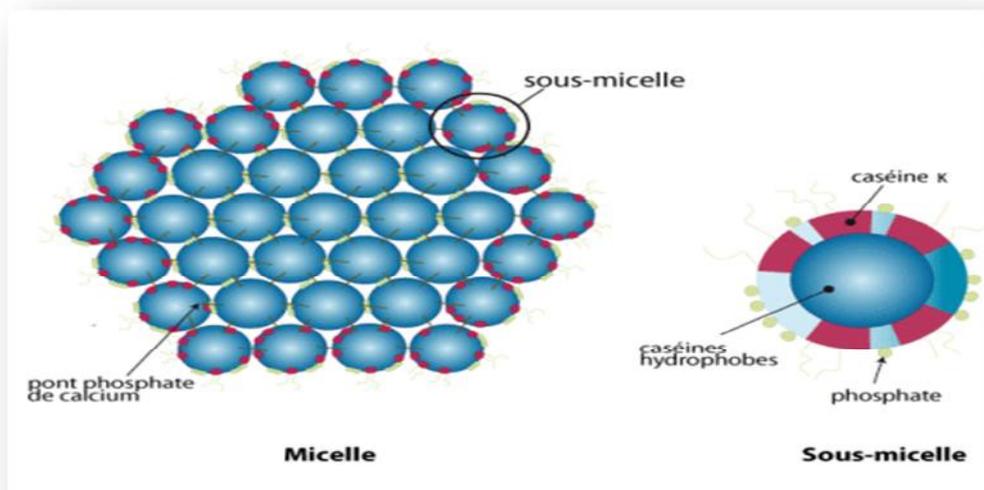


Figure 1 : La structure de la micelle de caséine (JEANTET *et al.*, 2007).

3.1.2. Les protéines de sérum

Les protéines de sérum, qui représentent environ 20% des protéines totales, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la β -lactoglobuline et l' α -

lactalbumine ; les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, le sérualbumine bovine (SBA) et la lactoferrine.

- **β -lactoglobuline**

β -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Cette protéine a une structure globulaire maintenue et stabilisée par 2 ponts disulfures. Son rôle est méconnu mais on suspecte une utilité dans la régulation de l'activité des glandes mammaires, et surtout dans la stimulation des lipases gastriques chez les jeunes mammifères afin de faciliter la digestion des lipides du lait (VIGNOLA,2002).

- **α -lactalbumine**

Représente environ 20 à 25 % des protéines sériques, elle se caractérise dans sa structure par la présence de 4 ponts disulfures lui confèrent une stabilité thermique remarquable. Elle a la particularité de fixer certains ions tels que le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, le cuivre, et le zinc et aussi et surtout elle intervient dans le processus de la biosynthèse du lactose (HOUDEBINE, 1995).

- **Immunoglobulines**

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsables de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines : IgA, IgG, IgM., elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont des protéines du sérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (THAPON, 2005).

3.2. Les lipides

La matière grasse du lait se compose principalement de triglycérides, phospholipides et une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène. (FILQ, 2002). La figure suivante illustre les différentes composantes des lipides.

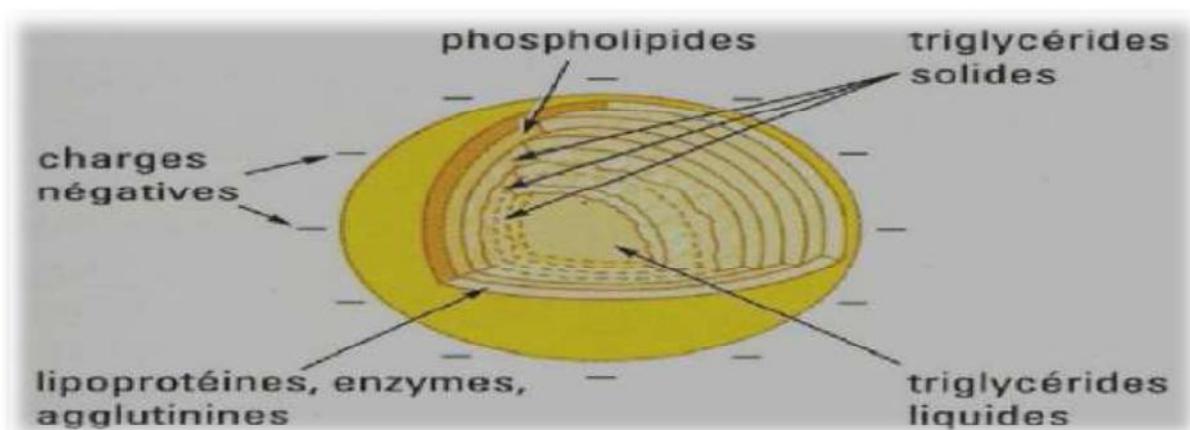


Figure 2. Composition de la matière grasse du lait (BYLUND, 1995).

Le lait de chèvre est pauvre en carotène et donc, peu coloré par rapport aux autres laits, il est plus riche en acides gras à 10 atomes de carbone et présente un pourcentage plus élevé de petites globules gras que le lait de vache. Il ne contient pas d'agglutinines et présente une activité lipasique plus faible que le lait de vache (CHILLIARDE, 1996). Le tableau suivant présente la différence en composition de la matière grasse entre les deux types de lait

Tableau III. Composition en lipides des laits de chèvre et de vache (CHILLIARD, 1996).

Composition en %	Chèvre	Vache
Triglycérides	95	89
Glycérides partielles	3	0.5
Cholestérol	0.4	0.3
Phospholipides	1	0.9
Acides gras libres	0.6	0.4

3.3 .Les glucides

Le lactose compose la teneur en glucide du lait. Il est constitué de deux fractions : glucose et le galactose, nécessitent l'action de l'enzyme lactase, pour être dissociés. Ce type de sucre fournit de l'énergie et contribue activement à l'absorption du calcium.

Par comparaison au lait de vache (50g/l), le lait de chèvre possède une teneur moindre en lactose avec une variation de (47 à 48 g/l) (VEINOGLUO *et al.*, 1982b ; ROUDJ *et al.*, 2005).

3.5. Les vitamines et les minéraux

Le lait de chèvre comporte près de deux fois plus de vitamine A que le lait de vache. Il se retrouve exclusivement sous forme de rétinol. Le rétinol s'avère être la forme la plus active et rapidement utilisé par le corps. Les deux laits possèdent la même quantité de vitamine D. La niacine joue un rôle important dans l'utilisation des protéines, des glucides et des lipides, le lait de chèvre en contient trois fois plus que le lait de vache.

Le lait de chèvre renferme globalement plus de calcium, magnésium, potassium et phosphore que le lait de vache. Il possède un grand pouvoir alcalinisant et un pouvoir tampon, ce qui contribue, entre autre au maintien d'une bonne masse osseuse (ADRIAN *et al.*, 1995).

3.5. Les enzymes

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux facteurs essentiels qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température.

Les enzymes du lait de chèvre sont principalement des estérases, c'est-à-dire les lipases, les phosphatases alcalines et des protéases. Il contient environ trois fois moins de phosphatase alcaline que le lait de vache (VEISSEYRE, 1979).

Le tableau IV résume les différentes classes d'enzymes du lait ainsi le pH et la température d'activité maximale.

Tableau IV : caractéristiques des principaux enzymes du lait (VEISSEYRE, 1979).

Groupe d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	Substrats
	<u>Estérase :</u> Lipases	8,5	37	Triglycéride
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4-5,2	37	Esters phosphoriques
	<u>Protéases :</u> Lysosyme Plasmine	7,5 8	37 37	Paroi cellulaire microbienne Caséine
Oxydases	Sulfhydryle oxydases	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydases	8,3	37	Acide puriques
Oxygénases	Lactopéroxydases	6,8	20	Composé réducteurs + H ₂ O ₂
	catalase	7	20	H ₂ O ₂

Tableau V : tableau comparatif entre lait vache-chèvre en (g/l).

Composition Chimique	Lait de chèvre	Lait de vache	Référence bibliographiques
Les matières protéiques	30,8Kg de protéines totales 68 à 70 % Riche en caséine α_2 et β (21% ,48%) Pauvre en caséines α_1 Caséines moins d'acide glutamique La vitesse de coagulation est équivalente	32 Kg /g de protéines totales 80 % de la caséine Pauvre en caséine α_2 et β (10%,35%) Riche en caséine α_1 Caséines riche en acide glutamique La vitesse de coagulation est équivalente	INSTITU DE L'ELEVAGE, (2003) BRULE, (1987)
La matière grasse	34 ,4 g /kg Plus d'acide caproïque, caprylique et caprique	40,4 g /kg Moins d'acide caproïque, caprylique et caprique	INSTITU DE L'ELEVAGE,(2003) LE JAOUEN , (1986) MORRISSEY, (1995)
Le lactose	47-48 g/l	48-50 g /l	MORRISSE, (1995)
Vitamine B2 (riboflavine) Vit B12 (cobalamine) ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	0,14 0,06	0 ,16 0,36	LE JAOUEN, (1981)
Les matières minérales	7-8	7-8	LE JAOUEN, (1981)
Eau	900 g /l	900 g/l	ITELV, (2002)

4. Microbiologie du lait cru

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les microorganismes et les enzymes, sa richesse et sa fragilité en font un milieu idéal aux nombreux microorganismes comme les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent très vite. Les vitamines et les matières grasses du lait peuvent s'altérer sous l'influence de la lumière et de l'oxygène (RICHARD et DESMAAUD,1990).

4.1. Flore originelle

La flore originelle ou indigène se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Lorsque le lait est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain, il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles tels que *les Micrococcus sp* (30-90%), *Lactobacillus* (10-30%) et *Streptococcus* ou *lactococcus* (10%) (VIGNOLA, 2002).

4.2. Flore de contamination

Elle se définit comme étant l'ensemble des microorganismes qui contaminent le lait, depuis la traite jusqu'à la consommation. Elle peut entraîner deux effets néfastes : altérer le produit ou être pathogène pour le consommateur (ROZIER, 1986). Elle est subdivisée en deux sous classes

4.2.1. Flore d'altération

Elle est responsable des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduit la durée de conservation des produits. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : *pseudomonas sp* ; *Escherichia coli* *Enterobacter* et les sporulées tels que *Bacillus sp* et *Clostridium sp* et certaines levures et moisissures.

4.2.2. Flore pathogène

La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois origines : l'animal, l'environnement et l'homme. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* , *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*,

Escherichia coli, *Campylobacter jejuni*, *shigella sonei* et certaines moisissures (FREDOT, 2007). Le tableau VI résume les principaux groupes bactériens du lait.

Tableau VI : Les principaux groupes bactériens du lait (LAMONTAGNE *et al.*, 2002).

	Groupe	Caractères
Bactéries « Gram positif »	1- Bactéries lactiques	- Activité biologique : fermentation du lactose
	2- Microcoques	- Flore banale de contamination du lait « activité enzymatique réduite »
	3- Staphylocoques	- Anaérobies facultatifs fermentent le lactose exemple : <i>Staphylococcus aureus</i> - Développement dans le lait à 15°C pendant plusieurs heures.
	4- Bacillaceae	- Mésophiles, inhibées à 45°C, - Absence dans le lait cru et les produits laitiers qui n'ont pas été chauffés, - Responsables des altérations des laits insuffisamment stérilisés.
Bactéries « Gram négatif »	1- Entérobactéries	- Des coliformes, fermentent le lactose - Leur présence est liée à une contamination fécale moins abondantes dans le lait par rapport à d'autres Gram (-), - Ces espèces résistent aux antibiotiques, se développent à des températures très différentes.
	2- Achromobactériaceae	- Ces microorganismes forment l'essentiel de la flore psychotrope - Ne fermentent pas les sucres.
	3- Bactéries divers.	Les plus importantes <i>Pseudomonas</i> véhiculées par les eaux non potables et brucella pathogènes.

Chapitre II : Fromage à pâte molle

Le lait se consomme à l'état nature et peut également subir différentes transformations qui contribuent à élargir considérablement ses qualités sensorielles et nutritionnelles. L'un des dérivés de ces transformations est le fromage, de l'ancien français « fromage » (du latin *formaticus*, c'est-à-dire fait dans une forme) (VIGNOLA, 2002).

1. Historique du camembert

Selon la légende, l'histoire du camembert débute en France, le mois d'octobre 1791, lorsque Marie Harel, paysanne de Camembert, petit village du Pays d'Auge, donne asile à un prêtre réfractaire Charles-Jean Bonvoust échappé aux républicains. Ce curé, l'aurait alors remerciée en lui révélant le secret de fabrication du fromage. La recette de fabrication, transmise à la belle-famille de sa fille, diffusa dans le Nord-Ouest du pays d'Auge, puis sur les marchés parisiens sous Napoléon III. En 1890, l'ingénieur RIDEL a eut l'idée de l'emballer dans une boîte en bois, ce qui a permis au fromage de voyager facilement à travers le monde (Anonyme 1, 2017).

2. Définition

Le camembert est un fromage à pâte molle, sous forme cylindrique, son diamètre varie de 10 à 30 cm, son épaisseur est de 3 à 5 cm. Il est obtenu par coagulation mixte et égouttage spontané, favorisé par un découpage et un brassage préalable. C'est un fromage affiné à moisissure superficielle. Il renferme au moins 40% de matière grasse avec une humidité moyenne de 50 à 55% (ECK et GILLIS, 2006).

D'après COURTINE(1984), le camembert traditionnel est fait avec du lait cru emprésuré, moulé à la louche, égoutté, salé, retourné, démoulé, et mis à affiner pendant 1 mois en cave au sec. Sa croûte se forme naturellement sans addition de *Penicillium camembertii*.

Quant au camembert industriel, il est fait du lait écrémé pasteurisé, additionné de crème pasteurisée. L'égouttage est accéléré et le moulage mécanisé. La croûte se forme par pulvérisation de *Penicillium camembertii*. Il se conserve plus longtemps.

La dénomination « fromage de chèvre » est réservé aux fromages de formes et de poids variables préparés exclusivement avec du lait de chèvre et présentant une teneur minimum 23g de matière sèche pour 100g de fromage.

3. Composition et valeur nutritionnelle

Le camembert comme tous les fromages est considéré comme aliment de croissance et de l'entretien de l'organisme humain.

Il est distingué comme l'aliment le plus riche en protéines d'une valeur qui varie de 10 à 30% (DILLON et BERTHIER, 2006). Parmi ces protéines, on sélectionne les caséines qui sont les pièces maîtresse de la fabrication fromagère, ce sont elles qui créent la charpente (matrice) du fromage (VIGNOLA, 2002).

Sa teneur en lactose est négligeable, Sa quasi-totalité s'est transformée en acide lactique au cour du caillage ou de l'affinage ou éliminé avec le lactosérum lors de l'égouttage, ils peuvent donc être consommés dans les régimes sans lactose (FREDOT, 2007).

Sa teneur en matière grasse varie de 25 à 40%, elle constitue la source importante de sa saveur.

Pour les autres nutriments, le camembert constitue un apport important en calcium (200 à 700 mg/100g), en phosphore, en sodium, et en vitamine (notamment du groupe B) (ECK, 1990). Le tableau suivant résume sa composition moyenne en différents nutriments.

Tableau VII. Composition moyenne des fromages à pâte molle type camembert (Dillon, 1987)

Constituants	Composition pour 100 g de produit
Eau (g)	50
Energie (kcal)	310
Glucides(g)	4
Lipides (g)	24
Protéines (g)	20
Calcium (g)	400
Phosphore (mg)	250
Magnésium (mg)	20
Potassium (mg)	150
Sodium (mg)	700
Zinc (mg)	5
Vitamin A (UI)	1010
Thiamine (mg)	0,04
Riboflavin (mg)	0,75
Niacin (mg)	0,80
Vitamins PP (mg)	1,25

4. Matières premières utilisées en fromagerie à pâte molle

La maîtrise des différentes étapes de la fabrication fromagère passe obligatoirement par une bonne connaissance du lait et des ingrédients, tels que les levains, les enzymes coagulantes et les sels (ECK et GILLIS, 2006).

La fabrication du fromage à pâte molle type Camembert exige l'emploi d'un lait de haute qualité bactériologique et physico-chimique.

4.1. Laits de fromagerie

REMEUF *et al.*, (1991) soulignent que l'aptitude du lait à la transformation en fromage est dépendante de sa composition physico-chimique, microbiologique et son comportement vis à vis de l'enzyme coagulante à savoir la présure. Soit directement à partir d'un lait cru, ou à partir d'un lait traité thermiquement. Il s'agit généralement de :

-lait frais (vache, brebis, chèvre...etc.) ;

-lait recombinaé : mélange de poudre de lait écrémé de type low-heat, de l'eau et de la matière grasse laitière anhydre (MGLA) ;

-lait reconstitué : mélange de lait en poudre et de l'eau de reconstitution ;

-lait de mélange : obtenue par le mélange du lait frais et du lait recombinaé ou reconstitué à différentes proportions ;

-lait enrichi en poudre de lait : est un enrichissement du lait frais en poudre de lait afin de lui augmenter sa teneur en extrait sec dégraissé et/ou en matière grasse.

4.2. Agents d'acidification, de coagulation et de maturation

4.2.1 Ferments lactiques

Par leur activité acidifiante, les ferments lactiques conditionnent pour une grande part l'aptitude du lait à la coagulation, l'aptitude du caillé à l'égouttage et assurent les qualités organoleptiques recherchées (CANTERI, 2006 ; MAHAUT *et al.*, 2003).

D'après MIETTON *et al.*, (1995), il existe deux grandes classes de levains lactiques :

-les mésophiles :(*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* et *Leuconostoc cremoris*) comportent des bactéries acidifiantes productrices d'acide lactique et des bactéries aromatisantes fermentant le citrate ;

-les thermophiles : se caractérisent par leur aptitude à croître à des températures supérieures à 40°C .Les plus utilisées appartiennent aux genres : *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Pediococcus*.

4.2.2 Levains fongiques

Les espèces fongiques les plus utilisées pour la fabrication du camembert d'après CHOISY *et al.*, (2006) sont :

-*Penicillium camemberti* : une moisissure qui assure la couverture blanche du camembert et sa désacidification, elle participe de manière importante à la protéolyse et à la lipolyse ;

-*Geotrichum candidum* : une moisissure blanchâtre qui apparaît à la surface du camembert dès les premiers jours d'affinage. Elle joue un rôle dans la protection des surfaces contre les contaminations externes, dans la libération de l'acide oléique, d'ammoniaque, d'aldéhyde et d'autres acides organiques.

4.2.3 Enzyme coagulante (présure)

La présure est l'enzyme extraite de la caillette de veaux pré ruminants, elle est composée de deux fractions actives : la chymosine, protéase majeure responsable d'au moins 85% de l'activité coagulante totale, le complément est apporté par la pepsine.

Selon RAMET (2006), l'inactivation thermique de la présure est totale à 61°C. Son activité optimale est observée à une température de 42°C et à un pH de 5,5.

4.3 Sels

Selon SIMAL (2000) et AGIOUX (2003), l'ajout de sels (chlorure de calcium, de magnésium, chlorure de sodium, phosphate mono calcique) est dans le but de rétablir l'équilibre salin, ainsi d'améliorer la cohésion du caillé, compléter l'égouttage, régler l'activité d'eau (le développement microbien) et accroître le potentiel organoleptique du fromage.

5. Différentes étapes de transformation

La transformation du lait de saveur et d'odeur discrète en une structure d'aspect, de saveur et d'arôme du fromage est une suite d'opérations où le savoir faire du fromager et la maîtrise des opérations conditionnent la réussite du produit fini.

5.1. Préparation du lait

5.1.1 Standardisation physicochimique

C'est une nécessité pour répondre aux normes légales et technologiques, ainsi pour donner au lait la composition correspondante à celle du fromage à élaborer. Selon JEANTET *et al.*, (2008), elle comporte la mise en place de différentes corrections ou ajustements du taux de protéines, matière grasse, minéraux et du pH d'emprésurage.

-Phase de pré maturation et d'ensemencement (maturation)

La pré maturation est un enrichissement du lait en sels (phosphate mono calcique, chlorure de calcium...etc.), réalisée à 10°C/15-20h, afin de rétablir l'équilibre chimique des composants du lait, ainsi de renforcer la coagulation et la cohésion du caillé. On introduit également les levains fongiques qui jouent un rôle important lors de l'affinage, suivi d'une maturation à chaud qui, selon St-GELAIS (2002), consiste à ensemencer le lait avec la flore lactique (à une dose de 1.5-2%) à une température de 33-36°C/15min-1h30 dans le but d'acidifier le lait au pH d'emprésurage.

5.1.2 Standardisation microbienne

Les laits mis en œuvre dans l'industrie fromagère subissent des traitements thermiques préalables dans le but d'assurer leur assainissement et leur stabilité.

La thermisation (64°C/15-20 sec) est utilisée pour détruire les bactéries psychrotrophes, notamment les espèces des genres : *Pseudomonas*, *Achromobacter* et *Flavobacterium* qui se développent dans un lait réfrigéré et produisent des enzymes résistantes à la pasteurisation et même à la stérilisation UHT, qui génèrent des goûts désagréables et des pertes de rendement fromager (LENOIR *et al.*, 1983). Comme ce traitement ne détruit que partiellement les germes dangereux (BERTRAND, 1988), on a recours à la pasteurisation qui est un chauffage du lait à 72-75°C/15-20 sec qui permet la destruction des bactéries pathogènes et la réduction

du nombre de la flore banale du lait. Elle assure ainsi la salubrité du produit et améliore sa conservabilité (GUIRAUD, 2004).

5.2 Homogénéisation

L'homogénéisation est un traitement mécanique appliqué aux laits des fromageries pour éviter leur écrémage. Il consiste à la réduction de la taille des globules gras à environ 1 μm , à modifier leur nature et propriétés de surface, ainsi il permet d'améliorer la coagulation par la stabilisation d'émulsifiations du lait et l'obtention d'un gel homogène avec une meilleure rétention d'eau. Par contre, il favorise le phénomène de lipolyse, ainsi à la formation de saveurs non désirées.

5.3. Emprésurage

Après maturation, le lait est additionné de présure qui modifiera la texture du lait par son activité protéolytique. Cette étape est caractérisée par le temps de prise et le temps de durcissement (ECK et GILLIS, 2006).

5.4. Coagulation

La coagulation est un changement irréversible du lait de l'état liquide à l'état semi solide appelé gel ou coagulum dont les caractéristiques physicochimiques conditionnent l'aptitude à l'égouttage et les caractéristiques finales du fromage (CHEFTEL et *al.*, 1985 ; MAHAUT et *al.*, 2003).

Pour le fromage à pâte molle, la coagulation est généralement mixte. Elle est provoquée par l'action conjuguée de la présure (coagulation enzymatique) et les bactéries lactiques (coagulation acide) (MAHAUT et *al.*, 2003).

5.4.1 Coagulation acide

La coagulation par voie acide est provoquée par les ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique. Lorsqu'il y a production d'acide, le pH du lait diminue, ce qui provoque une solubilisation du phosphate de calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséines. Dépourvues de phosphate de calcium, les micelles se décomposent en sous-unités, les sous-micelles s'associent par liaisons électrostatiques et hydrophobes pour former un gel lactique qui emprisonne toute l'eau.

Cependant, lorsque le pH atteint le point isoélectrique des caséines (PH 4.6), la structure sous-micellaire disparaît (VIHNOLA, 2002).

Ce type de gel de par la solubilisation du phosphate de calcium au cours de l'acidification présente une bonne perméabilité mais une friabilité élevée (JEANTET *et al.* 2007).

5.4.2 Coagulation enzymatique

Un grand nombre d'enzymes protéolytiques d'origine animale, végétale ou microbienne qui ont la propriété de coaguler le lait. Cependant, cette propriété ne suffit pas à rendre tous aptes à produire des fromages de qualité. Il faut tenir compte de leur activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui leur permet d'hydrolyser caséines α , β et avec libération des peptides. Cette hydrolyse spécifique peut se produire pendant et après la fabrication fromagère. Si elle est trop élevée, il peut résulter plusieurs inconvénients, dont baisse du rendement fromager, une texture molle et l'apparition de goûts anormaux.

Selon JEANTET *et al.*, (2007), elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzymes protéolytiques, le plus souvent d'origine animale.

La coagulation enzymatique passe par trois phases :

- **Phase primaire ou enzymatique**, correspondant à l'hydrolyse de la **caséine κ** au niveau de la liaison phénylalanine(105) et méthionine (106).
- **Phase secondaire** ou d'agrégation des micelles déstabilisées, qui à pH 6.6 commence lorsque 80 à 90% de la **caséine κ** hydrolysée.
- **Phase tertiaire ou phase de réticulation** conduisant à la formation du gel.

Plusieurs facteurs tels que la concentration en enzyme, la température, le pH, la teneur en calcium, la teneur et la composition en caséines, la dimension des micelles et les traitements préalables du lait influent sur le déroulement de la coagulation et les caractéristique du coagulum (GOUCHERON, 2005).

5.5 Egouttage

Le gel formé par acidification ou par action de présure est dans un état physique instable. Selon la nature du coagulum, la phase dispersante se sépare spontanément sous forme de lactosérum en même temps que le gel se rétracte et se durcit.

L'égouttage comprend les deux phases suivantes :

- Expulsion naturelle du sérum par le coagulum (synérèse) ;
- séparation physique du caillé et de lactosérum (tranchage, brassage, moulage).

La séparation du lactosérum s'accompagne d'une ségrégation des différents composants originels du lait : la plus grande partie de l'eau et du lactose ainsi qu'une petite fraction de la matière grasse et des protéines sont éliminés par le sérum ; la plus grande partie des protéines et de la matière grasse est retenue par le coagulum, dont l'extrait sec croît progressivement à mesure de l'élimination du sérum.

L'acidification du lait avant et après coagulation élimine dans le lactosérum les sels minéraux primitivement fixés sur la micelle de caséine. Le niveau de minéralisation résiduelle de la caséine détermine le degré de cohésion du coagulum, son aptitude à l'égouttage ainsi que la matière sèche finale du fromage.

Toutes ces transformations que subit le lait font évoluer sa texture et sa saveur, qui atteindront un degré optimal après une certaine période d'affinage plus ou moins longue selon le type de fromage (FAMELART *et al*, 2002 ; BUGAUD *et al*. 2002).

5. 6. Le salage

Consiste à l'incorporation de sel (chlorure de sodium) dans le caillé, qui peut être réalisé au sel sec ou en saumure, est une opération importante pour les fromages destinés à la maturation.

- Le salage à sec des fromages par saupoudrage la main ou à la machine, par frottage ou par incorporation dans le caillé.
- Le salage en saumure généralement saturée (318 g/litre à 20° C). La plupart des fromages ont une teneur en sel de 1.5 à 2.5%.

Les rôles du salage sont multiples : il complète et améliore l'égouttage par une exsudation plus rapide du sérum ; il oriente et sélectionne le développement de la flore d'affinage de surface en diminuant l'activité de l'eau (A_w) de la surface des fromages ; il permet aussi de protéger la surface contre le *Mucor* qui provoque « le poil de chat » et contre l'*oïdium* qui provoque « la peau de crapaud » en favorisant le développement de la moisissure *Penicillium* ; il améliore la saveur de la pâte et lui donne du goût en renforçant le pouvoir gustatif des caséines et des matières grasse et en diminuant la perception d'acidité ; il

participe à la formation de la croûte pour les fromages dont le croûtage est recherché ce qui évite ainsi une dessiccation trop rapide de la pâte. (MAGALI, 2012)

5.7. Affinage

L'affinage est la dernière phase de fabrication du fromage au cours de laquelle il va développer toute sa saveur (goût et arôme) et acquérir ses caractères définitifs au niveau aspect, texture, goût et consistance. C'est donc la phase de « finition du fromage » dont la réussite dépendra de la qualité de la pâte affinée.

L'affinage est dominé par plusieurs phénomènes biochimiques dont les plus importants sont la transformation du lactose, la dégradation enzymatique des protéines et l'hydrolyse de la matière grasse. Ces transformations biochimiques confèrent aux caillés des caractères nouveaux. La pâte à l'origine dure, compacte et sans grande saveur, est modifiée dans sa composition, sa structure et, par suite dans son aspect, sa consistance, sa couleur. Simultanément, la saveur et l'arôme se développent (CHOISY *et al.*, 1990).

Etant donné que le lait de chèvre est plus riche en acide gras à courte chaîne que le lait de vache. Ces particularités expliquent qu'après l'affinage, les fromages présentent des arômes particuliers liés à la libération de ces acides gras à courte chaîne par lipolyse et à leur transformation partielle en méthylcétones par dégradation oxydative.

Le fromage est le siège d'un développement important de microorganismes. Ces microorganismes appartiennent à des groupes ou des espèces très diverses et sont originaires de plusieurs sources : le lait, les levains, le sel ou les saumures, le matériel de la fromagerie, l'atmosphère des locaux. Chaque type de fromage est cependant caractérisé par une microflore et des équilibres microbiens qui lui sont propres. La diversité de la flore et son évolution au cours de l'affinage contribuent à la complexité du processus (CHOISY, 1997).

L'affinage doit se dérouler dans une température qui se situe entre 8 à 12°C pour la régulation des activités enzymatiques, comme il exige une hygrométrie élevée (85 à 95%) plus la pâte est humide, plus le fromage s'affine. Il se doit aussi à une bonne aération car l'oxygène est important pour le développement de la flore utile et nocif à une certaine flore nuisible.

La figure 3 illustre les différentes étapes de la dégradation des composants des fromages lors de l'affinage.

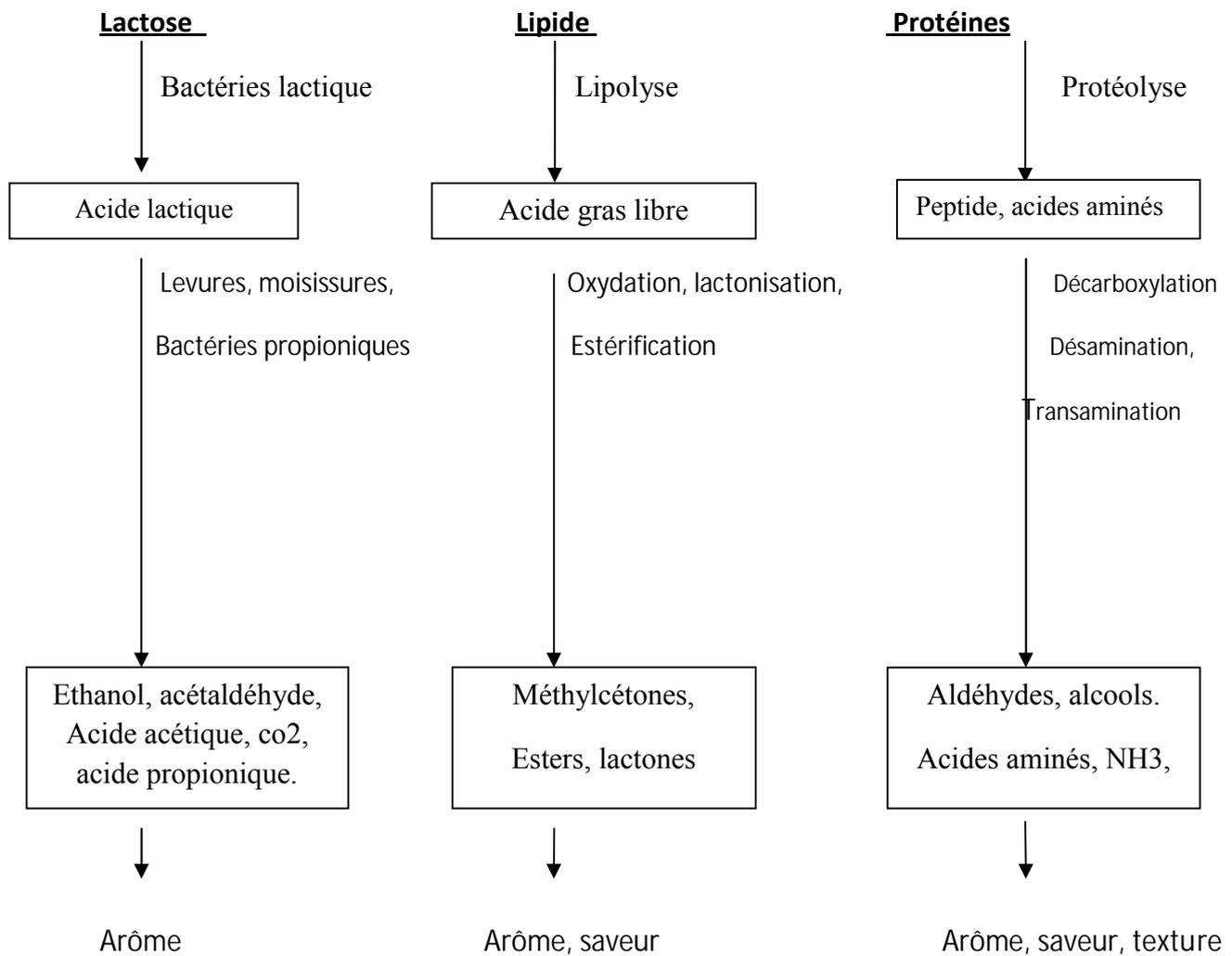


Figure 3 : évolution des constituants majeurs du lait au cours de l'affinage (JEANTET *et al.*, 2007).

6. Classification des fromages

La classification des fromages est basée sur plusieurs critères dont :

-l'origine du lait : lait de vache, lait de chèvre, lait de brebis et lait de bufflonne. Les fromages de chèvre sont uniques, ceci est dû à la saveur particulière du lait

-la nature du lait : cru, traité thermiquement ;

-la teneur en matière grasse (extra-gras, tout gras, mi- gras, quart- gras, maigre) ;

-la technologie de fabrication : en se basant sur la technologie mise en œuvre dans la fabrication des fromages, on distinguera plusieurs familles données en figure 6 .

- Les fromages à pâte fraîche : issus d'un caillage lactique sous une action légère de la présure, ils sont peu égouttés (humidité varie de 70-75%), ils ne subissent pas d'affinage, leur texture est sans cohérence (absence de croûte), ils sont consommés assez rapidement après leur fabrication, ils se caractérisent par un goût acidulé et rafraichissant ainsi qu'ils peuvent être salés, sucrés ou aromatisés ;
- Les fromages à pâte molle : issus d'une coagulation mixte, leur pâte n'est ni pressée ni cuite avec un taux d'humidité moyen (50-55%). Selon leur affinage qui dure un à plusieurs mois, on distingue :

-les fromages à pâte molle et croûte lavée : ils sont dotés d'un lavage régulier avec une solution saline enrichie de bactéries spécifiques, qui sont à l'origine de leur croûte souple, brillante et de couleur orangée (figure 4) ;

-Les fromages à pâte molle et croûte fleurie : regroupent les fromages de type camembert, ils sont pulvérisés de moisissure *Penicillium camemberti* à leur surface qui sont responsables du duvet blanc (figure 5)



Figure 4 : fromage à croûte lavé (Munster)
(Anonyme 2,2017)



Figure 5 : fromage à croûte fleurie (camembert)
(Anonyme 2 ,2017)

-les fromages à moisissures interne : aussi appelés les pâtes persillées, ce sont les fromages bleus tel que le roquefort. Ils se caractérisent par ajout de moisissures *Penicillium roqueforti* lors du caillage, leur fabrication nécessite une étape de piquage (aération) avant l'affinage pour permettre le développement en masse des moisissures (figure 6).

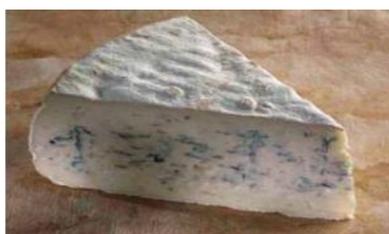


Figure 6 : fromage à pâtes persillées (fromage bleu) (Anonyme2, 2017).

- Les fromages à pâte pressées : ils sont issus d'une coagulation enzymatique dominante, leur égouttage est accéléré par découpage, brassage, broyage et pression d'où leur faible taux d'humidité (45-50%). Ce sont des pâtes demi-dures qui subissent un affinage de quelques mois.

L'égouttage des pâtes pressées peut être poussé par une cuisson à fin d'obtenir des pâtes pressées cuites dures (taux d'humidité très faible 35-40%), leur affinage peut aller jusqu'à plusieurs années, ainsi elle représente une excellente forme de conservation des fromages. La figure 7 résume les étapes de fabrication des différents types de fromage.

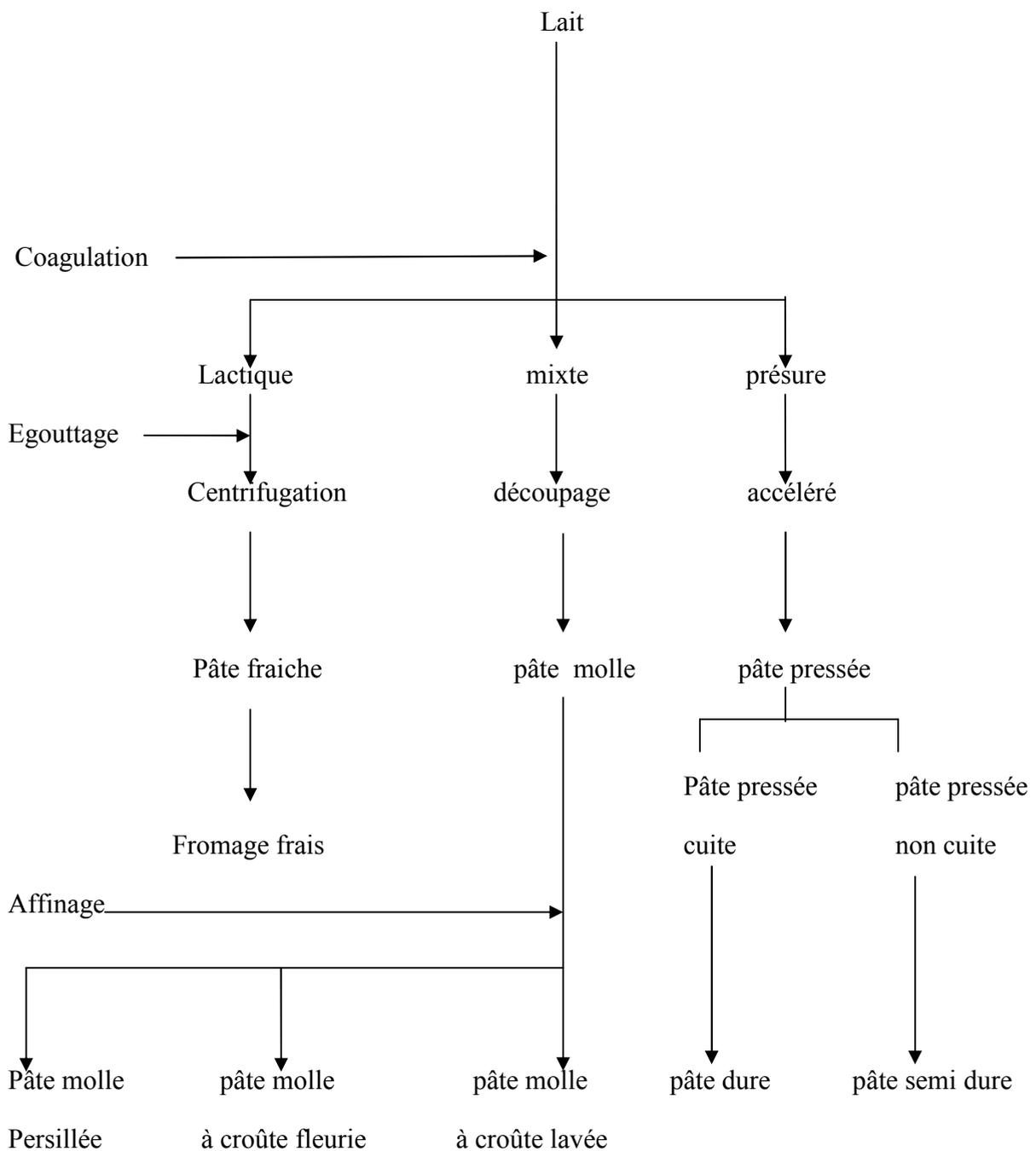


Figure 7: Diagramme de diversité de la fabrication fromagère (VIGNOLA ,2002 ; St-GELAIS *et al*, 2002).

7. Qualité et propriétés des fromages

7.1. Qualité hygiénique et sanitaire

Le développement des flores de contamination pendant la transformation fromagère, et par conséquent la qualité hygiénique des fromages, est non seulement lié au niveau de contamination du lait mise en œuvre, mais également au paramètre technologique utilisé.

La directive CE (92 :46) précise les règles et les contrôles sanitaires applicable aux fromages. Des critères microbiologiques sont fixés pour la sortie de l'établissement de transformation (GUIRAUD ,1998) :

- Absence de *salmonella* et de listéria *monocytogène* dans 25g ;
- Absence d'*Escherichia coli* dans 1g ;
- Staphylococcus aureus* 10 /g ;
- Coliformes 10 g
- Coliformes fécaux 1 g ;
- Streptocoques fécaux 30 /g ;
- Nombre de germes indologène et putrides 10²/ g.

7.2. Qualité sensorielle

Le terme "sensoriel" implique en lui même la mise en œuvre de tous les sens. Pour apprécier un aliment, tout spécialiste commencera par le regard, le toucher, le sentir puis en finira par le goûter.

Le sens nous permette d'identifier le produit au moment de l'achat et au moment de l'ingestion dans un comportement habituel, nous cherchons une conformité entre l'image sensorielle stockée dans notre mémoire et les perceptions du présent.

Les perceptions sensorielles d'un aliment sont pour celui qui le consomme la signature de l'aliment.

7.3. Propriétés organoleptiques

L'apparence : La couleur joue un rôle important dans l'évaluation de la qualité d'un aliment. En effet, elle est souvent liée à la présence d'impureté, à la mise en œuvre approprié ou défectueuse d'un traitement technologique (CHEFTEL *et al.*, 1983).

La flaveur :

L'arôme et la saveur des aliments résultent de stimulation simultanée, par un très grand nombre de constituants des aliments, de récepteurs situés dans la bouche et dans la cavité nasale.

La saveur est une sensation produite par certains corps sur l'organe du goût. Le goût siège sur la papille gustative de la langue chez l'homme, qui aperçoit quatre grandes saveurs de bases : salé, sucré, amère et acide.

L'odeur de certaines substances volatiles et le mieux perçu lors d'inspiration nasales profondes forçant l'air à passer sur la muqueuse olfactive.

La texture :

Comme les autres propriétés organoleptiques, la texture d'un aliment dépend en partie de l'observateur. Elle détermine souvent l'acceptation ou le refus d'un aliment par le consommateur (BUDIN, 2000).

Chapitre III : défauts et accidents fromagés

La caractéristique physico-chimique reste un élément majeur de la qualité du fromage à pâte molle. Une simple mutation au niveau de ces paramètres en particulier la matrice protéique, peut être à l'origine d'une modification notable de sa texture qu'elle soit de chèvre ou de vache.

Les défauts les plus rencontrés en fromagerie sont de trois ordres :

- défauts liés à la qualité et à la préparation de la matière première ;
- défauts liés à la préparation de la caillebotte, c'est-à-dire de caillage et d'égouttage ;
- défauts liés à l'affinage (VIGNOLA, 2002).

1. Défaut liés à la qualité et aux traitements de la matière première

La matière première principale : le lait, a une composition qui dépend de nombreux facteurs et qui peut varier d'un arrivage à l'autre. Pour cette raison, même avec un procédé de fabrication standardisé, les caractéristiques du fromage peuvent changer si on ne procède pas à des ajustements au cours des fabrications. Les fromages sont sensibles aux variations des conditions du milieu : la température, la présence d'inhibiteurs, le pH et la composition du lait affectent leur métabolisme (VIGNOLA, 2002).

1.1 Influence des ingrédients laitiers

La quantité de caséine qui forme le gel augmente la fermeté du gel et l'élasticité de la pâte fromagère. En conséquence, un lait pauvre en caséine sera plus long à coaguler. Il donnera un fromage avec moins de corps.

La matière grasse en trappée dans le réseau caséique nuit à la formation et à la contraction du gel. En excès la matière grasse nuit à l'égouttage et à la fermeté du fromage. Un lait pauvre en matière grasse donne un fromage avec une texture trop élastique. Par ailleurs un lait ayant développée des saveurs rances ou oxydées à la suite de la dégradation des matières grasse durant l'entreposage les transmet au fromage. C'est une des premières causes de variation, et donc de défaut du fromage, se retrouve dans la composition initiale du lait. Grâce à la standardisation de la composition en protéines et en matière grasse, à l'ajout de chlorure de calcium, les accidents de fabrications liés à la composition du lait sont moins nombreux (VIGNOLA, 2002).

1.2 Activité fermentaire et facteurs d'inhibition

La qualité d'un fromage dépend en grande partie de l'activité enzymatique des microorganismes. En règle générale, il faut plusieurs souches microbiennes pour obtenir un bon produit. Cette réalité demande un contrôle précis de l'équilibre entre les différentes souches. Par exemple une température de fabrication plus élevée peut favoriser l'activité des ferments thermophiles au détriment des ferments mésophiles et changer la texture finale de la caillebotte. Une humidité plus élevée favorise à l'affinage des espèces bactériennes au détriment de moisissures ou de levures. , le développement d'une bactérie, d'une moisissure ou d'une levure peut influencer le développement d'une autre souche microbienne.

La présence d'antibiotiques et de résidus de produit de lavage ou d'assainissement dans le lait a des effets plus draconiens. Ces polluants peuvent dans certains cas, arrêter complètement l'activité fermentaire. D'autres inhibiteurs tels que des immunoglobulines, des acides gras libres, peuvent également modifier l'équilibre optimal des souches et l'activité normal des ferments. En somme, les laits anormaux ne permettent pas le développement équilibré des ferments et modifient notablement la qualité finale du fromage (VIGNOLA , 2002).

1.3 Entreposage du lait

L'entreposage à basse température du lait non pasteurisé entraîne des défauts de coagulation et d'égouttage du caillé et peut engendrer des défauts de saveur dans le produit fini. En solubilisant le calcium micellaire et une partie de la β - caséine lors de l'entreposage ralenti la coagulation et conduit ainsi à des caillés moins fermes et diminue les rendements. À l'échelle microbiologique, les bactéries psychotropes sont favorisées par les basses températures ; elles libèrent dans les laits de fromagerie des enzymes thermorésistants qui pourront agir sur l'affinage. En nombre élevé, elles entraînent des défauts de saveurs, par exemple la rancidité due à la lipase microbienne (VIGNOLA , 2002).

1.4 Pasteurisation du lait

La pasteurisation affecte également la fabrication fromagère par son effet sur la qualité chimique et microbiologique du lait. Elle provoque une précipitation partielle du calcium qui nuit à la coagulation présure. Cependant, cette situation est facile à corriger par l'ajout de chlorure de calcium (0,0 35g /L) au lait. L'effet du chauffage le plus marquant se fait sentir sur les protéines du sérum ; sensible à la chaleur, elle se dénature deviennent fortement adsorbants puis se fixent sur les caséines. L'égouttage devient alors plus difficile et les

fromages obtenus sont plus humides. Ce défaut devient notable dès que le barème de pasteurisation dépasse 75°C pendant 16 secondes.

Sur le plan bactériologique, la pasteurisation diminue la flore initiale du lait, ce qui réduit avantageusement le nombre de bactéries psychotropes et augmente la salubrité des produits en détruisant les bactéries pathogènes. Mais elle diminue du même coup la diversité de la flore. Le pool enzymatique des laits pasteurisés, conduit à des fromages à saveur moins typés et plus neutre (VIGNOLA, 2002).

2. Les Défauts de caillage

2.1 Le caillé « gonflé »

En raison de développement des certaines levures, des coliformes qui produisent des gaz engendrant la formation de trous dans le cahier ou le fromage. Ces fromages ont du mal à s'égoutter, se sèchent et ont un goût désagréable (Magali, 2012).

2.2 Le caillé « feuilleté »

Il se présente sous forme de couche en raison d'un excès d'agitation du lait en cours de caillage (déplacements , vibration, ...) ou d'un moulage à la louche trop lent avec un laps de temps trop important entre le dépôt de deux louche .

2.3 Le caillé « hétérogène » ou caillé « à cœur dur »

Il présente une zone plus ferme en son centre en raison d'un mauvais mélange de la présure et du lait provenant soit d'un excès d'acidité, soit de la qualité des ferments, d'une température d'emprésurage trop élevée ou quelquefois d'un excès de présure , pour avoir remédier, il faut vérifier chacun de ces paramètres .

2.3 Le caillé « mou »

Manque de consistance et qui a plutôt l'aspect d'un flan mais qui peut également devenir friable ce qui provoque des pertes importantes à l'égouttage en raison, le plus souvent, d'un manque d'acidité et donc d'une insuffisance de bactéries lactiques, d'une température insuffisante, dans la salle de caillage, de la présence de quelques coliformes ou de la présence d'antibiotiques.

3. Les défauts d'affinage

Les problèmes liés à l'affinage sont nombreux et spécifiques à chaque fromage.

3.1 Les défauts d'ouverture de la pâte

La présence d'ouverture atypique provient d'une contamination par des micro-organismes producteurs de gaz. Les ouvertures peuvent provenir :

- d'une température d'affinage trop élevée
- d'une contamination durant la fabrication
- de la qualité du lait à la réception
- du fait que la pasteurisation ne détruit pas *Clostridium* (VIGNOLA ,2002).

De quelques trous dans la pâte, ou d'une simple déformation de l'ouverture normale, les défauts peuvent aller jusqu'à une déformation du fromage visible de l'extérieur, et même provoquer son éclatement, d'où vient le nom général du gonflement donné à ces défauts. On distingue deux types de gonflements : précoces et tardifs.

3.1.1 Les gonflements précoces

Ils se produisent rapidement (dans les 24-48 h) après le début de la fabrication et restent le plus souvent limités dans le temps, mais peuvent atteindre tous les types de fromages. Ils se traduisent par l'apparition de trous généralement en nombre important et souvent petits, au sein de la pâte. Ce phénomène peut rester discret et ne sont découvert qu'à la coupe, mais aussi parfois donner naissance à des gonflements importants (par exemple : pâte molle en forme d'éponge, caillé flottant dans les cuves...).

Ces accidents sont presque toujours dus à la multiplication dans les fromages de micro-organismes fermentant le lactose en donnant des gaz : levures, déverses bactéries lactiques hétéro-fermentaires, et le plus souvent bactéries coliformes venant du lait (ANDRE et JEAN-CLAUDE, 2006).

3.1.2 Les gonflements tardifs

Le nom de gonflement tardif signifie aussi gonflement butyrique .Essentiellement dû au *Clostridium* (bactérie anaérobies sporulées) du groupe butyrique. Ce défaut se manifeste par des ouvertures anormale dans les fromages durant l'affinage sous forme de nombreux trous de la taille d'une tête d'épingle apparaissant en grappe (ANDRE et JEAN-CLAUDE, 2006).

3.1.3 Ouvertures mécaniques

Ces trous dans la pâte se reconnaissent à leur forme irrégulière et non sphériques. Ils ne résultent pas de la formation de gaz par des micro-organismes, mais de retournements insuffisants dans le cas des pâtes molles (VIGNOLA, 2002).

4. Les défauts de croutage

Un déséquilibre entre les différents micro-organismes constituant la flore normale de surface des fromages ou (et) la présence de certains micro-organismes indésirables, peuvent entraîner des défauts de présentation, parfois accompagnés d'altération et de modification de la texture de la croûte et même parfois de modification des qualités organoleptiques (ANDRE et JUAN-CLAUDE, 2006) (voir figure n° 8).

4.1 « Poils de chat »

Les moisissures du genre *Mucor* ont des besoins en eau supérieures au *penicillium*. Leur présence en surface est appelée couramment « poils de chat ». La surface normalement blanche et duveteuse (moelleuse) du fromage est envahie par des tâches noires peu appétissantes. La source de cette moisissure contaminante provient généralement de l'air et d'hygiène générale de la cave. Les conditions suivantes sont propices à son développement :

- un fromage trop humide ou pas assez salé ;
- une condensation en surface des fromages provenant de l'humidité excessive de la cave (VIGNOLA, 2002).

4.2 « Peau de crapaud »

Le microorganisme responsable est *Geotrichum candidum*. En effet, il fait partie de la flore normale de très nombreux fromages à pâte pressée ou à pâte molle chez lesquels il joue un rôle utile dans l'affinage, et il est d'ailleurs couramment commercialisé en tant que levain de fromagerie .

Ce défaut se manifeste par la croûte qui devient visqueuse et coulante et se décolle légèrement du reste de la meule (Vignola, 2002) .La texture et les qualités organoleptiques ne sont plus celles du camembert et peuvent donc être considérées comme altérées. Le défaut est favorisé par manque d'hygiène au niveau du matériel, surtout le défaut d'égouttage (donc souvent d'acidification) et de salage insuffisant (ANDRE et JEAN-CLAUDE , 2006).



« Peau de crapaud »

« Poil de chat »



Le « Fluo »

LE « bleu »



Figure 8 : exemples d'accidents de croutage (Anonyme 3 , 2017)

4.3 L'accident du « bleu »

Plusieurs espèces du *Penicillium* peuvent être responsables de ces accidents. Ces accidents qui se manifestent par l'apparition de tâches bleu-verdâtre plus au moins grandes, voire d'un envahissement total de la surface, affectent principalement les fromages à pâte molle à croûte fleurie mais peuvent, à l'occasion, se trouver chez les fromages à pâte pressée ou d'autre.

4.4 L'accident du « rouge »

L'accident du rouge peut être causé par toute une variété de micro-organismes. L'un des premiers agents potentiellement responsables de l'apparition de tâches rouges orangées sur les fromages est une bactérie *Brevibacterium linens*, plus communément appelée « ferment du rouge » (GUIRAUD, 2003).

4.5 La « peau de mouton »

Elle peut être provoquée par un développement trop important des moisissures ce qui engendre une peau ridée à la surface du fromage et lui donne un goût d'amertume (MAGALIE, 2012).

4.6 Accident du fluo ou « taches de fluo »

L'apparition de « taches de fluo » est provoquée par *Pseudomonas fluorescens*, surtout en période humide ce qui engendre de gros défauts d'aspect avec des tâches vertes mais aussi des défauts de goût avec amertume, piquant et rance et une odeur souvent très désagréables (odeur de viande purifiée). La croûte peut même devenir visqueuse, humide et poisseuse.

Cet « accident du fluo » apparaît généralement entre 2 à 8 jours après la fabrication et concerne essentiellement les pâtes de types lactiques déjà colonisées par du *Geotrichum*. Il peut également apparaître sur des fromages présure à pâte molle ou pressée (MAGALIE, 2012).

4.7. « Cirons »

Ce sont de petits acariens qui creusent des trous dans les fromages à croûte sèche et donnent à cette croûte un aspect poudreux et décomposé. Ils se développent surtout en cave sèche et trop chaude (MAGALIE, 2012).

4.8 .Absence de feutrage

L'absence de feutrage en surface des fromages est liée à l'absence d'ensemencement au *Penicillium*. Ce problème peut être dû soit à une mauvaise conservation des spores de *Penicillium* (température trop élevée) ce qui nécessite alors de renouveler ces spores, soit à un traitement antiparasitaire des chèvres avec présence de résidus dans le lait inhibant la pousse des moisissures en surface des fromages (MAGALIE, 2012).

4.9 Croûtage excessif et les fromages crevassés

Ils proviennent d'un séchage trop violent qui dessèche trop rapidement la pâte en formant une croûte qui emprisonne alors l'eau dans le fromage. Il faut alors réaliser un séchage plus lent, utilisé des souches de *Penicillium* à croissance moins rapide et en réduisant l'ensemencement ou bien ralentir la pousse des moisissures en écrasant leur feutrage par frotage à la main de la surface des fromages (MAGALIE ,2012).

5. Les défauts de saveur et d'arôme

5.1 L'amertume

Ce défaut de saveur provient de deux causes principales ; une dose de présure ou de chlorure de calcium excessive, un mauvais équilibre des ferments d'affinage qui conduit à la formation des peptides amers.

5.2 Goût de rance

L'apparition d'une saveur rance est liées à la présence de lipase ; elle est favorisée par :

- une utilisation des laits de fin de lactation ;
- une agitation excessive du lait ;
- un temps prolongé de conservation du lait cru ;
- un mauvais équilibre des ferments (VIGNOLA, 2002).

5.3 Goût de savon

Un goût de savon provient de l'oxydation de la matière grasse dans le cas de fromages âgés, riches en matière grasse et mal égouttés. Pour y remédier, il vaut mieux égoutter les fromages, diminuer la température de fabrication et ne pas les laisser trop vieillir (MAGALIE, 2012).

5.4 Goût levuré

Le goût « levuré » saveur douçâtre, est dû à un développement excessif de *Geotrichum candidum*. Les fromages les plus sensibles sont les fromages frais (fromages blancs, petits suisses). Suite à leurs caractéristiques physico-chimiques qui sont très propice au développement des levures.

Cette contamination massive résulte d'un défaut d'hygiène lors de la fabrication et du conditionnement de ces produits.

5.5 Saveurs fruitées et atypiques

Des défauts de saveurs fruités ou atypiques apparaissent lorsque se développent, durant l'affinage des bactéries non désirables. Leur présence est attribuable à :

- une humidité élevée ;
- une faible teneur en sel ;
- une mauvaise hygiène des salles d'affinage ;
- un lait de mauvaise qualité sur le plan microbiologique ;
- une température d'affinage trop haute (VIGNOLA, 2002).

6. Résolution de principaux problèmes de fabrication

Pour limiter le caillé gonflé il faut veiller sur l'hygiène de traite, sur le matériel de fromagerie, sur la température d'emprésurage qui doit se situer entre 19 et 22°C, et enfin favorisé, par rapport aux ferments lactiques, l'acidification du caillé qui bloquera le développement des germes coliformes.

Pour éviter la contamination massive issue des moisissures « *Mucor* », et les empêcher de proliférer sur les fromages, il faut d'abord veiller aux vecteurs potentiels : l'aération des locaux, l'eau (éventuellement la filtrer s'il y a doute), l'interférence des circuits des fromages contaminés avec ceux des fromages sains. Aussi il faut bien prendre compte des facteurs technologiques, évolution de l'acidification du caillé, température des salles, le salage, état des saumures, ainsi la fumigation des locaux par des souches « anti-*Mucor* ».

Pour éviter le développement de la « peau de crapaud » provoqué par le microorganisme « *Geotrichum candidum* » sur la surface des fromages, il faut saler d'avantage et contrôler les températures d'égouttage et d'affinage.

Pour remédier au développement de *Pseudomonas fluorescens* , il faut agir à la fois sur l'acidification du lait, limiter l'excès d'humidité dans les fromages ,augmenter leur salage qui est insuffisant (1%) ou trop tardif ou réalisé avec une saumure à trop faible densité (250 g de sel /litre).

Pour remédier le ciron, il faut avant tout humidifier la cave et si le problème persiste, désinfecter les locaux, les claies et les bâtis avec une fumigation soufrés après avoir sortis les fromages ou bien laver les fromages à la saumure mais il ne faut pas surtout utiliser de produits insecticides sur les fromages en raison des risques qu'ils peuvent engendrer chez les consommateurs (MAGALIE, 2012).

Matériel et méthodes

La partie expérimentale de notre étude a été réalisée au niveau de la laiterie-fromagerie « Le Fermier » durant la période allant du mois de Mars jusqu'au mois d'Avril de l'année 2017.

1. Présentation de l'organisme d'accueil

La laiterie **EURL STLD (Société de Transformation du Lait et Dérivés)**, créée le 16 avril 2004, est une entreprise à régime privé sise à la rue des frères BEGGAZ, Nouvelle Ville, Tizi-Ouzou.

La laiterie a pour fonction :

- Lait pasteurisé conditionné (LPC entier et LPC 0% « écrémé »).
- Lait pasteurisé fermenté (L'ben).
- Fromage à pâte molle : Le brie du Fermier et camembert « Le Fermier ».
- Fromage à pâte molle à base de lait de chèvre : « Le chèvre du Fermier ».
- Fromage à pâte pressée.

Le lait est acheté chez les éleveurs et les collecteurs locaux qui viennent de différentes fermes, environ 3500 litres sont transformés par jour.

Cette laiterie compte un effectif de 104 employés, qualifiés en industrie agro-alimentaire. Elle veille à assurer une bonne maîtrise du processus de fabrication et l'obtention des différents produits.

-Les différents compartiments de l'usine :

-Réception du lait ;

-Laboratoire d'analyse ;

-Production et stockage.

2- procédé de fabrication du fromage

Le lait qui arrive à **STLD** provient de différents centres de collecte, principalement Freha, Baghlia, Makouda, Bouzeguene, Yakouren, DBK, Beni-Douala, Ouadia...

Les camions de collecte sont équipés de citernes et de récipients, à la réception il y a 3 cuves isothermes en inox de 10 000, 3000 et 500 l là où on mélange ces laits de collecte. Des analyses physico-chimiques sont effectuées immédiatement sur des échantillons du lait cru (vache et chèvre).

2.1. Pasteurisation

Le lait de mélange est pasteurisé à une température de 78°C pendant 20 sec dont le but est de détruire les bactéries pathogènes, afin d'améliorer la propreté, le goût et la sécurité du produit fini.

2.2. Maturation

Le lait pasteurisé est transmis dans des cuves de maturation à température de 37 à 38°C pendant 20 minutes. Additionné du calcium sous forme de CaCl_2 anhydre à 0.2 g/litre pour faciliter l'égouttage et aidé à la coagulation, ensuiteensemencé par des ferments lactiques. L'acidité du lait est mesurée ainsi à ce moment dans le but d'évaluer l'efficacité des ferments.

2.3. Emprésurage

Le lait fermenté est mis dans des bassines de 250 L (12 bassines pour une production), où est ajouté la présure (2 à 3g/100 L), qui a pour rôle de faire cailler le lait. Ensuite, on attend le temps de prise (temps correspond au début de coagulation qui est de 10 min) que l'on multiplie trois fois 10 pour avoir le temps de coagulation qui est 30 min. La vérification du caillé se fait au touché.

2.4. Découpage (ou d'écaillage)

Le caillé est découpé en petits cubes, à l'aide d'un tranches-caillé laissé ensuite reposer afin que le lactosérum remonte en surface. La cassure réalisée doit être nette et franche et le sérum qui exsude doit être limpide et de couleur jaunâtre.

2.5. Brassage

Le caillé est mélangé délicatement en faisant des mouvements d'un côté de la bassine à l'autre à l'aide d'un brassoir, afin de séparer le lactosérum du caillé, en fait, trois à quatre brassages sont nécessaires avec un temps de repos de 5 à 10 minutes entre eux. Le lactosérum étant en surface, est soutiré avant que le caillé soit mis en moule. Ensuite, ces bassines sont renversées, grâce à un système à bascule, sur un répartiteur placé au-dessus des moules déposés sur une table de moulage. Les fromages seront retournés puis transférés dans la salle d'égouttage.

2.6. Egouttage

Les moules remplis de fromages sont placés dans la chambre d'égouttage à 29°C durant 24 heures, le caillé laisse échapper progressivement le lactosérum. Trois retournements sont effectués à un intervalle de temps d'une heure et demie, à ce niveau, l'acidité est mesurée, et la colimétrie est vérifiée.

2.7. Salage

Le fromage est trempé dans une saumure (solution saturée en Na Cl) à une température de 12°C pendant 30 à 55 minutes (5-10 minutes pour le camembert allégé en sel).

2.8. Ressuyage

Après le salage, le produit est transmis dans la chambre de ressuyage à 12°C pendant 24h afin d'éliminer définitivement la solution restante à la surface du fromage.

2.9. Affinage

Le produit est mis dans la chambre d'affinage (hâloir) à 12°C à un taux d'humidité de 95%, où est pulvérisé par une solution de spores de *P.camemberti*. Laisse s'affiner pendant 10 à 12 jours jusqu'à l'obtention d'une croûte régulière blanche sur toute la surface, et au bout de chaque deux jours des retournements doivent être effectués.

2.10. Emballage

Le camembert prêt à la consommation est recouvert de papier cellulosique et mis en boîte manuellement puis un dateur mentionne les dates de fabrication et de péremption sur le produit. L'étiquetage comprend l'identification du producteur, raison sociale ; adresse, les

numéros des lots de fabrication, les ingrédients utilisés, le poids net, ainsi que les pourcentages MG/EST. Enfin il sera stocké à 4°C avant la commercialisation.

Un schéma général de la fabrication du fromage à pâte molle est représenté par la figure suivante :

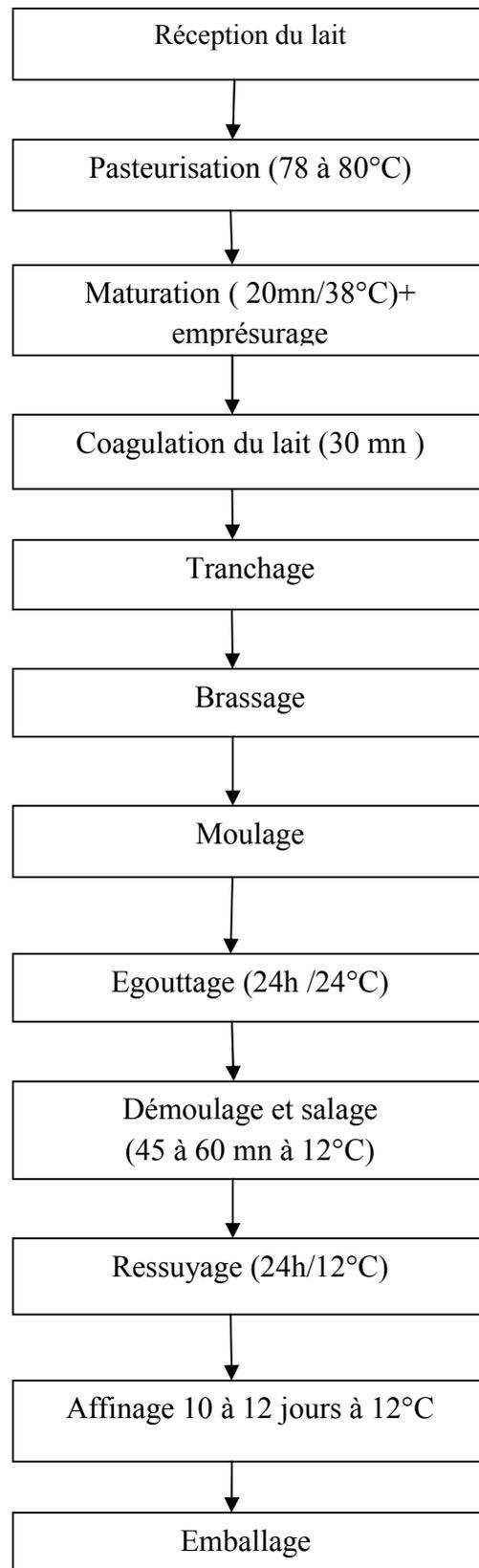


Figure 09 : Diagramme de fabrication du camembert « LE FERMIE

3. Matériel et méthodes

3.1. Matériel

3.1.1. Matériel biologique

Les laits crus de vache et de chèvre sont utilisées comme matière premières dans la fabrication de ce type du fromage à pâte molle.

Les différents milieux de cultures, additifs et réactifs utilisés dans les analyses microbiologiques sont résumé dans le tableau suivant.

Tableau VIII : Réactifs et milieux de culture utilisés.

Milieux de culture	Additifs et réactifs
-PCA (FMT)	-Hydroxyde de sodium (NaOH 1/9)
-OGA (levures)	-Phénolphtaléine
-Gélose Viande – foie (VF) (CSR)	-Alcool iso amylique
-VRBL(Coliforme)	-Acide sulfurique H ₂ SO ₄ :
-Gélose Baird Parker(Staphylocoque)	D=1,525(fromage)
-Bouillon sélénite de sodium (SFB enrichissement salmonelle)	D=1,830 (lait)
-Milieu d'isolement : Hektoen (Isolement des Salmonelles).	

3.1.2 .Matériel utilisé

Le Lactoscan SA fait partie d'un ensemble d'analyseurs de qualité du lait récemment mis sur le marché. Ces analyseurs permettent de mesurer rapidement divers paramètres de qualité du lait. La mesure s'effectue en 50 secondes environ, les résultats sont affichés et imprimés directement sous forme d'un bilan qui est représenté en dessous

Graisse	0,01 à 25% (45%)>
Solides non gras (SNF)	3% - 15%
Densité	1015 - 1040 kg / m ³
Protéine	2% - 7%
Lactose	0,01% - 6%
Eau ajoutée	0% - 70%
Température de l'échantillon de lait	1 ° C - 40 ° C
Point de congélation	-0,4 ° C - -0,7 ° C
Solides	0,4% - 1,5%
PH	0 - 14
Conductivité	3 - 14 [mS / cm]

1. Affichage
2. Imprimante
3. Clavier
4. Déchets de tuyau liquide
5. Support d'échantillon
6. pH sonde
7. Boutons haut, bas, entrer

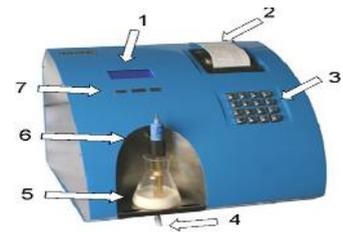


Figure 10: L'appareil Lactoscan

3-2-Méthodes

Le processus de fabrication du camembert est accompagné d'une chaîne d'analyses permettant son contrôle. Elles présentent l'avantage de signaler toute erreur et toute modification des paramètres au cours des procédés de fabrication, et renseignent sur le remède possible à appliquer. Les principales analyses effectuées sont énumérées ci-dessous dont leurs modes opératoires sont données en annexe.

3.2.1.1. Sur la matière première lait cru

- Test d'antibiotique

Le lait de chaque citerne de collecte est échantillonné et testé, dans le cas où le teste aux antibiotiques non conforme, il sera rejeté pour des raisons technologiques, car il est impossible de travailler avec du lait contenant ces résidus. Ces substances sont en effet capables de détruire ou d'inhiber les bactéries nécessaires à sa transformation en fromage ou autre produit laitier fermentés.

Le Delvotest®OBLF est un test de détection visuelle rapide pour les Béta-Lactames (Amoxicilline, Ampicilline ...) et tétracycline (Oxytétracycline, Tétracycline...) dans le lait cru (Annexe 1).

- Acidité

L'acidité titrable est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde Sodium (NaOH N/9), en présence de phénolphtaléine 1% comme indicateur coloré. Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) (Annexe 2).

-Densité

La densité du lait est le rapport des masses volumiques du lait et de l'eau à 20°C et à la même pression. Elle est analysée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre, dans le but de déterminer si ce lait a subi un mouillage ou pas (le mode opératoire est donné en annexe 3).

- Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométrique

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution du produit à doser (excepté la matière grasse) par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool iso amylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux (Annexe 4).

-Détermination de la teneur en extrait sec total (EST) et l'extrait sec dégraissé (ESD).

L'extrait sec total est le taux de la matière sèche restante après une dessiccation complète et après l'évaporation totale de l'eau. Il est déterminé à l'aide d'un dessiccateur à infrarouge muni d'une balance intégré (Le mode opératoire est donné est en annexe 5).

L'extrait sec dégraissé est l'extrait sec total dépourvu de la matière grasse, exprimé par la formule suivante :

$$ESD (\%) = (EST - MG) \times 100$$

- Détermination du taux des protéines

Le laboratoire de l'unité STLD utilise le lactoscan comme appareil pour déterminer la teneur des protéines dans le lait.

3.2.1.2-Sur le fromage « camembert »

-Détermination de la teneur en matière grasse

Elle est basée sur la dissolution de caséine du fromage dans le butyromètre, par l'ajout d'une quantité d'acide sulfurique et par centrifugation, la matière grasse se sépare ainsi et une lecture des résultats se fait directement sur les gradations du ce butyromètre.

-détermination de l'extrait sec total (EST)

Le principe est le même que celui du lait, consiste à sécher l'échantillon par l'émission des radiations infrarouges et contrôler son poids à l'aide d'une balance intégrée, la dessiccation se fait à 95°C au bout de 30 min.

3.2.2. Analyses microbiologiques

Le lait et le fromage sont des milieux très favorables au développement des microorganismes et le contrôle microbiologique joue un rôle fondamental pour déterminer la qualité de ces produits. A cet effet, des analyses microbiologique ont été réalisées selon les protocoles agréés par le journal officiel de la république Algérienne N° 35 du décret de 27/05/1998.

Pour chacune des analyses effectuées huit échantillons (fabrication) ont été prélevés avec trois essais par échantillon.

Afin d'effectuer ces analyses, des dilutions décimales sont réalisées allant de (10^{-1} à 10^{-3}), ces différentes étapes sont résumées dans le schéma.

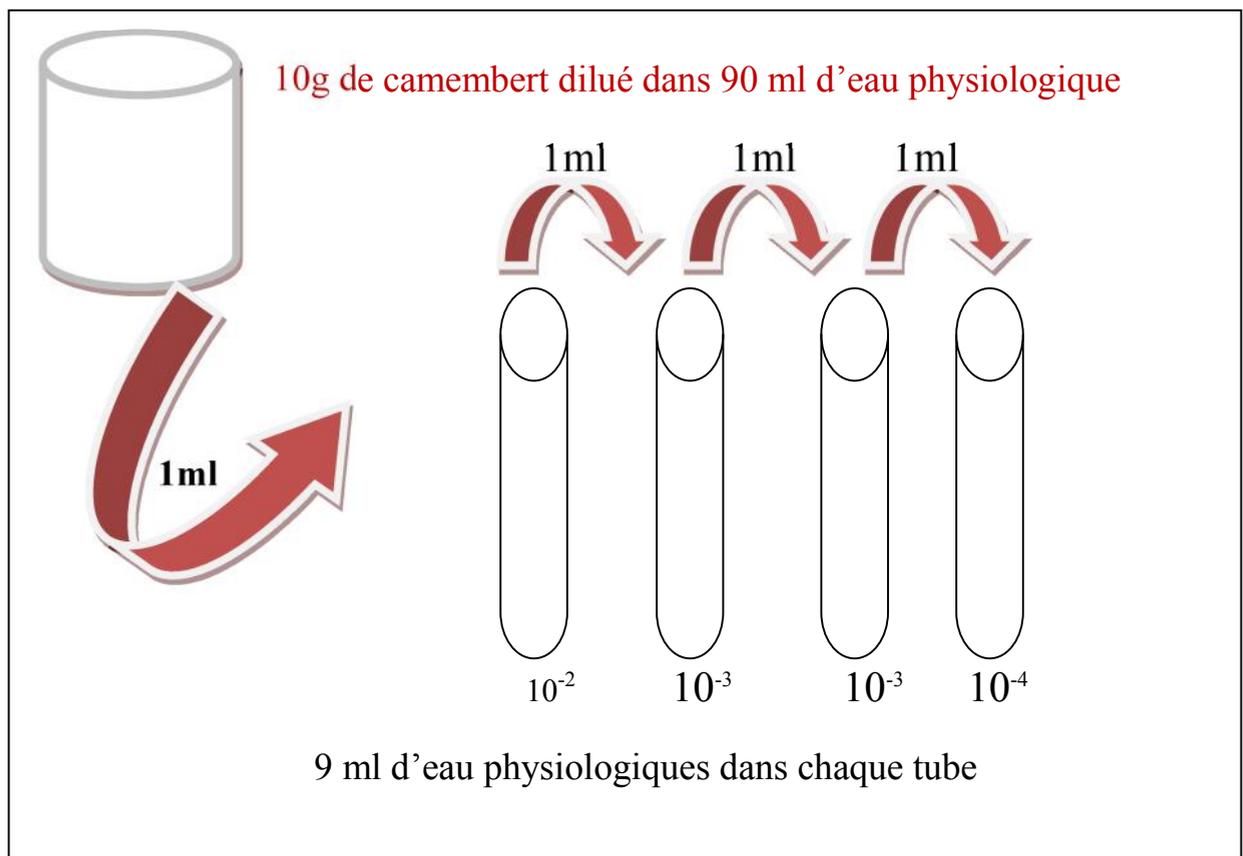
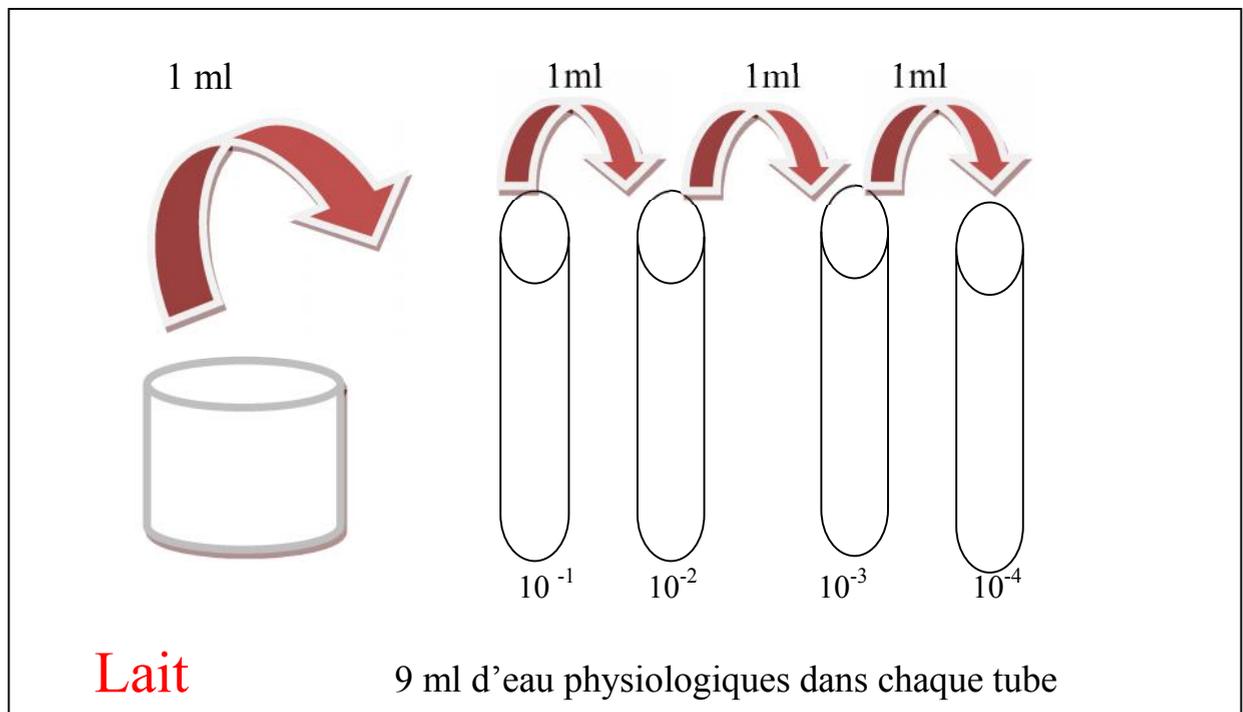


Figure 11 : les différentes étapes des dilutions décimales

Les différents groupes de micro-organismes recherchés et dénombrés dans le lait et les fromages dont les tests sont cités ci-dessous, leurs modes opératoires sont donnés en annexe.

➤ **Recherche de phosphatase alcaline dans le lait pasteurisé**

La phosphatase alcaline est une enzyme naturellement présente dans le lait, elle est utilisée comme marqueur de la pasteurisation du lait.

Afin de vérifier sa présence un papier test spécifique pour la détection de phosphatase alcaline est utilisé dans l'industrie laitière. Technique consiste à tremper la languette test dans le lait pendant deux secondes puis mettre à incuber pendant 1 h à 36 °C. Si la languette prend une coloration jaune, la phosphatase alcaline n'est pas encore totalement inactivée et la pasteurisation n'est donc pas complète.

➤ **Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT)**

Appelés aussi "Flore totale" ou nombre très approximatif des germes qui se trouvent dans les produits alimentaires. Ces micro-organismes peuvent par leurs nombres dégrader la denrée, altérer sa qualité marchande et provoquer des troubles digestifs ou allergiques chez le consommateur. Cette flore peut être saprophyte ou pathogène, originelle ou apportée lors des manipulations (BOURGOIE, 1996). Son dénombrement est réalisé en boîte de Pétri à l'aide du milieu PCA, ce milieu est ensemencé en masse et incubé.

➤ **Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux**

Les coliformes totaux sont des bacilles à Gram négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possèdent pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz.

Les coliformes thermo-tolérants se distinguent des coliformes totaux par leur prolifération à 44°C (BOURGOIS, 1996).

Leurs dénombrements se fait sur le milieu VRBL (Gélose Lactosée Bilié au Cristal Violet et au Rouge Neutre) après l'incubation dans l'étuve à température 37°C (coliformes totaux) et 44°C (coliformes fécaux) pendant 24h à 48h.

La lecture s'effectue directement sur les boîtes, ils apparaissent sous forme ovale de couleur rouge. Le nombre de colonie est exprimé en UFC/ml.

➤ **Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus***

Les *Staphylococcus aureus* appartiennent à la famille de Micrococcaceae. Ce sont des cocci à Gram positif, non sporulés, aéro–anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulase, et catalase positives (BOURGEOIS, 1996).

Le dénombrement a été effectué sur milieu Baird-Parker par étalement en surface de 0,1 mL de chaque dilution. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies d'aspect caractéristique, sont noires brillantes comptées.

➤ **Recherche et dénombrement de *Clostridium sulfito-réducteurs* (CS.R).**

Les clostridium sulfito-réducteurs sont des bactéries anaérobies strictes, de forme bacillaire à Gram positif, catalase négative, mobiles, sporulés, appartenant à la famille des *Bacillacea*, hôte habituel du tube digestif de l'homme.

Leur recherche se fait par le dénombrement des formes sporulées, basé sur leur croissance dans des milieux contenant de sulfite de sodium, car ils ont le pouvoir de réduire le sulfite de sodium en alun de fer (Fe insoluble), ce qui donnera des colonies noires. L'incubation se fait sur des géloses viande foie à 44°C pendant 24h (Annexe 9).

➤ **Recherche et dénombrement des *Salmonelles***

Les Salmonelles appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae* ce sont des bacilles à Gram négatif, anaérobies facultatifs, habituellement mobiles grâce à une ciliature péri triche, mais *Salmonella gallinarum* est toujours immobile, elle possède une catalase, réduisent les nitrates en nitrites, fermentent le glucose avec production d'acide et de gaz.

Leur recherche applique un processus de revivification et de multiplication, correspondant à un pré-enrichissement sur une eau peptonée tamponnée puis un enrichissement des cellules sur boillon de sélénite de sodium cystin. Un isolement est effectué par la suite sur divers milieux gélosés sélectifs. Les colonies des salmonelles seront vertes ou bleus, avec ou sans centre noir.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2007, sur les paramètres physico-chimiques des deux types du lait (chèvre et vache) et du fromage, appliquant le teste student pour apercevoir leurs différences.

Résultats et discussion

1. Analyses physicochimiques

1.1. Résultats d'analyses physicochimiques du lait

Les résultats d'analyses physicochimiques du lait sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau IX: Résultats des analyses physicochimiques du lait

Paramètres Type du lait	Acidité (°D)	Densité	MG (g/L)	EST (g/L)	Protéines (g/L)
L.V	18,12±0,50	1028,29±0,50	32,03±1,27	107,75±1,06	28,83±0,27
L.CH	17,84±1,04	1029,46±0,60	37,45±3,04	112,71±2,01	30,24±1,86
Normes J.O.R.A	16-18	1030-1035	34-36	120-125	34-36

L.V : lait de vache, **L.CH** : lait de chèvre, **MG** : matière grasse, **EST** : extrait sec total,

1.1.1. Acidité

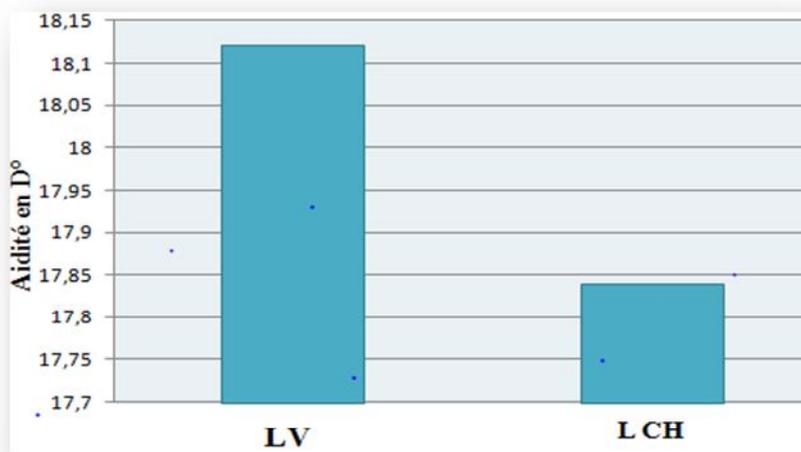


Figure 12: représente la teneur en acidité du lait

Les valeurs d'acidité des laits de mélange chèvre et vache sont illustrées dans l'histogramme présenté par la figure n°15. Globalement ils sont acceptables, et répondent à la norme J.O.R.A.

Ces acidités retrouvées peuvent être naturelles ou développées. En effet selon MATHIEU (1998), le lait de vache au début de lactation présente une acidité titrable de 19 à 20°D.

En outre l'acidité dépend de la teneur en caséine, en sel minéraux et en ions (ALAIS, 1984) mais aussi à des conditions hygiéniques, technique non correcte du traite, mauvaise condition de stockage au niveau des fermes, non respect des températures isothermes des citernes au cours de transport, ainsi au mauvais rinçage des tuyauteries au cours de nettoyage au niveau de la laiterie.

Un lait ayant une acidité dépasse les normes ne peut pas être destiné à la fabrication du fromage car il risque de se coaguler au niveau de pasteurisateur.

1.1.2. Densité

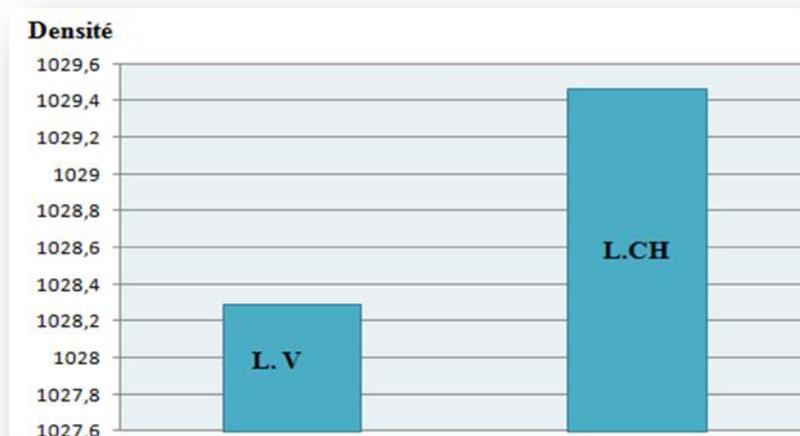


Figure 13 : représente la densité du lait.

D'après la figure n°16, la densité moyenne des laits mesurés à 20°C est de 1028,29±0,50 pour le lait de vache et de 1029,46±0,6 pour le lait de chèvre. Les fluctuations autour des moyennes sont très faibles.

Cependant, nous avons remarqué que ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne physico-chimique du lait qui exige que la densité doit être incluse dans cet

intervalle (1030-1035). Ceci peut être expliqué par un léger mouillage de la part de certains éleveurs. Et en dehors de tout mouillage, la densité d'un lait peut varier selon sa richesse en matière sèche (LUQUET, 1985). D'autre part si on considère la période de l'étude, HASSAINYA et al, (2006) montrent que généralement la densité du lait est maximale en printemps et minimale en automne.

Selon BONNEFOYE *et al*, (2002), les valeurs de densité qui se situent entre 1028 et 1032, sont considérées comme des valeurs normales.

1.1.3. Matière grasse

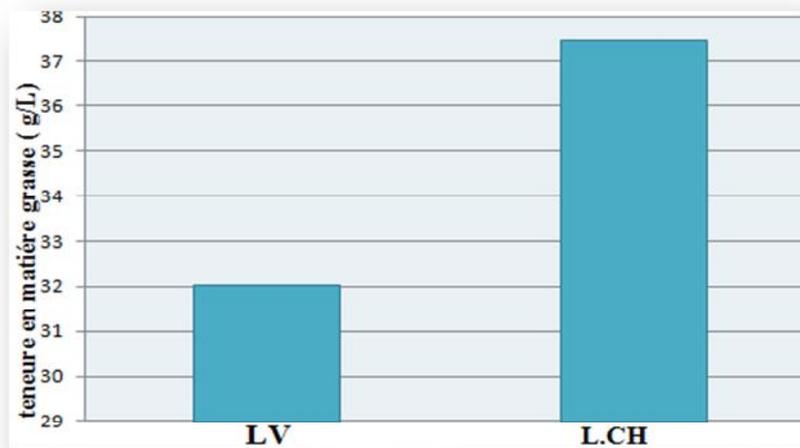


Figure 14 : représentant la teneur en matière grasse du lait

Le taux de matière grasse du lait caprin et bovin sont illustrés dans l'histogramme présenté par la figure n°17. Il ressort que le lait de chèvre présente une teneur plus élevée avec $37,45 \pm 3,04$ g/L par rapport à celle du lait de vache qui est de $32,03 \pm 1,27$, et cette différence est confirmée par le test t (student).

Toutefois nous avons remarqué que le taux butyreux du lait de vache est légèrement inférieur à la norme algérienne, qui tolère des valeurs comprises entre 34 et 38 g/L. Cette diminution peut être due à différents facteurs comme :

Une alimentation insuffisante ou incomplète qui mène à un déséquilibre de la production d'acide acétique dans le rumen, au contraire d'une alimentation riche en cellulose qui favorise le pourcentage butyreux (CAUTY et PERREAU, 2009).

Selon MIETTON *et al* (1994), la matière grasse est le composant le plus fluctuant, son taux ne varie pas seulement au sein de la même espèce mais aussi d'un animal à l'autre et ceci en fonction de mois de lactation, de la traite, et des conditions d'élevage.

1.1.15 .Extrait sec total (EST)

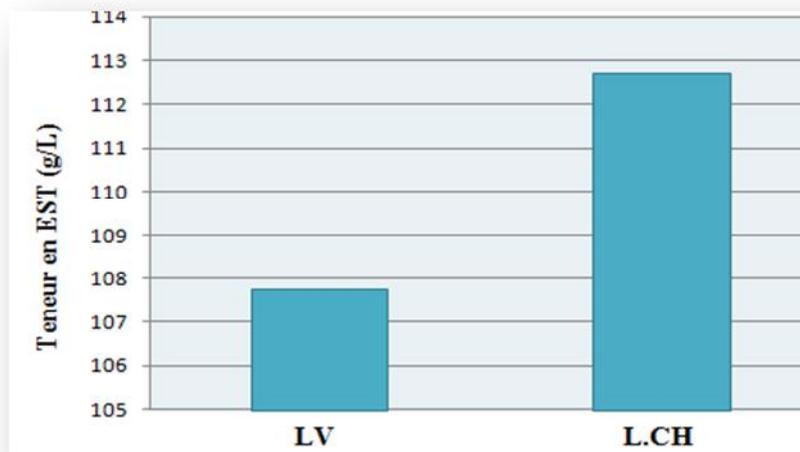


Figure 15 : représente la teneur en extrait sec total du lait.

La teneur moyenne en matière sèche des échantillons analysés sont respectivement de $107,75 \pm 1,06$ pour le lait de vache et $112,71 \pm 2,01$ pour le lait de chèvre.

Ces résultats ne répondent pas à la norme recommandée par J.O.R.A (120-125). Cette faible teneur en (EST) peut être due à des facteurs liés à l'animal lui-même (race, l'âge), à des facteurs climatiques et au régime alimentaire.

Selon BENGOUMI *et al*, 1994) la teneur en matière sèche totale varie en fonction du stade de lactation, ainsi elle diminue dans le mois suivant, puis elle augmente suite à l'accroissement des taux de matière grasse et azotée.

1.1.16. Protéines

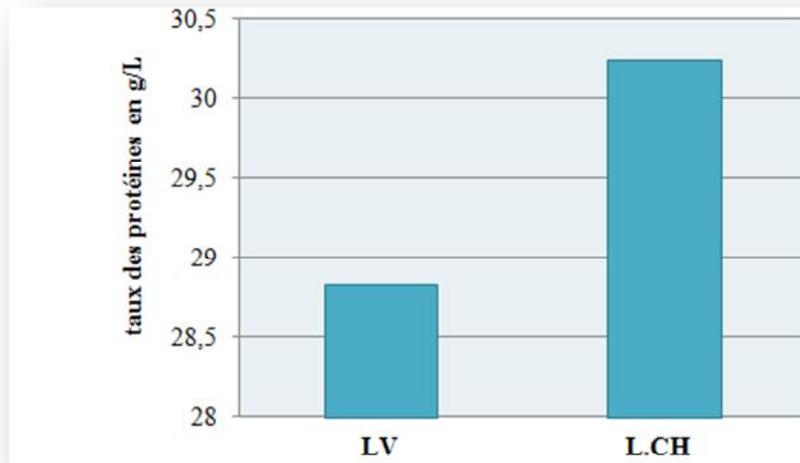


Figure 16: histogramme représente la teneur en protéine

Les résultats illustrés par cette figure (n°19) présente la teneur en protéines du lait bovin et caprin. Il ressort que le lait de chèvre à une teneur plus élevée avec un taux moyen de $30,24 \pm 1,28$ g/L par rapport à celui du lait de vache qui est de $28,83$ g/L. Cet écart est confirmé par le test statistique t student.

Toutefois, nous avons constaté que ces résultats sont inférieurs à la norme établie par J.O.R.A ($34-36$ g/L), ceci confirme la faible teneur en EST. Selon CHEFTEL *et al.*, (1985), ce taux varie selon la saison de production, les conditions climatiques, l'alimentation et le stade de lactation, et les facteurs liés à l'animal lui-même.

1.2. Résultats d'analyses physicochimiques du fromage

Les résultats des deux paramètres physicochimiques : l'extrait sec total et la matière grasse réalisés sur les fromages sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau X : Résultats des analyses de EST et MG du fromage

Paramètres	EST	MG
Fromage de vache	$44,83 \pm 2,05$	$20,83 \pm 1,$
Fromage de chèvre	$48,99 \pm 3,05$	$32,03 \pm 1,27$
Norme J.O.R.A	45-55	20-40

1.2.1. EST

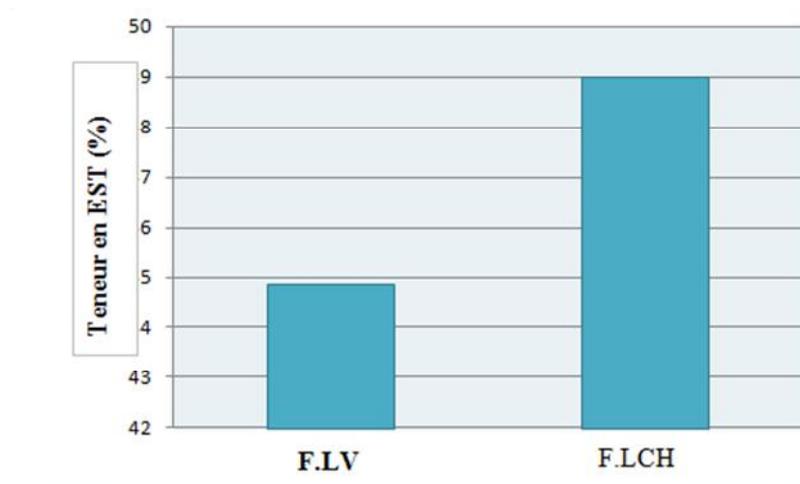


Figure 17 : représente la teneur en EST des fromages

L'histogramme ci dessus (figure 20) illustre les valeurs moyennes de l'EST des deux fromages fabriqués au lait de vache et de chèvre. Il ressort que le fromage de chèvre présente une teneur élevée en EST avec un taux moyen de 48,99% par rapport à celui de vache qui est de 44,7% ; Cet écart est confirmé par le test student.

D'après HARDY (1997), le taux moyen de l'EST des fromages à pâte molle est de 45 à 55%, par ailleurs on constate que nos résultats sont inclus dans l'intervalle donné par cet auteur.

Et McMahon *et al.*, (1999) , explique que la teneur en matière sèche des fromages varie en fonction de la teneur en matière grasse et du taux protéique du lait ce qui explique la variation de l'EST observé entre ces deux races caprine et bovine.

1.2.2 Matière grasse

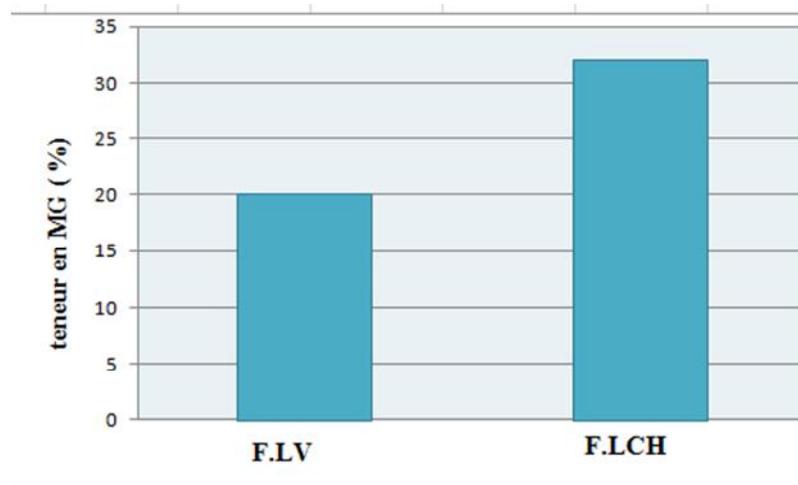


Figure 18: représente la teneur en MG des fromages

Les résultats illustrés par cette figure présente la teneur en matière grasse du fromage fabriqué à partir du lait de chèvre et de vache. Il montre que le fromage de chèvre à une teneur plus élevée avec un taux moyen de $32,03 \pm 1,27$ par rapport à celui du lait de vache qui est de $20,83 \pm 1,1$.

HARDY (1997), le taux moyen de la matière grasse des fromages à pâtes molles varie entre 20 à 40%. Selon les résultats représentés dans la figure n°21, le taux de la matière grasse des deux fromages obtenus sont inclus dans l'intervalle donné par cet auteur

VEISSERYE (1979), rapporte que le taux de la matière grasse du fromage dépend de la composition du lait utilisé et de la technologie appliquée. Ainsi, ses pertes dans le sérum d'égouttage varient avec le type de fabrication.

2. Résultats d'analyses microbiologiques

2.1. Lait cru

Afin de mieux cerner les données relatives à la nature du lait de départ et ses répercussions sur la fabrication du fromage à pâte molle type *Camembert*, la laiterie STLD effectue des analyses microbiologiques chaque début du mois sur des échantillons des laits, les résultats obtenu pour les deux mois Mars et Avril sont présenté dans le tableau suivant :

Tableau XI : représente la charge microbienne des différents microorganismes recherché dans les deux types du lait cru analysés.

Mois Paramètres	Mars		Avril		Norme JORA (1998)
	LV	L CH	LV	L CH	
Flore mésophiles aérobie totale	5.10^5	6.10^4	$5,8.10^5$	$4,8.10^5$	$<10^5$
Coliformes totaux (30°C)	$3,10^3$	$3,1.10^3$	70	40	$<10^3$
Coliforme fécaux (44°C)	50	70	$4,10^3$	$3,9. 10^3$	Absence
Staphylococcus aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
Salmonelles	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
Clostridium Sulfito- Réducteur	Abs	Abs	Abs	Abs	< 50

Les résultats d'analyses microbiologiques consignés dans le tableau, montrent que la microflore microbienne (coliforme totaux et fécaux) et la flore mésophiles aérobie totale sont présentes en nombre important dans les deux laits.

Les résultats obtenus pour les FTAM des deux types de lait sont supérieure a la norme J.O.R .A, cela est probablement due à la principale méthode d'hygiène non respectée l'hors de nettoyage des mains et des mamelles.

La présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, il s'agit donc plutôt de marqueurs de mauvaise d'hygiène ainsi qu'a la mauvaise manipulation (GUIRAUD, 2004)

Selon LARPENT, (1990), la présence des coliformes totaux n'est pas obligatoirement une indication directe de contamination fécale. Certains coliformes sont, en effet présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.

2.2. Lait cru pasteurisé

Tableau XII : La charge microbienne des différents microorganismes recherchés dans le lait cru pasteuriser.

Détermination	Résultats	Normes J.O.R.A (germes/mL).
Flore mésophiles aérobie totale à 30°C	4,1.10 ³	<10 ⁵
Coliformes totaux/ml	Abs	<10 ³
Coliforme fécaux /ml	Abs	Absence
Staphylocoques	Abs	Absence
Salmonelles/25ml	Abs	Absence
phosphatase	Négative	Négative

Après ca pasteurisation, on a observé une absence totale des germes (coliforme, *staphylocoque*, *salmonelles*) et la charge des FTAM répondait à la norme établie par J.O.R.A (1998), ce qui témoigne que le traitement thermique des laits qui a pour but de supprimer tout germe pathogène est bien réalisé. En outre, elle est confirmée par les résultats négatifs du test phosphatase.

2.3. Fromage

Ces germes dénombrés sont considérés comme des indicateurs de qualité globale des fromages et des pratiques d'hygiène.

Tableau XIII : représente la charge microbienne des différents microorganismes recherchés dans les fromages.

Déterminations	Echantillons					Normes J.O.R.A Germes/ ml
Coliforme totaux/ml	3.10 ²	2,9.10 ²	2.10 ²	1,2.10 ²	5,6.10 ²	10 ²
Coliforme fécaux /ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Staphylocoque	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Salmonelle/25ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Clostridium sulfito-réducteur à 46°C/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1

➤ **Coliformes totaux**

L'analyse microbiologique a révélé une présence des coliformes totaux dans les fromages. La matière première qui est le lait cru, peut être une source de contamination. Ceci indique que le lait a été collecté dans de très mauvaises conditions d'hygiène. Mais en sachant que la fromagerie procède par une pasteurisation du lait cru avant son utilisation, donc cette source de contamination n'est pas la vraie cause de présence de ces germes dans les produits finis. Alors, elle peut être due donc à une mauvaise hygiène corporelle du personnel de la fromagerie, ou à un mauvais nettoyage du matériel de production. Cette contamination peut référer au différentes erreurs de manipulation au moment de la production (par exemple lors de la préparation des présures et le non respect du temps de désinfection des bassines d'emprésurage). Selon ECK,(1990), les bactéries coliformes connaissent une évolution assez caractéristique et maximal lors de démoulage.

➤ ***Staphylococcus aureus***

Les résultats obtenus montrent une absence totale de ce germe pathogène dans les deux types de fromage, et qu'ils répondent aux normes établies par J.O.R.A (1998). Ce résultat ne montre la bonne conduite d'hygiène au moment du prélèvement, et nous assure sur la bonne santé de l'animale.

➤ ***Clostridium sulfito-réducteur (C.S.R)***

Les deux types de lait analyses sont dépourvus de *Clostridium sulfito-réducteur* donc ils sont conformes à la norme du journal officiel de la république algérienne (1998) qui est égale à 50 UFC/ml. Le C.S.R est responsable de gastro-entérites, se retrouve dans le sol, les eaux et dans l'intestin. Les C.S.R sont donc capables de survivre dans l'environnement et de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées (LEBRES, 2002).

➤ ***Salmonelle***

Son absence totale dans tous les échantillons répond aux normes, ce qui indique que nos laits sont de bonne qualité microbiologique et hygiénique, il démontre que l'élevage, la traite, le transport, la conservation et le stockage ont été réalisé dans des conditions favorables. Le bien respect de ces facteurs nous a offrir des fromages seins, qui ne renferme aucune bactérie pathogène nuisible à la santé du consommateur.

Conclusion

A travers cette étude, nous avons pu évaluer la qualité physicochimique et microbiologique de deux types de camembert, l'un à base du lait de vache et l'autre au lait de chèvre, au niveau de la laiterie STLD.

Les résultats des analyses physicochimiques des deux types des laits vaches et chèvre sont compris dans des intervalles qui respectent les normes J.O.R.A, avec une densité moyenne de 1029, un taux d'extrait sec total de 112,71 g/l et une acidité de 17,8°D (valeurs moyennes).

Il a été relevé que le taux de la matière grasse, l'extrait sec total et les protéines sont plus élevés dans le camembert au lait de chèvre que dans celui de vache.

Concernant la colimétrie, la laiterie effectue des analyses seulement durant les étapes de fabrication de fromage. Le reste de la gamme se fait hors de la laiterie en collaboration avec des laboratoires extérieurs.

Nos résultats ont montré la présence élevée de coliformes totaux, pour le produit fini avant emballage, par contre les germes pathogènes sont absents dans la totalité des échantillons analysés. Ceci démontre une qualité hygiénique moins satisfaisante des produits mis en vente. Cela résulterait très probablement d'une mauvaise maîtrise des procédés de nettoyage et de désinfection, d'une mauvaise conduite de l'ensemble des traitements technologiques afin de réduire ou de détruire les coliformes, ainsi qu'une déficience d'hygiène au niveau du personnel manipulateur.

Nous avons conclu donc que certaines industries algériennes présentent un vrai problème dans la connaissance et le respect des conditions d'hygiène applicable aux denrées alimentaires afin d'assurer une meilleure qualité des produits. A cet effet elles doivent faire un effort d'où on suggère à la laiterie STLD l'installation de l'HACCP (système de prévention, de surveillance et d'identification des risques) pour parfaire la qualité de ces produits.

Références bibliographiques

A

ADRIAN J., POTUS J. Et FRANGNE R., (1995). La science alimentaire de A à Z. Techniques et documentation Lavoisier. Paris.

AIT AMER MEZIANE L, 2008. Aptitude des laits de chèvre et brebis à la coagulation par des protéases d'origines avicoles. Thèse de Magister en science agronomiques, 2008, pp 10-14.

AGIOUX L.(2003).Conception et validation d'un outil d'aide a l'estimation de l'état sensoriel des fromages en cours d'affinage, application a l'affinage d'un fromage a pâte molle et a croûte fleurie. Thèse de doctorat, l'institut national agronomique de paris, Grignon, paris, France.

ALAIS C. (1984).Science du Lait : Principe des Techniques Laitières, Sepaic, paris.

ANDRE.E et JEAN-CLAUDE (2006), Fromage Technique et Documentation, Lavoisier, paris .891 p

Arrête INTERMINISTERIEL du 24 Janvier 1993 modifiant et complétant l'arrête du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologique de certaines données alimentaire.

Arrête INTERMINISTERIEL du 25 janvier 1998 (JORA) relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées .Ministre du commerce.JORA N°35 1998, Algérie.

B

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

BONNEFOYE C, GUILLET F, LEYRAL G et VERNE.BOURDAISE. (2002). Microbiologie et qualité dans les Industries Agroalimentaires Edition Biosciences et Technique.138.

BOUDIER.J.P ; LUQUET.FM, (1981). Dictionnaire laitière 2ème Edition, Techniques et Documentation, Lavoisier.

BOURGEOIS C. (1996), Microbiologie Alimentaire (Tome 1).2ème édition. Lavoisier, Tec Doc. Paris.

BOYAVAL.P. (1999), Le lait, 79 :59-69 caractéristique organoleptiques et stockage du lait.

BUGAUD C.,BUCHINS.,HAUWUY A.et COULON J-B.(2002).Texture et flaveur du fromage selon la nature du pâturage :Cas du fromage d'abondance,INRA production animale,15,31,36p.

BRULE G, (1987). Les minéraux.In : Capil. Le lait matière première de l'industrie laitière, CEPILINRA, PARIS.

BUDIN J.P., (2000).Présentation de l'évaluation sensorielle : valorisation des produits laitiers des ovins et des caprins en méditerranée.

BYLUND G. 1995. Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems. Lund, Sweden, 436 p.

C

CANTERI G. (2006) .Les levains lactique ; in : « Le fromage »Ed. ECK, Technique et Documentation 3ème Edition, Lavoisier. Paris.

CAUTY I.et PERREAU J.M. (2009).Conduite du Troupeau Bovin Laitier production, Qualité Rentabilité 2^{ème} édition France Agricole.

CHARRON G. (1986). Les produits laitiers Vol1 les bases de la production. Edition Tec et Doc. 347p.

CHEFTEL J. C., CUQ J .L et LERIENT D. (1985). Les Protéines Alimentaires : propriétés. Fonctionnelles, Technique et Documentation, Lavoisier, paris.

CHEFTEL J.C., CHEFTEL. Et BESANON P., (1983). Qualité et caractères organoleptiques des aliments. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Techniques et documentation Lavoisier. Paris. Pp 30-65.

CHILLIARD Y.1996.Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits du vache et humain. Intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Acte du colloque : Le lait de chèvre un atout pour la santé, INRA, France, pp.51-65.

CHOISY C., DESMAZEAUD M., GRIPON J.C., LAMBERET G. et LENOIR J. (2006).La biochimie de l'affinage ; in : « Le fromage » ed. Eck, Technique et documentation, 3^{ème} Ed., Lavoisier, paris.

CHOISY.C, (1997).In les bactéries lactique, vol II, édition Lorica(1994).Uriage. France

CHOISY ; DESMAZEAUD .M et GRIPON J.C, (1990).Les phénomènes microbiologiques et enzymatique et la biochimie de l'affinage. In « fromage » Technique et Documentation Lavoisier, Paris

CORCY J.C., La Chèvre, 1991. Edition La Maison Rustique, 180-197.

COURTINE R.J-(1984) LAROUSSE GASTRONOMIQUE

D

DILLON.1987.Cite in ECK A. 1990 : Le fromage. Edition Lavoisier. .

DILLON J. C. et BERTHIER A.M. (2006). Le fromage dans l'alimentation ; In : « Le fromage » ed. Eck. Technique et Documentation, 3^{ème} Ed. , Lavoisier, Paris.

E

ECK A. et GILLIS J.C. (2006). Le Fromage. Technique et Documentation, 3^{ème} Ed, Lavoisier, Paris.

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

F

FAMELART M.H., LEPESANT, F. GAUCHERON F., LEGRAET Y., SCHUCK P. (2002). PH-induced physicochemical modifications of native phosphocaseinate suspensions: Influence of aqueous phase. Lait, 76(5): p. 445-460.

FREDOT E. (2007). Intérêts nutritionnelles et diététiques du lait de chèvre. Les colloques 81. Edit INRA.

FTLQ. (2002), Science et technologie du lait. Fondation de Technologie Laitière du Québec Inc. Ed, presses Internationales polytechnique, Québec, Canada, pp.28.44.

G

GUIRAUD J.P. (1998) Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD.Paris.pp.136-139.

GUIRAUD J.P. (2004) Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD.Paris.pp.136-139.

GOURSAUD J., (1985). Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris

GAUCHERON F., 2005. Aptitudes technologiques du lait et du lactosérum. Tec et Doc, 922p.

H

Hardy J. (1997). L'activité de l'eau et le salage. In le fromage. Paris, Lavoisier Tec & Doc: 62-84.

HASSAINYA J., PADILLA M. et TOZANLI S. (2006). Lait et produits laitiers en Méditerranée. Des Filières en pleine restructuration, Edition Karthala.

HOUDEBINE L, M., (1995). Un nouveau rôle pour l'actalbumine. Cahiers Agriculture N° 4, pp.388-391.

I

INSTITU DE L'ELEVAGE, Résultats de contrôles laitiers-espèces caprines 2003b.

(En ligne), site de l'institut d'élevage : [Url= //WWW.inst-élevage-ass.fr/](http://WWW.inst-élevage-ass.fr/) (page consulté le 05-08-2004).

ITLEV, (2002). Fabrication artisanal de fromage de chèvre, Baba Ali Alger.

J

JAOUANE J.C., Composition du lait du nombreux facteur, La chèvre, 1986, 153,10-13.

JAUBERT G., (1997). Flavour of goat farm bulk milk. Cal opte Méditer, 25:89-93

JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. (2007). Science des Aliments : Technologie des produits alimentaires, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

JEANTET R., CROGUENNE T., SCHUCK P. , MAHAUT M. et BRULE G. (2008). Les Produits Laitiers .Technique et Documentation, 2^{ème} Ed Lavoisier, Paris.

JEAN C et DIJONC. (1993). Au Fil du lait 847p

K

KACIMI EL HASSANIS., 2013 La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale, quelle évaluation Méditerranéen Journal of social sciences vol4, N°11,152-158.

L

LAMONTAGNE M., CHAMPAGNE P.C., REITZ-AUSSEUR J., MOINEAU S., GARDNER N., LAMOUREUX M., JEAN J et FLISS I., 2002. Chapitre 2 : Microbiologie du lait In Science et technologie du lait. Ed VIGNOLA ; Edition école polytechnique. Pp 75-146. 600p

LARPENT ,1997. « Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire ». Paris « Techniques et documentation »,237p

LARPENT J.P.1990 .Lait et produits laitiers non fermentés, Dans Microbiologie alimentaire.(Bourgeois C.M.,Muscle J.F.et Zecca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire, Edition Tec et Doc, Lavoisier, pp201-215.

LEBRES.2002.Manuel des travaux pratiques, cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments, unité microbiologie des laits et des produits, laitiers, institut pasteur d'Algérie, pp.21-28.

LENOIR J., LAMBERT G.et SCHMIODT J.L. (1983).L'élaboration d'un fromage : l'exemple du camembert, pour la science, 69 ,30-42.

LUQUET F.M (1985).Laits et produit Laitiers, vache, Brebis, chèvre.Tome1 : Les Laits de la Mamelle à la Laiterie. Technique et Documentation. Collection STAA, Lavoisier. Paris.

M

MAHAUT M. , JEANTET R. et BRULE G. (2003). Initiation à la Technologie Fromagère. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

MAGNUSSON M., CHRISTIANSSON. SVENSSON B.2007.Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor-affecting contamination of raw milk. Journal of dairy science N°90 pp. 2745.2754.

MAGALI P., (2012).La transformation fromagère caprine fermière.Lavoisier, Paris.

MARCO., NDIAYE.1991. Causes de contamination microbienne d'importance moyenne du lait dans un groupe de fermes de la région de Rennes. *International Dairy Journal*, N°62, pp .67-74

MARTIN P. 1996. La composition protéique du lait de chèvre : ses particularités. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : Le lait de chèvre, un atout pour la santé. INRA, Niort, France, pp. 9-26.

MATHIEU J. (1998).Initiation a la physico-chimie du lait. Technique et Documentation, 220p. (Guide technologique des IAA.)

MIETTON B. (1995). La typologie des fromages. Symposium organisé par la fondation des gouverneurs et le centre de recherche et de développement sur les aliments d'agricultures et des Agroalimentaires. Canada, octobre, 254p.

MIETTON B., DESMAZEAUD M., DE ROISSART H. et WEBER F. (1994). Transformation du lait en fromage ; in : « Les Bactéries Lactiques » et Documentation, Lavoisier, Paris.

MORRISSEY P., Lactose: chemical and physicochemical properties, IN: Fox, **PF.DEVELOPEMENTS IN DAIRY CHEMISTRY-3, 1995**, elsevier London

McMahon D.J., Fife R.L., Oberg C.J. (1999). Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to cheese meltability. *Journal of Dairy Science*, vol. 82, n. 7, p. 1361–1369.

P

PAPADOPOULOU E. (1982 b). La composition de lait de chèvre de la région Povidiv et en Bulgarie et de Loninna en Grèce. *Lait*, 65 ,155-165.

POINTURIER H. 2003. La gestion des matières dans l'industrie laitière. Tec et Doc, Lavoisier, France, 388 p.

POUGHEON S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France

POUGHON S. (2001). Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologies laitières. Thèse doctorat d'état en médecines vétérinaires, Université Paul Sabatier de Toulouse, France.

R

RAMET J.P. (2006) .Les agents de transformation du lait ; in : « Le Fromage » ed .Eck, Technique et Documentation, 3^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

REMEUF F., COSSIN C. et TOMASSON R. (1991). Relation entre les paramètres physico-chimiques du lait et son aptitude fromagère.Lait, 71,397-421.

RICHARD. J. et DESMAZEAUD M. (2006). In Le fromage. Eck, A. et Gillis, J.-C. (2006). Lavoisier Tec & Doc. Paris, p 202.

ROSIER J., CARLIER V et BOLNOT F. (1984).Bases microbiologique de l'hygiène des Aliments. Ecole nationale vétérinaire de maison Alfert.

S

SENOUSSI A., 2008 Caractérisation de l'élevage bovin laitier dans le Sahara : Situation et perspectives de développement. In colloque International « Développement durable des productions animales : en jeux, évaluation et perspectives », Alger 20-21 Avril 2008.

SIMAL S. (2000).Biochimie Alimentaire. Masson, 2^{ème} Ed., Paris.

SRAIRI M.T.HAMAMA A2006, Qualité globale du lait cru de vache au Maroc concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration.pp.16-42 ;

St-GELAIS D, et TIRARD P. (2002). Fromage ; in : « Science et Technologie du Lait » ed. Carole I. vignola, Presses Internationales Polytechnique, Canada.

T

THAPON J.I, (2005).Science et technologie du lait, Agronomique-Rennes., France.14 (77 page)

THIEULON M.2005.Lait pathogènes staphylocoques, Revue de la chambre d'agriculture du cantal, pp.21-28

V

VIGNOLA C., (2002), Science et technologie du lait, Transformation du lait. Fondation de technologie laitière

VEINGOULOU B., BALTAJIEVAM. , KALATZOUPOULOS G., SAMENOVA V. et

VEISSEYRE R. (1979). Technologie du lait.3ème Ed, Maison Rustique, paris.

**VEINGLOU B., BALTAJEIVAM., KALATZOUPOULOS G., SAMENOVA V.et
PAPADOPOULOUE. (1982).** La composition du lait de chèvre de la région Povidiv et en
Bulgarie et de Loninna Grèce. Lait, 65, 155-165.

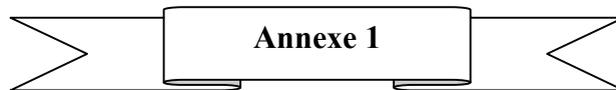
Site internet

ANONYME 1, 2017. <https://books.google.dz/books?isbn=2844783791> ,consulté
le 21/09/2017

ANONYME 2, 2017. <https://www.fromagesdici.com/tout-sur-les-fromages/categorie>,consulté
le 20.04.2017

ANONYME 3, 2017. [http:// www.accident-fromagerie.fr](http://www.accident-fromagerie.fr); consulté le 16/05/2017.

Annexe

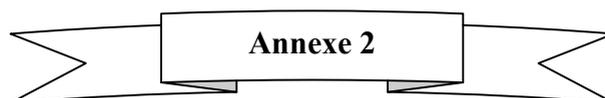


Annexe 1

Test d'antibiotique

Le Delvotest®BLF est composé d'ampoules et de bandelettes réactives ainsi que de pipettes jetables.

- met en marche l'incubateur et le laisser stabiliser à 47,5°C.
- plonge la pipette jetable environ 1cm dans le lait, on pressant un peut pour prélever 0,1 à 0,2 ml.
- transférer l'échantillon du lait en pressant doucement sur le haut de la pipette pour le verser dans l'ampoule.
- agite l'ampoule puis on la met dans l'incubateur pendant 3min ;
- prend une tige et on la dépose dans l'ampoule, vérifiant à ce que les flèches de la tige soient orientées vers le bas
- poursuivre l'incubation,
- 2 min après l'incubation de la tige, on la retire et on interprète immédiatement et visuellement les résultats .



Annexe 2

Détermination de l'acidité

Dans un bêcher, 10 ml de lait sont titrés à l'aide de la soude (N/9) en présence de deux gouttes de la phénolphtaléine : jusqu'à virage au rose persistant, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait. Le degré d'acidité correspondant au volume de soude versé dans le lait elle est exprimée en degré Dornic, un Dornic (D°) = 1 mg d'acide lactique dans 10 ml de lait.

**Annexe 3****Détermination de la densité du lait**

Dans une éprouvette de 1000 ml remplie de lait bien homogénéisé, est introduit le thermo-lactodensimètre gradué. La lecture de la densité se fait directement sur ce dernier. Il est important de signaler que le thermo-densimètre donne une valeur exacte pour la température de 20°C.

**Annexe 4****Détermination du taux de matière grasse**

La méthode acido-basique est basée sur l'attaque des composants autres que la matière grasse par l'acide sulfurique et sa séparation par l'alcool iso amylique.

Cas du lait

Dans un butyromètre à lait, on introduit 10 ml d'acide sulfurique de densité 1,83 au quel on ajoute 11ml de lait. Pour permettre la séparation des phases, on ajoute 1 ml d'alcool iso amylique, puis on centrifuge à 1200 tr / min pendant 5 min.

Cas du fromage

Peser 3 g de fromage dans un godet en verre, puis l'introduire dans butyromètre. Ajouter 10 ml d'acide sulfurique densité 1,54 et chauffer le contenu jusqu'à la dissolution totale ensuite ajouter 1ml d'alcool iso amylique, enfin introduire l'échantillon dans la centrifugeuse (1110 tr / min pendant 5 mn).

**Annexe 5****Détermination de la teneur d'extrait sec total (EST), d'extrait sec dégraissé (ESD) et de l'humidité**

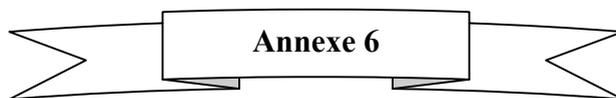
L'extrait sec total est le taux de la matière sèche restant après dessiccation complète. Il est déterminé à l'aide d'un dessiccateur à infrarouge. La dessiccation permet l'évaporation totale de l'eau contenue dans l'échantillon. L'extrait sec dégraissé est l'extrait sec total dépourvu de la matière grasse.

Mode opératoire

A l'intérieure d'un dessiccateur infrarouge, est placé une capsule préalablement séché et tarée, contenant 2 à 5 g de l'échantillon à analysé. La température de dessiccation varie selon l-humidité de l'échantillon, elle peut aller de 165°C pour le lait, caillé, lactosérum, à 105°C pour la poudre du lait.

Expression des résultats : la lecture se fait directement par affichage en pourcentage sur l'écran du dessiccateur, la valeur de l'EST est exprimé en (g/l) pour le liquide et en pourcentage pour les solides (fromage).

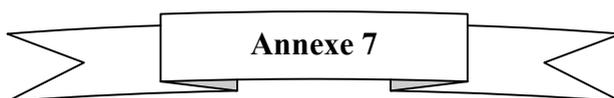
- Détermination de l'extrait sec dégraissé : **ESD=EST –MG.**
- Détermination de l'humidité : **H%= 100-EST.**



Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux

A partir de chaque dilution préparée auparavant, on prélève 1 ml qu'on introduit dans chaque boîte de Pétrie puis en ajoute la gélose VRBL. Le mélange est homogénéisé par des mouvements de huit ;

L'incubation se fait sur la boîte contenant des colonies dont le nombre est compris entre 30 et 300. Le lecteur final sous forme des colonies rouges.

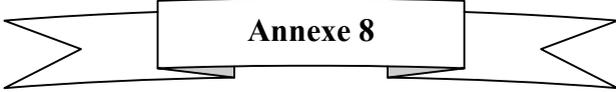


Recherche des Staphylococcus aureus

- Transférer à l'aide d'une pipette 0,1 ml de chaque dilution dans la boîte Baird-Parker, puis étaler soigneusement l'inoculum en surface.
- Incubation à 37°C pendant 24 heures à 48 heures.

- Lecture des résultats :

Les colonies de Staphylococcus aureus apparaissent noires brillantes de 1 à 5 mm de diamètre, bombées cerclées d'un liséré blanc opaque et entourées d'un halo d'éclaircissement.

**Annexe 8****Recherche salmonelles**

La recherche des salmonelles se déroule en trois étapes :

1-Pré-enrichissement ;

2-Enrichissement ;

3-isolement.

1. Pré-enrichissement

On introduit 1ml de la solution mère dans un tube du milieu BLMT (Bouillon lactosé manitolé tamponné). L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures .

2. Enrichissement sélectif

L'enrichissement sélectif permet la croissance et la sélection des bactéries du genre salmonella pour pouvoir être isolés ultérieurement. Dans cette étapes, 1 ml du milieu pré enrichi est ensemencé dans 10 ml de bouillon de sélénite de sodium (SFB) et incubé à 37 °C pendant 24 h.

3- Isolement

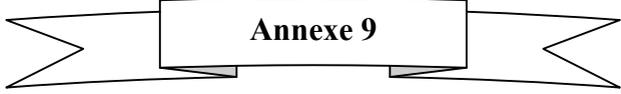
Effectue à partir du milieu SFB un isolement en stries (en utilisant une anse stérile) à la surface de gélose HEKTOEN préparé comme suit :

-Faire fondre la gélose dans le bain marie, laisser refroidir et ajouter une ampoule d'additif de l'HEKTOEN à un flacon ;

-Couler ensuite le flacon dans des boites stériles, laisser solidifier puis conserver à 4°C.

Incuber les boites à 37°C pendant 24 h.

Lecture des résultats : Les colonies des salmonelles seront vertes ou bleues, avec ou sans centre noir.

**Annexe 9****Recherche et dénombrement de Clostridium Sulfito -Réducteur**

On introduit 5 ml de la dilution considérer dans deux tubes stériles et dans un troisième 1ml de la même dilution puis on le complète par 4ml pour atteindre 5 ml par l'eau physiologique.

Ces trois tubes sont chauffés à 80°C pendant 10 minutes, puis refroidis rapidement sous l'eau de robinet afin détruire les formes végétatives alors seules les formes sporulées subsistent.

On verse stérilement 20 ml de la gélose viande-foie régénérée à 55°C et additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer. On mélange les tubes sans faire de bulles. L'incubation se fait à 37°C pendant 72h.

Lecture des résultats

Les Clostridium Sulfito-Réducteurs apparaissent sous forme de colonies d'un halo noir.

Effectuer la lecture tous les 24, 48 et 72 h dans le cas où il n'ya pas de colonies caractéristiques.

Les résultats sont exprimés par le nombre de spores par ml ou gramme de produit.

**Annexe 10****Dénombrement de la flore aérobie mésophiles totaux (FAMT)**

A partir de chaque dilution préparée auparavant, on prélève 1 ml qu'on introduit dans chaque boîte de Pétrie puis on ajoute la gélose PCA ;

Des mouvements circulaires sont effectués pour assurer une bonne homogénéisation de l'inoculum avec la gélose utilisée ;

Après solidification du milieu, on incube à 37°C pendant 48 heures ;

Les boîtes contenant plus de 300 colonies et moins de 30 colonies sont écartées .Le calcul du nombre de microorganismes par millilitre du lait se fait selon la formule pour tous les autres microorganismes ont été recherché (GUIRAUD, 1998).

$$[N] = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1 n_2 + 0,01 n_3) dV}$$

U FC/ml

C : est la somme des colonies comptées dans la première dilution.

V ml : volume de solution déposé

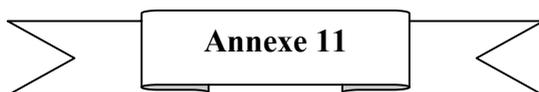
N : nombre totale des colonies dans toutes les boites.

n1 : Nombre de boites comptées dans la première dilution.

n2 : Nombre de boites comptées dans la seconde dilution.

n3 : Nombre de boites comptées dans la troisième dilution.

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.



La composition des milieux de cultures :

Gélose **PCA** (Plat Count Agar):

- Peptone.....5g
- Extrait de levures..... 2.5g
- Glucose.....1g
- Aggar.....15g
- ED..... 1000g
- PH=7.2.... Autoclaver à 120°C pendant 20 minutes.

VRBL (Gélose Lactosée Bilié au Cristal Violet et au Rouge Neutre) :

- Peptone (digestat enzymatique de tissus animaux)...7g
- Extrait de levure.....3.0g
- Lactose.....10g
- Sels biliaires.....1.5g
- Chlorure de sodium5.0g
- Rouge neutre.....30.0mg

SFB (bouillon au sélénite de sodium) :

- Peptone5g
- Lactose..... 4g
- Phosphate disodique.....10g
- Sélénite acide de sodium.....4g
- PH=7.0. Stériliser par ébullition 10 min.

Eau peptonée tamponnée (EPT) :

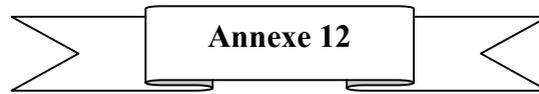
- Peptone20 g
- Chlorure de sodium5 g
- Phosphate disodique9 g
- Phosphate monopotassique1,5 g
- Eau distillée..... 1000 ml
- PH=7,2

Gélose Hectoén :

- Protéose-peptone.....12g
- Extrait de levures.....3g
- Chlorure de sodium.....5g
- Thiosulfate de sodium.....5g
- Sels biliaires.....9g
- Citrate de fer ammoniacal.....1.5g
- Salicine.....2g
- Lactose.....12g
- Saccharose.....12g
- Fushine acide.....0.1g
- Bleu de bromothymol.....65mg
- Gélose.....13mg
- PH.....7.6

Viande Foie (VF) :

- Base viande foie.....20g
- Glucose.....0.75g
- Sulfite de Na.....1.2g
- Carbonate de Na.....0.67g
- Alun de fer et d'ammonium.....0.5g
- Aggar.....11g
- ED.....1000g
- PH.....7.4



Annexe 12

Test de Student :

- **Pourquoi** faire un test T ? Pour comparer les moyennes des pourcentages des protéines des deux échantillons par exemple « lait de vache et lait de chèvre »

Le test de Student, appelé aussi test t va nous permettre de rejeter ou non l'hypothèse nulle, donc de prendre une décision statistique.

- Avant de procéder à ce test t, on doit d'abord formuler les hypothèses

Statistiques (H_0 et H_1).

Dans la logique d'un test d'hypothèses - test t, il y a toujours **2 hypothèses statistiques**.

1. La première - l'hypothèse nulle ou H_0 - est une hypothèse qui postule qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des deux échantillons :

« Moyenne des protéines de l'échantillon L.C = Moyenne des protéines de l'échantillon L.V ».

2. La seconde - l'hypothèse alternative ou H_1 - correspond à :

« Moyenne des protéines de l'échantillon L.C > Moyenne des protéines de l'échantillon L.V ».

Pour réaliser ce test, on va utiliser Microsoft Excel (ou bien utiliser les logiciels de traitements de données statistiques tels que SPSS ou Statistica)

Syntaxe du t test :

T.TEST (matrice1, matrice2, uni/bilatéral, type)

La syntaxe de la fonction T.TEST contient les arguments suivants :

- **matrice1** Représente la première série de données.
- **matrice2** Représente la seconde série de données.
- **uni/bilatéral** Indique le type de distribution à renvoyer : unilatérale ou bilatérale. Si l'argument uni/bilatéral = 1, la fonction T.TEST utilise la distribution unilatérale, c'est notre cas. Si l'argument uni/bilatéral = 2, la fonction T.TEST utilise la distribution bilatérale.
- **type** Représente le type de test T à effectuer.

Type = 1, si on test les valeurs par paires

Type= 2, si les variances des échantillons sont égales

Type = 3, si les variances sont différentes

En conclusion si la valeur du t tests est supérieur à 0,5 alors on accepte l'hypothèse H0 dans le cas contraire on la rejette et on accepte H1.

Applications aux données de notre étude :

protéine Lv	Protéine Lch
28,3	32,9
28,9	28,46
28,9	29,7
28,66	29,7
28,86	33,2
29,26	30,4
29	28,3
28,76	29,26

Calculons les deux moyennes et les deux variances :

Moyenne Protéine LV =28,8

Moyenne Protéine LC =30,24

Variance Protéine LV= 0,067

Variance Protéine LC= 3,04

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

protéine Lv	Protéine Lch
28,3	32,9
28,9	28,46
28,9	29,7
28,66	29,7
28,86	33,2
29,26	30,4
29	28,3
28,76	29,26
28,8	30,24
0,0674	3,0423

The dialog box 'Arguments de la fonction' for the T.TEST function is open, showing the following arguments:

- Matrice1: [Empty]
- Matrice2: [Empty]
- Uni/bilatéral: [Empty]
- Type: [Empty]

The result in cell C12 is 0,0674.

Tableaux		Illustrations		Graphiques		Graphiques sparkline	
T.TEST =T.TEST(A2:A9;B2:B9;1;3)							
1	protéine Lv	Protéine Lch					
2	28,3	32,9					
3	28,9	28,46					
4	28,9	29,7					
5	28,66	29,7					
6	28,86	33,2					
7	29,26	30,4					
8	29	28,3					
9	28,76	29,26					
10	28,8	30,24					
11							
12	0,0674	3,0423					
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							

Arguments de la fonction

T.TEST

Matrice1 A2:A9 = {28,3;28,9;28,9;28,66;28,86;29,26;29,29;28,76;28,8}

Matrice2 B2:B9 = {32,9;28,46;29,7;29,7;33,2;30,4;28,3;29,26;30,24}

Uni/bilatéral 1 = 1

Type 3 = 3

Renvoie la probabilité associée à un test T de Student.

Uni/bilatéral spécifie le nombre de points de distribution à renvoyer : distribution unilatérale = 1; distribution bilatérale = 2.

Résultat = 0,035267477

[Aide sur cette fonction](#)

OK Annuler

La valeur du t test est de 0,03 < 0,5, donc on accepte l'hypothèse H1,

« Moyenne des protéines de l'échantillon L.C > Moyenne des protéines de l'échantillon L.V ».

Annexe 13

Résultats d'analyses microbiologiques du lait pasteurisé

Date	Détermination	Résultat	Référence méthode d'analyse
06/03/2017	FMAT 30°C/ml	4,1 .10 ³	Arrêté du 11.09 2004
	C.totaux /ml	Abs	Arrêté du 11.09 ;2004
	C. fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 .09 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 .09 .2004
	Salmonelles/25 ml	Abs	Arrêté du 11.09.2004
07/03/2017	phosphatase	Négative	Arrêté du 11.09.2004
	FMAT 30°C/ml	5,1 .10 ³	Arrêté du 11.09.2004
	C.totauX/ml	Abs	Arrêté du 11 .09 2004
	C. fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 .09. 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 09 2004

Annexe

	Salmonelles/25ml	Abs	Arrêté du 11 .09.2004
	phosphatase	Négative	Arrêté du 11 .09. 2004
14/03/2017	FMAT 30°C/ml	$5,5 \cdot 10^3$	Arrêté du 11 .09.2004
	C. totaux/ml	Abs	Arrêté du 11.9. 2004
	C.fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 09. 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 09.2004
	Salmonelles/25ml	Abs	Arrêté du 11.09.2004
	phosphatase	Négative	Arrêté du 11 sept2004
15/03/2017	FMAT 30°C/ml	$6,3 \cdot 10^3$	Arrêté du 11.09. 2004
	C. totaux/ml	Abs	Arrêté du 11.09.2004
	C.fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11.09. 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Salmonelles/25ml	Abs	Arrêté du 11 sep 2004
	phosphatase	Négative	Arrêté du 11 sept 2004
20/03/2017	FMAT 30°C/ml	$4,9 \cdot 10^3$	Arrêté du 11 sept 2004
	C.totaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sep2004
	C.fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sep 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Salmonelles/25ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	phosphatase	Négative	Arrêté du 11 sept 2004
21/03/2017	FAMT 30°C/ml	$4,4 \cdot 10^3$	Arrêté du 11 sep 2004
	C.totaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	C.fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Salmonelles/25ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	phosphatase	Négative	Arrêté du 11 sept 2004
04/04/2017	FMAT 30°C/ml	$6,3 \cdot 10^2$	Arrêté du 11 sept2004
	C.totaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	C.fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Salmonelles/25ml	Abs	Arrêté du 11 septembre 2004
	phosphatase	Négative	Arrêté du 11 sept 2004
08/04/2017	Germe aérobies a 30°C/ml	$3,1 \cdot 10^1$	Arrête du 11 sept 2004
	Coliforme totaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Coliforme fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Staphylocoques à coagulase positive/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Salmonelles/25ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	phosphatase	Négative	Arrêté du 11 sept 2004
18/04/2017	Germe aérobies a 30°C/ml	$9 \cdot 10^3$	Arrêté du 11 sept 2004
	Coliforme totaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004
	Coliforme fécaux/ml	Abs	Arrêté du 11 sept 2004

3/04/2017	C.totaux/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA2691
	C.fécaux/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA2691
	Staphylocoque à coagulase positive/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO6888-I
	Salmonelle/25ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA1203
	C.S.R à 46°C/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA15176
22/04/2017	C.totaux/ml	3.10^2	$2,9.10^2$	2.10^2	$1,2.10^2$	$5,6.10^2$	NA2691
	C.fécaux/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA2691
	Staphylocoque à coagulase positive/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO6888-I
	Salmonelle/25ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA1203
	C.S.R à 46°C/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA15176