



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud MAMMERRI de TIZI OUZOU



Faculté des sciences biologiques et sciences Agronomiques
Département d'agronomie

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences alimentaires
Option Agroalimentaire et contrôle de qualité

THEME

*Etude de la qualité physicochimique,
microbiologique et organoleptique du camembert
« LE SEMEUR » de la région de Tizi-Ouzou*

Travail réalisé par :

M^{elle} DAOUDI Lamia

M^{elle} SAM Samia

Membres de Jury :

Président : M^r AMROUCHE T. Professeur

Promotrice : M^{me} REMANE_BENMALLEM Y. Maitre assistante A

Examinatrice: M^{me} ARKOUB L. Maitre de conférences B

Invités d'honneur :

M^{elle} Ait Amer Souhila Ingénieure de laboratoire de la laiterie « Le semeur »

2019/2020



Remerciements

Nous Remercions avant tout le Grand Dieu, qui nous a fait parcourir nos chemins avec des pas stables et avec beaucoup de patience.

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde reconnaissance à Mme **REMANE _BENMALLEM YAKOUT** maitre assistante classe A à l'université MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU , notre promotrice pour sa disponibilité, son aide, ses conseils précieux et son objectivité qui ont fait progresser ce travail.

On remercie M^r **AMROUCHE T.** pour avoir accepté de nous honorer par sa présence comme président de la commission du jury.

Nous tenons à remercier Mme **ARKOUB L.** d'avoir acceptés d'examiner notre travail.

Nous remercions vivement les patrons, les **deux frères REMDANE** et le directeur de la laiterie-fromagerie « LE SEMEUR » Mr **MEZRAG RABAH** de nous avoir accueilli au sein de l'entreprise, de nous ouvert ses portes et donné l'opportunité de réaliser ce travail. On exprime également nos sincères remerciements au personnel et toute l'équipe de la laiterie « LE SEMEUR», et plus particulièrement la responsable de laboratoire M^{elle} **AIT AMEUR SOUHILA** et son équipe **ZINA** et **MOULOUD** pour leur gentillesse, ils nous ont soutenu, et favorisé tous les moyens pour l'achèvement de ce travail.

Enfin, nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont aussi à toute personne ayant participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.





Dédicaces

J'ai l'honneur à dédier ce modeste travail :

A mes chers parents pour leur amour, soutien et leur
Confiance qu'ils m'ont toujours accordée

A ma chère sœur Fella

A mon cher frère Mohamed

A mes grand mères et mon grand-père, que dieu leur

Accordent une longue vie

A mes oncles et tantes

A mes cousins et cousines

A ma binôme « Samia »

A mes amis (es) : Narimane -Amel -Tina -Lilia -
Ouissam-Lisa-Lynda- Riad-Salim-Brahim-Djimi-
Djigou

A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Lamia





Dédicaces

Ce modeste travail, achevé avec l'aide de Dieu le tout puissant.

Je dédie ce travail à :

La mémoire de mon grand-père « HASSAN » et ma tante « OUARDIA » que Dieu ait leurs âmes et les accueille en son vaste paradis.

A celle qui m'a donné la vie, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et maréussite à ma chère mère OUIZA le symbole de tendresse.

A mon cher père MOHAMMED, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes mes années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager ; à me donner de l'aide et à me protéger.

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.

A mes sœurs « HAYET et OUARDUCH » surtout mes chéries « LYNDA et FIFI » pour leur affectueux soutien moral.

A mon petit frère « DJILLALI » à qui je souhaite beaucoup de bonheur et de succès. Je tiens à remercier ma binôme LAMIA pour sa compréhension.

Samia



Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le lait

1. Définition du lait	3
1.1. Définition réglementaire	3
1.2. Définition alimentaire	3
2. Qualité nutritionnelle du lait.....	3
3. Qualité microbiologique du lait	4
3.1. Les microorganismes indigènes ou originels	5
3.2. Les microorganismes de contamination.....	5
4. Qualité technologique.....	7

Chapitre II : Généralités sur le fromage

1. Définitions.....	9
2. Constituants du fromage	9
3. Aspects techniques du fromage.....	13
4. Transformation du lait en fromage.....	14
4.1. La coagulation.....	14
4.2. L'égouttage	15
4.3. L'affinage.....	16
5. Les grandes familles du fromage	16
5.1. Les pâtes pressées cuites	17
5.2. Les pâtes pressées non cuites	17
5.3. Fromages à pâtes filées	18
5.4. Fromages fondus	18
5.5. Fromages à pâtes molle, à croûte lavée ou fleurie	18
5.6. Fromage à pâtes molle, à croûte fleurie	18
5.7. Fromages à pâtes molle, à croûte lavée	19
6. Les fromages traditionnels algériens	19

Sommaire

Chapitre III : Le Camembert

1. Historique	21
2. Définition	21
3. Composition et valeurs nutritionnelles.....	21
4. La flore d'altération microbienne.....	22
5. Constituants du camembert	24
6. Auxiliaires technologiques	26
6.1. La flore lactique	26
6.2. La flore fongique	27
6.3. La présure	27
6.4. Les sels	28
7. Les étapes clés de fabrication de fromage à pâte molle type camembert.....	28
7.1. Préparation du lait	28
7.2. La pasteurisation	29
7.3. Phase d'ensemencement-maturation	29
7.4. Lacoagulation	29
7.5. L'égouttage.....	31
7.6. Le salage.....	31
7.7. L'affinage	32
8. Caractéristiques organoleptiques du camembert	33
8.1. Propriétés organoleptiques	34
9. Economie du fromage	34

Partie pratique

Chapitre IV : Matériels et méthodes

1. Objectif de l'étude.....	37
2. Présentation de l'unité.....	37
2.1. Profil de l'entreprise.....	38
3. Description du produit.....	39
4. Diagramme de fabrication du Camembert	40
5. Matériels utilisés	41
5.1. Matières premières	41
6. Analyses physico-chimiques	41
6.1. Echantillonnage	41

Sommaire

6.2. Analyses physico-chimiques du lait cru	42
6.2.1. Détermination de l'acidité Dornic	42
6.2.2. Détermination de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique.....	42
6.2.3. Mesure de l'extrait sec total	43
6.2.4. Détermination de la teneur en matière sèche dégraissée.....	43
6.2.5. Test d'antibiotique.....	43
6.2.6. Détermination de la densité.....	44
6.2.7. Mesure du pH.....	45
6.3. Analyses physico-chimiques du camembert	45
6.3.1. Mesure de Ph.....	45
6.3.2. Détermination de l'extrait sec total	45
6.3.3. Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométrique	46
6.3.4. Détermination de la teneur en extrait sec dégraissé	46
6.3.5. Détermination du rapport matière grasse et extrait sec du Camembert	47
7. Les analyses microbiologiques.....	47
7.1. Objectif	47
7.1.1. Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux	48
7.1.2. Dénombrement des <i>Staphylococcus à coagulase</i> +	49
7.1.3. Dénombrement de <i>Salmonelles</i>	50
7.1.4. Dénombrement du <i>Listeria monocytogenes</i>	50
8. Caractérisation sensorielle	51

Chapitre V : Résultats et discussions

1. Résultats obtenues des analyses physicochimiques	52
1.1. Analyses physicochimiques du lait destiné à la fromagerie.....	52
1.2. Résultats obtenues des analyses physicochimiques du camembert.....	53
2. Résultats obtenues des analyses microbiologiques du camembert	55
3. Résultats obtenus de l'analyse organoleptique des deux types du camembert	58
3.1. L'aspect	58
3.2. La texture.....	58
3.3. Le gout et l'odeur	59
3.4. La saveur et la sensation.....	60
Conclusion générale	61

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
Figure 01	Schéma général de la fabrication des fromages	16
Figure 02	Camembert présentant l'aspect de poils de chat	23
Figure 03	Fromage non cendré (Photo 1) et cendré (Photo 2) présentant le défaut de peau de crapaud	23
Figure 04	Phases de la coagulation enzymatique de lait	30
Figure 05	:Evolution des constituants majeurs du lait au cours de l'affinage	33
Figure 06	Situation géographique de la laiterie SEMEUR	38
Figure 07	Le camembert « Le Semeur »	39
Figure 08	Diagramme de fabrication du camembert à la laiterie « Le Semeur » de Tizi-Ouzou	40
Figure 09	Butyromètre	42
Figure 10	Lactodensimètre	44
Figure 11	Etapas de mesure de la MG du camembert	46
Figure 12	Dénombrement des coliformes fécaux et totaux sur le milieu de gélose VRBL	49
Figure 13	Aspect des deux fromages	58
Figure 14	Texture des deux fromages	58
Figure 15	Gout et odeur des deux fromages	59
Figure 16	Saveur et sensation des deux fromages	60

Liste des tableaux

	Titres	Pages
Tableau I	Composition moyenne du lait de vache	04
Tableau II	Flore originelle du lait cru	05
Tableau III	Germes contaminant le lait cru	06
Tableau IV	Teneur moyenne en eau des fromages	10
Tableau V	Teneur protéique des fromages	10
Tableau VI	Composition moyenne comparée du lait et de fromage	12
Tableau VII	Composition moyenne de fromage à pâte molle de type Camembert pour 100g de fromage	22
Tableau VIII	Teneur réelle en matière grasse pour 100 g de fromage	25
Tableau IX	Teneur en calcium des fromages	25
Tableau X	Teneur en phosphore des principaux fromages	26
Tableau XI	Les importations de fromages	36
Tableau XII	Fiches techniques comportant des données relatives au produit fini	39
Tableau XIII	Les germes recherchés et leurs milieux de culture	48
Tableau XIV	Résultats d'analyses physicochimiques du lait	52
Tableau XVI	Résultats obtenues des analyses physicochimiques du produit fini	54
Tableau XVII	Résultats des analyses microbiologiques du produit fini	55

Liste des abréviations

AA : Acide aminé

ATB : Antibiotique

A_w : Activité de l'eau

AFNOR : Agence Française de Normalisation

ANC : Apport Nutritionnel Conseillé

BP : Baird Parker

CCIL : Centre Canadien d'Information Laitière

EPT : Eau Peptonée Tamponnée

ESD : Extrait sec dégraissé

EST : Extrait sec total

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

MG : Matière grasse

MS : Matière sèche

VRBL : Violet Red Lactose Agar

Synthèse bibliographique

Introduction

Introduction

L'Algérie, a connu ces deux dernières décennies un fort développement des filières agro-alimentaires notamment l'industrie de transformation laitière et fromagère. On compte 159 unités de transformation fromagère qui sont enregistrées au centre national du registre de commerce (CNRC, 2018). Avec une consommation annuelle estimée à près de 3 milliards de litres de lait, l'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb.

La wilaya de Tizi-Ouzou, région pourtant montagneuse et à faible sole fourragère, est parmi les wilayas les plus productrices de lait au niveau national, elle est classée à la deuxième place au niveau national en matière de collecte de lait et à la 5ème place pour la production (OUKACI, 2014).

Le lait cru a toujours été un aliment essentiel de notre alimentation occidentale. Il est un produit de forte valeur nutritionnelle. Il occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des Algériens, il leur apporte la plus grande part de protéines d'origine animale (SENOUSSI, 2008).

Il est aussi l'un des rares aliments à convenir à toutes les tranches d'âge qui le consomment. Le lait est aussi riche en d'autres sels minéraux (notamment phosphore et magnésium) et en vitamines du groupe B (B1, B2, B5, B12) et en vitamine A.

Aujourd'hui, selon l'organisation mondiale de l'alimentation (F.A.O.), 40% du lait fabriqué dans le monde est transformé en fromage. L'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage était de conserver les principaux constituants du lait. De nos jours, il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables (FREDOT, 2005) et ayant des propriétés organoleptiques meilleures que celles du produit de départ tels que le fromage.

Le fromage constitue un élément important dans l'alimentation humaine. Ses taux élevés en lactose, lipides et en protéines en font de lui un aliment nutritif, riche en énergie (WALTHER *et al.*, 2008). Il est très apprécié par les consommateurs pour sa valeur nutritionnelle, gustative et le plaisir que procure sa consommation.

Selon MAHAUT *et al.* (2000a), il existe environ 2000 variétés de fromages dans le monde, dérivants d'une vingtaine de types élaborés selon une technique de base commune. Parmi ces variétés, on trouve le camembert qui est un fromage à pâte molle à base de lait cru, qui est probablement l'un des fromages les plus consommés et appréciés

Dans ce contexte, le travail présenté dans ce mémoire vise une meilleure connaissance du procédé de fabrication du camembert et une évaluation de la qualité physicochimique et

Introduction

microbiologique de trois échantillons de produit fini ainsi que sa qualité organoleptique en comparaison avec une autre marque de camembert à base du lait de vache.

A cet effet, le manuscrit s'articule en deux parties. La première consiste en une synthèse bibliographique sur : le lait, le fromage ainsi que le camembert suivie d'une deuxième partie pratique qui répond à l'objectif de notre étude, pour cela nous avons opté pour la démarche suivante :

- Analyse physicochimique du lait cru ainsi que le Camembert
- Evaluation de la qualité microbiologique le Camembert
- Réaliser une étude organoleptique entre le Semeur et un autre type de fromage pour déterminer le fromage le plus apprécié.

Pour pouvoir conclure notre travail avec des résultats qui nous amènerons à apprécier la qualité nutritive et sanitaire de notre produit laitier qu'est le « Camembert ».

Chapitre I :
Généralités sur le lait

1. Définition du lait

1.1. Définition réglementaire

Selon le congrès de Genève de 1910, le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. Le lait sans précision de l'espèce est le lait de vache (**CORNEVAUX, 2013**).

1.2. Définition alimentaire

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à ébullition avant consommation. Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**FREDOT, 2006**).

2. Qualité nutritionnelle du lait

De tous les aliments, le lait est celui qui est le plus complet du point de vue nutritionnel (**ENY, 2012**). En effet la vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale de lait (90%), même en pays tropicaux (70%) (**FAO, 2011**).

Le lait est censé être un aliment presque complet, de par sa composition équilibrée en nutriments digestibles et nécessaires à la construction et au maintien du corps humain.

En outre, il contient des molécules d'intérêt thérapeutique, comme les immunoglobulines qui protègent les nouveaux nés contre un certain nombre de maladies (**MUIRIS et LIAM, 2017**).

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants: eau, protéines, lactose, matières grasses (lipides) et minérales. Cependant, les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre.

La composition moyenne du lait de vache est présentée dans le tableau suivant :

Tableau I : Composition moyenne du lait de vache (ALAIS et al., 2008)

Eléments	Composition (g/l)
Eau	90.5
Glucides (lactose)	49
Lipides	35
Matière grasse proprement dite	34
Lécithine (phospholipides)	0.5
Insaponifiable (stéroïls, Carotènes, tocophérols)	0.5
Protides	34
Caséines	27
Protéines solubles (globulines, albumines)	2.5
Substances azotées non protéiques	1.5
Sels	
De l'acide citrique (en acide)	9
De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2
Du chlorure de sodium (Na Cl)	2.6
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces
Extrait sec total	127
Extrait sec non gras	92

Au total, il y aurait plus de 100000 composés différents dans le lait dont certains peuvent avoir des propriétés fonctionnelles mais aussi apporter des bénéfices nutritionnels et/ou santé (lactoferrine, oligosaccharides, phospholipides, sphingolipides, glycosphingolipides, acide ruménique etc.) (SOUSTRE et al., 2017).

3. Qualité microbiologique du lait

Au cours des siècles, les progrès de la recherche ont mis en lumière l'impact des microorganismes du lait cru sur les fromages. Il était question de mieux maîtriser la qualité organoleptique des fromages en utilisant des flores aux fonctions technologiques et aromatiques précises. La flore microbienne du lait cru est très diversifiée (ENIL, 2011).

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : les microorganismes indigènes ou originels et les microorganismes contaminants. Ce dernier est subdivisé en deux sous-classes : microorganismes d'altération et microorganismes pathogènes (GUIRAUD, 1998).

3.1. Les microorganismes indigènes ou originels

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques mais aussi streptocoques lactiques (*Lactococcus* et *Lactobacillus*). Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées "Lacténines" mais leur action est de très courte durée, environ 1 heure (LEMIRE, 2007). Le tableau suivant regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau II : Flore originelle du lait cru (VIGNOLA, 2002)

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus sp.</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	<10
Gram négatif	<10

3.2. Les microorganismes de contamination

C'est l'ensemble de microorganismes contaminant le lait (Tableau III), de la récolte jusqu'à la consommation. Ces contaminations par divers microorganismes peuvent provenir de l'environnement : entérobactéries, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, microcoques, corynébactéries, *Bacillus*, etc., par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière. Des contaminations d'origine fécale peuvent entraîner la présence de *Clostridium*, d'entérobactéries coliformes et, éventuellement, d'entérobactéries pathogènes : *Salmonella*, *Yersinia*. Ceci explique l'importance d'un contrôle rigoureux du lait (LEYRAL et VIERLING, 2007).

Tableau III : Germes contaminant le lait cru (JAKOB *et al.*, 2009)

Sources de contamination		Psychrotrophes
Germes Gram positifs -Germes sporulés aérobies	Terre, poussière, foin (très répandu)	Certaines espèces
Germes sporulés anaérobies (Clostridies)	Ensilage, fourrage vert en fermentation, boue	Non
Entérocoques	Fèces, résidus de lait	Non
Staphylocoques	Peau, muqueuses	Non
Microcoques	Peau, résidus de lait	Certaines espèces
Bactéries propioniques	Peau, résidus de lait, fourrage vert en fermentation, ensilage	Non
Bactéries lactiques	Plantes, ensilage, résidus de lait, muqueuses	Non
Bactéries corynéformes	Peau, sol	Certaines espèces
Germes Gram négatifs -Colibactéries (E.coli)	Fèces, eaux usées	Non
Entérobactéries	Plantes, fèces, eaux usées	Certaines espèces
Pseudomonas	Eau, sol (très répandu)	Oui
Alcaligenes Flavobacterium, etc.	Eau, sol (très répandu)	Oui
Levures	Sol, plantes, résidus de lait (très répandues)	Oui

- **Les microorganismes d'altération**

Incluse dans la flore de contamination, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la durée de vie des produits. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : *Pseudomonas sp.* , *Proteus sp.* , les coliformes soit principalement les genres : *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus sp.* , *Clostridium sp.* et certaines levures et moisissures (RICHARD, 1990).

- **Les microorganismes pathogènes**

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène ou d'origine exogène (BRISABOI *et al.*, 1997), parmi ces germes on peut trouver les Salmonelles, les Listerias, les Staphylocoques, et les Clostridiums.

4. Qualité technologique du lait

Le lait présente des aptitudes technologiques qui facilitent sa conversion en dérivés laitiers en relation directe avec le savoir-faire de différentes cultures dans le monde (**BERGAMASCHI et al., 2016**). Les progrès acquis dans la connaissance scientifique et technologique des constituants du lait et de leurs propriétés, plus particulièrement les protéines, ont incité les acteurs de la filière lait à mieux valoriser l'énorme potentiel nutritionnel et techno fonctionnel du lait (**CAYOT et LORIENT, 1998**).

La valeur d'un lait peut être jugée par son efficacité à la transformation en fromage. L'aptitude à la coagulation dépend de son pH, sa teneur colloïdale et en caséine, qui jouent un rôle primordial dans la mise en place du gel. Le rendement fromager est fortement corrélé à la teneur en protéine ou caséine et en matière grasse du lait (**LAURENT et al., 2002**).

Un lait pauvre en calcium coagule difficilement et conduit à un gel mou qui se tient mal, aussi il est difficile d'agir directement sur ces teneurs dans le lait car, les animaux sont capables de mobiliser leurs réserves corporelles ce qui a pour résultat de maintenir un taux stable de calcium dans le lait. Il peut être ajouté du chlorure de calcium avant emprésurage pour permettre d'obtenir un caillé plus structuré et réduire le temps de floculation (**ALVES D'OLIVEIRA, 2007**). D'autre part, l'ajout en excès peut entraîner l'apparition de défaut d'amertume et un goût métallique. L'influence du taux de calcium se manifeste sur le temps de floculation et la fermeté du gel. Il est indispensable à la floculation des micelles. L'aptitude à la coagulation dépend également de la teneur en phosphate de calcium colloïdal. Plus la teneur en phosphate de calcium micellaire sera élevée, plus le gel sera ferme et se prêtera à l'égouttage (**DELPHINE, 2005**).

Selon **CODOU (1997)**, le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose, puis transforment ces hexoses en acide lactique (**GUETOUACHE et al., 2014 ; HAYALOGLU, 2016**).

La présence d'enzymes au sein du lait est importante. Ces dernières sont sensibles à la chaleur, et constituent ainsi un contrôle de l'efficacité du traitement thermique du lait. Par exemple, une désactivation totale de la phosphatase alcaline doit être observée suite à un traitement thermique de pasteurisation (**DIVERSIFERM, 2014**).

Enfin, certains minéraux jouent un rôle important dans la composition des micelles de caséine, et donc dans la structure tridimensionnelle du fromage (**GUETOUACHE et al., 2014**).

Ces oligo éléments ont également des rôles technologiques. Lors de l'augmentation de la température, le Fer et le Cuivre forment un complexe sur la membrane du globule gras et augmentent l'oxydation de la matière grasse (**RENHE et *al.*, 2019**).

Chapitre II :
Généralités sur le fromage

1. Définitions

Le fromage selon la norme codex est le produit affiné ou non, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséines ne dépasse pas celui du lait. On obtient le fromage à coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure et d'autres agents coagulants appropriés (**MULTON *et al.*, 2013**).

Les fromages constituent une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse, ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore du lait, dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'Homme dans presque toutes les régions du globe (**MAHAUT *et al.*, 2000b**).

Le fromage est un produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenue à partir des matières d'origine exclusivement laitière : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, matière grasse, utilisé seul ou en mélange et coagulé en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse. La teneur minimale en MS du produit doit être de 23% pour 100g de fromage (**PATRICK, 2010**).

2. Constituants du fromage

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

- **Teneur en eau et extrait sec complémentaire**

L'extrait sec est le complément à 100% de la teneur en eau. Il est fonction de la matière grasse du lait et de la crème ajoutée, et de l'importance de l'égouttage (**MICHEL *et al.*, 2000**).

La teneur en eau détermine dans une large mesure la consistance, la conservation, l'aspect et indirectement le goût du fromage (**ECK et GILLIS, 1997**). Le tableau IV présente la teneur moyenne en eau des fromages.

Tableau IV: Teneur moyenne en eau des fromages (FREDOT, 2009)

Type de fromage	Teneur moyenne en eau	Matière sèche
Fromage frais	≥80%	≤20%
Fromages à pâte molle	50%	50%
Fromages fondus	50%	50%
Fromages à pâte demi-dure	45%	55%
Fromages persillés	40%	60%
Fromages à pâte dure	35%	65%

- **Protéines**

Selon leurs modes de fabrication, les fromages (Tableau V) sont les aliments les plus riches en protéines, ils contiennent de 10 à 30 % de protéines, en particulier les fromages à pâtes pressées dont la teneur en protéines (30 %) dépasse celle de la viande (20 %) (RENANE *et al.*, 2010).

Ces protéines proviennent de la caséine modifiée dont, au cours de l'affinage, une partie importante (entre 20 et 30% selon les fromages) se trouve dégradée et solubilisée en oligopeptides et acides aminés sous l'influence d'une série d'enzymes, différentes selon la microflore, ce qui confère au produit final sa texture et sa saveur. Du fait de cette protéolyse, les protéines du fromage sont aisément digestibles. Outre sa teneur élevée en protéines, la haute valeur biologique du fromage lui est conférée par sa composition en acides aminés très intéressante sur le plan nutritionnel (DILLON *et* BERTHIR, 1997).

Tableau V : Teneur protéique des fromages (LUQUET, 1990)

Fromage	Teneur protéique En g pour 100g %	Concentration par rapport au lait (%)
Fromages blanc	7 à 10	2.5 à 3
Pâte molle	20 – 21	6 à 7
Pâte persillée	22	6 à 7
Pâte demi dur	25 – 26	7 à 8
Pâte dure	28 – 30	8 à 9
Fromage fondu (pâte dure)	14 – 20	4.5 à 7

- **Glucides**

La teneur en glucides des fromages blancs est de 3 à 4 %, celle des fromages affinés et fondus est négligeable (<2 %) ; elle est quasiment nulle dans les fromages à pâte pressée. Le lactose est entraîné lors de l'égouttage dans le lactosérum ou transformé par la flore lactique lors du caillage ou de l'affinage. Dans les fromages blancs sucrés et aux fruits, la teneur glucidique passe de 3 à 16 ou 18 % (**VIERLING, 2003**).

- **Minéraux**

Selon **GUÈGUEN (1997)**, les fromages, comme tous les produits laitiers, bénéficient dans l'opinion d'une bonne connotation nutritionnelle pour le calcium.

- **Calcium et phosphore**

Les teneurs en calcium varient de moins de 100 mg par 100 g pour les fromages frais à plus de 1200 mg par 100 g pour certains fromages à pâte pressée cuite (Emmental, Parmesan).

- **Sodium et potassium**

Les teneurs extrêmement variables en sodium des fromages (200 à 1000 mg/100 g) résultent évidemment du taux de salage. Des teneurs supérieures à 1500 mg/100 g ont même été trouvées dans des fromages persillés. Les teneurs en potassium sont beaucoup moins variables, de 100 à 200 mg/100 g, comme dans le lait.

- **Magnésium**

Par rapport aux apports conseillés (350 à 400 mg/jour), les fromages sont relativement pauvres en magnésium : 10 à 50 mg/100 g.

- **Vitamines**

La teneur en α -tocophérols (vitamine E) reste faible. Sauf la vitamine B12 qui augmente avec la concentration en matière sèche, les vitamines hydrosolubles sont en partie éliminées avec le lactosérum. Cependant, certaines vitamines du groupe B sont synthétisées par les moisissures ; les fromages à moisissures internes contiennent alors une quantité quatre fois supérieure à celle du lait en vitamines B2 et B6 (**VIERLING, 2003**).

Une portion de 50g de fromage à pâte dure contient également plus de 15% de l'Apport Nutritionnel Conseillé en vitamine A (ANC environ 700 μ g/jour en moyenne pour les adultes), près

de 30% de vitamine B2 (ANC environ 1,55 mg/jour) et plus de 40% de la valeur conseillée en vitamine B12 (ANC environ 2,9 µg / jour) (SHLIENGER, 2014).

- **Lipides**

La plupart des fromages affinés commercialisés provenant de lait non standardisé en matières grasses ont une teneur en matière grasse affichée à 45%, ce qui ne préjuge en rien de leur teneur réelle en lipide rapportée à 100g de produit. La teneur minimale en matière grasse c'est-à-dire la teneur lipidique par rapport à 100g de produit est indiquée sur l'étiquetage (MICHEL *et al.*, 2000).

La teneur en lipides varie d'un fromage à un autre selon le type de lait et la méthode de fabrication. Ils sont présents à 23% dans les fromages à pâte molle et à 30% dans les fromages à pâte dure.

La comparaison entre la composition du lait et du fromage est présentée dans le tableau VI.

Tableau VI: Composition moyenne comparée du lait et de fromage (ALAIS et LINDEN, 1993).

Le composant	Lait	Fromage
EAU	Environ 87%	Éliminée en partie par la fabrication. Teneur en eau: 50% pour la pâte molle.
Glucides	Lactose 5 % Les ferments lactiques transforment le lactose en acide lactique, ce sucre peut être également transformé en alcool	Pratiquement éliminé avec l'eau par la fabrication.
Lipides	Environ 4% Sous forme de globules gras très petits en émulsion dans le liquide	Se trouvent dans la majorité des fromages sauf dans les fromages maigres : 23% : fromage à pâte molle. 30% : fromage à pâte dure
Protéines	Environ 3.5%. Les plus importante en quantité sont les caséines: 3% Les protéines de sérum sont aussi non négligeables.	Les caséines qui se coagulent en présence de présure, constituent la partie essentielle du fromage : 18 % fromage à pâte molle.

<p>Minéraux</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Très intéressante valeur minérale car très riche en calcium et en phosphore. Le calcium étant plus abondant que le phosphore. - Contient aussi potassium et chlorure de sodium. - pas de fer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande richesse en calcium et en phosphore - Plus au moins riche en chlorure de sodium selon leur fabrication
<p>Vitamines</p>	<ul style="list-style-type: none"> - B1 en petite quantité - B2 assez importante. - C en quantité variable dans le lait, mais pratiquement détruite au contact de l'air durant les manipulations, le transport, la pasteurisation et l'ébullition. - A en quantité importante dans la matière grasse. - D en quantité variable selon la saison. 	<ul style="list-style-type: none"> -Les fromages à pâte molle sont de bonne source de vitamine B, du fait des synthèses réalisées par les moisissures. -A se trouve dans le fromage selon la teneur en matières grasses

3. Aspects techniques du fromage

Pour le fromager, le comportement du lait lors de la coagulation joue un rôle important sur le bon déroulement des étapes ultérieures de la fabrication fromagère (**MARTIN et COULON, 1995**).

Le fromage correspond à une véritable conserve alimentaire, obtenue grâce au jeu croisé de l'élimination plus au moins poussée de l'eau du lait et de la récupération des matières sèches (**BRULE et al., 1997**).

Il a été constaté que la qualité des fromages est moins bonne en début de lactation. L'aptitude à la coagulation ne diminue que peu, elle est plus longue en fin de lactation, aussi cette aptitude dépend de la qualité microbiologique d'un lait, un lait de mammite se caractérise par une réduction de

l'aptitude fromagère ainsi que le rendement. La teneur en caséine de ce type de lait diminue, des protéines sériques augmentent (AIT AMEUR, 2008).

Un caillé insuffisamment acidifié ou emprésuré trop tôt, risque d'avoir des micelles très minéralisées. Il contient moins d'eau, car le calcium et le phosphore occupent les sites de fixation de l'eau (DELPHINE, 2005).

La quantité d'eau retenue dans le fromage, définie par les paramètres technologiques et de la teneur du lait en protéines et en matière grasse. Le fromage est le produit résultant de multiples étapes de fabrication : la coagulation de la caséine qui conduit, à partir du lait, à la formation d'un caillé, l'égouttage qui sert à séparer une partie plus ou moins importante de sérum pour obtenir une caillebotte, le salage qui agit en exhausteur de goût, en conservateur, et sa concentration aura un effet sur la souplesse du fromage, l'affinage de cette caillebotte qui développe des saveurs et des textures originales. Ce sont les différentes techniques associées à chacune de ces étapes qui déterminent les différences entre les fromages (VIGNOLA, 2002). La combinaison de ces étapes permet de donner une description du fromage basée sur sa méthode de fabrication, c'est-à-dire la voie technologique.

4. Transformation du lait en fromage

Transformation du lait en fromage comporte, pour la plus grande partie des fromages, trois étapes principales : la coagulation, l'égouttage et l'affinage (ANDRE *et al.*, 1997).

4.1. La coagulation

La coagulation du lait est une étape cruciale pour la fabrication de fromage. Au cours de celle-ci, le lait passe de l'état liquide à l'état solide, par la formation d'un gel ou coagulum, appelé caillé (GASSI *et al.*, 2017).

Elle correspond à une déstabilisation des micelles de caséine qui flocculent puis se soudent pour former un gel emprisonnant des éléments solubles du lait. Peut-être provoquée par l'action d'une enzyme, par acidification, ou par l'action combinée des deux (ST-GELAIS, 2002).

➤ La coagulation acide

La coagulation par voie acide résulte soit par les produits de fermentation de bactéries acidifiantes ou par des composés chimiques d'action acidifiante directe ou indirecte. L'abaissement simultané du pH a pour conséquence de faire atténuer l'ionisation des fonctions acides des caséines, induisant l'affectation progressive du calcium et du phosphate inorganique de la micelle vers la phase aqueuse. Ceci induit la désagrégation des micelles (BRULE *et al.*, 1997).

Les espèces de ferments les plus fréquentes sont *Lactococcus lactis* subsp *lactis* et/ou *Lactococcus lactis* subsp *cremoris* (FOX et MCSWEENEY, 2017).

L'acidification microbienne du lait est un processus progressif, lent et homogène. Il est caractérisé par des difficultés liées à la maîtrise du développement microbien (cinétique de multiplication, état physiologique, facteurs de croissance, produits de métabolismes et autres). Le coagulum édifié est un ensemble de flocons caséiniques emboîtés les uns sur les autres (ATTIA et al., 2000).

➤ La coagulation enzymatique

Les enzymes utilisées en fromagerie sont la présure, la pepsine et celles d'origine fongique. La plus ancienne et toujours très employée est la présure constituée d'un mélange de chymosine (80%) et de pepsine (20%), elle est sécrétée dans la caillette des jeunes ruminants nourris au lait. Outre son activité coagulante, spécifique sur la caséine, la chymosine a une activité de protéolyse générale pouvant se manifester sur toutes les protéines. La coagulation du lait par la présure comprend deux phases : une phase enzymatique, au cours de laquelle la chymosine dégrade la caséine kappa de façon spécifique, et une phase de coagulation, qui correspond à la formation du gel par agrégation des micelles modifiées (FAO, 1995).

Cependant, il existe différents substituts de présure appelés « coagulants », d'origine végétale (broméline, ficine), ou microbienne (enzymes de certaines moisissures ou de bactéries) (MOSCHOPOULOU, 2011; JAROS et al., 2017).

4.2. L'égouttage

L'ajustement de la teneur en eau des caillés fromagers se fait principalement par son égouttage. Les opérations de salage et d'affinage complètent l'élimination du lactosérum et permettent d'obtenir des fromages avec un extrait sec attendu. L'égouttage consiste en une élimination plus ou moins importante du lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement du gel.

A la fin de l'égouttage, on obtient un caillé avec un extrait sec qui varie en fonction de la technologie fromagère adoptée. Le caillé peut être consommé tel quel ou subir des transformations par ajout de micro-organismes (affinage). Les micro-organismes de l'affinage confèrent au caillé une texture et des caractéristiques organoleptiques spécifiques qui achèvent la transformation du lait en fromage (RAYANATOU, 2017).

4.3. L'affinage

Afin de développer l'aspect, la texture, la composition, les saveurs et arômes du fromage final vient l'étape de l'affinage (KONGO *et al.*, 2016a; MIETTON *et al.*, 2018). La durée de cette étape peut varier d'un jour à plusieurs mois, voire plusieurs années, en fonction du type de fromage et de l'affinage désiré (MIETTON *et al.*, 2018). D'autres facteurs sont à prendre en considération durant l'affinage, notamment la température et l'humidité de la pièce (OZTURKOGU-BUDAK *et al.*, 2017).

La figure suivante illustre les différentes étapes de fabrication des fromages.

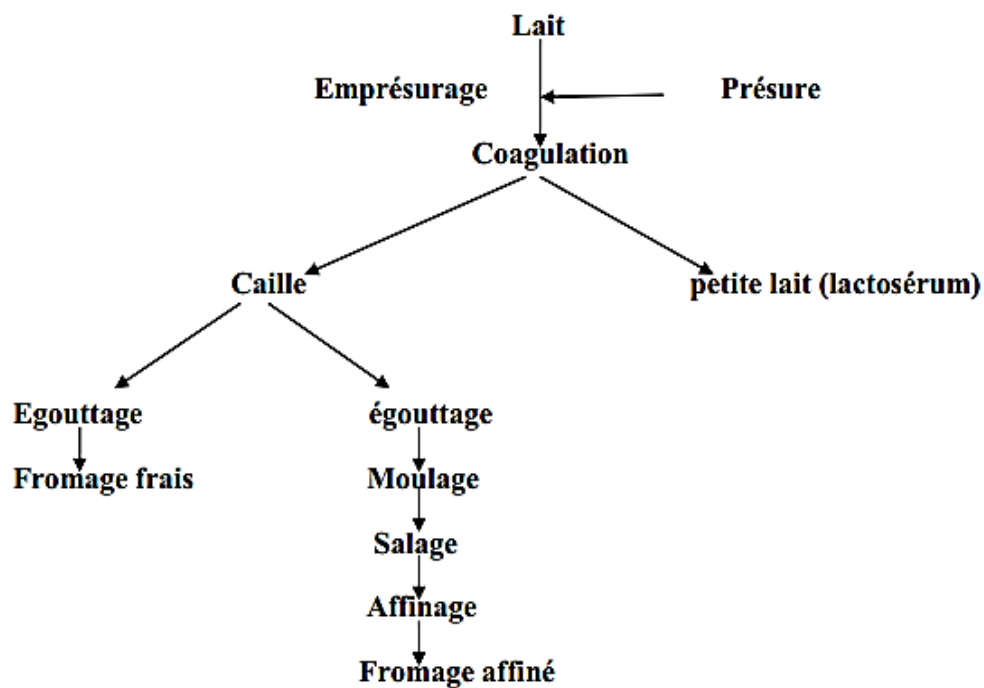


Figure 1: Schéma général de la fabrication des fromages (ROUDAUT, 2005)

5. Les grandes familles du fromage

Il existe une multitude de variétés de fromages, répartis selon 7 familles, établies essentiellement selon la texture de la pâte du fromage.

Selon PADILLA et GHERSI (2001), les fromages sont classés en fonction :

- De la teneur en matière grasse (fromage maigre, gras, etc.)
- De l'origine animale (fromage de chèvre, vache, etc.)
- Du mode de fabrication.

5.1. Les pâtes pressées cuites

Ce sont des fromages qui subissent un affinage prolongé, contiennent environ 40% d'humidité, restent fermes et sont souvent de très grande dimension (**FONTENEAU, 1997**).

Parmi les pâtes pressées cuites, il faut distinguer celles sans trous, également appelés « yeux », (ex. : Parmesan), ou avec « yeux » (ex. : Emmental). La formation des « yeux » résulte de l'activité de certaines bactéries d'affinage (ex. : *Propioni bacterium freudenreichii* pour la production de l'Emmental) (**GAGNAIRE et al., 2018**).

Le caillé est chauffé à une température égale ou supérieure à 50 °C, le pH d'emprésurage est de 6,40 - 6,45 dans le cas du Parmesan et de 6,55 - 6,65 dans le cas de l'Emmental (**ARDÖ et al., 2017**). La durée de l'affinage varie selon le fromage : dans le cas de l'Emmental, elle est de 1,5 à 3 mois ou plus tandis que pour le Parmesan, elle est au minimum de 12 mois jusqu'à 18 mois et plus (**COTTER et al., 2017; MCSWEENEY et al., 2017; MIETTON et al., 2018**).

5.2. Les pâtes pressées non cuites

Ce sont des fromages dont le mélange caillé-sérum peut être chauffé, mais à une température inférieure à 50°C et dont le caillé est pressé après soutirage-moulage (**MARTINEZ, 2009**).

Parmi les fromages à pâte pressée non cuite ($T^{\circ} < 40$ °C tout au long du procédé), trois sous familles se distinguent : les souples (ex. : Reblochon), les fermes (ex. : Gouda) et les caillés broyés (ex. : Cheddar).

Le Reblochon est un fromage français est affiné à une humidité relative de 90 %, durant 35 à 42 jours à 15 °C (**MOUNIER et al., 2017**).

Le Gouda est originaire des Pays-Bas dont l'affinage se déroule à 12 °C-14 °C pendant au minimum 6 semaines dans un local ayant une humidité relative de 90 % (**GOUDEDRANCHE et al., 2017a**).

Pour le Cheddar, la durée de l'affinage ainsi que sa température varient selon le degré de maturité souhaité. En général, le local est à 4 - 8 °C (parfois la température peut être de 14°C) et le Cheddar mature durant 3 mois à 2 ans (**MCSWEENEY et al., 2017**).

5.3. Fromages à pâtes filées

Les fromages à pâte filée sont principalement représentés par la Mozzarella. Le fromage filé est généralement vendu en collectivités sous forme de pains à trancher de 1 Kg, de billes de 5, 8, ou 10 g, ou de cubes conditionnés en sachet de 1kg. Le fromage doit être utilisé le plus vite possible après ouverture du conditionnement (MARTINEZ, 2009).

5.4. Fromages fondus

Les fromages fondus sont des produits laitiers de seconde transformation, mélanges d'un ou de plusieurs fromages à différents stades d'affinage et d'ingrédients laitiers, fondus ensemble sous l'action de la chaleur pour former une pâte onctueuse. Ils contribuent efficacement aux apports en calcium et à l'atteinte des recommandations de consommation de trois produits laitiers par jour, à condition de choisir les recettes apportant le plus de calcium et le moins de lipides et de sodium (RICHONNET, 2016).

Ils présentent une teneur minimale en matière sèche de 40 % de produit fini (Décret n° 2013-1010, JORF N°0264, 2013).

Pour le CCI L. (2005), le fromage fondu doit contenir au moins 51 % d'ingrédients laitiers, dont au moins 50 % sont du fromage.

5.5. Fromage à pâte molle à croûte lavée ou fleurie

Il s'agit de fromages affinés ayant subi indépendamment de la fermentation lactique d'autres fermentations et dont la pâte n'est ni cuite ni pressée.

Le lait estensemencé à 32-34°C en ferments thermophiles. La formation du coagulum se fait généralement sous l'action dominante de la présure. Le coagulum obtenu présente, de façon plus ou moins accentuée en fonction du fromage, une bonne perméabilité et aptitude à l'égouttage spontané.

L'égouttage dure environ 22h dans des salles conditionnées en température et en humidité et peut être accéléré par tranchage ou brassage léger. Plusieurs retournes sont nécessaires pour obtenir la platitude des deux faces (ST-GELAIS D. TIRARD-COLLET P., 2002).

5.6. Fromage à pâte molle à croûte fleurie

Il se caractérise par une croûte blanche à dorée recouverte d'un duvet de moisissures blanc et feutré appelé fleur, qui se développe pendant l'affinage ce qui leur donne le nom croûte fleurie.

Ces aspects duveteux de la croûte est dû à la présence du champignon *Penicillium Candidum* qui peut être pulvérisé à la surface des fromages en début d'affinage (PRADAL, 2012).

Pour le Camembert, un fromage à pâte molle à croûte fleurie, la coagulation se fait à 32 - 35°C. L'égouttage se fait durant les premières heures à 26 - 28°C et diminue progressivement jusqu'à 20 °C. À ce stade, le caillé a un pH de 4,60 - 4,70. Ensuite, le fromage est salé à sec et affiné à 8- 15 °C, avec une humidité relative d'environ 80 - 85 %, pendant minimum 21 jours (OZTURKOGULU-BUDAK et al., 2017; SPINNLER, 2017).

5.7. Fromage à pâte molle à croûte lavée

Les pâtes molles à croûte lavée telles que les Maroilles, se caractérisent par une croûte lisse, souple, de couleur jaune – orange. Les étapes de production sont similaires au fromage à croûte fleurie, mais l'affinage implique des lavages fréquents des fromages. L'affinage dure plus longtemps que les croûtes fleuries, et à une humidité élevée (> 95%) (GOUDEDRANCHE et al., 2017a).

6. Les fromages traditionnels algériens

En Algérie, certains fromages existent depuis des siècles et sont encore fabriqués traditionnellement dans les formes de plusieurs régions du pays. Parmi ces fromages on peut citer, selon HELLAL (2001) :

- **Klila**

Dans l'est du pays à partir du lait de vache caillé jusqu'à séparation du lactosérum et du caillé , le caillé est égoutté dans un tissu fin puis pressé à l'aide d'une pierre lourde. Le fromage obtenu peut être consommé à l'état frais ou relevé par addition de sucre, de sel ou d'épice. Il peut être additionné aux plats culinaires après avoir été coupé en petits cubes et séchés au soleil.

- **Bouhaza**

Fromage répandu dans les localités Auressiennes, fabriqué à partir de lait de vache, de chèvres ou de brebis qui s'acidifie par fermentation spontanée. La partie aqueuse obtenu (l'ben) sera égouttée et affinée simultanément dans une outre non traitée au tanin pendant deux à trois mois. Pendant la période d'affinage, du l'ben et du sel seront ajoutés au contenu de l'outre.

- **Ighounanes**

Fromage fabriqué en Kabylie à partir du lactosérum. La préparation se fait dans un ustensile en terre cuite enduit d'huile d'olive, dans lequel sera versée une quantité d'eau salée puis le lait qui sera chauffée et coagulé. Le caillé formé sera découpé et prêt à être consommé.

- **Takammart**

Fromage du Hoggar, sa fabrication se fait par introduction d'un bout de caillette de jeunes chevreaux dans le lait. Après quelques heures, le caillé est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte. Il sera ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une autre natte faite de tiges de fenouil sauvage qui donne de l'arôme. Les nattes sont ensuite exposées au soleil durant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'à durcissement du fromage.

- **Djben**

Fromage frais obtenus par coagulation enzymatique à l'aide de caillette d'agneau séché au soleil ou de fleur de chardon sauvage (connu sous le nom de Kherchouf El Arab), fabriqué dans pratiquement tout le pays à partir du lait de vache , chèvre ou brebis selon l'élevage local de fromage peut être salé et parfois additionné de quelque épices.

Chapitre III :

*Camembert fromage à pâte
molle*

1. Historique

Le camembert est une des icônes gastronomiques de la France, aux côtés de la baguette de pain, du champagne et d'autres produits faisant partie intégrante de l'image du pays. Il tire son nom du village de Camembert près de Vimoutiers (Orne) France. À l'origine, fromage fermier, mis au point vers 1796 par une fermière Marie Harel et d'après l'histoire, c'est sa fille, prénommée elle aussi Marie et sa descendance PAYNEL qui en développeront la fabrication (SEMINAL, 2015).

2. Définition

Le Camembert est un fromage à pâte molle affiné en surface, principalement par des moisissures, conformément à la Norme générale pour le fromage (CODEX STAN 283-1978), qui se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux dudit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage. Les trous de gaz sont généralement absents, mais la présence de quelques ouvertures et fissures est acceptable. Une croûte molle, entièrement recouverte de moisissures blanches mais présentant parfois des taches de couleur rouge, brunâtre ou orange, se développent. Le fromage entier peut être coupé ou formé en morceaux avant ou après le développement des moisissures.

Pour le Camembert prêt à la consommation, la procédure d'affinage destinée à développer les caractéristiques de goût et de texture dure normalement 10 jours minimum à une température comprise entre 10 à 16 °C, en fonction du degré de maturité requis. D'autres conditions d'affinage (y compris l'ajout d'enzymes d'amélioration de l'affinage) peuvent être utilisées (CODEX STAN 276-1973).

3. Composition et valeurs nutritionnelles

Du point de vue nutritionnel, les fromages à pâte molle constituent des concentrés protéiques de grande valeur, et souvent très stables. L'élimination du lactosérum représente un appauvrissement du fromage en sels minéraux et en vitamines hydrosolubles et en protéines intéressantes à propriétés fonctionnelles (protéines sériques) (CHEFTEL H. et CHAFTEL J-C., 1992).

Les différents constituants et leurs valeurs nutritionnelles sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VII: Composition moyenne du fromage à pâte molle de type Camembert pour 100g de fromage (SICARD, 2010).

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
Vitamine A (UI)	1010

4. La flore d'altération microbienne

Les microorganismes indésirables peuvent se développer à la surface, elles entraînent alors de diverses altérations : défauts de présentation, modifications de texture, altérations des qualités organoleptiques (saveur, arôme).

- **Les moisissures**

- **Mucors**

Le Mucors est une moisissure très répandue dont il est difficile de se débarrasser. (Figure 2). Les fromages à pâte molle sont très sensibles à cet accident de fabrication appelé (poils de chat) (BARS-BAIY *et al.*, 1999).



Figure 2: Camembert présentant l'aspect de poils de chat (BARS-BAILLY et al., 1999).

➤ **Penicillium**

Les *Penicillium* sont les contaminants les plus fréquents en fromagerie. Accident due aux *Penicillium* c'est l'accident du bleu qui touche tout particulièrement les fromages à pâte molle et croûte fleurie, il peut à l'occasion se rencontrer sur les fromages à pâte pressée (BARS-BAILLY et al., 1999).

- **Les levures**

➤ *Geotrichum candidum*

C'est un germe utile et nécessaire participant à la typicité des fromages, par son rôle prépondérant dans le profil aromatique des fromages, il s'agit essentiellement de l'espèce *G.Candidum* ce microorganisme est classé dans les levures. Il peut par un développement excessif produire l'accident de la peau de crapaud. Ce défaut apparait à partir de deux jours après le démoulage, à l'observation la surface est ridée, feutrée et mate. La palette de couleur va du crème au jaune sur un fromage salé blanc (Figure 3). La croûte, boursouflée même lorsqu'elle est fine, apparait épaisse (CLAUDILEBAS, 2004).



Figure 3 : Fromage non cendré (A) et cendré (B) présentant le défaut de peau de crapaud (CLAUDILEBAS, 2004).

- **Bactéries**

- **Coliformes:**

Les coliformes peuvent être responsables de gonflements précoces dans les fromages, conduisant notamment en pâte molle, à des accidents spectaculaires (fromage à aspect spongieux). Ce gonflement est dû principalement à la formation d'hydrogène très peu soluble.

Dans le fromage, lors de leur développement dans le lait et les produits laitiers, ces enzymes peuvent provoquer des défauts de goût dans les fromages (goût de rance, amertume). Les coliformes sont en effet souvent associés à un défaut d'aspect, principalement dans les fromages à pâte molle. Il s'agit du gonflement précoce et de la formation de trous dans la pâte pendant la fabrication et les premiers jours d'affinage. Ces ouvertures sont le résultat d'une accumulation d'hydrogène, générée par la dégradation du formate issu du métabolisme du lactose (FOX *et al.*, 2000).

5. Constituants du camembert

- **Eau**

L'extrait sec est le complément à 100 de la teneur en eau. Il est en fonction de la matière grasse du lait et de la crème ajoutée, et de l'importance de l'égouttage. Une pâte molle peut contenir plus de 50% d'eau (ADRIAN *et al.*, 2003)

- **Protéines**

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

- **Glucides (Lactose)**

La quasi totalité du lactose s'est transformée en acide lactique au cours 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).

- **Matière grasse**

Elle se retrouve dans la majorité des fromages sauf dans les fromages « maigres », avec un pourcentage de 23% dans les fromages à pâte molle (ALAIS et LINDEN, 1993).

Le tableau suivant présente la teneur réelle en matière grasse pour 100 g de fromage (fromage frais 45% et camembert 45%).

Tableau VIII: Teneur réelle en matière grasse pour 100 g de fromage (DUPIN *et al.*, 1992)

	Fromage frais 45%	Camembert 45%
La teneur en eau pour 100 g de fromage est de :	80g	54%
L'extrait sec est donc de :	20g	46g
La teneur réelle en matière grasse pour 100g de fromage est de :	20x45/100, soit 9g de MG	46x45/100, soit 21g de MG

- **Minéraux**

Pour les autres nutriments, le camembert constitue un apport important en calcium (200 à 700 mg/100g) (Tableau VIII), en phosphore (Tableau IX), en sodium, et en vitamine (notamment du groupe B) (ECK, 1990).

Tableau IX: Teneur en calcium des fromages. (VIERLING, 2008)

Fromages	Teneur en calcium mg pour 100g	Procédé responsable de la teneur
Fromage blanc	100	Caillage lactique
Petit suisse	100	Caillage lactique
Brie	200	Egouttage lent
Camembert traditionnel	200	Egouttage lent
Camembert industriel	300 à 550	La filtration précède le caillage, rendu plus court
Pâte molle à croûte lavée	300 (Munster) 500 (pont - l'évêque)	Egouttage lent

Tableau X: Teneur en phosphore des principaux fromages (ALAIS et al., 2003)

Variétés de fromages	Phosphore (mg/100g)
Bleu	280
Camembert	139
Fromage frais	91
Gruyère	600

6. Auxiliaires technologiques

6.1. La flore lactique

La principale fonction des bactéries lactiques est d'acidifier le lait. Cette activité est possible d'abord grâce à la présence de l'enzyme β -galactosidase, qui permet de scinder le lactose en glucose et en galactose. Les micro-organismes utilisés comme ferment lactique qui participent dans la fermentation dite homolactique se définissent comme transformant le lactose présent dans le lait en acide lactique en absence d'oxygène, ce qui amène un abaissement du pH qui, s'il atteint une valeur inférieure ou égale à 4.6, permet la coagulation des protéines du lait. Plusieurs sont importants par leur type fermentaire homolactique ou hétérolactique comme *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus* (LEVEAU et al., 1993).

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

- **Les mésophiles**

Elles comprennent : *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* et *Leuconostoc cremoris* qui comportent des bactéries acidifiantes productrices d'acide lactique et des bactéries aromatisantes fermentant le citrate.

- **Les thermophiles**

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

6.2. La flore fongique

- **Levures**

Elles sont représentées généralement par les genres: *Geotrichum candidum*, *Klyveromyces lactis*, *Candida lipolytica*. On les rencontre surtout à la surface des fromages où elles jouent des rôles variés : désacidification des pâtes par la consommation d'acide lactique, formation d'éthanol et des produits secondaires par fermentation du lactose, estérification, action protéolytique et lipolytique (**MAHAUT et al., 2000**).

- **Moisissures**

Les espèces utilisées dans la fabrication du Camembert sont :

- ***Penicillium camemberti*** : Cette espèce assure la couverture blanche du Camembert et participe de manière importante à la protéolyse et à la lipolyse (**LARPENT, 1991**).
- ***Penicillium 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 (**CHOISY et al., 2006**).

6.3. La présure

Industriellement, la seule enzyme utilisée en fromagerie est la présure. C'est une endopeptidase qui entraîne une coagulation du lait par hydrolyse de la caséine kappa, ce qui déstabilise les micelles et conduit à la formation du gel. Son utilisation dans la fabrication fromagère existe sous deux formes : liquide et solide, les formes liquides sont les plus utilisées en industrie du fait de leur commodité d'emploi et leur disponibilité. La forme solide se trouve sous forme comprimée ou de poudre qui doit être diluée dans un excipient de chlorure de sodium et peut être utilisée sur le plan artisanal. L'origine de la dénomination présure provient de l'extrait coagulant provenant de la troisième poche de l'estomac (caillette) du chevreau et de l'agneau, la principale protéase est la chymosine. (85% de l'activité coagulante) complétée par la pepsine (**ECK et GILLIS, 2006**).

6.4. Les sels

L'addition du chlorure de calcium (CaCl_2) a pour but de favoriser l'équilibre salin et d'améliorer la coagulation. Ainsi, l'enrichissement de la pâte en NaCl à raison de 1,7 à 2,5% apporte le goût caractéristique du fromage et agit sur l'activité de l'eau superficielle (**MAHAUT et al., 2000**).

7. Les étapes clés de fabrication de fromage à pâte molle type camembert

L'élaboration de ce type de fromage à caractéristiques organoleptiques particulières passe par la réussite de nombreuses étapes technologiques dont principalement : la préparation du lait ensemencement – maturation, la coagulation, salage, l'égouttage et enfin l'affinage.

7.1. Préparation du lait

Elle comprend :

➤ Nature de la matière première

REMEUF et al. (1991) soulignent que l'aptitude à la transformation du lait en fromage est dépendante d'un certain nombre de paramètres dont:

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

➤ La standardisation

La standardisation consiste à régler la composition du lait de mélange afin d'obtenir une teneur minimale en ES et en MG dans le fromage commercialisé. Elle est réalisée par le mélange du lait entier à du lait écrémé ou de la crème à du lait écrémé dans des proportions calculées.

Actuellement, certaines techniques (ultrafiltration ou la microfiltration sur membrane) permettent de standardiser le lait en protéine (**THAPON, 2005**).

➤ L'homogénéisation

L'homogénéisation c'est une action mécanique réalisée à une température supérieure à 60 °C dans un homogénéisateur. Elle a pour but de stabiliser l'émulsion de la matière grasse du lait par la réduction du diamètre des globules gras à environ 1 micron et ce grâce à une pression exercée sur le lait de 100 à 200 bars (**BOURDIER et LUQUET, 1991**).

7.2. La pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique qui entraîne la destruction de la plupart des formes végétatives des micro-organismes banaux, et tous les micro-organismes pathogènes (**GUIRAUD, 2003**).

Cependant, l'efficacité de ces traitements est toujours un compromis entre l'effet souhaité d'élimination des micro-organismes et l'effet redouté sur les constituants du lait, donc sur la qualité du produit fini en particulier sa valeur nutritive (ECK, 1990).

7.3. Phase d'ensemencement–maturation

C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée (1,5 à 2%) qui va participer, d'une part, à la coagulation du lait (en provoquant l'acidification), et d'autre part, à l'affinage du fromage (rôle dans l'activité protéolytique), cette acidification provoquée par les bactéries lactiques s'oppose au développement des bactéries protéolytiques responsables de la putréfaction (MIETTON, 1994).

Un petit volume du lait estensemencé à une température comprise entre 33 et 36°C par des ferments lactiques mésophiles à une dose de 1,5 à 2% (BRULÉ *et al.*, 1997).

Un temps de maturation suffisant est laissé dans le but de permettre la multiplication et le développement des souches de bactéries lactiques inoculées. Une fois ses souches revivifiées le levain (tel que préparé) servira à ensemenecer les grandes cuves de coagulation. On introduit également des levains fongiques qui jouent un rôle important au cours de l'affinage. Il s'agit de spores de *Penicillium Camemberti*, ainsi que *Geotrichum candidum* (ECK *et GILLIS*, 2006).

7.4. La coagulation

La coagulation est la première étape dans la fabrication des fromages, elle résulte d'un changement irréversible du lait de l'état liquide à l'état semi solide appelé gel ou coagulum, il s'agit de l'étape la plus importante pour réussir un fromage (CECCHINATO *et al.*, 2012).

Elle permet la formation du caillé à la suite de la modification physico- chimiques des micelles de caséines. Ces micelles vont alors se solidifier et se souder entre elles pour former un gel compact emprisonnant le sérum (PRADAL, 2012).

La coagulation peut être provoquée par acidification, par l'action d'une enzyme ou par l'action combinée des deux (mixte) (VIGNOLA, 2002 ; HUPPERTZ *et al.*, 2006).

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

D'après JEANTET *et al.* (2007), la coagulation 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 essentielles :

-**Phase primaire ou enzymatique**, correspondant à l'hydrolyse de la **caséine kappa** 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 kappa** est 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 caractéristiques du coagulum (**GOUCHERON, 2005**).

Les étapes de la coagulation sont présentées dans la figure suivante :

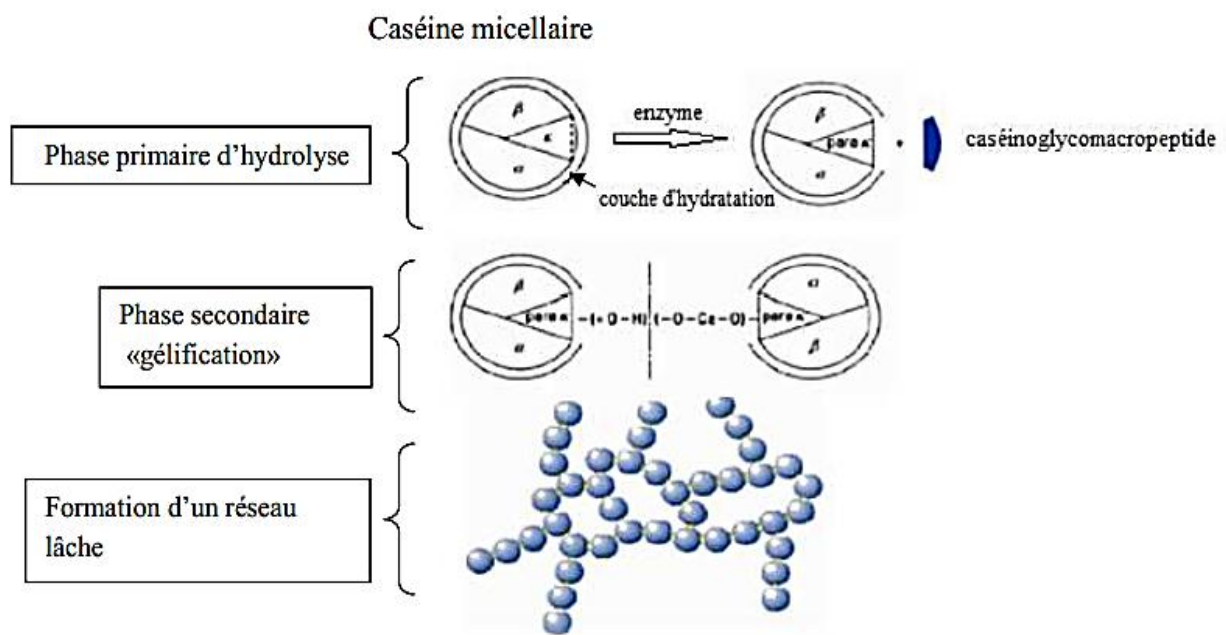


Figure 4 : Phases de la coagulation enzymatique de lait (VIGNOLA, 2002)

La coagulation mixte résulte de l'action conjuguée d'une enzyme et d'une acidification et la multitude de combinaison conduisant à différents états d'équilibre spécifique est à l'origine de la grande diversité des fromages (**MAHAUT et al., 2003**).

Dans le caillé Camembert, la coagulation est de type mixte (**CODEX ALIMENTARIUS, 2010 ; CHOLET, 2006**).

7.5. L'égouttage

C'est la deuxième phase importante de la fabrication d'un fromage. Elle complète la coagulation en vue d'obtenir un coagulum destiné à l'affinage enzymatique. Elle permet la séparation du lactosérum du caillé. Son but est non seulement de régler la teneur en eau du caillé mais aussi la minéralisation de ce dernier et son délactosage (**ST GELAIS ET TIRARD-COLLET, 2002**).

Selon **EDIMA (2007)**, l'expulsion du lactosérum hors du gel est favorisée par des facteurs mécaniques:

- Le découpage du caillé qui augmente les surfaces d'exsudation.
- Le brassage qui consiste à agiter modérément dans le lactosérum les grains du caillé obtenus après découpage afin de maintenir libres les surfaces d'exsudation.

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**).

7.6. Le salage

Le salage consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium jusqu'à un taux moyen de 2%, il est réalisé selon deux méthodes : Le salage à sec par saupoudrage superficiel et le salage en saumure par immersion dans une solution de chlorure de sodium saturée (**RAMET, 2006**).

La dose de sel utilisée est un paramètre important qui est souvent géré de façon empirique dans les exploitations. Le sel apporté en surface migre au cœur du fromage, l'ajout de 1g de sel fait perdre 2,5 g d'eau soit une perte de 1,5 g au total (**ALLUT, 2016**).

Selon **CHABANON (2016)**, le salage des fromages a pour objectifs :

- De provoquer un complément d'égouttage et de relancer ce dernier (gérer l'aw).
- Gérer les flores de surface et le croûtage.
- De donner du goût (exhausteur de goût)
- De favoriser la perception de certains composés d'arômes ou au contraire de masquer des arômes désagréables.

La plupart des fromages à pâte molle ont une teneur en sel de 1,5 à 2,0 % (**CHOLET, 2006**).

7.7. L'affinage

L'affinage est l'étape la plus complexe de la fabrication des fromages maturés qui dépend de chaque caractéristique physico-chimique ou microbiologique du fromage (BENNETT et JOHNSTON, 2004).

L'affinage est la période pendant laquelle les fromages subissent, sous l'action des enzymes naturelles et microbiennes des transformations physico-chimiques qui leur confèrent leurs caractéristiques organoleptiques (texture, goût, aspect) la durée, les conditions d'ambiance et les soins différents selon les types de fromages (ALLUT, 2011).

Selon MCSWEENEY et SOUSA (2000), plusieurs types de dégradation s'effectuent simultanément ou successivement dans la pâte fromagère touchant :

- La fermentation du lactose
- La lipolyse
- La protéolyse aboutissant à la production de composés divers.

La figure 5 illustre les différentes étapes de la dégradation des composants des fromages lors de l'affinage.

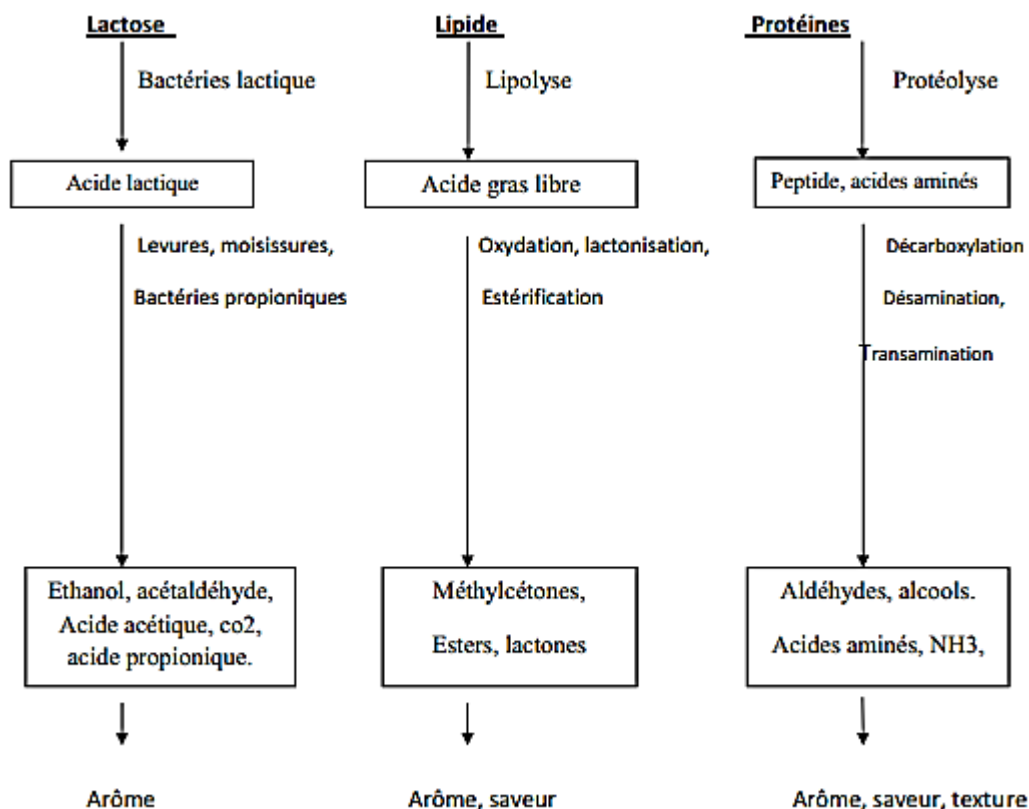


Figure 5 : Evolution des constituants majeurs du lait au cours de l'affinage (JEANTET et al., 2007).

8. Caractéristiques organoleptiques du camembert

Les caractéristiques organoleptiques des fromages comportent : l'apparence, la texture, et l'ensemble des sensations olfacto gustatives (soit les odeurs, les arômes, les saveurs et les sensations trigéminales). L'aspect d'un fromage, sa couleur, son odeur, sa consistance, sa saveur, son arôme stimulant les sens, de la vue, de l'ouï, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquant des réactions plus ou moins vives d'acceptation ou de rejet. Ce sont ces différentes propriétés des fromages qui déterminent une meilleure approche de la classification des fromages selon **CHAMBERS et al. (2005)**.

En complément et selon l'étude **BARCENAS et al. (2005)**, l'analyse sensorielle est un outil important qui permet la différenciation de fromages de différents laits et principalement ceux d'appellation protégées. Elle peut être un moyen de classification des fromages.

8.1. 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 est la mieux perçue lors d'inspiration nasales profondes forçant l'air à passer sur la muqueuse.

- **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**).

9. Economie du fromage

- **Dans le monde**

Les plus grands producteurs de fromages sont les Etats-Unis qui représentent 14 millions de tonnes sur les 20 millions de tonnes de la production mondiale de fromage, l'Allemagne, l'Italie et la France.

Le fromage est le produit laitier le plus répandu : il utilise 40 % de la production mondiale de lait. La France est le premier exportateur mondial de fromage en valeur, tandis que l'Allemagne est le premier en quantité. Les autres producteurs de fromage importants sont l'Océanie, la Russie, le Canada, le Brésil, le Mexique, l'Ukraine, l'Argentine, le Japon, l'Egypte et l'Iran.

Les productions se développent dans les pays émergents pour répondre à la demande locale. Globalement, la production mondiale de fromages croît de 2% par an (ANONYME, 2006).

- **En Algérie**

Parmi les produits laitiers les plus demandés sur le marché Algérien le Camembert reste le fromage le plus connu, le plus apprécié et très largement consommé par la population, régi par des normes internationales définissant sa forme, sa dimension, son poids et sa teneur en matière grasse, sa fabrication nécessite surtout un savoir-faire assez rigoureux.

Il y a peu de fromages typiquement algériens. La production algérienne de fromages peut être estimée ainsi :

- **Fromages frais** : marché estimé 6 000 tonnes. Les producteurs sont Lactalis LBT, Aurès, Tell, Soummam, Danone, Hodna, Giplait.
- **Camembert, brie et autres pâtes molles** :(6 000 tonnes). Les principaux producteurs sont Beni Tamou (Président), Safilait, Tifra lait, Tigre de Mazrana, Trèfle, Sidi Saada, DBK (Tassili) et Pâturages d'Algérie.
- **Pâtes pressées** : (2 000 tonnes). Produites à Boudouaou (Giplait), Bel Algérie Tipaza (Picon),
- **Fromages fondus** : (60 000 tonnes par an). Les producteurs sont BEL Algérie (La vache qui rit), La Jeune Vache, Priplait/ Ikil, Falait/Tartino, Goumidi-O'Kids, Lactalis/Alvita.

- **Les importations algériennes du fromage**

L'Algérie importe 6 000 t/an de Maasdam_(portionné et emballé en Algérie), 3 000 t de Kiri venant de Pologne, et très peu de spécialités de France, du Danemark et d'Italie (M.I.A.A. 2015).

Les importations algériennes portent principalement sur des poudres de lait. Les produits laitiers se situent à la 2ème place derrière les céréales dans les importations agroalimentaires algériennes. L'Algérie importe 40 à 80 millions EUR de fromages. En fromages, la part de la France n'est que de 5%, le gros des importations algériennes portant sur du Cheddar pour la production de fromages fondus. Sur les 11 mois 2012, les importations algériennes de fromages ont atteint 25 000 tonnes dont 3550 t de fondus de Pologne et 20700 t d'autres fromages, dont 8500 t des Pays Bas (5900 t d'Edam/Gouda et le reste pour la fonte), 6500 d'Irlande (Cheddar), 3400 t de NZ et 1100 t de France (essentiellement pour la fonte) (ANONYME, 2015).

Le tableau suivant présente les importations de fromages (en tonnes).

Tableau XI : Les importations de fromages (en tonnes).

	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TOTAL	18647	22680	24730	23275	24310	24169	15588	19197	21633	19254	26486
Pays Bas	2 667	3 749	4 840	4 587	4 635	4 744	4 697	4 940	6 254	6 683	8845
Irlande	510	1 350	6 654	6 832	8 577	7 219	2 084	6 921	9 528	5 315	6898
N.Zélande	7011	5531	2373	3729	3 246	6 726	3 570	3705	1 724	2 310	3757
Australie	3 679	4 944	4 216	2 840	4 388	1 156	1 515	440	520	1 340	-
Pologne	-	-	236	647	362	645	651	512	1 008	966	3750
France	769	1 070	189	81	341	715	726	783	1 001	988	1411

Source : statistiques douanières – GTA (2015)

Partie pratique

Chapitre IV:

Matériels et méthodes

Notre étude a été effectuée au niveau de la laiterie-fromagerie « Le Semeur » durant la période Septembre/Octobre de l'année 2020.

1. Objectif

L'objectif de cette étude est comme suit :

- De suivre le procédé de fabrication du camembert au sein de l'atelier de fabrication fromagère à l'unité industrielle « Semeur »
- D'effectuer des analyses physico-chimiques du lait et du produit fini ainsi que microbiologiques du produit fini
- D'étudier la qualité organoleptique du produit fini

Les analyses de contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique des échantillons prélevés de la matière première « lait cru » et du produit fini « Camembert » ont été effectués au niveau du laboratoire d'analyses et de contrôle de la qualité de l'unité « Semeur ».

2. Présentation de l'unité

L'unité de transformation ayant fait objet de cette étude est la SARL Le « Semeur ». Une laiterie et fromagerie à responsabilité limitée créée en 2012 et mise en activité le 01/06/2017.

Cette unité se trouve dans la zone d'activité de TALA ATHMANE. Elle se situe à l'est de Tizi-Ouzou et s'éloigne de cette dernière de 11 km.

Elle dispose d'une gamme variée de produits à base de 100% lait de vache, parmi lesquels, figure le fromage à pâte molle type Camembert, objet de notre étude.

L'unité compte de son effectif 52 employés. Elle a une capacité de production d'environ 70000 Litres du lait par jour et 5000 Pièces de fromage à pâte molle par jour.



Figure 6 : Situation géographique de la laiterie SEMEUR

2.1. Profil de l'entreprise

Raison sociale	SARL LAITERIE LE SEMEUR
Forme juridique	SARL
Création	04/01/2012
Début d'activité	01/06/2017
Activités de l'entreprise	Laiterie-Fromagerie
Siège social	Zone d'activité TALA ATHMANE T-O
Production	Lait pasteurisé Lait fermenté Lait caillé Fromage à pâte molle camembert : Crème fraîche Beurre
Distribution	Lait : Wilaya de TIZI-OUZOU une partie de BOUIRA et BOUMERDES Produits laitiers : presque toutes les wilayas du pays

3. Description du produit

- Lait cru

L'échantillon du lait cru utilisé dans le cadre de cette étude est le lait cru de vache collecté à partir des vaches saines par les fermiers fournisseurs, il est transporté dans des citernes en inox propres vers la laiterie où il est aussitôt analysé, assurant ainsi un bon conditionnement.

- Le produit fini

Le camembert LE SEMEUR est destiné à tous les consommateurs excepté les nourrissons. Il est consommé à froid et commercialisé à travers le territoire national.



Figure 7: Le camembert « LE SEMEUR »

La description du camembert étudié est indiquée dans (Le tableau XIII).

Tableau XIII: Fiches techniques comportant des données relatives au produit fini

Description	Boîtes en carton en 250g (min) à 270g (max) ,125 (min) à 150(max), galettes≥1Kg
Composition	Lait, ferment, pénicillium
Traitement	Pasteurisation 75°C, fermentation
Emballage	Papier perforé cellulosique
- Interne	Boîtes en carton
- Externe	
Durée de conservation	6 semaines à partir de la date de fabrication
Condition de stockage	Entre 8 à 10°C
Conditions de distribution	Dans des camions réfrigérés

4. Le diagramme de fabrication du camembert

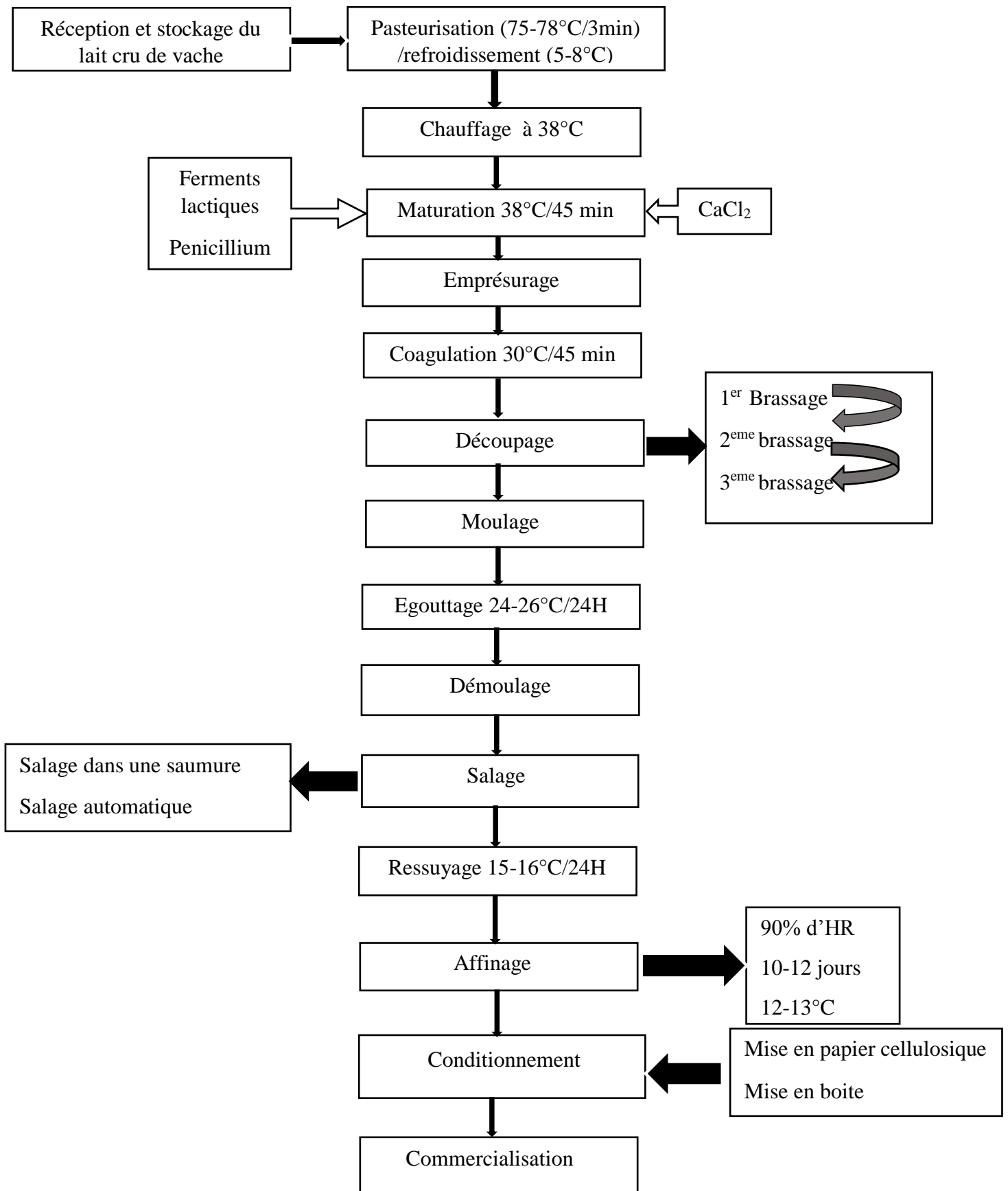


Figure 8 : Diagramme de fabrication du camembert à la laiterie « Le Semeur » de Tizi-Ouzou

5. Matériels utilisés

- **Matériels utilisés pour l'analyse physico-chimique (voir annexe 1)**
- **Matériels utilisés pour l'analyse microbiologique (voir annexe 2)**

5.1. Matières premières

Les laits crus de vache ont été collectés par l'unité à travers différentes fermes d'élevages répartis dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Ils sont transportés par les collecteurs dans des camions à citernes iso-thermiques à des températures de 4 à 5°C, assurant ainsi un bon conditionnement. Une fois la réception est terminée, le lait est stocké dans un tank réfrigéré à basse température (7°C) avant qu'il ne soit transformé en fromage ou en d'autres produits laitiers.

6. Analyses physico-chimiques

6.1. Echantillonnage

L'échantillonnage est un point clef de l'obtention de résultats analytiques valides. En effet, sa bonne mise en œuvre permettra d'obtenir une bonne représentativité de l'échantillon prélevé (POINTURIER, 2003).

- Le lait

Les échantillons du lait destinés à la fabrication du camembert proviennent de 8 régions de la wilaya de Tizi-Ouzou (OUAGUENOUN, AZEFFOUN, OUADHIAS, AIT AISSA MIMOUN, FREHA, TALA ATHMANE).

- Le camembert

Trois échantillons du camembert après leurs fabrications et avant distributions ont été analysés. Les échantillons du camembert sont prélevés au hasard et sont analysés le jour même du prélèvement au niveau du laboratoire physico-chimique et microbiologique.

Les prélèvements des matières premières et du produit fini se font dans des conditions d'asepsie stricte afin d'éviter toute contamination.

Le contrôle physicochimique du lait et du fromage est un facteur essentiel pour l'obtention d'un produit de qualité. Il a pour objectif d'assurer la bonne qualité du produit afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques. Les principales analyses du lait cru sont énumérées ci-dessous dont les modes opératoires (**normes AFNOR ,1986**) sont données en

(annexe 3) ainsi que celles effectuées sur le produit fini (normes FIL-AFNOR, 1980) sont présentées en (annexe 4).

6.2. Analyses physico-chimiques du lait cru

Les paramètres physico-chimiques étudiés sont les principaux indicateurs de la valeur nutritionnelle du lait. Les analyses effectuées sont : le taux de matière grasse (%), l'EST (%), l'ESD (%) la densité (g/cm³), le pH, l'acidité (°D) et les antibiotiques.

Toutes les analyses physico-chimiques ont été effectuées selon les méthodes et les procédures permises par la laiterie « Le Semeur », la densité, la MG et l'acidité sont les paramètres les plus souvent recherchés dans ce type d'aliment.

6.2.1. Détermination de l'acidité Dornic

- **Définition et principe**

L'acidité Dornic du lait, c'est la quantité d'acide lactique libérée par transformation du lactose en acide lactique en présence des bactéries. L'acidité Dornic du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (AGGAD *et al.*, 2009).

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur de couleur (NA 678).

6.2.2. Détermination de la matière grasse par la méthode Acido-butyrométrique

- **Principe**

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse à doser 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.



Figure 09 : Butyromètre

6.2.3. Mesure de l'extrait sec total

- **Principe**

L'extrait sec total est déterminé à l'aide d'un dessiccateur à infrarouge. Son principe consiste à sécher l'échantillon par l'émission de radiations infrarouges jusqu'à l'obtention d'un poids constant de la prise d'essai analysée.

6.2.4. Détermination de la teneur en matière sèche dégraissée

- **Principe**

La matière sèche dégraissée est obtenue par la différence entre la matière sèche totale et la matière grasse.

- **Lecture**

$$H = 100 - EST$$

$$ESD = EST - MG$$

H : l'humidité

ESD : extrait sec dégraissé

EST : extrait sec total

MG : matière grasse

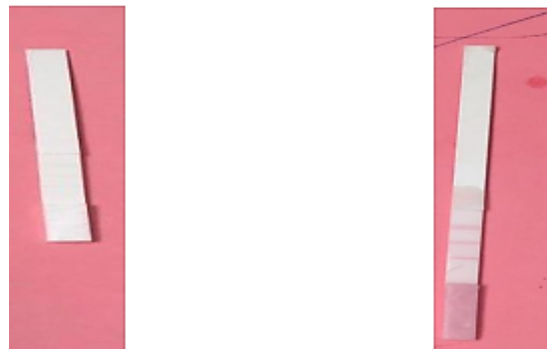
6.2.5. Test d'antibiotique

- **Principe**

La recherche d'antibiotiques se fait par un appareil « Delvotest®OBLF » avec l'utilisation des bandelettes de 8 à 9 cm. Ce test permet de détecter la présence ou l'absence de Béta-Lactames (Amoxicilline, Ampicilline ...) et des tétracyclines (Oxytétracycline, Tétracycline...) dans le lait cru.

- **Lecture**

- A l'apparence des trois traits ceci indique l'absence d'antibiotique
- A l'absence d'un trait ou deux traits donc présence d'antibiotique.



Avant incubation

Absence des ATB

6.2.6. Détermination de la densité

- **Définition et principe :**

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

Elle est déterminée à l'aide d'un thermo lactodensimètre étalonné de manière à donner (par simple lecture du trait correspondant au point d'affleurement) la densité de l'échantillon à analyser dans lequel il flotte. Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

Densité corrigée = densité lue \pm 0,2 (température du lait à 20°C) (MATHIEU, 1998).



Figure 10 : Lactodensimètre

- **Lecture**

La lecture de la valeur de la densité se fait directement sur la graduation du thermo-lactodensimètre.

La densité relevée peut être corrigée si la température du lait est supérieure du 20°C par la formule suivante :

$$MV = MV1 - ((20 - X) \cdot 0,0002)$$

MV : Masse volumique finale.

MV1 : la masse volumique lue sur lactodensimètre

20°C: la température référence

X : la température lue sur lactodensimètre (C°)

0,0002 : constante

6.2.7. Mesure de pH

- **Définition et Principe**

Ce test nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. Il indique la teneur d'une solution en ions H₃O⁺, il est mesuré directement avec un pH mètre.

- **Lecture**

Faire la lecture de la valeur du pH jusqu'à la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH mètre.

6.3. Analyses physico-chimiques du camembert

6.3.1. Mesure de pH

- **Principe**

Cette méthode décrit la mesure du pH et la détermination de différence de potentiel existant entre deux électrodes immergées dans l'échantillon analysé à l'aide d'un pH mètre.

- **Lecture**

La valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre électronique

6.3.2. Détermination de l'extrait sec total

- **Principe**

La détermination est faite à l'aide d'un dessiccateur infrarouge. Le principe consiste à sécher l'échantillon par l'émission de radiations infrarouges et à contrôler en continu le poids à l'aide d'une balance intégrée. Le pourcentage d'humidité a été calculé par la différence entre le poids humide initiale et le poids sec final.

- **Lecture**

L'appareil affiche la valeur de l'extrait sec total.

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

- **Principe**

Le taux de la matière grasse de l'échantillon est déterminé selon la méthode acido-butyrométrique. Le principe est basé sur la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre, la séparation de cette dernière en une couche claire transparente est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso amylique.



Figure 11 : Etapes de mesure de la MG du camembert

- **Lecture**

La teneur en matière grasse est exprimée, soit en gramme pour 100 g de lait, soit en grammes pour 100 ml.

La teneur en matière grasse est égale :

$$\text{MG (\%)} = \text{B-A}$$

A : la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

B : la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse

6.3.4. Détermination de la teneur en extrait sec dégraissé

Le pourcentage d'extrait sec dégraissé a été calculé par la différence entre extrait sec total et la matière grasse:

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

ESD : extrait sec dégraissée

EST : extrait sec total

MG : matière grasse

6.3.5. Détermination du rapport gras sur sec du Camembert

Mode de calcul et formule:

$$\text{G/S (\%)} = \text{MG} / \text{EST}$$

Avec:

G/S : rapport matière grasse et extrait sec du « Camembert » exprimé en (%)

MG : teneur en matière grasse du « Camembert » exprimé en (%)

EST : teneur en extrait sec total du « Camembert » exprimé en (%)

7. Les analyses microbiologiques

Les fromages sont des milieux très favorables au développement des microorganismes et le contrôle microbiologique joue un rôle fondamental pour déterminer la qualité de ces produits.

7.1. Objectif

Les analyses microbiologiques consistent à détecter la présence des différents germes dans les produits avant commercialisation et des matières premières utilisées au cours de la fabrication, aussi de contrôler la qualité hygiénique des échantillons prélevés dans le but de vérifier la conformité du

produit et d'assurer s'il est propre ou non à la consommation. Les principales analyses sont énumérées ci-dessous et dont les modes opératoires sont données en **annexe 6**.

Les germes recherchés et leurs milieux de culture utilisés pour le camembert « le Semeur » sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau XIII : Les germes recherchés et leurs milieux de culture.

Les bactéries	Les milieux de culture	T°/Temps d'incubation
Coliformes totaux	V.R.B.L	30°C/24h
Coliformes fécaux	V.R.B.L	44°C/24h
Staphylococcus à coagulase +	B.P	37°C/ 48h
Salmonelles	E.P.T RAPPAPORT HEKTEON	37°C/18h 37°C/24h 37°C/24h
Listeria monocytogenes	PALCAM	30°C/24h 37°C/48h 37°C/48h

➤ **Préparation de la solution mère (Voir annexe 5)**

7.1.1. Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux (JORA,1998)

- **Rappel**

Les coliformes se définissent comme des bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet. Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau). Les coliformes fécaux sont capables de se développer à 44 °C en moins de 24 h ce qui les distingue des coliformes totaux. Ils sont généralement en nombre inférieur aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a contamination récente ou constante.

- **Principe**

Numération des colonies caractéristiques des coliformes totaux qui se développent en 24h à 30°C et des coliformes fécaux à 44°C en 24h dans le produit laitier, sur gélose VRBL.



Figure 12 : Dénombrement des coliformes fécaux et totaux sur le milieu gélosé VRBL

- **Mode opératoire (voir annexe 5)**
- **Lecture**

Les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé de 5mm de diamètre et fluorescentes.

7.1.2. Dénombrement des *Staphylococcus à coagulase +*, (NA 15165)

- **Rappel**

Les *Staphylococcus aureus* ou *Staphylococcus à coagulase +* fait partie de la flore de la peau et des muqueuses de l'homme et de l'animal, bactéries habituellement inoffensives. (**BRISABOIS et al., 1997**). Elle est une Cocco bactérie à Gram positif, catalase positive, a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5 μm , non sporulée, immobile et anaérobie facultative.

Staphylococcus aureus est une bactérie à l'origine de nombreuses infections ou intoxications alimentaires.

- **Principe**

Avec la dilution initiale 10^{-1} , on ensemence en surface de la gélose Baird Parker coulée en boîte de pétri à l'avance. Après une incubation de 48 h à 37 °C, les colonies caractéristiques et / ou non caractéristiques apparues sont dénombrées dans le produit laitier « Camembert ».

- **Mode opératoire (voir annexe 5)**

- **Lecture**

- Les colonies caractéristiques après 48 h d'incubation sont noires brillantes et convexes dont le diamètre est au minimum de 1 mm et au maximum de 2.5 mm entourées d'un halo d'éclaircissement et de précipitation.
- Les colonies non caractéristiques après 48 h d'incubation sont noires et brillantes avec ou sans bord blanc étroit avec des halos d'éclaircissement et de précipitation absentes ou à peine visibles. Elles peuvent être grises dépourvues de zone claire.
- Les colonies caractéristiques et / ou non caractéristiques sont dénombrés manuellement, si la boîte contient moins de 102 de colonies caractéristiques et / ou non caractéristiques selon la norme, alors cette dernière est retenue.

7.1.3. Dénombrement des *Salmonelles* (Arrêté du 23 Janvier, 2005)

- **Rappel**

Les salmonelles sont des bactéries à Gram négatif de type aéro- anaérobie facultatif appartenant à la famille des Enterobacteriaceae et possèdent toutes leurs caractéristiques biochimiques. Elles sont fréquemment retrouvées dans la flore commensale de l'intestin des animaux. Les salmonelles se multiplient à des températures comprises entre 5°C et 45°C et à des pH de 4.5 à 9 (**BRISABOIS et al., 1997**).

- **Principe**

Du fait de leur rareté, il s'applique un processus de revivification et de multiplication, correspondant à un pré enrichissement puis un enrichissement de cellules. Ces opérations sont suivies d'isolements sur divers milieux gélosés sélectifs.

- **Mode opératoire (voir annexe 5)**

- **Lecture**

Soumettre à l'épreuve biochimique un nombre suffisant de colonies caractéristiques, colonies transparentes à centre noir.

7.1.4. Dénombrement de *Listeria monocytogenes* (NA 15150)

- **Rappel**

Le genre *Listeria* comporte huit espèces, dont *Listeria monocytogenes*, une bactérie pathogène pour l'Homme et les animaux, c'est une bactérie Gram +, sous forme de bâtonnets. Elle est responsable de la toxi-infection appelée listériose (ANSES, 2011b).

- **Principe**

Pour cette bactérie aussi on applique un processus de revivification et de multiplication, correspondant à un pré enrichissement puis un enrichissement de cellules. Ces opérations sont suivies d'isolements sur divers milieux gélosés sélectifs.

- **Mode opératoire (Annexe 5)**
- **Lecture**

Observer les colonies noires caractéristiques ayant poussé sur gélose PALCAM, puis effectuer les tests biochimiques.

8. Caractérisation sensorielle

Cette analyse permet la mise en évidence des caractéristiques sensorielles de 2 marques de camembert et évaluer ainsi la qualité organoleptique du produit fini.

La méthode choisie est basée sur l'exploitation systématique des réactions d'un jury de dégustation.

- **Test et panel de dégustation**

Le panel dégustateur est constitué de **30** personnes non entraînées (naïves). La majorité de ces membres sont des étudiants et des enseignants au niveau de l'université Mouloud Mammeri.

- **Préparation des échantillons et déroulement du test**

Les échantillons de camembert ont été présentés aux dégustateurs, à une quantité d'environ 10 g de camembert puis on leur a demandé de remplir la fiche de dégustation (**voir annexe 6**) et donner une note pour chaque descripteur selon son intensité après des observations visuelles, des perceptions tactiles et des dégustations répétées.

Le fromage était sorti du réfrigérateur 1 heure avant la dégustation puis coupé en petits morceaux.

Les deux échantillons sont marqués et codés par des numéros.

La caractérisation porte sur l'aspect, la texture, l'odeur, la sensation, la saveur et le goût du camembert. A la fin de dégustation un test de préférence est effectué.

Chapitre V:

Résultats et discussions

1. Résultats obtenues des analyses physicochimiques

1.1. Résultats d'analyses physicochimiques du lait destiné à la fromagerie

Les résultats des analyses physicochimiques du lait sont présentés dans le tableau XV. Ils représentent les teneurs en différents paramètres recherchés dans l'échantillon analysé.

Tableau XIV : Résultats d'analyses physicochimiques du lait.

Paramètre	Lait de vache cru	Normes
Matière grasse (%)	35	34-36 (*)
Densité	1030	1032-1036 (*)
Acidité (D°)	15	16-18 (*)
EST (%)	118	120-125 (*)
pH	6.75-6.80	6.6-6.8 (*)
Test antibiotique	Absence	Absence (**)

(*) : Normes AFNOR, 1986

(**) : JORA, 1998

Le lait est l'élément fondamental de la fabrication fromagère. La qualité du fromage dépend de la qualité du lait.

- **La matière grasse**

Pour ce paramètre, le résultat obtenu est dans les normes recommandées par **AFNOR (1986)**. La variabilité de la teneur en MG dépend de facteurs, tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation.

- **La densité**

D'après **MATHIEU (1998)**, la densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires.

En examinant la densité du lait, on note qu'elle est en dessous des normes, ce qui est montré par **BRULE et al. (1997)** qu'une faible densité est un indicateur du mouillage du lait.

- **L'acidité et le pH**

L'acidité et le pH sont des notions importantes pour l'industrie laitière, elles permettent de juger l'état de conservation et de fraîcheur du lait. Ces paramètres dépendent de la teneur en caséines, en sels minéraux et en ions (ABOUTAYEB, 2011)

Les résultats obtenus sont caractérisés par une valeur d'acidité acceptable par rapport aux normes d'acidité exigés par AFNOR (1986) et un pH conforme aux normes cela indique que le lait est en bon état.

- **EST**

La mesure de l'EST permet de nous renseigner sur la composition du lait et elle est obtenue après évaporation du lait par chauffage.

Les résultats obtenus sont caractérisés par une valeur d'EST acceptable par rapport aux normes AFNOR (1986). L'extrait sec dépend de la qualité de la ration des vaches puisque les éléments qui les composent proviennent de l'alimentation et il dépend aussi des facteurs climatiques.

- **Les antibiotiques**

Les tests d'antibiotiques sont des outils d'aide à la décision pour prévenir toute livraison ou utilisation d'un lait contenant des résidus.

Le résultat obtenu révèle l'absence totale de résidus d'antibiotique. Dans le cas contraire le lait est directement refusé.

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait cru sont conformes aux normes requises par le J.O.R.A (1998) ce qui démontre sa bonne qualité physico-chimique.

1.2. Résultats obtenues des analyses physicochimiques du camembert

Les résultats des analyses physicochimiques des camemberts sont présentés dans le tableau XVI. Ils représentent les teneurs en différents paramètres recherchés dans les échantillons analysés.

Tableau XVI: Résultats obtenues des analyses physicochimiques du produit fini

Paramètres Prise d'essai	Matière Grasse %	L'extrait sec total (%)	L'extrait sec dégraissé (%)	pH	G/S
Prise d'essai 1	24	42.3	18.3	5.18	56
Prise d'essai 2	24	41.96	17.96	5.15	56
Prise d'essai 3	24	42.5	18.5	5.14	56
Moyenne	24	42.25	18.25	5.16	56
Normes	20-26 FIL-AFNOR (1980)	42-48 FIL-AFNOR (1980)	/	/	42 (Semeur)

L'analyse physico-chimique est un outil important dans le processus qui consiste à mettre à la disposition du consommateur des produits sains et loyaux.

- **La matière grasse**

La teneur en MG obtenue est de 24% pour les trois échantillons, ce qui est conforme à la norme **FIL-AFNOR (1980)** et qui restent très faibles par rapport à la norme du codex (**Codex STAN 276,1973**) qui prévoit une valeur minimale de 30% et une valeur maximale de 55%. Ceci, peut-être dû à un affinage poussé lors duquel la matière grasse est fortement métabolisée.

Ce résultat fait référence à la qualité de la matière première utilisée pour la fabrication du Camembert ainsi que ses pertes dans le sérum d'égouttage qui varient avec le type de fabrication. La valeur de la matière grasse montre que le Semeur contient une quantité de matière grasse conforme à la norme **FIL-AFNOR (1980)**.

- **L'extrait sec total**

La valeur de l'extrait sec total est située entre 41.96 % et 42.5% avec une moyenne de 42.25 %, par ailleurs on constate que nos résultats sont inclus dans la norme **FIL-AFNOR (1980)** et la norme (**Codex STAN 276,1973**). Ces résultats révèlent aussi un extrait sec dégraissé avec une moyenne de 18.25 % qui répond à la norme exigé par l'usine.

MCMAHON *et al.* (1999), expliquent 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 observée entre ces échantillons.

- **Rapport G/S**

Ce rapport correspond au pourcentage de la matière grasse dans la matière sèche. C'est un caractère d'évaluation de la qualité des fromages. Dans le cas du Semeur, ce paramètre est égal à 56%. Ce dernier doit être égal ou supérieur à la norme fixée par Semeur qui doit être obligatoirement indiqué sur l'emballage.

Néanmoins, cette valeur obtenue est supérieure à celle apportée par LUQUET (1990) qui est de 40 à 50 %.

- **Le pH**

Les échantillons du fromage analysés présentent un pH qui varie entre 5.14 et 5.18. Ces valeurs concordent avec celles avancées en France (ECK, 1987).

2. Résultats obtenues des analyses microbiologiques du camembert

Les résultats des analyses microbiologiques des camemberts exprimés en germes/g de produit sont présentés dans le tableau XVII. Ils représentent la charge en différentes microflores recherchées et dénombrées dans les échantillons analysés.

Tableau XVII : Résultats des analyses microbiologiques du produit fini

Détermination	1 ^{er}	2 ^{eme}	3 ^{eme}	Reference méthode d'analyse	Normes	
					Minimum	Maximum
Coliformes totaux	70	80	60	JORA 1998	10 ²	
Coliformes fécaux	5	7	6	JORA 1998	10	
<i>Staphylococcus à coagulase +/- g</i>	Abs	Abs	Abs	NA 15165	10 ²	10 ³
<i>Salmonelles/25g</i>	Abs	Abs	Abs	Arrêté du 23 janvier 2005	Absence dans 25g	
<i>Listeria monocytogenes/g</i>	Abs	Abs	Abs	NA 15150	100	

Les germes recherchés et dénombrés dans notre travail sont considérés comme des indicateurs de la qualité globale du produit fini et des pratiques d'hygiène.

Certains germes sont indésirables (*Salmonelles*, *Listeria*, etc.) alors que d'autres peuvent s'y trouver mais en quantité limitée.

- **Coliformes totaux**

De nombreux coliformes ne sont pas dangereux du point de vue sanitaire sauf en cas de prolifération extrêmement abondante. Les coliformes constituent un bon indicateur de qualité hygiénique des produits laitiers (**BENHEDANE, 2012**).

La recherche des coliformes totaux comme microorganismes marqueurs d'une contamination fécale pour les fromages est plus approprié (**SOUADI, 2012**).

Les échantillons du camembert analysés présentent une charge moyenne en coliformes totaux de 70 germes/g, ces résultats sont confirmés pour les trois échantillons de camembert analysés. En effet, selon la norme **JORA (1998)**, ces seuils de contamination en coliformes totaux ne dépassent pas la norme fixée.

Le degré de contamination du camembert par les coliformes totaux peut être lié aux conditions hygiéniques dans lesquelles s'effectuent la préparation et la manipulation du produit, leur nombre peut aussi indiquer qu'ils se sont multipliés après la pasteurisation du lait cru utilisé dans la fabrication du camembert ou lors d'un mauvais nettoyage dans les rinçages de machines laitières.

Une multiplication importante des germes peut se produire au cours de l'affinage comme elle peut survenir pendant la fabrication et même après celle-ci, le camembert n'est pas complètement assaini de coliformes.

Selon **QUITTET et NELIS (1999)**, l'Homme est le principal vecteur de contamination, car il est naturellement porteur de germes sur les mains, les cheveux, le nez et la bouche.

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

- **Les coliformes fécaux**

Les dénombrements de ces germes présentent une valeur moyenne de 6 germes/g. Les teneurs en coliformes fécaux trouvés sont inférieures à celle indiquée par les normes.

La recherche des microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit.

La contamination peut être due à une mauvaise hygiène corporelle du personnel de la fromagerie, ou un mauvais nettoyage du matériel de production.

De plus, selon **GRAPPIN et BRANGER (2006)**, la diminution de la charge des coliformes totaux et fécaux dans le produit fini est due essentiellement au salage qui diminue l'activité de l'eau (A_w) et l'activité de la plupart des microorganismes.

- ***Staphylococcus à coagulase positive***

Staphylococcus aureus ce sont des coques à Gram+ se cultivent facilement sur les milieux usuels et aussi sur des milieux riches en NaCl, elles se caractérisent par une coagulase qui la distingue des autres espèces de staphylococcus (**NAUCIEL, 2005**).

Selon les normes **NA 15165**, ce groupe microbien pathogène n'a pas montré de contamination. L'absence totale de ces germes dans le camembert est la conséquence de l'utilisation de matières premières de qualité microbiologique satisfaisante et peut s'expliquer par le bon respect des règles d'hygiène générale durant les opérations de préparation du camembert.

- ***Les Salmonelles***

L'absence totale dans tous les échantillons du camembert répond aux normes, ce qui indique que notre camembert est conforme à la norme algérienne. Ceci est dû à l'absence de ce germe dans la matière première.

On déduit que notre camembert est de bonne qualité microbiologique, hygiénique et que les conditions au niveau de la chaîne de fabrication du camembert sont très bonnes.

- ***Listeria monocytogenes***

En ce qui concerne *Listeria monocytogenes*, on remarque aussi son absence dans les échantillons analysés, ce qui est conforme à la norme **NA 15150**. Ces résultats révèlent la bonne maîtrise d'hygiène au cours de la fabrication du Camembert.

Ces résultats indiquent que les échantillons du camembert « Semeur » sont de très bonne qualité du point de vue microbiologique.

Nous déduisons que le produit « Semeur » analysé ne présente aucun risque pour la santé du consommateur car il ne contient aucune bactérie pathogène responsable d'intoxication.

3. Résultats obtenus de l'analyse organoleptique du camembert

3.1. L'aspect

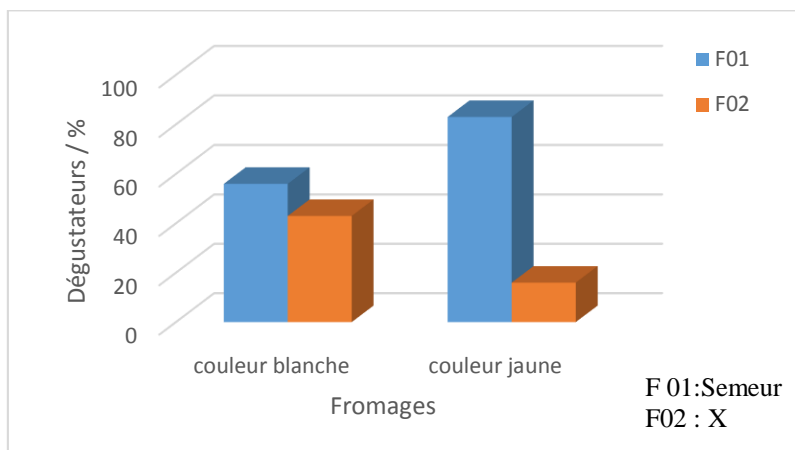


Figure 13 : Aspect des deux fromages

L'aspect et la couleur des fromages qui se révèlent du sens de la vue pourraient être regroupés sous le terme général d'apparence du fromage qui constitue, bien évidemment, une caractéristique importante de l'attrait exercé par le produit (HARDY et SCHER, 2006).

L'analyse des résultats montre que le camembert (F02) se caractérise par un aspect plus blanc par rapport au camembert (F01) qui apparaît jaune. Ceci est dû à la croissance intense du *P. camemberti* à la surface. Selon CHEFTEL et al. (1984), cette différence de couleur peut être due à l'EST, l'ESD et à la MG du fromage.

3.2. La texture

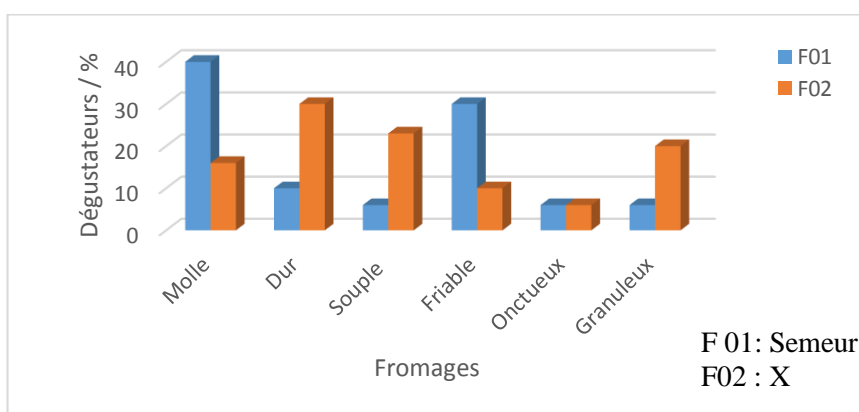


Figure 14: Texture des deux fromages

Les résultats de la texture révèlent une similarité entre les deux Camemberts (F01) et (F02) pour le caractère onctueux. De plus, le Camembert (F01) présente une texture molle, souple et friable par rapport au Camembert (F02) qui est dur et granuleux.

Le pH est le paramètre qui influe de plus sur la texture, même à l'intérieur du fromage. L'extrait sec est le second paramètre qui intervient dans l'explication du phénomène.

Le (F01) présente une texture friable, ceci peut s'expliquer par le pH légèrement acide. (CHOUGAR et HADJAM, 2015).

HARDY et SCHER (2006), montrent que la teneur en sel et en eau a un effet important sur la dureté de la pâte, ce qui pourrait être le cas du fromage (F02).

De plus, la fermeté de la pâte peut être influencée par la nature des acides gras. Selon BUGAUD *et al.* (2002), plus il y a de longs acides gras insaturés (point de fusion bas) dans la composition du fromage, plus la fermeté est faible.

3.3. Le goût et l'odeur

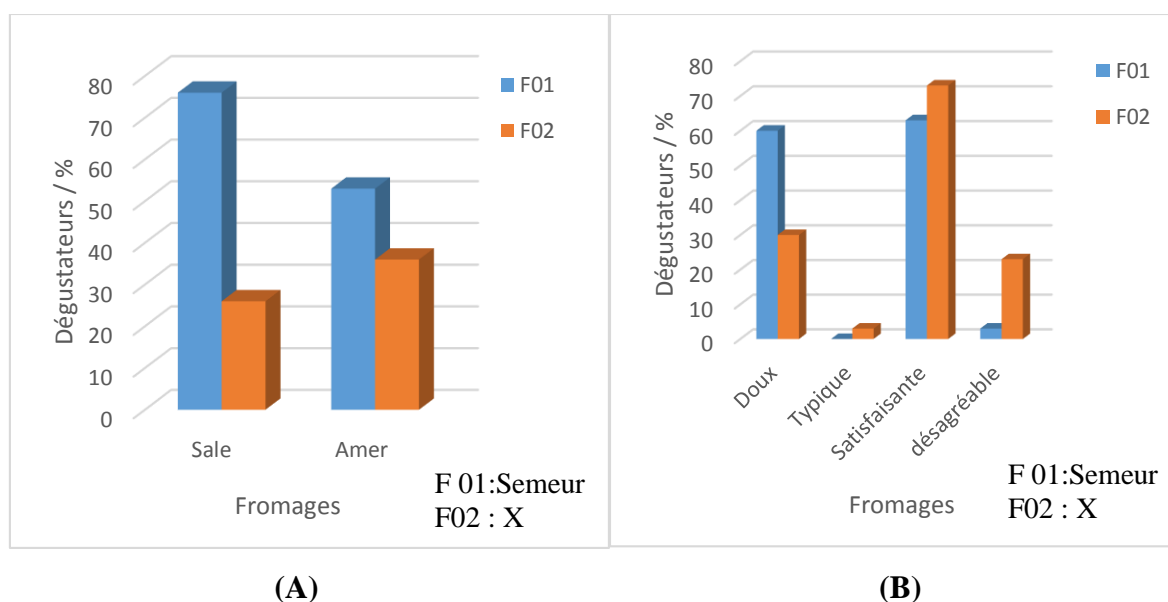


Figure 15: Gout et odeur des deux fromages

Selon les dégustateurs, on a noté une différence pour le critère goût et odeur. En effet, le (F01) présente un goût plus salé que le (F02) qui a une certaine amertume plus prononcée.

La salinité s'explique probablement par les méthodes de salage appliquées lors de la fabrication qui sont le salage à sec et dans une saumure. Cette dernière, consiste à la prolongation du fromage dans une solution concentrée en chlorure de sodium qui provoque une bonne diffusion du sel dans la pâte.

L'activité protéolytique des *Penicillium* dans les fromages à pâte molle type camembert est prédominante et conduit à la formation de peptides. Ces peptides peuvent être responsables d'une certaine amertume (CHOUGAR et HADJAM, 2015).

D'après les résultats obtenus, on remarque que les deux fromages sont satisfaisants mais le (F01) est plus apprécié par rapport au (F02).

Les arômes de ce type de fromage sont principalement issus des activités enzymatiques des levures et des moisissures utilisés pour leur affinage.

3.4. La saveur et sensation

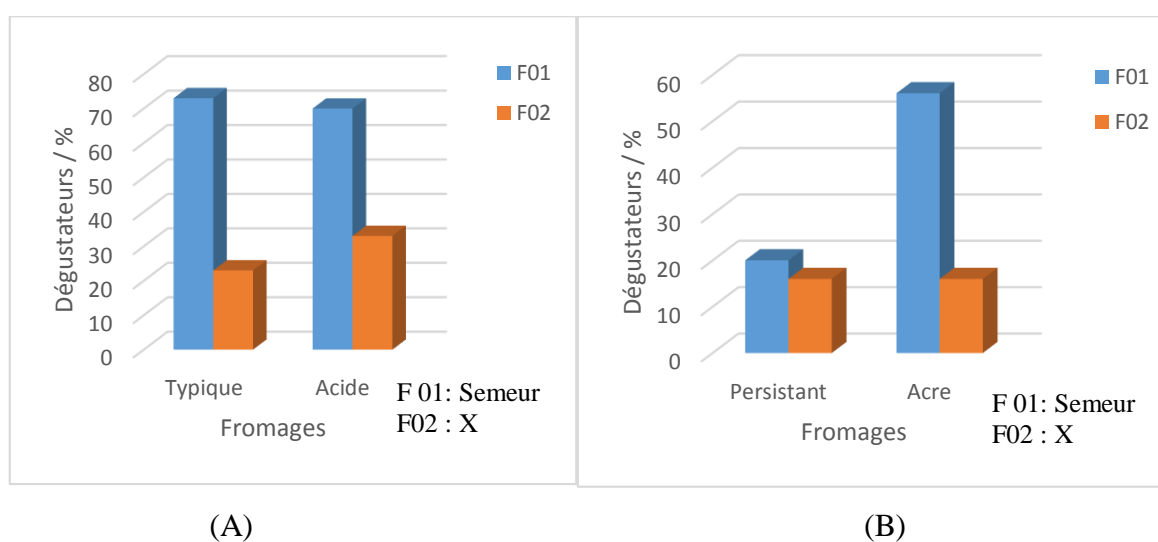


Figure 16 : Saveur et sensation des deux fromages

En ce qui concerne la saveur, on observe une légère différence de typicité entre les deux Camemberts mais on constate que le (F01) est moins acide que le (F02).

Par la β -oxydation d'acides gras libres, *P.camemberti* permet de libérer des composés aromatiques typiques des fromages à croûte fleurie, comme des cétones méthyles et leurs alcools correspondants (CHAMBA et IRLINGER, 2004).

En effet, l'acidité résulte de l'hydrolyse de matières grasses en acides gras libres tels que l'acide butyrique (SPINLER et GRIPPON, 2004).

Les appréciations du jury révèlent également une sensation plus persistante pour le Camembert (F02). Cependant, les deux Camemberts présentent une similarité pour le caractère acide.

D'après les résultats sensoriels, le fromage (F01) à pâte molle type camembert est beaucoup apprécié que (F02).

Conclusion

Conclusion

L'industrie fromagère est en voie de développement. Les fromages à pâte molle restent considérés comme les meilleures sources alimentaires de protéines ayant une digestibilité élevée. De plus, la haute valeur biologique de ces protéines lui est conférée tant par leur composition équilibrée en acides aminés essentiels, que par leurs propriétés de former une pâte fromagère très appréciée par le consommateur dans de nombreuses régions du monde.

La fabrication de ce type de fromage nécessite beaucoup de rigueur et de savoir-faire vue ses caractéristiques qui sont dépendants de la qualité intrinsèque du lait et des moindres manœuvres qui interviennent durant la transformation.

Partons de là, dans ce travail, nous avons essayé de contribuer à une meilleure connaissance sur la technologie de fabrication de fromage à pâte molle « camembert », nous avons réalisés des analyses physicochimiques de la matière première destinée à la fabrication du camembert et du produit fini ainsi que des analyses microbiologiques du produit fini suivie d'une étude comparative basée sur une analyse sensorielle.

A la lumière de nos résultats, cette étude nous a permis de relever les points suivants :

- Tous les paramètres du lait cru sont conformes aux normes fixées par la norme J.O.R.A, 1998.
- Pour le produit fini, tous les paramètres présentent une conformité avec les normes exigées.
- L'étude organoleptique a montré une préférence pour le Semeur grâce à une évaluation sensorielle.

La comparaison de ces résultats aux normes exigées, nous a permis de conclure que le camembert « Le Semeur » est de qualité hygiénique, sanitaire et microbiologique acceptable et qu'il est de bonne qualité nutritionnelle.

Notre étude montre que la recette de la fabrication du camembert, à base de lait de vache appliqué par l'unité « Le Semeur », est bien suivie avec rigueur, et que les ferments industriels et leurs doses appropriés donnent ainsi au produit sa notoriété. Pour cela, il mérite d'être continué en améliorant le processus d'affinage par l'adjonction des enzymes inoffensives et appropriées. Nous proposons aussi l'utilisation des farines, d'amidons de riz, de maïs et de pomme de terre comme des antiagglomérants pour le traitement de la surface des produits coupés.

Références bibliographiques

Références bibliographique



- ❖ **ABOUTAYEB R. (2011).** Technologie du lait et dérivés laitiers.
- ❖ **ADRIAN J., POTUS J. et FRANGE R. (2003).** La Science Alimentaire de A à Z, Lavoisier, 3^{ème} édition ,(549 pages).
- ❖ **AGGAD, H., MAHOUZ, F., AHMED AMMAR, Y., et KIHAL, M. (2009).** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Revue de Médecine Vétérinaire 160, (590-595 pages).
- ❖ **AIT AMEUR MEZIANE L. (2008).** Aptitudes des laits de chèvre et de brebis à la coagulation par des protéases d'origine avicole. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques. Institut national agronomique El-Harrach. Alger. (115pages).
- ❖ **ALAIS C. et LINDEN G. (1993).** Biochimie alimentaire. Masson ,2^{ème} édition, Paris. (392 pages).
- ❖ **ALAIS C., LINDEN G. et MICLO L. (2003).** Biochimie alimentaire. Masson 2^{ème} édition, Paris.
- ❖ **ALAIS C., LINDEN G. et MICLO L. (2008).** Biochimie alimentaire, Dunod 6^{ème} édition. Paris. (86-88 pages).
- ❖ **ALLUT G. (2011).**Maîtrise de l'acidification en technologie lactique fermière. Guide d'appui technique, fiches techniques et kit de formation producteurs, (page 8).
- ❖ **ALLUT G. (2016).** Les caractérisations des conduites d'affinage à la ferme et étude des liens avec les paramètres d'ambiance des locaux et la qualité des fromages,(page 2).
- ❖ **AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R. et TURGEON H. (2001).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait **In VIGNOLA C.L,** Science et technologie du lait – Transformation du lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN:3 -25-29 (600 pages).
- ❖ **ANDRE ECK. et JEAN-CLAUDE GILLIS. (1997).** Le fromage, 3^{ème} édition, technique et documentation. Lavoisier, Paris. (890 pages).
- ❖ **ANSES (2011b).** Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments: *Listeria monocytogenes*. ANSES (1-17 pages).
- ❖ **APFELBAUM C., FORRAT M., et NILLUS P. (1995).** Diététique et nutrition. ed. Masson, (page 326).

Références bibliographique

- ❖ **ARDÖ Y., MCSWEENEY P.L.H., MAGBOUL A.A.A., UPADHYAY V.K. et FOX P.F. (2017).** Biochemistry of Cheese Ripening: Proteolysis. In: *Cheese*. Elsevier, (445-482 pages).
- ❖ **ATTIA H., KHERONATOU N. et AYADI J. (2000).** Acidification chimique directe du lait. Corrélations entre la mobilité du matériel micellaire et micro et macrostructure des laits acidifiés. *Sci. des aliments*, 20, 289-307 pages.



- ❖ **BARCENAS, PEREZ ELORTONDOP., F.J. et ALBISU M. (2005).** Sensory comparison of several cheese varieties manufactured from different milk sources. *Journal of Sensory Studies*, 20, 62–74 pages.
- ❖ **BAREL (1998).** Les mécanismes généraux de transformation du lait en fromage. 3^{ème} édition Tec et Doc.Lavoisier.
- ❖ **BARS-BAILLY S.L., BAILLY J.D. et BRUGERE H. (1999).** Accidents de fabrication dus aux moisissures en fromagerie. *Revue de Médecine Vétérinaire* 150, 413-430 pages.
- ❖ **BENNETT R.J. et JOHNSTON K.A. (2004).** General Aspects of Cheese Technology, p 23-50 In *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2 Major Cheese Groups. Third edition*, Ed. P.F. FOX, P.L.H. MCSWEENEY, T M. COGAN and T.P. GUINEE. AMSTERDAM. (434 pages).
- ❖ **BENHEDANE N. (2012).** Qualité microbiologique du lait cru destinée à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est. Mémoire de magister. Université Mentouri Constantine. (Page13-14).
- ❖ **BERGAMASCHI M., CIPOLAT-GOTETC., STOCCOG., VALORZC., BAZZOLII., STURAROE., RAMANZINM. et BITTANTEG. (2016).** Cheese making in Highland Pastures: Milk Technological Properties, Cream, Cheese and Ricotta Yields, Milk Nutrients Recovery, and Products Composition. *Journal of dairy Science* 99 (12): 9631–46. DOI:10.3168/jds.2016-11199
- ❖ **BRISABOIS A., LAFARGE V., BROUILLARD A., DE BUYSER M.L., COLLETTE C. et GARIN-BASTUJI BETTHOREL M.F. (1997).** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. *Rev. Sci. tech. Off. Int. Epiz.*, 16 (1), (452-471 pages).

Références bibliographique

- ❖ **BRULE G., LENOIR J. et REMEUF F. (1997).** La micelle de caséine et la coagulation du lait, volume 16, 3ème édition, Lavoisier, (7-140 pages).
- ❖ **BOURDIER J.M. et LUQUET M.F. (1991)** .Dictionnaire laitier. Techniques et documentation, Lavoisier, 2ème édition, Paris
- ❖ **BUDIN J.P. (2000).** Présentation de l'évaluation sensorielle : valorisation des produits laitiers des ovins et des caprins en méditerranée.
- ❖ **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, 36 pages.



- ❖ **CAROLE L. et VIGNOLA. (2002).** Science et technologie du lait, transformation du lait, (349-354 pages).
- ❖ **CAYOT P. et LORIENT D. (1998).** Structures et Techno fonctions des Protéines du Lait. TEC & DOC Lavoisier: Paris. (363 pages).
- ❖ **CECCHINATO A., PENASA M., CIPOLAT C., DEMARCHIN M. et BITTANTE G. (2012).** Short communication: Factors affecting coagulation properties of Mediterranean buffalo milk. Journal of Dairy Science. 95:1709-1713 pages.
- ❖ **CHABANON A. (2016).** Caractérisation des conduites d'affinage à la ferme et études des liens avec les paramètres d'ambiance des locaux et la qualité des fromages,(page 2).
- ❖ **CHAMBA J.F. et IRLINGER F. (2004).** Secondary and adjunct cultures Cheese : Chemistry, physics and microbiology, Third Edition - Volume 1 : General Aspects. Elsevier Ltd.
- ❖ **CHAMBERS D.H., CHAMBERS et JOHNSON D. (2005).** Flavor description and classification of selected natural cheeses. Culinary Arts and Sciences V: Global and National Perspectives, (Coord. Edwards J.S.A., Kowrygo B, & Rejman, K.), p 641-654, Publisher, Worship ful Company of Cooks Research Centre, Bournemouth, Poole, UK.
- ❖ **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, (page 30-65).
- ❖ **CHEFTEL J.C., LUQUET J.L. et LORIENT D. (1984).** Les protéines alimentaires, propriétés fonctionnelle. Tec et Doc, Lavoisier, 1^{ère} édition, Paris.

Références bibliographique

- ❖ **CHEFTEL H. et CHAFTEL J.C. (1992).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments Tec et Doc. Lavoisier, paris. (382 pages).
- ❖ **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, 3ème Ed., Lavoisier, Paris.
- ❖ **CHOLET O. (2006).** Étude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire, Institut national agronomique Paris-Grignon.
- ❖ **CHOUGAR S. et HADJAM S. (2015).** Effet de la matière première sur la qualité d'un fromage à pâte molle type « Camembert » fabriqué à la laiterie-fromagerie « Pâturage d'Algérie ». Mémoire de master alimentation humaine et qualité des produits, Tizi-ouzou, Algérie.
- ❖ **CLAUDILEBA S. (2004).** Guide d'appui technique pour les accidents de fromage à la ferme / défaut dû à l'oïdium (source : Frédéric Gobin (ENILIA de Surgères).
- ❖ **CODEX STAN 276-1973 (2011).** Norme codex pour le camembert.
- ❖ **CODOU L. (1997).** Etude des fraudes de lait cru mouillage et écrémage. Thèse de doctorat, Ecole inter-états des sciences, DAKAR, (80 pages).
- ❖ **CORNEVAUX P. (2013).** Application de la méthode HACCP en élevage bovine laitier. Thèse de doctorat en science vétérinaire. Université CLAUD- BERNARD De LYON I.
- ❖ **COTTER P.D. et BERESFORD T.P. (2017).** Microbiome Changes During Ripening. **In:** *Cheese*. Elsevier, (page 389-409).
- ❖ **CNRC : Centre national du registre du commerce Algérien. (2015).** Statistique de nombre de fromageries au territoire national Algérien. Informations reçue le 27 Avril 2016.



- ❖ **DALGLEISH D. et CORREDIG M. (2012).** The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. *Food Science Technology*, 3:449-467 pages.
- ❖ **DE BUYSER M.L. (1996).** Les staphylocoques. **In:** Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments (Tome1). Bourgeois CM, Mesclé J-F et Zucca J. (Ed), Tec & Doc. Paris, (pages 106 – 117).
- ❖ **DELPHINE CUVILLIER (2005).** Centre fromager de bourgogne aout 2005 (une synthèse sur le rendement fromager). *Dairy Food*. 78 : 145- 155 pages.
- ❖ **DiversiFerm (2014).** À Propos Du Lait Cru. (68 pages)

Références bibliographique

- ❖ Décret n° 2013-1010 du 12 novembre 2013 modifiant le décret no 2007-628 du 27 avril 2007 relatif aux fromages et spécialités fromagères.
- ❖ **DILLON J.C. et BERTHIER A.M. (1997)**. Le fromage dans l'alimentation, volume 16, 2^{ème} édition, (713-724 pages).
- ❖ **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.
- ❖ **DUPIN H., CUQ J.L., MALEWIAK M.I., LEYNAUD-ROUAUD C. et BERTHIER A.M. (1992)**. Alimentation et nutrition humaines. ESF, Paris, (1410-1438 pages).



- ❖ **ECK A. (1987)**. Le fromage. 2^{ème} Ed. Technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- ❖ **ECK A. (1990)**. Le Fromage. 3^{ème} Edition, Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris, (891pages).
- ❖ **ECK A. et GILLIS J.C. (1997)**. Le fromage. 3^{ème} édition. Lavoisier. Techniques et documentation, (891pages).
- ❖ **ECK A. et GILLIS J.C. (2006)**. Le fromage. 3^{ème} Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. (891pages).
- ❖ **EDIMA H.C. (2007)**. *Carnobacterium maltaromaticum* : caractéristiques physiologiques et potentialités en technologie fromagère. Thèse de doctorat ; Institut national polytechnique de Lorraine ; Nancy-université ; France.
- ❖ **ECK A. et GILLIS J.C. (2006)**. Edition techniques et documentations, 3^{ème} Edition, Lavoisier, Paris. (891pages)
- ❖ **ENIL M. (2011)**. Connaissance du lait Congrès international de la répression des Fraudes à Genève 1999.
- ❖ **ENY P., ANURAGA J., ANGELIKA P. et JOHANNES K. (2012)**. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis, J. Sci. Food Agric; 92: 2774-2781 pages.



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

Références bibliographique

- ❖ **FAO (2011)**. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, collection FAO.
- ❖ **FONTENEAU S. (1997)**. Comment Faire les Fromages : Frais, Fermentés, Affinés... Rustica Editions, (110pages).
- ❖ **FOX P. F., GUINEE T. P., COGAN T. M. et MCSWEENEY P. L. H. (2000)**. Microbiology of cheese ripening. In *Fundamentals of cheese science*, 206-232 pages. Aspen Publisher, Inc., Gaithersburg, Maryland.
- ❖ **FOX P.F. et MCSWEENEY P.L.H. (2017)**. Cheese: An Overview. **In:** *Cheese*. Elsevier, (5-21 pages).
- ❖ **FREDOT E. (2006)**. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).
- ❖ **FREDOT E. (2007)**. Intérêts nutritionnelles et diététiques du lait de chèvre. Les colloques 81. Ed. INRA.
- ❖ **FREDOT E. (2009)**. Connaissance des aliments: Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. 2^{ème} Edition. Ed. Lavoisier, (530 pages).



- ❖ **GAGNAIRE V., SPINLER E. et THIERRY A. (2018)**. Biochimie de l'affinage: les phénomènes enzymatiques et microbiens. **In:** *Le fromage*. Pages 429-466.
- ❖ **GASSI J. et SCHUCK P. (2017)**. Partie 1: Procédés de transformation fromagère 33(partie 3), pages 1-11.
- ❖ **GAUCHERON F. (2005)**. Aptitudes technologiques du lait et du lactosérum. Tec et Doc, (922page).
- ❖ **GRAPPIN R. et BRANGER A. (2006)**. Contrôle microbiologique et chimique de produit fini. **In :** « fromage ». Technique et documentation 3^{ème} Edition, Paris
- ❖ **GOUDEDRANCHE H., CAMIER-COUDRON B., GASSI J.Y. et SCHUCK P. (2017b)**. Partie 3: Procédés de transformation fromagère. 33(partie 3).
- ❖ **GUÈGUEN L. (1997)**. La Valeur Minérale des Fromages ; **In:** " Le Fromage". Technique et Documentation, 3^{ème} ed., Lavoisier, Paris.
- ❖ **GUETOUACHE M., GUESSAS, BETTACHE, MEDJEKAL et SAMIR (2014)**. Composition and nutritional value of rawmilk. *Issues Biol. Sci. Pharm. Res.*2(10), pages 115-122.
- ❖ **GUIRAUD (1998)**. Microbiologie alimentaire, DU NORD, Paris, page 121.

Références bibliographique

- ❖ **GUIRAUD J.P. (2003).** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. Edition Dunod. Paris, (696pages).
- ❖ **GUIRAUD J.P. et ROSEC J.F. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition: AFNOR. Saint-Denis-La Plaine. (300pages).



- ❖ **HARDY J. et SCHER J. (2006).** Les propriétés physiques et organoleptiques du fromage. In « Fromage ». Tec et Doc, Lavoisier, Paris, p 480-505. (891pages)
- ❖ **HART T. et SHEARS P. (1997).** Atlas de poche de microbiologie. Editions: Flammarion, Médecine-Science. Paris. (313pages).
- ❖ **HAYALOGLU A.A. (2016).** Cheese: Microbiology of Cheese. In: Reference Module in Food Science. Elsevier, 625-631pages.
- ❖ **HELLAL A. (2001).** Fromage traditionnels algériens : Quel avenir ? Agroline (Avril Mai), n°14. Ed TNS Communication, page 43-74.
- ❖ **HERMIER J., LENOIR J. et WEBER F. (1992).** Les Groupes d'Intérêt Laitier. Ed: CEPIL, (568pages).
- ❖ **HUPPERTZ T, UPADHYAY V., KELLY A. et TAMIME A. (2006).** Constituents and Properties of Milk from Different Species. *Brined Cheeses*. Edited by Dr Adnan Tamime. Copyright © 2006 by Blackwell Publishing Ltd. page1-34.



- ❖ **JAKOB E., WINKLER H. et HALDEMANN J. (2009).** Critères Microbiologiques Pour la fabrication du fromage. Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions N° 77. F. pages 5-31.
- ❖ **JAROS D. et ROHM H. (2017).** Rennets: Applied Aspects. In: *Cheese*. Elsevier, pages 53-67.
- ❖ **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. (2007).** Science des Aliments : Technologie des produits alimentaires, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. (456 pages).
- ❖ **JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G. (2008).** Les produits laitiers, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (185 pages).
- ❖ **JOFFIN C. et JOFFIN J.N. (1999).** Microbiologie alimentaire. Edition : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. Bordeaux. (216 pages).
- ❖ **J.O.R.A.N°35. (1998).** Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

Références bibliographique

- ❖ **JOSE R. (2014).** A propos du lait cru. Lait et produit laitiers, Diversiferm, (68 pages).



- ❖ **KONGO J.M. et MALCATA F.X. (2016a).** Cheese: Processing and Sensory Properties. **In:** *Encyclopedia of Food and Health*. Elsevier, pages 748-754.



- ❖ **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, pages 201-215.
- ❖ **LARPENT J.P. (1991).** Les ferments microbiologiques dans les industries alimentaires. Edition CDIUPA (Massy). pages 157-163.
- ❖ **LAROUSSE AGRICOLE (2002).** (767 pages).
- ❖ **LAURENT, POULIOT et CASTAIGNE (2002).** Opérations unitaires. **In** « science et technologie du lait, transformation du lait ». Ed. presses internationales polytechniques. pages 153-275.
- ❖ **LEMIRE (2007).** Évaluation de la qualité du lait et de la santé du troupeau laitière en régie biologique. Edition l'envol lait biologique. Québec. (9 pages).
- ❖ **LEYRAL G. et VIERLING E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4ème édition Biosciences et techniques. (87 pages).
- ❖ **LEVEAU J.Y. et BOUIX M. (1993).** Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industrielle. TEC & DOC –Lavoisier, APRIA, Paris, pages 71, 153, 154 et 307.
- ❖ **LUQUET F.M. (1990).** Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre. Edition tec et doc, Lavoisier, Paris. (658 pages).



- ❖ **MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G. et SCHUCK P. (2000a).** Initiation à la technologie fromagère. Edition: Tec & Doc. Paris. (194 pages).
- ❖ **MAHAUT M., JEANTET R., SCHAK P. et BRULE G. (2000b).** Les produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. (26-180 pages).
- ❖ **MAHAUT M., JEANTET R. et BRULE G. (2003).** Initiation à la technologie fromagère. Tec & Doc Lavoisier. (194 pages).

Références bibliographique

- ❖ **MARTIN et COULON (1995)**. Facteur de production du lait et caractéristique du fromage. Influence du facteur de produit sur l'aptitude à la coagulation des laits .Lait. pages 5: 61-80.
- ❖ **MARTINEZ V. (2009)**. Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition(GEMRCN), et approuvée par décision n° 2009-03 du 30 juillet 2009 du comité exécutif de l'OEAP.
- ❖ **MATHIEU J. (1998)**. Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques desIAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris, (214 pages).
- ❖ **MICHEL MAHAUT, ROMAIN JEAN et GERARD BRULE (2000)**. Initiation à la technologie fromagère. Éditions TEC & DOC, volume20, (194 pages).
- ❖ **MCMAHON D.J., FIFE R.L. et OBERG C.J. (1999)**. Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to cheese meltability. Journal of Dairy Science, vol. 82, n. 7, pages 1361–1369.
- ❖ **MCSWEENEY P.L.H. et SOUSA J.M. (2000)**. Biochemical pathways for the production of flavour compound in cheese during reepning: Review milk n° 80, (pages 293-324).
- ❖ **MCSWEENEY P.L.H., OTTOGALLI G. et FOX P.F. (2017)**. Diversity and Classification of Cheese Varieties: An Overview. **In: Cheese**. Elsevier, pages 781-808.
- ❖ **M.I.A.A. (2015)**. Le Marché des Industries Alimentaires en Algérie 2015. L'ESSENTIEL DE L'AGROALIMENTAIRE ET L'AGRICULTURE N°97 Novembre / Décembre 2015.
- ❖ **MIETTON B. (1994)**.Transformation du lait en fromage ; **In** : Bactéries lactiques II, Edition des industries agricoles et alimentaires, Institut nationale agronomique, Alger
- ❖ **MIETTON B., DESMAZEAUD M., DE ROISSART H. et WEBER F. (1994)**. Transformation dulait en fromage. **In** : bactéries lactiques II. Edition Technique et documentation. Lavoisier, paris, pages 317-355.
- ❖ **MIETTON B. (1995)**. Incidence de la composition des fromages au démoulage et des paramètres d'environnement sur l'activité des agents de l'affinage. Revue des ENIL, 189, pages 19-27.
- ❖ **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, (254pages).
- ❖ **MIETTON B. et CHABLAIN I. (2018)**. Du lait au fromage: les fondamentaux technologiques. **In**: Le fromage. Pages 321-359.

Références bibliographique

- ❖ **MOSCHOPOULOU E. (2011).** Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production. *Small Rumin. Res.* 101 (1-3), 188-195 pages.
- ❖ **MOUNIER J., COTON M., IRLINGER F., LANDAUD S. et BONNARME P. (2017).** Smear-Ripened Cheeses. **In:** Cheese. Elsevier, (955-996 pages).
- ❖ **MULTON J.L., TEMPLE H. et VIRUEGA J.L. (2013).** Traité pratique de droit alimentaire. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. ISBN : 978-2-7430-14575 Commission du codex alimentarius (1978), (1456 pages).



- ❖ **NAUCIEL C.H. et VILDE J.L. (2005).** Bactériologie Médicale. Masson, Paris, (272 pages).



- ❖ **OZTURKOGLU-BUDAK S. et DE VRIES R.P. (2017).** *Mold-ripened and raw milk cheeses: Production, risks, and benefits to human health*, Dairy in Human Health and Disease across the Lifespan, Elsevier Inc., pages 353-361.



- ❖ **PADILLA M., GHERSI G. (2001).** Le marché international du lait et des produits laitiers. Options méditerranéennes, CIHEAM-IAM Montpellier, France, sér. B, n. 32, (15 pages).
- ❖ **PARADAL M. (2012).** La transformation fromagère caprine fermière ; bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Edition Technique et Documentation Lavoisier, Paris. ISBN : 978-2-7430-1447-6, (320 pages).
- ❖ **PATRICK A., LEAN L. et PHILIPPE C. (2010).** Fabrication des produits laitiers frais. **in:** Daniel S., Martin F., Philippe D. Transformer les produits laitiers frais à la ferme. Martine, Paris, pages 39-143.
- ❖ **PRADAL M. (2012).** La transformation fromagère caprine fermière, éd. Tech et doc, Lavoisier, pages 64-86/ 166-167.
- ❖ **POINTURIER H. (2003).** La gestion matière dans l'industrie laitière. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, France. (388 pages).

Références bibliographique



Q

- ❖ **QUITTET et NELIS. (1999).** HACCP pour PME et Artisans : Secteur Produits Laitiers, Tome 1. Les Presses Agronomiques de Gembloux. (495 pages).



R

- ❖ **RAMET J.P. (2006).** Les agents de transformation du lait ; in : « Le Fromage » ed. Eck. Technique et Documentation, 3 ème ed, Lavoisier, Paris. Pages 105-111
- ❖ **RAYANATOU ISSA ADO. (2017).** Etude de la coagulation du lait par l'extrait de feuilles de Calotropis procera en réponse au contexte laitier dans la région de Maradi au Niger.
- ❖ **REMEUF F., COSSI N., DERVI N. et TOMASSON R. (1991).** Relation entre les paramètres physico-chimiques du lait et son aptitude fromagère. Tec et Doc Lavoisier, Paris. (549 pages).
- ❖ **RENANE F. et SAADI C. (2010).** Influence de la concentration des sels de fonte sur la qualité physicochimique et organoleptique du fromage fondu. Mémoire de fin d'études d'ingénieur d'état en technologie alimentaire. Université M'Hamed Bougarra, Boumerdès. (96 pages).
- ❖ **RENHE I.R.T., PERRONE Í.T., TAVARES G.M., SCHUCK P. et DE CARVALHO A.F. (2019).** *Physicochemical Characteristics of Raw Milk*, Raw Milk, Elsevier Inc., (pages 29-43).
- ❖ **RICHARD J. (1990).** Production de lait cru de bonne qualité bactériologique, 5ème édition. (56 pages).
- ❖ **RICHONNET C. (2016).** Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. Cah Nutr Diet, 51(1), pages 48-56
- ❖ **ROUDAUT H. et LEFRANCQ E. (2005).** Alimentation théorique. Edition Science des aliments, (303 pages).



S

- ❖ **SAOUDI Z. (2012).** Caractérisation microbiologique et de la protéolyse du fromage traditionnel algérien « Bouhezza » de ferme. Mémoire de magister. Université Mentouri. Constantine. Pages 49-52

Références bibliographique

- ❖ **SCHLIENGER J.L. (2014).** Besoins nutritionnels et apports conseillés : adultes, femmes enceintes, personnes âgées, sportifs. Nutrition clinique pratique -Elsevier Masson SAS. Pages 43-52.
- ❖ **SEMINAL LAURENT. (2015).**Le livre blanc du camembert liberté, égalité, camembert ! Fromages & Chefs. (34 pages).
- ❖ **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.
- ❖ **SICARD MARIETTE (2010).** Méthodes, concepts et outils des systèmes complexes pour maîtriser les procédés alimentaires. Application a l'affinage de camemberts. Thèse de doctorat des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Spécialité Génie des Procédés Alimentaires. Agro Paris Tech.
- ❖ **SPINLER H. et GRIPON J.C. (2004).** Surface mould-ripened cheeses. T.P. (Eds.), Cheese: chemistry, physics and microbiology - Volume 2: major cheese groups. Academic Press, Ireland, (pages 157-174).
- ❖ **SPINLER H. (2017).** Surface Mold–Ripened Cheeses. **In:** Cheese. Elsevier, pages 911-928.
- ❖ **SOUSTRE Y., FARROCK C. (CNIEL) et JEANTET R. (2017).** Questions sur produits laitiers et technologie laitière, Paris, N°9.
- ❖ **ST – GELAIS D., TIRARD – COLLET P. (2002).** Fromage, **In :** Vignola C.L, 2002. Science et technologie du lait: transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), (600pages).
- ❖ **ST – GELAIS et TIRARD – COLLET P. (2002).** Chapitre 6 : Fromage. Dans : Vignola, C.L. (Ed.), Science et technologie du lait - Transformation du lait. Presses internationales Polytechnique, Montréal, Canada, (349-416 pages).



- ❖ **THAPON J.L. (2005).** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: P : 14-51. (77 pages)
- ❖ **THAPON J.L. (2005).** Technologie de la fabrication du lait Agro campus – Rennes, France. (page 51).

Références bibliographique



- ❖ **VIERLING E. (2003)** : Aliment et boisson-Filière et produit, 2 ème édition, Doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).
- ❖ **VIERLING E. (2008)**. 1998 Aliments et Boissons : Filières et Produits. Doin Editeurs, Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, 3 ème ed, (188 pages).
- ❖ **VIGNOLA C. (2002)**. Science et technologie du lait : Transformation du lait. Presses internationales polytechnique, Québec, (608 pages).
- ❖ **VIGNOLA C. (2002)**. Science et technologie du lait, Transformation du lait. Fondation de technologie laitière, (600 pages).
- ❖ **VIGNOLA C.L. (2002)**. Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal. ISBN: 29-34 (600 pages).



- ❖ **WATTIAUX M.A. (1997a)**. Dairy essentials (1st edition): Nutrition and feeding, The Babcock Institute Publications, University of Wisconsin-Madison, (pages 1-28).
- ❖ **WALTHER B., SCHMID A., SIEBER R. et WEHRMÜLLER K. (2008)**. Cheese In nutrition and health. Dairy Sci. Technol.88 : 389-405 pages.
- ❖ **WERNER J., RAPHAEL B. et ALAIN B. (2010)**. Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. Presses polytechnique et universitaires romandes, Lausanne, (664 pages).
- ❖ **SOUSTRE Y., FARROCK C. (CNIEL) et JEANTET R. (2017)**. Questions sur produits laitiers et technologie laitière, Paris, N°9.

Webographie

- ❖ **ANONYME (2015)**. Le marché des industries alimentaires en Algérie. Agroligne, numéro 97, Novembre-Décembre 2015.
- ❖ **FAO (1995)**. Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, www.fao.org.
- ❖ **CODEX ALIMENTARIUS (2010)**. Norme Codex pour le Camembert (codex Stan 2831978)[Enligne].URL:www.codexalimentarius.org/input/download/standards/218/CXS_276f.pdf
- ❖ **C.C.I.L : Centre Canadien d'Information Laitière (2005)**. Code national sur les produits laitiers. http://www.dairyinfo.gc.ca/index_f.php?S1=DrLandS2=CanadaandS3=NdcCnplandS4=05-2005. Site Consulté Le 7 Aout 2016.

Références bibliographique

- ❖ **ALVES D'OLIVEIRA (2007)**. Composition chimique du lait, (en ligne).Cours de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Alimentation des Animaux, [<http://www2.vet-lyon.fr/ens/nut/webBromato/cours/cmlait/compolai.html>] (consulté le 03/08/20).
- ❖ **MUIRIS, O' SULLIVAN, et DOWNEY LIAM (2017)**. « Historical Food Products ». Archaeology Ireland 30 (2) : 36-39 <http://www.jstor.org/stable/43816777>.
- ❖ **OUKACI (2014)**.Collecte et production de lait frais: Tizi-Ouzou dans le peloton de tête au niveau national. www.algerie360.com Algérie

Annexes

Annexe 01 : Matériels utilisés pour l'analyse physico-chimique et les réactifs

pH mètre



Etuve



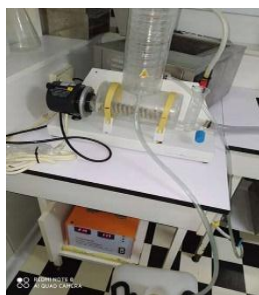
Balance de précision



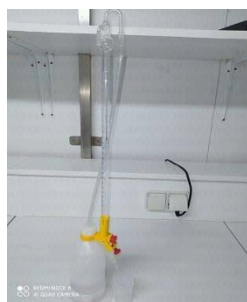
Bain-marie



Distillateur



Burette



Verrerie



Lactodensimètre



Centrifugeuse



Dessicateur



➤ Réactifs

Produits chimiques et réactifs : acide sulfurique, alcool isoamylique, phénolphtaléine en solution 1%, soude en solution (NaOH 0.11 N).

Matériels biologique : enzyme (présure), ferments lactique

Annexe 02 : Matériels utilisés pour l'analyse microbiologiques

Autoclave



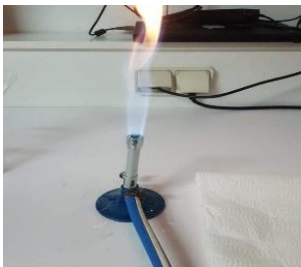
Etuve



Tubes à essai



Bec bensen



Pipettes Pasteur



Boîtes de Petri



Microscope optique



Annexe 03 : Méthodes des analyses physicochimiques du lait cru

1. Détermination de l'acidité Dornic

Mode opératoire :

- Introduire dans un bécher 10 ml de lait prélevé à la pipette.
- Ajouter deux ou trois gouttes de la solution de phénolphtaléine à 1%
- Utiliser une burette, doser avec une solution de soude (Na OH) 0.1N jusqu'à l'apparition de virage de la couleur du mélange au rose.
- Résultat exprimé en degré DORNIC (D°)

2. Détermination de la matière grasse (MG) du lait par la méthode acido-butyrométrique

Mode opératoire

- Introduire dans le butyromètre de GERBER ; 10 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄).
- Ajouter 1 ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette en l'écoulant à travers les parois pour éviter le mélange prématuré du lait avec l'acide.
- Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique.
- Fermer le butyromètre à l'aide d'un bouchon.
- Mélanger jusqu'à la dissolution totale du mélange.
- Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 4 minutes.

3. Mesure de l'extrait sec total (EST) du lait

Mode opératoire

A l'intérieur d'un dessiccateur infrarouge placer une capsule en aluminium préalablement séchée et tarée, introduire 3g de lait goutte à goutte et lancer le dessiccateur.

4. Détermination de la densité

Mode opératoire

- Bien mélanger le lait en évitant d'incorporer des bulles d'air et la mousse, puis le transvaser avec précaution dans une éprouvette de 250 ml environ, propre et sèche.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.

- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température.

5. Mesure du pH

Mode opératoire :

- Etalonner le pH mètre à l'aide des solutions tampon à pH= 7 (l'eau distillée).
- Introduire l'électrode dans le récipient contenant 10 ml de lait.
- Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

6. Test d'antibiotique

Mode opératoire

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 peu 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.
- Agiter l'ampoule puis on la met dans l'incubateur pendant 3min ;
- Prendre 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 pour regarder la bandelette et voir si les résultats sont positifs ou négatifs.

Annexe 04 : méthodes des analyses physico-chimiques du camembert

1. Détermination de la teneur en matière grasse dans le cas du fromage par la méthode acido-butyrométrique

Mode opératoire

- Dans un gobelet en verre préalablement taré, introduire 3 g de fromage broyé et introduire le dans le butyromètre ;
- Ajouter l'acide sulfurique par l'ouverture de la tige jusqu'à ce que le niveau d'acide dépasse le gobelet de 2 mm environ ;
- Après avoir bouché l'ouverture de la tige, le butyromètre est placé dans un bain-marie à 65°C ;
- Agiter de temps en temps le butyromètre dans un plan horizontal jusqu'à dissolution complète de la prise d'essai ;
- Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique, ensuite de l'acide sulfurique jusqu'au trait 35 ml de la graduation ;
- Ensuite, centrifuger pendant 3 minutes à 1200 tours / min .

2. Détermination de l'extrait sec total (EST) dans le cas du fromage

Mode opératoire

5g de fromage broyé est étalée sur toute la surface d'une capsule en aluminium préalablement tarée, puis introduite dans le dessiccateur et lancer l'analyse après évaporation totale de l'eau

3. Mesure de Ph

Mode opératoire :

- Etalonner le pH mètre à l'aide des solutions tampon à pH= 7 (l'eau distillée).
- Introduire l'électrode dans la galette du camembert.
- Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

Annexe 05 : Méthodes des analyses microbiologiques

1. Préparation de la solution mère

Nous avons pesé 25g du camembert d'expérimentation à l'aide d'une balance puis on les a introduit dans un sachet stérile de type « Stomacher » contenant au préalable 225 ml du diluant Tryptone Sel Eau (TSE) et homogénéiser par agitation manuelle jusqu'à obtention d'une suspension homogène dont la presque totalité du fromage s'est solubilisée.

Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond à la dilution 1/10 ou 10^{-1} .

Pour obtenir la dilution 10^{-2} , prélever 1 ml de la solution mère (10^{-1}) et l'introduire dans un tube contenant 9 ml de l'eau physiologique stérile en respectant l'asepsie puis suivie d'une agitation.

2. Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

Mode opératoire

- A partir de la solution mère et des dilutions décimales réalisées, on porte aseptiquement 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées.
- Ensuite, on complète chaque boîte avec environ 20 ml de gélose VRBL fondue puis refroidie à 45°C.
- On fait des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.
- Par la suite, on incube une série de boîtes à 30°C, pendant 24 à 48 h qui servira à la recherche de Coliformes totaux, l'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de Coliformes fécaux.
- Que ce soit à 30 ou à 44°C, on fait les premières lectures au bout de 24 h.
- Enfin, on dénombre les colonies par la même méthode précédente.

3. Dénombrement des Staphylococcus à coagulas positive

Mode opératoire

Par cette méthode, les Staphylococcus à coagulase positive ou Staphylococcus aureus fait l'objet d'une recherche et dénombrement sur le milieu Baird Parker.

- Sécher la boîte de gélose dans une étuve à $46 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ jusqu'à disparition complète des gouttelettes à la surface du milieu (couvercle enlevé et surface de la gélose tournée vers le bas)
- Homogénéiser la dilution décimale 10-1 avant inoculation à la surface de la boîte gélosée

- Déposer ensuite 0.1 ml, de dilution décimale 10-1, réalisée préalablement à la surface de la gélose Baird Parker
- Étaler, par la suite, soigneusement la dilution, et le plus rapidement possible sans toucher les bords de la boîte à l'aide d'une pipette stérile (pipette râteau)
- Laisser la boîte, couvercle fermé, pendant 15 minutes à température ambiante.
- Incuber à l'étuve pendant 48 h à 37 °C.
- La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait donc par la méthode d'ensemencement en surface où son principe est de couler déjà le milieu qu'on laisse refroidir, puis d'étaler la solution à l'aide d'un étaleur stérile, comme il l'a été soigneusement explicité précédemment.

5. Dénombrement des Salmonelles

Mode opératoire

1) Pré enrichissement non sélectif :

Cette première étape consiste à :

- Prélever un fragment de « Camembert » de 25g, avec une sonde stérile, ce morceau de fromage à pâte molle, constitue l'unité d'analyse, placer en suite ce dernier, dans un mélangeur (sachet stérilisé stomatckcer) avec 225 ml d'EPT, et bien homogénéiser ;
- Incuber à 37°C pendant 18h.

2) Enrichissement sélectif :

Cette seconde étape consiste à :

- Prélever 0.1 ml de l'échantillon c'est à dire du milieu de pré enrichissement incubé à l'aide d'une pipette stérile, et l'introduire dans un tube contenant 10ml de bouillant de RAPPAPORT
- Homogénéiser la solution à l'aide d'un vortex
- Incuber le tube à 37°C pendant 24h.

3) Isolement

Cette troisième étape consiste à :

- Mettre dans une boîte de pétri l'échantillon (Rapport + 0.1 ml échantillon : du milieu d'enrichissement) à l'aide d'une lance de platine, contenant la gélose HEKTEON ;
- Prélever avec une pipette pasteur une goutte de l'échantillon et ensemer par technique de strie
- Incuber à 37°C pendant 24h
- La recherche des Salmonelles se fait donc par la méthode d'ensemencement en surface c'est à dire en strie comme il vient d'être cité préalablement.

6. Dénombrement de *Listeria monocytogenes*

Mode opératoire

1). Pré-enrichissement

- Introduire aseptiquement 25g de produit à analyser dans 225 ml de bouillon Fraser ½ additionné de supplément.
- Bien mélanger milieu et inoculum, puis incuber à 30°C pendant 24 h.

2). Enrichissement et isolement

A partir du bouillon Fraser ½ :

- Prendre aseptiquement 0,1 ml du bouillon Fraser dans un tube contenant 10ml de bouillon Fraser additionné lui aussi de son supplément. Bien mélanger le milieu et l'inoculum, puis incuber à 37°C, 24 h.
- Procéder à un isolement sur gélose PALCAM (P1), puis incuber à 37°C, 24 à 48h.

3). Isolement sur P2

Procéder à un isolement sur gélose PALCAM (P2) à partir du bouillon Fraser, puis incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

Annexe 06 : La fiche de dégustation

Fromage		1	2
Paramètre			
Aspect	Couleur blanche		
	Couleur jaune		
Texture	Molle		
	Dur		
	Souple		
	Friable		
	Onctueux		
	Granuleux		
Saveur	Typique		
	Acide		
	Salé		
Gout	Amère		
	Persistant		
Sensation	Acre		
	Doux		
Odeur	Typicité		
	Satisfaisante		
	Désagréable		

Résumé

L'objectif de ce travail est porté sur la fabrication d'un fromage à pâte molle type camembert à base de lait de vache à 100% ainsi que l'étude de sa qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique dans l'une des unités fromagères de la wilaya de Tizi-Ouzou plus précisément dans la laiterie-fromagerie « Le Semeur ». Les résultats des analyses physico-chimiques du lait et du « camembert » montrent que notre produit fini est de bonne qualité selon les normes exigées. Les analyses microbiologiques du Camembert «semeur» indiquent que ce produit ne présente aucun risque pour la santé du consommateur car il ne contient aucune bactérie pathogène responsable d'intoxication, donc le produit est de très bonne qualité du point de vue microbiologique. Sur le plan organoleptique, le camembert Semeur (F01) est comparé à une autre marque (F02) et les résultats obtenus révèlent que le (F01) est le plus apprécié. On conclut que le camembert « Semeur » est de qualité hygiénique, sanitaire et microbiologique de valeur et qu'il est de bonne qualité nutritionnelle, donnant ainsi au produit sa côte sur le marché.

Mots clés : Lait cru, camembert, qualité physico-chimiques, qualité microbiologiques, qualité organoleptique.

Abstract

The objective of this work is focused on the manufacture of a soft cheese type Camembert made from 100% cow's milk as well as the study of its physicochemical, microbiological and organoleptic quality in one of the units. cheese makers from the wilaya of Tizi-Ouzou more precisely in the dairy-cheese factory "Le Semeur". The results of the physico-chemical analyzes of the milk and the "Camembert" show that our finished product is of good quality according to the required standards. Microbiological analyzes of "sower" Camembert indicate that this product does not present any risk to consumer health because it does not contain any pathogenic bacteria responsible for intoxication, so the product is of very good quality from a microbiological point of view. From an organoleptic point of view, the Semeur camembert (F01) is compared with the (F02) then it has been revealed that (F01) is more appreciated. It is concluded that the "Semeur" Camembert is of valuable hygienic, sanitary and microbiological quality and that it is of good nutritional quality, thus giving the product its popularity on the market.

Keywords: Raw milk, camembert, physico-chemical quality, microbiological quality, organoleptic quality.

Agzul

Iswi n umahil-agi yebna yef tmukent n ugisi iwumi neqqar camember yettwaxedmen s uyefki n tfunast (100%) aked tezrawt n tɣara-is aɣaran d ukruran , tibactiriyin d usehlufan deg yiwen ubuyan yernan agisi deg iyir s telqay luzin "Le Semeur". Igmad n teslad aɣaran akruran n uyefki d camember sevganend d akken afares nney dayen idyufarren yef lehsab n yilugan iwumi nger tamawt. Igmad n teslad tibactiriyin n camember Semeur skanent-d d akken afares-agi maci d win ad idurren tazmert n umsider acku ur yes3i ara tabactirit adyeglun s wattan, ihi afares-agi yufar-d di tmuyli tabactirit. Yef uyawas asehlufan, nessufey-d d akken camember (F01) d win ifazen yef camember (F02). Nessegza-d d akken camember Semeur yes3a taɣara zeddigen, adawsan d tbactirit s wazal; dayen yes3a iferdisen imesbayuren dayenni i yeswa deg ugadz.

Asqerdec: ayefki aazegza, camember, taɣara taɣarant-takrurant, taɣara tabactirit, taɣara tasehlufant