

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science Alimentaire
Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Thème :

**Contrôle des paramètres physico-chimiques et
microbiologiques durant le processus de fabrication
du camembert.**

Présenté par

BOUHERAOUA CYLIA

Devant le jury

Président : Mr. ARKOUB Mouloude	Professeur	UMMTO
Promotrice : Dr. ADDAR Lydia	MCB	UMMTO
Examineur : Dr . BOUDAOUUD Sonia	MCB	UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Je rendons grâce au Dieu de m'avoir donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

un grand merci à Dr. ADDAR L, ma directrice de mémoire, pour son soutien, ses précieux conseils et encouragements. Elle a su me guider dans la construction et la rédaction de mon mémoire.

Je vifs remercie sont adressés aussi aux membres de jury Mme. BOUDAOU D .et Mr. ARKOU B.M. De m'avoir honoré par leur présence et d'avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à l'équipe du service de laboratoire « Tassili » Nabil, Masika, Kahina, atman, pour leur gentillesse, leur professionnalisme, et leur participation qui a aidé à rendre ce mémoire plus vivant.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi. Je remercie ma sœur pour sont encouragement. Si je suis ici aujourd'hui, c'est grâce à vous !

Merci à mes proches, notamment Hacem, pour le soutien, moral, psychologique qui ma toujours encouragée dans mes choix personnels et professionnels. Il était toujours là pour moi afin de m'aider à franchir chaque étape de ce mémoire. Ils m'ont également soutenue dans les moments heureux comme dans les moments plus difficiles.

un remerciement à tous les membres de notre promo et à nos enseignants et le personnel de département des Sciences biologiques et agronomiques pour leurs soutiens et leurs aides.

Enfin, je remercie tous ceux qui ma aidés de loin ou de près pour l'élaboration de ce travail.

Dédicace

*Je remercie tout d'abord, Allah, le tout puissant et élément de m'avoir
aidé à réaliser ce travail !*

A ma mère pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices

*A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il me
accorde*

A toi ma chère sœur : nawal

A mes frères lamin, farid, sofien, et à tous les membres de ma famille

A tous mes amis

Et à tout ce qui m'aime. R.C.H.C

*A tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
modeste travail merci infiniment !!!!!!!!!*

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale..... 01

I. Synthèse bibliographique

1.1. Généralités et composition du lait 03

1.1.1. Définition du lait..... 03

1.1.2. Composition globale..... 03

1.2. Principales caractéristiques du lait 04

1.2.1. Caractéristiques organoleptiques 06

1.2.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait 06

1.2.3. Caractéristiques microbiologiques 07

1.3. Facteurs de variations de la composition du lait 07

1.4. Les fromages 09

1.4.1. Définition 10

1.4.2. Composition nutritionnelle des fromages 10

1.4.2.1. Les protéines 10

1.4.2.2. Les lipides 11

1.4.2.3. Les glucides..... 11

1.4.2.4. Le calcium..... 12

1.4.2.5. Le sodium..... 12

1.4.3. Les grandes familles du fromage 13

1.5. Le camembert..... 13

1.5.1. Définition et caractères principales 14

1.5.2. Composition et valeur nutritionnelle..... 15

1.5.3. Le processus technologique de la fabrication du camembert 16

II. Matériels & méthodes

2.1. Présentation de l'unité « TASSILI » 22

2.1.1. Processus de fabrication du camembert à l'unité TASSILI 22

2.2. Matériels..... 27

2.2.3. Matériel biologique 27

2.3. Méthodes d'analyses	27
2.3.1. Méthodes physicochimiques	27
2.3.1. 1. Mesure de Ph.....	29
2.3.1. 2. Mesure de l'acidité	29
2.3.1. 3. Détermination de la densité.....	29
2.3.1. 4. Détermination du taux de matière grasse	29
2.3.1. 5. Mesure de la teneur de l'extrait sec totale (solide).....	30
2.3.1. 6. Mesure de la teneur de l'extrait sec dégraissée	30
2.3.1. 7. Détection d'Antibiotiques dans le lait par le β tas.t.a.r. Combo.....	30
2.3.2. Méthodes microbiologiques	31
2.3.2. 1. Recherche d' <i>Escherichia Coli</i>	31
2.3.2. 2. Recherche des <i>Salmonelles</i>	32
2.3.2. 3. Recherche des <i>Staphylocoques</i>	33
2.3.2. 4. Recherche de <i>Listeria monocytogenes</i>	33

III. Résultats & discussion

3.1. Résultats de contrôle physicochimique	34
3.1.1. Matière première « lait de vache cru »	34
3.1.2. Produit en cours de fabrication et produit fini	37
3.2. Résultats des analyses microbiologiques	37
3.2.1. Résultats des analyses microbiologique de la matière première après pasteurisation.....	38
3.2.2. Résultats des analyses microbiologiques du camembert conditionné	39

Conclusion générale	44
----------------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

- **AFNOR** : Association française de normalisation
- **AGI** : Acides gras insaturés
- **AGS** : Acides gras saturés
- **AOAC** : Association des chimistes analytiques officiels
- **BT** : Taux butyreux
- **D°** : Degré Dornic
- **DLC** : Date Limite de Consommation
- **ESD** : Extrait Sec Dégraisser
- **EST** : Extrait Sec Total
- **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
- **H%** : Humidité
- **JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Fromage frais	11
2	Fromage à pâte pressée cuite	12
3	Fromage à pâte molles à croûte lavée	13
4	Formage	13
5	Moulage des camemberts	16
6	L'affinage du Camembert	18
7	Coagulation du lait dans les tanks	22
8	Brassage du caillé de camembert	22
9	Moulage et égouttage de caillé du camembert	23
10	Ressuyage du camembert	24
11	Affinage du camembert	25
12	Diagramme de fabrication du camembert à la laiterie TASSILI de Tizi-Ouzou.	26
13	Les principales étapes de fabrication du camembert	28

Liste des tableaux

Tableau	Titres	Page
I	Composition du lait en acides gras comparativement à d'autres matières grasses (en pourcentage molaire)	4
II	Composition de la matière saline (en g par litre de lait)	5
III	Composition du lait de différentes espèces	10
IV	Composition moyenne de fromage à pâte molle de type camembert	16
V	Paramètres physicochimiques mesurés aux différents points d'échantillonnage	30
VI	Résultats des analyses physicochimiques de la matière première	36
VII	Résultats des analyses physicochimiques du produit en cours de fabrication (après salage) et produit fini	38
VIII	Les caractéristiques organoleptiques du camembert (produit fini)	39
IX	Résultats des analyses microbiologiques du lait après pasteurisation	40
X	Les résultats des analyses microbiologiques du camembert après conditionnement	41

Résumé

Ce travail est porté sur le suivi des paramètres physicochimiques et microbiologiques au cours de processus de fabrication du fromage camembert par la laiterie TASSILI afin de contrôler le respect de normes de qualité et de sécurité alimentaire par la laiterie selon le Journal Officielle de la République Algérienne N° 58 4 novembre 2015.

Différents paramètres physicochimiques à savoir (pH, acidité, densité, teneur en matière grasse, extrait sec total, extrait sec dégraissé, humidité) et microbiologique (*Escherichia coli*, *Staphylocoques a coagulase+*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*) ont été réalisés selon les méthodes d'analyse indiqué dans la réglementation.

Les résultats de ces analyses montrent que la matière première et le produit fini répondent aux normes de qualités préétablies par le ministère de commerce et que la laiterie TASSILI veille à la mise en place d'un système de qualité qui assure la fabrication des produits de bonne qualité nutritionnelle et sanitaire.

Mots clés : qualité, camembert, suivi, processus de fabrication, analyses, résultats, normes.

Abstract:

This work focuses on the manufacture of "tassili" Camembert as well as the monitoring of its physico-chemical and microbiological characteristics during the manufacturing process. This study was carried out in order to follow and describes the manufacturing process of Camembert at the dairy "tassili" describes the microbiological analyzes carried out on the product and study physico-chemical parameters of raw milk and finished product "Camembert" within the laboratory of the plant during the manufacturing process.

To assess the quality of the Camembert and to control the hygienic quality and microbiological characteristics of the product These analyzes are carried out, the results obtained have been compared to regulatory standards allowing the assessment of the quality of the product.

Keywords: quality, pie chart, monitoring, manufacturing process, analyses, results, standards.



Introduction

Le lait et ses dérivés font partie des aliments qui occupent une grande place sur la table des algériens. En effet, l'Algérie est le premier consommateur du lait au Maghreb et cela à un taux estimé d'environ 5,5 milliards de litres par an.

Le lait et les produits laitiers constituent des denrées alimentaires d'origine animale de très grande valeur nutritive en raison de leur richesse en protéines, en calcium et en vitamines. Selon l'Organisation Mondiale de l'Alimentation (FAO) environ 40% du lait produit dans le monde est transformé en fromage la transformation du lait en fromage permet de conserver les principaux constituants du lait, tout en offrant une plus grande variété de produits (**Fredot, 2005**).

Le fromage est consommé à la fois en tant qu'ingrédient dans les plats traditionnels et en tant que produit à part entière. En Algérie, La consommation et la production du fromage est en constante évolution avec de plus en plus de fromageries qui cherchent à produire des fromages de qualité supérieure. Divers fromages sont produits à savoir des fromages à pâte dure, des fromages frais, des fromages traditionnels et des fromages à pâte molle et à croûte fleurie dont le Camembert. Le camembert est un fromage français à pâte molle et à croûte fleurie, très apprécié pour son goût crémeux et sa texture fondante. En Algérie, où la cuisine française a une forte influence, le camembert est devenu populaire parmi les amateurs de fromage.

La fabrication des fromages peut présenter des risques sanitaires importants en raison de la matière première utilisée, à savoir le lait. Le lait est une matière périssable qui nécessite un environnement adapté pour éviter la prolifération de microorganismes nuisibles. Ces derniers peuvent être à l'origine d'intoxications alimentaires, ce qui peut avoir des conséquences graves pour la santé des consommateurs.

Afin de mettre à la disposition du consommateur un produit de bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, les unités de production sont dans l'obligation de mettre en place des mesures de prévention tout au long du processus de fabrication du fromage, notamment la mise en place de contrôles tout au long de la chaîne de production, ainsi que la formation des producteurs et des travailleurs sur les bonnes pratiques d'hygiène et de sécurité alimentaire et le respect des normes réglementaires préétablies par le ministère du commerce.

Dans ce contexte s'inscrit notre travail qui consiste à suivre les paramètres physicochimiques et microbiologique au cours de fabrication du fromage type camembert au sein de la laiterie « TASSILI »

Synthèse bibliographiques

I / Synthèse bibliographique

1.1. Généralités et composition du lait

1.1.1. Définition du lait

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

En 1999, le Codex Alimentarius a défini le lait comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou transformé.

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

1.1.2. Composition globale du lait

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la teneur de ses composants. Parmi les principaux composants, on trouve : l'eau, les glucides, la matière grasse, les minéraux, les protéines et les vitamines.

➤ L'eau

L'eau est le constituant principal du lait, représentant environ 89% du lait avec une teneur moyenne de 902 g.L⁻¹(**Camus et Rigourd, 2017**). Son caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substitutions polaires telle que les glucides, les minéraux et des solutions colloïdales avec les protéines.

➤ Les glucides

Le glucose et le lactose sont les principaux constituants du lait avec une teneur de 4,8(g/100g) de glucides dans le lait et une teneur de 4.7 (g/100g) de lactose dans le lait. Le lactose est connu pour avoir un faible pouvoir sucrant comparativement à ceux du saccharose et du glucose et il est assimilé après hydrolyse en présence de l'enzyme "lactase" au niveau de l'intestin grêle (**Pougheon et Goursaud, 2001**) .

Le lactose est un sucre fermentescible, il est dégradé en acide lactique par des bactéries lactiques ce qui provoque un abaissement du pH du lait entraînant sa coagulation qui est une propriété indispensable pour la fabrication de fromages et de laits fermentés.

➤ **La matière grasse**

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%), dont sa teneur moyenne varie en fonction des conditions d'élevage, de la race de la vache et de la période de lactation (Jeantet *et al.*,2007). En général, le lait de vache contient environ 3.55g/100g de lait (Fredot, 2006).

Cette matière grasse est caractérisée par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, qui sont principalement des acides gras saturés (tableau I).

Tableau I : Composition du lait en acides gras comparativement à d'autres matières grasses

Acide gras	Lait	Huile de maïs	Huile d'olive
Butyrique	9		
Caproïque	5		
Caprylique	2		
Caprique	4		
Laurique	3		
Myristique	10		
Pentadecanoïque	1		
Palmitique	23	14	11
Palmitoléique	2		1
Stéarique	12	2	3
Oléique	23	34	79
Linoléique	2	48	5
Linoléénique	1	1	1
Arachidique		1	
Autres	3		

➤ **Les protéines**

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ils sont considérés comme le principal composant du lait, ce qui a un impact important sur sa valeur nutritionnelle et son aptitude technologique. La teneur en protéines du lait est de 32,7 g/L, ils se répartissent en deux principaux groupes : caséines et les protéines de lactosérum (**Jeanttetet al., 2007**).

Les caséines représentent 80% des protéines totales du lait de vache, elles se trouvent dans le lait sous forme d'un complexe de diverses caséines liées à du phosphate de calcium colloïdal appelé micelles ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Ces protéines sont sensibles au pH du milieu et l'acidification du milieu à pH 4,6 provoque leur coagulation. Tandis que les protéines de lactosérum tandis que les protéines de lactosérum représentent environ 20% (**Jean et Dijon ,1993**).

➤ **L'extrait sec**

Il existe deux types d'extrait sec dans le lait : l'extrait sec total (EST) et l'extrait sec dégraissé (ESD). L'EST est également appelé matière sèche et représente la totalité des constituants du lait à l'exception de l'eau. L'ESD, quant à lui, est la matière sèche du lait sans la matière grasse Selon (**Abotayeb ,2011**). En moyenne, l'EST du lait est de 13,1%, tandis que l'ESD est de 9,2%. Selon la **FAO (2010)**, l'EST est de 125 g/l et l'ESD est de 90 à 95 g/l.

➤ **Les minéraux**

Selon **Gaucheron (2004)**, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux, dont les principaux sont le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations et phosphate, le chlorure et le citrate pour les anions. La valeur moyenne de leur concentration dans le lait est donnée dans le tableau II.

Tableau II : Composition des minéraux du lait

Mg	Na	Ca	K	S	P	Cl	Citrates
0.12g/l	0.58g/l	1.23g/l	1.41g/l	0.30g/l	0.95g/l	1.19g/l	1.6g/l

➤ **Les vitamines**

Selon **Vignola (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. Le lait et les produits laitiers apportent principalement des vitamines du groupe B, de la vitamine A, ainsi que de la vitamine D.

1.2. Principales caractéristiques du lait

1.2.1. Caractéristiques organoleptiques

❖ **La couleur**

Selon l'office régional du lait et des produits laitiers de l'est, le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène (la vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait)

❖ **L'odeur**

Selon **Viering (1984)**, l'odeur caractéristique du lait est due à la matière grasse qu'il contient et qui fixe les odeurs liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation et à la conservation. De plus, les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, ce qui peut donner au lait une forte odeur. De même, l'acidification du lait par l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette.

❖ **La saveur**

La saveur du lait peut varier en fonction de son traitement thermique et de la santé de l'animal. Le lait cru a tendance à avoir une saveur agréable et légèrement sucrée, tandis que le lait chauffé (pasteurisé, stérilisé) peut avoir un goût légèrement différent. Par contre, le lait d'animaux atteints d'affections mammaires peut présenter des altérations dans sa composition et un goût salé.

1.2.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait

❖ **La densité**

La densité du lait est liée à sa richesse en matières sèches, mais elle est également influencée par sa teneur en matière grasse.

Un lait enrichi en matière grasse a une densité faible alors qu'un lait écrémé a une densité élevée (**Mathieu, 1999**).

Le pH

Le lait de vache a un pH compris entre 6,6 et 6,8, ce qui est dû à la présence de substances acides telles que les caséines, les ions phosphoriques et citriques (**Alais, 1984**). Le pH du lait varie en fonction du type de lait(espèces), conditions de stockage, la température et stade de lactation.

❖ L'Acidité

Selon **Jane et Dijon (2005)**, l'acidité du lait est due à plusieurs facteurs, notamment les caséines, les groupes phosphate, le dioxyde de carbone, les acides organiques présents dans le lait, ainsi qu'à l'acide lactique formé lors de la fermentation lactique. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, il est souvent utilisé pour exprimer l'acidité titrée du lait, qui peut être mesurée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degrés Dornic. Il est important de noter que l'acidité du lait frais doit être comprise entre 14 et 18 degrés Dornic pour garantir sa qualité et sa sécurité alimentaire (**Vierlinge, 2003**).

❖ Point d'ébullition

Ont défini le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés (**Amiot et al., 2002**). Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C.

❖ La viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes, émulsifiées et dissoutes telles que les caséines et la matière grasse. Cependant, la viscosité du lait peut également être influencée par des paramètres technologiques tels que la température, le pH, la présence d'additifs et le traitement thermique (**Amiot et al., 2002**).

1.2.3. Caractéristiques microbiologiques

Le lait fait partie des denrées alimentaires ciblées par les microorganismes. En raison de son acidité et de sa composition chimique, il est considéré comme étant un environnement propice à la propagation microbienne. La flore microbienne autochtone du lait joue un rôle majeur dans sa forme technologique et celle de ses dérivés, c'est la raison de la diversité des goûts, textures et odeurs.

Les microorganismes entrant dans la composition des laits crus sont principalement les bactéries et les champignons. Les bactéries prédominantes appartiennent majoritairement à la famille des *Streptococcaceae* et des *Enterobacteriaceae*. Parmi les levures et les moisissures, on retrouve les espèces : *Debaryomyceshansenii*, *Geotrichumcandidum* et *Aspergillus Flavus* (Gécilecallon *et al.*, 2011).

En outre, le lait cru peut contenir divers virus et protozoaires, tels que les entérovirus, qui peuvent causer des infections chez les consommateurs. C'est pourquoi les industries laitières sont tenues de suivre des normes sanitaires strictes et de mettre en place des protocoles rigoureux pour éliminer toute infection microbienne qui pourrait compromettre la qualité du produit (Gécilecallon *et al.*, 2011).

1.3. Facteurs de variations de la composition du lait

La composition du lait peut varier en fonction de différents facteurs. Qu'ils soient intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire, etc.) ou extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (Coulon ,1994)

1.3.1. Facteurs intrinsèques

❖ Facteurs génétiques

D'après Pougheon et Goursaud (2001), il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès.

❖ Stade de lactation

Au cours de la lactation, la teneur en matière grasse, en matières protéines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de protéines sont élevés à la mise-bas, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique.

Les laits de la fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (**Meyer et Denis, 1999**).

❖ **Age et nombre de la mise-bas**

Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, surtout en caséines. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle en fonction de l'âge, le nombre de mammites croit et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**Mahieu, 1985**). Selon **Veisseyr (1979)** la quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au 5^{ème}, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7eme.

❖ **Etat sanitaire**

Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers et peuvent avoir des conséquences importantes sur la qualité du lait et des produits laitiers dérivés. Lorsqu'une vache est infectée, les leucocytes, qui sont des cellules immunitaires, réagissent pour combattre l'infection. Cette réaction immunitaire peut entraîner des modifications considérables dans la composition du lait. En plus de la modification de la composition du lait, les mammites peuvent également altérer l'aptitude à la coagulation des laits et le rendement fromagère (**Toureaudet al., 2004**).

1.3.2. Facteurs extrinsèques

❖ **Alimentation**

L'alimentation exerce une action spécifique sur la composition du lait, elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines.

Le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (**Coulon et Hoden, 1991**). Certains aliments peuvent communiquer au lait des défauts organoleptiques (savoir la moutarde, les choux, les navets).

❖ **Saison et climat**

La saison a une influence importante sur la composition du lait, notamment sur le taux de protéine et le taux butyreux. A partir des travaux réalisés par **Spike et Freeman (1967)** et cités par (**Coulon et al., 1991**), il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en mois décembre. A l'inverse, les taux butyreux et protéique du lait sont les

plus faibles en été et les plus élevés en hiver. Chez des vaches de type pie noire, ils atteignent 3g/Kg pour le taux butyreux et près de 2g/Kg pour le taux protéique.

1.4. Les fromages

1.4.1. Définition

Le fromage est défini par FAO comme étant un produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir d'une matière d'origine exclusivement laitière suivante : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisée seule ou en mélange et coagulée en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse.

Selon le Codex Alimentarius, le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, obtenu par coagulation du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation.

Sur le plan nutritionnel, le fromage est un aliment noble grâce à ses protéines de haute valeur biologique et à sa richesse en minéraux. Leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par toutes les tranches d'âge.

1.4.2. Composition nutritionnelle des fromages

L'intérêt alimentaire des fromages présente de nombreux points communs avec celui du lait (sources de calcium, de protéines animales, etc.). Toutefois, leur fabrication s'accompagne de modifications de composition et de valeur nutritionnelle (**Fredot, 2009**).

1.4.2.1. Les protéines

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent de 10 à 30% de protéines. Ce sont les aliments les plus riches en protéines, en particulier les fromages à pâte pressée dont la teneur en protéines (30%) dépasse celle de la viande (20%). 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 Berthier, 1997**).

1.4.2.2. Les lipides

Le taux de matière grasse pour 100 g de matière sèche des fromages issus de lait entiers se situe autour de 50%. De la crème doit être ajoutée pour parvenir à des taux supérieurs. Des fromages de grande consommation, notamment parmi les fromages fondus et les pâtes fraîches présentent des taux de matière grasse/matière sèche qui atteignent 65 à 75% (**Favire, 1986**).

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage. Au cours de la maturation se produit, sous l'influence de lipases microbiennes, une lipolyse limitée avec formation d'acides gras libres qui va de 0,25% de la matière grasse dans le camembert frais à 6,4% dans le camembert très affiné. Certains de ces acides gras sont volatils et interviennent dans la formation de l'arôme. Les lipides du lait se trouvent dans le fromage sous forme émulsionnée, ce qui les rend plus digestibles (**Dillon et Berthier, 1997**).

1.4.2.3. Les glucides

Les fromages affinés ne contiennent en général pas de glucides ; la petite quantité de lactose restant dans le caillé en fin d'égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Cependant, dans les fromages frais, peu égouttés et peu fermentés, on trouve des quantités appréciables de lactose, d'acides lactique et citrique. Il en est de même dans les fromages fondus additionnés de lactose et d'acide citrique au cours de la fabrication.

Selon **Fredot (2009)**, la teneur moyenne en glucides est ainsi de : - 3,5% dans les fromages frais non sucrés ; - 20% environ dans les fromages frais sucrés ou aux fruits ; - négligeable dans les fromages affinés : ils peuvent donc être consommés dans les régimes appauvris en lactose.

1.4.2.4. Le calcium

Les fromages sont une excellente source de calcium, un minéral essentiel pour la santé des os et des dents. Cependant, la teneur en calcium des fromages peut varier considérablement en fonction de leur mode de fabrication. Les fromages à pâte dure, comme le parmesan, l'emmental et le beaufort, sont en effet les plus riches en calcium, avec une teneur moyenne de 1100 mg à 1200 mg pour 100 g. Ces fromages sont fabriqués à partir de lait caillé pressé et sont souvent affinés pendant plusieurs mois, ce qui leur confère leur texture dure et leur saveur intense.

En revanche, les fromages à pâte molle, comme la brie, ont une teneur en calcium plus faible, avec environ 200 mg pour 100 g. Ces fromages sont fabriqués à partir de lait caillé non pressé, ce qui leur donne leur texture crémeuse.

Il est important de noter que la teneur en calcium des fromages peut également varier en fonction de leur teneur en matières grasses. Les fromages allégés ont souvent une teneur en calcium plus faible que les fromages traditionnels.

1.4.2.5. Le sodium

Le sodium est un élément indispensable au fromage, car il contribue à son goût, sa texture, sa fabrication en favorisant la croissance d'une bonne flore microbienne, et il est nécessaire pour la conservation des fromages.

La teneur en sodium dans le fromage peut varier considérablement en fonction du type de fromage et de son processus de fabrication. Les fromages frais non assaisonnés ont généralement une teneur en sodium plus faible, avec une moyenne d'environ 30 mg de sodium pour 100 g de fromage. Cependant, il est important de noter que cette valeur peut varier d'un fromage à l'autre. En revanche, les fromages fermentés, tels que les fromages affinés, peuvent avoir une teneur en sodium plus élevée. Les fromages fermentés peuvent contenir entre 200 et 1600 mg de sodium pour 100 g de fromage, en fonction du type de fromage et de sa durée d'affinage.

1.4.2.6. Les vitamines

Le fromage est la source de nombreuses vitamines, notamment la vitamine B2 qui transforme les aliments en énergie ou la vitamine B12 qui agit contre le stress et la fatigue. Les fromages sont riches aussi en vitamine D la teneur en vitamine D des fromages à pâte molle et croûte fleurie apportent environ 0,12 microgrammes /30 g, celle des fromages à pâte pressée cuite, d'environ 0,08 microgramme/30 g.

1.4.3. Les grandes familles du fromage

Il existe une multitude de variétés de fromages qui diffèrent par leur goût, leur odeur, leur texture et leur forme. Cette diversité des fromages dépend de l'origine du lait (y compris le régime alimentaire de l'animale), de la manière dont le lait est transformé de son traitement thermique (lait pasteurisé). Les fromages peuvent être classés en trois grandes familles.

❖ **Les fromages à pâte fraîche**

Fromage à pâte fraîche est une appellation désignant un fromage jeune, sans croûte formée, élaboré à partir de lait, lait écrémé, de petit-lait ou de composants du lait (caséine et matières grasses), et dont la pâte n'a pas été affinée. Le lait sous l'action de la présure et des ferments lactiques se transforme pour devenir du caillé. Celui-ci est ensuite égoutté pour extraire le lactosérum (petit-lait). Certaines variétés de fromages frais sont ensuite moulées (**Martinez, 2009**).

Les fromages frais sont caractérisés par leur texture douce et humide (taux d'humidité est supérieur à 60%) et ils sont généralement consommés peu de temps après leur fabrication.



Figure 1 : Fromage frais.

❖ **Les fromages à pâte pressée**

Il s'agit des fromages dont le caillé est pressé après soutirage, puis mis à l'affinage (**Martinez, 2009**) En effet, le caillé est pressé au moment du moulage afin d'éliminer tout le lactosérum, avant de passer à l'affinage. Ils contiennent moins d'eau que les fromages frais, mais contenant plus de sels minéraux dont les sels de calcium (**Parente et Cogan, 2004 ; Yildiz, 2010**). Les fromages à pâte pressée sont caractérisés par leur texture ferme et leur capacité à être râpés. Ils subissent un processus d'affinage plus long, ce qui leur confère des saveurs plus prononcées et une texture plus dense.



Figure 2 : Fromage à pâte pressée cuite.

❖ **Les fromages à pâte molle**

Les fromages à pâte molle sont définis dans la norme internationale de Codex Alimentaires (**CODEX STAN A-6-1973. Adopté en 1973**) comme étant tous les fromages dont l'extrait sec dépasse 67% durant la période de saumurage. Ces fromages de type munster ou pont-l'évêque se caractérisent par une flore bactérienne de surface formée en grande partie par les bactéries *Corynéformes* et les *Micrococcaceae* (**Mahaut et al., 2000**).

Selon la conduite de l'affinage, deux types de croûte peuvent se développer sur les fromages à pâte molle permettant de diviser cette famille en deux sous-familles (**Nadège, 2015**):

- ❖ Les pâtes molles à croûte fleurie (brie, camembert, coulommiers, etc.)
- ❖ Les pâtes molles à croûte lavée ou croûte margée (époisses, livarot, maroilles, munster, etc.).



Figure 3 : Fromage à pâte molles à croûte lavée

1.5. Le camembert

1.5.1. Définition et caractères principales

La définition du camembert selon **Veisseyre (1975)** est celle d'un fromage à pâte molle, à caillé non divisé, en forme de cylindre plat, affiné en surface, principalement par des moisissures. Cette définition est conforme à la norme générale pour le fromage (CODEX Stan 283-1978), qui stipule que le camembert est un fromage à égouttage spontané, à caillé non divisé. Le camembert a un diamètre de 10 à 11 cm et une épaisseur de 3 cm. Il contient au moins 40 % de matière grasse et 110 g de matière sèche.



Figure 4 : Fromage à pâte molle type camembert.

1.5.2. Composition et valeur nutritionnelle

Le Camembert est une excellente source de protéines, avec une teneur en matière azotée allant de 30 à 50 % de matière sèche, selon son mode d'élaboration. Les protéines du Camembert ont une digestibilité élevée et une valeur biologique élevée en raison de leur composition équilibrée en acides aminés et de leur capacité à former une pâte fromagère très appréciée par les consommateurs dans le monde entier (**Mietton, 1995**).

La matière grasse du Camembert, qui représente entre 25 et 40 % de sa composition, est responsable de l'onctuosité de la pâte et contribue à la saveur caractéristique du fromage (**Neelakantenet al., 1971**).

Le lactose, quant à lui, est pratiquement absent des fromages affinés comme le Camembert, car la faible quantité de lactose restant dans le caillé après égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage.

Le Camembert est également une source importante de calcium, avec une teneur allant de 200 à 700 mg pour 100 g de fromage. Il contient également du phosphore, du sodium et des vitamines (Eck,1990). La composition moyenne de fromage à pâte molle de type camembert est donnée dans le tableau (Guégen, 1979).

La composition moyenne de fromage à pâte molle de type camembert est donnée dans le tableau IV (Guégen, 1979).

Tableau IV : Composition moyenne de fromage à pâte molle de type camembert.

Valeurs nutritionnelles pou 100 g	Valeurs
Energie	276 kcal
Protéines	20g
Lipides	21.9g
Glucides	0.1g
Eau	54.9g

1.5.3. Le processus technologique de la fabrication du camembert

➤ **Traitements préliminaires du lait**

Les laits réceptionnés sont triés en éliminant ceux inappropriés à la transformation fromagère (laits plus ou moins acides ayant une charge microbienne importante). Après un entreposage à basse température (3-4°C), ils vont subir certains traitements technologiques, notamment l'homogénéisation et le traitement thermique qui ont pour objectif de permettre l'obtention d'un produit dérivé de qualité appréciable avec un bon rendement de fabrication (Miranda et Gripon, 1986).

Néanmoins, il a été établi que ces traitements quand ils sont pratiqués d'une façon anarchique engendrent plutôt des modifications physico-chimiques et nutritionnelles préjudiciables (Lemieux et al., 1994).

➤ **Standardisation**

Elle consiste à donner au lait la composition correspondante à celle du fromage à élaborer. Elle est réalisée par un ajustement de la teneur en matière grasse qui doit être autour de 28 g/l de lait et parfois du taux de protéines qui doit être supérieur à 31 g/kg de fromage (Thapon, 2005).

➤ **Homogénéisation**

L'homogénéisation du lait est un procédé utilisé dans l'industrie laitière pour stabiliser l'émulsion de la matière grasse du lait et éviter la séparation de la crème. Ce processus consiste à faire éclater les globules de matière grasse en fines particules, ce qui permet de les disperser de manière homogène dans la phase aqueuse du lait. L'homogénéisation est inutile pour les laits concentrés sucrés, facultative pour le lait pasteurisé, mais indispensable pour les autres types de lait (**Abdoune, 2003**)

➤ **Traitements thermiques du lait (Pasteurisation)**

La pasteurisation du lait est le processus thermique par lequel tous les agents pathogènes possibles dans sa composition sont réduits au minimum : bactéries, moisissures, protozoaires, elle consistait à mettre le lait dans un récipient fermé et à le chauffer à une température supérieure à 44 °C pendant un court moment, pour éliminer les agents pathogènes qu'il pourrait contenir. Aujourd'hui, la pasteurisation est un processus important pour la sécurité alimentaire et la conservation du lait. Elle retarde l'acidification et la coagulation du lait, prolongeant ainsi sa durée de conservation et sa valeur marchande

➤ **Ensemencement – Maturation**

C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée. Le lait estensemencé par les levains lactiques à raison de 1,5 à 2% dans le but d'élever l'acidité de ce dernier, ensuite le phosphate mono-calcique et le calcium sont ajoutés afin de faciliter l'égouttage et de rétablir le temps de prise et de coagulation (**Lenoir et al., 1983**).

➤ **Coagulation du lait**

La coagulation du lait résulte de l'association des micelles de caséine plus au moins modifiées. Cette agglomération mène à la formation d'un coagulum dont le volume est égal à celui du lait mis en œuvre. Ces modifications physico-chimiques des caséines sont induites soit par acidification soit par action d'enzymes coagulantes (**Eck, 2006**).

➤ **Découpage et tranchage**

Le découpage du caillé est une étape importante dans le processus de fabrication du fromage. Il s'agit d'une action mécanique réalisée en cuve à l'aide de couteaux spéciaux. L'objectif du découpage est de couper le coagulum en petits grains de taille uniforme, généralement d'environ 2 à 2,5 cm de côté. Le découpage du caillé doit être effectué avant que le coagulum ne devienne

trop imperméable et ferme. En coupant le coagulum à ce stade, on permet à l'humidité de s'échapper plus facilement et de favoriser le drainage du lactosérum. Cela contribue à la formation d'une texture adéquate dans le fromage final (**Eck, 1987**).

➤ **Brassage**

Le brassage vise à activer l'égouttage en renouvelant les surfaces d'exsudation du sérum. Lorsque le caillé se forme, les grains ont tendance à s'agglomérer en amas. Cette agglomération peut entraîner une réduction de la surface d'exposition du sérum, ce qui ralentit le processus d'égouttage. De plus, les grains de caillé peuvent se repolymériser, ce qui signifie qu'ils se réunissent et se fusionnent, formant des structures plus grandes et plus compactes (**Eck, 1987**).

Le brassage consiste à remuer délicatement le caillé pendant une période donnée. Ce mouvement permet de séparer les grains agglomérés et de renouveler les surfaces d'exsudation du sérum. En remuant le caillé, on facilite l'élimination du lactosérum, qui se fait plus rapidement et de manière plus complète (**Eck, 1987**).

➤ **Moulage**



Figure 5 : Moulage des camemberts

➤ **Egouttage**

C'est l'étape qui permet la séparation du lactosérum du caillé. Son but est non seulement d'ajuster la teneur en eau du caillé mais aussi la minéralisation de ce dernier et son délactosage. Selon **Bertrand (1988)**, il est possible de distinguer dans cette phase deux actions complémentaires :

- ❖ Expulsion du sérum par le coagulum qui se contracte et se concentre (synérèse)
- ❖ Séparation du sérum et du caillé par action physique.

➤ **Démoulage**

Le démoulage s'effectue après 24 à 48h de l'égouttage, il consiste à récupérer les caillés de leurs moules soit manuellement par retournement soit par des démouleuses automatiques. Cette opération a pour but d'améliorer l'égouttage du caillé et atteindre un extrait sec convenable. Le premier retournement s'effectue après 6 à 7 heures, lorsque les caillés vont atteindre la moitié du moule, le deuxième retournement après 10 à 15 heures (**Mietton, 1987**).

➤ **Salage**

Cette opération est l'une des phases principales de la fabrication des fromages, elle est indispensable lorsque les caillés sont destinés à subir un affinage (**Meurel, 1986**). Selon **Djenane (1991)**, le salage consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium à un taux moyen de 2%. On reconnaît habituellement au chlorure de sodium incorporé dans le fromage différents rôles :

- ❖ Il complète l'égouttage des fromages ;
- ❖ Il modifie également l'hydratation des protéines ;
- ❖ Il règle l'activité de l'eau ;
- ❖ Il apporte son goût caractéristique.

➤ **Ressuyage**

Cette opération s'effectue avant l'affinage, elle consiste en un séchage en surface (élimination de la pellicule d'eau), ce qui permet d'éviter toute contamination par l'eau. La pulvérisation du pénicillium est réalisée en même temps qu'un ressuyage de la surface (**Jouve, 1996**). Cette étape a pour objectif d'assécher la surface de fromage et de favoriser le développement de la flore recherchée.

➤ **Affinage**

Il est défini comme étant une étape finale qui consiste à réaliser la maturation du fromage par voie enzymatique dans des hâloirs ou s'effectue le développement de la croûte fleurie de pénicillium pendant une durée s'étalant de 12 à 14 jours à une température de 12 à 13°C et une humidité de 85-90% (**Cholet, 2006**).

Cependant, il est important de noter que la maîtrise de la température, de l'humidité, de la vitesse de circulation de l'air et de son renouvellement dans les locaux d'affinage est cruciale à chaque étape de l'affinage du fromage (**Luquet, 1990**).

Ces facteurs peuvent affecter la qualité, la texture et le goût du fromage, et doivent donc être régulés avec soin pour obtenir un produit final de qualité supérieure.

Selon **Mietton (1995)**, L'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques qui se déroulent simultanément à savoir :

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



Figure 6 : Affinage du Camembert.

➤ **Conditionnement**

Dans la fabrication fromagère, le conditionnement est une étape cruciale pour garantir la qualité et la sécurité du produit final. L'emballage est essentiel pour protéger le fromage contre les microbes, les infestations et les mauvaises odeurs de l'environnement. Il permet également de préserver l'humidité du fromage, ce qui est important pour maintenir sa texture et son goût.

Il existe différents types d'emballages qui peuvent être utilisés pour conditionner les fromages, tels que les plastiques, les résines, l'aluminium, les boîtes en carton, le polyéthylène et le polyvinyle. Cependant, il est important de choisir un emballage qui soit étanche, propre et inerte, conformément aux normes en vigueur cités dans le journal officiel algérien.

Matériels et méthodes

II. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de l'unité « TASSILI »

La laiterie-fromagerie **TASSILI** est une entreprise algérienne de renom dans le domaine de la production de produits laitiers et fromagers. Elle est située dans la ville de Draa Ben Khedda, dans la wilaya de Tizi Ouzou, en Algérie.

Créé en 1971, dans le cadre de l'Office National Algérien du Lait et des Produits Laitiers (**ONALAIT**) et de ses trois offices régionaux (**ORELAC. ORELAIT. OROLAIT**), dont l'objectif principale était de répondre au développement et aux besoins laitiers de la wilaya de Tizi-Ouzou.

La laiterie propose une large gamme de produits, notamment du lait, du yaourt, du fromage blanc, du fromage fondu, du fromage de chèvre, du fromage de vache, et bien d'autres encore. Elle s'engage également à respecter les normes de sécurité alimentaire les plus strictes, afin de garantir la qualité et la sécurité de ses produits.

Notre stage a été réalisé dans l'atelier de fabrication du camembert durant les mois de Mai et Juin, où nous avons suivi les différentes opérations de confection du fromage depuis la réception du lait jusqu'à la distribution du produit fini. L'atelier « camembert » dispose de plusieurs salles :

- la salle de la maturation du lait
- la salle de moulage
- la salle d'égouttage
- la salle de salage
- la salle ressuyage
- la salle pour affinage
- la salle de conditionnement
- les chambres froide pour les stockages.

La disposition et l'aménagement des différentes salles sont conçus de façon à permettre au fromager de travailler dans des meilleures conditions de confort, d'hygiène et de sécurité.

2. 1.1. Processus de fabrication du camembert à l'unité TASSILI

L'unité de production TASSILI fabrique le fromage type camembert à partir de lait de vache cru collecté localement et transporté dans des citernes isothermes jusqu'à l'unité, les étapes de transformation du lait en camembert sont résumées dans la figure N12.

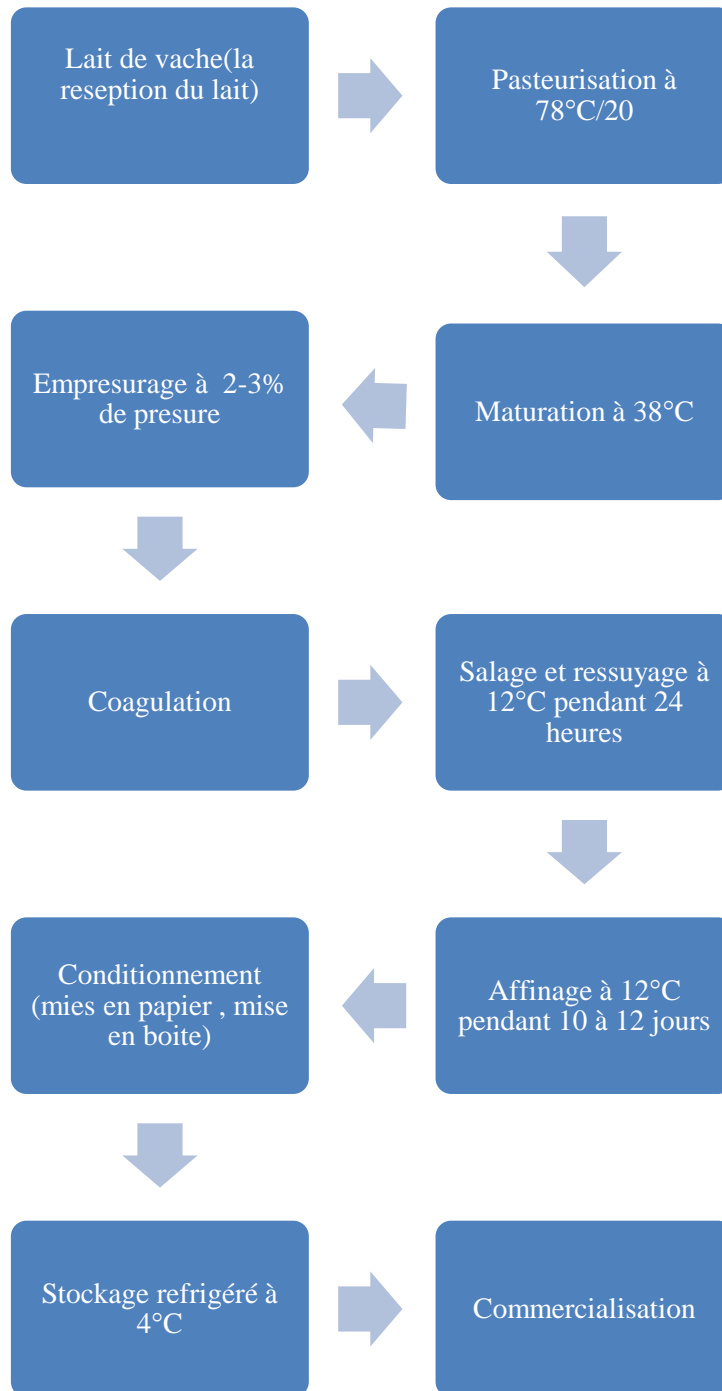


Figure 12 : Diagramme de fabrication du camembert a laiterie TASSILI de Tizi-Ouzou

- **Préchauffage du lait**

Le lait collecté subit un préchauffage à une température de 35°C avant de subir la pasteurisation et cela pour éviter le choc thermique aux protéines du lait.

- **Pasteurisation**

Le lait ainsi chauffé passe dans un pasteurisateur réglé au barème de 78°C pendant 20 secondes.

- **Refroidissement**

On ramène la température du lait à 38°C qui est indispensable à l'étape suivante « la maturation ».

- **Maturation**

Dans cette étape le lait atteint une acidité de 23-24°D (environ pH = 6,3) à 38°C par l'ensemencement avec des levains lactiques (un mélange de bactéries thermophiles et mésophiles), ainsi pour rétablir l'équilibre salin du lait on ajoute le chlorure de calcium CaCl_2 à raison de 10%.

- **Emprésurage du lait et coagulation**

Pour les productions fromagères à partir du lait frais, la quantité de présure à utiliser est de 2 à 3 %.



Figure 7 : coagulation du lait dans les tanks.

- **Décaillage et brassage**

Après coagulation, le caillé est découpé en petits cubes grâce à des grilles « tranche caillé », ce qui va libérer le lactosérum puis des brassages successifs sont effectués pour faciliter la remontée du sérum lequel sera soutiré.



Figure 8 : Brassage du caillé de camembert

- **Moulage et égouttage**

Le caillé brassé est mis dans des moules laissant échapper le sérum, qui seront acheminés ensuite dans des chambres à égouttage de température qui varie entre 25-27°C où on procède à deux retournements après 45minutes et après 2 heures de temps et dans le cas où le caillé est humide un troisième retournement est effectué afin d’avoir une meilleure exsudation du lactosérum .



Figure 9 : Moulage et égouttage de caillé du camembert.

- **Salage et ressuyage**

Après démoulage, le salage est effectué à une température de 12°C en utilisant des saumures ayant une concentration en sel (Ca Cl_2) entre 150 à 170 g/l pendant 35 à 40 minutes. Après le salage, les fromages sont envoyés dans une salle de ressuyage pour une durée de 24 heures à une température de 12°C en effectuant un retournement.



Figure 10 : ressuyage du camembert.

- **Affinage**

Après le ressuyage, les fromages sont introduits dans des hâloirs à une température de 12°C pendant une durée de 10 à 12 jours, durant cette période les fromages sont pulvérisés de *Penicillium camemberti*, en effectuant des retournements tous les deux jours.



Figure 11 : l'affinage du camembert.

- **Conditionnement**

Le conditionnement du camembert en vue de sa vente doit assurer sa protection contre les agents extérieurs, durant le délai de consommation. Le meilleur conditionnement consiste à emballer le camembert dans du papier cellulosique et le placer dans des boîtes en carton.

2.2. Matériels

Le matériel, l'appareillage, les produits chimiques et réactifs utilisés dans notre étude sont cités dans l'annexe 01.

2.2.1. Matériel biologique

2.2.2. Echantillons du lait « la matière première »

Dans la fabrication du camembert, la matière première utilisée est du lait de vache cru, qui est prévenu de plusieurs régions (plusieurs fournisseurs). Le lait est transporté à l'usine dans des camion-citerne spécialement conçus à cet effet.

2.3. Méthodes d'analyses

Les analyses microbiologiques et physicochimiques effectuées ainsi que la méthode d'échantillonnage à différentes étapes de fabrication sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau V : Paramètres physicochimiques et microbiologique mesurés aux différents points d'échantillonnage

Etape de fabrication		échantillonnage	Paramètres analysés
Matière première (Lait de vache cru)	à la réception	Le lait non pasteurisé est prélevé par une louche stérile puis verser dans le flacon d'échantillonnage (le flacon n'est pas rempli entièrement : environ 2/3).	Physicochimique : pH, acidité titrable, densité, teneur en matière grasse, extrait sec total, extrait sec dégraissé, humidité, test de détestation des antibiotiques.
	après pasteurisation	Le prélèvement du lait pasteurisé est effectué directement dans un flacon stérile de 225 ml, après avoir désinfecté le robinet de prise d'échantillon par flambage, et laisser couler une quantité de liquide.	Microbiologie : salmonelles, <i>Escherichia coli</i> , <i>staphylocoques</i> , <i>listeria monocytogenes</i> .
Salage		Après le salage on prend un échantillon du camembert pour l'analyse	Physicochimique : ph, acidité titrable, matière grasse, extrait sec total, extrait sec dégraissé.
Produit fini (après 12 j de l'affinage)		Pour le produit fini «le camembert», il est découpé en 4 secteurs à l'aide d'une spatule stérile pour prélever la partie fraîche «le cœur du fromage»	Microbiologique : <i>salmonelles</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>staphylocoques</i> , <i>listeria monocytogenes</i> Physicochimique : pH, matière grasse, extrait sec total, extrait sec dégraissé,

2.3.1. Méthodes physicochimiques

Les analyses physico-chimiques sont effectuées dans le but de vérifier la composition et la qualité physico-chimique des produits en analysant la matière première « lait cru » utilisé dans la fabrication du camembert de la première étape jusqu'au produit fini « camembert ».

2.3.1.1. Mesure du pH

La mesure de pH est effectuée à une température du lait de +20 °C à l'arrivée des échantillons au laboratoire, la valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre préalablement étalonné après immersion de son électrode dans l'échantillon à analyser.

2.3.1.2. Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable est réalisée selon Journal Officielle de la République Algérienne N° 58 4 novembre 2015 qui consiste à neutraliser l'acide lactique contenant dans l'échantillon à l'aide d'une solution alcaline en présence de phénolphthaléine comme un indicateur coloré.

10 ml du lait additionné de 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine (1% dans l'alcool à 95%) sont titrés par une solution de soude (NaOH, 0,11 N) jusqu'au virage au rose. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes et le volume versé est noté.

L'acidité titra blé, exprimée en degré Dornic (°D), est donnée par une lecture directe sur la burette du volume de NaOH multiplie par 10

2.3.1.3. Détermination de la densité

C'est le poids en kilos d'un litre de lait à 15°C, le lait est versé dans l'éprouvette de 250 ml, tenue inclinée afin d'éviter la formation des mousses ou de bulles d'air. Le lactodensimètre est plongé verticalement dans l'éprouvette. Après sa stabilisation, on lit la valeur de densité sur l'échelle à la surface de lait.

Le lactodensimètre donne une valeur exacte à la température de 15°C. Si la température du lait est inférieure ou supérieure, il est nécessaire d'effectuer une correction, On ajoute 0,2 par degré au-dessus de 15°C et on retranche 0,2 par degré au-dessous de 15°C.

2.3.1.4. Détermination du taux de matière grasse

La teneur en matière grasse est déterminée selon la méthode de référence de GERBER ou également méthode acido-butyrométrique. Elle consiste à faire réagir le lait avec une solution de sulfate de cuivre et de l'acide sulfurique, ce qui provoque la formation d'un précipité de matière grasse qui sera ensuite séparée du reste du lait par centrifugation.

Dans un butyromètre à lait, on introduit 10 ml d'acide sulfurique en évitant de mouiller le col du butyromètre, puis on ajoute 11 ml du lait à analyser à l'aide d'une pipette en évitant un mélange prématuré du lait avec l'acide. Puis, on verse à la surface du lait 1 ml d'alcool iso-amylque. En bouchant le butyromètre, on procède à l'agitation jusqu'à ce que les caséines soient entièrement dissoutes. Par la suite, on place le butyromètre dans une centrifugeuse réglée à 1000-1200 tours pendant 5 à 6 minutes.

La lecture du résultat doit se faire rapidement après avoir retiré le butyromètre de la centrifugeuse et le placer verticalement. La teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100 g ou 100 ml de lait est déterminé par la lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

1.3.1.5 Mesure de la teneur en extrait sec total (EST)

La méthode de dosage mise en œuvre est celle décrite par la norme **AFNOR (1985)**.

Dans des capsules séchées et tarées à 0.1 mg près, on introduit 5 ml ou 5 g de l'échantillon.

Placer la capsule découverte pendant 30 minutes sur le bain-marie bouillant puis l'introduire dans l'étuve réglée à $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant 3 heures.

Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante. Peser à 0.1 mg près, effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu. Le taux de l'extrait sec total est donné par la formule suivante :

$$\text{EST (g/l)} = (\text{M1} - \text{M0}) \times 1000/\text{V}$$

Avec : M0 : La masse de la capsule vide

M1 : La masse des résidus secs refroidis

V : Le volume de prise d'essai

1.3.1.6 Mesure de la teneur en extrait sec dégraissé (ESD)

L'extrait sec dégraissé désigne l'ensemble des substances présentes dans le lait à l'exclusion de l'eau et des lipides. La teneur en extrait sec du lait se diffère selon l'espèce (100-600 g/l).

La cause de cette différence est essentiellement due à la teneur en matière grasses (Alais 1984).

Extrait sec dégraissé est obtenue par différence entre la matière sèche totale et la matière grasse. Les laits contiennent habituellement de 90 à 95 g de matière sèche non grasse.

$$\text{ESD (g/l)} = \text{EST} - \text{MG}$$

ESD : extrait sec dégraissé.

EST : extrait sec total.

MG : matière grasse

1.3.1.7 .Détection d'Antibiotiques dans le lait par le β etas.t.a.r. Combo

Le β etas.t.a.r. Combo est une méthode de type "Récepteur Assay" pour la recherche rapide, dans le lait de résidus actifs d'antibiotiques de la famille des β lactames (ex : pénicillines) et des tétracyclines. Le test de détection d'antibiotique est basé sur l'emploi d'un récepteur spécifique lié à des particules d'or.

Le test commence par la mise en place d'une quantité de 0,2 ml de lait dans un flacon récepteur, qui est ensuite incubé à 47,5°C pendant 3 minutes pour permettre la liaison des antibiotiques présents au récepteur. Cette réaction est ensuite terminée par un premier signal. Ensuite, une tigelette est plongée dans le flacon et incubée à 47,5°C pendant 2 minutes pour permettre la détection des antibiotiques. Après cette étape, un deuxième signal est émis, et le test est prêt à être lu.

- Si des lignes rouges apparaissent sur le test, cela indique que le test est invalide et doit être répété.
- Si l'intensité de la première et/ou la troisième bande est supérieure ou égale à l'intensité de la bande de référence, le résultat sera interprété comme négatif, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'antibiotiques détectés dans le lait.
- Si la première et/ou la troisième bande sont absentes ou ont une intensité inférieure à celle de la bande de référence, le résultat sera considéré comme positif, ce qui indique la présence d'antibiotiques dans le lait.

2.2.2. Méthodes microbiologiques

Les prélèvements et les analyses microbiologiques doivent être effectués dans des conditions stériles, assurée par l'utilisation d'une flamme. Tous les instruments utilisés pour le prélèvement doivent être propres et stériles pour éviter la contamination des échantillons, ces analyses sont effectuées dont le but d'évaluer et de contrôler la qualité hygiénique et les caractéristiques microbiologiques des échantillons prélevés.

Les germes recherchés dans les différents échantillons du camembert au niveau de laboratoire microbiologique de la laiterie « tassili » sont ceux cités **dans le Journal Officiel de la République Algérienne n°39 2 juillet 2017**, annexe 02 il s'agit de :

❖ **Recherche *Escherichia coli***

E. coli est une bactérie naturellement présente dans le tube digestif de l'homme, mais elle indique une contamination fécale et des conditions hygiéniques déplorables lorsqu'elle est trouvée dans les produits alimentaires. La recherche de ces bactéries est effectuée sur milieu TRYPTONE – BILE-GLUCURONATE (TBX). L'apparition des colonies verdâtre en profondeur du milieu indique une contamination par *E. coli*.

❖ **Recherche des *salmonelles***

La recherche des *salmonelles* dans les aliments est une étape importante pour garantir la sécurité alimentaire. En effet, les salmonelles sont des bactéries pathogènes qui peuvent causer des infections gastro-intestinales chez l'homme. En raison de leur rareté et de l'endommagement des cellules, la recherche des *salmonelles* dans les aliments peut être difficile.

La technique d'ensemencement en profondeur est une méthode couramment utilisée pour la recherche des *salmonelles* dans les aliments. Cette méthode consiste à prélever un échantillon de l'aliment et à l'incuber dans un milieu de culture approprié pour permettre la croissance des bactéries. La gélose *Salmonella Shigella* (SS) est un milieu d'isolement sélectif couramment utilisé pour la recherche des *salmonelles* dans les aliments, y compris le camembert.

❖ **Recherche des *staphylocoques***

Staphylocoques aureus est une bactérie qui peut causer des infections chez l'homme, notamment des infections cutanées, des infections respiratoires et des infections alimentaires.

La détection de *Staphylocoques aureus* dans les aliments peut être réalisée en utilisant la technique d'ensemencement par stries sur milieu Chapman. Cette méthode consiste à prélever un échantillon de l'aliment et à l'incuber sur un milieu de culture approprié pour permettre la croissance des bactéries.

Le milieu Chapman est un milieu sélectif qui contient du mannitol et du sel, ce qui permet de différencier *Staphylocoques aureus* des autres bactéries. Les colonies de *Staphylocoques aureus* apparaissent sous forme de colonies jaune-doré sur le milieu Chapman en raison de leur capacité à fermenter le mannitol présent dans le milieu.

❖ *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes est une bactérie qui se trouve naturellement dans l'environnement, notamment dans le sol, l'ensilage, les matières fécales, les eaux usées et l'eau des égouts. Cette bactérie peut être transmise à l'homme par l'intermédiaire de l'alimentation, en particulier les aliments prêts à consommer tels que les fromages, les charcuteries, les produits de la mer fumés, les salades et les fruits de mer crus.

Il existe plusieurs méthodes de détection de *Listeria monocytogenes* dans le camembert, dont certaines sont basées sur des techniques moléculaires.

La méthode couramment utilisée est la méthode de culture, qui consiste à prélever un échantillon de camembert et à l'incuber sur un milieu de culture sélectif spécifique à *Listeria monocytogenes* en utilisant la gélose Mac Bride modifiée MMA. Les colonies de *Listeria monocytogenes* apparaissent sous forme de colonies de couleur marron vert foncé entourées d'un halo noir.

Résultats et discussion

3.1. Résultats du contrôle physicochimique

Le contrôle des paramètres physicochimiques est effectué sur trois points de processus de fabrication du Camembert : Matière première, produit semi-fini (après salage) et produit fini.

3.1.1. Matière première « Lait de vache cru »

Les résultats des analyses physicochimiques de la matière première « le lait de vache cru » sont indiqués dans le tableau VI.

Tableau VI : Résultats des analyses physicochimiques de la matière première

Paramètres	Echantillon N01	Echantillon N02	Echantillon N03	Normes de l'entreprise
pH	6,7	6.6	6.7	6,6 - 6,8
Acidité (°D)	17	17.5	18	16 – 18
Densité	1027	1029	1029	1027– 1030
EST (g/l)	123	128	130	100– 130
ESD (g/l)	75	76	77	75–78
MG (%)	30	30	31	30– 35
Test antibiotique	Abs	Abs	Abs	Abs

3.1.1.1. Mesure de PH

Les résultats du pH obtenus pour le lait de vache cru analysés allant de 6,6 à 6,7 (Tableau VI). Ces valeurs sont conformes aux normes internes de l'entreprise (Journal Officielle de la République Algérienne N° 58 4 novembre 2015).

3.1.1.2. Mesure de l'acidité

Selon le tableau VI les valeurs obtenues pour la mesure de l'acidité du lait répond à la limite d'acceptation définie par **AFNOR (1986)** et par l'entreprise qui est de l'ordre de 18°D. Ceci indique que le lait est frais et qu'il n'a pas subi une fermentation lactique.

3.1.1.3. Mesure de la densité

Selon **ALAIS (1984)**, la densité du lait est un paramètre qui varie selon l'espèce, la proportion d'éléments dissous ou en suspension et elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse.

Ce paramètre est très recherché en industrie car il permet la détection des fraudes. Dans notre cas, les résultats obtenus sont conformés aux normes de (Journal Officielle de la République Algérienne N° 58 4 novembre 2015).

3.1.1.4. Mesure de l'extrait sec total

L'extrait sec total mesuré du lait cru répond aux normes recommandées (Tableau VI). La teneur en extrait sec peut être influencé selon (**Martin et Coulon ,1995**), l'ingestion de quantités importantes de fourrages d'aliments concentrés par les vaches laitières entraîne une augmentation de la production du lait et aussi une augmentation du taux de matière grasse et des protéines ce qui induit un accroissement de taux d'extrait sec total du lait de vache.

3.1.1.5. Mesure de l'extrait sec dégraissé

Les valeurs de l'ESD des échantillons analysés sont de l'ordre 75, 76 et 77. Ces valeurs sont conformes aux normes établies par l'entreprise (Journal Officielle de la République Algérienne N° 58 4 novembre 2015).

Selon **Veisseyre (1975)**, l'extrait sec dégraissé exprime la teneur du lait en éléments secs débarrassés de la matière grasse. Elle est beaucoup plus constante que la matière sèche totale, et toujours voisine de 90g/l de lait.

3.1.1.6. Mesure de la matière grasse

Selon le tableau VI , le taux de la matière grasse ne dépasse pas les normes décrite dans le Journal Officielle de la République Algérienne N° 58 4 novembre 2015

La matière grasse est un critère relativement variable d'un jour à l'autre, car il est fortement lié à la traite et il est parmi les éléments les plus fortement et rapidement modifiable par l'alimentation (**Hoden et Coulon, 1991**). Par ailleurs, **Mekroud (2010)** a confirmé que le taux butyreux du lait peut varier en fonction de la période de lactation et de la saison de la traite.

3.1.2. Produit en cours de fabrication et produit fini

La variation des paramètres physicochimiques participe à la modification des caractères intrinsèques du produit fini d'où la nécessité d'un suivi de ces paramètres en cours de fabrication du produit.

Les résultats des analyses physicochimiques du produit en cours de fabrication et produit fini sont résumés dans le tableau VII

Tableau VII : Résultats des analyses physicochimiques du produit en cours de fabrication.

(Après salage) et produit fini

Paramètres	Salage	Produit fini	Normes de l'entreprise
Ph	4.90	5,01	(4.90-5.05)
Humidité	55.25	54.70	(54-55)
EST (g/l)	44.75	45.30	(45-48)
ESD (g/l)	26.75	27.30	(27-29)
MG (%)	18	18	(17-19)
Chlorure	1.60	1.60	(1.58-1.62)
G/EST	40%	39%	(39%-43%)

Selon les résultats obtenus dans le tableau VII, on constate que les paramètres analysés pour le produit semi-fini sont conformes aux normes internes de l'entreprise indiqué dans le Journal Officielle de la République Algérienne N° 58 4 novembre 2015.

D'autres paramètres sont contrôlés au niveau de laboratoire physico-chimique sur le produit fini. Ces paramètres sont importants pour la validation finale du produit.

Tableau VIII Les caractéristiques organoleptiques du camembert (produit fini)

Paramètres	Produit fini	Norme tassili
Affinage	Bon	Absence de peau de crapaud
Texture	Bonne	Moelleux
Poids	Bon	250g
Mucor	-	Absence de mucor

3.2. Résultats du contrôle microbiologiques

Les microorganismes généralement recherchés sont des indicateurs de manque d'hygiène. La qualité microbiologique du lait est appréciée selon les critères algériens relatifs aux spécifications microbiologiques du lait cru « le journal officiel de la république algérienne n°39 correspondants au 2 juillet 2017 ». Ces analyses microbiologiques permettent de vérifier si le produit ne présente aucun risque pour la santé du consommateur.

Les analyses microbiologiques effectuées sont basées sur la recherche des germes pathogènes potentiellement dangereuses pour la santé humaine, tel que *Staphylocoques a coagulase* +, *Escherichia coli*, *Salmonella* et *Listeria monocytogenes* au début et à la fin de la chaîne de fabrication.

3.2.1. Résultats des analyses microbiologiques de la matière première après pasteurisation

La pasteurisation est un procédé qui consiste à éliminer la majorité des microorganismes pathogènes de forme végétatif dans le lait qui peuvent être présents lors de la traite. Ce procédé permet également de conserver les aliments.

La pasteurisation dans la laiterie « TASSILI » se fait par un chauffage du lait à 85°C pendant 15 secondes suivie par un refroidissement rapide 4 à 6 °C. Les résultats des analyses microbiologiques du lait après pasteurisation sont présentés dans le tableau IX

Tableau IX : Résultats des analyses microbiologiques du lait après pasteurisation

Micro-organismes/métabolites	n	C	M	M	Echantillon UFC	observation
<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³	Absence	Satisfaisant
<i>Staphylocoques a coagulase +</i>	5	2	10	10 ²	Absence	Satisfaisant
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	Absence dans 25g	Absence	Satisfaisant
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	100	Absence	Satisfaisant

Les paramètres n, c, m, M représentent :

- **n** : nombre d'unité constituant l'échantillon
- **m** : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante
- **M** : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au-dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme inacceptable
- **c** : nombre maximal d'unités d'échantillonnage de produit analysé qui peut dépasser m tout en étant inférieur à M sans que le lot ne soit rejeté.

Le lait de collecte utilisé dans la fabrication du camembert contient naturellement des microorganismes, qui sont appelés la flore autochtone. Cette flore est composée de bactéries, de levures et de champignons, qui sont nécessaires à la fermentation du lait et à la formation du goût et de l'arôme caractéristiques du fromage. Cependant, le lait peut également contenir des germes pathogènes pour l'homme, qui peuvent causer des maladies. Pour garantir la sécurité sanitaire du produit fini, des analyses microbiologiques sont effectuées sur le lait après pasteurisation.

Les résultats des analyses microbiologiques montrent que ce lait pasteurisé est dépourvu de *Staphylocoques*, *Salmonella* et *Listeria monocytogenes* qui indique d'absence de contaminations. Les résultats de cette analyse sont conformes aux normes exigées dans le journal officiel de la république algérienne n°39 correspondants au 2 juillet 2017.

3.2.2. Résultats des analyses microbiologiques du produit fini « le camembert »

Les analyses microbiologiques du produit fini permettent de vérifier que le camembert produit par la laiterie « TASSILI » ne présente aucun risque pour la santé du consommateur et présente une bonne qualité marchande. Les résultats des analyses microbiologiques du camembert conditionné (après 12 jours de sa fabrication) sont présentés dans le tableau X.

D'après le tableau X on constate que le camembert ne présente pas de contamination par les germes *Salmonelles*, *Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogenes*. Ces résultats sont conformes aux normes exigées par « le journal officiel de la république algérienne n°39 correspondants au 2 juillet 2017 ».

La présence d'*Escherichia coli* dans le produit fini est un indicateur de contamination fécale et de manque d'hygiène, ce qui peut provoquer des intoxications alimentaires. Donc la recherche *Escherichia coli* dans le produit fini est un critère important, permettant de vérifier que celui-ci est fabriqué et stocké dans de conditions hygiéniques rigoureuses.

Les résultats présents dans le tableau X montrent que le produit fini présente une charge bactérienne de l'ordre de 30 UFC qui est inférieure comparativement à la norme en vigueur (10^2 UFC et 10^3 UFC), ce qui signifie l'absence de risque sur la santé du consommateur.

Tableau X : Les résultats des analyses microbiologiques du camembert conditionné

Micro-organismes/métabolites	n	C	M	M	Echantillon (UFC)	Observation
<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³	30	Satisfaisant
<i>Staphylocoques a coagulase +</i>	5	2	10	10 ²	Absence	Satisfaisant
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	Absence dans 25g	Absence	Satisfaisant
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	100	Absence	Satisfaisant

Les résultats mentionnés confirment que le produit fini est de bonne qualité hygiénique et qu'il n'y a pas eu de contamination tout au long de la chaîne de fabrication. De plus, ces résultats indiquent que la laiterie a respecté les pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de fabrication, depuis la réception du lait jusqu'au produit fini. Cela signifie que la laiterie a mis en place des mesures de contrôle de la qualité et de l'hygiène pour garantir que le produit fini est sûr à consommer

Les résultats de contrôle physicochimique et microbiologique de la chaîne de fabrication du camembert au sein de la laiterie TASSILI indiquent que cette laiterie respecte les normes exigées dans le Journal Officiel de la République Algérienne n°39 correspondants au 2 juillet 2017. Les échantillons de camembert analysés ne contiennent aucun germe pathogène susceptible de nuire à la santé du consommateur, ce qui est un indicateur important de la qualité microbiologique du produit.

De plus, les résultats de contrôle physicochimique montrent que le camembert produit par l'industrie laitière TASSILI est de très bonne qualité. Cela signifie que le produit répond aux normes de composition et de qualité requises, telles que la teneur en matière grasse, en protéines, en sel, en humidité, etc.

Ces résultats sont importants car ils montrent que la laiterie TASSILI prend au sérieux la qualité de ses produits et met en place des mesures de contrôle pour garantir que le camembert produit est sûr et de bonne qualité. Les consommateurs peuvent donc avoir confiance dans les produits de cette laiterie et être assurés qu'ils sont conformes aux normes de sécurité alimentaire.

Conclusion

L'industrie fromagère en Algérie est en voie de développement et que la fabrication du fromage, y compris le camembert, doit répondre à des critères de qualité stricts et contrôlés en permanence. La fabrication du camembert est un processus très technique et complexe qui nécessite un savoir-faire et une connaissance approfondie de tous les facteurs qui interviennent au cours de la fabrication. Pour produire un camembert de qualité, il est essentiel de respecter des normes strictes en matière de qualité physico-chimique, de qualité microbiologique et de qualité hygiénique.

La qualité physico-chimique du lait utilisé pour la fabrication du camembert est un facteur clé pour obtenir un produit de qualité. Le lait doit être de qualité supérieure, avec une teneur en matière grasse et en protéines adaptée à la fabrication du fromage. La qualité microbiologique du lait est également importante, car elle peut affecter la qualité et la sécurité du produit final. La qualité hygiénique est également un facteur crucial dans la fabrication du camembert. Les installations, les équipements et les travailleurs doivent respecter des normes strictes en matière d'hygiène pour éviter la contamination du lait et du fromage par des microorganismes nuisibles.

Dans ce cadre, on a suggéré de suivre les paramètres physicochimiques et microbiologiques au cours de la chaîne de production de fromage camembert au sein de la laiterie « TASSILI » afin d'évaluer la qualité de ce produit

Les résultats physicochimiques obtenus ont révélé une conformité des paramètres mesurés aux normes, que ce soit pour la matière première « le lait de vache cru », le produit semi- fini (après salage) ou le produit fini. Ceci montre que la matière première est de bonne qualité physicochimique et le respect des bonnes pratiques de fabrication et de la bonne maîtrise des procédés de fabrication de ce produit.

Du point de vue microbiologique, le camembert fabriqué est de qualité microbiologique satisfaisante avec absence de certains germes susceptibles de causer des intoxications alimentaires à savoir (*Escherichia coli*, *Staphylocoques*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*). Ces résultats indiquent le respect de bonnes conditions d'hygiènes au sein de l'unité.

A l'issue de ces résultats, on peut conclure que le camembert fabriqué par la laiterie TASSILI répond aux exigences des normes réglementaires, Cela témoigne de l'engagement de la laiterie TASSILI envers le consommateur, en lui offrant des produits qui répondent aux normes de qualité et assurent une sécurité alimentaire.



**Références
bibliographiques**

- **AFNOR.(2005).**Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques. pp. 107-121-125-167-251.
- **Bertrand F. (1988).** Le fromage grand œuvre des microbes. *Revue générale du froid*, 78, 519-527.
- **Boubezari M.T. (2010).** Contribution à L'étude des Caractéristiques Physicochimiques et Mycologiques du Lait chez quelques Races Bovines, Ovines et Caprines dans Quelques Elevages de la Région de Jijel. Mémoire de Magistère, université de Mentouri-Constantine, Algérie.
- **Bourgeois C. et Larpent M. (1989).** Microbiologie Alimentaire. Tome 2 .P :31, 34.
- **Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. (1996).** Microbiologie Alimentaire : Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité des Aliments. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris
- **Codex Alimentarius. (2000).** Lait et Produits Laitiers. 2ème édition Le Lait et les Produits Laitiers dans la Nutrition Humaine.
- **Coulon J. B. (1994).** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRAE Productions Animales*, 4(1), 57-65.
- **Dillon J.C. et Berthier A.M. (2006)** Caractéristiques Nutritionnelles des Fromages ; in : "Le Fromage". Technique et Documentation, 3 ème Ed., Lavoisier, Paris
- **Eck A. (1987).** Le fromage. Technique documentation. 2ème Ed .Lavoisier. Paris. P: 13, 17, 137,138. 529.
- **Eck A. (1990).** Le Fromage 3eme Edition, Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- **Eck A. et Gillis J.C. (2006).**Le fromage, Lavoisier, 3eme édition, Paris. P.874.
- **Favier J.C. (1986).** Eléments de Composition des Fromages ; in : "Laits et Produits Laitiers Vache. Brebis. Chèvre", Qualité Energie et Tables de Composition. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- **Fredot E. (2006).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).
- **Gaucheron F.(2004).**Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier. P: 494-783.
- **Gledel J. (1988).** Les Salmonelles ; in : « Microbiologie Alimentaire : Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité Alimentaires ». Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- **Grappin R et Brangre A. (2006).** Contrôle microbiologique et chimique de produit fini. In : « fromage ». Technique et documentation 3eme Edition, Paris.

- **Jean C. et Dijon C.(1993).** Au fil du lait.
- **Jeantet R., Croguennec T et Schuck P. G. B. (2007).** Science des aliments biochimie, microbiologie, procédés et produits. pp. 456 pages.
- **JORA (1998).** Journal Officiel de la République Algérienne n°35 du 27 mai 1998
- **Lenoirj. Lambert G. et Schmidt J.L. (1983).** L'élaboration d'un Fromage Exemple Camembert pour la Science. P .93.
- **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, 19- 27.
- **Neelkanten J., Shahani K.M. etArnold R.G. (1971).** Lipases and flavor development in some Italian cheese varieties. *Food Production Développement*, 5,52- 58.
- **Parente E., Cogan T.M. et Powell I.B.(2017).** Starter Cultures: General Aspects. In: Cheese. Elsevier, 201-226.
- **Pougeon et Gaursaud. (2001).** Lait Nutrition et Santé. Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- **Thapon J.L. (2005).** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: P: 14-51. (77 pages).
- **Veisseyre R. (1975).** Technologie du lait 3eme édition, Maison rustique, Paris.
- **Vierling E. (2008).** Aliments et Boissons : Filières et Produits. Doin Editeurs, Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, 3ème Ed.
- **Vierling E. (2008).** Aliments et Boissons : Technologies et Aspects Réglementaires. Doin Editeurs, Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, 3ème Ed.

Annexes

Annexes 01 : Matériels et produits utilisés dans la partie expérimentale

➤ **Appareillage**

- Pipette.
- Burette.
- Becher.
- Lacto- densimetre
- Bain marie.
- Butyrometres.
- Centrifugeuse
- Dessiccateur infra- rouge.
- Capsule en aluminium
- Etuve pour un Echantillon de poudre
- Lactoscan
- Les écouillons
- Boite de pétri
- Bec bunsen
- Sac stérile
- Étuve à $103\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
- Balance analytique.
- Etuve d'incubation 37°C , 44°C .

Autres matériels d'usage courants : Verrerie courante du laboratoire,

➤ **Produits chimiques et réactifs**

- Solution tampon ammoniacal
- Noir Eriochrome 1%
- 1'EDTA 0,1N.
- Solution NAOH a 0,111N.
- Solution de phénolphtaléine.
- Acide sulfurique 1,83.
- Acide sulfurique 1,54.
- Alcool iso-amylque.
- la N,N-diéthylphényléne-1,4 di

Annexe 02 : le journal officiel de la république algérienne n°39 correspondants au 2 juillet 2017.

8 Classement 1438 2 juillet 2017		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39				13
Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires						
1- Lait et produits laitiers						
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (u/c (1)g ou u/c/ml)		
		n	c	m	M	
Lait cru	Germe aérobies à 30 °C	5	2	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^6$	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^3	
	Coliformes thermotolérants	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 ml		
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml		
	Listeria monocytogenes	5	0	100		
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germe aérobies à 30 °C	5	2	10^4	10^5	
	Enterobacteriaceae	5	0	10		
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 ml		
Lait UHT et lait stérilisé	Germe aérobies à 30 °C	5	0	10/0.1ml		
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10^2	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g		
Fromages au lait cru	Escherichia coli	5	2	10^4	10^5	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^3	10^4	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g		
	Listeria monocytogenes	5	0	100		
Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	Escherichia coli	5	2	10^2	10^3	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^3	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g		
	Listeria monocytogenes	5	0	100		
Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	Escherichia coli	5	2	10^2	10^3	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g		
	Listeria monocytogenes	5	0	100		
Crème au lait cru	Escherichia coli	5	2	10^2	10^3	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^3	10^4	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g		
	Listeria monocytogenes	5	0	100		