



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : M<sup>lle</sup>. BOUDOUDA Aicha**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES**

**OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE**

### **Thème**

**Etude de la qualité organoleptique  
et bactériologique de trois spécialités de camembert  
commercialisées dans la ville de Laghouat**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
Mr Houicher A	MCA	Rapporteur
Melle Allata S	MAA	Examineur
Mr Laouadi M	MAA	Président

**Promotion : juin-2017**



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمارة ثليجي - الأغواط

كلية: العلوم  
قسم: العلوم الفلاحية

## مذكرة ماستر

تقديم الطالبة: بودودة عائشة

ميدان: علوم الطبيعة و الحياة

شعبة: العلوم الفلاحية

تخصص: صناعات غذائية و مراقبة النوعية

موضوع البحث

دراسة النوعية الحسية و البكتيريولوجية لثلاثة أنواع من جبن الكاممبير  
المسوقة في مدينة الاغواط

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
الأستاذ: هويشر عبد الرحمان	أ محاضر أ	مقرا
الأستاذة: علاطة صليحة	أ مساعد أ	ممتحنة
الأستاذ: لعوادي مراد	أ مساعد أ	رئيسا

الدفعة: جوان - 2017

## DEDICACE

Je dédie ce travail à :

Mon cher papa et ma chère maman

Je souhaite que vous restiez toujours près de moi  
et que dieu vous

protège et vous donne bonne santé

Mes chers frères et sœurs

Toute mes amies



## Remerciements

Je remercie en premier lieu ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé tout au long de ma vie, dans toutes les années d'étude et m'avoir donné la croyance,

la volonté et le courage pour terminer ce travail.

J'exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur M<sup>r</sup> Houicher A maître de conférence à l'université Amar Telidji-

Laghouat pour ses orientations, ses contributions sa

compréhension tout le long

de l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie également Les membres du jury d'avoir accepté de juger et examiner mon travail.

## Etude de la qualité organoleptique et bactériologique de trois spécialités de camembert commercialisées dans la ville de Laghouat

### RESUME

Le présent travail a pour objectif d'évaluer le profil sensoriel de trois spécialités de fromage camembert (Président, Tassili et Le fermier) commercialisées dans la ville de Laghouat, utilisant la méthode d'analyse descriptive quantitative et de déterminer, selon la réglementation nationale les différentes flores bactériennes recherchées dans le fromage à pâte molle. L'analyse statistique de profil sensoriel met en évidence l'existence des différences significatives ( $P < 0.05$ ) entre les trois marques de fromage en termes des descripteurs dur et tranchable. La texture collante est moins intense ( $P < 0.05$ ) dans le fromage Le fermier, tandis que le fromage Tassili présente une texture moins lisse et très granuleuse par rapport aux autres marques analysés. De plus, le profil de la flaveur montre que le fromage président présente une flaveur significativement ( $P < 0.05$ ) très intense en termes de descripteurs amer, acide et piquant, tandis que le fromage Le fermier est significativement le moins salé mais le fromage Tassili présente une flaveur plus sucré par rapport aux autres fromages testées. L'analyse bactériologique a montré que les charges bactériennes enregistrées par les coliformes totaux et les *Staphylococcus aureus* sont en dessous des limites d'acceptabilité décrite par la réglementation nationale en vigueur. Aucune contamination par les Salmonelles et les *Clostridium* sulfito-réductrices n'a été enregistrée dans les échantillons de fromage testées. Ces résultats indiquent que les fromages camembert commercialisés dans la ville de Laghouat sont de qualité satisfaisante.

**Mots-clés :** Camembert, Profil sensoriel, Analyse descriptive quantitative, Analyse bactériologique, Laghouat

### Study of organoleptic quality and bacteriological of three camembert specialties marketed in the city of Laghouat

#### Abstract

The objective of this work is to evaluate the sensory profile of three specialties of camembert cheese (President, Tassili and Le Fermier) marketed in the city of Laghouat, using the quantitative descriptive analysis method and to determine according to the national legislation, the different microbial flora present in soft cheese. Statistical analysis of sensory profile revealed the presence of significant differences ( $P < 0.05$ ) between the three brands of cheese in terms of hard and sharp descriptors. The sticky texture is less intense ( $P < 0.05$ ) in the Le Fermier cheese, while the Tassili has a less smooth and very grainy texture compared to the other brands analyzed. In addition, the flavor profile showed that the president cheese has a significantly strong ( $P < 0.05$ ) flavor in terms of bitter, acidic and spicy descriptors, while Le fermier cheese is the least salty but the Tassili has sweeter flavor compared to the other cheeses tested. The bacteriological analysis also showed that total coliforms and *Staphylococcus aureus* are present in cheeses at levels below the acceptability limits described by the national regulations. Moreover, no contamination by *Salmonella* and *Clostridium* sulfite-reductive was detected in the three brands of camembert cheeses analyzed. These results indicate that the Camembert cheeses marketed in the city of Laghouat are of satisfactory quality.

**Key words:** Camembert, Sensory profile, Quantitative descriptive analysis, Bacteriological analysis, Laghouat

### دراسة النوعية الحسية و البكتيريولوجية لثلاثة أنواع من جبن الكامبير المسوقة في مدينة الاغواط

#### الملخص

الهدف من هذا العمل هو التقييم الحسي لثلاثة أنواع من جبن الكامبير (بريزيدون، طاسلي لوفيرمي) المعروضة للبيع في مدينة الاغواط، وذلك باستخدام أسلوب التحليل الكمي والكيفي، وتحديد وفقا للوائح الوطنية مختلفة أنواع البكتيريا الموجودة في جبن العجينة اللينة. التحليل الإحصائي لنتائج البيانات الحسية يسلط الضوء على وجود فروق ذات دلالة بين العلامات التجارية الثلاث من جبن الكامبير، من حيث الصلابة و التجزئة. جبن لوفيرمي له بنية اقل لزوجة. في حين أن جبن طاسيلي يملك بنية سلسة ومحببة جدا مقارنة مع غيرها من أنواع الجبن التي تم تحليلها. وبالإضافة إلى ذلك جبن بريزيدون يملك نكهة قوية من ناحية المر الحامض والحار. في حين أن جبن لوفيرمي هو الأقل ملوحة أما جبن الطاسيلي فله نكهة أحلى مقارنة مع أنواع الجبن الأخرى التي تم اختبارها. أظهرت كذلك التحاليل البكتيرية أن بكتريا القولون العامة و المكورات العنقودية الذهبية المسجلة تبقى أقل من المعايير التي فرضتها اللوائح الوطنية. بالإضافة انه لم يسجل في العلامات الثلاثة المدروسة أي تلوث ببكتيريا السالمونيلا و الكلوسترديوم. وتشير هذه النتائج إلى أن أجبان الكامبير المسوقة في مدينة الاغواط هي من نوعية مقبولة.

**الكلمات-المفتاحية:** الكامبير، تحليل حسي، تحليل وصفي كمي، تحليل بكتيري، الاغواط

## LISTE DES ABREVIATIONS

**%** : Pourcentage

**°C** : Degré Celsius

**AFNOR** : Agence Française de Normalisation

**Cm** : Centimètre

**CT**: Coliformes totaux

**g** : gramme

**JORADP** : Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire

**LAB** : bactéries lactiques

**mg** : milligramme

**ml** : Millilitre

**MPa** :méga pascal

**pH** : Potentiel d'Hydrogène

**S A**: *Staphylococcus aureus*

**SFB**: Bouillon Sélénite Cystine

**U.I** : Unité Internationale

**UFC**: Unités Formant Colonies

**UHT**: Ultra Haute Température

**µm** : micromètre

**VF** : le milieu de viande foie

**VRBL**: Violet rouge bile agar (Violet red bile agar with lactose).

---



---

**LISTE DES FIGURES**

N <sup>o</sup>	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	Souche de lactobacilles observée par microscope électronique à balayage	06
<b>Figure 2</b>	Observation microscopiques des levures	07
<b>Figure 3</b>	Pinceau du <i>P. camemberti</i>	07
<b>Figure 4</b>	Le diagramme de fabrication du fromage camembert	08
<b>Figure 5</b>	Fiche d'évaluation de la qualité organoleptique de fromage camembert (analyse descriptive quantitative)	25
<b>Figure 6</b>	Schéma récapitulatif de mode opératoire pour le dénombrement des coliformes totaux	27
<b>Figure 7</b>	Schéma récapitulatif de mode opératoire pour le dénombrement de <i>S. aureus</i>	28
<b>Figure 8</b>	Diagramme de la méthode utilisée pour la recherche des salmonelles	31
<b>Figure 9</b>	Résultats d'analyse descriptive quantitative des fromages de type camembert commercialisés dans la ville de Laghouat présentés sous forme de graphique en étoile	33
<b>Figure 10</b>	Représentation graphique des taux de contamination par les coliformes totaux des fromages camembert commercialisés dans la ville de Laghouat	37
<b>Figure 11</b>	Représentation graphique de taux de contamination par les <i>Staphylococcus aureus</i>	38

---

---

**LISTE DES TABLEAUX**

<b>N<sup>o</sup></b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage	03
<b>Tableau 2</b>	Composition moyenne d'une portion de 100g de fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type Camembert	04
<b>Tableau 3</b>	Quelques composés aromatiques importants dans le fromage du type camembert	17
<b>Tableau 4</b>	Critères microbiologiques des fromages à pâtes molles	20
<b>Tableau 5</b>	Échantillonnage des fromages du type camembert	21
<b>Tableau 6</b>	Descripteurs et définitions utilisées dans l'évaluation du profil de la texture et la saveur des fromages camembert	23
<b>Tableau 7</b>	Tableau récapitulatif des résultats d'analyses organoleptiques des fromages camembert commercialisée dans la ville de Laghouat	32
<b>Tableau 8</b>	Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse bactériologiques des fromages camembert commercialisés dans la ville de Laghouat	36

---

---



---

**Table des matières**

Dédicace	
Remerciements	
Résumé.....	III
Liste des abréviations.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des tableaux.....	VI
<b>INTRODUCTION</b> .....	01
<b>Partie Bibliographique</b>	
<b>1. Généralités sur le fromage camembert</b> .....	03
1.1 Définition du fromage.....	03
1.2 Classification du fromage.....	03
1.3 Camembert.....	04
1.3.1 Composition et valeur nutritionnelle.....	04
1.3.2 Les microflores du camembert.....	05
<b>2. La technologie de la fabrication du fromage camembert</b> .....	08
2.1 La matière première de la fabrication du camembert.....	08
2.1.1 Traitements préliminaires du lait.....	09
2.1.2 La standardisation.....	09
2.1.3 L'homogénéisation.....	09
2.1.4 Les traitements thermiques.....	10
2.2 Les étapes clés de la fabrication du camembert.....	10
2.2.1 La phase d'ensemencement.....	11
2.2.2 La coagulation.....	11
2.2.3 L'égouttage.....	12
2.2.4 Moulage.....	12
2.2.5 Salage.....	13
2.2.6 L'affinage.....	13
<b>3. Qualité du camembert</b> .....	14
3.1 Qualité nutritionnelle.....	14
3.2 Qualité organoleptique.....	14
3.2.1 Propriétés texturales du fromage.....	14
3.2.2 Les facteurs influençant la texture de fromage.....	15
3.2.3 La couleur du fromage.....	16
3.2.4 La flaveur du fromage.....	16
3.2.5 Le profil aromatique du fromage.....	17
3.3. Qualité bactériologique.....	18
3.3.1 Les coliformes.....	18
3.3.2 <i>Staphylocoques aureus</i> .....	18
3.3.3 <i>Salmonella</i> .....	19
3.3.4 <i>Clostridium sulfito-réductrices</i> .....	19
3.3.5 <i>Listeria</i> .....	20
<b>Partie Expérimentale</b>	
<b>1. MATERIEL ET METHODES</b> .....	21
1.1 Echantillonnage et prélèvement.....	21
1.2 Transport et conservation.....	21
1.3 Analyses sensorielles.....	22
1.3.1 Panel.....	22
1.3.2 Déroulement de l'analyse.....	22
1.4 Analyse des données.....	26

---

---

**Table des matières**

1.5 Analyse bactériologiques.....	26
1.5.1 Préparation de la solution mère et les dilutions décimales.....	26
1.5.2 recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	26
1.5.3 recherche et dénombrement des <i>staphylocoques aureus</i> .....	27
1.5.4 recherche et dénombrement des <i>clostridium</i> sulfito-réductrices.....	29
1.5.5 recherche des salmonelles.....	30
<b>2. RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	32
2.1 Appréciation organoleptique.....	32
2.2 Analyses bactériologiques.....	36
<b>CONCLUSION</b> .....	40
<b>ANNEXES</b> .....	42
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	47

# Introduction

## INTRODUCTION

Le fromage a toujours été une valeur sûre de l'alimentation humaine. C'est le résultat d'une transformation du lait très ancienne puisque des écrits témoignent de sa fabrication quelque trois mille ans avant notre ère en basse Mésopotamie. Source précieuse de protéines, le fromage a été l'un des premiers moyens de conservation du lait, matière première rapidement périssable (Chemache, 2011).

Les fromages à pâte molle sont des fromages affinés ou non ayant éventuellement subi, indépendamment de la fermentation lactique, d'autres fermentations, et dont la pâte n'est ni cuite ni pressée (Daoudi, 2006). Parmi les fromages à pâte molle, le fromage camembert occupe une place particulière dans l'imaginaire des consommateurs car il est perçu comme un fromage à partager et généreux, notamment par sa forme. Le camembert est vrai que c'est un fromage qui, quand on le coupe, est parfaitement égalitaire, c'est un produit simple et populaire. Et ne laisse pas indifférent car il provoque un plaisir lié à une sensation double, de goût et d'onctuosité (Laurent, 2015).

En générale, les produits laitiers renferment une flore microbienne naturelle et/ou additionnelle à l'origine de la diversité des produits. L'origine des contaminations par les bactéries pathogènes varie en fonction de la nature du produit et de son mode de production et de transformation (Montel *et al*, 2003). Donc, les microorganismes occupent une place essentielle dans le domaine des produits laitiers et leur importance se situe à trois niveaux : l'élaboration, l'altération et l'hygiène des produits (Hermier *et al*, 1992).

En effet, les fromages à pâte molle sont fréquemment contaminés au cours de leur fabrication par des microorganismes dont le développement pendant la production même, puis au cours de l'affinage et pendant la conservation au froid, peut présenter un risque au point de vue hygiénique (Mourgues, 1977). Une contamination bactérienne même faible du lait peut entraîner, au cours de l'affinage des fromages, une multiplication des germes jusqu'à un niveau difficilement compatible avec les normes d'hygiène (Mourgues, 1977).

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui a pour objectif principal d'apprécier la qualité bactériologique et organoleptique des trois spécialités de fromage camembert (Président, Tassili, Le Fermier) commercialisées sur le marché de la ville de Laghouat, visant de façon spécifique les points suivant :

- évaluer le profil sensoriel de fromage camembert, utilisant la méthode descriptive quantitative afin détecter les défauts de fabrication des fromages et

les changements de la qualité organoleptiques causés par les différents procédés de fabrication et pendant le stockage et/ou la commercialisation du produit;

- dénombrer, selon l'arrêté interministériel N° 35 du 27 Mai 1998 (JORADP, 1998), les différentes flores bactériennes recherchées dans les fromages à pâte molle, afin de donner une réalité sur la qualité bactériologique de cette denrée et d'évaluer le niveau de sa contamination.

Le présent travail s'articule comme suit: le premier chapitre s'intéresse à une synthèse bibliographique sur les fromages à pâte molle et plus particulièrement le fromage camembert. Le second chapitre traite le matériel et les méthodes utilisés pour les analyses bactériologique et organoleptique des trois marques de fromage camembert (Président, Tassili, Le Fermier) commercialisées dans la ville de Laghouat. Le troisième chapitre discute les résultats obtenus, enfin nous achevons ce travail par une conclusion générale.

# PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1-généralités sur le fromage camembert :

### 1.1 Définition du fromage:

Le fromage, selon la norme CODEX STANDARD 283-1978, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé est dans lequel le rapport protéines de lactosérum: caséines ne dépasse pas celui du lait. On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle 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. On peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait de manière à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles similaires à celles de la définition précédente (Carole, 2002).

### 1.2 Classification du fromage :

**Classification du codex alimentaires:** La classification d'un fromage, tel que défini par les normes du codex alimentaire CODEX STAN A-6-1978 est obtenue après application des trois formules présentées dans le tableau suivant:

**Tableau N°1:** Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage (Benderouich, 2008)

Formule I		Formule II		Formule III
TEFD %	le présent élément de la dénomination sera	MGES %	Le second élément de la dénomination sera	Dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
< 51	Pâte extra dure	> 60	Extra gras	1- Affinage *Principalement en surface *Principalement dans la masse
49 – 56	Pâte dure	45-60	Tout gras	
54 – 63	Pâte demi dure	25-45	Migras	
61 – 69	Pâte demi molle	10-25	Quart Gras	
> 67	Pâte molle	< 10	Maigre	2- Affiné aux moisissures a- Principalement en surface b- Principalement dans la masse  3 –Frais

TEFD : pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraissé c'est-à-dire :

TEFD = poids de l'eau du fromage x 100/ (poids total du fromage – matière grasse du fromage).

MGES : pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec c'est-à-dire :

MGES= la teneur en matière grasse du fromage x 100/ (poids total du fromage- eau dans le fromage).

### 1.3 Camembert :

Selon Veisseyre (1979), le Camembert est défini comme étant un fromage à pâte molle, à caillé non divisé en forme de cylindre plat. Il a un diamètre de 10 à 11 cm et une épaisseur de 3 cm. Il renferme au moins 40 % de matière grasse et 110 g de matière sèche.

Ils s'identifient par une définition légale donnée par l'article 9 du décret du 26 octobre 1953 du règlement français précisant que les fromages à pâte mole sont des fromages ayant subi indépendamment de la fermentation lactique, d'autres fermentations, affinés, dont la pâte n'est ni cuite, ni pressé et qui dans le cas échéant, peuvent comporter des moisissures internes (Cogitore, 1987).

#### 1.3.1 Composition et valeur nutritionnelle :

Le camembert comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles du lait qui le compose. Il apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire, c'est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines, etc.) (Meyer, 1973). Le tableau suivant représente la composition moyenne pour une portion de 100 g de fromage à pate molle.

**Tableau N°2:** Composition moyenne d'une portion de 100g de fromage à pâte molle et à croute fleurie de type Camembert (Guégen, 1979)

<b>Eau (g)</b>	<b>50</b>
<b>Energie</b>	<b>310</b>
<b>Glucides (g)</b>	<b>4</b>
<b>Lipides (g)</b>	<b>24</b>
<b>Protéines (g)</b>	<b>20</b>
<b>Calcium (mg)</b>	<b>400</b>
<b>Phosphore (mg)</b>	<b>250</b>
<b>Magnésium (mg)</b>	<b>20</b>
<b>Potassium (mg)</b>	<b>150</b>
<b>Sodium (mg)</b>	<b>700</b>
<b>Zinc (mg)</b>	<b>5</b>
<b>Vitamine A (U.I)</b>	<b>1010</b>

➤ **Protéines:**

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent de 10 à 30% de protéines. Ces derniers ont pour origine les micelles des caséines modifiées, au cours de l'affinage, une partie importante se trouve dégradée et solubilisé 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 (Louhichi, 2008).

Outre sa teneur élevée en protéines, la haute valeur biologique du fromage lui est conférée par sa composition en acides aminés très intéressant sur le plan nutritionnel (Dillion et Berthier, 1997).

➤ **Calcium :**

Les fromages constituent d'excellentes sources de calcium. Toutefois, le taux de calcium varie en fonction de la teneur en eau et de mode de fabrication. Pour les pâtes molles, on constate une grande variabilité, en particulier pour le camembert dont la teneur en calcium varie selon les marques de 200 à 700mg/100g de fromage (Guégen, 1979).

➤ **Les lipides :**

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte de 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'arome (Dillion et Berthier, 1997).

### **1.3.2 Les microflores du camembert :**

➤ **Les bactéries lactiques :**

Les bactéries lactiques (LAB) sont des cellules procaryotes organotrophes formant un groupe hétérogène (Badis et al, 2005). Elles peuvent avoir différentes formes: sphériques (coques/genre *Streptococcus* et *Lactococcus*...), en bâtonnets (bacilles/genres *Lactobacillus*) (cf. figure n° 1) ou encore ovoïdes (*Leuconostoc* ssp.) (Corrieu et Luquet, 2005).

La principale utilisation des bactéries lactiques représente par son application dans l'industrie alimentaire, comme la fabrication des fromages à pâte molle (camembert) (Streit, 2008).



**Figure N°1.** Souche de lactobacilles observée par microscope électronique à balayage.  
(Tirée de [www.inra.fr](http://www.inra.fr))

➤ **Les bactéries propioniques :**

Constituent le genre *propionibactérium*, ce sont des bactéries Gram +, fermentant les lactates pour donner de l'acide acétique et propionique, ainsi que du CO<sub>2</sub> (fermentation propionique). Ils participent à la formation du goût des fromages. (Hermier, 1992).

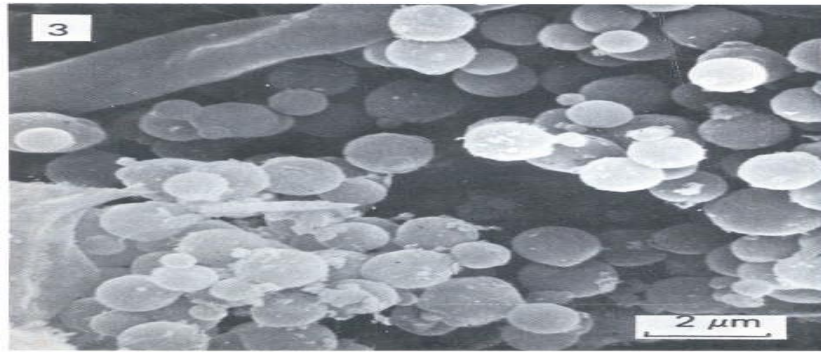
Les bactéries propioniques sont nécessaires à l'affinage des fromages à pâte molle. Elles sont responsables de la conservation de ces aliments et leur donnent aussi un goût particulier (Beaubier et *al*, 2014).

➤ **Les microcoques, les staphylocoques non pathogènes :**

*Staphylococcus equorum*, *S.xylosus*, *S.lentus*, les bactéries corynéformes (*Brevibactérium*, *arthrobacter*, etc...), ce sont des bactéries Gram+, constituants de la flore de surface des fromages affinés. Ils jouent un rôle essentiel dans la formation du goût des fromages notamment des fromages à croûte fleurie (camembert) (Hermier, 1992).

➤ **Les levures**

Les espèces de levures habituellement retrouvées dans les fromages de types Camembert sont : *Debaryomyces hansenii*, *Kluveromyces latis*, *Kluveromyces maxianus* et *Saccharomyces cerevisiae*. Les levures sont des microorganismes faisant surtout partie de la flore des fromages à croûte fleurie (ex. Camembert). Reconnues pour tolérer de bas pH, elles se développent lentement mais avec constance dans ces fromages. Selon les souches, les levures consomment le lactose, le lactate, et/ou le galactose. (Beresford et Williams, 2004). Figure n°2 représente une observation microscopique des levures.



**Figure N°2** : Observation microscopiques des levures (Corrieu, 2010).

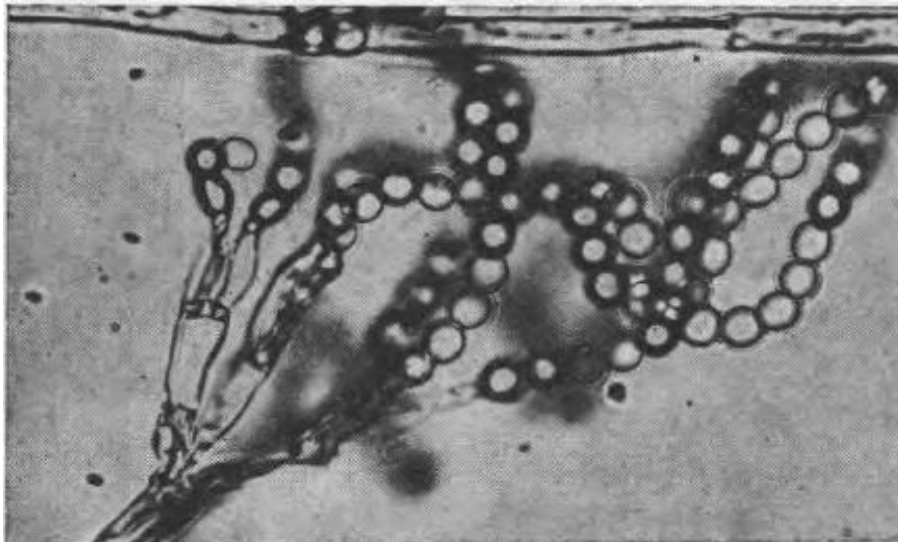
➤ **Les moisissures**

Semblables aux levures pour ce qui est conditions et des substrats de croissance, les moisissures sont cependant toutes des microorganismes aérobies obligatoires. Ainsi, elles s'établissent surtout à la surface des fromages (Champigny, 2011).

Les moisissures jouent un rôle déterminant dans la formation des caractéristiques sensorielles des fromages. (Hermier, 1992).

*Penicillium camemberti* forme le feutrage blanc du camembert. On le trouve à la surface de la plupart des fromages de chèvre à croûte fleurie et de diverses spécialités (Hermier, 1992).

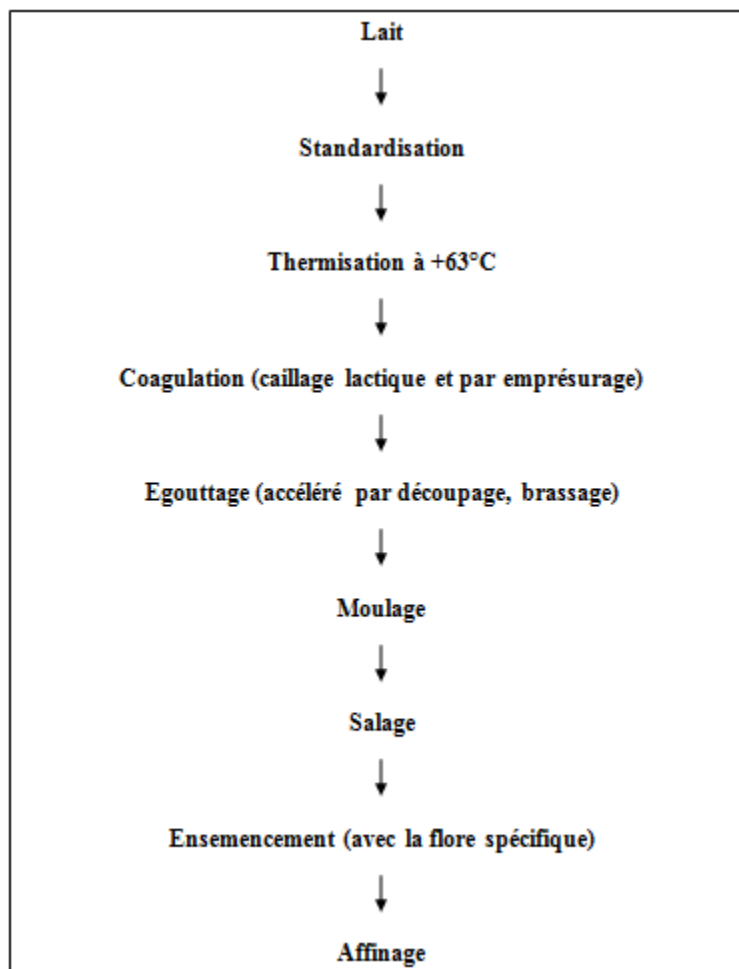
La figure suivante représenté une observation microscopique d'un pinceau du *Penicillium camemberti*.



**Figure N°3**: Pinceau du *P. camemberti*, (Desfleurs, 1968)

## 2. La technologie de la fabrication du fromage camembert :

Il existe plusieurs étapes de production du fromage camembert, les principales étapes sont représentées dans le diagramme de la figure suivante :



**Figure N°4** : Le diagramme de fabrication du camembert (CRDP, 2013).

### 2.1la matière première du la fabrication du Camembert:

La fabrication du fromage à pâte molle type Camembert exige l'emploi d'un lait de haute qualité bactériologique et physico-chimique. Ainsi, dans les pays à grande tradition fromagère tel que la France, ce fromage est élaboré, soit directement à partir du lait cru, soit à partir du lait pasteurisé. (Benhedane, 2012)

Remeuf et *al*, (1991) soulignent que la fromagéabilité du lait c'est à dire l'aptitude à la transformation du lait en fromage est dépendante d'un certain nombre de paramètres dont :

- Sa composition chimique (richesse en caséines) ;
- Son comportement vis-à-vis de l'enzyme coagulante la présure ;

- Son aptitude au développement des bactéries lactiques (présence de résidus d'antibiotiques).

### **2.1.1 Traitements préliminaires du lait :**

Le lait est trié au moment de la réception, en éliminant ce qui impropre à la transformation fromagère (laits plus ou moins acides ayant une charge microbienne importante). Après un entreposage à basse température (3-4°C), il va subir certains traitements technologiques (dont notamment l'homogénéisation et le traitement thermique) qui ont pour objectifs de permettre l'obtention d'un produit dérivé de qualité appréciable avec un bon rendement de fabrication (Lenoir, 1974 ; Gripon et Miranda, 1986).

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

### **2.1.2 La standardisation :**

De plus en plus on s'aperçoit qu'une production régulière de fromages de qualité dépend d'une meilleure maîtrise de la préparation du lait de fromagerie, soit d'une standardisation parfaite. Il y a plusieurs types de standardisation. On effectue notamment l'ajustement du pH d'emprésurage pour faciliter la coagulation du lait, l'ajout de minéraux, dont le calcium, qui permet de corriger en partie les effets de la réfrigération et des traitements thermiques, la réduction de la teneur en lactose par la filtration ou par l'hydrolyse enzymatique et la pré-maturation biologique par l'ajout au lait de ferments lactiques, ce qui permettrait de limiter la croissance de la microflore indésirable et rendrait le lait plus propice à la croissance des bactéries désirées. En plus de ces méthodes, on a aussi recours à l'ajustement des teneurs en matière grasse et en protéines, qui deviennent de plus en plus indispensable surtout avec l'automatisation croissante des procédés de fabrication fromagère, la standardisation peut se faire en cuvée ou en continu. (Carole, 2002).

### **2.1.3 L'homogénéisation :**

Parce qu'elle présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide, l'homogénéisation du lait de consommation s'est généralisée et est devenue une norme dans l'industrie. De plus, ce traitement donne au lait une saveur et une texture plus douces, plus onctueuses pour la même teneur en matière grasse, une couleur plus blanche appréciée par le consommateur en plus de réduire sa sensibilité à l'oxydation de la matière grasse. Une conséquence physicochimique de l'homogénéisation est qu'elle affecte sur la stabilité des protéines, en ce sens que le lait homogénéisé coagule plus facilement, sous l'influence de la chaleur (Carole, 2002).

La masse fondue doit être homogénéisée avec des pressions variant entre 5 et 15 MPa. L'homogénéisation a un certain nombre d'effets (Meyer, 1973) :

- Amélioration de la stabilité de l'émulsion de matière grasse en diminuant la taille des globules gras ;
- Amélioration de la consistance, de la structure, de l'apparence et de l'onctuosité des spécialités fromagères ;
- Favorise une dispersion plus fine des globules gras (Walstra et Jenness, 1984) ;
- Favorise généralement l'épaississement (Chemache, 2011).

#### **2.1.4 Les traitements thermiques:**

Depuis quelques années les fromages se trouvent confrontés à de sérieux problèmes de qualité de lait, imputables notamment à la réfrigération du lait: contamination par des bactéries psychrotrophes, présence d'enzymes protéolytiques et lipolytique thermostables.

Par ailleurs, ils ont à fabriquer avec une matière première de composition variable, présentant à certaines saisons des déséquilibres marqués ayant pour conséquence une qualité fermentescible médiocre, parfois très insuffisante.

Pour résoudre ces problèmes, une triple orientation a été suivie qui tend à se développer très nettement:

-traitement thermiques du lait: 1 ou 2 traitements thermiques, thermisation ou pasteurisation, ou association des deux (Carole, 2002).

La thermisation (traitement qui a lieu à 64°C pendant 15 à 20 secondes) est surtout utilisée pour détruire les bactéries psychrotrophes, qui se développent dans un lait ayant subi, soit une réfrigération à la ferme, soit un stockage réfrigéré au niveau de la fromagerie. Ces bactéries surtout les espèces des genres : *Pseudomonas*, *Achromobacter* et *Flavobacterium* produisent des lipases et des protéases exo cellulaires résistantes à la pasteurisation (72-74°C, 15-20 sec) et même à la stérilisation UHT (132°C, 1-2 sec) (Lenoir et al, 1983).

Ces enzymes peuvent être responsables de goûts désagréables (malté, amer, rance), et de pertes de rendements fromagers. Ce traitement ne peut présenter une protection sûre pour la santé du consommateur, car il ne détruit que partiellement les germes dangereux (Bertrand, 1988).

#### **2.2 Les étapes clés de la fabrication du Camembert :**

L'élaboration de ce type de fromage à caractéristiques organoleptiques particulières passe par la réussite de nombreuses étapes technologiques dont principalement : l'ensemencement – maturation, la coagulation, l'égouttage et enfin l'affinage (Ouali, 2003).

### **2.2.1 La phase d'ensemencement – maturation :**

C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée qui va participer, d'une part, à la coagulation du lait (en provoquant l'acidification), et d'autre part, à l'affinage du fromage (rôle dans l'activité protéolytique). Le lait (un petit volume) estensemencé par des ferments lactiques mésophiles à une dose de 1.5 à 2% (Lenoir et *al*, 1983).

Un temps de maturation suffisant est laissé dans le but de permettre la multiplication et le développement des souches de bactéries lactiques inoculées (Bertrand, 1988). Une fois ses souches revivifiées, le levain (tel que préparé) servira à ensemenecer les grandes cuves de coagulation.

On introduit également des levains fongiques qui jouent un rôle important dans le phénomène de l'affinage. Il s'agit de spores de *Penicillium Camemberti*, *Penicillium caseicolum* ainsi que *Geotrichum candidum* (Ouali, 2003).

### **2.2.2 La coagulation :**

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 (Ouali, 2003).

Pour les fromages à pâtes molles, la coagulation est généralement mixte. Elle est provoquée par l'action conjuguée de la présure (coagulation enzymatique) et les bactéries lactiques (coagulation acide) (Mietton, 1995).

- **Coagulation par voie acide**

Dans le cas de la coagulation acide (provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne), l'abaissement du pH induit la solubilisation du calcium et du phosphate inorganique. Par équilibre, le pont salin dégarni peu à peu les micelles. Ces dernières, vont se lier entre-elles et former un gel cassant, très friable et peu élastique (Mietton, 1995).

- **Coagulation par voie enzymatique**

Un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne ont la propriété de coaguler le lait (carole, 2002). La coagulation enzymatique est quant à elle due à l'action de la présure qui est une enzyme protéolytique provenant de caillettes de veaux non sevrés. Cette enzyme correspond en réalité à deux fractions actives: l'une majeure (80 %), constituée par la chymosine, l'autre mineure (20 %), est représentée par la pepsine (ECK, 1990).

On distingue trois phases :

- Coagulation par hydrolyse de la caséine au niveau de la liaison phénylalanine (105) et méthionine (106) ce qui provoque la libération de caséinomacropéptide hydrophile assurant la stabilité de la micelle (Veisseyre, 1975 ; Mahaut et *al*, 2000).
- Hydrolyse de la caséine (80 à 90 %) à pH = 6.6. Des liaisons hydrophobes et électrostatiques s'établissent entre les micelles modifiées et vont entraîner la formation du gel (Mahaut et *al*, 2000).
- Réorganisation des liaisons entre les paracaséines des micelles de caséines par la mise en place de liaisons phosphocalciques et peut être des ponts disulfures forme le coagulum (Brule et *al*, 1997).

### **2.2.3L'égouttage :**

L'égouttage est une étape commune dans beaucoup de procédés de fabrication fromagère qui permet, dans la majorité des cas, d'accélérer la synérèse puis de séparer le lactosérum du caillé. Lors de cette étape, la plus grande partie des éléments solubles sont éliminés dans le lactosérum (Carole, 2002).

On peut considérer qu'il s'agit d'une déshydratation partielle du caillé. Le caillé a donc une composition variable selon la technique d'égouttage utilisée et la quantité de lactosérum enlevée. L'égouttage a par conséquent une grande incidence sur le type de fromage qu'on cherche à produire. La pâte obtenue est salée par addition de chlorure de sodium, le sel inhibe certaines proliférations microbiennes, complète l'égouttage du caillé et relève la saveur du fromage (Alais et Linden, 1993).

### **2.2.4Moulage :**

Les fromages sont pressés dans des étoiles cerclées de bois ou d'un autre matériau ou encore pris dans des moules perforées, ce qui permet d'obtenir leur forme définitive. Les moules sont disposés sur de grandes nattes en bouleau – les stores – qui vont donner au camembert ses stries caractéristiques (Laurent, 2015).

Cinq louches vont être versées dans les moules. Le caillé est ensuite sabré, puis le moulage à la louche peut débuter ce moment. Les camemberts sont retournés et l'on pose dessus de petites plaques en inox pesant 80 g qui vont maintenir la surface plane (Laurent, 2015).

### 2.2.5 Salage

En fromagerie, le salage est une phase indispensable de la fabrication des produits affinés. La teneur en sel des fromages varie selon le type de fromage, en moyenne elle est de 0.5-2 g/100 g dans la plupart des fromages (Alais et Linden, 1997).

Les modalités de salage sont par saumurages (Emmental et Camembert), salage à sec et salage en masse (Alais et Linden, 1997).

### 2.2.6 L'affinage :

L'affinage correspond à une succession de transformations biochimiques, réalisées à la fois par des enzymes déjà présentes dans le lait ou le caillé, et par des enzymes synthétisées par la microflore qui se développe au cours de la maturation (bactéries, levures et/ou moisissures) (Choisy *et al*, 1997a ; Mahaut *et al*, 2000).

Le développement de cette microflore dite d'affinage est en partie induit par incorporation de « ferments du rouge », soit par pulvérisation des caillés, soit par trempage des caillés dans des bains de saumurage, soit par frottage de la surface avec des suspensions microbiennes. La température des caves d'affinage se situe autour de 12 à 14 °C avec une humidité relative de 85 à 95 % suivant la phase d'affinage. Le temps d'affinage varie en moyenne de 12 à 45 jours suivant les fromages et les qualités organoleptiques désirées (Orianne, 2006).

Les principes de l'affinage sont (Zeller, 2005):

- la perte d'humidité ;
- la désacidification de la pâte ;
- la dégradation des matières azotées (protéolyse) en éléments de base (peptides, acides aminés) ;
- la transformation de la matière grasse (lipolyse) en acides gras (flaveur) ;
- le développement des levures et des moisissures produisant des enzymes qui dégradent les constituants du caillé pour donner la texture et le goût recherchés.

Selon Mietton, (1995), l'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques (la dégradation des protéines, l'hydrolyse de la matière grasse et la fermentation du lactose) qui se déroulent simultanément à savoir (Ouali, 2003).

### **3-Qualité du camembert**

#### **3-1Qualité nutritionnelle :**

Le fromage camembert compris des éléments essentiels de construction, de croissance et d'entretien des muscles, des organes et des os. C'est un produit qui s'adresse particulièrement aux enfants, aux femmes, et aux personnes âgées. Aux enfants parce qu'ils ont besoin pour se développer de protéines, de matières grasses de bonne qualité nutritionnelle, de vitamines et surtout de calcium, et chez les femmes parce que la densité osseuse est moindre. Il s'adresse également aux personnes âgées parce qu'elles se nourrissent peu et qu'elles ont besoin d'absorber calcium et vitamines en quantité suffisante sous un faible volume (Debry, 2001).

La valeur énergétique d'un fromage est donnée par sa teneur en : lipides, protides, glucides et aussi en acide lactique. Ces substances représentent la majeure partie de la matière sèche. Les teneurs en eau et en matière grasse conditionnent la valeur énergétique, elle est de 465 Kcal/100g pour les fromages à pâte molle. (Eck et Gillis, 1997). La valeur alimentaire du fromage vient essentiellement des protéines et des minéraux qu'il apporte à l'organisme. Le fromage camembert constitue une source d'excellents protides, sous forme de caséine (Jouan, 2002).

#### **3-2Qualité organoleptique**

La qualité organoleptique des fromages dépend d'un grand nombre de facteurs liés à la fois à la technologie de fabrication et aux caractéristiques chimique et microbiologique de la matière première mise en œuvre. Ces dernières dépendent elles même de nombreux facteurs d'amont (origine génétique, physiologique, alimentaire...) (Gaborit et *al.* 2001). Il s'avère que les différents traitements technologiques du lait sont plutôt favorables à la texture du produit fini, à son arôme et à la croissance des bactéries lactiques responsables de son élaboration (Desmazeaud, 1996).

#### **3-2-1Propriétés texturales du fromage**

La texture est l'ensemble des propriétés physiques, mécaniques et rhéologiques d'un produit alimentaire, perçues par les organes des sens au moment de la consommation (Adrian., 1995). La texture d'un fromage est un paramètre important pour son classement et l'appréciation de sa qualité organoleptique. L'évaluation des propriétés texturales des fromages peut être faite par deux méthodes : une méthode sensorielle et des méthodes objectives ou encore méthodes instrumentaux. Ces dernières présentent les avantages d'être reproductibles et d'être mise en œuvre rapidement (Hennequin, 1993).

### 3-2-2-Les facteurs influençant la texture de fromage :

- **pH :**

Le pH est le paramètre qui influe le plus sur la texture du camembert. Son augmentation, qui est due à la consommation de l'acide lactique et à la production de composés alcalins par la flore de surface et principalement par le *Penicillium*, joue donc un rôle majeur dans l'amollissement de la pâte du camembert. Ceci est vérifié en zone externe mais aussi dans la partie centrale du fromage, où, dans le cas des camemberts traditionnels, l'augmentation du pH reste non négligeable (pH de l'ordre de 5.5-6.0 en fin d'affinage au lieu de 4.5 après fabrication (Lenoir, 1963 ; Vassal et al, 1986).

Sur des fromages à pâte molle dépourvus de flore de surface et de forte teneur en eau (environ 59%), Noomen, (1977), a observé que le pH est également un facteur majeur pour l'amollissement de la pâte, une valeur de 5.2 permettant d'obtenir une pâte très souple. Hennequin et Hardy, (1993), montrent que le pH est le variable qui agit le plus sur la fermeté de fromages de type « pâte molle ».

- **Teneur en sel :**

Le sel a un effet important sur la dureté de la pâte du camembert, l'augmentation de taux de Na Cl entraîne la diminution de module d'élasticité de la pâte (Mpagana et Hardy, 1986).

- **L'eau :**

L'eau est probablement le facteur qui influence le plus l'aptitude à la fonte du fromage: une teneur en eau élevée influence positivement l'aptitude à la fonte (Eberhard et al. 1988).

- **Le calcium :**

La teneur en calcium joue un rôle important lors de la fonte du fromage.

Moins le fromage contient de calcium, meilleure est son aptitude à la fonte. C'est avant tout le calcium lié qui influence négativement la fonte (Fröhlich- Wyder et Bütikofer, 2005).

- **Teneur en protéine :**

Les protéines jouent un rôle majeur dans la texture des fromages car elles en constituent la seule phase solide continue. En effet, des études par microscopie électronique ont révélé qu'elle forme un réseau qui piège les globules gras et le lactosérum. Toute modification de la nature des protéines présentes dans le fromage aura une répercussion sur ses propriétés rhéologiques. La protéolyse conduit à une pâte moins ferme et moins élastique (Fröhlich-Wyder, 2007).

D'une manière générale, les peptides à longue chaîne engendrent plutôt une pâte longue et visqueuse, tandis que les peptides à chaîne plus courte, qui peuvent lier davantage d'eau, engendrent une pâte plutôt courte et liquide (Fröhlich-Wyder, 2007).

- **Stade physiologique et fréquence de traite :**

Le stade physiologique des animaux est un facteur de variation majeur de différents constituants du lait : teneur et composition des matières grasses, teneurs en protéines, en minéraux ou en enzymes telles la plasmine (Coulon et *al* 1991, Dupont et *al* 1998). Ces variations sont à l'origine d'un effet fort du lait et sur les rendements fromagers (Martin et Coulon, 1995).

Dans les zones où la production est très saisonnière, les fromages produits lorsque les animaux sont en fin de lactation sont fréquemment décrits comme étant plus humides, se protéolysant plus rapidement et ayant une texture moins ferme et moins élastique (Keeffe., 1984).

### **3-2-3-La couleur du fromage :**

Une partie des différences observées selon l'alimentation des animaux est due à certains constituants de lait et des fromages qui proviennent directement des fourrages. C'est le cas de la couleur jaune des produits laitiers, liée en partie à la présence de pigments caroténoïdes provenant des fourrages. Ils sont présents en grande quantité dans les fourrages verts et sont détruits lors du séchage et de la conservation des fourrages de manière d'autant plus forte que l'exposition à la lumière est importante. Ainsi, les fromages réalisés avec de lait de printemps sont-ils beaucoup plus jaunes que ceux réalisés avec de lait d'hiver. L'hiver, les fromages réalisés avec de lait issus d'ensilage d'herbe sont plus jaunes que ceux réalisés avec de lait issus de foin, surtout si ces derniers sont restés longtemps au sol. L'ensilage de maïs, très pauvre en carotènes, conduit à des fromages très blancs. (Martin et *al*, 2003).

### **3-2-4La Flaveur du fromage :**

Dans la formation de la flaveur des fromages, l'activité microbiologique paraît fondamentale. Parmi les microorganismes présents dans le fromage l'aéroflore endogène du lait semble avoir une influence plus déterminante sur la flaveur que sur la texture. D'une façon générale, la présence de cette microflore entraîne une intensité globale de la maturation des fromages accélérée (Grappin et Coulin, 1996).

En ce qui concerne la composition physico-chimique du lait, son influence sur la flaveur des fromages serait en majeure partie d'origine indirecte, bien que Buchin et *al*, (1999) aient trouvé une relation positive entre la teneur en plasmine et l'amertume des fromages, cette enzyme ayant sans doute favorisé l'apparition de peptides ou d'acides aminés amers dans les fromages étudiés.

### 3-2-5 Le Profil aromatique du fromage :

Le profil aromatique des fromages est le résultat de l'association de plusieurs composés volatiles. Ces composés appartiennent aux différentes classes de la chimie organique : il y a des hydrocarbures, des composés possédant un ou plusieurs groupements fonctionnels telles que acides, alcools primaires et secondaires, composés carbonylés, esters produits soufrés amines, des hétérocycles azotés, lactones et des hydrocarbures (Spinnler et *al.* 1997). Les composés d'arômes sont originaires des voies métaboliques se développant durant l'affinage sous l'action de différentes enzymes (Molimard et Spinnler, 1996 ; Larrayoz et *al.* 2001). Le tableau suivant regroupe quelques composés aromatiques importants dans le fromage du camembert.

**Tableau N°3 :** Quelques composés aromatiques importants, dans le fromage du camembert (Smit et *al.* 2005).

Métabolisme	Camembert
Acides aminés	3-Methylbutyrate
	3-Methylbutanal
	Methional
	Methanethiol
	Dimethylsulphide
	Benzaldehyde
	Phenylacetaldehyde
Sucres	2,3-Butanedione
Lipides	1-Octen-3-ol
	Acide buyrique
	1-Octen-3-one
	2-Undecalactone
	$\gamma$ -Deca lactone
Voies conjuguées et autres	Acétate de phényle
	Ethyle

Moinas et *al* (1973) montrent que l'état de maturation influence sur les constituants volatils de l'arôme du camembert. De manière générale, le Camembert jeune se distingue par la présence des méthylcétones homologues inférieures (surtout acétone) de celles trouvées dans le Camembert mûr. De même, les teneurs en alcools secondaires saturés sont comparativement très petites. Le faible degré de formation de la croûte se manifeste par des teneurs réduites en 1-Octen-3-ol dans le camembert jeune. Dès lors, la mesure directe de ce constituant devrait permettre de suivre le degré d'évolution du camembert.

### **3.3 Qualité bactériologique:**

#### **3.3.1 Les coliformes :**

Les coliformes sont des entérobactéries (bacilles gram -, asporulés, glucose+, oxydase-, nitrate réductase+, aérobies anaérobies facultatifs) qui fermentent le lactose avec production de gaz à 30°C. Il s'agit d'un groupe divers non défini sur le plan taxonomique qui comprend les genres *Escherichia* (avec les espèces *coli*, *intermedium*, *freudii*), *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Louis, 2007).

L'ensemble de ces coliformes se nomme coliformes totaux. Certains groupes de coliformes se retrouvent dans les excréments des animaux à sang chaud; ce sont les coliformes fécaux. Lorsque les coliformes sont à des niveaux élevés dans les laits ou encore dominants, ils sont responsables des gonflements précoces des fromages (Coiffier, 1992 ; Demarigny et *al.* 1997), du fait de la production de gaz carbonique et d'hydrogène très peu soluble dans le lait. Ils peuvent conférer un aspect spongieux au fromage (Beuvier et Feutry, 2005).

#### **3.3.2 *Staphylocoques aureus* :**

Les *Staphylocoques aureus* ce sont des coques Gram positif appartient à la famille des *Staphylococaccae*, de 0.5 à 2.5 µm de diamètre caractérisés par une activité catalase, anaérobies facultatifs (meilleure croissance en aérobiose), non mobiles, souvent regroupés en amas ou en grappe, parfois en paires ou en tétrades. La plupart des souches peuvent se développer en présence de 10% de Na Cl et à des températures comprises entre 10 et 40°C. Ils peuvent produire des acides à partir de différents sucres comme le glucose et le lactose (Kloos et Wolfshohl, 1991 ; Takahashi et *al.* 1999).

Si le lait cru reste la principale source de contamination des produits laitiers en staphylocoques, il faut préciser que ces germes sont détruits par la pasteurisation. Par contre, ils sont peu gênés par l'acidification des fromages pas plus que par des taux élevés de sel ; par conséquent, la plupart des fromages réunissent, durant les 24 premières heures de fabrication des conditions souvent favorables à la croissance des *staphylocoques* s'il y en a au départ (Fatet, 2004).

Le pouvoir pathogène de certaines espèces de *staphylocoques* est dû à la production d'une entérotoxines, elle n'est détruite ni par la pasteurisation du lait, ni au cours de l'affinage des fromages. Le nombre minimum de germes nécessaires à la production de suffisamment de

toxine pour provoquer l'empoisonnement est évalué selon les auteurs à  $5.10^5$  ou  $5.10^6$  germes/g (Cuq, 2007).

Sur un plan pratique, la prévention contre les *staphylocoques* passe par une bonne prévention des mammites et une attention toute particulière aux trayons (Cuq, 2007).

### **3.3.3 Salmonella :**

Les Salmonelles sont des bactéries à Gram négatif de type aérobie-anaérobie facultatif appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* et possédant toutes leurs caractéristiques biochimiques. Pourvues de flagelles péritriches, elles sont généralement mobiles mais certains sérovars sont immobiles. Ces entérobactéries lactose -,  $H_2S$  + sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux. Elles ne font pas partie de la flore commensale du tube digestif de leurs hôtes, mais le portage asymptomatique reste fréquent et représente la plus grande voie de dissémination des bactéries dans l'environnement et dans les aliments (Guy, 2006).

Le lait cru est peu fréquemment contaminé et cette contamination est alors le plus souvent d'origine externe. Le lait pasteurisé est habituellement exempt de toutes salmonelles car celles-ci sont éliminées lors de la pasteurisation. Des incidents peuvent survenir uniquement par recontamination après la pasteurisation (Vlaemynck, 1994).

### **3.3.4 Clostridium sulfito-réductrices :**

Ces bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, mais on les rencontre fréquemment dans la nature et en particulier dans le sol (bactéries telluriques) et dans les matières organiques en cours de putréfaction. Ces germes sont très résistants en raison de leur caractère sporulé. Ils sont souvent, quelques fois avec d'autres germes sporulés, les seuls survivants d'une contamination ancienne de l'aliment. Parmi les *Clostridium* sulfito-réductrices, *C. perfringens* occupe une place très importante: en effet, ce germe est très souvent à l'origine de toxi-infections d'origine alimentaire, Il est possible de réaliser une numération sélective des spores ou des formes végétatives (les spores résistent bien à un traitement thermique de 5 à 10 minutes à 80 ou 85°C) (Louis, 2007).

Grâce à la survie de leurs spores dans le milieu naturel, les *Clostridium* apparaissent comme des indicateurs de choix pour mesurer une pollution intermittente ou passée, ou accompagnée de rejets toxiques industriels qui inhibent rapidement les autres germes indicateurs (Cabelli, 1978). Cependant, les *Clostridium* étant moins nombreux que les *E.coli* et streptocoques dans les matières fécales (Pourcher, 1991).

### 3.3.5 *Listeria* :

Cette bactérie a une croissance optimale entre 30 et 37°C. Toutefois, les *Listeria* sont des germes psychrophiles, c'est à dire capable de se multiplier à basse température, notamment à 4°C, et peut se multiplier à des températures comprises entre -2°C et 45 °C (Augustin, 1999).

*L. monocytogenes* se multiplie entre pH 4.5-9.6 avec un optimum de 7.1 (Pearson et Marth, 1990). Le lait cru peut être contaminé soit par un animal malade (mammite, excréteur..), soit au moment de la traite par contamination fécale ou contamination du lait par les aliments du bétail. Ce lait cru contaminé utilisé en fabrication fromagère, particulièrement en pâte molle croûte fleurie ou croûte lavée permet aux *Listeria* de se multiplier au cours de l'affinage (en particulier près de la croûte) et explique les épidémies décrites (Copes et al, 2000 ; Millet et al, 2006).

Au cours de la transformation, on estime que 0.5 % à 10 % des fromages sont contaminés par *L. monocytogenes* ; il s'agit essentiellement des fromages à pâte molle, cependant 75 % des fromages contaminés présentent des niveaux faibles de 1 à 100 *L. monocytogenes*/g. Toutefois, certains fromages à pâte molle pasteurisée peuvent en contenir jusqu'à 106 *L. monocytogenes* /g (Rocourt et Bille, 1997).

Tableau N°4: Critères microbiologiques des fromages à pates molle (JORADP, 1998).

Les germes	n	c	m	M
Coliformes	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	5	2	1	30
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence	
<i>Listeria monoytogene</i>	5	0	Absence	

m : seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante. Tous les résultats égaux ou inférieurs à ce critère sont considérés comme satisfaisants.

M : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique.

M=10m lors du dénombrement effectué en milieu solide

M=30m 10m lors du dénombrement effectué en milieu liquide

n : nombre d'unités composant l'échantillon

c : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre m et M.

**PARTIE**  
**EXPERIMENTALE**

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1 Echantillonnage et prélèvement :

Dans cette étude, trois marques de fromage camembert (Président, Tassili et Le fermier) ont été choisies selon leur disponibilité dans le marché de la ville de Laghouat. Le prélèvement a été effectué dans trois points de vente durant le mois de Février 2017 dans des conditions stériles. Les fromages camembert sont conditionnés dans des films alimentaires et emballés dans des boîtes individuelles. La quantité ramenée au laboratoire est de 15 boîtes/lot pour chaque marque, en mentionnant l'origine de fromage, la date de fabrication et la date de péremption ainsi que le N° de lot (cf. tableau n°5).

### 1.2 Transport et conservation:

Afin d'éviter les changements sensoriels des fromages camembert par la température ambiante (maturation) et de stabiliser qualitativement et quantitativement la flore présente au moment du prélèvement jusqu'au traitement des échantillons, les prélèvements de fromage ont été transportés dans un délai aussi court que possible au laboratoire d'analyse bactériologique du Département de Sciences Agronomiques de l'Université Amar Telidji-Laghouat. Ensuite, les échantillons sont conservés directement dans le réfrigérateur de laboratoire à +4°C jusqu'à l'analyse.

**Tableau N°5:** Échantillonnage des fromages camembert

Marque	Date de fabrication	Date de péremption	N° Lot	Origine
Président	18/01/2017	19/03/2017	10	Blida
Tassili	29/01/2017	15/03/2017	--	Tizi-Ouzou
Fermier	19/01/2017	15/03/2017	92	Tizi-Ouzou

### **1.3 Analyses sensorielles :**

L'analyse sensorielle est demeure aujourd'hui une approche indispensable pour l'évaluation des produits alimentaires, qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires. Un panel d'analyse sensorielle doit être considéré comme un instrument scientifique pour obtenir des résultats fiables et valides. La sélection des panélistes, leur formation et l'échelle d'évaluation adoptée sont des éléments clés de toute approche analytique descriptive.

La méthode choisie dans cette étude est l'analyse descriptive quantitative, dite aussi méthode de profil sensoriel conventionnel. C'est la recherche d'un nombre minimum de descripteurs qui permettront de donner le maximum d'information sur les propriétés sensorielles du produit à analyser; la mesure de l'intensité de la sensation perçue pour chacun des descripteurs choisis; la construction du profil du produit à l'aide de l'ensemble des descripteurs quantifiés. Cette méthode est très fiable et reproductible au cours du temps (Poste *et al*, 1991).

#### **1.3.1 Panel :**

Le panel est consisté de 11 sujets (1 de sexe masculin et 10 de sexe féminin); étudiants en Master 2 Agroalimentaire et contrôle de qualité de l'Université Amar Telidji-Laghouat. Ces sujets ont été sélectionnés selon leur disponibilité et leur motivation pour participer aux essais sensoriels ainsi que leur expérience acquise en méthodes d'analyse sensorielle des aliments car ce panel a été déjà participé en Master 1 à des tests sensoriels sur plusieurs produits alimentaires parmi eux les produits laitiers.

Avant de commencer l'évaluation sensorielle des fromages, le panel a reçu une formation théorique ou un rappelé durant une séance de 1.5 heure animée par le responsable du module de méthodes d'analyse sensorielle des aliments (ou l'encadreur) sur les règles de base de la dégustation, la compréhension de l'échelle et des descripteurs utilisés dans cette étude (cf. Tableau n°6), ainsi que la façon dont les bulletins seront remplis.

#### **1.3.2 Déroulement de l'analyse :**

L'échelle non graduée, dite aussi linéaire, a été utilisée afin d'évaluer le profil sensoriel conventionnel des fromages et mesurer l'intensité et l'amplitude des descripteurs choisis dans cette étude.

- **L'échelle non graduée**

Cette échelle est la plus communément utilisée en analyse sensorielle, notamment pour les épreuves de profil. Elle consiste à un segment de droite dont les deux extrémités sont définies par des ancres explicites. Le sujet marque d'un trait l'endroit correspondant à l'intensité perçue et la distance entre l'origine et le trait est mesurée. Il semblerait que l'absence de structure laisse au dégustateur la liberté de se construire lui-même sa propre échelle vérifiant la règle des intervalles (Bauer et al, 2010; Poste et al, 1991).

**Tableau N°6** : Descripteurs, et définitions utilisées dans l'évaluation du profil sensoriel conventionnel du fromage camembert (Martin et al, 1999).

Profil	Descripteurs	Définitions et Références
<b>Texture</b>	Tranchable	Facilement d'être coupé en tranches de façon mécanique.
	Dur	Qui offre une résistance à la mastication.
	Mou	Par opposition à « dur », qui supporte sans se rompre une certaine déformation.
	Collant	Force nécessaire pour décoller le produit adhérant aux surfaces de la bouche pendant la mastication.
	Glissant	Par opposition à rêche, qui s'avale facilement.
	Granuleux	Qui présente des petits grains plus ou moins durs.
	Lisse	Absence de particules solides.
<b>Saveur</b>	Sucré	Sensation d'un gout sucré associé avec la présence des sucres.
	Amer	Gout de caféine due au peptide amer produit par certain ferments.
	Acide	Saveur acide due à la présence de l'acide lactique.
	Salé	Saveur salé due à la présence du chlorure de sodium.
	Piquant	Provoquant une forte sensation d'irritation des muqueuses buccale et nasale.

- **Description de la tâche des dégustateurs**

Afin de ne pas gêner les dégustateurs dans leur travail et pour le bon déroulement des analyses sensorielles, le laboratoire n° 4 de département des Sciences Agronomiques a été choisi pour ce type d'analyse car toutes les conditions sont réunies en termes d'éclairage, de température et de propreté ainsi que l'absence de bruit et des odeurs désagréables. On présente aux dégustateurs trois échantillons représentant les trois marques choisies pour cette étude. Des tranches de fromage camembert sont présentées aux dégustateurs en même temps dans des assiettes en plastique, codés avec des numéros aléatoires à 3 chiffres. Pour éviter l'altération des produits, tous les échantillons sont retirés du réfrigérateur au moment l'analyse.

Les sujets doivent tracer un petit trait vertical sur la ligne horizontale pour indiquer le pointage que les accordent à chaque descripteur sensoriel sachant que chaque unité de mesure est égale 0.5 cm (cf. figure n°5). Ils doivent rincer la bouche régulièrement avant et entre chacun des échantillons qu'ils goûtent.

### FICHE DE L'ANALYSE DESCRIPTIVE QUANTITATIVE D'UN FROMAGE CAMEMBERT

Produit: Fromage camembert

Nom : ..... Date : .....

Veuillez évaluer le profile complet de ces échantillons de camembert. Tracez un petit trait vertical sur la ligne horizontale pour indiquer le pointage que vous accordez à chaque descripteur sachant que chaque unité de mesure est égale 0.5 cm. A chaque trait vertical, faite correspondre le numéro de code de l'échantillon testé.

Veuillez évaluer les échantillons dans l'ordre suivant:     **590**        **172**        **303**

#### Texture

Tranchable	Très peu intense	_____	Très intense
Dur	Très peu intense	_____	Très intense
Mou	Très peu intense	_____	Très intense
Collant	Très peu intense	_____	Très intense
Glissant	Très peu intense	_____	Très intense
Granuleux	Très peu intense	_____	Très intense
Lisse	Très peu intense	_____	Très intense

#### Couleur

Jaune pâle	_____	Jaune vif
------------	-------	-----------

#### Flaveur

Amer	Très peu intense	_____	Très intense
Salé	Très peu intense	_____	Très intense
Piquant	Très peu intense	_____	Très intense
Acide	Très peu intense	_____	Très intense
Sucré	Très peu intense	_____	Très intense
<u>Odeur</u>	Très peu intense	_____	Très intense

- Observations:

**Figure N°5** : Fiche d'évaluation de la qualité organoleptiques de fromage camembert  
(analyse descriptive quantitative)

#### 1.4 Analyse des données

Les moyennes et les écarts type (SD) ont été calculés à partir des données obtenues de la dégustation d'onze sujets pour chaque marque de fromage camembert et pour chaque descripteur sensoriel. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) et de test de comparaisons multiples de Tukey. Toutes les statistiques ont été réalisées avec le logiciel statistique Statistix 8.

#### 1.5 Analyse bactériologiques :

Notre étude bactériologique s'est intéressée aux critères microbiologiques fixés par l'arrêté interministériel N° 35 du 27 Mai 1998 (JORADP, 1998). Les techniques utilisées sont effectuées conformément à la réglementation algérienne et les normes d'AFNOR.

Les différentes flores bactériennes recherchées sont : les coliformes totaux, les *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfito-réductrices et les salmonelles. Avant de commencer les analyses bactériologiques, il est indispensable de préparer les suspensions mères.

##### 1.5.1 Préparation de la solution mère et les dilutions décimales:

Les échantillons destinés aux analyses microbiologiques sont préparés en pesant une quantité de 10 g du fromage du camembert, prélevée aseptiquement à l'aide d'un couteau stérile et introduite dans un flacon contenant 90 ml de l'eau physiologie stérile puis homogénéisée pendant 2 minutes. Cette suspension constitue alors la dilution mère qui correspond à la dilution 1/10 ou ( $10^{-1}$ ) (Lebres et Hamza, 2002).

Ensuite, à l'aide d'une pipette stérile, un millilitre de la suspension mère ( $10^{-1}$ ) est prélevé aseptiquement et introduit dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologie stérile. On obtient ainsi la dilution  $10^{-2}$  et on prépare de la même procédure pour les autres dilutions  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  et  $10^{-5}$  (Guiraud, 2003). Tous les tubes sont agités soigneusement par des mouvements de rotation ou au moyen d'un Vortex (Bourgeois et Leveau, 1991). Dans ce cas, nous disposons de cinq dilutions décimales à partir desquelles les milieux de cultures seront ensemencés.

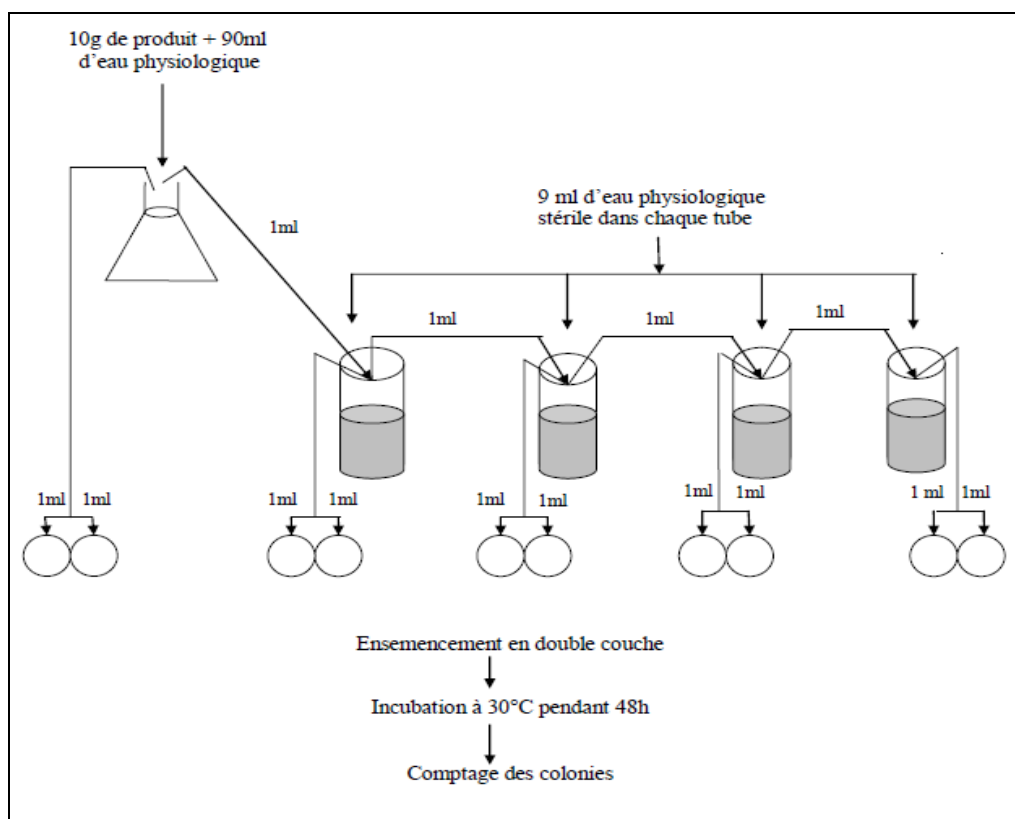
##### 1.5.2 Recherche et dénombrement des coliformes totaux:

Le milieu de culture gélosée VRBL (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) (cf. annexes) a été utilisé pour le dénombrement des coliformes totaux. C'est un milieu sélectif qui permet de dénombrer les coliformes par ensemencement en masse (Larpen, 1990).

Un millilitre de chaque dilution décimale a été transféré dans des boîtes de Pétri (deux boîtes par dilution) en utilisant la méthode d'ensemencement en profondeur (double couches) (cf. Figure n° 6). Les boîtes sont ensuite incubées à 30°C pendant 48h.

➤ **Lecture et interprétation**

Après la période d'incubation, les colonies caractéristiques des coliformes sont rouges ayant un diamètre d'au moins 0.5 mm ou plus et parfois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile. Les boîtes contenant 150 colonies maximum sont comptées (Norme NF-V 08-050, 2009).



**Figure N°6 :** Schéma récapitulatif de mode opératoire pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux.

### 1.5.3 Recherche et dénombrement des *Staphylocoques aureus*:

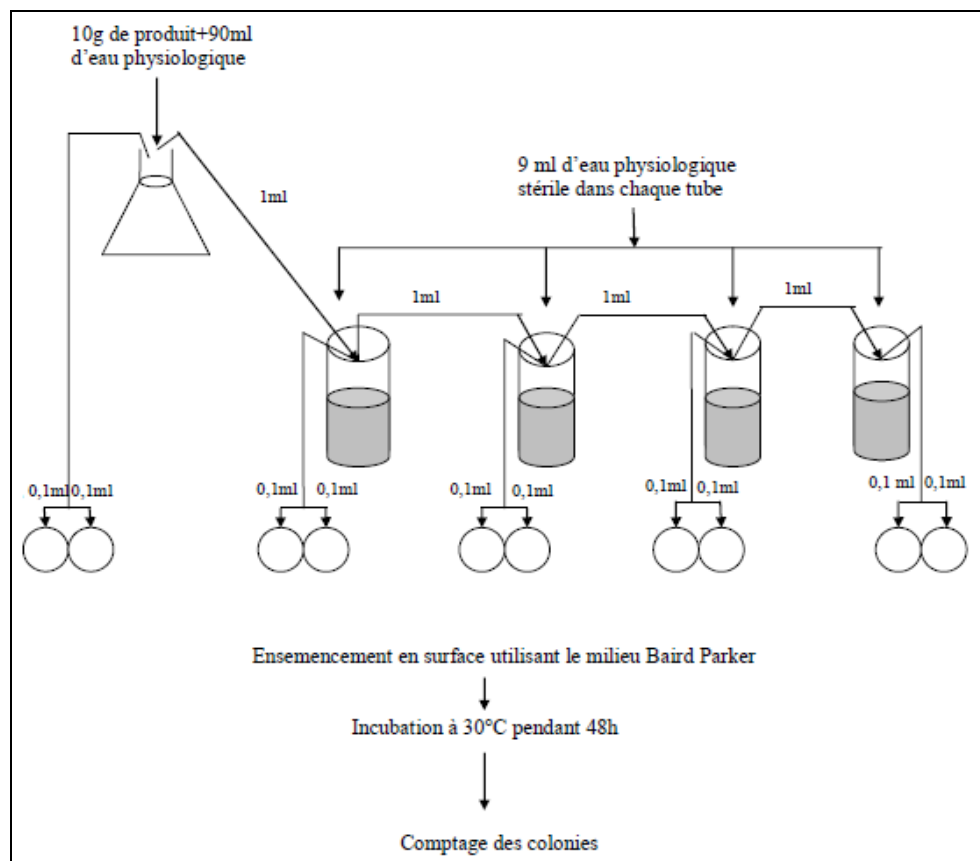
Pour rechercher et dénombrer les staphylocoques, nous avons utilisé le milieu Baird Parker additionné de jaune d'œuf (élément nutritif et révélateur enzymatique) et de Tétrurite de potassium (indicateur de noircissement des colonies) (cf. annexes) qui est souvent le milieu le plus favorable à la sélection et la différenciation des staphylocoques à partir des produits alimentaires, selon la méthode décrite par AFNOR : N F-V-08-014. Ce milieu est préparé en additionnant 1 ml de jaune d'œuf, 1 ml d'eau physiologique et 0.25 ml de Tétrurite de

potassium. Une quantité de 1.25 ml de ce mélange est additionné au flacon de Baird Parker fondu.

L'ensemencement a été effectué par l'étalement de 0.1 ml de chaque dilution décimale à la surface de la gélose Baird Parker sans toucher les bords de la boîte (cf. figure n°7). Ensuite, les boîtes sont incubées à l'étuve pendant 48 heures à 30°C.

### ➤ Lecture et interprétation

Après incubation, *S. aureus* donne des colonies noires, brillantes, convexes, de 1.5 mm de diamètre, entourées d'un halo clair (protéolyse) de 2 à 5 mm de diamètre. Le dénombrement des staphylocoques se fait par comptage de colonies caractéristiques sur les boîtes contenant entre 1 et 100 colonies.



**Figure N° 7:** Schéma récapitulatif de mode opératoire pour le dénombrement de *S. aureus*.

#### 1.5.4 Dénombrement des *Clostridium* sulfito-réductrices :

La gélose Viande-Foie complète est recommandée pour la recherche et le dénombrement de spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les eaux, les produits laitiers et les autres produits alimentaires. Un millilitre de chaque dilution décimale est transféré aseptiquement et introduit dans les tubes à essai du 20 ml. Ensuite, tous les tubes sont chauffés à une température de 80°C pendant 8 à 10 minutes dans un bain marie pour éliminer les formes végétatives et garder uniquement les formes sporulées. Après chauffage, les tubes sont remplis avec le milieu gélosé viande foie (cf. annexes), puis incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures après une lente agitation des tubes.

##### Lecture :

La lecture se fait chaque 6 heure d'incubation. Les *Clostridium* sulfito-réductrices donnent après 18 à 24 heures des colonies noires par réduction du sulfite et production de sulfure de fer.

##### ➤ Expression des résultats

Selon la norme **NF ISO 7218**, le calcul de nombre N de microorganismes présents dans l'échantillon pour essais, en tant que moyenne pondérée à partir deux dilutions successives, à l'aide de la formule suivante:

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0.1n_2) d}$$

**N** : le nombre de micro-organismes (ou UFC) présents dans 1 g d'échantillon pour essai.

$\sum C$  : est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient 15 colonies ;

**V** : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres ;

**n<sub>1</sub>** : est le nombre des boîtes retenues à la première dilution

**n<sub>2</sub>** : est le nombre des boîtes retenues à la seconde dilution

### 1.5.5 Recherche des salmonelles :

L'isolement des salmonelles est effectué selon la méthode de routine **NF V08-052** de Mai 1997 et JORADP n°42, 2005. En général, la recherche des *Salmonella* nécessite 4 phases successives (cf. figure n°8):

– **Pré-enrichissement en milieu non sélectif liquide:**

La phase de Pré-enrichissement a été réalisée par l'incubation des solutions mères préalablement préparées à 37°C pendant 24 heures, de manière à favoriser la revivification des microorganismes.

– **Enrichissement en milieu sélectif liquide:**

Enrichissement se fait en bouillon Sélénite-cystine. On introduit à l'aide d'une pipette 2 ml de solution pré-enrichit dans 20 ml de bouillon Sélénite-cystine (cf. annexes). Le bouillon est incubé 37 °C durant 18 à 24h.

– **Isolement :**

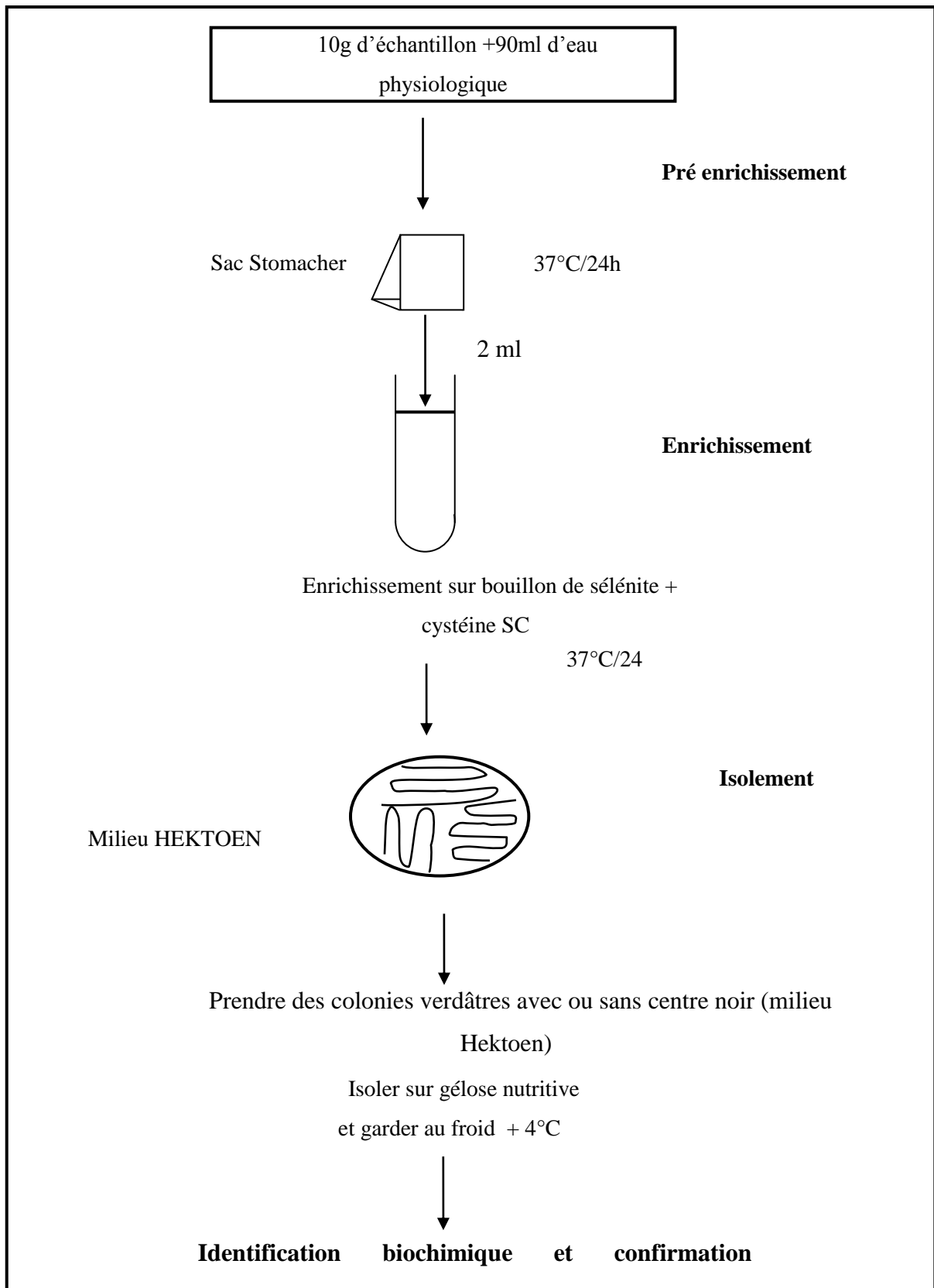
Après 24 heures d'incubation, on ensemence à l'aide d'une anse de platine à partir des cultures obtenues après enrichissement le milieu sélectif solide Hektoen. Ensuite, les boîtes sont incubées à 37 °C, puis examinées après 24 h et si nécessaire après 48 h, pour contrôler s'il y a présence de colonies présumées de *Salmonella* (en raison de leurs caractéristiques).

Les colonies caractéristiques des *Salmonella* sont :

- Vertes ou bleues vertes avec ou sans centre noir sur le milieu Hektoen (cf. annexes).
- Pour avoir des colonies pures, il est indispensable de repiquer plusieurs colonies caractéristiques des Salmonelles (2 ou 3 colonies suspectes) de chaque boîte et isoler sur gélose nutritive puis incubé à 37°C pendant 24h.

– **Confirmation:**

Une confirmation au moyen des essais biochimiques et sérologiques appropriés est réalisée sur des colonies pures isolées sur gélose nutritive, présumées être des *Salmonella*.



**Figure N° 8 :** Diagramme de la méthode utilisée pour la recherche des salmonelles.



**Résultats**  
**et**  
**Discussion**

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION :

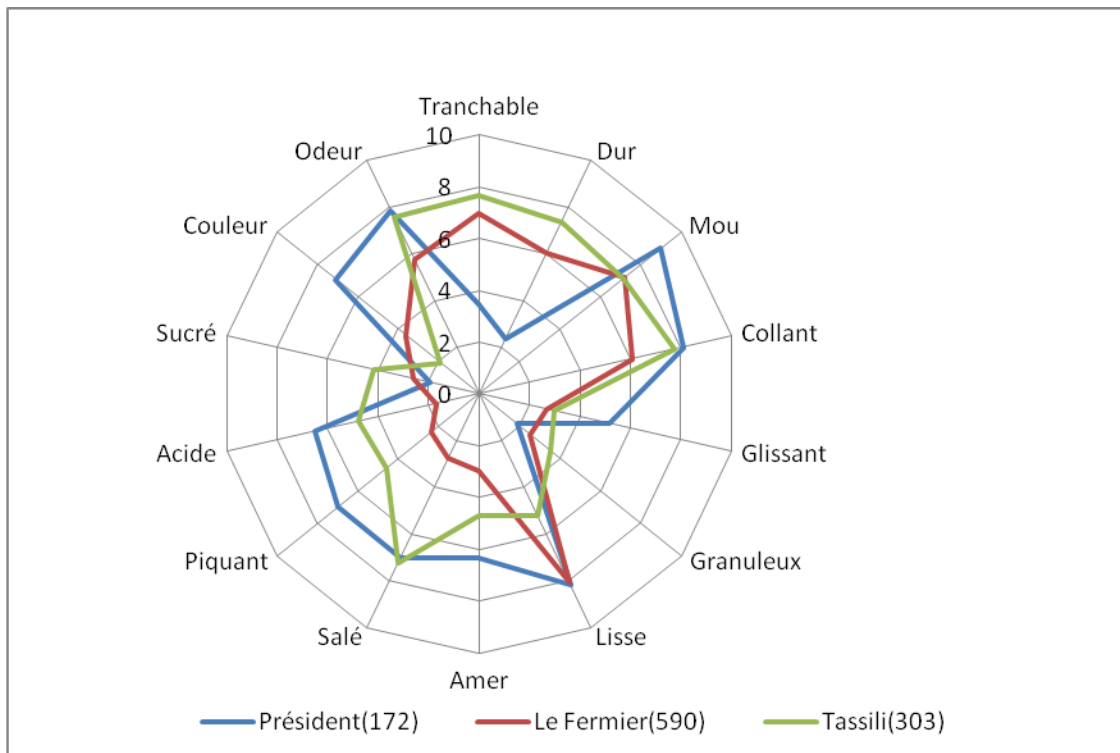
### 2.1-Appréciation organoleptique

Les résultats de l'analyse descriptive quantitative des fromages de type camembert commercialisés dans la ville de Laghouat sont rapportés dans le tableau ci-dessous et représentés par la figure n°9.

**Tableau N°7:** Tableau récapitulatif des résultats d'analyses organoleptiques des fromages camembert commercialisés dans la ville de Laghouat.

Descripteur	Marque		
	Président	Le Fermier	Tassili
Tranchable	3.45±0.88 <sup>b</sup>	6.95±0.88 <sup>a</sup>	7.68±0.84 <sup>a</sup>
Dur	2.36±0.84 <sup>c</sup>	6.05±0.96 <sup>b</sup>	7.36±0.59 <sup>a</sup>
Mou	9±0.97 <sup>a</sup>	7.23±0.65 <sup>b</sup>	7.14±0.89 <sup>b</sup>
Collant	8.09±0.89 <sup>a</sup>	6.09±0.66 <sup>b</sup>	7.77±0.93 <sup>a</sup>
Glissant	5.81±0.81 <sup>a</sup>	2.68±0.51 <sup>b</sup>	3±0.89 <sup>b</sup>
Granuleux	1.86±0.95 <sup>b</sup>	2.55±0.88 <sup>b</sup>	3.55±0.88 <sup>a</sup>
Lisse	8.18±0.98 <sup>a</sup>	8.09±0.99 <sup>a</sup>	5.23±0.98 <sup>b</sup>
Amer	6.32±0.98 <sup>a</sup>	2.95±0.57 <sup>c</sup>	4.72±0.79 <sup>b</sup>
Salé	7±1 <sup>a</sup>	2.72±0.79 <sup>b</sup>	7.23±0.96 <sup>a</sup>
Piquant	7±0.97 <sup>a</sup>	2.36±0.92 <sup>c</sup>	4.59±0.86 <sup>b</sup>
Acide	6.5±0.87 <sup>a</sup>	1.68±0.78 <sup>c</sup>	4.77±0.88 <sup>b</sup>
Sucré	1.95±0.88 <sup>b</sup>	2.59±0.86 <sup>b</sup>	4.18±0.72 <sup>a</sup>
Couleur	7.09±0.80 <sup>a</sup>	3.59±0.89 <sup>b</sup>	1.90±0.86 <sup>c</sup>
Odeur	7.86±0.87 <sup>a</sup>	5.77±0.88 <sup>b</sup>	7.55±0.82 <sup>a</sup>

<sup>x</sup> Moyenne ± écart-type (n = 11). Les différentes lettres minuscules (<sup>a-b</sup>) dans la même ligne indiquent des différences significatives (P <0.05) entre les trois marques.



**Figure N°9:** Résultats d’analyse descriptive quantitative des fromages de type camembert commercialisés dans la ville de Laghouat présentés sous forme de graphique en étoile

L’analyse statistique des résultats de profil de la texture met en évidence l’existence des différences significatives ( $P < 0.05$ ) entre les trois marques de fromage camembert en termes de descripteurs dur. Il apparaît clairement que la marque président a une texture moins dure mais aussi moins tranchable par rapport aux autres marques de fromages testées. Par contre, ce fromage présente une texture significativement ( $P < 0.05$ ) très moule et très glissante par rapport aux fromages Tassili et Le fermier. De plus, la texture collante est moins intense ( $P < 0.05$ ) dans le fromage Le fermier, tandis que le fromage Tassili présente une texture moins lisse et très granuleuse par rapport aux autres marques de fromages analysées. Keeffe., (1984) ont montré que dans les zones où la production est très saisonnière, les fromages produits lorsque les animaux en fin de lactation sont fréquemment décrits comme un fromage présentant une texture moins ferme et moins élastique. Quand le lait est plus riche en plasmine la protéolyse primaire des fromages est plus forte, avec pour conséquence une moindre résistance mécanique et une moindre élasticité de ces fromages, due à des modifications de la matrice protéique. Par ailleurs, plus le lait est riche en acides gras insaturés, moins la résistance mécanique des fromages est forte, car la présence de ces acides

gras augmente la fluidité de la matière grasse (Hurtaud, (2001). Le pH est le paramètre qui influe le plus sur la texture du camembert. Son augmentation, qui est due à la consommation de l'acide lactique et à la production de composés alcalins par la flore de surface et principalement par le *Penicillium*, joue donc un rôle majeur dans l'amollissement de la pâte du camembert (Lenoir, 1963). Vassal et *al.* (1986) ont observé que le pH du lait à l'emprésurage lié au type de pâturage, influence la texture des fromages. Par modification de la minéralisation des caséines, le pH influence à la fois le temps de prise, l'égouttage et la fermeté du coagulum (Mietton, 1995). Martin et Coulon, (1995) ont également observé que sur certains alpages, le lait présent une baisse du pH sous presse plus lente, avec pour conséquence un égouttage moins poussé et une texture moins ferme. Cette modification de la cinétique du pH pourrait être liée à la présence dans ce lait de molécules à activité antimicrobienne, ou à une plus grande concentration de molécules agissant sur le pouvoir tampon du lait, tels que les phosphates ou les carbonates. En outre, l'eau est probablement le facteur qui influence le plus l'aptitude à la fonte du fromage, une teneur en eau élevée influence positivement l'aptitude à la fonte (Eberhard et *al.* 1988).

Concernant les descripteurs de la flaveur analysés au cours de cette étude, l'analyse statistique des résultats de profil de la flaveur met en évidence que le fromage président présente une flaveur significativement ( $P < 0.05$ ) très intense en termes de descripteurs amer, acide et piquant par rapport aux autres marques de fromages testées. De plus, Le fermier est significativement le fromage le moins salé ( $P < 0.05$ ), tandis que le fromage Tassili présente une flaveur plus sucré par rapport aux autres fromages analysés. Ljutovac, (2002) affirme que la lipolyse, dégradation enzymatique de la matière grasse, conduit à la libération d'acides gras, permettant le développement de la flaveur du fromage. De plus, la durée d'affinage est influencée sur la flaveur du fromage camembert, plus le fromage s'affine, plus les protéines se dégradent et la flaveur se forme (Houssin, 2000). Selon Luquet, (1990) une trop longue conservation, une activité protéolytique trop forte des ferments ou une contamination par des germes protéolytiques conduit à une amertume très intense du fromage. Donc, l'amertume des fromages est généralement due à la production de peptides amers par les enzymes protéolytiques des microorganismes et des agents coagulants (Hassan et *al.*, 2002). Une enquête effectuée en France (Pélissier et *al.*, 1975) montrait que le défaut d'amertume est le plus fréquent dans le cas des fromages à pâte molle ou à pâte persillée. Les souches de *P. caseicolum* utilisées en fabrication de camembert pourraient donc être en grande partie responsables de l'amertume de ce fromage par la formation directe de peptides amers ou par la production de précurseurs non amers (vassal, 1994). Dans le cas du camembert, les protéases

des streptocoques lactiques peuvent également contribuer à la formation d'amertume (Martley, 1975). En ce qui concerne l'acidité du camembert, Famelart *et al.*, (2002) ont montré que l'excès d'acidification est considéré comme une altération des fromages. Il peut avoir différentes causes : maturation trop poussée du lait, utilisation de souches trop acidifiantes, taux d'ensemencement excessif et température trop élevée au cours de l'acidification du caillé, etc.

Les résultats de la présente étude montrent également que la couleur jaune du fromage président est significativement plus intense ( $P < 0.05$ ) par rapport aux fromages Tassili et Le fermier. Par contre, l'odeur du fromage Le fermier est moins intense ( $P < 0.05$ ) par rapport aux autres fromages testés. Martin *et al.*, (2003) a rapporté que la couleur jaune des produits laitiers, liée en partie à la présence de pigments caroténoïdes provenant des fourrages et les composés d'arômes sont originaires des voies métaboliques se développant durant l'affinage sous l'action de différentes enzymes (Molimard et Spinnler, 1995 ; Larrayoz *et al.* 2001). Les fromages réalisés avec des laits de printemps sont beaucoup plus jaunes que ceux réalisés avec des laits d'hiver en raison de la teneur élevée de l'herbe verte en pigments caroténoïdes et en hiver, les fromages préparés avec de lait d'ensilage d'herbes ont plus jaunes que ceux réalisés avec de lait de foin (Coulon *et al.*, 2005). Le temps de la phase d'affinage influé sur la couleur et le profil aromatique du fromage camembert, lorsque la durée d'affinage est longue, donc le profil aromatique est plus intense et le fromage présente une couleur plus jaune (Houssin, 2000). En outre, Buchin *et al.*, (1999) ont montré dans des fromages au lait cru une production accrue de composés à fort potentiel aromatique comme les alcools, les acides gras volatils ou les composés soufrés, avec comme conséquences un arôme plus fort.

## 2.2-Analyses bactériologiques :

Les résultats des analyses bactériologiques des trois marques de fromage camembert obtenus au cours de cette étude sont rassemblés dans le tableau N° 8 et représentés par les figures n°10 et 10. Les résultats des différentes flores étudiées sont interprétés selon les critères microbiologiques des fromages à pate molle fixés par l'arrêté interministériel N° 35 du 27 Mai 1998 (JORADP, 1998).

**Tableau N°8:** Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse bactériologiques des fromages de type camembert commercialisés dans la ville de Laghouat.

Germes	Marques	CT	SA	CSR	Salm
Résultats (UFC/g)	Président	$3 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2$	Absence	Absence
	Tassili	70	$2 \times 10^2$	Absence	Absence
	Le Fermier	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^2$	Absence	Absence
<b>m</b>		$10^2$	$10^2$	1	
<b>3m</b>		$3 \times 10^2$	$3 \times 10^2$	3	
<b>M</b>		$10^3$	$10^3$	30	
<b>S</b>		$10^5$	$10^5$	$10^3$	

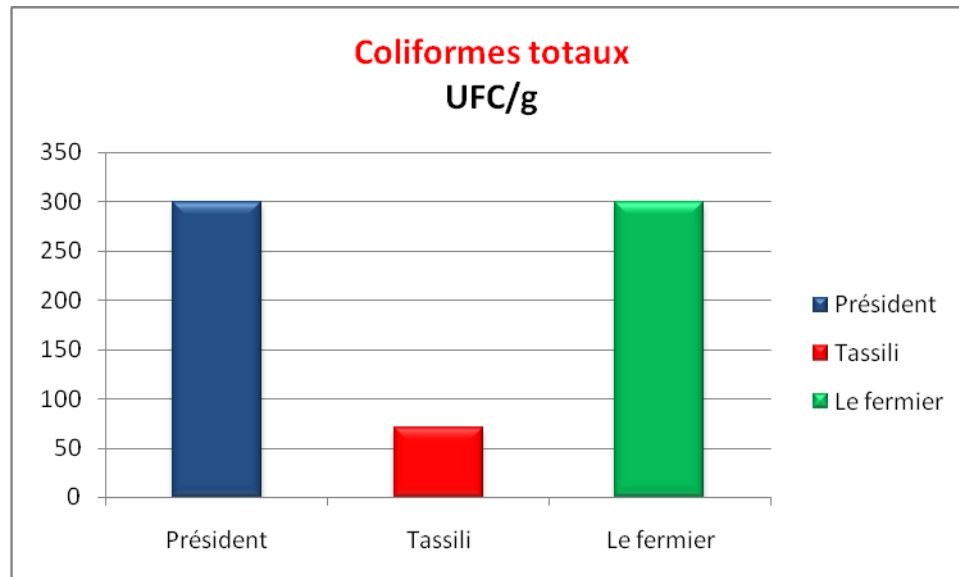
Moyenne UFC/g., **CT** : Coliformes totaux, **SA** : *Staphylococcus aureus*. **CSR** : *Clostridium* sulfito réductrices, **Salm**: *Salmonella*. **m**: valeur seuil pour le nombre de bactéries par millilitre ou par gramme, **3m** : seuil limite de qualité satisfaisante, **M = 10 m/ M = 30 m**: seuil limite d'acceptabilité, **S = 1000 m** : seuil de toxicité.

D'après les résultats des analyses bactériologiques, les charges des coliformes totaux enregistrées dans les fromages Président, Tassili et le Fermier sont de l'ordre de  $3 \times 10^2$ , 70 et  $3 \times 10^2$  UFC/g (cf. figure n°10), respectivement. Concernant les *Staphylococcus aureus*, les charges bactériennes enregistrées sont  $2.5 \times 10^2$ ,  $2 \times 10^2$  et  $3 \times 10^2$  UFC/g, pour les marques Président, Tassili et le Fermier, respectivement (cf. figure n°11). Ces charges sont donc en dessous des limites d'acceptabilité décrite par la réglementation nationale (cf. tableau n°8). On note également l'absence totale des germes pathogènes tels que les Salmonelles et les *Clostridium* sulfito réductrices dans les échantillons testés. Les histogrammes des figures 10 et 11 résument les résultats du dénombrement des coliformes totaux et des Staphylocoques dans les trois échantillons de fromages analysés.

Dans la présente étude, les charges des coliformes totaux enregistrées montrent que les fromages Président et le Fermier présentent des charges importantes par rapport au fromage

Tassili et ces valeurs ne dépassent pas la limite d'acceptabilité décrite par la réglementation nationale en vigueur qui est de l'ordre de  $10^3$  UFC/g. Selon Larpent (1990), la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale.

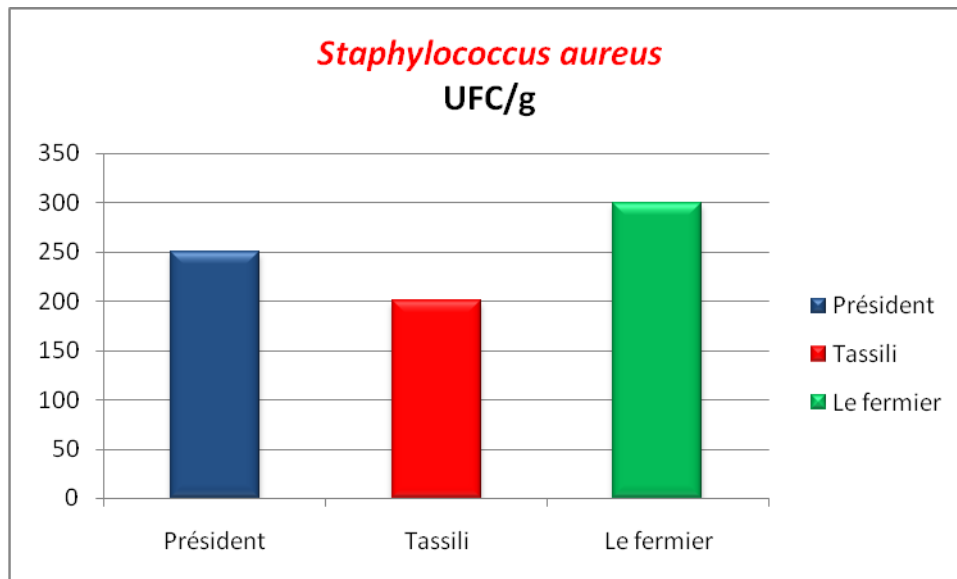
Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.



**Figure N°10:** Représentation graphique des taux de contamination par les coliformes totaux des fromages camembert commercialisés dans la ville de Laghouat.

Le degré de contamination du fromage par les coliformes peut être lié aux conditions d'hygiène dans lesquelles s'effectuent la préparation et la manipulation des produits. Leur nombre peut aussi indiquer qu'ils se sont multipliés après la fabrication du fromage (Fantasia et al, 1975). De plus, les germes rencontrés au groupe des coliformes sont rencontrés très souvent dans les fromages à pâte molle, quelquefois en nombres élevés. Une contamination même faible du lait en coliformes peut entraîner, au cours de l'affinage des fromages, une multiplication de ces coliformes jusqu'à un niveau difficilement compatible avec les normes d'hygiène. Les coliformes qui se développent au cours de l'affinage et de la conservation au froid appartiennent en majorité à l'espèce *Enterobacter hafniae* (Mourgues, et al 1977). Selon une étude menée par Vassal, et al (1986), le lait de fabrication en général contenait moins de 100 coliformes par ml avec une proportion très variable de coliformes fécaux. A la fin de la fabrication (démoulage) et pendant l'affinage à 12°C (jusqu'aux 10 jours), le nombre des coliformes totaux était compris entre 100 et 200/g de produit, celui des coliformes fécaux était légèrement inférieur. C'est à partir du 10 jours que l'on voit le nombre de coliformes totaux augmenter de façon importante, atteignant  $10^5$  à  $10^6$ , tandis que le nombre de coliformes

fécaux diminue progressivement. Cependant à 60 jours, les fromages contiennent encore en moyenne une dizaine de coliformes fécaux par gramme de produit.



**Figure N°11:** Représentation graphique de taux de contamination par les *staphylococcus aureus*

D'autre part, les Staphylocoques enregistrés au cours de cette étude montrent que le fromage Le Fermier présente des niveaux plus élevés de *Staphylococcus aureus* (cf. figure n°11) par rapport aux autres marques testées, mais toujours inférieures à la limite d'acceptabilité décrite par les normes nationales qui est de l'ordre de  $10^3$  UFC/g. Selon Dodd et Booth, (2000), le *Staphylococcus aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait (Rainard et Poutrel, 1993). La présence de staphylocoques dans le lait peut avoir deux origines principales, soit elle résulte d'une contamination primaire, due à la présence dans un troupeau de mammites à *Staphylococcus aureus*, soit c'est une contamination humaine. L'entérotoxines de ces germes n'est détruite ni par la pasteurisation du lait, ni au cours de l'affinage du fromage (Thieulin et al, 1966 ; Ounine, 2006). Tesone (1978) a ajouté que la plupart des échantillons des fromages à pates molle examinés présentées un nombre élevé de *S. aureus*.

Dans la présente étude, on note également l'absence des *Clostridium* sulfito-réductrices et des salmonelles dans nos échantillons de fromage. Ces résultats confirment l'étude de Daoudi, (2006) qui indique l'absence des germes pathogènes tels que les *Clostridium* sulfito-

réductrices et les salmonelles dans les échantillons des fromages à pâte molle analysées. En général, les produits laitiers sont rarement responsables de cas de salmonelloses (Lepoutre et *al*, 1996). Alors, dans une étude similaire, Feknous (2013) a rapporté que tous les échantillons de fromage à pâte molle de type Camembert (Saint-Augustin) fabriqués à la laiterie Edough de Annaba sont dépourvues de germes pathogènes entre autres les *Clostridium* sulfito-réductrices. De plus, l'étude réalisée par Mahamedi (2015) a montrée que les salmonelles et les *Clostridium* sulfito-réductrices sont absentes dans tous les échantillons du fromage testées.

# Conclusion

---

---

## Conclusion

Cette étude a été conduite dans le but d'évaluer la qualité organoleptique et bactériologique de trois spécialités de camembert commercialisées dans la ville de Laghouat. L'analyse statistique a mis en évidence l'existence des différences significatives ( $P < 0.05$ ) entre les trois marques de fromage camembert en termes de descripteurs dur et tranchable. De plus, la texture collante est moins intense ( $P < 0.05$ ) dans le fromage Le fermier, tandis que le fromage Tassili présente une texture moins lisse et très granuleuse par rapport aux autres marques de fromages analysés. Le profil de la saveur montre également que le fromage Président présente une saveur significativement ( $P < 0.05$ ) très intense en termes de descripteurs amer, acide et piquant, tandis que le fromage Le fermier est significativement le moins salé mais le fromage Tassili présente une saveur plus sucrée par rapport aux autres fromages testés. Le profil sensoriel du fromage camembert est fortement lié aux quantités de divers ingrédients et/ou additifs ajoutés ainsi qu'à la maîtrise des étapes de fabrication entre autres l'égouttage et l'affinage. Toutes modifications ou non respect de ces paramètres pourraient influencer par la suite sur la qualité organoleptique du produit fini. Nos études suggèrent également la maîtrise des différentes étapes de préparation et de fabrication de fromage camembert afin d'avoir une qualité organoleptique proche aux préférences de consommateurs.

L'analyse bactériologique a permis également d'évaluer le niveau de contamination par le dénombrement des différentes flores recherchées dans les fromages à pâte molle. Les charges bactériennes enregistrées par les coliformes totaux et les *Staphylococcus aureus* sont en dessous des limites d'acceptabilité décrites par la réglementation nationale en vigueur. Aucune contamination par les Salmonelles et les *Clostridium* sulfite-réductrices n'a été enregistrée dans les échantillons de fromage testés. Donc, ces résultats indiquent que les fromages camembert commercialisés dans la ville de Laghouat sont de qualité satisfaisante. La recherche de la qualité est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agro-alimentaire. Tout fabricant de produit alimentaire doit instaurer et appliquer un système d'autocontrôle couvrant la sécurité de ses produits. Les fromages à pâte molle et plus particulièrement le camembert sont des produits non pasteurisés et considérés comme

des produits à haut risque, la mise en place d'un système préventif d'analyse des dangers selon le programme HACCP dans les usines de fabrication des fromages à pâte molle reste toujours un outil fondamental pour améliorer l'assurance de la qualité hygiénique de produit fini et atteindre un niveau satisfaisant de sécurité sanitaire alimentaire.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

**Annexe 1: JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35  
du 27 Mai 1998 (JORA. 1998).**

<b>Produit</b>	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>m</b>
<b>11. Fromages à pates molle :</b>			
Coliformes	5	2	10 <sup>2</sup>
Coliformes fécaux	5	2	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	10 <sup>2</sup>
Clostridium sulfito- réducteurs à 46 °C	5	2	1
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence
<i>Listeria monocytogene</i>	5	0	Absence

**Annexe 2 : composition de gélose Violet rouge bile agar VRBL**

<b>Constituants</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Lactose	10
Peptone gélatine	70
Chlorure sodium	5
Extrait de levure	3
Sels biliaires	1.5
Rouge neutre	0.03
Cristal violet	0.002
Agar bactériologique	150

**Annexe 3 : composition de gélose HEKTOEN**

<b>Constituants</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Peptone de viande	12
Lactose	12
Saccharose	12
Sels biliaires	9
Chlorure de sodium	5
Sodium thiosulfate	5
Extrait de levure	3
Citrate de fer ammoniacal	15
Acide de fuchsine	0.1
Bleu de bromothymol	0.064
Agar bactériologique	14

**Annexe 4 : composition de gélose Baird Parker**

<b>Constituants</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Glycine	12
Péncréace digestif de caséine	10
Sodium de pyruvate	10
Extrait de bœuf	5
Chlorure lithium	5
Extrait de levure	1
Agar bactériologique	20

**Annexe 5 : composition de Bouillon sélénite cystéine**

<b>Constituants</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Peptone	5
Phosphate de sodium	10
Lactose	4

**Annexe 6 : composition de gélose VF (viande foie)**

<b>Constituants</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Peptone de viande-foie	30
Glucose	2
Amidon	2
Sulfite de sodium	2.5
Citrate ferrique ammoniacal	0.50
Agar	11

# ANNEXES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## A

**Adrian J., Potus J et Frange R., (1995)** *La science Alimentaire de A à Z*. Techniques et documentation Lavoisier. Paris.

**Aissaoui Zitoun O., 2004.** Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnelle algérien « *Bouhezza* ». Thèse de Magistère. Université Mentouri de Constantine. P : 134.

**Alais C. et Linden G., (1993).** Biochimie alimentaire. Masson ,2ème édition paris. P : 180.

**Alais C. et linden G., (1997).** Abrégé de biochimie alimentaire. 4ième éd, *Masson*, P : 248.

**Augustin J.C., (1999).** Modélisation de la dynamique de croissance des populations de *Listeria monocytogenes* dans les aliments. Thèse de Doctorat, Université Lyon 1.P :156.

## B

**Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M. et Ouzrout R., (2005).** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales «Arabia et Kabyle». *Sci. Technol.*, 23: 30-37.

**Bauer W. J; Badoud, R; Löliger, J., (2010).** Science et technologie des aliments: principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. *PPUP Presses polytechniques*, P : 720.

**Beaubier S., Brache M., Camus F., Cucci P., Oliva B., Petitpierre H., Sturelle C., Thibaux P et Winkel L., (2014).** Les microorganismes dans l'alimentation. Projet professionnel université de Lorraine P : 50.

**Benderouich B., (2008).** La kémariya: un produit du terroir à valoriser. Mémoire d'Ingénieur d'Etat Université kasdi Merbah-Ouargla. P : 82.

**Benhedane N., (2012).** Qualité microbiologique du lait cru destine à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien. Mémoire magister Université Mentouri – Constantine P: 71.

- Beresford et Williams., (2004).** The Microbiology of Cheese Ripening – Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition, Volume 1: General Aspects, Edition. *Fox*. P: 30.
- Bertrand F., (1988).**le fromage grand œuvre des microbes .revue générale de froid 78 :519-527
- Beuvier, E., Feutry, F., (2005).** Bases microbiologique. Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. P : 35.
- Bourgeois C.M et Leveau, JY., (1991).** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries Agroalimentaires, *coordonnateurs* P : 422.
- Brule G., Lenoir J. et Remeuf F., (1997).** La micelle de caséine et la coagulation du lait, in : Eck, A., et Gillis, J.C. Le fromage. *Tec et Doc Lavoisier*, France. P: 7-41
- Buchin S., Martin B., Dupont D., Bornard A., Achilleos C., (1999).** Influence of the composition of Alpine highland pasture on the chemical, rheological and sensory properties of cheese. *J. Dairy Res.* 66:579-588
- BugaudnC., Buchin S., Hauwuy A et Coulin J.B., (2002).** Texture et flaveur du fromage selon la nature du pâturage. *Pro Anim*, 15(1) : 31-36.

## C

- Cabelli V.J., (1978).** Obligate anaerobic bacteria indicators. P: 171-200.
- Carole L., Vignola., (2002).** Science et technologie du lait. Edit. Fondation de technologie laitière du Québec Inc., Canada. P : 349. 357.364.369.599.
- Champigny P.L., (2011),**biocompatibilité des bactéries lactiques probiotiques et d'affinage avec des mycètes du camembert isolées de laits de terroir québécois, Mémoire présenté à la faculté des études supérieures de l'université Laval, P : 90.
- Chemache L., (2011).** Qualité de deux spécialités fromagères fabriquées et commercialisées en Algérie. Mémoire magister en sciences alimentaires Université Mentouri Constantine. P : 77.
- Choisy, C., Desmazeaud, M., Gripon, J. C., Lamberet, G. & Lenoir, J. (1997).** La biochimie de l'affinage. In Le fromage. Edite by A. Eck & J. C. Gillis. Paris: *Tec et Doc, Lavoisier*. P: 86-153.
- Cogitore A., (1987).** Traité pratique de la réglementation laitière. 3ième éd., *les sapins d'or*, Paris. P : 240-252.
- Coiffier, O., (1992).** Les bactéries coliformes. *In* : les groupes microbiens d'intérêts laitiers *CEPIL* Edition, Paris, P : 303-323.

- Copes J., Pellicer K., Echeverria H.G., Stanchi NN.O., Martinez C., Leeardi. (2000).** Investigation of *Listeria monocytogenes* In soft cheeses, Rev. Argent. Microbiol., 32 : 175-178
- Corrieu G et Luquet F.M., (2005).** Bactéries lactiques et probiotiques. *Santé et Nutrition*. France. P : 30.
- Corrieu G., (2010).** L'affinage des fromages. INRA. *True Food*. P : 4.
- Coulon J.B., Chilliard Y., Rémond B., (1991).** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). INRA *Pro.Anim.*, 2005, 4: 219-228.
- Coulon J.B., Delacroix-Buchet A., Martin B., Pirisi A., (2005).** Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages1. INRA, *Prod. Anim.*, 2005, 18 (1) :49-62.
- CRDP., (2013).** Sujet d'examen de l'enseignement professionnel, connaissance des aliments. P : 4.
- Cuq J.L., (2007).** Microbiologie Alimentaire. Edition *Scn et Tec* du Languedoc. Université de Montpellier. P: 75.

## D

- Daoudi A., (2006).** Qualité d'un fromage local à base de lait chèvre Mémoire magister université Hassiba Ben-Bouali-Chlef. P : 149.
- Debry G., (2001).** Lait, nutrition et santé. *Tec et doc Lavoisier*. Paris. P: 544.
- Demarigny, Y., Beuvier, E., Buchin, S., Pochet, S., Grappin, R., (1997).** Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses .2. Biochemical and sensory characteristics. *Lait* 77 : 151-167.
- Desfleurs M., (1968).** Le penicillium camemberti et les origines du camembert. *Le Lait*, INRA Editions, 48 (478), P : 493-500.
- Desmazeaud M., (1996).** Les bactéries lactiques dans l'alimentation humaine : utilisation et onnocuité. *Cahier agriculture*, 5 : 331-343.
- Dillion J.C et Berthier AM., (1997).** Le fromage dans l'alimentation. *In* : Le fromage de la science à l'assurance qualité, 3ème édition, Paris, P : 713-724

**Dodd FH. et Booth J. (2000).** Mastitis and milk production. *In the health of dairy cattle.* Edition Andrews A.H. London. P: 213-255.

**Dupont D., Rémond B., Collin J.C., (1998).** ELISA determination of plasmin and plasminogen in milk of individual cows managed without the dry period. *Milchwissenschaft*, 53:66-69

## E

**Eberhard P., Moor U., Rüegg M., (1988).**, Composition et propriétés de fromages à raclette de bonne qualité et de qualité de fonte insuffisante. Information FAM no 172 W, Ed. *FAM*, Berne, P: 32.

**ECK A., (1990).** Le Fromage 3ème Edition, *Tec et Doc, Lavoisier*, Paris.

**Eck A et Gillis J.C., (1997).**Le fromage. 3eme Edition. *Tec et doc Lavoisier*, Paris. P: 886.

## F

**Famelart M. H., La graet Y., Michel F., Richoux R. et Riaublanc A., (2002).** Évaluation des méthodes d'appréciation des propriétés fonctionnelles des fromages d'emmental de l'ouest de la France. *Le lait*. 82 (2):225-245.

**Fantasia L.D., Mestrandre LA., Schrader J.P and Jager J., (1975).** Detection and growth of enteropathogenic *Escherichia coli* in soft ripened cheese. *Appl. Micr.*, 29: 179-185.

**FAO., (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Edition Food et Agriculture Organisation. 28 : 225-226.

**Fatet P., (2004).** Les staphylocoques dans l'industrie laitière. GDS Info 2004/2005 l'action sanitaire ensemble. P : 34-35.

**Feknous N., Kahoul M et Cheriet D. (2013).** La qualité bactériologique et hygiénique d'un fromage A pâte molle de type camembert fabriqué à la laiterie Edough de Annaba. Université Badji- Mokhtar, Annaba. P : 61

**Feuillat M. Le Guennec S et Olsson A. (1976).** Contribution à l'étude de la protéolyse des laits réfrigérés et incidence sur le rendement de fabrication de fromages à pâte molle. *Lait*, 55:521-536.

**Fröhlich-Wyder M. T. & Bütikofer U., (2005).** Influence of low calcium and low pH on melting characteristics of model raclette cheese. *ALP intern* 125, 1-44.

**Fröhlich-Wyder M T., Bütikofer U., Guggisberg D et Wechsler D., (2007).** Station de recherche Agro scope Bielefeld-Posieux *ALP*, 3003 Berne *Revue suisse Agric.* 39 (3): 153-157.

## G

**Gaborit P., Menard A et Morgan F., (2001).** Impact of ripening strains on the typical flavor of goat cheeses. *International Dairy Journal*, 11:315-325.

**Grippain R et Coulon J.B., (1996).** Terroir, lait et fromage : éléments de réflexion. *Renc.Rech.Rum*, 3 :21-28.

**Gripou J.C et Miranda G., (1986).** Origine nature et incidences technologiques de la protéolyse dans le lait. *Le Lait*, 66:1-8.

**Guégen L., (1979).** Cahiers. Nutrition. Diététique, 14: 213-217.

**Guerin Faublee V et Brun Y., (1999).** Les résistances aux antibiotiques chez les staphylocoques d'origine animale. *Revue de médecine vétérinaire*.150 :299-312.

**Guiraud J.P., (2003).** Microbiologie Alimentaire. Édition *DUNOD*. Paris. P: 80-97

**Guy F.I., (2006).** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. P : 147.

## H

**Hassan D., Monier A et Dlihan S., (2002).** Valorisation des signes de qualité dans l'agroalimentaire : exemple des fromages à pâte persillée. Edition. *INRA*.P :27.

**Hennequin, D., et Hardy, J., (1993).** Evaluation instrumentale et sensorielle de certaines propriétés texturales de fromages à pâte molle. *Int.Dairy Journal* 3 : 635-647.

**Hermier J., Lenoir J et Weber F. (1992).** Les groupes microbiens d'intérêt Laitier. Edition *CEPIL*, Paris. P : 568.

**Houssin B., Foret A., Chenais F., cotinot A et Besnier F., (2000).** Influence du régime hivernal des vaches laitières sur la qualité organoleptique des beurres et camemberts. *Renc.Rech.Rum*.7 :296-299.

**Hurtaud C., Buchin S., Matin B., Verdier-Metz I., Peyraud J.L et Noël Y. (2001).** La qualité des laits et ses conséquences sur la qualité des produits de transformation :

quelques techniques de mesure dans les essais zootechniques. *Renc.Rech.Rum*, P: 35-42.

## J

**JORADP (Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire) N° 35, 1998**, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

**Jouan P., (2002)**. Lactoprotéines et lactopeptides : propriétés biologiques. Edition. *INRA*. P: 128.

## K

**Keeffe A.M., (1984)**. Seasonal and lactational influences on moisture content of Cheddar cheese. *Irish J. Food Sci. Technol.*, 8:27-37.

**Kloos, W.E., Wolfshohl, J.F., (1991)**. *Staphylococcus-cohnii* subspecies - *Staphylococcus-cohnii* subsp *cohnii* subsp-nov and *Staphylococcus-cohnii* subsp *urealyticum* subsp-nov. *International Journal of Systematic Bacteriology* 41: 284-289.

## L

**Larpent J.P. (1990)**. Lait et produits laitiers non fermentés. Dans *Microbiologie alimentaire*. (Bourgeois C.M., Mescle J.F.et Zucca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition *Tec et Doc. Lavoisier*. P : 201-215.

**Larrayoz P., Addis M., Gauch R et Bosset J. O., (2001)**. Comparison of dynamic headspace and simultaneous distillation extraction techniques used for the analysis of the volatile components in the three European PDO ewe's milk cheeses. *Int. Dairy J.*, 11 :911-926.

**Laurent S., (2015)**. Le livre blanc du camembert. Édition *Fromages et Chefs.*, 1 :10-12.

**Lebres A et Hamza A., (2002)**. Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments (Microbiologie des laits et produits laitiers), Institut Pasteur d'Algérie.

**Lemieux L et Simard R.D. (1994)**. Bitter flavour in Dairy Products. *Le Lait*, 72 :335- 382.

**Lenoir J., (1963)**. Sur la dégradation des protides au cours de la maturation du Camembert. *C.R. Acad. Agric.*, 48 :160-169.

- Lenoir J., Veisseyre R. et Choisy C. (1974).** Le lait réfrigéré, matière première de fromagerie moderne. *Revue Laitière Française*, 322 :453-465.
- Lenoir J., Lambert G et Schmioldt J.L., (1983).** L'élaboration d'un fromage : l'exemple du *Camembert*. *Pour la Science*, 69 :30-42.
- Lepoutre A., Salomon J., Charley C et Le Querrec F. (1996).** Les toxi-infections alimentaires collectives en 1994. *Bull. épidémiol. hebd.*, 21 : 93-95.
- Ljutovac K., (2002).** Lipolyse du lait de chèvre. Constituants santé. *Chèvre*, 146 : 12-29.
- Louhichi M., (2008).** Effet de l'irradiation sur la texture d'un fromage à pâte molle de type Camembert. Diplôme national d'ingénieur En industries alimentaires Université 7 Novembre Carthage P : 66
- Louis J U Q., (2007).** Microbiologie Alimentaire Contrôle microbiologique des Aliments Manuel Technique P : 40.52
- Luquet F.M. (1990).** Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome II, *Tec et Doc Lavoisier*, Paris.

## M

- Mahaut M., Jeant et R. et Brule G., (2000).** Initiation à la technologie fromagère. *Tec & Doc Lavoisier*. P : 194
- Martin B., Coulon J.B., (1995).** Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. II. Influence des caractéristiques des laits de troupeaux et des pratiques fromagères sur les caractéristiques du Reblochon de Savoie fermier, *Le Lait*, 75 :133-149.
- Martin N., Skokanova J., Latrille E., Béal C et Corrieu G., (1999).** Influence of fermentation and storage conditions on the organoleptic properties of plain low fat stirred yoghurts. *Journal of sensory studies*.p:139-160.
- Martin B., Buchin S et hurtaud C., (2003).** Conditions de production du lait et qualités sensorielles des fromages. *INRA, Unité de Recherches sur les Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès Champanelle.*, 16 (4), P : 283-288.
- Martley F. G., (1975).** - Comportement et rôle des streptocoques lactiques du levain en fabrication de Camembert. *Le Lait*, 55:310-323.
- Meyer A., (1973).** Processed cheese Manufacture, *Food Trade Press Ltd.*, P: 201.

- Mhamedi A., (2015).** Etude des qualités hygiénique, physico-chimique et microbiologique des ferments et beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. Mémoire magister en biologie université d'Oran 1. P :53.
- 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.
- Millet L., Saubusse M., Ddiene R., Tessier L., Montel M.C., (2006).** Control of *Listeria monocytogenes* in raw-milk cheeses. *Int. J. Food Microbiol.*, 108: 105-114.
- Miranda G. et Gripon J.C. (1986).** Origine, nature et incidences technologiques de la protéolyse dans le lait. *Le Lait*, 66, 1-8.
- Moinas M., Groux M et Horman., (1973).** La saveur des fromages. 1. Une méthodologie nouvelle d'isolement des constituants volatils. Application au Roquefort et au Camembert. *Le Lait*, 53: 529-530, 601
- Molimard P et Spinnler H. E., (1996).** Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. *J. of Dairy Sci.*, 79 :169–184.
- Montel M.C et Beuvier K., (2003).** Bâtonnets Gram positifs non sporulants réguliers : genre *Lactobacillus*. *International Dairy Journal*, 5 : 117-128.
- Mourgues R., Vassal L., Auclair J., Mocquot G., Vandeweghe J., (1977).** Origine et développement des bactéries coliformes dans les fromages à pâte molle. *Le Lait*, INRA Editions, 57 (563-564), P: 131-149.
- Mpagana M and Hardy J., (1986).** Effect of salting on some rheological properties of fresh camembert cheese as measured by uniaxial compression. *Milchwissenschaft* 41 :210-213.

## N

- Noomen A., (1977).** a model for research on cheese ripening. 2 The ripening of cheese. *Neth. Milk Dairy*, 31:75-102.
- Norme NF ISO 7218. (1996).** Microbiologie des aliments : Règles générales pour les examens microbiologiques. Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris.
- Norme NF-V-08-014., (1999).** Microbiologie des aliments: méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus* et autres espèces). Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris.

**Norme NF-V 08-050. (2009).** Dénombrement des coliformes présumés par comptage des colonies à 30°C. Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris.

**Norme NF-V 08-52.** Technique de dénombrement des salmonelles par comptage des colonies obtenues à 37°C. Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris.

## O

**Orianne C., (2006)** étude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire. P : 52.

**Ouali S., (2003).** Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage. Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires. Institut de la Nutrition et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine. P : 88.

## P

**Pearson L.J., Marth E.H. (1990).** *Listeria monocytogenes* - threat to a safe supply: a review. *J. Dairy Sci.*, 73 : 912-928.

**Pélissier J.P., Mercier J.C et Ribadeau B., (1975).** Problème de l'amertume dans les fromages. Résultats d'une enquête. *Rev.Lait.Fr.*, 325.

**Poste L.M., Mackie D.A., Butler G et Larmond E., (1991).** Méthodes d'analyse sensorielle en laboratoire. Agriculture Canada, P : 96. ISBN : 0-660-93229-6.

**Pourcher M., (1991).** Contribution à l'étude l'origine (humaine ou animale) de la contamination fécale des eaux surface, thèse de doctorat, université Lille Flandres Arto. P : 130.

## R

**Rainard P et Poutrel B. (1993).** Protection de la glande mammaire. Dans : Biologie de lactation. Edition *INSERM-INRA*. P : 415-429.

**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. P : 549.

**Rocourt J et Bille J., (1997).** Food borne listeriosis. *World Health Stat. Q.*, 50: 67-73.

## S

**Smit G., Smit B.A. et Engels W.J.M., (2005).** Flavo formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*. 29 :591–610.

**Spinnler H.E., Ghichard E., et Gripon J-C., (1997).** Les propriétés physiques et organoleptiques du fromage. 2. La saveur des fromages. P : 493-508. In le fromage, de la science à l'assurance qualité. (Coord. A. ECK et J.C. GUILKLIS), 3ème Edition. *Tec et Doc. Lavoisier*, P : 891.

**Streit F., (2008).**Influence des conditions de récolte et de concentration sur l'état physiologique et la cryotolérance de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* CFL1. Thèse de doctorat. L'institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (Agro Paris Tech).P :126.

## T

**Takahashi., T., Satoh, I., Kikuchi, N., (1999).** Phylogenetic relationships of 38 taxa of the genus *Staphylococcus* based on 16 gene sequence analysis. *International Journal of Systematic Bacteriology* 49:725-728.

**Tesone S., Quevedo F., (1978).** Contrôle microbiologique du fromage. I. fromage a pâte molle. *Le lait, INRA éditions*, 58 : 43-56.

**Thieulin G., Basille D., Pantaleon J., Rosset R., Gandon Y. et Petit A. (1966).** Recherche des staphylocoques pathogènes dans le lait et les produits laitiers. Mémoire originaux. *Le lait* n°453-454.P :131-140.

## V

**Vassal L., Eronique V., Monnet D et Gripon J.C., (1986).** Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type camembert. *Le Lait, INRA Edition*, 66(4) : 341-351.

**Vassal L., Delacroix-Buchet A., Bouillon J., (1994).**Influence des variants AA, EE et FF de la caséine  $\alpha$ 1 caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles de fromages traditionnels : premières observations. *Le Lait*, 74 :89-103.

**Veisseyre R., (1975).** Technologie du lait. 3ème édition. *La Maison Rustique*, Paris, P:713.

**Weisseyre R., (1979).** Technologie du lait. 3eme Edition, *Maison Rustique*, Paris. P: 180.

**Vlaemynck G., (1994).** Salmonella in: The significance of pathogenic microorganisms in raw milk. Intl. *Dairy Federation*, Document N°292, Belgium.

## W

**Walstra P., et Jenness R., (1984).** Dairy Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York. P: 85.

## Z

**Zeller., (2005),** Le Fromage De Chèvre : Spécificités Technologiques et Économiques : Thèse pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire Diplôme d'état. P : 133

### **Site web:**

[www.inra.fr](http://www.inra.fr).