

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ben  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**BECHENINE HOURIA**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN BIOLOGIE**

**Spécialité : EXPLOITATION DES ECOSYSTEMES  
MICROBIENS LAITIERS**

THÈME

**SUIVI DE LA PRODUCTION DU CAMEMBERT À  
SIDI SAADA-RELIZANE**

Soutenue publiquement en Septembre 2017

DEVANT LE JURY

Président	<b>M. BENAKRICHE B.</b>	Pr.	<b>UMAB</b>
Encadreur	<b>M. MEDJAHED M.</b>	MAA	<b>UMAB</b>
Examineur	<b>M. BEKADA A.</b>	Pr.	<b>UMAB</b>

*Travail réalisé au Laboratoire d'auto-contrôle de Sidi Saada Relizane.*

## **Dédicace**

Que ce travail témoigne mes respects

### **A mes parents :**

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

### **A mon mari Habib :**

La lumière de ma vie, qui m'a appris à faire la différence entre le bien et le mal, qui m'a toujours réconfortée, conseillée, aidée et soutenu par son amour, que le bon Dieu me le garde et le protège.

### **A ma fille Yousra :**

Le soleil de ma vie, ma source de joie et de bonheur, ce petit trésor qui m'a permis d'atteindre cette étape de ma vie et devenir ce que je suis aujourd'hui, que dieu te réserve et te préserve, procure santé et longue vie.

A mes frères et sœurs Aicha, Kadirou, Asma, Oussama, Fares et Adam et mon beau frère Houari pour leurs présence et leurs soutiens durant mon parcours.

### **A ma belle famille Cherifa :**

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

### **A mes très chères sœurs et amies que j'aime :**

Elles vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Que Dieu vous garde pour moi insh'Allah.

### **A tous mes enseignants :**

Leurs générosités et leurs soutiens m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

A toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

*Merci*

## Remerciements

Au terme de notre formation en Exploitation des écosystèmes microbiens laitiers couronnée par ce modeste mémoire de fin d'études, je tiens tout d'abord à rendre grâce à Allah le tout puissant de m'avoir donnée une lumière de science qui a éclairé mes travaux.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je voudrais tout d'abord remercier spécialement responsable du Master « EEML », le Professeur Homrani A., pour sa patience illimitée, son soutien moral et son attachement à nous assurer une formation de qualité à travers les deux années du Master. Qu'il trouve ici, l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

Mes vifs remerciements vont au Professeur BENAKRICHE M. pour avoir accepté de présider le jury de ma soutenance et y apporter sa part d'enrichissement du débat.

Mes remerciements les plus sincères vont aussi au Professeur BEKADA A., qui avec sa modestie habituelle a accepté de lire mon mémoire et enrichir les discussions par ses remarques pertinentes.

Ma gratitude et mes intenses remerciements à M. MEDJAHED M., Maitre-Assistant, et Chef du Département de Biologie pour m'avoir proposé ce travail et orientée jusqu'à son aboutissement, et ce en dépit de ses occupations multiples.

J'adresse l'expression de ma vive et respectueuse gratitude à Mademoiselle Benkrizi N., qui m'a fait bénéficier de son aide et de ses conseils très fructueux.

Je voudrais aussi remercier les enseignants du parcours "exploitation des écosystèmes microbiens laitiers ", qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Je remercie aussi tous les techniciens du laboratoire du site laiterie Sidi Saada Relizane, de m'avoir accueillie et pour leur aide et la confiance qu'ils m'ont accordée.

En fin, je remercie tous ceux qui ont par leur aide et leurs encouragements, contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

## Résumé

Dans l'objectif d'étudier l'évolution du camembert en cours de sa transformation, un travail de suivi de ses paramètres physicochimiques et microbiologiques a été entrepris de la réception au produits fini. Les résultats obtenus laissent voir que les laits réceptionnés présentent des caractéristiques très satisfaisantes sur le plan physico-chimiques et microbiologique, avec des moyennes d'acidité de 17°D, de densité de 1032, de pH de 6.6, de MG de 31g/l et de MS de 117g/l. Les analyses microbiologiques du lait cru donnent des valeurs acceptables de FTAM aux environs de  $10^5$ , de coliformes fécaux avec  $10^3$ , et une absence des germes indésirables. Le produit fini présente un taux de MG légèrement inférieur à la norme avec 21 g/kg, même si l'EST est acceptable avec 43g/kg et un rapport G/S qui se rapproche de 05%. Ceci nous permet de conclure que le lait utilisé et le produit qui en issu sont largement satisfaisants sur le plan de leur qualité.

Mots clés : Camembert- Lait cru- Qualité – Physicochimie - Microbiologie

## Liste des abréviations

<b>°C</b> : Degré Celsius	<b>TP</b> : Le taux protéique
<b>°D</b> : Degré Dornic	<b>TB</b> : Le taux butyrique
<b>FIL</b> : Fédération international du lait	<b>TSE</b> : Tryptone Sel Eau
<b>g/l</b> : Gramme par litre	<b>UFC</b> : Unité Formant Colonie
<b>g/kg</b> : Gramme par kilomètre	<b>ATB</b> : Antibiotiques
<b>MG</b> : Matière grasse	<b>EST</b> : Extrait sec total
<b>VF</b> : Viande foie	<b>FTAM</b> : Flore totale anaérobie mésophile
<b>VRBL</b> : violet red bile lactose	<b>GC</b> : Giolitti Contoni
<b>DCL</b> : Gélose lactosé et citraté au desoxycolate	<b>SFB</b> :Selenite F Broth
<b>PCA</b> : Plat count agar	

## Liste des figures

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Schéma du procédé de fabrication du camembert.	17
<b>Figure 2</b>	Situation géographique de la laiterie SIDI SAADA Relizane.	25
<b>Figure 3</b>	La détermination d'E.S.T du lait cru.	24
<b>Figure 4</b>	La recherche des antibiotiques par le test de Beta Star Combo.	28
<b>Figure 5</b>	Détermination du pH du camembert.	29
<b>Figure 6</b>	La détermination d'E.S.T du Camambert.	30
<b>Figure 7</b>	Mesure de la matière grasse du camembert.	31
<b>Figure 8</b>	Valeurs de pH de différentes laits crus mesurés.	34
<b>Figure 9</b>	L'acidité en Degré Dornic des laits crus analysés.	35
<b>Figure 10</b>	Valeurs de densité de différents laits crus mesurés.	36
<b>Figure 11</b>	Valeurs de matières grasses des différents laits crus analysés.	37
<b>Figure 12</b>	Valeurs des extraits secs totaux des différents laits crus analysés.	38
<b>Figure 13</b>	Résultats du test des antibiotiques des laits crus.	38

### Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	La composition du lait de vache (Vignola, 2002).	3
<b>Tableau 2</b>	Caractéristiques physicochimiques du lait (Bourgeois et al., 1990).	6
<b>Tableau 3</b>	Les bactéries utiles dans le lait (Frank et Hassan., 2002)	9
<b>Tableau 4</b>	Les bactéries pathogènes dans le lait (Frank et Hassan., 2002).	10
<b>Tableau 5</b>	Les bactéries d'altération dans le lait (Frank et Hassan., 2002)	11
<b>Tableau 6</b>	Composition moyenne de fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type Camembert pour 100g. (Guégen. 1979).	14
<b>Tableau 7</b>	Caractéristiques physicochimiques des laits crus analysés	34
<b>Tableau 8</b>	Résultats des analyses microbiologiques des échantillons des laits analysés	39
<b>Tableau 9</b>	Caractéristiques physicochimiques des échantillons du camembert analysés	43
<b>Tableau 10</b>	Les flores étudiées du camembert (UFC/ml)	44

## Table des matières

Dédicace .....	ii
Liste des abréviations .....	v
Liste des figures .....	vi
Liste des tableaux .....	vii
Introduction .....	1
1- Définitions.....	2
2- Composition du lait de vache.....	2
2.1- Les principaux constituants du lait.....	3
2.1.1- L'eau .....	3
2.1.2- La matière grasse .....	3
2.1.3- Les protéines .....	4
2.1.4- Les glucides .....	4
2.1.5- Les enzymes .....	4
2.1.6- Les minéraux .....	4
2.1.7- Les vitamines .....	4
3.1- Propriétés physico-chimiques du lait .....	4
3.1.1- La densité.....	5
3.1.2- Le point de congélation .....	5
3.1.3- Le point d'ébullition .....	5
3.1.4- L'acidité du lait.....	5
3.1.5- Le pH .....	5
3.2- Caractéristiques organoleptiques du lait cru .....	6
3.2.1- L'aspect .....	6
3.2.2- L'odeur .....	7
3.2.3- La saveur.....	7
3.2.4- La viscosité .....	7
4- La microflore du lait cru (Bactéries, Levures, Moisissures).....	7
4.1- Origine de la microflore du lait cru.....	8
4.1.1- Les bactéries .....	8
4.1.3- Les levures .....	11
4.1.4- Les moisissures.....	11
Introduction .....	13
1- Fromage à pate molle type « camembert » .....	13

2- Composition et valeur nutritionnelle .....	14
4- La nature de la matière première .....	15
5.1- Standardisation du lait .....	16
5.2- L'homogénéisation.....	16
photo .....	17
5.3- Les traitements thermiques.....	18
6.1- Ensemencement – Maturation .....	18
6.2- La coagulation .....	19
6.3- Découpage et tranchage .....	19
6.4- Brassage .....	20
6.5- Moulage.....	20
6.6- Egouttage.....	20
6.7- Démoulage .....	20
6.8- Salage .....	21
6.9- Ressuyage.....	21
6.10- L'affinage .....	21
7.1- Défauts d'aspects .....	22
7.1.1- Poil de chat (accident relatif au mucor).....	22
7.1.2- Penicillium colorés (bleu).....	22
7.1.3- Geoticum candidum.....	22
7.2- Défauts de texture.....	22
7.2.1- Gonflements précoces.....	22
7.2.2- Pâte sèche fromage plâtreux .....	23
7.2.3- Pâte coulante .....	23
7.2.4- Pâte feuilletée .....	23
7.3- Défauts de goûts (Amertume) Elle fréquente plusieurs causes.....	23
7.3.1- Excès de sels amers .....	23
7.3.2- Taux d'impureté de sel de salage .....	23
7.3.3- Protéolyse .....	24
7.4- Défauts de fermentation .....	24
7.4.1- Antibiotiques .....	24
7.4.2- Bactériophages.....	24
7.4.3- Arrêt de l'acidification vers 80°D .....	24
5.1-Analyses physicochimiques du lait .....	26
5.1.1- Mesure de pH.....	26

5.1.2- Mesure de l'acidité Dornic .....	26
5.1.3- Mesure de la densité .....	27
5.1.4- Mesure de la teneur en matière sèche totale .....	27
5.1.5- Mesure de la teneur en matière grasse par la méthode acido –butyrométrique (norme AFNOR, 1980) .....	28
5.1.6- La recherche des antibiotiques.....	29
5.2- Analyses physicochimiques du Camembert.....	30
5.2.1- Mesure du pH .....	30
5.2.2- Mesure de la teneur en matière sèche totale .....	30
5.2.3- Mesure de la teneur en matière grasse par la méthode acido –butyrométrique (norme AFNOR, 1980) .....	30
6.1- La préparation des dilutions .....	31
6.2- Recherche et dénombrement des germes de contamination.....	32
6.2.1- Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FTAM) .....	32
6.2.2- Dénombrement des coliformes totaux et fécaux .....	32
6.2.3- Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> .....	33
6.2.4- Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	33
6.2.5- Recherche des <i>Salmonelles</i> .....	33
<b>1.2.4- Salmonella</b> .....	41
<b>1.2.5- Staphylococcus</b> .....	41
<b>1.2.6- Clostridium sulfito-réducteur à 46°C</b> .....	42
Conclusion.....	47



## **Introduction**

Dans les pays méditerranéens et en Algérie, le marché des produits laitiers est en hausse à cause de la croissance démographique et de la forte présence de ces produits dans les régimes alimentaires.

Le lait constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérienne. Sa part dans les importations alimentaires totales du pays représente environ 22%. L'Algérie est aujourd'hui le premier importateur africain de denrées alimentaires et du lait en poudre (SILAIT, 2008), elle se place ainsi en deuxième position mondiale en matière d'importation des laits et des produits laitiers après la Chine (FIL, 2013).

De tous les produits laitiers, les fromages figurent sans doute parmi les plus anciens, ils furent longtemps la seule forme de conservation du lait, les plus intéressantes pour leur valeur alimentaire. Ce sont par excellence, des aliments capables de satisfaire les besoins nutritionnels (Labioui *et al.*, 2009).

Parmi les produits laitiers les plus demandés sur le marché Algérien le Camembert reste le fromage le plus connu, le plus apprécié et très largement consommé par la population (Kirat, 2007). Régi par des normes internationales définissant sa forme, sa dimension, son poids et sa teneur en matière grasse, sa fabrication nécessite surtout un savoir faire assez rigoureux.

La qualité du Camembert est liée à ses procédés de fabrication et ses caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques. (Desmasures *et al.*, 1997; Oliver *et al.*, 2009 ; Elmoslemany *et al.*, 2010).

Une bonne maîtrise de ces paramètres passe inéluctablement par un suivi rigoureux de la qualité de la matière première et du produit en cours de la transformation.

L'unité SIDI SAADA Yellel compte parmi les plus importantes laiteries-fromageries implantées dans le pays. Elle est particulièrement spécialisée dans la production du fromage à pâte molle type Camembert à partir du lait cru.

L'objectif recherché à travers ce stage consiste à suivre les analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru ainsi que le produit fini (Camembert commercial).

## **1- Définitions**

Au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève en 1908, le lait a été défini comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (Noblet, 2012).

Le *Codex Alimentarius* (CODEX STAN 206-1999), le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Selon Deforges et *al* en 1999, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

Le lait apparaît comme un liquide opaque, blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon sa teneur en B-carotènes et en matière grasse, il a une odeur peu marquée mais reconnaissable (Cniel, 2006). Le lait est un aliment très nutritif qui peut être obtenu à partir d'une variété de sources animales telles que les vaches, les chèvres, les brebis et les bufflesses, ainsi que les humains, destiné à la consommation humaine (Quigley *et al.*, 2013).

En termes de microbiologie, le lait est un véritable support pour la croissance microbienne. La flore microbienne du lait est divisée en deux types : des microorganismes existants initialement dans le lait et des contaminants qui puissent être pathogènes tandis que d'autres sont des contaminants de ce produit et peuvent être pathogènes (Afif *et al.*, 2008 ; Vacheyrou *et al.*, 2011 ; Quigley *et al.*, 2013).

Le lait dans les cellules du pis est stérile (Tolle, 1980), mais la glande mammaire, la peau du pis, le matériel de traite, la litière, la qualité de l'air et les pratiques des éleveurs sont autant de sources de contamination (Ménard *et al.*, 2004).

Du point de vue physicochimique, le lait représente une émulsion de matières grasses dispersées dans l'eau, comprenant en suspension des protéines et à l'état dissous des glucides, des minéraux et d'autres constituants en quantités minimales telles les vitamines (Mathieu, 1998; Perreau, 2014).

## **2- Composition du lait de vache**

Le lait est un substrat très riche, fournissant à l'homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet (Larparent, 1997). Il contient une forte proportion d'eau environ 87%.

Le reste est représenté par l'extrait sec (environ 130g par litre). Le tableau 01 donne les principaux constituants de cet extrait sec, qui sont: les lipides, les glucides, les protides, les vitamines et les éléments minéraux ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Cl}^-$ ) (Larpent, 1997). Le lait contient également des anticorps, des hormones et peut parfois contenir des résidus d'antibiotiques (Vilain, 2010).

La composition du lait varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce, voire à l'intérieur des types ou des races d'espèces identiques. C'est pour cette raison qu'on ne peut parler que de compositions moyennes (Siboukeur, et Mati, 2008).

**Tableau 1:** La composition du lait de vache (Vignola, 2002).

<b>Composants</b>	<b>Variations limites (%)</b>	<b>Valeurs moyennes (%)</b>
<b>Eau</b>	85,5 – 89,5	87,6
<b>Matières grasses</b>	2,4 – 5,5	3,7
<b>Glucides</b>	3,6 – 5,5	4,6
<b>Protéines</b>	2,9 – 5,0	3,2
<b>Minéraux</b>	0,7 – 0,9	0,8
<b>Constituants mineurs</b>	Vitamines, enzymes, pigment Cellules diverses, gaz	

## 2.1- Les principaux constituants du lait

### 2.1.1- L'eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important. En elles, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche (Mathieu, 1998).

### 2.1.2- La matière grasse

Elle est présente sous la forme d'une émulsion de globules gras le taux de matière grasse ou taux butyreux (TB) (Luquet, 1985).

### **2.1.3- Les protéines**

La matière protéique du lait est représentée principalement par la caséine qui est la protéine caractéristique du lait. Elle est composée de plusieurs fractions et associée au phosphate de calcium sous forme d'agrégats hétérogènes sub-sphériques de petites dimensions, appelés micelles (Andrian, 1973).

### **2.1.4- Les glucides**

Le lactose est le glucide le plus important du lait, d'autres glucides peuvent provenir de l'hydrolyse du lactose (glucose, galactose). Certains glucides peuvent se combiner aux protéines, formant des glycoprotéines ou peuvent se trouver sous forme libre (Amiot et *al.*, 2002).

### **2.1.5- Les enzymes**

Le lait contient une grande variété d'enzymes. Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou organismes vivants agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques (Linden, 1987).

### **2.1.6- Les minéraux**

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont : calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Gaucheron, 2004).

### **2.1.7- Les vitamines**

On trouve en abondance les vitamines. A, D, B2, mais on retrouve à un faible taux de la vitamine C (Vignola, 2002). On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles: la richesse de lait en vitamine B, C est régulièrement élevée quel que soit la saison et le régime alimentaire.(tableau 1)
- Les vitamines liposolubles: A, D, E, K, qui leurs taux dépendent de nombreux facteurs notamment alimentaires. Le lait renferme un taux élevé de vitamine A lorsque le rationnement des animaux est riche en herbes fraîches (fourrage vert) (Roy, 1951; Wolter, 1997).

## **3- Caractéristiques du lait**

### **3.1- Propriétés physico-chimiques du lait**

Les caractéristiques physico-chimiques du lait varient selon les espèces animales, et même selon les races. (Rahali et Ménard., 1991 ; Soryal et al., 2004). Les principales propriétés physico-chimiques du lait sont représentées par sa densité, son point de congélation, son point d'ébullition et son acidité. (Amiot et *al.*, 2002) (Tab.02)

### **3.1.1- La densité**

La masse volumique d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. Elle varie entre 1.028 et 1.035 pour une moyenne de 1.032 à 20°C. Elle varie en fonction de la composition du lait, notamment de sa teneur en matière grasse qui a un effet prépondérant en raison de sa variabilité suivant la race et l'alimentation (Croguennec et *al.*, 2008).

### **3.1.2- Le point de congélation**

Neville et Jensen (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre -0.52 et -0.55°C. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (Mathieu, 1999).

### **3.1.3- Le point d'ébullition**

D'après Amiot et Coll (2002) ont défini le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

### **3.1.4- L'acidité du lait**

Selon Jean et Dijon (1993) l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphaléine. Un lait frais a une acidité de titration de 16 à 18°Dornic (°D, avec 1°D=0,1g d'acide lactique/litre de lait). Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (Mathieu, 1998).

### **3.1.5- Le pH**

Le pH d'un lait frais à 20°C se situe entre 6,5 et 6,8. Plutôt proche de 6,6 immédiatement après la traite (Croguennec et *al.*, 2008). Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas

la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions  $H^+$  en solution. Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique (Vignola, 2002). (Tab. 02).

**Tableau 1** : Caractéristiques physicochimiques du lait (Bourgeois et *al.*, 1990)

Caractéristiques chimiques	Valeurs
pH ( à 20 °C)	6,6 – 6,8
Densité	1,030 – 1,033
Température de congélation (°C)	-0,54_ -0.55
Caractéristiques physiques (g /100g)	
Teneur en eau	87,3
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Extrait sec dégraissé	9,2
Teneur en matière azotée totale	3,4
Teneur en caséine	2,8
Teneur en albumine et globuline	0,5
Teneur en lactose	4,9
Teneur en cendre	0,90
Vitamines, enzymes et gaz dissous	Traces

### 3.2- Caractéristiques organoleptiques du lait cru

Vierling (2003) rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

#### 3.2.1- L'aspect

Le lait est un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté, il peut dénoter l'écémage du lait ou son mouillage. Un lait rosé laisse présager la présence de sang provenant de vaches malades (Pougheon, Goursaud, 2001 ; Amiot et *al.*, 2002).

### 3.2.2- L'odeur

Selon Vierling (2003) l'odeur est caractéristique du lait du fait que de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

### 3.2.3- La saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée, il en est parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc... peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer, la saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire.

(Thieulin et Vuillaume., 1967).

### 3.2.4- La viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdales émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait qui dépend également de paramètres technologiques et reste une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. (Rheotest, 2010).

## 4- La microflore du lait cru (Bactéries, Levures, Moisissures)

La population microbienne dans le lait est variée, mais la majorité des souches bactériennes est banale donc non gênante et même parfois utile (Perreau, 2014). En général, le lait de vache contient une population importante de bactéries lactiques qui comprend différents genres tels que : *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Enterococcus spp.* Un certain nombre d'autres microorganismes peuvent être présents dans le lait en proportions importantes. Ceux-ci comprennent les bactéries psychrotrophes, tels que *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Aeromonas spp.*, qui fleurissent pendant le stockage à froid du lait (Quigley et al., 2013).

#### **4.1- Origine de la microflore du lait cru**

La flore du lait provient de l'environnement de traite et de l'animal lui-même. La composition de la flore est susceptible de varier à chaque traite et à chaque lieu de traite.

Le développement des microorganismes dépend de plusieurs facteurs qu'il faudra également s'efforcer de maîtriser : le pH, la température (l'acidification du lait par abaissement du pH ou l'abaissement rapide de sa température limite la croissance des microorganismes), la teneur en oxygène, l'humidité et la teneur en sel (Magali, 2012). Les microorganismes principalement présents dans le lait sont les bactéries, mais on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus (Lamontagne et *al.*, 2002).

##### **4.1.1- Les bactéries**

Elles agissent par l'intermédiaire des enzymes qu'elles sécrètent. Certaines sont utiles et nécessaires alors que d'autres sont nuisibles et dangereuses (Magali, 2012). Les bactéries présentes dans le lait peuvent être subdivisées en trois groupes : les agents pathogènes, les agents d'altération et les bactéries utilisées dans la fabrication de produits fermentés (Frank et Hassan., 2002).

##### **4.1.1.1- Les bactéries utiles**

Sont principalement les bactéries qui sont impliquées dans la fermentation du lactose qui conduit à l'acidification du lait. Elles sont en principe, considérées comme des bactéries utiles du lait, parfois recherchées en tant que ferments naturels pour la fabrication de produits laitiers fermentés. Elles ne se développent pas en dessous de 8 °C, la réfrigération bloque donc leur multiplication.(Lamontagne et *al.*, 2002). (Tab. 03).

**Tableau 3:** Les bactéries utiles dans le lait (Frank et Hassan., 2002).

Catégorie	Espèces
Bactéries utiles	<p><b>Lactocoques :</b> <i>Lactococcus lactis</i>, <i>Streptococcus thermophilus</i>, <i>Leuconostoc mesenteroides</i></p> <p><b>Lactobacilles :</b> <i>Lactobacillus delbrueckii</i>, <i>Lactobacillus acidophilus</i>, <i>Lactobacillus helveticus</i>, <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Lactobacillus curvatus</i>, <i>Lactobacillus plantarum</i>, <i>Lactobacillus kefir</i>, <i>Lactobacillus fermentum</i>, <i>Lactobacillus brevis</i></p> <p><b>Propionibactéries:</b> <i>Propionibacterium freudenreichii</i>, <i>Propionibacterium jensenii</i>, <i>Propionibacterium thoenii</i>, <i>Propionibacterium acidipropionici</i></p> <p><b>Coryneformes:</b> <i>Brevibacterium spp.</i>, <i>Arthrobacter spp.</i>, <i>Microbacterium spp.</i>, <i>Aureobacterium spp.</i>, <i>Brachybacterium spp.</i>, <i>Rhodococcus spp.</i>, <i>Corynebacterium spp.</i></p> <p><b>Bifidobactéries :</b> <i>Bifidobacterium longum</i>, <i>Bifidobacterium bifidum</i>, <i>Bifidobacterium animalis</i></p> <p><b>Microcoques :</b> <i>Micrococcus spp</i>, <i>Kocuria spp</i>, <i>Dermacoccus spp</i>, <i>Kytococcus spp</i>, <i>Nesterenkonia spp.</i></p> <p><b>Autres :</b> <i>Pediococcus acidilactici</i>, <i>Enterococcus faecalis</i></p>

#### 4.1.1.2- Les bactéries pathogènes

Le lait cru peut contenir des agents pathogènes dont la multiplication dépend principalement de la température et de la microflore du lait (Lamontagne et al., 2002). Ils sont représentés par les flores de contaminations fécales et les bactéries responsables de toxoinfection (Raiffaud, 2011).

Les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène sont le plus souvent mésophiles et les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont énumérés dans le tableau 4.

**Tableau 4:** Les bactéries pathogènes dans le lait (Frank et Hassan., 2002; Vignola, 2002).

Catégorie	Espèces
<b>Bactéries pathogènes</b>	<i>Staphylococcus aureus, Staphylococcus hyicus, Streptococcus pyogenes, Streptococcus uberis, Streptococcus agalactiae, Campylobacter jejuni, Yersinia enterocolitica, Salmonella, Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, Mycobacterium tuberculosis, Brucella abortus, Coxiella burnetii, Aeromonas hydrophila, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Stenotrophomonas maltophilia, Klebsiella pneumonia, Serratia marcescens, Proteus mirabilis, Enterobacter sakazakii, Hafnia alvei, Actinomyces pyogenes, Leptospira interrogans, Clostridium botulinum, Shigella sonnei</i>

#### 4.1.2.3- Les bactéries d'altération

Les germes indésirables ou les germes d'altération, sont ceux qui sont responsables de défaut de fabrication, d'aspect, de goût et de durée de conservation des laits. (Lévesque, 2007). Quatre groupes de bactéries d'altération sont généralement présents dans le lait cru : les producteurs d'acide lactique, d'acide propionique, d'acide butyrique et les producteurs d'enzymes de dégradation principalement les protéases et les lipases (Frank and Hassan, 2002). L'évolution de la flore d'altération va dépendre d'un grand nombre de facteurs, dont les principaux sont : les traitements thermiques, les caractères physico-chimiques du lait (pH, aw...), l'hygiène des locaux de transformation et les méthodes de conservation (Monique et Souad, 2013).

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes soit principalement les genres : *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus sp*, *Clostridium sp* et certaines levures et moisissures (Vignola, 2002 et Richard, 1990). (Tab. 05).

**Tableau 5:** Les bactéries d'altération dans le lait (Frank et Hassan., 2002).

Catégorie	Espèces
<b>Bactéries d'altération</b>	<b>Psychrotrophes</b> : <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Pseudomonas fragi</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Acinetobacter spp</i> , <i>Moraxella spp</i> , <i>Psychrobacter spp</i> , <i>Flavobacterium maloloris</i> , <i>Shewanella putrefaciens</i> , <i>Alcaligenes faecalis</i>
	<b>Coliformes</b> : <i>Escherichia spp</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus spp</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Citrobacter spp</i> .
	<b>Bactéries sporulantes</b> : <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Clostridium tyrobutyricum</i>
	<b>Bactéries lactiques</b> : <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Propionibacterium</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Micrococcus spp</i> .

#### 4.1.3- Les levures

Elles transforment les sucres en alcools, ce qui peut provoquer des problèmes de goût (Magali, 2012). Le nombre des espèces des levures dans le lait cru est relativement réduit, mais on peut trouver un niveau plus au moins élevé (Lagneau et al., 1996). Les espèces qui ont été détectées dans le lait cru comprennent : *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Debaryomyces hansenii*, *Geotrichum candidum*, *Geotrichum catenulate*, *Pichia fermentans*, *Candida sake*, *Candida parapsilosis*, *Candida inconspicua*, *Trichosporon cutaneum*, *Trichosporon lactis*, *Cryptococcus curvatus*, *Cryptococcus carnescens* and *Cryptococcus victoriae* (Delavenne et al., 2011).

#### 4.1.4- Les moisissures

Elles ont besoin d'air et se rencontrent surtout en phase d'acidification du lait. Elles sécrètent essentiellement des lipases et des protéases qui dégradent les constituants du lait (Magali, 2012). La composition fongique du lait cru peut être influencée par l'état physiologique de l'animal, ainsi que le temps, l'alimentation et la saison (Callon et al., 2007). Comme les bactéries, certaines moisissures (*Aspergillus flavus*, certains *Penicillium*) possèdent un effet pathogène. *Mucor spp*, *Rhizopus spp*, et *Penicillium* sont responsables de certaines

altérations tandis que d'autres moisissures telles que *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus niger*, *Geotrichum candidum*, *Rhizomucor miehei* sont utilisés principalement dans l'affinage des fromages (Frank and Hassan, 2002)

**Introduction**

Selon la norme du codex alimentarius (1978), le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou demi-dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum : caséine ne dépassent pas celui du lait. Il existe plus de 350 fromages à pâte dure ou molle, pressée cuite ou crue, à croûte fleurie ou lavée.

**1- Fromage à pâte molle type « camembert »**

Le Camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface par une microflore fongique formant une croûte fleurie (McSweeney et *al.*, 2004). Il peut être fabriqué à partir de lait cru ou pasteurisé, et contient généralement entre 50 et 56 % d'humidité, entre 18 et 30 % de matières grasses et entre 17 et 21 % de protéines (Genigeorgis et *al.*, 1991 ; Sutherland, 2002 ; Gillis, 2004). Le pH en fin d'affinage du Camembert atteint environ 7,4 en surface et 6,9 au centre (Genigeorgis et *al.*, 1991). Il se caractérise par une croûte blanche à dorée recouverte d'un duvet de moisissures blanc et feutré appelé fleur qui se développe pendant l'affinage ce qui leur donne le nom «croûte fleurie». Ces aspect duveteux de la croûte est dû à la présence du champignon *penicillium candidum* qui peut être pulvérisé à la surface des fromages en début d'affinage (Pradal, 2012).

La texture coulante et crémeuse des fromages de pâte molle à croûte fleurie est due à sa méthode de fabrication et à l'égouttage du caillé qui est déposé (à la louche), sans être brisé ou rompu, dans des moules: il s'égoutte naturellement sans pression; on parle d'égouttage spontané. Après quelques heures, la masse est salée à l'aide de sel, ou encore plongé dans une saumure, la croûte blanche et fleurie est formée par un champignon, le *penicillium candidum*, que l'on pulvérise sur la surface avant l'affinage qui dure environ un mois (Eck A et Gillis J.C., 1998). Le camembert serait né au VIII siècle en Normandie (France), dans le village de Camembert petite commune du pays d'auge. Ce produit reste rattacher le nom de Marie Harel qui semble être la créatrice de ce type de fromage (Veisseyre, 1975). En 1791, sous la révolution, un prêtre réfractaire d'origine briarde qui se cache dans le village, conseille à son hottaisse, la fermière Marie Harel, de fabriquer du brie dans ces moules à livarot avec du lait de vache au lieu de lait de brebis : le camembert était inventé. L'histoire raconte qu'en 1863, un descendant de Marie Harel Victor Paynel aurait fait déguster un camembert de sa fabrication à Napoléon III. L'empereur le trouvant délicieux aurait demandé son nom à Victor Paynel, il aurait alors répondu « Camembert » (Platt, 1998).

## 2- Composition et valeur nutritionnelle

Selon son mode d'élaboration, le Camembert renferme 30 à 50 % de matière azotée /matière sèche. Il s'inscrit ainsi parmi les meilleures sources alimentaires de protéines ayant une digestibilité élevée (Mietton, 1995). De plus, la haute valeur biologique de ces protéines lui est conférée tant par leur composition équilibrée en acides aminés, que par leur propriété de former une pâte fromagère très appréciée par les consommateurs dans de nombreuses régions du monde. La matière grasse du Camembert (25 à 40%) conditionne l'onctuosité de la pâte et constitue une source importante de la flaveur particulière conférée au produit fini (Neelakanten et al., 1971). Concernant le lactose, il faut noter que les fromages affinés sont pratiquement dépourvus de glucides car la faible quantité de lactose, restant dans le caillé après égouttage, est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Pour les autres nutriments, le Camembert constitue un apport important en calcium (200 à 700 mg/ 100g), en phosphore, en sodium et en vitamines (notamment du groupe B). (Eck, 1990).

**Tableau 6:** Composition moyenne de fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type Camembert pour 100g. (Guégen. 1979).

Valeurs nutritionnelles pour 100g	
Eau	50g
Energie	310(kCal)
Glucides	4g
Lipides (g)	24g
Protéines (g)	20g
Calcium (mg)	400mg
Phosphore (mg)	250mg
Magnésium (mg)	20mg
Potassium (mg)	150mg
Sodium (mg)	700mg
Zinc (mg)	05mg
Vitamine A (U.I)	1010(U.I)

### 3- Microflore du camembert

L'affinage du Camembert est complexe puisqu'il résulte de l'interaction entre les microflores bactériennes et fongiques, dont la succession est déterminée par des changements chimiques de la matrice fromagère. Les principaux ferments utilisés pour l'affinage du Camembert sont *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum* et *Kluyveromyces lactis*. Ils peuvent être inoculés au lait en début de fabrication ou bien après le démoulage, par vaporisation à la surface du fromage (D'amico et al., 2008 ; Spinnler et Gripon, 2004). L'ajout de bactéries lactiques lors de la fabrication permet une diminution du pH ce qui favorise la microflore acidophile comme les levures et les moisissures (Spinnler et Gripon, 2004). À partir du 4ème jour d'affinage, *P. camemberti* et *G. candidum* entrent dans leur phase exponentielle de croissance jusqu'au jour 18 et dominent rapidement l'écosystème alors que *K. lactis* est présent, mais à de plus faibles concentrations (Lessard et al., 2012).

### 4- La nature de la matière première

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

- Conforme : jusqu'à 100.000 germes/ml.
- Satisfaisant : entre 100.000 et 300.000 germes/ml.
- Non conforme : au-delà de 300.000 germes/ml.

Et les germes pathogènes doivent être absents (Guiraud et Galzy; 1980)

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

- Sa composition chimique et elle est contrôlée par deux critères : la teneur en matière grasse et la teneur en protéines. La valeur économique du lait dépend surtout de ces composants. Ils constituent la base de la production de fromage, de yaourt, de beurre, de crème, etc. (Gabli, 2005 ; Michel, 2005 ; Cauty et Perreau; 2009 ).

- Sa charge microbienne et la nature de sa microflore.
- Son aptitude au développement des bactéries lactiques.
- Enfin, son comportement vis à vis de la présure

Ces critères définissent les trois composantes de la qualité du lait :

- La qualité technologique, elle dépend de la composition chimique (TB, TP), de la qualité bactériologique et de l'aptitude à la transformation ;

- La qualité sanitaire, le lait doit provenir de vaches saines, ne présentant aucune trace d'antibiotiques, d'antiseptiques, ou de pesticides
- La qualité gustative : bonne saveur, absence de goût désagréable, pas de rancissement (Cauty et Perreau, 2009).

Le process de fabrication du camembert est illustré sur la figure 01.

## **5- Traitements préliminaires du lait**

Les laits réceptionnés sont triés en éliminant ceux impropres à la transformation fromagère (laits plus ou moins acides ayant une charge microbienne importante). Après un entreposage à basse température (3-4°C), ils vont subir certains traitements technologiques dont notamment l'homogénéisation et le traitement thermique, qui ont pour objectifs de permettre l'obtention d'un produit dérivé de qualité appréciable avec un bon rendement de fabrication (Lenoir, 1974 ; Miranda et Gripon., 1986).

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

### **5.1- Standardisation du lait**

Elle consiste à donner au lait la composition correspondante à celle du fromage à élaborer. Elle est réalisée par un ajustement de la teneur en matière grasse qui doit être autour de 28 g/l de lait et parfois du taux de protéines qui doit être supérieur à 31 g/kg de fromage. (Bertrand, 1988).

### **5.2- L'homogénéisation**

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

photo

### **5.3- Les traitements thermiques**

Les laits mis en œuvre dans l'industrie fromagère subissent des traitements thermiques préalables dont l'importance se manifeste dans leur assainissement ainsi que dans leur stabilisation. Selon la température atteinte et la durée du chauffage, le traitement thermique utilisé influe, d'une part, sur la concentration de la flore microbienne initiale et, d'autre part, sur la composition physico-chimique du lait. Les modifications qui en découlent engendrent dans la plupart des cas un changement des caractéristiques du lait et conditionnent pour une grande part la qualité du produit fini en particulier sa valeur nutritive (Eck, 1990). Ainsi, 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 exocellulaires 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).

Il est souvent fait recours dans les industries fromagères à la pasteurisation qui présente l'avantage de détruire la totalité des germes pathogènes susceptibles de se trouver dans le lait et de réduire sa flore banale. Pour cela, des barèmes appropriés (température / temps de chauffage) ont été proposés :

- Pasteurisation basse 63 °C pendant 30 minutes ;
- Pasteurisation haute (HTST) 72°C pendant 20 secondes (Luquet et Bourdier, 1991).

## **6- Les étapes 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 – la maturation, la coagulation, l'égouttage et enfin l'affinage.

### **6.1- Ensemencement – Maturation**

C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée, habituellement un mélange de souches de *Lactococcus* et/ou *Lactobacillus* et/ou *Leuconostoc* et/ou *Streptococcus* (Champagne, 1998 ; Spinnler et Gripon, 2004) qui va participer d'une part, à la coagulation du

lait (en provoquant l'acidification), et d'autre part, à l'affinage du fromage (rôle dans l'activité protéolytique). Le lait (un petit volume) estensemencé par des ferments lactiques mésophiles à une dose de 1,5 à 2% (Lenoir et al, 1983). Un temps de maturation suffisant est laissé dans le but de permettre la multiplication et le développement des souches de bactéries lactiques inoculées. Une fois ses souches revivifiées, le levain (tel que préparé) servira à ensemencer les grandes cuves de coagulation. On introduit également des levains fongiques qui jouent un rôle important dans le phénomène de l'affinage. Il s'agit de spores de *Penicillium camemberti*, *Penicillium caseicolum* ainsi que *Geotrichum candidum* (Bertrand, 1988).

### **6.2- La coagulation**

La coagulation se traduit par la formation d'un gel (ou coagulum) qui résulte dans le cas du Camembert, des modifications physico-chimiques qui interviennent autour des micelles de caséines et qui concourent à leur déstabilisation extrême. Dans le caillé du Camembert, la coagulation est de type mixte (*Codex Alimentarius*, 2010), c'est-à-dire qu'elle fait appel à l'action conjuguée de ces deux types de coagulation (Cholet, 2006). 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). 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). Il a été établi qu'au cours de la coagulation enzymatique, en hydrolysant la caséine, au niveau de la liaison (Phe105- Met106), la présure induit une déstabilisation des micelles de caséines qui vont peu à peu flocculer pour former un gel ferme, compact et ayant une bonne cohésion (Veisseyre, 1975).

### **6.3- Découpage et tranchage**

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

#### **6.4- Brassage**

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

#### **6.5- Moulage**

Le moulage est la mise en moule du caillé. Quoique le but de celui-ci est de donner la forme finale au fromage, mais il a un rôle complémentaire de l'égouttage, ceci, grâce à la pression que subit le caillé lors des retournements successifs (Eck, 1987). Afin de favoriser l'exsudation du sérum qui s'acidifie progressivement, la température de la salle de fabrication est élevée jusqu'à 18-19°C (Gobin, 1995). Cette étape est précédée d'un soutirage du lactosérum de 30 à 40%.

#### **6.6- Egouttage**

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

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

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).

#### **6.7- Démoulage**

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

### **6.8- Salage**

Cette opération est l'une des phases principales de la fabrication des fromages, elle est indispensable lorsque les caillés sont destinés à subir un affinage (Meurei, 1986). Selon Djenane, 1991, le salage consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium (NaCl) au taux moyens de 2%. Aussi il exerce une action sélective sur la flore des fromages (par l'intermédiaire d'activité de l'eau) et influe sur l'activité de certaines enzymes (lipases et protéases) et donc sur la phase d'affinage. En outre le salage complète l'égouttage en favorisant le drainage du sérum du caillé et concourt à la formation de la croûte par la modification et l'hydratation (Maache, 2000). Il existe trois méthodes de salage, soit l'immersion du fromage dans une saumure, le salage à sec en surface et à sec dans la masse. Quelle que soit celle utilisée, le processus se déroule toujours en deux phases ; d'abord, l'absorption du sel en surface et ensuite, sa diffusion progressive vers le centre du fromage (Gillis, 2004 ; Sutherland, 2002). Le Camembert est traditionnellement salé par saumurage (Leclercq-Perlat et *al.*, 2004).

### **6.9- Ressuyage**

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

### **6.10- L'affinage**

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

- la dégradation des protéines;
- l'hydrolyse de la matière grasse;
- la fermentation du lactose.

## 7- Accidents de fabrication dans les fromages à pâte molle type camembert

### 7.1- Défauts d'aspects

#### 7.1.1- Poil de chat (accident relatif au mucor)

Cet accident peut se présenter sous deux formes : une forme bénigne et une forme aigue (Devoyod, 1988). La forme bénigne se manifeste par l'apparition, à la surface des fromages, de quelque touffe duveteuse blanchâtre terminée par des petites boules noires. L'aspect des thalles, rigides, parallèles et serrés, rappelle les poils d'un chat d'où le nom donné à cette anomalie. En général, cette forme ne dure que quelques jours et n'atteint qu'un nombre limité de fromages. Par contre dans la forme aigue, des lots entiers de fromage doivent être déclassés voire éliminés car invendables. Leur surface est envahie de touffes grisâtres donnant au produit un aspect peu engageant, une odeur plus ou moins prononcée de moisi et un goût altéré.

#### 7.1.2- *Penicillium* colorés (bleu)

Pour les fromages à pâte molle et à croûte fleurie, exemple le camembert qui est caractérisé par une croûte blanche par le développement du *Penicillium candidum* qui reste blanc, l'envahissement par un autre *penicillium* coloré généralement bleu ou vert, est un défaut d'aspect et parfois de goût, appelé « le bleu » par les fromages (Desfleurs, 1982).

#### 7.1.3- *Geotrichum candidum*

C'est une moisissure qui est considérée comme une flore normale du camembert, mais son développement exagéré provoque un accident de surface par la formation d'une couche de graisse appelée « peau de crapaud ». Celle-ci devient glaveuse et jaunâtre puis finit par couler. Un salage insuffisant est généralement la cause de l'accident (Veyssere, 1975). Afin de prévenir ou de combattre cette « graisse » provoquée par *Geotrichum candidum*, le fromager doit agir sur la température de la salle d'égouttage par l'abaissement de la température et un salage un peu dosé mais pas exagéré (Desfleurs, 1982).

### 7.2- Défauts de texture

#### 7.2.1- Gonflements précoces

Les accidents sont dus à la multiplication dans les fromages de micro-organismes gazogènes, levures, bactéries lactiques hétéro fermentaire et le plus souvent, des bactéries coliformes. Ces bactéries regroupent un certain nombre de genres (*Citrobacter*, *Entérobacter*,

*Escherichia...*) appartenant à la famille des *Entérobactériaceae* ayant en commun la propriété de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz (Eck, 1987).

### **7.2.2- Pâte sèche fromage plâtreux**

La pâte manque d'humidité et ne permet pas un développement satisfaisant de la flore d'affinage. Ce défaut est dû à un lait initialement trop acide ou à une température de la salle de fabrication très élevée et peut éventuellement résulter d'un égouttage trop prononcé.

### **7.2.3- Pâte coulante**

Ce défaut à l'inverse du précédent intervient lorsque l'égouttage est insuffisant, et il est dû à une mauvaise évolution de l'acidité ou à la température trop basse de la salle de fabrication. Par ailleurs le caillé très humide est le siège d'un développement excessif de la flore protéolytique, ce qui entraîne une dégradation très prononcée de la caséine.

### **7.2.4- Pâte feuilletée**

Cet accident se produit lorsque la pâte ne se résout pas. C'est le cas où le lait n'est pas parfaitement immobile au moment de la coagulation (Desfleurs, 1982).

## **7.3- Défauts de goûts (Amertume) Elle fréquente plusieurs causes**

### **7.3.1- Excès de sels amers**

L'amertume peut être due à un excès de sels amers principalement sels de calcium, comme le chlorure de calcium qui est additionné dans le lait pour une meilleure coagulation et qui de toute façon, doit être faible (Desfleurs, 1982).

### **7.3.2- Taux d'impureté de sel de salage**

La composition chimique du sel raffiné utilisé dans l'opération de salage des fromages, doit comporter 99,90-99,97% de NaCl et le reste constitue les impuretés (Ca, Mg,  $SO_4$ ) qu'il ne faut pas dépasser 0,03-0,1% dont surtout le Ca qui provoque la saveur d'amertume (Cohen-Maurel, 1986).

### **7.3.3- Protéolyse**

Au cours de l'affinage il y a production de peptides amers dans les fromages, selon la quantité en protéase dominante. Ces enzymes proviennent du lait natif, de la présure et aussi, peuvent être produites par les ferments lactiques ainsi que les moisissures (Desfleurs, 1982).

## **7.4- Défauts de fermentation**

### **7.4.1- Antibiotiques**

Si on met en fabrication un lait contenant des résidus d'antibiotiques, il peut s'ensuivre une mauvaise acidification lactique qui sera pour le moins retardée.

### **7.4.2- Bactériophages**

Une insuffisance d'acidification peut être due aux bactériophages, Il est facile d'y remédier, car les bactériophages sont très spécifiquement, ils n'attaquent parfois qu'une souche dans une même espèce (Desfleurs, 1982). Donc, pour y remédier on pratique la technique de rotation des souches. De plus, il est conseillé de désinfecter tous les récipients ayant contenu du lactosérum car ils représentent le milieu idéal pour Ce défaut est causé soit à un manque de ferments lactiques mésophiles dans le lait, soit que les ferments lactiques sont présents mais leur activité est inhibée par d'autres facteurs externes (Krape, 1982).

### **7.4.3- Arrêt de l'acidification vers 80°D**

Lorsqu'on fait une courbe d'acidification sur une culture composée uniquement de streptocoques lactiques mésophiles, on constate un léger palier vers 70-80°D, la courbe reprend ensuite son allure ascendante. En fromagerie, il arrive parfois que ce palier d'acidification qui est habituel, se prolonge et que la montée de la courbe soit pratiquement arrêtée (Desfleurs, 1982).

## 1- Objectif de l'étude

Notre travail s'est fixé l'objectif du suivi microbiologique et physico-chimique de la production du camembert à partir du lait cru au niveau de la laiterie de sidi Saada-Relizane, durant la période Avril-Mai 2017.

## 2- Présentation de l'unité

La laiterie- Fromagerie Sidi Saada est une unité fromagère sous le nom juridique SPA laiterie SIDI SAADA, située dans la commune de sidi Saada daïra de Yellel wilaya de Relizane. Elle a été mise en service en 1987. Après le départ de son constructeur Français, certains ateliers n'ont pas pu être mis en service, c'est pour cela que le nouveau propriétaire s'est attelé à la rénovation des équipements pour la mise en exploitation de la totalité des capacités existantes. Les travaux ont touché les utilités (traitement de l'ambiance, station de production froid et traitement des eaux) et l'introduction de nouveaux produits laitiers (Fromage frais type LAIBNI) par l'installation d'un nouvel atelier de fabrication.



**Figure 2 :** Situation géographique de la laiterie SIDI SAADA.

### **3- Rôle et objectif de l'unité**

La laiterie sidi Saada est une entreprise qui a été conçue pour la fabrication des produits laitiers (lait, fromages fondu, fromage frais et fromages à pâte molle type camembert).

### **4- Démarche du travail**

Le suivi de la production du camembert nécessite une présence quotidienne au niveau de l'unité et ce de la réception du lait cru à l'affinage.

Durant notre présence à l'unité, différents contrôles ont été effectués sur des échantillons prélevés sur toute la chaîne de production, pour la réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques nécessaires.

### **5- Analyses physicochimiques du lait cru et du camembert**

#### **5.1-Analyses physicochimiques du lait**

A l'aide d'un appareil Lactostar, on procède à l'analyse des différents paramètres physicochimiques du lait cru (matière grasse, matière sèche non grasse, densité, point de congélation, pH,...).

##### **5.1.1- Mesure de pH**

Le pH du lait a été mesuré par un pH-mètre digital. Le bout de l'électrode du pH- mètre est immergé dans un bécher contenant 10 ml de lait cru. (Aggad et al., 2009).

##### **5.1.2- Mesure de l'acidité Dornic**

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

Le titrage de l'acidité se fait par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur. L'acidité est exprimée en degré Dornic (°D) et donnée par lecture directe du volume (ml) de soude versée. Le résultat se lit selon le volume de soude nécessaire, 1ml de NaOH correspond à 10°D et 1°D correspond à 0,1g/l d'acide lactique. (Aggad et al., 2009)

Dans un bécher on introduit 10 ml de lait prélevé à la pipette, on ajoute deux ou trois gouttes de la solution de phénolphtaléine à 1% puis on titre par la soude d'hydroxyde de sodium (0.1mole/l) jusqu'à virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin

constitué du même lait. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes,

### **5.1.3- Mesure de la densité**

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

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

Densité corrigée = densité lue + 0,2 (température du lait à 20°C) (**Mathieu, 1998**).

On verse le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air, on remplit l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre

L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.

On place l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain à 20°C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18°C et 22°C.

On plonge doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre,

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

### **5.1.4- Mesure de la teneur en matière sèche totale**

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (**AFNOR, 1985**).

Dans une capsule séchée et tarée, on introduit 5ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette puis on introduit la capsule dans une étuve à 103°C pendant 3 heures, après refroidissement dans un dessiccateur, on effectue une deuxième pesée de l'échantillon dans une balance analytique.



**Figure 3** : La détermination d'E.S.T du lait cru.

### **5.1.5- Mesure de la teneur en matière grasse par la méthode acido – butyrométrique (norme AFNOR, 1980)**

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20°C (27°C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100 ml de lait (AFNOR, 1985).

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux exprimé en g/l.

A l'aide d'une pipette, on mesure 10 ml d'acide sulfurique et on l'introduit dans le butyromètre, puis on retourne doucement trois ou quatre fois le récipient contenant l'échantillon préparé, après on prélève immédiatement à la pipette le volume fixé du lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche au dessus de l'acide,

A l'aide d'une pipette, on mesure 1ml d'alcool amylique et on l'introduit dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides.

Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

On agite et on retourne le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

On place immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 2 minutes puis maintenir cette vitesse pendant 4 minutes.

On place le butyromètre dans un bain d'eau à  $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant 2 à 3 minutes, puis on enlève le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas.

On note le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse coïncidant avec le point le plus bas du ménisque.

### **5.1.6- La recherche des antibiotiques**

Les antibiotiques se retrouvant dans le lait inhibant la croissance des bactéries lactiques utilisées comme ferments en retardant ou en empêchant le développement des ferments. Par ailleurs, la présence des antibiotiques dans les produits laitiers peut créer de graves problèmes de santé pour le consommateur. C'est pourquoi les industries laitières recherchent leur présence par différentes techniques.

La recherche des antibiotiques est un test qui se fait dès la réception du lait cru, par une méthode appelée Beta Star Combo.

Beta Star Combo est un test de détection visuelle rapide pour les Béta-lactames (Amoxicilline, Ampicilline...) et résidus d'ATB Tétracycline (Oxytétracycline, Tétracycline...) dans le lait cru.

On met 0.2 ml de lait dans un flacon récepteur, celui-ci est incubé dans un appareil chauffant « Heater block » à  $47.5^{\circ}\text{C}$  pendant 3 mn.

Une bandelette est plongée dans le tube et incubée à  $47.5 / 5\text{mn}$ .



**Figure 4** : la recherche des antibiotiques par le test de Beta Star Combo

## 5.2- Analyses physicochimiques du Camembert

### 5.2.1- Mesure du pH

Le dosage de pH est effectué par un pH mètre, on l'introduit au cœur du fromage. L'expression des résultats s'effectue par une simple lecture directe sur l'écran du pH-mètre. (Aggad et al., 2009).



**Figure 5** : Détermination du pH du camembert

### 5.2.2- Mesure de la teneur en matière sèche totale

Après élimination de la croûte du camembert, on pèse 3 grammes du fromage soigneusement broyé, qu'on introduit dans une étuve à 103°C pendant 3 heures, après refroidissement dans un dessiccateur, on effectue une deuxième pesée dans une balance analytique.



**Figure 6** : La détermination d'E.S.T du Camambert

### 5.2.3- Mesure de la teneur en matière grasse par la méthode acido – butyrométrique (norme AFNOR, 1980)

On pèse 3g de fromage et on le broie dans un godet et on l'introduit dans le butyromètre de VAN GULIK.

On introduit par l'extrémité du butyromètre de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau de l'acide dépasse le godet de 2 mm puis on place le butyromètre dans un bain-marie jusqu'à la dissolution totale du fromage ;

Retirer le butyromètre, on agite puis on introduit 1ml d'alcool isoamylique ;

Ajouter de l'acide sulfurique jusqu'à l'avant dernière graduation du butyromètre ;

Faire des retournements puis des agitations (2 fois) ;

Placer le butyromètre dans la centrifugeuse à 1200 tours / min pendant 6 minutes ;



**Figure 7 :** Mesure de la matière grasse du camembert

## **6- Analyses microbiologiques du lait cru et du camembert**

Les techniques de dénombrement sont effectuées selon le manuel d'usage relatif aux analyses et tests des produits laitiers ( Petransxiene et Lapied, 1981).

### **6.1- La préparation des dilutions**

Aseptiquement, on prélève près d'une flamme d'un bec bunsen 10g du produit à analyser (camembert) ou 10 ml pour le lait qu'on introduit dans un flacon stérile préalablement taré contenant 90 ml d'eau physiologique, qu'on agite à homogénéisation, la solution étant préparée et considérée comme dilution  $10^{-1}$  à partir de celle-ci on procède à la réalisation d'autres dilutions en prélevant à l'aide d'une pipette pasteur, et d'une façon aseptique 01 ml de la solution mère ( $10^{-1}$ ) qu'on introduit dans un tube contenant 09 ml d'eau physiologique , et on obtient la dilution voulue tout en changeant de pipette d'une dilution à une autre , puis on ensemence les milieux de culture. (Bereda et *al.*, 2012; Gargouri et *al.*, 2014; Ventimiglia et *al.*, 2015).

## **6.2- Recherche et dénombrement des germes de contamination**

Pour chaque échantillon, six groupes de bactéries doivent être étudiés selon l'arrêté N°35 publié le 27-05-1998 du journal officiel de la république algérienne, (annexe 1) : la flore mésophile aérobie totale à 30°C, les streptocoques fécaux, les coliformes totaux (37°C) et fécaux (44°C), *Staphylococcus aureus* à 37°C et *Clostridium* sulfito-réducteurs à 46 °C.

### **6.2.1- Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FTAM)**

Guiraud a montré que cette flore est un bon indicateur de la qualité sanitaire globale des produits laitiers et leur stabilité. La flore totale aérobie mésophile est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant au germes banales de contamination (Guiraud et Rose, 2004).

Le nombre total de la flore aérobie mésophile a été déterminé par l'introduction de 1ml de la dilution appropriée ( $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ ) dans une boîte de pétri, puis on coule le milieu gélosé PCA (plate Count Agar) fondu au préalable au bain d'eau à ébullition et refroidi à 45°C, on fait ensuite des mouvements circulaires et en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée, on les laisse solidifier sur paillasse puis on incube dans une étuve à 30°C pendant 72 heures, les boîtes de pétri retournées (Mallet et al., 2012).

Les colonies se présentent sous formes lenticulaires en masse, on dénombre les boîtes contenant des colonies dont le nombre est compris entre 30 et 300 et on multiplie le nombre trouvé par l'inverse de la dilution pour avoir le nombre de germes dans l'échantillon (Bereda et al., 2012). Les résultats ont été exprimés en unités formant colonie par ml de lait ( UFC / ml) (Gargouri et al., 2014).

### **6.2.2- Dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

Le dénombrement des coliformes peut se faire soit sur milieu solide tel que le VRBL (Violet Red bile lactose) ou la gélose lactosée et citratée au désoxycolate (DCL) soit sur milieu liquide tel que sur bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB).

On a utilisé le milieu VRBL avec un ensemencement en masse de 1 ml de chaque dilution, les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures pour les coliformes totaux et une autre boîte incubées à 44°C pendant 24 à 48 heures pour les fécaux.

Les boîtes de pétri contenant des colonies rouges d'un diamètre de 0.5mm sont retenues.

### **6.2.3- Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus***

On introduit 1 ml de la solution mère dans un tube qui contient 15 à 20 ml de milieu liquide GC (Giolitti contoni) , puis on incube à 37°C pendant 24 à 48heures ( Desmasures et *al.*, 1997; Al-Zenki et *al.*, 2007; Yves and Michel, 2009; Gargouri et *al.*, 2014).

Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs mais pour s'assurer qu'il s'agit d'un développement de *Staphylocoques aureus*, ces tubes font l'objet d'un isolement sur gélose Chapman, préalablement fondue puis refroidie et coulée en boites et solidifiée. Ces boites sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures.

*Staphylococcus aureus* se présente sous forme de colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune. (Petrausxiene et Lapied, 1981).

### **6.2.4- Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs**

Des tubes à essai stériles contenant chacun 5ml de dilution appropriée ( $10^{-1}$  à  $10^{-2}$ ) des différents échantillons sont portés dans un bain marie à 80°C pendant 10 mn, suivi par un refroidissement brutale à l'eau du robinet pour éliminer toutes les formes végétatives et activer les spores de *Clostridium* (Afif et *al.*, 2008; Aggad et *al.*, 2009; Hamiroune et *al.*, 2014), puis on ajoute 20 ml de gélose VF (viande foie) et on les laisse solidifier sur paillasse puis on incube à 37°C pendant 24 h.

Seules les grosses colonies noires ont été considérées comme des *Clostridium* sulfito-réducteurs et ont été comptés (Aggad et *al.*, 2009).

### **6.2.5- Recherche des *Salmonelles***

Arrêté du 23 Janvier 2005 rendant obligatoire une méthode de recherche des *Salmonella* dans le lait et les produits laitiers (JORA n°42 du 15 Juin 2005).

On introduit 10 ml de la solution mère dans un tube qui contient 10 ml de milieu liquide SFB et on ajoute un disque d'additif, puis on incube à 37°C pendant 24 à 48heures. (Aggad et *al.*, 2009).

Les tubes positifs vont être en couleur rouge brique.

**1. Lait cru**

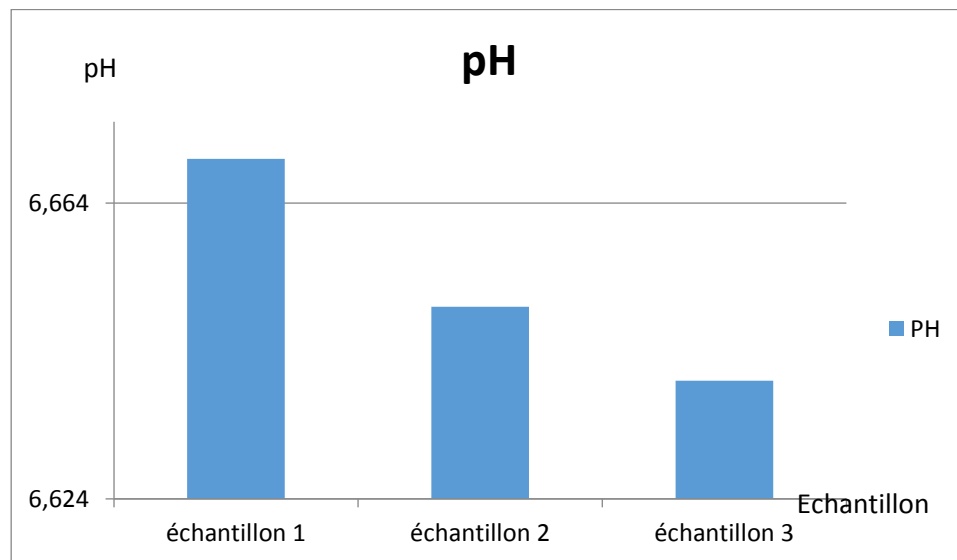
**1.1- Analyses physico-chimiques**

Les résultats des analyses physico-chimiques des différents échantillons de lait analysés sont illustrés dans le (Tableau 01).

**Tableau 7:** Caractéristiques physico-chimiques des laits analysés.

<b>N° de lot</b> <b>Paramètres</b>	<b>Echantillon 1</b>	<b>Echantillon 2</b>	<b>Echantillon 3</b>	<b>Normes FIL-AFNOR</b>
<b>pH</b>	6.67	6.65	6.64	6.6-6.8
<b>Acidité (D°)</b>	17	18	16	16-18
<b>Densité à 20°C</b>	1031.4	1032.2	1031	1028-1033
<b>Matière grasse (g/l)</b>	30	31	29	32-36
<b>Matière sèche totale (g/l)</b>	117	118	117	102-125
<b>Antibiotiques</b>	Absence	Absence	Absence	Absence

**1.1- pH**



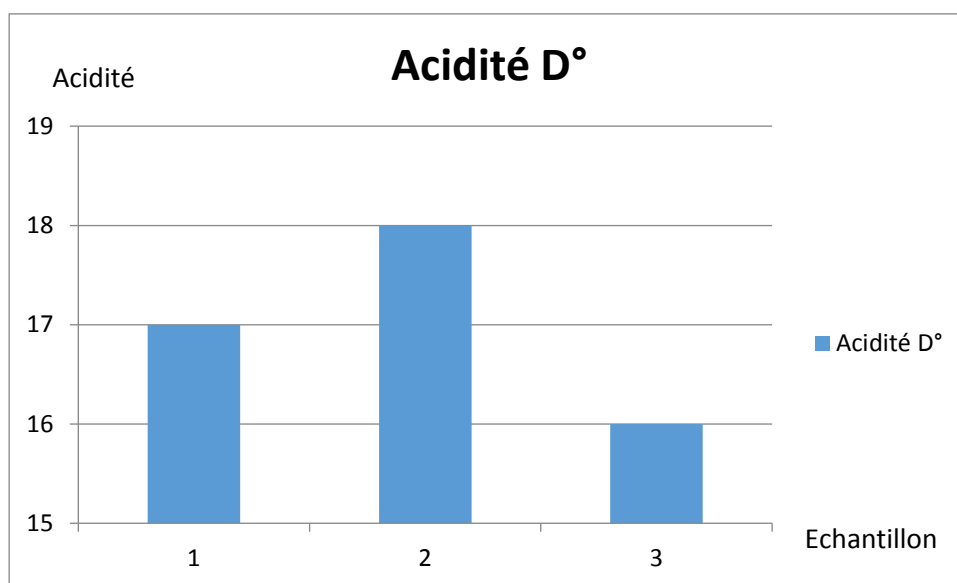
**Figure 8:** Valeurs de pH de différents laits crus mesurés.

Les valeurs du pH des laits crus analysés varient entre 6,64 et 6,67. Ces valeurs se reproduisent pour la majorité des échantillons analysés. Ces valeurs se rapprochent de celles rapportées par (Labioui et al., 2009) et (Mouna, 2009). Elles indiquent vraisemblablement des

laits frais reçus dans de bonnes conditions de collecte et de transport. Elles reflètent aussi les exigences de la laiterie en termes de réception du lait. Toutes ces valeurs sont conformes aux normes recommandées (Vignola, 2002).

### 1.1.2-Acidité Dornic

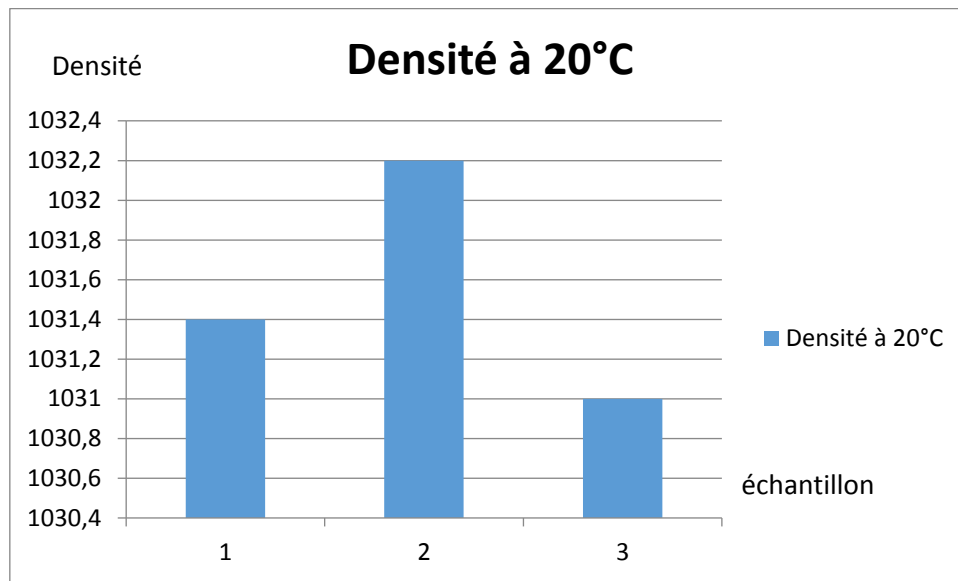
L'acidité Dornic du lait est un paramètre très important de la qualité hygiénique du lait cru.



**Figure 9:** L'acidité en D° des laits crus analysés.

L'acidité Dornic des échantillons des laits analysés est globalement acceptable, elle varie entre 16 et 18. Le niveau d'acidité est un indice de la fraîcheur du lait et permet aussi de déterminer l'aptitude technologique de cette denrée alimentaire (Czerniewicz et *al.*, 2006). Les valeurs obtenues sont proches de celles rencontrées dans la littérature (16-18°D) par Labioui et *al.*, (2009). Ces valeurs restent dans l'intervalle d'acidité d'un lait frais qui dépend étroitement des conditions hygiéniques lors de la traite, du transport et de la manutention du lait. Le développement de la flore microbienne totale et son activité métabolique influencent ce paramètre par la transformation du lactose en acide lactique (Mathieu, 1998). Les valeurs normales indiquent généralement une bonne qualité hygiénique.

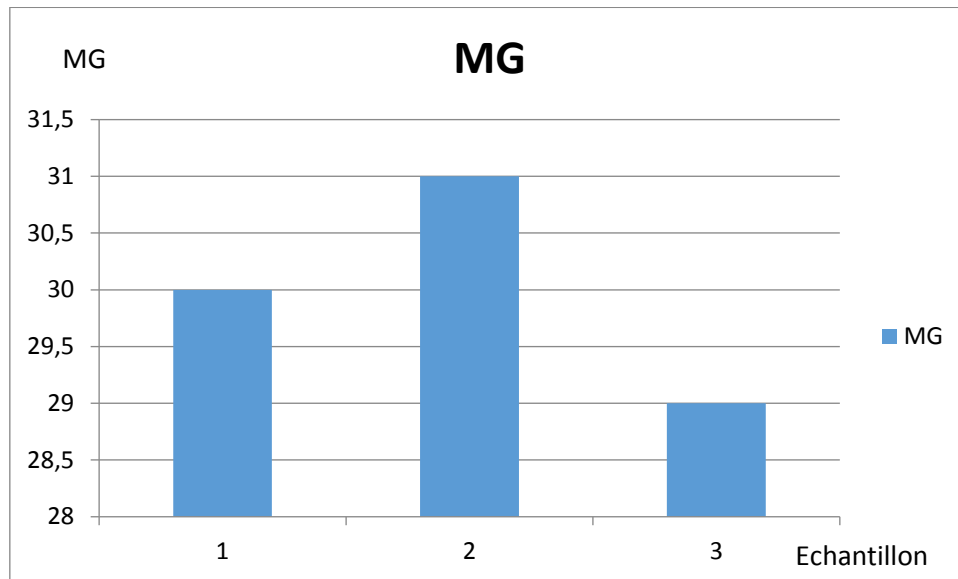
### 1.1.3-Densité



**Figure 10:** Valeurs de densités de différents laits crus mesurés.

D'après les résultats obtenus, on note que la densité des échantillons mesurés à 20°C varie de 1031 à 1032. Ces valeurs répondent à la norme qui se situe entre 1028 et 1033 et ils sont similaires aux valeurs trouvées par Labioui *et al.*, 2009 et Kora au Benin en 2005 qui sont comprises entre 1028 et 1033. Bonnefoye *et al.*(2002) considèrent que pour des valeurs situées entre 1,028 à 1,032, la densité des laits est classée normale. D'autre part et considérant la période de l'étude, Hassainya *et al.* (2006) montrent que généralement la densité du lait est maximale au printemps et minimale en automne. La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires.

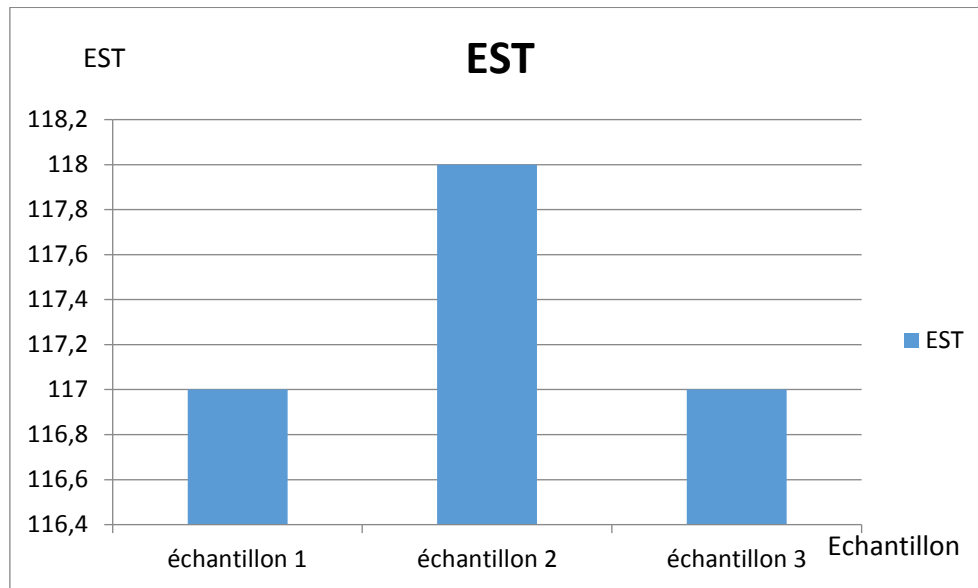
### 1.1.4-Matière grasse



**Figure 11:** Valeurs de MG mesurées des différents laits crus.

La teneur en matière grasse des échantillons de lait cru analysés varie de 29 à 31g/l pour les échantillons analysés. Elle semble légèrement plus faible que celles des laits bovins (37g/l) et humains (45 g/l) (Chethouna, 2011). Ces valeurs restent en dessous de la norme AFNOR (1998) du lait qui tolère des valeurs se situant entre 32 à 36 g/l. La teneur de la matière grasse dans le lait varie essentiellement en fonction de l'alimentation et du niveau de production (Benhedane, 2012).

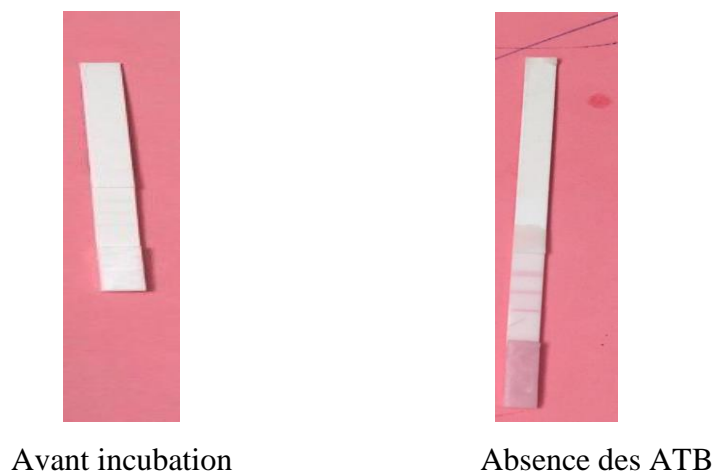
### 1.1.5-Matière sèche totale



**Figure12:** Valeurs des EST des différents laits crus analysés.

La teneur en matière sèche totale de lait cru de vache analysé varie entre 117 et 118 g/l. Celle-ci semble faible par rapport à celle du lait bovin 128 g/l selon Alais, (1984), lait humain (129 g/l), le lait camelin selon Siboukeur, (2007). La teneur du lait frais en EST selon la norme AFNOR(1998) est comprise entre 102 et 125g/l. Elle dépend de l'alimentation, du climat, mais également de la race. (Seydi, 2004).

### 1.1.6- La recherche des antibiotiques



**Figure 13:** Résultat du test des antibiotiques dans les laits crus

La présence d'antibiotiques dans le lait pose un problème technologique en empêchant le caillage de celui-ci, limitant ainsi la gamme de produits que peut offrir la laiterie. En effet, la laiterie procède à des contrôles de présence d'antibiotiques par l'utilisation d'un kit d'analyse prêt à l'emploi. Les laits positifs ne sont pas réceptionnés conformément à la réglementation en vigueur dans le JO N°35 du 27 mai 1998. Les échantillons analysés ne présentaient pas de traces d'antibiotiques.

### 1.2- Analyses microbiologique du lait cru

Les résultats des analyses microbiologiques des laits analysés exprimés en UFC/ml sont présentés dans le (tableau 3). Ils représentent la charge en différents microorganismes recherchés dans les échantillons du lait cru analysés.

La qualité bactériologique du lait a été appréciée selon les critères algériens relatifs aux spécifications microbiologiques de lait cru Journal officiel de la république Algérienne (JORA n°35 du 27 mai 1998 ). C'est ainsi que nous nous sommes intéressés à la FTAM, Coliformes fécaux et totaux, Staphylococcus aureus, et les clostridium sulfite-réducteurs.

**Tableau 8:** Résultats des analyses microbiologiques des échantillons des laits analysés

<b>N° de lot</b>	<b>Echantillon</b>	<b>Echantillon</b>	<b>Echantillon</b>	<b>(JORA n°35 du 27mai 1998)</b>
<b>Germes recherchés</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>(UFC/ml)</b>
<b>Germes totaux à 30°C (FTAM)</b>	1,2.10 <sup>5</sup>	6.10 <sup>5</sup>	1,2.10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup>
<i>Coliformes totaux</i>	3,3.10 <sup>4</sup>	3.10 <sup>4</sup>	9.10 <sup>4</sup>	/
<i>Coliformes fécaux</i>	2,1.10 <sup>3</sup>	4.10 <sup>3</sup>	4.10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Staphylocoques</i>	00	00	00	Absence
<i>Salmonelles</i>	Abs	Abs	Abs	Absence
<i>Clostridium-sulfite-réducteur</i>	00	00	00	50

### **1.2.1- Flore totale aérobie mésophile (FTAM)**

Cette flore est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que la qualité (propreté) des installations (Guiraud, 1998).

Les laits crus analysés contiennent une charge variable de la FTAM, située entre  $1,2 \cdot 10^5$  UFC/ml et  $6 \cdot 10^5$  UFC/ml. Cette charge totale est importante, et reste dans la limite supérieure d'acceptation selon la norme algérienne ( $10^5$  UFC/ml), ces résultats sont également similaires aux charges maximales tolérées par les deux réglementations Françaises et Américaines qui sont respectivement de  $5 \cdot 10^5$  UFC/ml et  $3 \cdot 10^5$  UFC/ml (Alais, 1984). Ceci pourrait s'expliquer par des pratiques insalubres de la part des intervenants dans la traite, la collecte et la réception du lait cru. Le fait de mélanger les laits de différentes origines pourrait accentuer ce phénomène de forte contamination microbienne (Aggad et al., 2009). Néanmoins ces laits crus examinés sont inférieurs à ceux obtenus par labioui et al., 2009 qui contiennent une charge variable de la FTAM, située entre  $2,6 \cdot 10^6$  UFC /ml et  $12,0 \cdot 10^6$  UFC/ml, avec une moyenne de  $6,38 \cdot 10^6$  UFC/ml. D'autres chercheurs, Ghazi et Niar (2011) et Hamiroune et al., (2014) ont retrouvés le même seuil de contamination au niveau des échantillons qu'ils ont étudiés. Ces seuils de contamination sont peut être due au non-respect des bonnes pratiques de production (Ameur, et al., 2012).

### **1.2.2- Coliformes totaux**

La réglementation algérienne ne définit pas une norme pour cette flore. Pour cela, nous essayerons de comparer nos résultats à d'autres études similaires. Les laits analysés présentent une charge en coliformes totaux de  $3,3 \cdot 10^4$  UFC/ml pour l'échantillon (01),  $3 \cdot 10^4$  UFC/ml pour l'échantillon (02) et  $9 \cdot 10^4$  UFC/ml pour l'échantillon (03). Nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Afif et al., 2008, avec  $3,2 \cdot 10^5$  UFC/ml. D'après Magnusson et al., 2007, les litières fortement souillées contiennent plus de coliformes et la prévalence de mammites, dans ce cas, augmente, suggérant une contamination des trayons et du lait plus importante. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite.

### **1.2.3- Coliformes fécaux**

La recherche de microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit. Même à des niveaux faibles, ils témoigneraient de conditions hygiéniques dégradées lors de la traite ou au cours de transport.

La présence de ces germes est décelée dans l'échantillon 1 avec un taux de  $1,2 \cdot 10^3$  UFC/ml et  $4 \cdot 10^3$  UFC/ml pour l'échantillon 2 et 3, ces valeurs restent dans la limite supérieure des normes fixées par le JORA N°35 ( $10^3$  UFC/ml). Les teneurs trouvées sont inférieures à celles mentionnées par Hamama et El Mouktafi, 1990, 1,8  $10^5$  UFC/ml de coliformes fécaux et aussi ceux trouvés par Yabrir *et al.*, (2013) avec moyenne de  $1,5 \cdot 10^4$  UFC/ml.

La contamination d'origine fécale peut provenir d'une mammite à *Escherichia. Coli*, du nettoyage avec une eau contaminée ou le manque d'hygiène du personnel lors de la traite (Thieulinet *et al.*, 1966).

La présence des coliformes fécaux est un indicateur d'une contamination fécale (Mallet *et al.*, 2013; Sissao *et al.*, 2015), qui provient de l'environnement des vaches (Elmoslemany *et al.*, 2010). Leur charge dépend du degré de la pollution produite par les matières fécales (Mallet *et al.*, 2013; Sissao *et al.*, 2015), et est accentuée par des pratiques inappropriées de nettoyage des ustensiles utilisés lors de la production, le stockage et le transport du lait (Elmoslemany *et al.*, 2010).

#### **1.2.4- Salmonella**

L'analyse microbiologique de ce groupe microbien pathogène n'a pas montré de contamination, ce qui est conforme à la réglementation algérienne. En général, l'isolement des salmonelles dans le lait cru est difficile à mettre en évidence (Affif *et al.*, 2008).

Une étude de l'institut de l'élevage français réalisée en (2000) a démontré que la prévalence de l'excrétion mammaire de salmonelles est d'environ 0,6%, faisant de cette voie une source de contamination rare mais pas exceptionnelle. La principale source de contamination serait l'excrétion fécale de salmonelles, la dissémination de la bactérie dans l'environnement, puis la contamination de la peau des mamelles et du matériel de traite et enfin le passage dans le lait (Guy, 2006). Cela exprime que les vaches sont tous en bonne sante ou bien qu'ils ont subi un traitement efficace au cours de leurs maladies.

#### **1.2.5- Staphylococcus**

La norme JORA concernant le *Staphylococcus aureus* prévoit l'absence de ce germe dans le lait cru. Les résultats obtenus présentent une absence totale dans les échantillons. Cela veut dire que le lait est conforme à la norme. Cette conformité pourrait être l'œuvre d'une bonne hygiène du personnel chargé de la traite.

Nos résultats sont largement inférieurs à ceux de Aggad et *al.* (2009) dans l'ouest algérien avec une moyenne de  $35.10^2$  UFC/ml, ils se rapprochent également des résultats obtenus par Affif et *al.* (2008) dans la région de Tadla au Maroc avec une moyenne de  $0,8.10^3$  UFC/ml, mais qui restent très loin de ceux obtenus par Mennane et *al.* (2007) au Maroc avec une moyenne de  $1,2.10^6$  UFC/ml. Selon Dodd et Booth, (2000), le *Staphylococcus aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure.

La présence de staphylocoques dans le lait peut avoir deux origines principales, soit elle résulte d'une contamination primaire (Mubarack et *al.*, 2010), due à la présence dans un troupeau de mammites à *Staphylococcus aureus*, soit c'est une contamination humaine. Ce germe provoque des intoxications alimentaires par ingestion des toxines qu'il secrète, ces dernières ne sont détruites ni par la pasteurisation du lait, ni au cours de l'affinage du fromage (Thieulin, et *al.*, 1966), même si une bonne pasteurisation suffirait à éliminer le germe en lui-même (Sissao et *al.*, 2015). Fourichon et *al.*, (2004) cités par Bouaziz (2005) montrent que le nettoyage incomplet de la machine à traire permet la survie des agents pathogènes dans les gobelets trayeurs qui contamineraient le trayon en début de traite parce qu'une machine à traire peut en effet infecter 6 vaches qui suivent la traite d'une vache infectée, et enfin l'homme (Thieulon, 2005).

### **1.2.6- Clostridium sulfito-réducteur à 46°C**

Les résultats d'analyse de ces germes montrent une absence totale dans le lait cru analysés. Ce qui est conforme à la réglementation algérienne.

L'absence totale des clostridiens sulfite réducteurs indique l'absence d'une contamination extérieure due aux mauvaises pratiques de production du lait cru, sachant que ces germes peuvent se trouver dans l'ensilage et dans l'environnement immédiat des animaux et sont essentiellement abrités par leur tractus intestinal (Dréan et *al.*, 2015), de plus il est considérée que cette contamination intervient essentiellement lors de la traite (Brandle et *al.*, 2016). Il est par ailleurs à noter, que dans la plupart des travaux de recherches, ces germes sont considérés comme des germes d'altération et non comme des germes pathogènes dans le lait (Quigley et *al.*, 2013).

Les résultats obtenus présentent le contraire de ceux trouvés par (Farougou et *al.*, 2011) et (Hamiroune et *al.*, 2014). (Aggad et *al.*, 2009) qui ont trouvé des taux de contamination élevés.

## 2- Camembert

### 2.1- Les analyses physicochimiques du camembert

Les résultats des analyses physico-chimiques sont représentés sur le tableau 9.

**Tableau 9 :** Caractéristiques physico-chimiques des échantillons du camembert analysés

<b>N° de lot</b> <b>Paramètres</b>	<b>Echantillon 1</b>	<b>Echantillon 2</b>	<b>Echantillon 3</b>	<b>Normes</b> <b>FIL-AFNOR</b>
<b>pH</b>	5.18	5.14	5.20	
<b>MG%</b>	21	20	19	20-26
<b>EST%</b>	42.17	44.70	43.50	42-48
<b>G/S</b>	0,49	0,45	0,44	/

Les échantillons de fromage analysés présentent un pH qui varie entre 5,14 et 5,20. Ces valeurs concordent avec celles avancées en France (Eck, 1987). Au début de l'affinage, l'acidification qui a été développée au cours de toute les étapes de fabrication depuis la coagulation semble être abaissée par le biais de souches d'affinages dont particulièrement le *Penicillium Camemberti* capables de consommer l'acidité lactique du milieu (Vesseyre, 1975). Cette diminution de pH permettra une meilleure prolifération et production enzymatique de la flore d'affinage (Eck, 1987) .

Les valeurs de MG varient entre 19 et 21g/kg selon la norme FIL-AFNOR (20-26 g/kg). Ces valeurs restent très faibles par rapport à la norme du codex (Codex STAN 276, 1973) qui prévoit une valeur minimale de 30% et une valeur maximale de 55%. Ceci, peut être dû à un affinage poussé lors duquel la matière grasse est fortement métabolisée.

L'extrait sec total varie entre 42,17 et 44,70, il est dans l'intervalle 42-48g/kg exigé par les Normes FIL-AFNOR et la norme (Codex STAN 276, 1973). La pâte molle fabriquée est relativement riche en eau. Il est établi que plus la quantité de lactosérum exsudée est importante plus l'EST du fromage est élevé (Eck, 1987). Cette exsudation est en liaison avec le salage qui contribue aussi à augmenter l'EST.

Les valeurs du G/S varient entre 0,44 à 0,49. Ces valeurs sont incluses dans l'intervalle des rapports acceptés par la norme (Codex STAN 276, 1973).

## 2.2- Analyses microbiologiques du camembert

Au cours de cette étude, le fromage à pate molle type « camembert » a été analysé et l'analyse comporte le dénombrement de la FTAM, , coliformes totaux et fécaux, de *S. aureus*, une recherche de *Salmonella* spp et le dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteur. Le tableau 10 illustre les résultats obtenus.

**Tableau 10** : Les flores étudiées du camembert (UFC/ml).

<b>N° de lot</b> <b>Germes</b> <b>recherchés</b>	<b>Echantillon</b> <b>1</b>	<b>Echantillon</b> <b>2</b>	<b>Echantillon</b> <b>3</b>	<b>(JORA n°35 du</b> <b>27mai 1998)</b>
<b>Coliformes totaux</b>	2,8.10 <sup>2</sup>	2,4.10 <sup>2</sup>	0,6.10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>
<b>Coliformes fécaux</b>	0,4.10 <sup>2</sup>	0,8.10 <sup>2</sup>	00	10
<b>Staphylocoques</b>	00	00	00	10 <sup>2</sup>
<b>Salmonelles</b>	Abs	Abs	Abs	00
<b>CSR</b>	00	00	00	1

### 2.2.1- Coliformes totaux

Le dénombrement des coliformes totaux a montré des charges de 0,6.10<sup>2</sup> et 2,8.10<sup>2</sup> UFC/ml. Cette charge reste dans la limite d'acceptation selon la norme algérienne qui tolère 10<sup>2</sup> UFC/ml (JORA N°35 du 27 mai 1998) et aux normes Françaises et Européennes (Arilait, 1991 ; Fédération des entreprises du commerce et de la distribution, 2015).

Ces taux élevés pourraient être liés aux mauvaises conditions d'hygiène pendant la préparation et la manipulation du produit et indiquent leur multiplication après fabrication (Tesone et Quevedo, 1978). Le processus technologique de fabrication est hautement concerné par la contamination par les coliformes. Même si un faible taux de ces derniers est retrouvé dans le lait pasteurisé utilisé, une multiplication importante peut se produire au cours de l'affinage. En effet, la contamination peut survenir pendant la fabrication, avant que les levains n'acidifient le milieu (destruction des coliformes), et même après celle-ci, le fromage n'est pas complètement assaini des coliformes. L'augmentation du pH au cours de l'affinage contribue à leur développement et leur taux peut atteindre 10<sup>6</sup> et 10<sup>8</sup> UFC/g dans certains cas.

Le nombre de coliformes présents dans le lait de départ est fortement lié à leur nombre en cours d'affinage (Mourgues et *al.*, 1977).

### **2.2.2- Coliforme fécaux**

La charge en coliformes fécaux varie de  $0,4.10^2$  à  $0,8.10^2$  UFC /ml. Ces taux sont largement supérieurs à ceux tolérées par le (JORA 1998) qui est de 10 UFC/ml et similaires à ceux mentionnées dans les normes Françaises (fromage à pate molle pasteurisé) qui est de  $10^2$  UFC/g (Arilait, 1991) mais ils sont inférieurs à ceux mentionnés dans la norme du Luxembourg (fromage au lait thermisé), qui est de  $10^3$  UFC/g (Ministère de la Santé du Luxembourg, 2015). Sauf pour l'échantillon 03 qui ne présente aucune charge de coliformes fécaux et qui est conforme à la norme algérienne.

Il est bien établi que même en partant d'un taux de flore bactérienne très faible dans le lait, les populations de coliformes peuvent atteindre des niveaux très élevés dans les fromages au cours de l'affinage et de la conservation au froid. Cette flore a tendance à diminuer plus ou moins rapidement au cours de la conservation des fromages au froid et en général n'est pas retrouvée dans les fromages âgés de plus de 60 jours (Mourgues et *al.*, 1977). Le camembert au lait pasteurisé est moins acide que celui au lait cru traditionnel mais ses propriétés de conservation sont meilleures, ce qui lui confère une meilleure conservation (**Gripon, 2006**). Plusieurs facteurs interviennent dans la contamination du fromage (camembert) par *E.coli* qui ne peut être détectée qu'après 4 à 6 semaines d'affinage. L'acidification, la température de stockage, l'activité acidifiante des microorganismes de départ fait que le nombre d'*E.coli* diminue durant la maturation. (Letondeur et Lahellec, 2000).

### **2.2.3- *S. aureus***

Les résultats obtenus présentent une absence totale dans les échantillons. Cela veut dire que le camembert est conforme à la norme algérienne recommandée pour les pâtes molles ( $10^2$  UFC/ml) (JORA, 1998). Par contre, les normes Françaises préconisent une recherche de cette espèce dans le fromage à pate molle pasteurisé et doit être absente dans 25 g, et par souci d'hygiène du procédé de fabrication *S. aureus* à coagulase + doit être dénombrée (Joffin et Joffin, 2010).

La charge élevée de cette espèce pourrait être liée à la qualité du lait utilisé, source principale de contamination par *S. aureus*. Au départ le lait pourrait avoir une charge élevée ce qui pourrait expliquer que la charge après pasteurisation soit réduite mais pas éliminée. Dans les fromages à pate molle, fromage bleu et les fromages à pate demi-molle, fabriqués avec du lait pasteurisé, la présence de *S.aureus* a été détecté (Kousta et *al.*, 2009).

*S. aureus* peut être retrouvée au moment de la vente au détail ou au moment de la transformation, si la chaîne de refroidissement a été interrompue à un moment donné. La présence de sel et la température pendant la maturation chaude (33-36°C; pH remonte à 6,5-6,7), favorise la croissance de *S. aureus* (halophile) qui a une température optimale de croissance de 37°C. (Moullec, 2002). La présence de *S. aureus* dans le lait pasteurisé avant d'être retrouvé dans le fromage peut être due à une erreur sur le barème de pasteurisation ou sur les mesures de nettoyage (Aggad et al., 2009).

Les microorganismes pathogènes peuvent subsister lors de courtes périodes d'affinage dans les pâtes molles à moisissures internes. La croûte du fromage est la partie la plus contaminée et *S. aureus* à coagulase+ se manifeste par excrétion d'entérotoxines dans le produit mis sur le marché (Vierling, 2008).

#### **2.2.4- Salmonella**

Aucune présence de *Salmonella* spp a été relevée. Cela veut dire que le camembert est conforme à la norme algérienne qui exige l'absence totale des Salmonelles et de ne pas utiliser un lait contenant des salmonelles. En effet, si la pasteurisation et la forte acidification éliminent un grand nombre de salmonelles, en présence d'une faible acidification (4,55) son taux peut augmenter. La température de maturation et sa présence en grand nombre dans le lait ( $10^5$  UFC/ml) de départ influencent sa survie (Letondeur et Lahellec, 2000). Sa résistance aux conditions défavorables (forte salinité, taux d'humidité faible, haute température) lui permet de persister dans le fromage à pâte dure (Yoon et al., 2015).

#### **2.2.5- Clostridium sulfite réducteur**

Les résultats d'analyse de ce germe montrent une absence totale dans le camembert. Ce qui est conforme à la réglementation algérienne. L'absence de ces germes indique l'absence d'une contamination extérieure due aux mauvaises pratiques de production du lait cru, sachant que ces germes peuvent se trouver dans l'ensilage et dans l'environnement immédiat des animaux et sont essentiellement abrités par leur tractus intestinal (Dréan et al., 2015).

## Conclusion

Le modeste travail que nous avons réalisé au niveau de la laiterie fromagerie de Sidi Saada, nous a permis de nous rapprocher étroitement de la labeur quotidienne assurée par les équipes de réception du lait cru, de la transformation et des contrôles au laboratoire pour garantir un produit de qualité à la hauteur des attentes du consommateur sur le marché.

Même si nous n'avons pas pu respecter le protocole initial du travail, les résultats obtenus nous permettent à quelques valeurs près, de prouver que le suivi de la production rigoureux de la réception à l'affinage permet de détecter les problèmes technologiques en temps opportun pour maintenir une qualité régulière du produit fini.

La mise en place d'un plan de contrôle plus enrichi tout au long de la fabrication permettrait incontestablement à améliorer les performances d'affinage en fin de production.

Il serait souhaitable de reconduire le même travail, en procédant à un échantillonnage sur toutes les étapes de production pour mieux cerner l'évolution des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du camembert.

## Annexe 1

**Gélose Chapman**

Composition en g/l (Institut Pasteur, 2003 ; Leyral et Joffin, 2001)

Extrait de viande. ....	3g
Extrait de levure .....	3g
Tryptone .....	5g
Peptone bactériologique.....	10g
Chlorure de sodium .....	70g
Mannitol .....	10g
Rouge de phénol.....	0.05 g
Agar.....	18g

Dissoudre 119 g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15min à 121°C ; pH=7,4±0,1

**PCA standard (gélose ordinaire pour dénombrement)**

Composition en g/l

Tryptone .....	5
Extrait de levure .....	2.5
Glucose .....	1
Agar.....	15

Dissoudre 23,5 g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15min à 121°C ; Ph=7,0

**Viande foie**

Composition en g/l (n.marchal et al .1987)

Base viande- foie .....	30g
Glucose .....	2g
Agar.....	6g

QSP pour 1litre

Après la préparation du milieu le pH de ce dernier est ajusté à 7.4 puis le milieu stérilisé à 120C° pendant 20 min.

## Annexe 2

**Selenite f Broth**

Composition en g/l

Casein enzymic hydrolysate.....	5g/l
Lactose .....	4g/ml
Sodium phosphate.....	10g/ml
Sodium hydrogen selenite (NaHSeO <sub>3</sub> ).....	4g/ml

Après la préparation du milieu le pH de ce dernier est ajusté à 7.1 puis le milieu stérilisé à 25C°.

**Bouillon Giolitti-Cantoni**

Le bouillon Giolitti-Cantoni est un milieu d'enrichissement utilisé pour la recherche de *Staphylococcus aureus* dans les aliments.

Tryptone 10

Extrait de viande.....	5g/ml
Extrait de levure.....	5g/ml
Glycine.....	1.2g/ml
Mannitol .....	20g/ml
Pyruvate de sodium .....	3g/ml
Chlorure de sodium .....	5g/ml
Chlorure de lithium.....	5g/ml
Polysorbate 80.....	1g/ml

Après la préparation du milieu le pH de ce dernier est ajusté à 6.9 puis le milieu stérilisé à 25C°.

## Annexe 3

Arrêté Interministériel n° 35 du 27 mai 1998

8	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35	Aouel Safar 1419 27 mai 1998	
ANNEXE I			
CRITERES MICROBIOLOGIQUES RELATIFS A CERTAINES DENREES ALIMENTAIRES			
TABLEAU I			
CRITERES MICROBIOLOGIQUES DES LAITS ET DES PRODUITS LAITIERS			
PRODUITS	n	c	m
<b>1. Lait cru :</b>			
— germes aérobies à 30° C	1	—	10 <sup>5</sup>
— coliformes fécaux	1	—	10 <sup>3</sup>
— streptocoques fécaux	1	—	abs/0,1ml
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	absence
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	1	—	50
— antibiotiques	1	—	absence
<b>2. Lait pasteurisé conditionné :</b>			
— germes aérobies à 30° C	1	—	3.10 <sup>4</sup>
— coliformes :			
* sortie usine	1	—	1
* à la vente	1	—	10
— coliformes fécaux			
* sortie usine	1	—	absence
* à la vente	1	—	absence
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	1
— phosphatase	1	—	négatif
<b>3. Lait stérilisé et lait stérilisé UHT (nature et aromatisé) :</b>			
— germes aérobies à 30° C	5	2	< 10/0,1 ml
— test de stabilité	5	0	négatif
— test alcool	5	0	négatif
— test chaleur	5	0	négatif
<b>4. Lait concentré non sucré :</b>			
— test de stabilité	5	0	négatif
— test alcool	5	0	négatif
— test chaleur	5	0	négatif
<b>5. Lait concentré sucré :</b>			
— germes aérobies à 30° C	5	2	10 <sup>4</sup>
— coliformes	5	0	absence
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— levures et moisissures	5	0	absence
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
<b>6. Lait déshydraté conditionné (1) :</b>			
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 <sup>4</sup>
— coliformes	5	2	5
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— levures et moisissures	5	2	50
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— antibiotiques	1	0	absence