

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES
SCIENCES DE LA TERRE DEPARTEMENT AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences Alimentaires
Spécialité : Technologie Agro-Alimentaires Et Contrôle De Qualité

Présenté par :

Gheliem Aniss Et Bouraib Youcef

Thème

*Analyses physico-chimiques et microbiologiques du
lait de vache pasteurisé et conditionné de la Laiterie
Toumlait*

Soutenu le : **04/07/2022**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

MENZER.N

MCB

Univ. de Bouira

President

BOURFIS.N

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

LAMINE.S

MCA

Univ. de Bouira

Promoteur

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

*Nous remercions avant tout **ALLAH** tout puissant, de nous avoir guidés tout au long de notre vie, dans toutes les années d'étude et nous avoir donné la croyance, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

Au terme de ce travail, nous tenons vivement à remercier toutes les personnes qui, d'une façon ou d'une autre, accompagnent-nous tout au long de ce parcours. Ce travail de recherche n'aurait pu arriver à sa fin sans le soutien, la confiance et la patience dont elles ont fait preuve à nous égard.

*En tout premier lieu nous tenons à remercier monsieur **SALIM LAMINE** pour l'honneur que vous avez fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse que vous nous avez a donné, pour ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.*

*Nous remercions très vivement tous les membres de l'unité TOUMLAIT (Médéa) et particulièrement monsieur **AHMED TOUMACHE** qui nous a permis d'effectuer les analyse microbiologique et physique-chimique au niveau de l'entreprise.*

J'aimerais remercier vivement les membres de jury ; d'avoir accepté d'évaluer et de juger ce travail

Merci pour toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

À vous tous, un grand Merci.

Dédicaces

Je remercie tous d'abord Allah de m'avoir donné la santé, le courage, afin de rédiger ce travail.

A la lumière de ma vie mes très chers parents, que Dieu les garde et les protège.

A mon père, la base de toute ma carrière, le plus cher qui existe sur terre, école de mon enfance, qui à été mon ombre durant toutes les années des études, et qui à veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A ma chère mère qui s'est toujours sacrifiée pour mon éducation, qui ma entourée de son amour, qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie

A mes chères soeurs et mes frère iselam et anasse pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines, et toute la famille
BOURAIB.

A mes chères amies : Yassine, abde-elbaki, et les autres

A mon binôme : Anisse

A toute la promotion technologie agro-alimentaire et contrôle de qualité 2021-2022.

A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce modeste travail et tous ceux qui me sont chers.

A Tous mes enseignants du primaire jusqu'à la fin de notre formation

YOUCEF BOURAIB

Dédicaces

A la lumière de ma vie mes très chers parents, que Dieu les garde et les protège.

A mon père, la base de toute ma carrière, le plus cher qui existe sur terre, école de mon enfance, qui à été mon ombre durant toutes les années des études, et qui à veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A ma chère mère qui s'est toujours sacrifiée pour mon éducation, qui ma entourée de son amour, qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie

A mes chères frère islam . fares .mohamed .oussama pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines, et toute la famille gheliem.

A mes chères amies : zohir,salim.badro et les autres

A mon binôme : youcef

A toute la promotion technologie agro-alimentaire et contrôle de qualité 2021-2022.

A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce modeste travail et tous ceux qui me sont chers.

A Tous mes enseignants du primaire jusqu'à la fin de notre formation

GHELIEM ANISS

Résumé

Le lait est un aliment important dans la diète, il contient des protéines, des glucides, des lipides, des minéraux ainsi que des vitamines pour couvrir en partie les besoins nutritionnelles. Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale et considéré comme acteur clé de l'industrie agroalimentaire. L'objectif de ce travail est d'apporter une description pratique afin de mieux comprendre en détails les analyses physico-chimiques et microbiologiques réalisées durant le processus de production du lait de vache pasteurisé et conditionné de la Laiterie de TOUMLAIT située dans la wilaya de Médéa. Le processus de pasteurisation du lait repose sur un traitement thermique dont le but est de réduire à une concentration minimale les bactéries pathogènes ; à un point où ces derniers ne présenteront aucun risque pour la santé du consommateur. D'après les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques de lait cru, nous pouvons confirmer qu'ils sont conformes aux spécifications et aux normes fixées par l'arrêté interministériel de 24 janvier 1998. A l'avenir il serait intéressant d'effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques au cours de différents stades de fabrication en vue de vérifier la conformité des résultats aux normes afin de garantir une fabrication des produits de qualité satisfaisante.

Mots clés: Analyses physico-chimiques, Analyses microbiologiques, le lait, pasteurisation, Laiterie Toumlait

Abstract

Milk is an important food in the diet, it contains proteins, carbohydrates, lipids, minerals and vitamins to partially cover the nutritional needs. This food occupies a prominent place in the food ration of Algerians, it provides the largest share of protein of animal origin and consider as a key player in the food industry. The objective of this work is to provide a practical description in order to better understand in detail the physico-chemical and microbiological analyses performed during the production process of pasteurized cow's milk and packaged the Dairy of TOUMLAIT located in the wilaya of Medea. The process of pasteurization of milk is based on a heat treatment whose purpose is to reduce to a minimum concentration of pathogenic bacteria, to a point where they will not present any risk to the health of the consumer. According to the results of the physicochemical and microbiological analyses of raw milk, we can confirm that they are in conformity with the specifications and the standards fixed by the interministerial decree of January 24, 1998. In the future, it would be interesting to carry out physicochemical and microbiological analyses during the different stages of production in order to verify the conformity of the results to the standards, so as to guarantee a production of products of satisfactory quality.

Keywords : Physico-chemical analyses, Microbiological analyses, milk, pasteurization, Laiterie Toumlait

المخلص

يعتبر الحليب غذاء مهم في النظام الغذائي ، فهو يحتوي على البروتينات والكربوهيدرات والدهون والمعادن والفيتامينات لتغطية الاحتياجات الغذائية جزئياً. يحتل هذا الطعام مكانة بارزة في الحصة الغذائية للجزائريين ، فهو يوفر الحصة الأكبر من البروتين من أصل حيواني ويعتبر لاعباً رئيسياً في صناعة المواد الغذائية. الهدف من هذا العمل هو تقديم وصف عملي من أجل فهم أفضل بالتفصيل للتحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية التي يتم إجراؤها أثناء عملية إنتاج حليب البقر المبستر وتعبئته في منتجات ألبان TOUMLAIT الواقعة في ولاية المدية. تعتمد عملية بسترة الحليب على المعالجة الحرارية التي تهدف إلى تقليل تركيز البكتيريا المسببة للأمراض إلى الحد الأدنى ، لدرجة أنها لن تشكل أي خطر على صحة المستهلك. وفقاً لنتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للحليب الخام ، يمكننا أن نؤكد أنها تتوافق مع المواصفات والمعايير المحددة بالقرار الوزاري الصادر في 24 يناير 1998. في المستقبل ، سيكون من المثير للاهتمام تنفيذ التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية خلال مراحل الإنتاج المختلفة من أجل التحقق من مطابقة النتائج للمعايير ، وذلك لضمان إنتاج منتجات ذات جودة مرضية.

الكلمات المفتاحية: التحليلات الفيزيائية والكيميائية ، التحليلات الميكروبيولوجية ، الحليب ، البسترة ، Laiterie Toumlait

Table des Matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé FR, ENG et AR.	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction Général	01
CHAPITRE I : Généralités sur le lait.	
1.1. Définition du lait	03
1.2. Composition de lait	04
1.2.1. Eau	05
1.2.2. Matière grasse	06
1.2.3. Protéines	07
1.2.4. Lactose	09
1.2.5. Minéraux	10
1.2.6. Vitamines	10
1.2.7. Enzymes	11
1.3. Composant indésirable du lait	11
1.3.1. Les antibiotiques	11
1.3.2. Pesticides	12
1.3.3. Métaux	12
1.4. Facteurs influençant la composition du lait	12
1.4.1. Variabilité génétique entre individus	12
1.4.2. Stade de lactation	12
1.4.3. Age ou numéro de lactation	13
1.4.4. Facteurs alimentaires	13
1.4.5. Facteurs climatiques et saisonniers	13
1.5. Propriétés physicochimiques	13
1.5.1. la densité	14

1.5.2. Acidité du lait	14
1.5.3. Masse volumique	14
1.5.4. pH	14
1.5.5. Point de congélation	15
1.5.6. Point de l'ébullition	15
1.6. Les propriétés microbiologiques du lait	15
1.6.1. Flore originelle ou indigène	15
1.6.2. Flore de contamination	16
1.6.3. Germes d'altération	16
1.6.4. Les germes pathogènes	18
1.7. Les propriétés organoleptiques du lait	18
1.7.1. La couleur	18
1.7.2. L'odeur	18
1.7.3. La saveur	18
1.8. Différents types du lait	19
CHAPITRE II : La récolte et la pasteurisation	19
2.1. La récolte du lait cru	21
2.1.1. Traite (cas de la traite mécanique)	21
2.1.2. Protection sanitaire	23
2.1.3. Entretien du matériel de traite	23
2.1.4. Conservation du lait a la ferme	24
2.1.5. Transport jusqu'à la laiterie	25
2.2 .la pasteurisation	26
2.2.1. Définition et objectifs	26
2.2.2. Les procédés de la pasteurisation	27
2.2.3. Paramètre de pasteurisation	28
2.2.4. Avantages et inconvénients da la pasteurisation	31
2.2.5. Technologie du lait cru pasteurisé	31
2.2.6. Conservation du lait pasteurisé	32
2.3. Autre traitement thermique	33
2.4. Principales activités des micro-organismes dans le lait	34
2.4.1. Acidification	34
2.4.2. Protéolyse	35

2.4.3. Lipolyse	35
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE	
3.1. Présentation de l'unité Toumlait	36
3.2. Objectifs de l'étude	37
3.2.1. Qualité physico-chimique.	37
3.2.2. Qualités microbiologiques.	37
3.3. Analyses réalisées.	37
3.3.1. Les analyses physico-chimiques de Lait cru	39
3.3.1.1. Prélèvement des échantillons	39
3.3.1.2. Détermination de la Température	39
3.3.1.3. Détermination de la densité	39
3.3.1.4. Détermination de l'acidité titrable	40
3.3.1.5. Détermination de la matière grasse	41
3.3.1.6. Détermination de pH	42
3.3.1.7. Détermination de l'extrait sec total	43
3.3.1.8. Test d'antibiotique	43
3.3.2. Les analyses microbiologiques du lait cru	45
3.3.2.1. Méthode de dénombrement des microorganismes	45
3.3.2.2. Dénombrement de la flore totale	46
3.3.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	48
3.3.2.4. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	50
CHAPITRE IV : Résultats et discussions	
4.1. Les résultats physico-chimiques du lait	52
4.2. Les résultats microbiologiques du lait	58
Conclusion	61
Références bibliographiques	62

Liste des tableaux

<u>Tableau (1) :</u>	Composition moyenne du lait entier .	05
<u>Tableau (2) :</u>	Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre.	05
<u>Tableau (3) :</u>	Classification des protéines.	09
<u>Tableau (4) :</u>	Composition minérale du lait de vache.	10
<u>Tableau (5) :</u>	Composition vitaminique moyenne du lait cru.	11
<u>Tableau (6) :</u>	Flore bactérienne originelle du lait cru.	16
<u>Tableau (7) :</u>	Récapitulatif des règles pratiques d'hygiène de traite	25
<u>Tableau (8) :</u>	Les différents barèmes de pasteurisation.	28
<u>Tableau (9) :</u>	La durée de conservation du lait en fonction des traitements thermiques.	33
<u>Tableau(10) :</u>	Analyses physico-chimiques de lait cru avant pasteurisation	52
<u>Tableau(11):</u>	Analyses physico-chimiques de lait cru après pasteurisation.	52
<u>Tableau(12):</u>	Résultat des analyses microbiologiques des 3 échantillons de lait.	58

Liste des figures

Figure (1)	Structure d'un globule de matière grasse.	06
Figure (2)	Structure d'une sub-micelle caséique.	07
Figure (3)	Diagramme de production du lait pasteurisé.	30
Figure (4)	Ligne de production du lait pasteurisé.	32
Figure (5)	Schéma représentatif des différentes analyses réalisées sur le lait de vache	38
Figure (6)	Mesure de l'acidité titrable du lait de vache	41
Figure (7)	Mesure de la MG du lait de vache	42
Figure (8)	Appareil Beta Star 25	44
Figure (9)	Dénombrement de la flore aérobie mésophile	47
Figure (10)	Dénombrement des coliformes	49
Figure (11)	Recherche et identification des <i>staphylococcus aureus</i>	51
Figure (12)	Variation de pH avant et après pasteurisation	53
Figure (13)	Variation d'acidité avant et après pasteurisation	53
Figure (14)	Variation de densité avant et après pasteurisation	54
Figure (15)	Variation de MG avant et après pasteurisation	54
Figure (16)	Variation d'EST avant et après pasteurisation	55

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AFNOR	Association française de la normalisation
AG	Acide Gras
ANP	Apport Non Protéique
ATB	Antibiotique
AT	Acidité titrable
D°	Degré Dornic
EST	Extrait sec total
FTAM	F lore T otale A érobic M ésophile
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
MG	Matière grasse
PCA	Plat Count Agar
PH	Potentiel Hydrométrique
SM	Solution mère.
T	Température
TB	Taux Butyreux
UFC	Unité formant une colonie
VRBG	Violet cristal rouge neutre bile glucosée

Introduction

Introduction

Le lait est un aliment important dans la diète, il contient des protéines, des glucides, des lipides, des minéraux ainsi que des vitamines pour couvrir en partie les besoins nutritionnelles (*Andreas et al., 2015*).

Le lait est un aliment de grande valeur nutritionnelle car il est laissé quasiment à l'état naturel et riche en nutriments. Dans l'alimentation occidentale, il est difficilement remplaçable parce qu'il représente une bonne source de protéines, des vitamines, de potassium et de calcium (*Fulgoni et al., 2011*).

Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale et considéré comme acteur clé de l'industrie agroalimentaire (*Anonyme1, 2008*).

Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait sont d'une grande importance dans l'appréciation de la qualité du lait cru et des produits laitiers (*Mariétou et al., 2015*). L'appréciation de la qualité microbiologique d'une denrée consiste en la recherche des germes d'intérêt hygiénique, des germes de contamination fécale, des germes pathogènes et toxigènes ainsi que les germes d'intérêt technologiques. Le lait et ses dérivés constituent un excellent milieu de culture pour ces microorganismes qui peuvent proliférer (*Boujemaa et al., 2013*).

Le processus de pasteurisation du lait repose sur un traitement thermique dont le but est de réduire à une concentration minimale les bactéries pathogènes ; à un point où ces derniers ne présenteront aucun risque pour la santé du consommateur. De plus, ce traitement thermique luttera contre les enzymes bactériennes indésirables et contre les bactéries spoliatrices du lait; cela permettrait en final la préservation de la qualité nutritionnelle du produit original. Toutefois, et malgré les traitements thermiques la qualité du lait pasteurisé et sa durée de vie sont limitées par le développement des populations microbiennes de contamination *Luquet, F.M. (1985)*.

L'objectif de ce travail est d'apporter une description pratique afin de mieux comprendre en détails les analyses physico-chimiques et microbiologiques réalisées durant le processus de production du lait de vache pasteurisé et conditionné de la Laiterie de TOUMLAIT située dans la wilaya de Médéa.

Le présent travail consiste en 4 chapitres :

Le **chapitre I** sera consacré à une recherche bibliographique sur le lait, sa composition et quelques informations nécessaires. La récolte et la pasteurisation du lait sera présentée théoriquement dans le **Chapitre II**. Le **chapitre III** présente le matériel et les méthodes utilisées dans la Laiterie de TOUMLAIT. Le **chapitre IV** comportera tous les résultats obtenus dans cette étude ainsi qu'une discussion des résultats obtenus. Une conclusion générale et les perspectives pour les futures études agroalimentaires sur la production et la pasteurisation du lait en Algérie viendront clore cette contribution.

Chapitre I

Généralités sur le lait

1. Généralités sur le lait

1.1. Définition de lait

Le lait est un liquide blanc, opaque, d'un gout légèrement sucré d'une odeur peu prononcée, et d'une viscosité égale à deux fois celle de l'eau. Ce complexe hétérogène, altérable et de composition variable, est le résultat de la sécrétion mammaire de femelles mammifères. En pratique, le lait a pour fonction d'être non seulement un aliment exclusif des jeunes, mais il doit être aussi présent dans l'alimentation humaine et comme matière première dans la transformation industrielle (*Kassa et al., 2016*).

La consommation de produits de lait et de produit laitiers par les humains depuis le temps immémoriaux. Le lait est connu comme la nourriture la plus complète de nature et les produits laitiers sont considérés les nourritures les plus nutritives. C'est une source d'aliments essentiels pas seulement pour le nouveau-né de n'importe quelles espèces mammifères, mais aussi pour la croissance d'enfants et de nourriture d'humains adultes (*Ahesanvarish et al., 2016*).

Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune. Il s'agit d'un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β carotène de sa matière grasse, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6.6 à 6.8) légèrement acide, proche de la neutralité (*Boubezari, 2010*)

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

Fredot, (2006) et Jeante et al. (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

1.2. La composition du lait

FRANWORTH et MAINVILLE (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à la race qu'il permet de développer (*MITTAINE, 1980*).

Selon *FAVIER (1985)*, le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon *POUGHEON et GOURSAUD(2001)* sont :

- ✓ L'eau, très majoritaire,
- ✓ Les glucides principalement représentés par le lactose,
- ✓ Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- ✓ Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- ✓ Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- ✓ Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait entier est représentée dans le tableau 1.

FREDOT (2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

- ✓ Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).

- ✓ Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.
- ✓ Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- ✓ Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

Tableau 1 : Composition moyenne du lait entier (*FREDOT, 2006*).

<i>Composants</i>	<i>Teneurs (g/100g)</i>
<i>Eau</i>	89.5
<i>Dérivés azotés</i>	3.44
<i>Protéines</i>	3.27
<i>Caséine</i>	2.71
<i>Protéines solubles</i>	0.56
<i>Azote non protéique</i>	0.17
<i>Matières grasses</i>	3.5
<i>Lipides neutres</i>	3.4
<i>Lipides complexes</i>	<0.05
<i>Composés liposolubles</i>	<0.05
Glucides	4.8
<i>Lactose</i>	4.7
<i>Gaz dissous</i>	5% du volume du lait
<i>Extrait sec total</i>	12.8g

Le **tableau 2** donne la composition moyenne en % pour différentes espèces.

Tableau 2 : Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (*JENSEN, 1995*)

<i>Composants</i>	<i>Vache</i>	<i>Femme</i>	<i>Brebis</i>	<i>Chèvre</i>
<i>Protéines</i>	3.4	1.0	2.9	5.5
<i>Caséines</i>	2.8	0.4	2.5	4.6
<i>lipides</i>	3.7	3.8	4.5	7.4
<i>Lactose</i>	4.6	7.0	4.1	4.8
<i>Minéraux</i>	0.7	0.2	0.8	1.0

1.2.1. Eau

La valeur nutritive du lait est particulièrement élevée grâce à l'équilibre entre les nutriments qu'il contient, et la quantité d'eau dans le lait reflète cet équilibre. Chez tous

les animaux, l'eau est le nutriment requis en quantité la plus élevée, et le lait contient beaucoup d'eau (90%). L'eau nécessaire pour la formation du lait est prélevée du sang et la production de lait diminue rapidement lorsque l'eau n'est pas disponible (*Wattiaux, 2003*).

1.2.2. Matières grasses

Le lait de vache contient naturellement 42g/l de la matière grasse (TB) elle confère au lait entier la moitié de la valeur énergétique du lait (*Gnadig et Sébédio, 2001*).

La matière grasse est présente dans le lait sous forme des petits globules sphériques qui sont invisibles à l'œil nu suspendus dans l'eau (*Wattiaux, 2003*). Ces globules gras sont hétérogènes ; ils sont essentiellement constitués d'une microgoutte de triglycérides (98%), partiellement cristallisés à température ambiante, entourée d'une fine membrane communément appelée « la membrane du globule gras du lait » ou « Milk fat globule membrane » (MFGM). Cette enveloppe protectrice est un assemblage complexe de protéines, de phospholipides, de lipoprotéines, d'enzymes...etc.(Figure N°1) (*Danthine et al., 2000*).

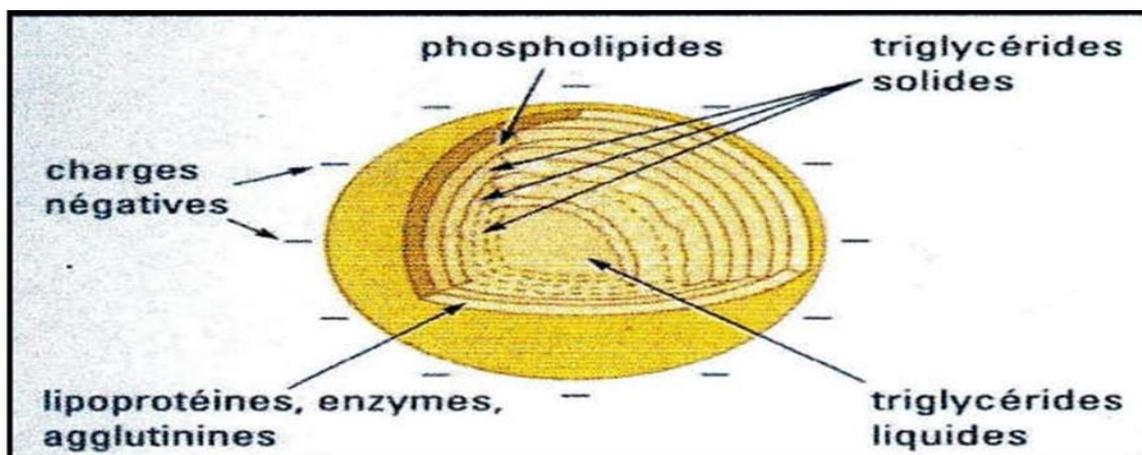


Figure N°1 : Structure d'un globule de matière grasse (*Danthine et al., 2000*).

1.2.3. Protéines

Selon *JEANTET et coll (2007)*, le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- ✓ Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,
- ✓ Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

La classification des protéines est illustrée dans le tableau 3.

A-Caséines

JEAN et DIJON (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol^{-1} , forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de $0,1 \mu\text{m}$ (Figure 2).

La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (*ADRIAN et coll., 2004*).

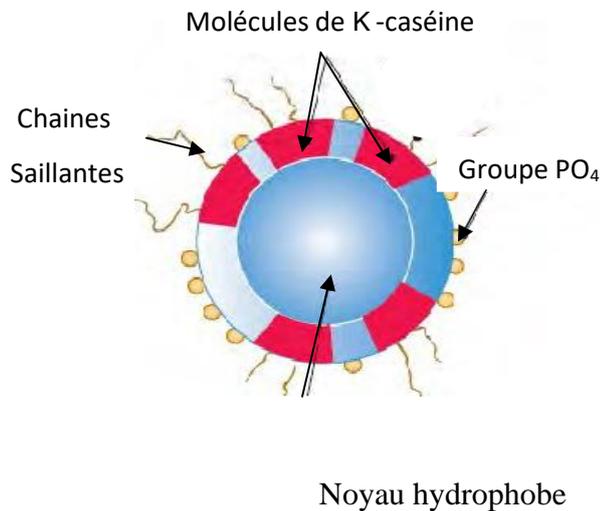


Figure 2 : Structure d'une sub-micelle caséique (*BYLUND, 1995*)

B-Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (*DEBRY, 2001*).

THAPON (2005), définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

1-L' α -lactalbumine

L' α -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum (*VIGNOLA, 2002*).

2-La β -lactoglobuline

La β -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Son point isoélectrique est 5.1 la β -lactoglobuline est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G). Lors du chauffage la fixation d'une molécule de caséine K et d'une β -lactoglobuline se fasse également par un pont disulfure (*DEBRY, 2001*).

3-Le sérum-albumine

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine (*VIGNOLA, 2002*).

4-Les immunoglobulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité.

On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines : IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (*THAPON, 2005*).

5- Protéoses-peptones

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4.6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (*DEBRY, 2001*).

Tableau 3 : Classification des protéines (*BRUNNER, 1981 cités par POUGHEON, 2001*).

<i>NOMS</i>	<i>% des protéines</i>	<i>Nombre d'AA</i>
<i>CASEINES</i>	<i>75-85</i>	<i>-</i>
Caséine α_{S1}	<i>39-46</i>	<i>199</i>
Caséine α_{S2}	<i>8-11</i>	<i>207</i>
Caséine	<i>25-35</i>	<i>209</i>
Caséine k	<i>8-15</i>	<i>169</i>
Caséine g	<i>3-7</i>	<i>-</i>
<i>PROTEINES DU LACTOSERUM</i>	<i>15-22</i>	<i>-</i>
b-Lactoglobuline	<i>7-12</i>	<i>162</i>
a-Lactalbumine	<i>2-5</i>	<i>123</i>
Sérum-albumine	<i>0.7-1.3</i>	<i>582</i>
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	<i>1.9-3.3</i>	<i>-</i>
Protéoses-peptones	<i>2-4</i>	<i>-</i>

1.2.4. Lactose

MATHIEU (1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (*HODEN et COULON, 1991*).

1.2.5. Minéraux

Selon *GAUCHERON (2004)*, 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 (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Composition minérale du lait de vache (*JEANTET et coll., 2007*)

<i>Eléments minéraux</i>	<i>Concentration (mg.kg⁻¹)</i>
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

1.2.6. Vitamines

Selon *VIGNOLA (2002)*, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (*JEANTET et coll., 2008*).

Tableau 5 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (*AMIOT et coll., 2002*)

<i>Vitamines</i>	<i>Teneur moyenne</i>
<i>Vitamines liposolubles</i>	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
<i>Vitamines hydrosolubles</i>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B ₁ (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B ₂ (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B ₆ (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B ₁₂ cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

1.2.7. Enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (*POUGHEON, 2001*).

1.3. Composants chimiques indésirables du lait

Le lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal, sous la forme soit du constituant original, soit de composés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement prescrits à l'animal (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones) (*Mahieu et al., 1977*).

1.3.1. Antibiotiques

Les résidus d'antibiotiques, surtout si ces substances sont appliquées localement pour le traitement des mammites (*Jacquet, 1969*), leurs présences dans le lait engendrent un double inconvénient. Ainsi, pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes d'allergie

et cancérigènes (*Michell, 2005*). Chez les sujets sensibles, elle peut contribuer à l'installation d'une flore endogène antibiorésistances (*Morel, 1962*).

1.3.2. Pesticides

Les résidus de pesticides sont des substances poly chlorées, liposolubles, et s'accablent donc dans les graisses de réserve. Lors de la fonte des graisses, les substances emmagasinées sont brusquement remises en circulation, et des manifestations d'intoxication peuvent apparaître (*Beroza et Bowman, 1996*).

1.3.3. Métaux

Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé : le sélénium, l'arsenic, le plomb et le mercure (*Vanier, 2005*).

1.4. Facteurs influençant la composition du lait

Selon *COULON (1994) cité par POUGHEON (2001)*, la composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter.

La composition du lait est variable elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait (*POUGHEON et GOURSAUD, 2001*).

1.4.1. Variabilité génétique entre individus

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

1.4.2. Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (*POUGHEON et GOURSAUD, 2001*).

1.4.3. Age ou numéro de lactation

Selon *POUGHEON et GOURSAUD (2001)*, on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0.6%.

1.4.4. Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (*POUGHEON et GOURSAUD, 2001*).

1.4.5. Facteurs climatiques et saisonniers

D'après *POUGHEON et GOURSAUD (2001)*, la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.

1.5. Propriétés physicochimiques du lait

La connaissance des propriétés physicochimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés. (*El Marnissi et al 2013*)

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité *Lapointe-Vignola, C. (2002)*.

1.5.1. La densité

La densité du lait varie entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C. La densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C. Celle des laits écrémés est supérieure à 1,035. Un lait à la fois écrémé et mouillé peut avoir une densité normale, (*Labioui H, et al 2009*).

1.5.2. Acidité du lait

L'acidité du lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle est exprimée en « degré Dornic » (°D), ce dernier exprime la teneur en acide lactique : 1°D = 0,1g d'acide lactique. L'acidité titrable est comprise entre 15°D et 18°D. Elle varie entre 0,15% et 0,18% d'équivalent d'acide lactique., (*Hogan J et al 1999*).

1.5.3. Masse volumique

La masse volumique d'un liquide est définie par le rapport de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en Kg.m⁻³ dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée : $T = m/v$ *Bertsch A., Bimbenet J. et Cerf O. (1982)*.

La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m⁻³ *Thomas, C., J. Romain, and B. Gérard. (2008)*.

1.5.4. PH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH, car : $pH = \log 1/[H_3O^+]$ *Kouamé-Sina S (2010)*.

A la différence avec l'acidité titrable qui elle mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, dissociés ou non (acidité naturelle + acidité développée), reflétant ainsi les composés acides du lait *Kouamé-Sina S (2010)*.

Un lait mammitique, contenant des composés à caractéristiques basiques, aura un $pH > 7$ et le colostrum un pH voisin de 6 *Kouamé-Sina S (2010)*.

1.5.5. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence des solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de $-0,530^\circ C$ à $-0,575^\circ C$ avec une moyenne à $-0,555^\circ C$. Un point de congélation supérieur à $-0,530^\circ C$ permet de soupçonner une addition d'eau au lait *Hogan J., Gonzel R., oliviere S. et Pankey J. (1999)*.

1.5.6. Point de l'ébullition

On définit 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 $100,5^\circ C$ *Lapointe-Vignola, C. (2002)*.

1.6. Les propriétés microbiologiques du lait

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les microorganismes et les enzymes, sa richesse et sa fragilité font du lait un milieu idéal aux nombreux microorganismes comme les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent rapidement *Balezi, Z. and G.N. Mushagalusa. (2018)*.

Les micro-organismes du lait, selon leur importance sont repartis en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore de contamination. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d’altération et la flore pathogène *Lapointe-Vignola, C. (2002)*.

1.6.1. Flore originelle ou indigène

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu’il est prélevé dans des bonnes conditions à partir d’un animal sain (moins de 103 germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) *Cuq, J. (2007)*.

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l’ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles *Lapointe-Vignola, C. (2002)*.

Il s’agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l’alimentation et n’ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production *Richard, J. and Z. Halima. (1983)*.

Tableau 06 : Flore bactérienne originelle du lait cru *Lapointe-Vignola, C. (2002)*.

Microorganismes		Pourcentage (%)
Gram positif	• <i>Micrococcus sp</i>	30-90
	• <i>Lactobacillus</i>	10-30
	• <i>Streptococcus ou lactococcus</i>	<10
Gram Négatif		<10

1.6.2. Flore de contamination

Cette flore est l’ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu’à la consommation. Elle peut se composer d’une flore d’altération, qui causera des défauts sensoriels

ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire *Lapointe-Vignola, C. (2002)*.

❖ Contamination par l'animal

Lorsque l'animal est sous traitement, le lait renferme des résidus d'antibiotiques qui sont à l'origine des perturbations importantes des processus de fermentation et de maturation des produits laitiers de large consommation tels que les yaourt, fromages et autres laits fermentés. Ces laits anormaux doivent être séparés du lait sain et ne pas être utilisés pour la transformation., *Bagré T ., Samandoulougou S et al (2015)*.

Le canal du trayon est toujours contaminé, même chez un animal sein ; de ce fait, les premiers jets du lait obtenus lors de la traite doivent être éliminés. L'extérieur de la mamelle est toujours chargé en germes. Un nettoyage correct effectué avant la traite est donc indispensable pour obtenir un lait de bonne qualité microbiologique *Chatelin, Y. and J. Richard.(1981)*.

❖ Contamination au cours de la traite

Une dizaine de groupes microbiens parmi les flores utiles, flores d'altération et pathogène sont systématiquement détectés. Les groupes microbiens utiles (bactéries lactiques) sont

Fortement dominants. Leurs niveaux étant au moins 100 fois supérieures à ceux des groupes d'altération ou pathogènes (staphylocoques à coagulase positive).

Ainsi, le niveau et la composition de la charge microbienne présente en surface des trayons sont en lien avec la nature des litières et le confinement de l'ambiance *Michel, V., A. Hauwuy, and J. Chamba.(2006)*.

❖ Contamination au cours du transport

La collecte et le transport se font grâce à des camions-citernes réfrigérés qui récoltent régulièrement le lait dans les fermes. Ils doivent respecter un certain nombre de règles légales afin de livrer un lait de bonne qualité, notamment par le maintien du lait au froid qui a pour but d'arrêter le développement des microorganismes. Il constitue un traitement de stabilisation *Weber, F. (1985)*.

Une altération de la qualité au cours du transport par une mauvaise réfrigération, peut avoir un impact grave sur la qualité du lait et engendrer des pertes financières importantes *Jakob E., Winkler H.,Shaeren W.et Geinoz M. (2011)*.

1.6.3. Germes d'altération

Ce sont des bactéries et champignons indésirables apportés par la contamination. Cette flore regroupe les bactéries thermorésistantes, les coliformes, les psychrotropes, les levures et moisissures. Ce sont des germes provoquant l'autolyse des aliments, et donc leur altération. Ils ne sont en général pas dangereux pour le consommateur parce que leur présence en grande quantité est visible par l'état du produit (changement d'aspect, odeur désagréable, etc.) *Dieng, M.C.(2001)*.

1.6.4. Les germes pathogènes

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait alors suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel). L'ensemble des procédés de traitement et de transformation du lait peut freiner la multiplication des germes éventuellement présents ou au contraire favoriser leur développement. *Brisabois A., Lafarge V et al (1997)*.

Les germes les plus souvent évoqués sont les Mycobactéries, *Brucella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, les entérobactéries, parmi lesquelles les *Escherichia coli* producteurs de toxines et *Salmonella*. Actuellement, la maîtrise de ces bactéries pathogènes dans le lait et les produits dérivés nécessite la mise en place de systèmes de contrôle et de surveillance qui s'appuient sur une réglementation devenue maintenant.

Européenne. Les moyens de prévention doivent prendre en compte les données désormais bien connues de la microbiologie prévisionnelle en matière du lait et des produits laitiers *Monique, Z. and C. Souad. (2013)*.

1.7. Les propriétés organoleptiques du lait

1.7.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait *Frédot, E. (2005)*).

1.7.2. L'odeur

L'odeur caractéristique du lait provient du fait que 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.). *Heuchel V., Chatelin Y et al (2003)*.

1.7.3. La saveur

La saveur normale d'un bon lait est douce, agréable et légèrement sucrée, ce qui est principalement dû à la présence de matière grasse. La saveur du lait se compose de son goût et de son odeur *Kuzdzal-Savoie, S. and G. Mocquot. (1960)*.

1.8. Différents types du lait

Les laits ne sont pas tous les mêmes et en fonction des critères de traitement thermique et de teneur en matière grasse, nous pouvons distinguer notamment les catégories suivantes de lait :

- ❖ **Le lait cru** : Plus onctueux et aromatisé que les autres laits, il est embouteillé directement à la ferme, après la traite des vaches. Ce lait n'a subi aucun traitement.
- ❖ **Le lait micro-filtré** : La crème est d'abord séparée du lait, puis pasteurisée. De son côté, le lait écrémé est filtré à travers des membranes extrêmement fines qui retiennent les bactéries. Puis les deux sont mélangés à nouveau selon la teneur désirée. Ce lait ne subit aucun traitement thermique.
- ❖ **Le lait frais pasteurisé** : chauffé à 72°C pendant 20 secondes, le lait frais est ainsi débarrassé des micro-organismes indésirables.
- ❖ **Le lait stérilisé** : une fois conditionné, le lait embouteillé est soumis à une température de 115°C pendant 15 à 20 minutes.
- ❖ **Le lait UHT** : Chauffé à 140-150°C pendant quelques secondes seulement, puis mis dans son emballage aseptique.
- ❖ **Le lait entier**, demi-écrémé ou écrémé : Une classification qui dépend de leur teneur en graisse. La crème est séparée du lait puis réintroduite après selon le résultat désiré : soit 3,6g de matière grasse pour 100ml de lait entier, de 1,5g à 1,8g de matières grasses pour 100ml de lait demi-écrémé, et moins de 0,5g de matière grasse pour 100ml de lait écrémé (IPLC, 2015).

CHAPITRE II

La récolte et la pasteurisation

2.1. La récolte du lait cru

Les vaches laitières passent généralement leurs jours à manger, à dormir, et à ruminer ou à mâcher leur bol alimentaire. Les vaches de certaines exploitations laitières errent et mangent de l'herbe fraîche (c.-à-pâturage). Dans d'autres fermes, elles sont nourries au grain, au foin ou à l'ensilage (de fourrages conservés) et restent toute la journée dans des quartiers proches connus comme des opérations d'alimentation des animaux confinés (CAFO), dont certains abritent des milliers d'animaux.

Beaucoup de grandes fermes laitières utilisent des hormones de croissance et d'antibiotiques au cours du processus d'élevage pour augmenter artificiellement la production de lait de vache et de réduire la propagation des maladies infectieuses chez leurs vaches.

2.1.1. Traite (Cas de la traite mécanique)

Afin de maximiser la rentabilité des tâches reliées à l'opération de traite, on insiste sur l'organisation des travaux de la traite qui se composent en trois parties : avant, pendant et après la traite (*EL HIMDY ; 1997*).

❖ Avant la traite, il faut :

- Trier les vaches laitières, selon l'infection mammaire (il faut traire les vaches saines en premier, suivies des vaches atteintes de mammites, en commençant par celles ayant des mammites latentes et en terminant par celles atteintes de mammites cliniques et subcliniques) et le degré de stress (le stress des vaches au moment de la traite entrave la sécrétion du lait, c'est pourquoi on recommande de traire les vaches les plus sensibles en premier et laisser les moins sensibles vers la fin) ;
- Inspecter le matériel : vérifier le bon fonctionnement des différents organes de l'installation afin d'éviter toute possibilité de panne pendant le déroulement de la traite ;
- Préparer des conditions favorables au bon déroulement de la traite, sans occasionner des pertes en temps pour réaliser un travail de qualité et de façon efficace. Le trayeur doit avant tout se laver les mains et les avant-bras, puis revêtir une tenue propre spécifique pour la traite ;
- Faire un lavage.

❖ Déroulement de la traite

Préparation de la mamelle: consiste en un lavage, un essuyage (qui permettent de nettoyer la mamelle des germes pathogènes afin d'éviter l'atteinte en mammites et l'obtention d'un bon lait) et une stimulation de la vache (pour déclencher le réflexe d'éjection du lait hors des acinis permettant d'obtenir le maximum de lait), suivie par l'éjection des 4 premiers jets de chaque mamelon (pour éliminer le lait qui a séjourné longtemps dans le canal du trayon, ce lait est généralement plein de bactéries);

La pose des faisceaux trayeurs. Vu la courte durée de l'effet de l'ocytocine "6min environ", il est très important de procéder à la pose des gobelets trayeurs immédiatement après la préparation des vaches. Notant que la préparation doit être individuelle et non collective ;

La surveillance de la traite, afin d'intervenir en cas de besoin (chute du faisceau trayeur, glissement des manchons.) et d'éviter la sur traite qui a des implications très néfastes sur la Santé mammaire ;

L'égouttage des mamelons qui permet de recueillir les dernières fractions du lait, qui sont les plus riches en matière grasse et donc peut améliorer la qualité du lait ;

La dépose des gobelets-trayeurs qui doit être faite avec délicatesse, dès que l'écoulement du lait est insuffisant. Il faut couper l'arrivé du vide au niveau de la griffe au moyen de la valve, destinée à cet effet, placée sous ou près de la griffe.

Ceci permet de rétablir la pression atmosphérique à cet endroit et donc, éviter les entrées d'air brutales et enlever délicatement les manchons-trayeurs ;

La désinfection des trayons, qui permet d'améliorer et de réduire de 50% les risques d'infection mammaires pendant la lactation. Elle agit sur les bactéries dont le réservoir est la peau du trayon.

❖ Après la traite :

Après la traite, le trayeur doit nettoyer le matériel et le lieu de traite. Cette suite des tâches est importante puisqu'elle est en relation avec la qualité du lait.

Le nettoyage de la machine consiste à laver l'ensemble des éléments qui sont en contact direct avec le lait. Le lavage s'effectue en trois phases :

- Un rinçage en circuit ouvert avec de l'eau tiède (30 à 35°) ;
- Un lavage avec une solution détergente désinfectante chaude en circuit fermé ;
- Un rinçage à l'eau froide potable.

❖ **Désinfection de l'unité de traite (optionnelle) :**

Pour empêcher la transmission des infections entre vaches, il devient de plus en plus courant, de désinfecter l'unité de traite avant de la placer sur la vache suivante. L'unité peut être trempée dans un seau rempli d'eau claire pour rincer le lait qui y reste ; ensuite, les manchons sont submergés dans un seau contenant une solution désinfectante, pendant 2,5 minutes ; finalement, l'unité doit être séchée avant de l'attacher à la vache suivante. Si cette étape n'est pas faite correctement, elle peut propager les mammites, plus qu'elle ne les empêche. Certaines machines à traire, sont maintenant équipées avec un système de désinfection rapide des unités (*BACKFLUSHING*) (*WATTIAUX ; 1996*).

2.1.2. Protection sanitaire

Afin d'éviter l'apparition d'éventuels problèmes sanitaires, il est recommandé :

- De choisir à l'achat, des animaux en bon état de santé.
- De faire un test de tuberculination et vacciner les animaux contre les maladies légalement contagieuses.
- De procéder au déparasitage interne et externe des animaux sur la base des résultats d'analyses coproscopiques effectuées dans les laboratoires d'analyses et de recherches vétérinaires (*MADR*).

2.1.3. Entretien du matériel de traite

Le contrôle annuel de l'installation de traite par un agent agréé, ainsi que le changement annuel des manchons de traite, sont primordiaux (la durée de vie d'un manchon est de 3500 traites). Il convient aussi d'examiner l'état de l'ensemble de la tuyauterie de l'installation (tuyaux percés, déformés, etc.), ainsi que la collerette des manchons, qui doit être bien circulaire.

Selon les modèles de pulsateurs, et pour tous les types de régulateurs, il convient de nettoyer régulièrement les filtres (*LABBE ; 2003*).

2.1.4. Conservation du lait a la ferme

La réfrigération du lait à la ferme, constitue un grand progrès d'un point de vue hygiénique (le taux de contamination des laits collectés en bidons non réfrigérés dépassait souvent 10⁶ germes/ml alors qu'il est, maintenant, inférieur à 50 000 germes/ml).

Mais, la flore dominante n'est pas la même car le froid favorise le développement d'espèces psychrotrophes qui peuvent générer des enzymes protéolytiques et lipolytiques susceptibles d'altérer la qualité et la stabilité des laits (*VEISSEYRE ; 1979*).

Après la traite, le lait doit être conservé à une température inférieure à six (6°C) Le froid peut également entraîner des perturbations de nature physico-chimique ou biochimique avec des conséquences sur la qualité technologique des laits (stabilité thermique, aptitude à la transformation en fromage).

Les plus importants sont la solubilisation de la β -caséine, la solubilisation des sels minéraux, la tendance à la cristallisation de la matière grasse et l'altération de l'équilibre des bactéries dans le lait (*BENNETT ET AL, 2005*). C'est pourquoi il est recommandé, pour certaines fabrications, de ne pas prolonger la réfrigération au-delà de 48 heures.

De plus, cette évolution s'est traduite par un mélange de laits issus de plusieurs traites et provenant de plusieurs troupeaux, ce qui peut avoir un impact négatif pour les producteurs qui font des efforts de qualité (*Académie des Technologies, Académie d'Agriculture de France, 2004*).

Ainsi et afin d'obtenir un lait cru de bonne qualité microbiologique, deux paramètres sont à considérer le premier étant de réduire au minimum la contamination initiale ; l'autre est représenté par le refroidissement à basse température (< 4°C), rapide du lait afin de ralentir les développements des microorganismes. C'est ainsi que l'on a souvent tendance à surestimer les avantages que présentent l'utilisation du froid artificiel en oubliant que la qualité microbiologique du lait dépend avant tout des soins qui sont apportés au moment de sa récolte

: Le froid n'améliore pas la qualité microbiologique du lait, il ne fait que la conserver (*DIENG, 2001*).

2.1.5. Transport jusqu'à la laiterie

Le lait est recueilli à la ferme tous les 24 ou 48 heures au maximum. Les camions citernes qui sont utilisés ont un corps en acier inoxydable spécial et sont fortement isolés afin de garder le lait froid pendant le transport vers l'usine de traitement. Les chauffeurs de camion- citerne de lait sont accrédités niveleuses de lait, qualifiés pour évaluer le lait avant la collecte. Les chauffeurs de camion-citerne de qualité et, si nécessaire rejettent le lait basé sur la température, la vue et l'odorat. Un échantillon représentatif est prélevé à chaque ramassage agricole avant d'être pompé sur la citerne. Après la collecte, le lait est transporté à des sites d'usine et stockés dans des silos réfrigérés avant le traitement, le délai entre la traite et le premier traitement thermique est fixée à soixante - douze (72) heures au maximum.

Tableau 07 : Récapitulatif des règles pratiques d'hygiène de traite (*CHARRON, 1986*)

	Recommandé	Acceptable	A éviter
Lavage des mamelles	Lavette individuelle pour le lavage et l'essuyage	Douchette et essuyage Avec des serviettes individuelles de papier	Une même lavette pour plusieurs vaches Mamelles dégoulinantes à la pose des gobelets Suppression du Lavage
Elimination des premiers jets	Dans un récipient	Au sol en salle de traite	Sur les mains Au sol en étable entravée
Pose des gobelets	Immédiatement après le lavage Pas d'entrée d'air		Attente prolongée après le lavage Entrée d'air importante

Ordre de traite	Traite en dernier des vaches infectées (cas clinique, CMT ou taux cellulaires élevés)	Un ou deux faisceaux supplémentaires en salle de traite pour les vaches infectées	Absence totale de précaution
Fin de traite	Egouttage bref sans entrée d'air Dépose des gobelets par gravité après coupure du vide	Suppression complète de l'égouttage Utilisation de systèmes de décrochage automatique fonctionnant bien	Egouttage long, avec entrée d'air Dépose par arrachage avec Entrée d'air Longue sur-traite
Désinfection des trayons	Systématiquement après chaque traite après trempage	Utilisation de certains systèmes de pulvérisation	Pas de désinfection ou désinfection mal faite et intermittente
Autres	Traite en douceur Pas de modifications brutales de la routine		Coups, bruits, chocs élec. Modifications brutales de la routine

Pour obtenir un lait de bonne qualité bactériologique à la laiterie, il est nécessaire d'obéir à certaines règles d'hygiène : une réfrigération à basse température ($< 4^{\circ}\text{C}$) et en continu du lait, de la traite à l'usine ; une conservation la plus courte possible du lait cru et un nettoyage et une désinfection stricts de tout le matériel de récolte et de collecte. A la laiterie le lait doit être traité dès réception (*MAHIEU, 1985*).

2.2. La pasteurisation

2.2.1. Définition et objectifs

Plusieurs définitions ont été données à cet effet par divers auteurs qui s'accordent tous à mettre l'accent sur l'assainissement correct du lait par la chaleur tout en se souciant de préserver la haute valeur nutritive du lait. Pasteuriser le lait, c'est détruire en lui, par l'emploi convenable de la chaleur, la presque totalité de la flore banale, la totalité de la flore pathogène, tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à sa structure physique, à ses équilibres chimiques et à ses éléments biochimiques. (*O., MUSTAPHA et al.,*

2012). En autres termes d'assurer sa salubrité et de prolonger sa durée de vie. (*MEUNIER-GODDIK et SANDRA ;2002*).

2.2.2. Les procédés de la pasteurisation

La pasteurisation est un procédé consistant à chauffer du lait cru pendant quelques minutes ou secondes à une température la plus basse possible, entre 63 et 95° C, puis à le refroidir à 4°C de manière à détruire les germes nocifs qui pourraient être présents dans le lait, et réduire le nombre de microorganismes nullement dangereux pour la santé. (*O., MUSTAPHA et al., 2012*). Pour que le lait soit pasteurisé, il doit être soumis :

-Soit à une température de 63° C pendant une durée de 30 minutes à basse température cette pasteurisation est presque abandonnée

- Soit à une température de 85° C pendant une durée de 15-20 secondes (HTST/température moyenne) (HTST : high-température short-time)

- Soit encore instantanément à une température de 95° C HTSTI haute température. (*ARRETE ; 1993*). Ce type de pasteurisation haute température courte durée, est très répandu ces dernières années, où les deux préoccupations de sécurité alimentaire et le désir de prolonger la durée de conservation du lait liquide ont incité de nombreux transformateurs de produits laitier à augmenter la pasteurisation à des températures au-dessus des conditions minimales spécifiées par le décret A du lait pasteurisé (72 O C pour 15s). (*RANIERI et al., 2009*). C'est le principe des procédés HTST. Les barèmes De température de pasteurisation sont liés proportionnellement aux temps. Le couple température/ temps joue un rôle essentiel dans la pasteurisation chaque fois que la température de pasteurisation augmente le temps est réduit.

Tableau08 : les différents barèmes de pasteurisation. (*MEUNIER-GODDIK ET SANDRA., 2002*).

Température (°C)	Temps
63	30 minutes
72	15 seconds
89	1.0s
90	0.5s
94	0.1s
96	0.05s
100	0.01s

Exemple : une température de pasteurisation située entre 70 et 72 sans durée de chambrage est optimale. Dans l'industrie du lait, le chambrage est un processus dans laquelle le lait séjourne dans un tube calorifugé à une température voisine de celle de la pasteurisation pendant un temps limité, pour assurer une parfaite homogénéité thermique.

2.2.3. Paramètre de pasteurisation

La conception des lignes de traitement du lait pasteurisé du commerce varie beaucoup d'un pays à l'autre, et même d'une laiterie à l'autre, en fonction de

- ❖ La législation et la réglementation locale.
- ❖ La standardisation éventuelle de la matière grasse qui peut se faire avant, après ou pendant la pasteurisation.
- ❖ L'homogénéisation peut être totale ou partielle D'autre part, la rapidité de ce traitement (quelques secondes) permet de conserver intactes les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait. (*OULD MUSTAPHA et al., 2012*).
- ❖ Les appareils les plus souvent utilisés pour la pasteurisation du lait sont les échangeurs de chaleur à plaques. Ceux-ci sont construits selon une structure modulaire, autrement dit

toutes les sections nécessaires au processus de pasteurisation sont situées dans une même installation sous forme de modules. Les différentes sections sont ordonnées de telle façon qu'à la zone la plus chaude succède la zone la plus froide, ce qui a des avantages du point de vue énergétique. Avec cette technologie, la récupération de chaleur s'élève à environ 85 %.

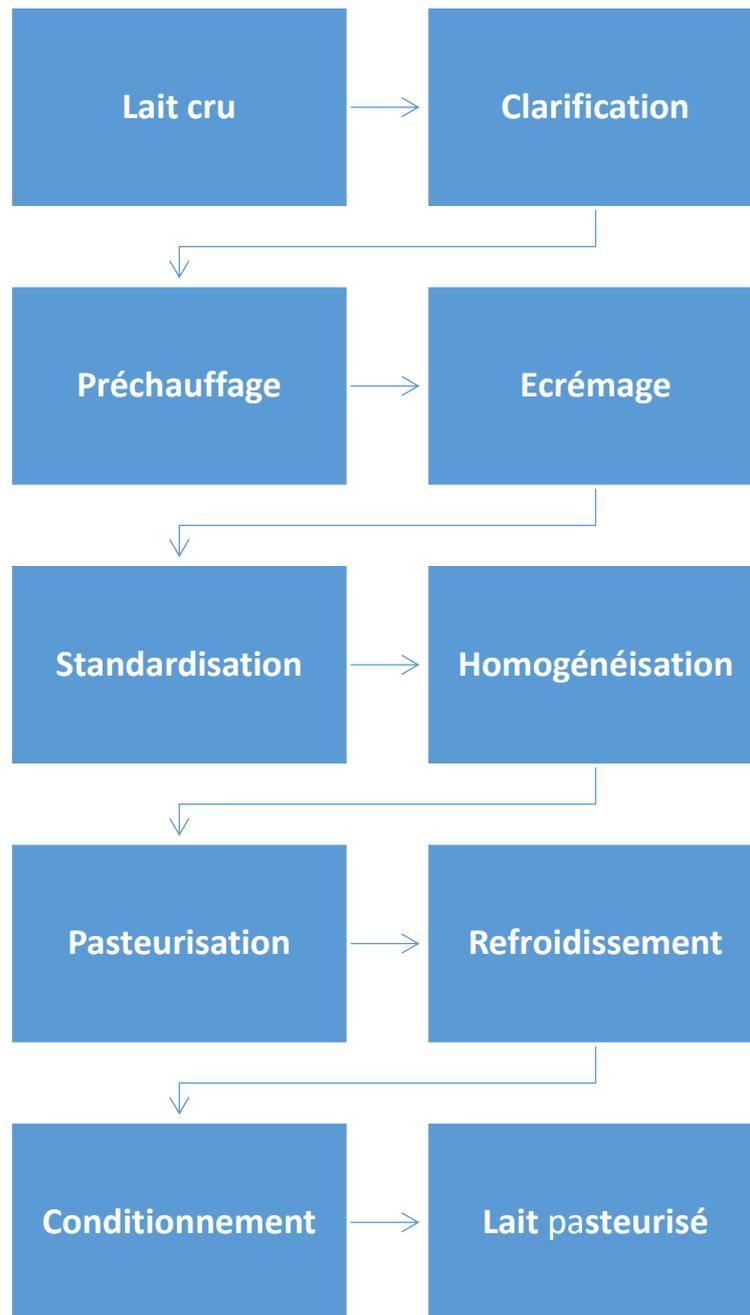


Figure 03 : Diagramme de production du lait pasteurisé.

2.2.4. Avantages et inconvénients de la pasteurisation

❖ Avantages

- Traitement thermique doux (70°C- 80°C) pendant 30 min.
- Destruction des bactéries pathogènes éventuellement présentes et la plus grande partie de tous les autres germes.
- Le goût et la valeur nutritive de l'aliment se rapprochent avant et après la pasteurisation (*Ivan, 2003*).

❖ Inconvénients

- Une série d'enzymes restent encore active ;
- L'aliment qui a subi la pasteurisation ne se conserve que d'une façon limitée et doit se conserver au frais au maximum une semaine avant ouverture et 3 jours après l'ouverture à moins de 7°C ;
- La perte protéique ;
- Une perte de la valeur nutritionnelle (*Ivan, 2003*).

2.2.5. Technologie de lait cru

Ci-après, déroulement usuel du processus de production du lait de consommation au moyen d'un échangeur de chaleur à plaques, (**fig4**) représente ligne de production du lait pasteurisé.

1. Stockée de lait dans une citerne de lait cru.
2. Pompage du lait à les appareilles.
3. Préchauffage dans l'échangeur de chaleur à plaques.
4. Centrifugeur/séparateur pour la clarification du lait et la séparation en lait écrémé et en crème.
5. Installation de standardisation pour l'ajustement de la teneur en matière grasse. Par le mélange de lait écrémé et de crème/lait entier, on parvient, dans les petits établissements, à ajuster la teneur en matière grasse dans une citerne de mélange.

6. Homogénéisateur pour réduire la taille des globules gras (100 – 150 bars).
7. Pasteurisation dans l'échangeur de chaleur à plaques à 72 – 76 °C.
8. Chambrage au moins 15 secondes.
9. Partie de l'échangeur de chaleur à plaques pour le refroidissement (réfrigérant = lait froid).
10. Partie de l'échangeur de chaleur à plaques (réfrigérant = eau du réseau).
11. Partie de l'échangeur de chaleur à plaques (réfrigérant = eau glacée).
12. Citerne d'entreposage pour le lait pasteurisé (Strahm et Eberhard.2010).

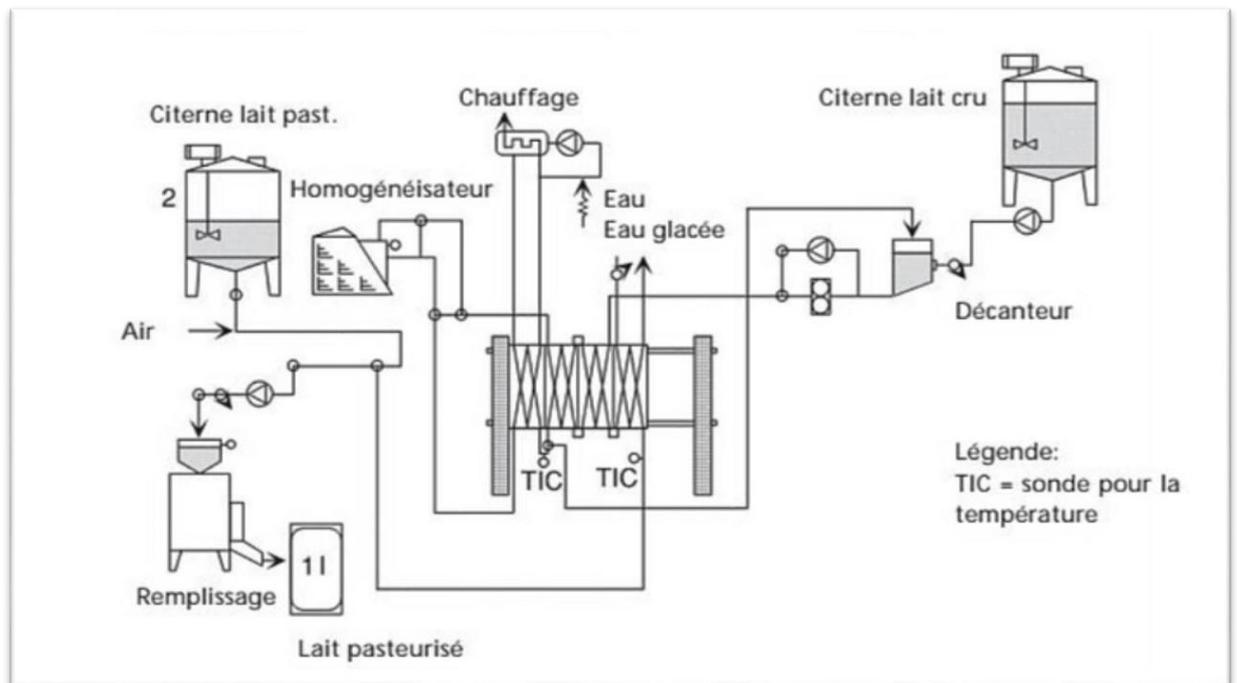


Figure 4 : Ligne de production du lait pasteurisé (Strahm et Eberhard., 2010).

2.2.6. Conservation du lait pasteurisé

La durée de conservation du lait pasteurisé dépend de la qualité du lait cru et du contrôle de la contamination post-pasteurisation (Ould mustapha, 2012). Le tableau 6 représente les différentes durées de conservation du lait en fonction des traitements thermiques appliqués.

Tableau 09 : La durée de conservation du lait en fonction des traitements thermiques.
(*Vandercammen, 2011*)

Type du lait	Types de traitements thermiques	Durée de conservation
Lait crus	Pas de traitement thermique ou de chauffages à plus de 40°C	Il se conserve 48h avant l'ouverture au réfrigérateur
Lait pasteurisé	Chauffé à une température inférieure à 100°C puis refroidi rapidement	Il se conserve 7 jours au réfrigérateur avant ouverture
Lait UHT (ultra haute température)	Chauffé à une température entre 130 et 150°C pendant 2 à 3 s.	1 à 4 mois à température ambiante
Lait stérilisé	Chauffé à une température entre 100 °C et 115°C pendant 20 minutes	1 mois à température ambiante
Lait en poudre	Déshydratation qui permet de réduire la teneur en eau à 3 %	2 ans à température ambiante

2.3. Autre traitement thermique

1-ultra pasteurisation (UP)

Permet aux transformateurs laitiers de produire des laits et des produits laitiers avec une durée de conservation prolongée similaire aux processus UHT, Elle emploie un traitement thermique plus élevée que la pasteurisation, mais inférieure aux processus UHT. Le lait doit être stocké de 4 à 8°C avant et pendant l'utilisation. (*SIMON et HANSEN., 2001*). Le lait ultra pasteurisé vendu en emballage aseptique est traité à des températures allant de 137 à 143 °C avec des temps de maintien de 2 à 3s. (*TOMASULA et al., 2004*). L'ultra pasteurisation est parmi les nouvelles techniques de fabrication introduites pour la production de lait ESL (extended shelf life) comme un lait à durée de vie étendue avec un goût du lait frais et dont la durée de conservation maximal est de 4 semaines dans la chaîne de distribution à froid. (*SCHMIDT et al., 2012*).

2-Procédé ultra haute température UHT

Le traitement UHT du lait et des produits laitiers c'est l'application continue de la chaleur qui se déroule à des températures élevées entre 135-150° C durant un bref moment qui rend le produit commercialement stérile, lorsqu'il est combiné à un conditionnement aseptique (*SIDDAPPA et al., 2012*). Les bactéries aussi bien que les spores sont détruites, et un certain nombre d'enzymes sont inactivés, ce qui fait que le lait emballé se conserve plus longtemps (3mois au minimum). Une fois l'emballage ouvert, le lait ne se conserve toutefois que quelques jours au réfrigérateur. (*VANDERCAMMEN, 2011*).

3- La stérilisation :

La dénomination « lait stérilisé » est réservée au lait préalablement conditionné dans un emballage hermétique, puis chauffé pendant 15 à 20 minutes à une température de 115-120°c afin de détruire tous les germes susceptibles de s'y développer. Le lait est ensuite rapidement refroidi. Il se conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert (*MERIGAU et al. 2009*).

2.4. Principales Activités des micro-organismes dans le lait

Les altérations du lait sont associées à la multiplication de levures, moisissures et bactéries. Les contaminations bactériennes sont les plus fréquentes et les plus importantes et leurs potentialités de développement les plus à craindre.

Ces processus de dégradation sont possibles, lorsque les conditions du milieu environnant sont favorables à la prolifération microbienne et à l'activité enzymatique. De graves défauts de goût et d'odeur peuvent apparaître (*Kim et al., 1982*).

Parmi ces activités :

2.4.1. Acidification

Un tel processus conduit à la coagulation de la caséine et à la prise en masse du lait. Selon la température du lait et les bactéries impliquées, le phénomène de coagulation sera plus ou moins rapide : de 10°C à 37°C, le germe le plus fréquemment impliqué est *Streptococcus lactis* avec plus rarement association avec des coliformes, entérocoques, microcoques et lactobacilles.

Au-dessus de 37°C, les germes en cause sont *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis* et *Lactobacillus bulgaricus*.

A des températures inférieures à 10°C, le processus est plus lent, la prise en masse nécessite un délai relativement important. Le caillot peut être dégradé dans une seconde étape par les espèces psychrotrophes protéolytiques : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, microcoques (*Guiraud et Galzy, 1980 ; Leyral et Vierling, 2007*).

2.4.2. Protéolyse

Au cours de leurs activités métaboliques, certains microorganismes, grâce à l'action de leurs protéases, dégradent des fractions protéiques du lait. Ce phénomène produit la libération de sous-produits très variés, dont des peptides à longue ou courte chaîne à l'origine des goûts amers. Les germes incriminés sont *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* (*Vignola, 2002 ; Guiraud, 2003*).

2.4.3. Lipolyse

La lipolyse est une réaction enzymatique de dégradation de la matière grasse qui se traduit dans le lait par une augmentation de la teneur en acides gras libres. Au-delà de certains seuils, cette augmentation peut provoquer l'apparition de défauts de goûts (rance) dans les produits laitiers (*Heuchel et al., 2003*).

Dans un lait cru réfrigéré, la flore dominante est représentée par les psychrotrophes. 70% ou plus de cette population possèdent une activité lipolytique. Cependant, elle n'est perceptible au goût qu'à partir des teneurs de 10^6 à 10^7 germes/ml, c'est-à-dire pour des laits crus considérés comme Très pollués (*Richard, 1983 ; Chilliard et Lamberet, 1984*).

CHAPITRE III

MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1. Présentation de l'unité Toumlait

La laiterie « TOUMLAIT » est une entreprise Algérienne créée en 2015 par monsieur : TOUMACHE Ahmed, Son siège se trouve à Groupement de propriété N°156, Commune de Bouskane Daïra de Beni Slimane wilaya de médéa (Nord d'Algérie à 100 KM au sud de la capitale d'Alger et à 70 KM Est de la Capitale de la wilaya de Médéa)

Activité : Agroalimentaire

Produit : Lait et produit Laitier

Employer directe : 50

Employer indirecte : 40

Surface totale de 5600 M²

Adresse Email : toumlait3@gmail.com

Siège sociale : GROUPEMENT DE PROPRIETE N : 156 BOUSKENE DAIRA DE BENI SLIMANE WILAYA DE MDEA

La laiterie TOUMLAIT Produit et commercialise les Produits Suivantes :

- ✓ Lait pasteurisé conditionné (LPC). (Sac 1 Litre)
- ✓ Lait de vache entier, (Sac 1 Litre).
- ✓ Lait de vache Demi-écrémé, (Sac 1 Litre).
- ✓ Lait de vache écrémé, (Sac 1 Litre).
- ✓ Lait pasteurisé écrémé, (Sac 1 Litre).
- ✓ Beurre.
- ✓ Crème fraiche en pot.
- ✓ L'ben, (Sac 1 Litre) / L'ben pot / Bouteille.
- ✓ Rabi, (Sac 1 Litre) / L'ben pot / Bouteille.
- ✓ Chéret (Sac 1 Litre) / Chéret Bouteille.
- ✓ Yahourt Pot / Yahourt Bouteille.

Surface totale de 5600 M² y compris les garages de stockage aménagés, les laboratoires

d'analyses et les services d'administration.

3.2. Objectifs de l'étude

Le lait reconstitué doit répondre à des critères de qualité stricts et contrôlés en permanence. Dans les pays développés, le lait est payé à la qualité (qualité physicochimique, qualité microbiologique et qualité hygiénique). Dans cette étude nous avons traité les points suivants :

3.2.1. Qualité physico-chimique

Dont le but de décrire la qualité physico-chimique de certains laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés nous allons procéder aux déterminations suivantes :

- Détermination de température
- Détermination de la densité (par lactodensimètre),
- Détermination de l'acidité titrable (par titration),
- Détermination de pH.
- Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrie),
- Mesure de la teneur en extrait sec total (par dessiccation),
- Mesure de la teneur en extrait sec dégraissé.

3.2.2. Qualités microbiologiques

Elles visent à rechercher et à dénombrer les germes néfastes suivants, susceptibles de contaminer les laits de consommation étudiés : Dénombrement de la flore totale Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*.

3.3. Analyses réalisées

Durant ce travail, nous avons effectué des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait de vache au niveau du laboratoire de cette unité (Toumlait). Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques étudiés sont résumés dans la figure suivante :

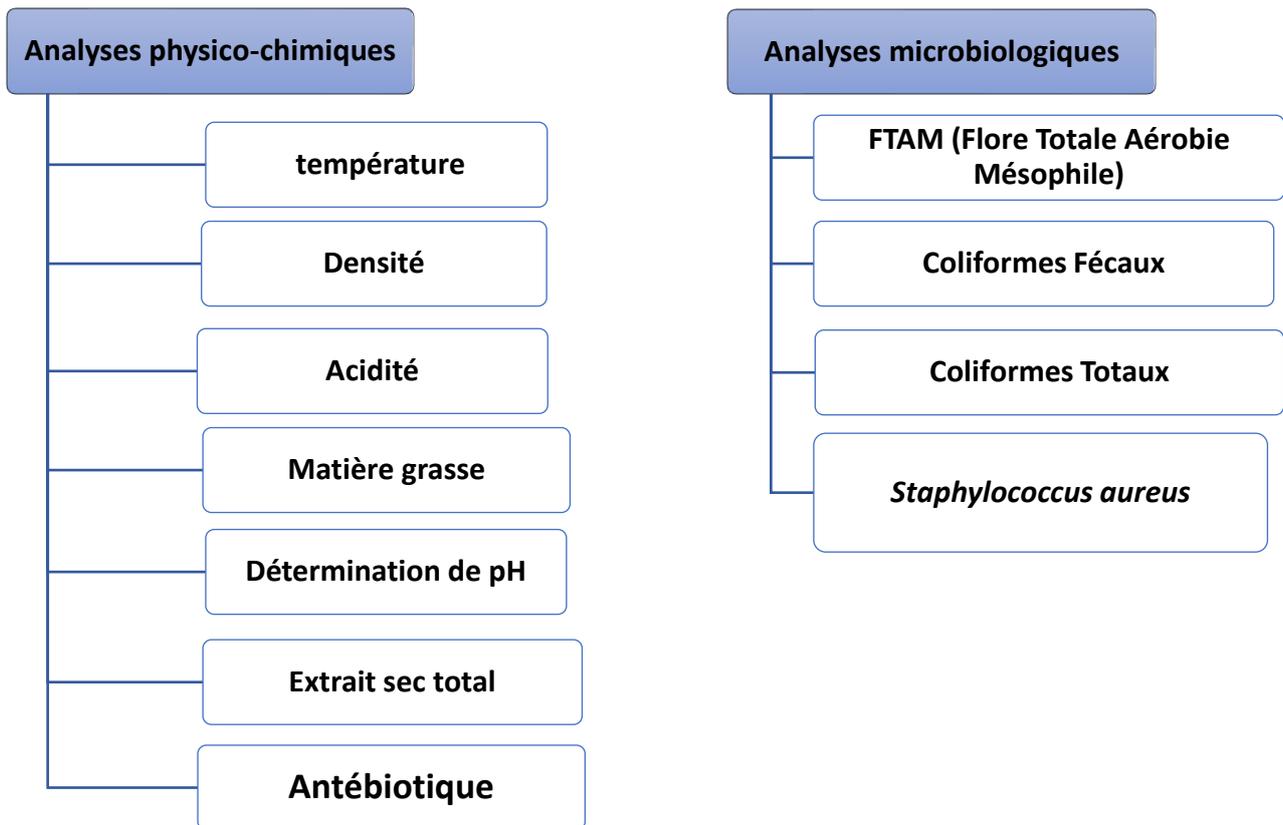


Figure 05 : schéma représentatif des différentes analyses réalisées sur le lait de vache

3.3.1. Les analyses physico-chimiques de Lait cru

Le contrôle physico-chimique d'un produit alimentaire a pour but d'assurer sa fiabilité et sa consistance afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques. Les méthodes d'analyse physicochimique sont dans certains cas communs, aussi bien pour les matières premières que pour le produit fini. L'étude physico-chimique des différents produits a été réalisée en suivant les méthodes d'AFNOR (1986). L'ensemble des analyses sont résumés dans le tableau suivant :

3.3.1.1. Prélèvement des échantillons

Les prélèvements des échantillons de lait cru ont été effectués dans une ferme sise dans la région de bouskane relevant de la Wilaya de Médéa. 30 échantillons de 500 ml ont été prélevés en respectant les règles des bonnes pratiques d'échantillonnage, d'hygiène et de transport.

La collecte du lait cru a été réalisée selon les règles d'hygiène et d'asepsie recommandées en microbiologie. Le prélèvement pour les analyses a été effectué à partir du robinet des tanks réfrigérés, dans des flacons de 500 ml stériles bouchés. Ces derniers sont rapidement transportés au laboratoire dans des glacières réfrigérées, puis conservés à 4°C jusqu'au moment de l'analyse.

3.3.1.2. Détermination de la température

La mesure de la température du lait cru est effectuée au moment du prélèvement au moyen d'un thermomètre à usage alimentaire. Ce dernier a été plongé pendant quelques minutes dans le flacon contenant le lait, la lecture de la température s'effectue directement sur la graduation du thermomètre.

3.3.1.3. Détermination de la densité.

➤ Principe

La densité d'un liquide est le rapport entre la masse volumique de ce liquide et celle d'un même volume d'eau à 20°C. Elle est réalisée au moyen d'un thermo-laco- densimètre.

➤ Mode Opérateur

- ✓ Verser l'échantillon du lait dans une éprouvette cylindrique sans bec avec précaution pour éviter la formation de mousse jusqu'à un niveau permettant d'assurer le débordement ultérieur du liquide.

- ✓ Plonger doucement le lactodensimètre, l'échantillon devant déborder franchement.
- ✓ Effectuer la lecture de graduation à la partie supérieure du ménisque.
- ✓ Une fois la lecture de la masse volumique est faite, relever le lactodensimètre pour lire la température rapidement.

➤ **Expression des résultats**

Sur le lactodensimètre, on lit à la surface d'un côté la température et à la surface de l'autre côté la densité, les résultats sont exprimés comme suit :

- ✓ Si la température est à 20°C, la densité est en effet réelle.
- ✓ Si la température est inférieure à 20°C, on diminue 0.2 de la densité lisible pour chaque degré Celsius (1°C).
- ✓ Si la température est supérieure à 20°C, on ajoute 0.2 à la densité lisible pour chaque degré Celsius (1°C).

La densité est donnée par la formule suivante :

$$D = D'' \pm 0,2(T-20^{\circ}\text{C})$$

D : densité corrigée. **D »** : densité brute. **T** : température.

3.3.1.4. Détermination de l'acidité titrable

Elle nous renseigne sur l'acidité du lait cru, elle peut être titrée avec de la soude (NAOH) et l'utilisation d'un indicateur coloré (phénolphtaléine).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prélever avec une pipette 10ml du lait cru ;
- ✓ Mettre le lait prélevé dans un bécher ;
- ✓ Ajouter quelque goutte de l'indicateur phénolphtaléine au lait ;
- ✓ Titrer avec le NAOH jusqu'au virage de couleur (avoir une couleur rose clair) ;
- ✓ Lire le volume de NAOH et ce sera l'équivalent de la valeur de ce volume ;

➤ **Expression des résultats**

$$AT = V \cdot 10$$

L'acidité Dornic (D°) ou titrable est le nombre de grammes d'acide lactique présent dans un échantillon de lait ou de lactosérum.

Elle est donnée par la multiplication du volume de NaOH lu sur la burette multipliée par 10. L'acidité est déterminée par la formule suivante :

AT : acidité titrable. **V** : le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium versé.

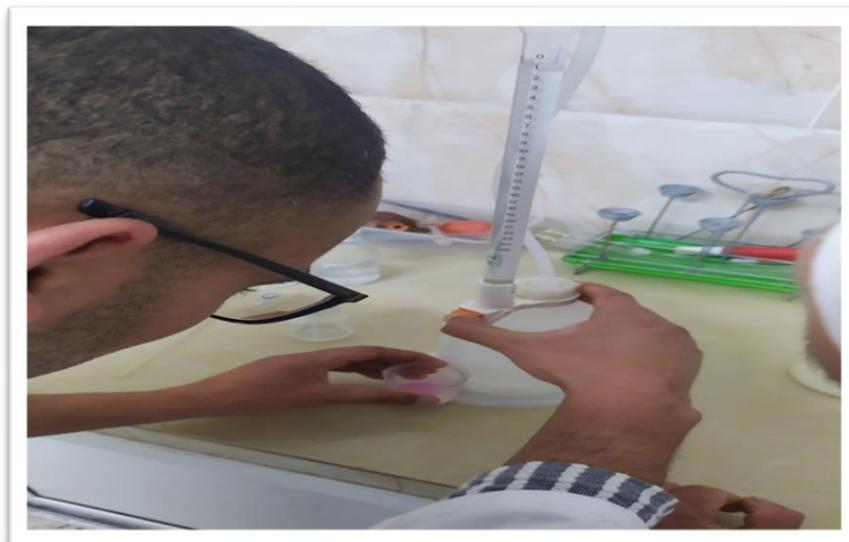


Figure 06 : Mesure de l'acidité titrable du lait de vache (photo personnelle, 2022).

3.3.1.5. Détermination de la matière grasse

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, la séparation de la matière grasse du lait est réalisée par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

La teneur en matière grasse est obtenue par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

➤ Mode opératoire

- introduire dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique H_2SO_4 , de densité 1,82.
- ajouter sans agitation 1 ml du lait à analyser ;
- addition de 1ml d'alcool amylique ;
- agiter par retournement jusqu'à dissolution des protéines ;
- Centrifuger pendant 10 minutes à une vitesse de 600tr/mn ;

➤ Expression des résultats

Tenir le butyromètre bien vertical, puis examiner le plan inférieur de

la colonne, puis on effectue la lecture.

La teneur en matière grasse du lait est exprimée en gramme par litre (g/l) de lait et elle est donnée par la formule suivante ;

M' : la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne. $(M' - M) \cdot 10$

M : la valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne.



Figure07 : Mesure de la MG du lait de vache (photo personnelle, 2022).

3.3.1.6. Détermination de pH

La mesure du pH nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. Le pH d'un lait normal frais est neutre à 20°C, cependant, s'il y a prolifération des bactéries lactiques, donc une partie du lactose sera fermenté en acide lactique ce qui entraîne une baisse du pH. Elle se base sur une mesure électrométrique (acidité ionique), Le pH est donné par une lecture directe sur le pH mètre après immersion de l'électrode dans le lait (AFNOR, 1986).

➤ Mode opératoire

- Remplir un bûcher de lait cru ;
- Étalonner le pH-mètre à l'aide des deux solutions tampons (pH=7, et pH=4) ;
- Rincer à l'eau distillée et sécher puis plonger l'électrode dans le bûcher ;
- Remuer avec soin et légèrement la sonde et attendre que la lecture se stabilise ;
- La valeur du pH et de température s'affiche sur l'écran du pH mètre.

3.3.1.7. Détermination de l'extrait sec total

La matière sèche est définie en étant la masse restant après la dessiccation complète spécifiée dans la présente Norme internationale.

Le principe de la méthode consiste en une évaporation de l'eau d'une prise d'essai Jusqu'à une masse constante par le dessiccateur à balance de type (SARTORIUS MA 30). On place une coupelle en aluminium sur la balance qui se trouve à l'intérieur de la chambre chaude du dessiccateur. On dépose l'échantillons à analyser à la surface de la coupelle, puis on démarre l'analyse en appuyant sur la touche START de l'appareil, Cet appareil s'arrêtera automatiquement à la fin de l'analyse.

3.3.1.8. Test d'antibiotique

La recherche d'antibiotiques se fait par un appareil « beta star 25 » avec l'utilisation des bandelettes de 8 à 9 cm. Ce test permet de détecter la présence ou l'absence d'antibiotiques dans le lait cru (**figure 08**).

➤ Mode opératoire

- Allumer l'appareil jusqu'au signal rouge.
- Placer les tubes epindorfs dans l'appareil.
- Ajouter 100µl du lait cru prélevé avec la micropipette à l'intérieur de ces tubes.
- Incuber pendant 3 min.
- Introduire les bandelettes de migration comme indicateur dans les tubes epindorfs.
- Laisser ces bandelettes pendant 5 à 10min.

➤ Expression des résultats

- Le test est positif s'il y a l'Apparition d'une seule traite
- Le test est négatif s'il y a l'Apparition de deux traits



Figure 08 : Appareil Beta Star 25 (photo personnelle, 2022).

3.3.2. Analyse microbiologique du lait

Les analyses sont effectuées, selon les techniques décrites par le journal officiel de la république Algérienne (normes Algériennes du ministère de commerce).

Le but de ces analyses est la détection et le dénombrement des microorganismes d'altération (flores mésophiles, coliformes, levures, moisissures) et les microorganismes pathogènes (Staphylocoques, Salmonelles, Streptocoques, Clostridium sulfito-réducteurs), rencontrés dans l'industrie laitière.

Les analyses effectuées ont porté sur les flores microbiennes suivantes :

- La flore aérobie mésophile totale.
- Les coliformes fécaux et totaux.
- Les microorganismes pathogènes : *Staphylococcus aureus*

3.3.2.1. Méthode de dénombrement des microorganismes

✓ Homogénéisation

Elle est facilement réalisable par agitation manuelle.

✓ Préparation des dilutions

-Une série de dilutions est réalisée à partir de l'échantillon à l'aide d'une pipette pasteur stérile, 1 ml de l'échantillon à analyser est prélevé, ensuite l'introduire dans un tube contenant 9 ml de diluant ; l'eau physiologique (dilution 10^{-1}).

-Répéter ces étapes jusqu'à la dilution 10^{-7} .

✓ Le dénombrement des colonies

On retient les boîtes contenant de 15 à 300 colonies. Le dénombrement des colonies est réalisé selon la formule suivante : $N = \frac{\sum c}{(n_1 + 0.1n_2) d}$

$\sum c$: somme des colonies de toutes les boîtes.

d : le facteur de dilution à partir duquel les premiers

comptages ont été obtenus. n_1 : nombre de boîtes

positives de la première dilution.

n_2 : nombre de boîtes positives de la deuxième dilution.

3.3.2.2. Dénombrement de la flore totale**➤ Principe**

La technique est celle de numération en milieu solide en boîte de Pétri avec l'ensemencement en masse sur le milieu PCA (Plate Count Agar) (Guiraud, 1998) (Figure 05).

➤ Mode opératoire

- Préparer les boîtes de pétries stériles.
- Ensemencer les boîtes par 1 ml de chaque dilution (10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6}).
- Ajouter la gélose PCA maintenue en surfusion à (45°C).
- Le mélange est homogénéisé par des mouvements circulaires.
- Après solidification, les boîtes sont retournées puis incubées à 30°C pendant 72 h, l'opération est réalisée en double.

➤ Lecture des résultats

La flore totale apparaît sous forme de colonies blanchâtres de tailles et de formes différentes.

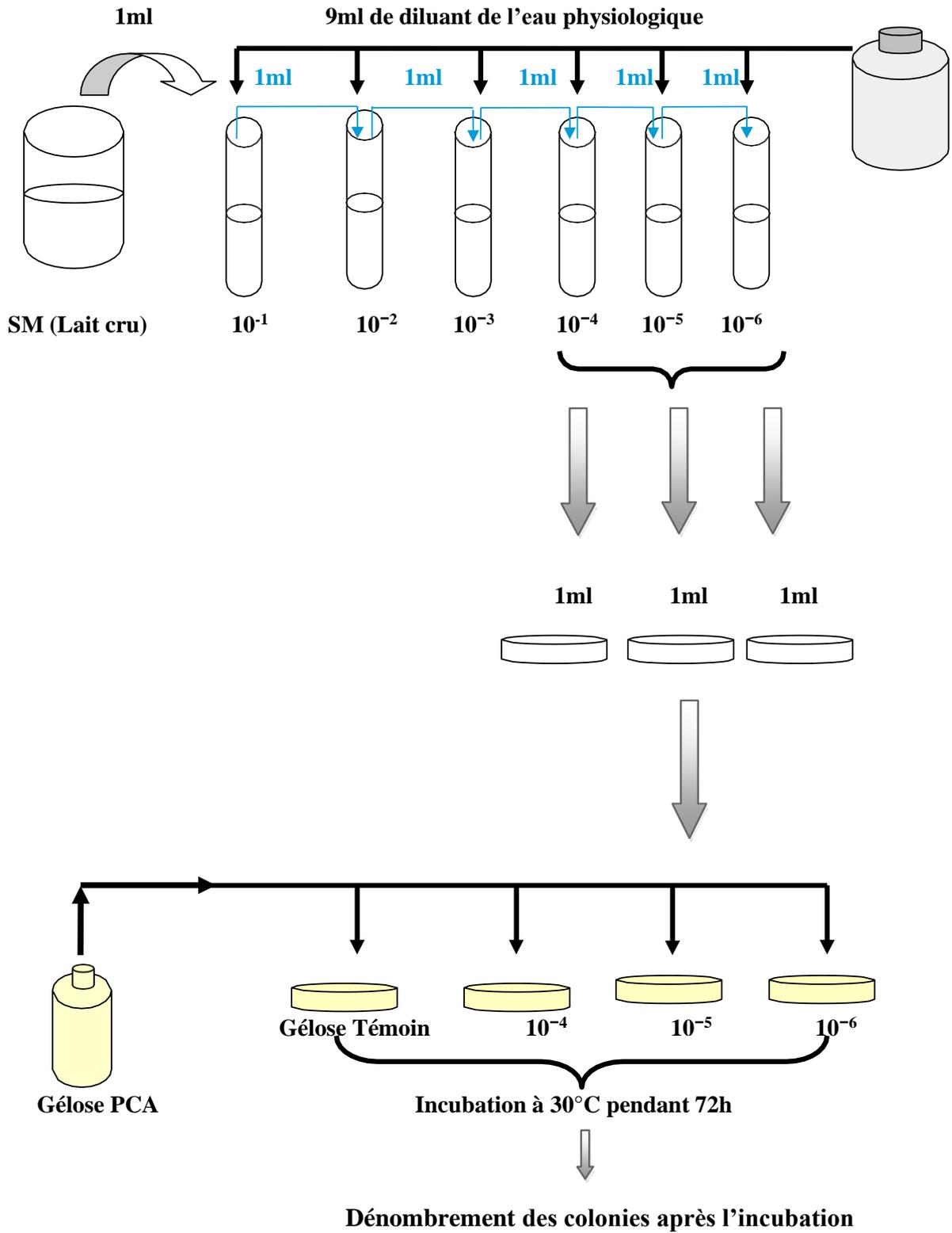


Figure 09 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile

3.3.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

➤ Principe

Le dénombrement des coliformes peut se faire soit sur milieu solide tel que le V.R.B.G (violet cristal rouge neutre bile glucosée) ; soit sur milieu liquide le bouillon lactosé au vert brillant et à labile (BLBVB).

On a utilisé le milieu VRBG avec un ensemencement en masse de 1 ml de chaque dilution, les boîtes sont incubées pendant 24 h, à 30°C pour les coliformes « totaux » et à 44°C pour les coliformes « fécaux » (**Figure 10**).

➤ Mode opératoire

- Préparer les boîtes de pétri stériles ;
- Introduire dans les boîtes 1ml de chaque dilution 10^{-4} pour les coliformes fécaux et 10^{-5} pour les coliformes totaux ;
- Ajouter la gélose VRBG ;
- Homogénéiser avec des mouvements circulaires ;
- Après la solidification, recouvrir la surface avec une 2^{ème} couche mince du même milieu et laisser gélifier à température ambiante ;
- L'incubation a lieu pendant 24 heures, à 30°C pour les coliformes « totaux » et à 44°C pour les coliformes « fécaux ».

➤ Expression des résultats

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de forme lenticulaires, violet avec un anneau rosâtre.

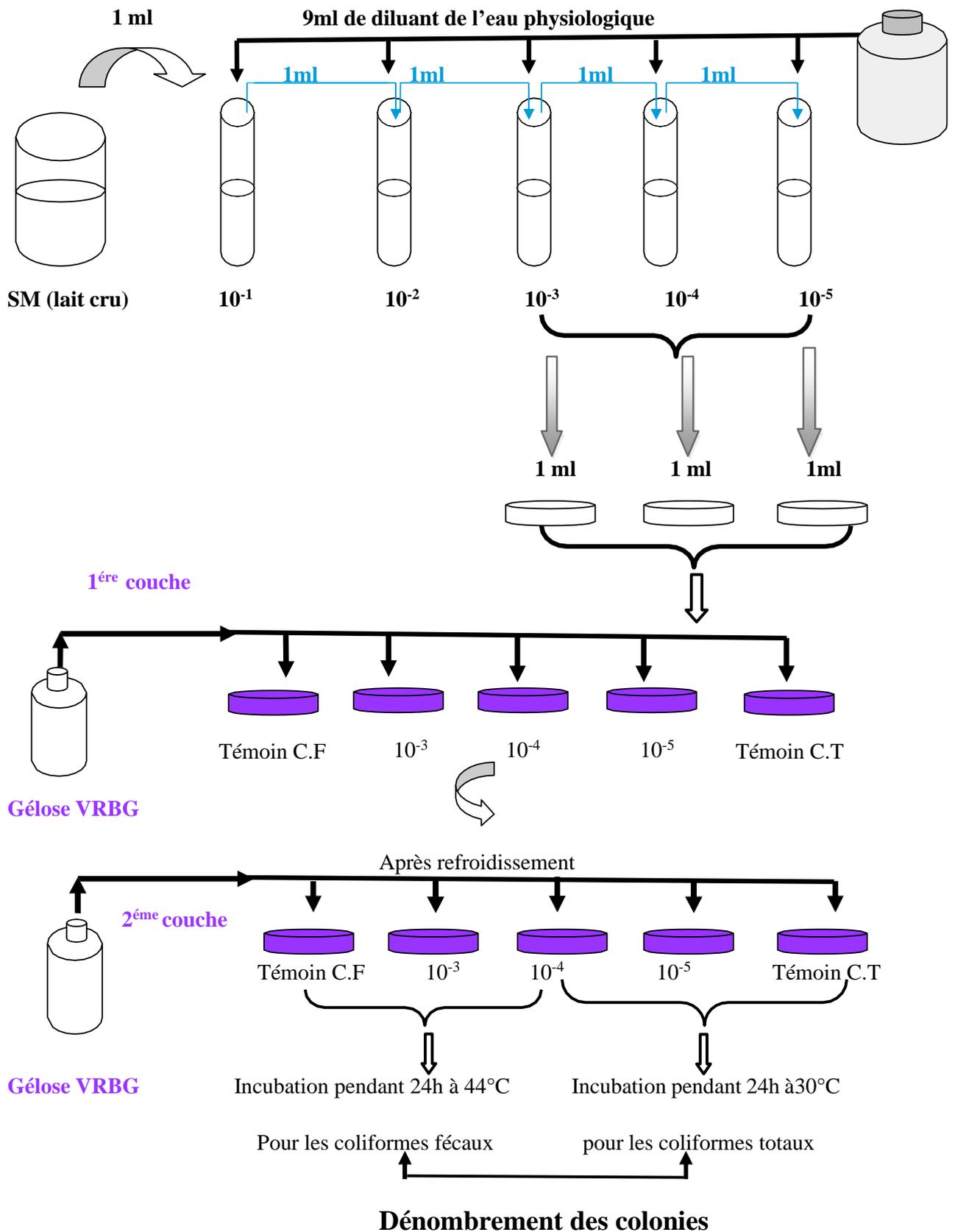


Figure 10 : Dénombrement des coliformes.

3.3.2.4. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

➤ Principe

On peut utiliser soit le milieu Baird Parker solide ou bien le milieu Chapman mannite contient une forte teneur en NaCl (7,5%) et inhibe la croissance de nombreuses bactéries autres que les *Micrococcus* et *Staphylococcus*.

On a utilisé le milieu Chapman, avec ensemencement en stries de 1ml de lait prélevé de la solution mère et l'incubation à 30°C pendant 24h (**Figure 11**).

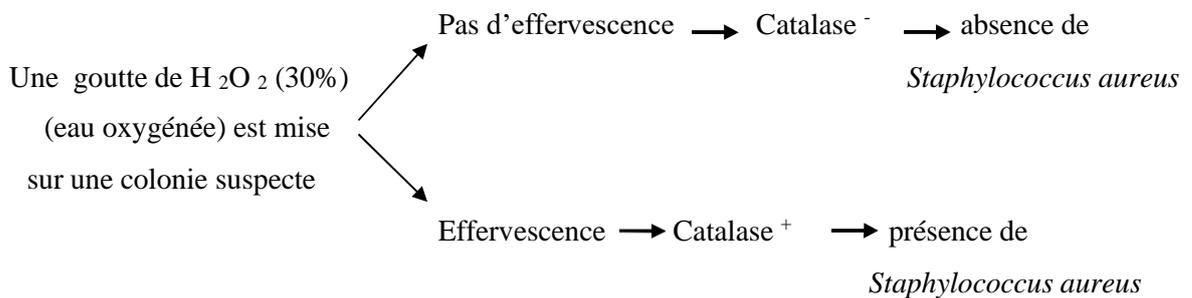
➤ Mode opératoire

- Préparer une boîte de pétrie stérile.
- Ajouter la gélose Chapman mannite.
- Après la solidification, prélever une goutte du lait cru avec l'anse de platine.
- Ensemencer la goutte par des stries croisées et incuber à 30°C pendant 24 h.
- La présence de *Staphylococcus aureus* est confirmée par le test de la catalase.

➤ Expression des résultats

Les *staphylococcus* apparaissent sous forme de colonies bombés jaunes dorées et entourées d'un halo jaune résultant de la réduction de mannitol.

Test de la catalase



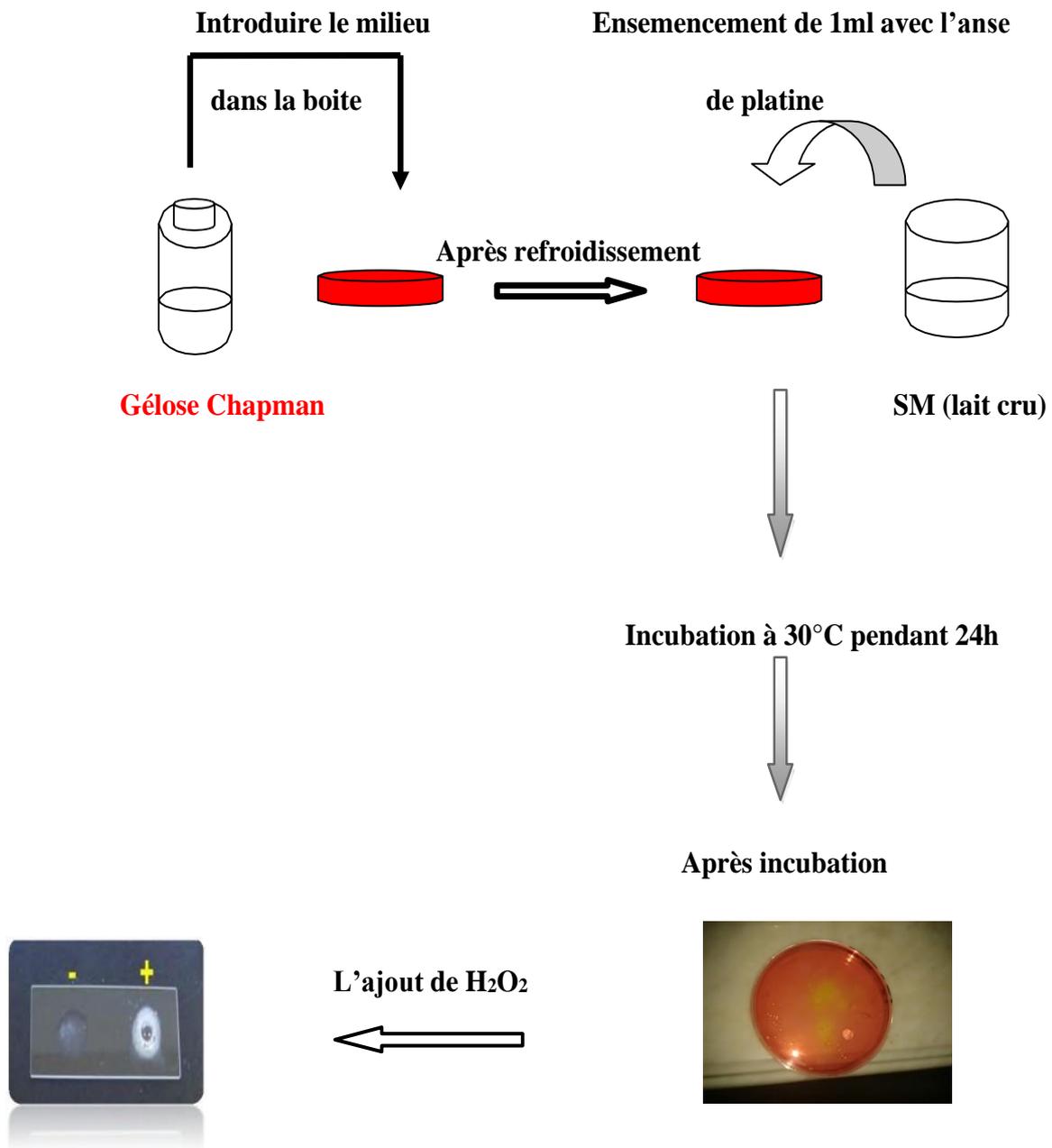


Figure 11 : Recherche et identification des *staphylococcus aureus*

CHAPITRE IV
Résultats et
Discussion

4. Résultats et discussion.

4.1. Les résultats physico-chimiques de lait

Les résultats physico-chimiques de lait cru.

Tableau 10 : Analyses physico-chimique de lait cru avant pasteurisation.

Paramètres	Unité	Norme AFNOR	Résultats (moyenne)
PH		6.50-6.80	6.67
Acidité titrable	Degrés Dornic	15-18	15.9
Densité		1028-1033	1030
MG	g/l	28-40	32
EST	g/l	115-130	115
Antibiotiques	- +	Négative	-

Tableau 11 : Analyses physico-chimique de lait cru après pasteurisation.

Paramètres	Unité	Norme AFNOR	Résultats (moyenne)
PH		6.50-6.80	6.69
Acidité titrable	Degrés Dornic	15-18	16.5
Densité		1028-1033	1029
MG	g/l	28-40	32
EST	g/l	115-130	115.2

Les courbes ont été obtenues. Il permet la comparaison entre deux moyennes.

PH : le graphe ci-dessous représente la moyenne de pH du lait cru avant et après pasteurisation.

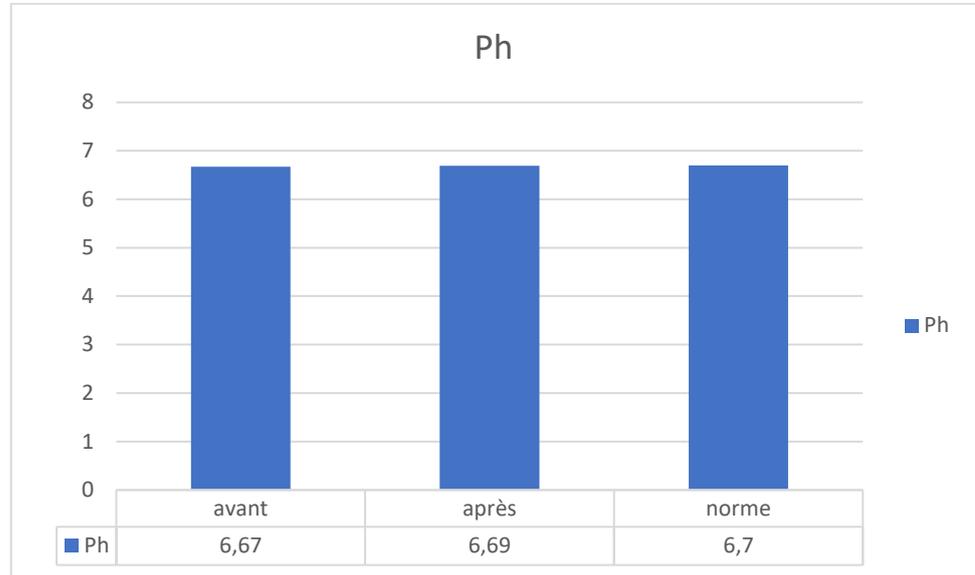


Figure 12. : Variation de pH avant et après pasteurisation

Acidité : le graphe (**fig13**) ci-dessous représente la moyenne d'acidité du lait cru avant et après pasteurisation.

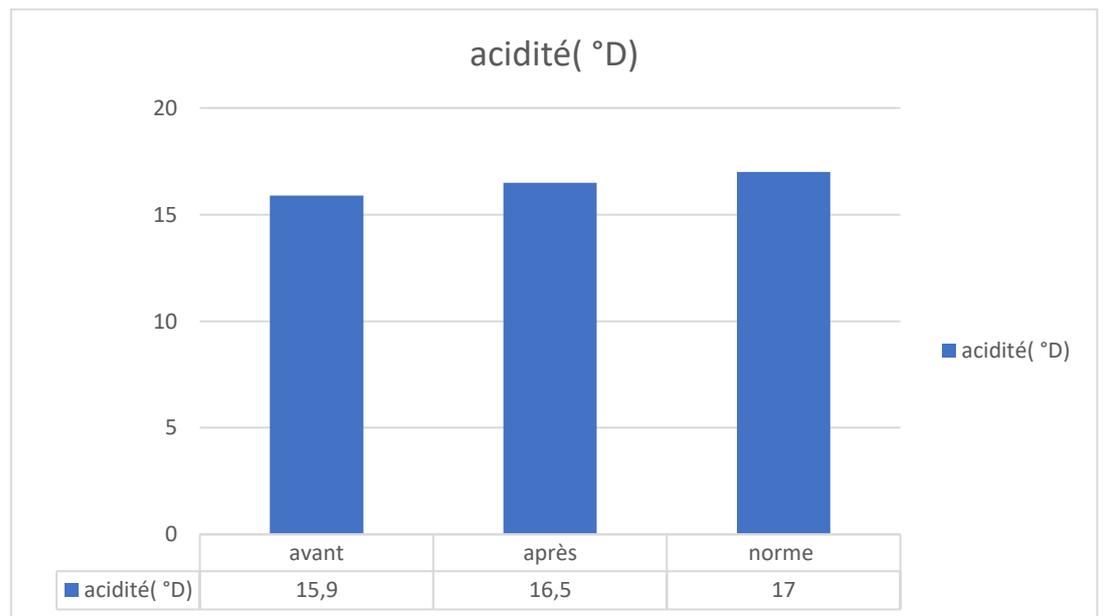


Figure 13 : Variation d'acidité avant et après pasteurisation

Densité : le graphe ci-dessous représente la moyenne de densité du lait cru avant et après pasteurisation

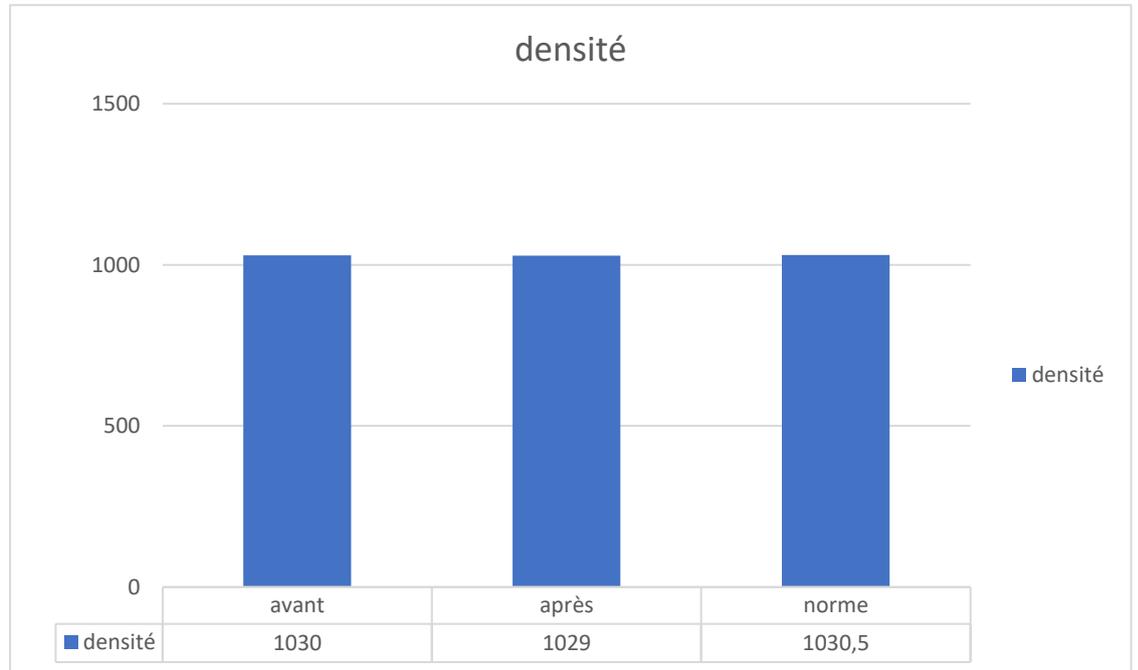


Figure 14 : Variation de densité avant et après pasteurisation

Matière grasse : le graphe (fig15) ci-dessous représente la moyenne de matière grasse du lait cru avant et après pasteurisation.

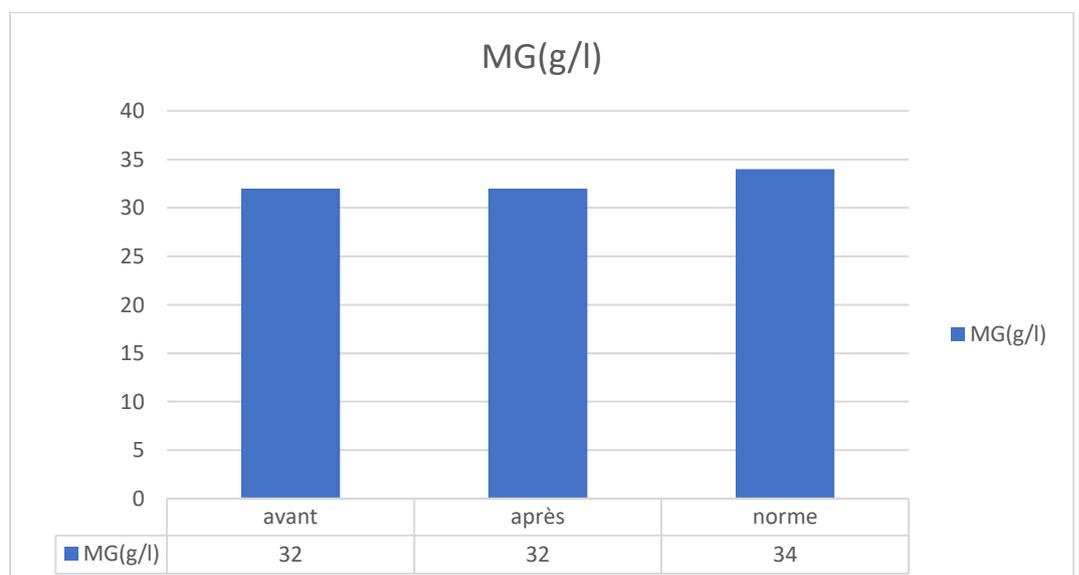
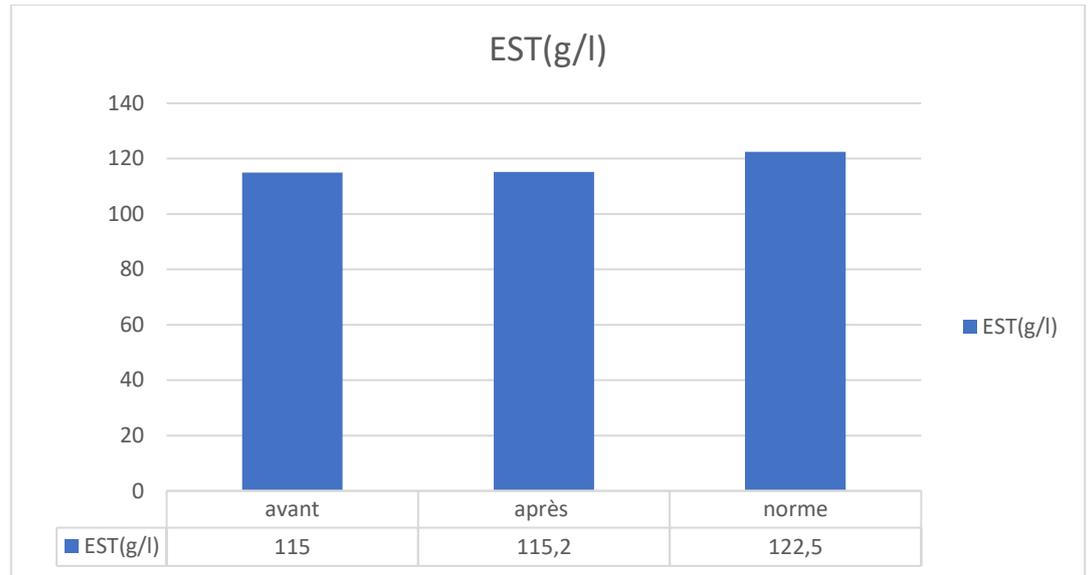


Figure 15 : Variation de MG avant et après pasteurisation.

L'extrait sec total : le graphe (**fig. 16**) ci-dessous représente la moyenne de l'extraitsec total du lait avant et après pasteurisation.

**Figure 16** : Variation d'EST avant et après pasteurisation

Discussion

D'après les résultats de tableau N° et les graphes on montre que : Les paramètres physico- chimique du lait selon les valeurs sont des moyennes et SD, N=30 les comparaisons sont faites par le test de la loi normal sont :

Comparaison de lait avant et après pasteurisation avec les normes d'AFNORE :

❖ PH

Notez que le pH avant pasteurisation égale 6.67 et après pasteurisation 6.69 est proche sans une différence significative que ces valeurs à celle rapportée par (AFNOR) soit 6,6- 6,8, donc nos résultats sont conformes. Les variabilités de ph sont liées au climat, aux disponibilités alimentaires et l'état des vaches. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions.

D'après, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale e son activité métabolique.

❖ Acidité

Les résultats ont montré une acidité comprise 15.9°D avant et 16.5°D après pasteurisation. Donc Les valeurs est proches sans une différence significative.

D'après (AFNOR, 1986), un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D et la (FAO, 2010) rapporte que l'acidité du lait est en moyennes 16 (15-17), donc les résultats conformes avec les normes. L'acidité est un facteur important qui nous renseignons sur l'état de fraîcheur du lait cru, elle est liée aux conditions de la traite et la collecte. En technologie laitière, on s'intéresse particulièrement aux changements de l'acidité au cours des traitements. En effet, ces changements peuvent influencer la stabilité des

constituants du lait.

Cela explique que le lait était manipulé dans de bonnes conditions de pasteurisations, où aucune dégradation enzymatique et/ ou dégradation du lactose en acide lactique n'a été réagi.

Acidité et pH, ces deux paramètres clés pour détecter la fraîcheur du lait étudié.

❖ Densité

D'après le tableau et le graphe la teneur de la densité entre 1030 avant et 1029 après pasteurisation, ces valeurs sont inférieures à la norme exigée ou significative déférents donc les résultats est conforme.

Densité de lait est un paramètre clé pour évaluer la qualité d'un lait. Un lait riche en matière grasse a une densité faible et inversement.

❖ Matière grasse

La teneur en matière grasse du lait s'égalé 32 g/l lui-même avant et après pasteurisation, les valeurs sont constantes sans une déférence significative. On remarque que ces résultats sont dans la fourchette admise dans la norme de (AFNOR, 1986) (28 à 40 g/l).

La matière grasse est un paramètre clés pour évaluer l'apport énergétique du lait (elle représente à elle seul la moitié de l'apport énergétique du lait).

❖ Extrait sec totale

Les valeurs correspondent aux E.S.T, est 115 avant et 115.2 g/l après pasteurisation, donc les valeurs sans une déférence significative. Le résultat est conforme avec les normes d'AFNORE. D'autre coté en peut dire que la teneur en extrait sec total du lait se diffère selon l'espèce et la race, et La cause principale pour cette différence est essentiellement due à la teneur en matière grasses. Le numéro de lactation n'a pas d'effet significatif sur la matière sèche au cours de lactation, dans ce sens l'augmentation ou la diminution de l'extrait sec total est en relation directe avec la variation du taux protéique et du taux butyreux. Equilibre dans l'alimentation de vache puis les éléments qui composant le lait proviennent de l'alimentation.

- La comparaison entre les deux résultats avant et après pasteurisation, pH, Acidité, densité, EST ont permis déduire que pas de changement

significative avec la matière grasse est constante. La pasteurisation n'a pas un effet sur la qualité physico-chimique du lait.

❖ Antibiotique

Les résultats obtenus pour tous les échantillons, indiquent l'absence d'antibiotiques dans le lait. Ces résultats sont conformes aux normes recommandées par le **J.O.R.A., (1998)**.

Les vaches n'ont pas subi un traitement en utilisant des antibiotiques, et l'alimentation ne contient pas d'antibiotiques. De ce fait, le lait collecté est de bonne qualité.

4.2. Résultats des Analyses microbiologiques

Le **tableau (12)** met en exergue les valeurs des différents germes étudiés tels que les germes aérobies, coliformes totaux et fécaux et staphylococcus aureus selon leurs normes.

Tableau 12 : Résultat des analyses microbiologiques de notre échantillons de lait cru.

Germes	Lait cru (UFC/ml)	Normes(UFC/ml)	Norme (J.O.R.A N°35 ,1998)
FTAM	$7.9 \cdot 10^5$	10^5	<10/0.1 ml
Staphylococcus Aureus	Abs	Abs	Abs
Coliformes Fécaux	$5,3 \cdot 10^3$	10^3	Abs
Coliforme totaux	Abs	10^6	Abs

Discussion

Les résultats des analyses microbiologiques des laits analysés selon *Si Tayeb, (2018)* exprimés en ufc/ml sont présentés dans le **tableau (11)**. Ils représentent la charge en différents microorganismes recherchés dans le lait

cru selon les normes algériennes (*Jora N°35, 1998*).

❖ La flore aérobie mésophile totale

Le dénombrement de la FTAM dans le lait cru de vache se situe à $7.9 \cdot 10^5$. Plusieurs travaux, de même que la réglementation s'accordent sur le fait qu'une charge supérieure à 10^5 ufc/ml signifie une contamination importante (*Jora N°35, 1998 ; Srairi et Hamama, 2006*).

La flore mésophile aérobie nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique du lait cru, elle est considérée comme le facteur déterminant de la durée de conservation du lait frais (*Guinot-Thomas et al, 1995*). C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques.

La charge microbienne diminue avec les procédures d'hygiène de la traite. Malgré une réduction des niveaux de flores observée, des différences quantitatives et qualitatives entre les flores d'intérêt technologique et les flores d'altération demeurent dans les laits crus. Ces différences de profil ont pu être reliées aux pratiques de traite (*Michel et al., 2001*), la salle de traite (laitières) (*Joandel, 2007*).

❖ Les Coliformes totaux et fécaux

Concernant les coliformes totaux une absence totale a été notée pour les échantillons de lait cru analysés. Et la charge des coliformes fécaux enregistres dépasse la norme algérienne fixé à 103 UFC/ml

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

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.

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme

indicateurs de la qualité microbienne parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

❖ **Staphylococcus aureus**

Pour les *Staphylococcus aureus* on remarque une absence totale de ces germes. Selon *Dodd et Booth, (2000)*, le *Staphylococcus aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait (*Rainard et Poutrel, 1993*).

Les principales sources de contamination sont en premier lieu la mamelle. Les infections mammaires à staphylocoques représentent la principale source de contamination du lait à la production, d'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que la machine à traire (*Thieulon, 2005*).

Les échantillons analysés indiquent une absence de ces germes, ce résultat montre la bonne conduite d'hygiène au moment du prélèvement ainsi que la bonne santé de l'animale (la mamelle).

Conclusion

CONCLUSION

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue un critère indispensable et une exigence incontestablement majeure pour les entreprises confrontées à une compétitive de plus en plus rude.

Ce mémoire effectué au la boratoire de La laiterie « TOUMLAIT », à Bouskane wilaya de médéa nous a permis de mettre en application nos connaissances théoriques acquises tout au long de notre cursus universitaire. Notre étude s'est portée sur le contrôle des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait cru de vache.

D'après les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques de lait cru, nous pouvons confirmer qu'ils sont conformes aux spécifications et aux normes fixées par l'arrêté interministériel de 24 janvier 1998 publié dans J.O.R.A N°35, 1998 régissant ce type de lait et aux exigences de l'entreprise, que ce soit pour les matières premières ou bien pour le produit fini, tout cela est dû à :

- La mise en place d'un équipement adéquat pour la fabrication et l'utilisation des techniques de prélèvement, de contrôle et de manipulation.
- Au contrôle quotidien des paramètres physico-chimiques et microbiologiques, considérés comme facteur principal contribuant à l'obtention d'un produit de haute qualité. Les résultats obtenus nous ont amené à tirer la conclusion suivante : le traitement thermique est une étape très importante qui vise, d'une part, à allonger sa durée de vie, et d'autre part, à prévenir les cas d'intoxications alimentaires liées à la présence de microorganismes pathogènes et à leur transmission au consommateur.

Le lait est un produit de large consommation et son altérabilité peut avoir des conséquences néfastes pour le consommateur. Afin de garantir sa qualité, il est impératif de passer par toutes ces démarches analytiques avant sa mise en consommation. On peut donc conclure que le lait cru pasteurisé qui est commercialisé dans la laiterie TOUMLAIT est produit de qualité satisfaisante.

A l'avenir il serait intéressant d'effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques au cours de différents stades de fabrication en vue de vérifier la conformité des résultats aux normes afin de garantir une fabrication des produits de qualité satisfaisante.

1. **Academie des technologies, academie d'agriculture de france aaf, (2004)**, Rapport : progrès technologiques au sein des industrie alimentaires, impact sur la qualité des produits, la filière laitières.
2. **ADRIAN J., POTUS J. et FRANGNE R., (2004)** La science alimentaire de A à Z ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages).
3. **AHESANVARISH S., AMIT KUMAR J., SATISH P. (2016).** Nutritional Significance of Milk .chapter.10.in: Subrota Hati, Surajit Mandal, Birendra Kumar Mishr Dairy Product Technology. Daya Publishing House® A Division of Astral International Pvt. Ltd. New Delhi – 110 002.pp.119.131.
4. **AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R et TURGEON H., (2002)** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN :3-25-29 (600 pages).
5. **ANDREAS N J., KAMPMANN B., MEHRING LE-DOARE., HUMAN K. (2015)** .breast milk: A review on its composition and bioactivity. Early Human Development . 91(11): 629-35.
6. **ARRABA, A., BENJELLOUNS., HAMAMA, A., HAMIMAZ, R., ZAHAR, M., 2001.**Organisation de la filière laitière au Maroc. In : les filières et marchés du lait et dérivés en méditerranée. Option méditerranéennes, Série B, 32 : 4762.
7. **Arrêté Interministériel (1993)**. D'après le journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire. n° 69 correspondant aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. P 25.
8. **BAGRE T., SAMANDOULOGOU S., TRAORE M, ILLY D., BSADJOTCHAMBA G., BAWA- IBRAHIM H., BOUDA C., TRAORE A. ET BARRO N. (2015).** Détection biologique des résidus d'antibiotiques dans le lait et produits laitiers de vache consommés à Ouagadougou, Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences, 87(1) : p. 8105-8112.
9. **BALEZI, Z. AND G.N. MUSHAGALUSA. (2018).** Effets des techniques de transformation sur la qualité du fromage blanc traditionnel

- « Mashanza » produit au Sud-Kivu, RD Congo. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 38(1) : p. 6097-6110.
10. **BENCHARIF, A., 2001.** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In : les filières et marchés du lait et d'ovins en méditerranée. Options méditerranéennes, Série B 32/ 25-45.
 11. **BENNETT, E.M., PETERSON, G.D., GORDON, L.J. (2005).** Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecol Lett*.
 12. **BEROZA M, BOWMAN MC. (1996).** Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures. *J. Assoc. of Agric. Chem.* Pp: 7-12
 13. **BERTSCH A., BIMBENET J. ET CERF O. (1982).** La masse volumique du lait et de crèmes de 65° C à 140° C. *Le lait*, 62(615-616) : p. 250-264.
 14. **BOUBEZARI M T. (2010).** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimique et microbiologique du lait chez quelques races bovine, ovine et caprine dans quelques élevages de la région de Jijel. Mémoire pour l'obtention de magister en médecine vétérinaire Mentouri – Constantine. 112P.
 15. **BOUJEMAA E., RAJAE BELKHOUCHE A., EL OUALI L., BENNANI L. (2013).** Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). *Les technologies de laboratoire*. 8 (33) : 101 -102.
 16. **BOUMGHAR M.Y., 2000.** La filière lait en Algérie : une production largement insuffisante. *Agro ligne*, n°3,8-9.
 17. **BRISABOIS A., LAFARGEV., BROUILLAUD A., BUYSER M., COLLETTE., GARIN B. ET THORAL M. (1997).** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. *Rev. sci. Tech. Off. int. Epiz*, 16(1) : p. 452-471.
 18. **BRUNNER J., (1981)** Cow milk proteins: twenty-five years of progress.
 19. **BYLUND G., (1995)** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden: 18- 23-381(436 pages).
 20. **CHARRON, G. (1986).** Les produits laitiers Vol 1 les bases de la production. Edition Tec et Doc. 347p.

21. **CHATELIN, Y. AND J. RICHARD.(1981).** Etude de quelques cas de contaminations microbiennes importantes du lait à la ferme. *Le lait*, 61(601-602) : p. 80-94.
22. **CHILLIARD Y ET LAMBERET G. (1984).** La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variations, signification pratique. *Le lait* 64.pp : 544-578
23. **COULON J.B., (1994)** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*,4 (4) : 303-309
24. **CUQ, J. (2007).** Contrôle microbiologique des aliments, Manuel technique. Polytech Département STIA, Univ Montpellier II.
25. **DANTHINE S., BLECKER C., PAQUOT M., INNOCENTE N., DEROANNE C.** Evolution des connaissances sur la membrane du globule gras du lait. *INRA, EDP Sciences Revue.* 2000. P : 209–222.
26. **DEBRY G., (2001)** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).
27. **DIENG, M. (2001).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. These Doctor vétérinaire, Université de Dakar Sénégal.
28. **DIENG, M.C. (2001).**Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur les marchés dakarois. *Méd. Vêt., Dakar*, (10) : p. 91.
29. **DODD F.H., BOOTH J. 2000.** Mastitis and milk production. Dans the healthy of dairy cattle. Edition Andrews A.H, London, pp. 21 3-255.
30. **El HIMDY ; 1997.**Situation de la traite mécanique des bovins au Maroc, mémoire de 3ème cycle rapporteur.
31. **EL MARNISSI, B., R. BELKHOU, AND L. BENNANI. (2013).** Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). *Les technologies de laboratoire*, 8(33).
32. **FRANWORTH E. et MAINVILLE I., (2010).** Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>
33. **FREDOT E., (2006).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et

- nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 25 (397 pages).
34. **FREDOT, E. (2005).** Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Technique et Documentation, Lavoisier.
 35. **GAUCHERON F., (2004)** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier :783 (922 pages).
 36. **GNADIG S., SEBEDIO J, L. LIPIDES IN : LAIT, NUTRITION ET SANTE. DEBRY G.** Lavoisier. Tec et Doc. Paris, 2001. P : 105-122.
 37. **GUINOT-THOMAS ET AL, (1995)** Effects of storage conditions on the composition of raw milk. Int. Dairy J., 5, 211-223.
 38. **Paris, 2001. P : 105-122. Danthine S., Blecker C., Paquot M., Innocente N., Deroanne C.** Evolution des connaissances sur la membrane du globule gras du lait. INRA, EDP Sciences Revue. 2000. P : 209–222.
 39. **GUIRAUD J. ET GALZY P. (1980).** L’analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l’usine.119p.
 40. **HEUCHEL V, CHATELIN YM, BREAU S, SOBOLEWSKI F, BLANCARD N, BARATON YETAYERBE A. (2003).** Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. Renc. Tech.Ruminant n°10.pp : 223-226.
 41. **HODEN P., et COULON H., (1991)** Composition chimique du lait, [http:// www.2.vet.lyon.fr](http://www.2.vet.lyon.fr).
 42. **HOGAN J., GONZEL R., OLIVIERE S.ET PANKEY J. (1999).** Etude comparative de la qualité physico chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardâa.
 43. **IGNOLA C.L., (2002)** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN : 29-34 (600 pages).
 44. **IVAN R. (2003)** questions sur le lait. Edition : Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire (Bruxelles) : 14 – 15.
 45. **J DAIRY SCI, 1981,64 : 1038-1054. IN POUGHEON S.,** Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 31(102 pages).
 46. **JACQUET J. (1969).** Les antibiotiques dans le lait et les produits laitiers. Econ, méd, anim. pp: 10, 13-17.

47. **JAKOB E., WINKLER H., SHAEREN W. ET GEINOZ M. (2011).** La qualité du lait cru, un défi permanent. In Edition Agroscope Liebefeld-Posieux forum.
48. **JEAN C., et DIJON C., (1993)** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
49. **JEANTE T R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P ET BRULE G. (2008).** Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (185 pages).
50. **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007)** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).
51. **JENSEN R., (1995)** Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press, Inc:3 (919 pages)
52. **JOURNAL OFFICIELLE DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, N° JORA : 069 du 27-10-1993.
53. **KIM H, HARDY J, NOVAK G, RAMET JP ET WEBER W. (1982).** Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué. Collection FAO Alimentation et nutrition n°35.
54. **KOUAME-SINA S., BASSA A., DADIE A., KMAKITA K., GRACE D., DJE M. ET BONFOH B. 2010.** Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire).
55. **KUZDZAL-SAVOIE, S. AND G. MOCQUOT. (1960).** Observations sur les qualités organoleptiques du lait. Le lait, 40(399-400) : p. 603-620. Heuchel V., Chatelin Y., Breau S., Sobolewski F., Blancard N., Baraton Y. Et Ayerbe.
56. **LABBE, J.F., 2003.** PATHOLOGIE MAMMAIRE BOVINE. Conduite a tenir.
57. **LABIOUI H, ELMOUALDI L, BENZAKOUR A, EL YACHIOUI M, BERNY E ET OUHSSINE M (2009).** "Etude physicochimique et microbiologique de laits crus." Bull. Soc. Pharm. Bordeaux 148 : 7-16.
58. **LAPOINTE-VIGNOLA, C. (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait : Presses inter Polytechnique. Les produits laitiers

- ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (185 pages).
59. **LARPENT ET LARPENT, 1990** Lait et produits laitiers non fermentés. Dans Microbiologie alimentaire. (Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc, Lavoisier, pp. -201-215.
 60. **LUQUET FM. (1985)**. Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Tec et Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.334p.
 61. **MADR** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
 62. **MAGNUSSON M., CHRISTIANSSON., SVENSSON B. 2007**. Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. Journal of dairy science, N° 90, pp. 2745-2754.
 63. **MAHIEU H, JAOUEN JC, LUQUET GM ET MOUILLET L.(1977)**. Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. Le lait, 57, pp : 565-568.
 64. **MAHIEU, H (1985)**. A propos de la teneur des laits individuels et de mélange e, matières minérales et urée. Le lait. 1985, N 561-562, 55-112.
 65. **MATHIEU J., (1999)** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 3-190 (220 pages).
 66. **MARIETOU S., VINSOUN M., GEORGES AO . (2015)**. Composition chimique et qualité bactériologique des laits crus et pasteurisés au Burkina Faso. Afrique SCIENCE 11(1) :142 - 154.
 67. **MERIGAUD, J.P., LEMOINE, T., AGUER, D., GILLIS, J.C., JOUANNEAU, F., KOUBBI, L., LEPECHEUR, E., MADIOT, T., (2009)**. Spécification technique de l'achat public laits et produits laitiers Groupes d'étude des marchés de restaurations collective et de nutrition (GEM RCN).
 68. **MEUNIER-GODDIK, L., SANDRA, S., (2002)**. Liquid Milk Products I Pasteurized Milk. Encyclopedia of Dairy Sciences. Amsterdam: Academic Press 3, 1627-1632.
 69. **MICHEL, V., A. HAUWUY, AND J. CHAMBA. (2006)**. Gestion de la flore microbienne des laits crus par les pratiques des producteurs. Renc. Rech. Rum, 13 : p. 309-312.

70. **MICHELL M. (2005).** Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre. Laboratoire des résidus médicamenteux/ division des services de laboratoire /université de Guelph ; Brenda Norris- programme de salubrité des produits laitiers/MAAARO.
71. **MICHEL ET AL., (2001).** La flore microbienne des laits crus de vache diversité et influence des conditions de production Lait 81, 575-592. In CNAOL et le GIS Alpes Jura. Microflore du lait cru, RMT filières fromagères valorisant leur terroir (2011). p 79.
72. **MITTAINÉ J., (1980)** Les laits autres que le lait de vache, [http://whqlibdoc.who Int/monographe/ who mono](http://whqlibdoc.who.int/monographe/who_mono).
73. **MONIQUE, Z. AND C. SOUAD. (2013).** Flores protectrices pour la conservation des aliments : Editions Quae.
74. **MOREL I. (1962).** Enquêtes sur la présence d'antibiotiques dans le lait de trois zones de production, 1962. Lait, 42, pp : 593-601.
75. **OUID MUSTAPHA, A., N'DIYAE, D., OUID KORY, B., (2012).** Etude de la qualité du lait pasteurisé des industries laitières situées à Nouakcote (Mauritanie) Sciences du vivant Biologie. Editions Mersenne : Volume 4 N 0120804 ISSN 2111 - 4706.
76. **POUGHEON S .et GOURSAUD J., (2001)** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
77. **POUGHEON S., (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 34 (102 pages).
78. **RANIERI, ML. HUCK, JR., SONNEN, M., BARBANO, DM. BOOR, KJ. (2009).** High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized milk. J. Dairy Sci., 92(10): 4823-4832.
79. **RAINARD P et POUTREL B. (1993).** Protection de la glande mammaire. Dans : biologie de la lactation. Edition INSERM-INRA. Pp : 415-429.
80. **RICHARD, J. AND Z. HALIMA. (1983).** Inventaire de la flore bactérienne dominante des Camemberts fabriqués avec du lait cru. Le lait,

1983. 63(623-624) : p. 25-42.
81. **SCHMIDT, VSJ, KAUFMANN, V., KULOZIK, U., SCHERER, S., WENNING M., (2012).** Microbial- biodiversity, quality and sheif life of microfiltered and pasteurized extended shelf life (ESL) milk from Germany, Austria and Switzerland. *International Journal of Food Microbiology*. 154:1-9.
 82. **SIDDAPPA, V, NANJEGOWDA, DK, VISWANATH, P., (2012).** Occurrence of aflatoxin M1 in some samples of UHT, raw & pasteurized milk from Indian states of Kamataka and Tamilnadu. *Food and Chemical Toxicology* 50: 4158-4162
 83. **SIMON, M, AP HANSEN., (2001).** Effect of Various Dairy Packaging Materials on the Sheif Life and Flavor of Ultrapasteurized Milk. *Journal of Dairy Science* Vol. 84, No. 4.
 84. **SRAIRI M.T, HAMAMA A, (2006).** Qualité globale du lait cru de vache au Maroc, concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration. *Transfert de technologie en agriculture*, 137, pp. 1-4.
 85. **STRAHM W ET P. EBERHARD P. (2010).** Technologies du lait prêt à la consommation: Aperçu 2ème édition (mise à jour avec la nouvelle technologie ESL). *ALP forum* ISSN. Pp .33. N 82 : 1661-0814
 86. **THAPON J.L., (2005)** Science et technologie du lait, Agro campus-Rennes, France : 14(77 pages).
 87. **THOMAS, C., J. ROMAIN, AND B. GÉRARD. (2008).** Fondements physicochimiques de la technologie laitière : Lavoisier.
 88. **TOMASULA P.M., KOZEMPEL M.F., KONSTANCE R.P. GREGG D., BOETTCHER S. BAXT B., RODRIGUEZ L., (2004).** Thermal Inactivation Of Foot- and-Mouth Disease Virus in Milk Using High Temperature, Short-Time Pasteurization. *J. Dairy Sei.* 90:3202-3211.
 89. **THIEULON M. 2005.** Lait pathogènes staphylocoques. *Revue de la chambreD'agriculture du Cantal*, pp. 21-28.
 90. **VANDERCAMMEN, M., (2011).** Quel Lait choisir Crioc centre de recherche et d'information des organisations de consommateurs.015-11.pl-3.
 91. **VANIER P. (2005).** Le lait au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Ecologie et environnement. pp : 65.

92. **VEISSEYRE, R. (1979).** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris.
93. **VIGNOLA C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechniques, Canada. Pp :3-75.
94. **WATTIAUX M.A.** Principe de la traite dans lactation et récolte du lait. L'institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur. 2003.
95. **WATTIAUX, M., (1996).** Procédure de traite. Publication # : DE-LM-7-031596-F.
96. **WEBER, F. (1985).** Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. Vol. 47. Food & Agriculture Org.
97. **Y. (2003).** Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. Renc. Rech. Ruminants, 10 : p. 120-128.