

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème :

Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache dans la région de Guelma

Présenté par :

Mlle BOUCHAIR Selma et Mlle BOUDEFLA Sabrina

Devant le Jury composé de :

Président : RAMDANI Kamel

MAA Université de Guelma

Promoteur : HOUHAMDI Moussa

Prof Université de Guelma

Co-Promoteur : BENSOUILAH Taqiyeddine

MCB Université de Bordj Bou Arreridj

Examineur : AMRI Sandra

MCB Université de Guelma

Septembre 2019-2020

Remerciements

Nous remercions en premier lieu *ALLAH*, le clément, le Miséricordieux et le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la santé, la puissance et la patience de suivre le chemin de cette noble science, et réaliser ce modeste travail.

Nous remercions par la suite, *Nos Chers Parents* pour tous les efforts et sacrifices en vue de notre réussite.

Nous remercions notre encadrant *Monsieur M. HOUHAMDJ*, Professeur à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma, pour sa confiance, sa gentillesse, ses encouragements, ses conseils, qui nous ouvert la porte et nous a généreusement accueillir au sein de son unité de recherche, et de nous avoir permis de terminer ce travail dans les meilleures conditions, Hommage respectueux.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à notre Co-encadrant *Monsieur T.BENSOULLAH*, Enseignant-Chercheur à l'Université Mohamed El Bachir ElIbrahimi, Bordj Bou Arréridj, pour ses encouragements, ses conseils, ses remarques, sa gentillesse, et sa disponibilité. Merci de nous avoir guidés et orienter avec patience tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier également *Monsieur K. RAMDANI* et *Madame S. AMRI*, des Enseignants à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma qui ont acceptés de présider et d'examiner ce travail, Hommages respectueux.

Nous tenons à remercier également les ingénieurs de laboratoire *Leïla, Mahdi, Louisa, Houria, Hassiba* pour son aide, Sincères remerciements.

Nous n'oublions pas de remercier vivement *Les éleveurs* pour les réveiller tôt et attendre de nous avoir donné du lait et aussi pour *les travailleurs* de l'ITMAS qui nous aidées.

Nous remercions enfin tous ceux qui nous ont aidées de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Dédicaces



Je dédie ce modeste travail à :

*À la source de la tendresse, ma chère mère **Hakima** pour sa gentillesse, son affection, son amour, ses sacrifices et ses encouragements*

*À mon cher père **Abdellah**, pour sa confiance, ses encouragements et son soutien dans toute ma carrière d'étude du premier pas à ce jour-là*

Je souhaite que dieu les garde en bonne et parfaite santé et leur donne une longue vie

*À ma chère sœur **Chayma** qui a été toujours présente pour moi*

Je souhaite une vie pleine de bonheur et une carrière pleine de gloire

*À ma chère binôme **Sabrina** et sa famille*

À tous mes proches qui m'ont soutenue dans ma vie et qui m'ont encouragé de tout leur cœur

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de Loin lors de la réalisation de ce travail

Merci à tous.

Selma

Dédicaces



Je dédie ce modeste travail à :

À mes chers parents : qui ont tout sacrifié pour mon bien et qui ont éclairé ma route par leur compréhension, leur patience, leur amour inestimable, leur soutien et leurs encouragements.

Je souhaite que dieu les garde en bonne et parfaite santé et leur donne une longue vie.

À Mes chères sœurs : Amel, Salima, Fadia et son mari et la femme de mon frère Samia

À mes adorables frères: Wassim et à Mohammed et son fil Bassam.

Et à toute ma famille un à un.

Pour leurs encouragements permanents et leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

À ma collègue pour ce travail, ma chère amie Selma et à toute sa famille.

Et à mes chères amies Bouchra, Selma, Salima, Imane et Hanan.

Qui m'ont soutenu dans les bons et mauvais moments

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Merci à tous.

Sabrina

Résumé

Le lait occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme, de par sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides) et de sa richesse en vitamines et en minéraux, notamment en calcium. La teneur de ces nutriments est influencée par des facteurs intrinsèques (l'espèce, la race, l'âge, les périodes de lactation) et des facteurs extrinsèques (la saison, l'alimentation). C'est pourquoi, le lait constitue un bon milieu de culture pour les microorganismes et leurs permet de s'y développer.

L'objectif de ce travail est de déterminer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de vache de la région de Guelma et d'expliquer ses variations en fonction de certains facteurs comme la race, le niveau de lactation, le type d'alimentation et l'âge des vaches. La détermination a été réalisée par lactoscane pour les paramètres physico-chimiques et par dénombrement pour les paramètres bactériologiques.

Les résultats des paramètres physico-chimiques sont conformes aux normes de qualité préconisée par la réglementation algérienne, un taux de MG est de 3,93%, l'acidité titrable est de 18°D, un TP est de 3,13%, le taux de lactose est de 5,12%. Les analyses bactériologiques ont montré que le lait analysé est de qualité acceptable en effet la charge microbienne moyenne de la flore totale mésophile est de $2,09.10^3$ UFC/ml, de $2,021.10^3$ UFC/ml pour les coliformes totaux et de $2,33.10^3$ UFC/ml pour les coliformes fécaux ce qui est conforme aux normes **JORA**.

De ce fait, on peut conclure que le lait étudié présente une bonne qualité sur le plan physico-chimique et microbiologique d'une part. Les facteurs intrinsèques et extrinsèques ainsi que les conditions hygiéniques ont aussi un impact important sur la qualité du lait.

Mots-clés : Lait cru, vache, qualité microbiologique, qualité physico-chimique, les conditions hygiéniques, race, l'alimentation, âge, niveau de lactation, Guelma.

Abstract

Milk occupies a strategic place in man's daily diet. It's due to its balanced composition of basics nutrients (proteins, carbohydrates and lipids) and its richness in vitamins and minerals, especially calcium. The content of these nutrients is influenced by intrinsic factors (species, breed, age, and lactation periods) and extrinsic factors (season, diet). This is why milk is a good medium for growing microorganisms and allows them to develop.

The aim of this work is to determine physico-chemical and microbiological quality of raw cow milk in Guelma and to explain its variations according to certain factors such as breed, lactation level, feeding type and age of cows. The determination was made by lactoscan for the physico-chemical parameters and by enumeration for the bacteriological ones.

The results of the physico-chemical parameters comply with the quality standard recommended by the Algerian regulation, a MG rate is 3.93%, the titrable acidity is 18°D, a TP is 3.13%, the lactose rate is 5.12%. Bacteriological analyses have shown that the milk analysed is of acceptable quality. Indeed the average microbial load of the total mesophilic flora is $2,09.10^3$ CFU/ml, $2,021.10^3$ CFU/ml for the total coliforms and $2,33.10^3$ CFU/ml for faecal coliforms which complies with **JORA** standards.

As a result, it can be concluded that the milk studied is of good physico-chemical and microbiological quality on the one hand, and that intrinsic and extrinsic factors and hygienic conditions have a greater impact on milk quality.

Keywords: Raw milk, cow, microbiological quality, physico-chemical quality, hygienic conditions, breed, diet, age, lactation level, Guelma.

الملخص

يحتل الحليب مكاناً استراتيجياً في النظام الغذائي اليومي للإنسان وهذا راجع الى تركيبته المتوازنة من العناصر الغذائية الأساسية (البروتينات والكربوهيدرات والدهون) وكذلك كونه غني بالفيتامينات والمعادن ، وخاصة الكالسيوم. تتأثر نسبة هذه العناصر الغذائية بالعوامل الداخلية (الأنواع، السلالة، العمر و فترات الرضاعة) والعوامل الخارجية (الموسم، النظام الغذائي). كما انه يعتبر وسط زرع جيد يسمح للكائنات الحية الدقيقة بالتطور فيه. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد الجودة الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية لحليب البقر الخام في منطقة قالمة وشرح الاختلاف في هذه الجودة بدلالة عوامل معينة كالسلالة ، مرحلة الرضاعة ، نظام الغذائي وعمر الأبقار. تم تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية بواسطة جهاز تحليل الحليب اللاكتوسكان والبكتريولوجية عن طريق حساب عدد المستعمرات البكتيرية. نتائج المعايير الفيزيوكيميائية تتطابق مع معايير الجودة التي أوصت بها اللوائح الجزائرية ، نسبة الدهون 3,93 % ، الحموضة D¹⁸ ، محتوى البروتين 3,13 % ، نسبة اللاكتوز 5,12%. كما أظهرت نتائج التحليلات البكتريولوجية أن الحليب الذي تم تحليله ذو جودة مقبولة؛ متوسط المحتوى الميكروبي لمجموع البكتيريا متوسطة الحرارة الهوائية (10³ CFU / ml 2,09) ، بكتيريا القولون الكلية (10³ CFU/ml 2,021) والقولون البرازي (10³ CFU / ml 2,33) تتوافق مع معايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية . مما سبق ، نستنتج أن الحليب المدروس يتمتع بنوعية جيدة على المستوى الفيزيوكيميائي والميكروبيولوجي و ان العوامل الداخلية والخارجية وشروط النظافة لها تأثير كبير على جودة الحليب.

الكلمات المفتاحية: الحليب الخام ، البقر ، الجودة الميكروبيولوجية ، الجودة الفيزيوكيميائية ، شروط النظافة، السلالة ، النظام الغذائي ، العمر ، مرحلة الرضاعة ، قالمة.

Liste d'abréviation

AFNOR : Association Française de Normalisation

ASR : Anaérobie Sulfito Réducteur

C° : Degrés Celsius

CE : Conductivité électrique

CF : Coliformes Fécaux

CT : Coliformes Totaux

D° : Degrés Dornic

ESD : Extrait Sec Dégraissé

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile

Gal : galactose

Glu : glucose

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Lac : Lactoses

MG: Matière Grasse

NaOH : l'Hydroxyde de Sodium

NPP : Nombre le plus probable

PG : Point de Congélation

pH: Potentiel Hydrogène

STAPH : Staphylocoques

STREPTO : Streptocoques

TB : taux Butyreux

TGEA : Tryptone Glucose Extract Agar

TP : Taux Protéiques

UFC/ml : Unité Formant Colonie/millilitre

VRBG : Violet cristal Rouge neutre Bile Glucosée

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Structure d'un globule de matière grasse	5
2	Structure chimique d'une molécule de lactose	7
3	Mammite de la vache laitière	18
4	Répartition géographique des zones d'élevages retenues	25
5	Protocole expérimental	29
6	Variation des températures in situ des laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	39
7	Variation du pH des laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	40
8	Variation de l'acidité titrable des laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	41
9	Variation de la conductivité des laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	42
10	Variation de la densité de lait de vache cru collectés dans la wilaya de Guelma 2020	43
11	Variation de matière grasse de lait de vache cru collectés dans la wilaya de Guelma 2020	44
12	Variation de l'extrait sec dégraissé de lait de vache cru collectés dans la wilaya de Guelma 2020	46
13	Variation de taux de protéine de lait de vache cru collectés dans la wilaya de Guelma 2020	47
14	Variation des taux de lactose dans les laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	48
15	Variation des sels minéraux dans les laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma 2020	49
16	Variation de point de congélation des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma 2020	50
17	Variation de Mouillage des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma 2020	51
18	Variation de la charge d'FMAT dans les laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	53
19	Variation de la charge des CT dans les laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	54
20	Variation de la charge des CF dans les laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma 2020	55

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Composition vitaminique moyenne du lait cru	8
2	Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache	9
3	Flore indigène du lait cru	12
4	Réservoirs et fréquences relatives des microorganismes responsables de mammites cliniques et de mammites subcliniques	19
5	Coordonnées GPS des zones d'élevages	26
6	Répartition des prélèvements du lait de vache par zones d'études	27
7	Classement des laits en fonction des tests de réduction	33

TABLE DES MATIERES

RESUMSES

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION 01

Chapitre 1 : Généralités sur le lait de vache

1. Définition du lait de vache 03

2. Importance et valeur nutritionnelle de lait de vache 03

3. Composition chimique, structures et propriétés générales des constituants du lait de vache 04

3.1. L'eau 04

3.2. Matières grasses 04

3.3. Les protéines 05

3.4. Les enzymes 06

3.5. Les glucides 06

3.6. Les minéraux 07

3.7. Les vitamines 07

1 - 4. Les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache 09

4.1. Le pH 09

4.2. La densité 10

4.3. L'acidité titrable ou Acidité dornic 10

4.4. Point de congélation 10

4.5. Point d'ébullition 11

1 - 5. Qualité microbiologique du lait de vache 11

5.1 Flore originelle ou indigène 11

5.2. Flore de contamination 12

5.3. Sources de contamination du lait de vache 13

a) - Contamination du lait au stade de la production 13

b) - Contamination du lait par l'animale 13

c) - Contamination au cours de la traite 13

d) - Contamination du lait au cours du transport 14

5.4. Flore d'altération 14

a) - Bactéries de type coliforme	14
b) - Les Streptocoques fécaux, les Streptocoques lactiques et les Lactobacilles	14
5.5. Flore pathogène	14
a) - Les coliformes totaux	15
b) – Clostridium Sulfito-Réducteurs	15

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

1. Facteurs d'altération de la composition du lait de vache	16
1.1. Facteurs liés aux conditions intrinsèques	16
a) - L'âge	16
b) - Facteur génétique	16
c) - Niveau de lactation	17
d) - L'état sanitaire (Les mammites chez les vaches)	17
e) - La gestation	19
f) - La race	20
1.2. Facteurs liés aux conditions extrinsèques	20
a) - L'alimentation	20
b) - Saison et Climat	20
c) - Effet de tarissement	21
d) - Effet de mois de vêlage	21
e) - Effet de la traite	21
2. 2. Evolution et altération du lait de vache	22
2.1. Phase bactériologique ou de latence	22
2. 2. Phase d'acidification	22
2.3. Phase de neutralisation	22
2. 4. Phase d'alcalinisation	22
2 .4. Hygiène de la traite	23
2. 4.1. Trayeur	23
2.4.2. Animal	23
2 - 5. Conservation du lait à la ferme	23

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude	25
2. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude	26
3. Enquête épidémiologique	26
4. Prélèvement et échantillonnage du lait	26

5. Méthodes d'analyses	28
5.1. Analyses physico-chimiques du lait de vache	30
• Détermination du pH	30
• Détermination de la température	30
• Test d'ébullition	30
• Détermination de l'acidité titrable	31
• Les mesures par lactoscaner	31
5.2. Analyses microbiologiques du lait de vache	32
5.2.1. Vérification rapide de la qualité microbiologique du lait : Test de la Réductase	32
5.2.2. Préparation des dilutions	33
5.2.3. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FMAT)	33
5.2.4. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux	34
5.2.5. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	35
5.2.6. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	36
5.2.7. Recherche et dénombrement des Clostridiiums Sulfito-réducteurs	36

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Résultats et discussion des Analyses physicochimiques	39
• Les mesures manuelles	39
1. La température	39
2. Le pH	39
3. Test d'ébullition	40
4. Acidité titrable	41
• Les mesures par lactoscaner	42
1. La conductivité électrique (CE)	42
2. La densité	43
3. La matière grasse	44
4. L'extrait sec dégraissé (ESD)	45
5. Taux de protéine (TP)	46
6. Taux de lactose	48
7. Sels minéraux	49
8. Point de congélation	49
9. Mouillage	51

Résultats et discussion des Analyses microbiologiques	52
1. Test de la réductase	52
2. La recherche et/ou le dénombrement des microorganismes présents	53
2.1. La flore aérobie mésophile totale	53
2.2. Coliformes totaux	54
2.3. Coliformes fécaux	55
2.4. <i>Staphylocoques aureus</i>	56
2.5. Streptocoques	56
2.6. Les Clostridium Sulfito-réducteurs	57
Conclusion	58
Références bibliographiques	60
Normes et textes réglementaires	72
Annexes	73

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Introduction

Le lait de vache est connu depuis longtemps comme étant un aliment de haute valeur nutritionnelle car très riche en protéines, lipides, glucides et vitamine. Il est aussi considéré comme une bonne source d'oligo-élément tel que le calcium (**Franworth et Mainville, 2010**). De ce fait, le lait occupe une place incontestable dans la ration alimentaire des algériens. C'est le compagnon indispensable d'une alimentation équilibrée pour l'être humain (**Debry, 2001**).

Le lait bovin, constitue une excellente matière première pour l'industrie laitière, il est soit consommé à l'état frais ou bien transformé en fromage et autres dérivés. Dans l'Est algérien, il est généralement destiné à l'allaitement. Il est aussi autoconsommé par les éleveurs en état naturelle ou après transformation par la flore naturelle (**Benalia et al., 2013**). Cependant, le lait échappe au contrôle de qualité et constitue un risque pour le consommateur (**Aggad et al., 2009**).

Le lait bovin n'est pas réputé seulement pour sa grande valeur nutritive, il constitue aussi un milieu de culture idéal pour la prolifération des microorganismes indigènes, d'altération et pathogènes. Ces derniers sont responsables d'intoxications et toxi-infections alimentaires dangereuses pour la santé humaine (**Amiot et al., 2002**).

Il existe beaucoup de facteurs qui influencent la qualité du lait dont on peut citer la race de la vache qui influe la composition du lait (**Hanzen, 2010**). En outre, les teneurs en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. En effet, elles sont élevées au début de la lactation (période colostrale) puis elles chutent au minimum, au 2^{ème} mois de lactation à savoir, après un palier de 15 à 140 jours. Ensuite, les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

D'après **Ettema et Santos (2004)**, l'âge de la vache a aussi un impact sur la qualité du lait. Il agit surtout sur la première lactation et de moins en moins sur les lactations qui suivent. L'âge au premier vêlage, est fonction du poids de la génisse (2/3 du poids adulte) au moment de sa mise à la reproduction et de la croissance de sa glande mammaire. Pour la saison, elle intervient par l'intermédiaire de la durée de jours. En effet, une photopériode expérimentale longue de 15 à 16 heures par jour augmente de 10% la production laitière et diminue la richesse du lait en matières utiles pour les vaches normalement soumises à une durée d'éclaircissement de 9 à 12 heures (**Philips et Schofield, 1989 ; Stanisiewski et al., 1985**).

INTRODUCTION

Pour certains auteurs (**Iollivier et al., 2002 ; Rulquin et al., 2007**) la matière grasse du lait varie au cours de la traite. Le lait au début de cette dernière est de 2,5 à 5 fois moins riche en MG qu'il l'est à sa fin. Par ailleurs, L'hygiène avant traite est primordiale pour la qualité du lait et la santé de la mamelle puisqu'elle va permettre de prévenir les contaminations environnementales et d'éviter la contamination du lait par les souillures. Il est à noter que le faisceau trayeur est le principal vecteur de contamination croisée. Sa désinfection pendant la traite auprès de chaque vache permet de prévenir ce risque en empêchant la propagation des germes à réservoir mammaire d'une vache contaminée à une autre saine (1).

L'objectif de la présente étude est de déterminer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache dans la région de Guelma. Plus spécifiquement nous avons essayé d'expliquer la variation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru des vaches en fonction de certains facteurs comme la race, le niveau de lactation, le type d'alimentation et l'âge des vaches. Pour ce faire nous avons scindé notre travail en trois parties :

Dans la première partie, qui englobe deux chapitres, nous avons réalisé une étude bibliographique sur les généralités du lait de vache et les facteurs influençant sa qualité.

Dans la deuxième partie composée de deux chapitres, nous avons effectué une étude expérimentale où nous avons décrit le matériel et les méthodes utilisées pour l'appréciation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de la vache puis nous avons exposé les résultats obtenus et nous les avons discutés.

Pour finir, nous avons reporté nos conclusions et nos recommandations quant à l'étude effectuée.

Chapitre 01 :
Généralités sur le lait de
vache

1. Définitions de lait de vache

Le lait est un aliment complet et équilibré, sécrété après parturition par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour nourrir leur nouveau-né (Aboutayeb, 2009). Cette définition du lait apparaît en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève. Le mot « lait » a été défini comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (Alais, 1975).

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

2. Importance et valeur nutritionnelle du lait de vache

Le lait est le seul aliment du jeune mammifère pendant la première période de sa vie. Les substances qu'ils contiennent lui fournissent l'énergie et les matériaux de construction nécessaires à sa croissance (Anonyme, 2000).

La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables (Debry, 2001).

Le lait contient également les anticorps qui protègent le jeune mammifère contre l'infection. Un veau a besoin de 1 000 litres de lait pour sa croissance ; c'est la quantité que la vache primitive produit pour chaque veau (Anonyme, 2000).

Le lait joue aussi un rôle très important dans l'alimentation humaine, à la fois sur un niveau calorique ou nutritionnel. Un litre de lait correspond à une valeur d'environ 750 Kcal facilement utilisable, ce qui fait de lui un élément de haute valeur nutritionnelle (Leroy, 1965). En effet, le lait est :

- Une source de protides d'excellentes valeurs biologiques.
- La principale source de calcium
- Une source de matière grasse
- Une bonne source de vitamines (Leroy, 1965).

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains à la fois comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Il assure aussi

un apport non négligeable en vitamines connues comme les vitamines A, D, E (liposolubles) et les vitamines B1, B2, B3 (hydrosolubles). Néanmoins, le lait est pauvre en fer, en cuivre et il est dépourvu de fibres (Cheftel et Cheftel, 1996).

3. Composition chimique, structures et propriétés générales des constituants du lait de vache

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

3.1. L'eau

L'eau est l'élément quantitatif le plus important, il est de l'ordre : 900 à 910 g par litre de lait (Mathieu, 1998). La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres confère à l'eau un caractère polaire. Ce dernier lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Par ailleurs, puisque les matières grasses possèdent un caractère apolaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront des émulsions du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (Amiot et al., 2002).

3.2. Matière grasse

La matière grasse (MG) est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10×10^{-6} m. Elle est essentiellement constituée de triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et d'une fraction insaponifiables (1%) [Cholestérol et de β carotène](Kuzdzal, 1987). Elle représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait, essentiellement constituée de 65% d'acide gras saturé et de 35% d'acide gras insaturé(Vignola, 2002) avec une certaine proportion d'acide gras polyinsaturés tel que :

- a) - **Les Phospholipides du lait** : classés comme lipides complexes. On en distingue trois types : les lécithines, les céphalines et les sphingomyelines (Cayot et Lorient, 1998). Leur plus importante caractéristique est leur propriété émulsifiante (Jenness, 1986). Cette dernière est dû à leur capacité amphipolaire caractérisé par

une présence d'une partie hydrophile, qui s'associe à l'eau, et d'une partie lipophile qui s'associe aux constituants du globule de matière grasse (Ratray et al., 1997).

b) - **Les Triglycérides** : ce sont des esters du glycérol, c'est-à-dire qu'ils sont formés par condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol (Walstra, 1999).

c) - **Les Fractions insaponifiables** : l'insaponifiable regroupe l'ensemble des constituants de la matière grasse qui ne réagissent pas avec la soude ou la potasse pour donner des savons, et qui après saponification, sont insolubles dans l'eau ou en milieu alcalin tout en restant solubles dans les solvants organiques non miscibles dans l'eau. On y retrouve essentiellement dans ces fractions : des stérols, les caroténoïdes les xanthophylles et les vitamines A, D, E et K. Le plus important des stérols est le cholestérol (Peereboom, 1969)

La consommation des matières grasses laitières est indispensable, elle est aussi source de vitamines A, D et E (Champagne et al., 1984).

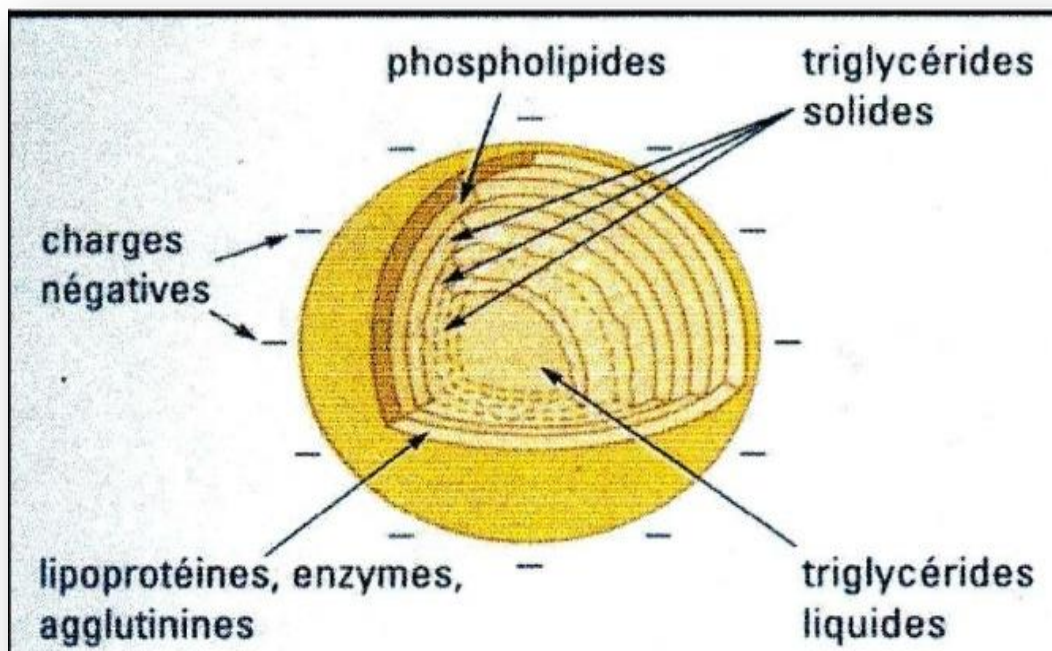


Figure 01: Structure d'un globule de matière grasse (Vignola, 2002)

3.3. Les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes. Elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (Lankveld,

1995). L'analyse du lait par minéralisation, appelée *méthode Kjeldahl*, a prouvé que 95% de la quantité totale d'azote est présente dans les protéines dont la concentration moyenne est de 3,2%. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée. Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait (**Cayot et Lorient, 1998**).

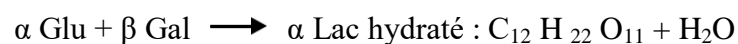
On classe les protéines en deux catégories, selon leur solubilité et stabilité dans l'eau et selon les différentes caséines en suspension colloïdale, qui se regroupent sous forme de micelles (**Whitney et al., 1976**). Ces dernières varient principalement selon l'espèce animale, la saison, le stade de lactation (**Lenoir, 1985**). Elles précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6. Par ailleurs, les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui sont riche en acide aminés soufrés, en lysine et tryptophane précipitent sous l'action de la chaleur (**Whitney et al., 1976**).

3.4. Les enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique. Elles sont produites par des cellules ou par des organismes vivants. Elles interviennent comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait (**Pougheon, 2001**). Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydase) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (**Kitchen et al., 1970**).

3.5. Les glucides

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puis qu'il constitue environ 40% des solides totaux. D'autres glucides sont présents mais en faibles quantités comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose ou par combinaison entre glucides et certaines protéines. Il est à noter que le lait en contient près de 4,8% de lactose, la poudre de lait écrémé en contient 52% et la poudre de lactosérum, près de 70% (**Montreuil, 1971**). Ces disaccharides constitués par de l' α ou β glucose uni à du β galactose sont à l'origine de la présence de 2 lactoses (**Luquet, 1985**).



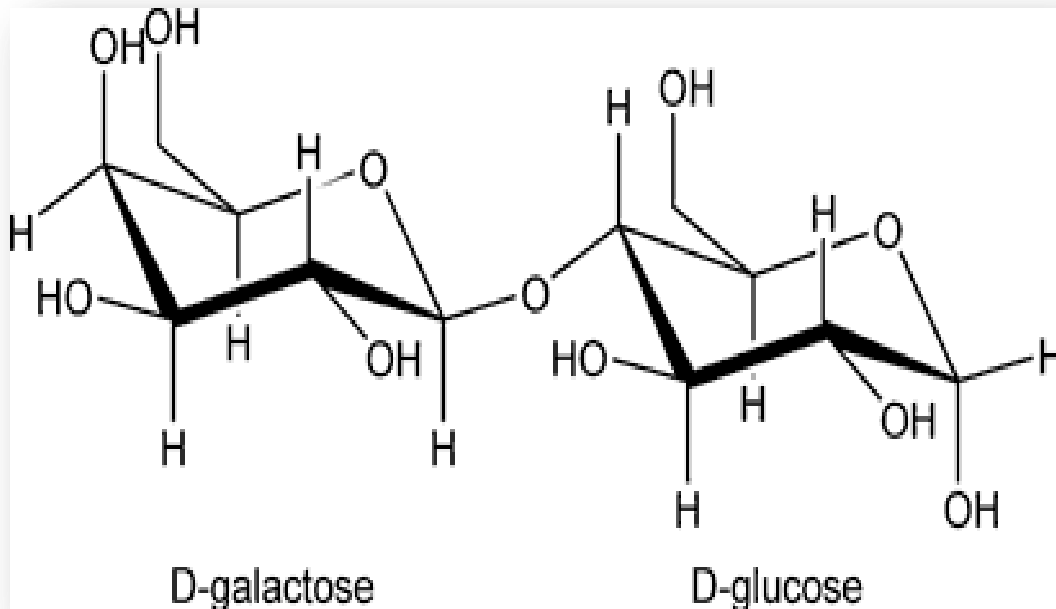


Figure 02 : Structure chimique d'une molécule de lactose (Fernane, 2017)

3.6. Les minéraux

Les minéraux contenus dans le lait prennent plusieurs formes. Ce sont le plus souvent des sels, des bases et des acides. A cette liste s'ajoute certains éléments, comme le soufre présent dans les protéines ainsi que des traces (faibles concentrations) d'oligo-éléments suivants : manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane, lithium et autres...etc. Ces minéraux, ont un rôle structural et fonctionnel, ils sont souvent impliqués dans les mécanismes physiologiques (régulation nerveuse ou enzymatique, contraction musculaire...etc.) (**Brulé, 1987**). De plus, le lait et les produits laitiers sont des sources alimentaires principales de calcium et de phosphore puisqu'ils couvrent plus de la moitié de nos besoins journaliers. Ces derniers sont des éléments plastiques intéressants dans l'ossification, et leur apport est crucial pour les sujets jeunes et âgés (**Adrian, 1987**).

3.7. Les vitamines

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 (**Vignola, 2002**), leur apport est essentiellement assuré par l'alimentation.

Ces derniers se retrouvent dans le lait sous la forme de trace. Ainsi leur taux est en relation avec le régime alimentaire et aussi avec le stade de lactation (Jeant *et al.*, 2008). On classe les vitamines selon leur solubilité dans le corps gras ou dans l'eau en deux grandes catégories : liposolubles et hydrosolubles (Debry, 2001) comme ils sont reportés dans le **Tableau** suivant :

Tableau 01: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot *et al.*, 2002)

Les vitamines	Les teneurs moyennes
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

4. Les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Belarbi, 2015) telle qu'elles sont reportées dans le **Tableau 02**.

Tableau 02 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (Belarbi, 2015)

Composition	Vache
Energie	705
Densité du lait entier à 20°C	1,028 – 1,033
Point de congélation (°C)	-0,520 -0,550
pH-20°C	6,60 – 6,80
Acidité titrable (°Dornic)	15 – 17
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes cm)	50
Conductivité électrique à 25 °C (siemens)	45 x 10 ⁻⁴
Indice de réfraction	1,45-1,46
Viscosité du lait entier à 20 °C (centipoises)	2,0-2,2

4.1. Le pH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait de vache frais à 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 (Belarbi, 2015) contrairement à l'acidité titrable (acidité naturelle + acidité développée), qui elle mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, dissociés ou non reflétant ainsi les composés acides du lait (Medjoudj et Salhi, 2013).

4.2. La densité

La densité de lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse. La densité de lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20 °C, pour des températures différentes, il faudra effectuer une correction. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (Ali Saoucha, 2017). D'après Vignola (2002), la densité du lait augmente avec l'écrémage et diminue avec le mouillage.

4.3. L'acidité titrable ou Acidité dornic

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait a une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et les lactalbumines, des substances minérales telles que les phosphates et le gaz carbonique, ainsi que des acides organiques essentiellement l'acide citrique (Amariglio, 1986).

Un lait frais normal à une acidité titrable de 16 à 18° degré Dornic c'est à dire 16 à 18 en décigrammes d'acide lactique par litre selon Veisseyre (1975), c'est une mesure indirecte de sa richesse en caséine et en phosphates. Dans les laits en voie d'altération, cette acidité titrable augmente en raison de la dégradation du lactose en d'autres acides, du l'acide lactique et des liquides (Amariglio, 1986). On exprime couramment l'acidité d'un lait en degrés Dornic ; ce dernier étant le nombre du dixième de millilitre de soude utilisée pour titrer 10 millilitres de lait en présence de phénolphtaléine. Deux laits peuvent avoir le même pH mais des acidités titrables différentes et inversement. C'est à dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration (Bouchachi, 2017).

4.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une des caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vaches, se situe entre -0,54°C et - 0,55°C. (Mathieu, 1998). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ - 0,0055°C. Le lait se congèle à -0.55°C. C'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est utilisée pour

déceler le mouillage. Si le point de congélation est supérieur à -0.53°C on suspectera une addition d'eau (Goursaud, 1985).

4.5. Point d'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 $100,5^{\circ}\text{C}$. Cette propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (Ali Saoucha, 2017).

5. Qualité microbiologique du lait de vache

Les microorganismes principalement présents dans le lait sont les bactéries. Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus. De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait dans lequel elles trouvent un excellent substrat nutritif (Billon et al., 2009). Certains microorganismes constituent un danger pour le consommateur du lait cru ou de ses dérivés. D'autres sont seulement des agents d'altération car ils dégradent les composants du lait pour donner des produits métaboliques indésirables (Medjoudj et Salhi, 2013).

5.1. Flore originelle ou indigène

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml. La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces micro-organismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des micro-organismes mésophiles tel que le *Lactobacillus*, le *Streptococcus* (Sadelli et Oulmi, 2013). On reporte dans le **Tableau 03** les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives :

Tableau 03 : Flore indigène du lait cru (Medjoudj et Salhi, 2013)

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

5.2. 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 telle que les Coliformes et les Clostridium, et d'une flore pathogène dangereuse d'un point de vue sanitaire telle que Staphylocoques et Clostridium (**Bedjaoui et Kerirem, 2016**). Selon **Guiraud (2003)**, le lait se contamine par une panoplie de germes d'origines diverses :

- ✓ Fèces et téguments de l'animal : coliformes, entérocoques, Clostridium, éventuellement Entérobactéries pathogènes (*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*).
- ✓ Sol : *Streptomyces*, *Listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques.
- ✓ Litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, Clostridium, butyrique (ensilage).
- ✓ Air et eau : flores diverses dont *Pseudomonas*, bactéries sporulées.
- ✓ Equipement de traite et de stockage du lait : microcoques, levures et flore lactique avec lactobacilles, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*.
- ✓ Manipulateurs : staphylocoques dans le cas de traite manuelle, mais aussi germes provenant d'expectorations et de contamination fécale.
- ✓ Vecteurs divers (insectes en particulier), flore de contamination fécale (**Mokri, 2014**).

5.3. Sources de contamination du lait de vache

a) - Contamination du lait au stade de la production

La flore du lait cru est abondante et susceptible d'évoluer rapidement. Il faut donc abaisser sa température à moins de 10°C le plus rapidement possible, au mieux dans l'heure qui suit la traite. Le lait recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle est soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant transport dans le cas d'exploitations importantes. Dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée. Le lait cru doit être toujours maintenu au froid. La durée de conservation de ce lait est courte en raison de la possibilité du développement des germes psychrotrophes et psychrophiles (quelques jours) (**Belarbi, 2015**).

b) - Contamination du lait par l'animale

Lorsque l'animal est sous médication, le lait renferme des résidus d'antibiotiques qui sont à l'origine de perturbations importantes des processus de fermentation et de maturation des produits laitiers de large consommation tels que les yaourts, les fromages et autres laits fermentés. Ces laits anormaux doivent être séparés du lait sain et ne doivent pas être utilisés pour la transformation. La propreté des vaches a un impact significatif sur la santé du pis et en particulier sur le taux de mammites environnementales. Le maintien de la propreté du pis et des membres des vaches permet de diminuer la propagation d'agents pathogènes de l'environnement vers le canal du trayon (**Belarbi, 2015**).

c) - Contamination au cours de la traite

C'est en surface des trayons que l'on retrouve la plus grande diversité de groupes microbiens : une douzaine 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). Dans le lactoduc et l'air du lieu de traite, la diversité microbienne est moindre puisque que seuls quelques groupes microbiens sont systématiquement présents (**Benhedane, 2012**).

d) - Contamination du lait au cours de transport

La collecte et le transport se font grâce à de camion-citerne 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. 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 (**Benhedane, 2012**).

5.4. Flore d'altération

Elle exploite les défauts sensoriels (goût, arôme), ou réduit la durée de conservation des produits laitiers. Cependant, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre. La flore d'altération comporte trois genres identiques à elle : les coliformes, les levures et les moisissures (**Djouadi, 2014**).

a) - Bactéries de type coliforme

Les coliformes sont des bactéries Gram (-) non sporulées, aérobies ou anaérobies facultatives. Des exemples ; genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (**Billon et Sauve, 2009**).

b)-Les Streptocoques fécaux, les Streptocoques lactiques et les Lactobacilles

Les Streptocoques sont des témoins de contamination fécale. Ils entraînent très souvent une très forte protéolyse. Les Streptocoques lactiques et les lactobacilles (qui sont de la flore indigène du lait) sont recherchés pour la fabrication du fromage. Ils peuvent abondamment et rapidement acidifier le lait ce qui provoque la coagulation (**Belarbi, 2015**).

5.5 Flore pathogène

Elle fait partie de la flore contaminant le lait. Les bactéries pathogènes pour l'homme peuvent être présentes dans le lait cru, ou dans les produits laitiers qui en

dériver. Elles sont capables de provoquer des malaises chez les personnes qui en consomment. Les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène sont le plus souvent mésophiles (**Djouadi, 2014**) dont on peut citer : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (**Vignola, 2002**).

a) - Les coliformes totaux

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. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C pour produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié. Des coliformes banals absorbés en quantité massive (1 million à 1 milliard de germes) peuvent déclencher des troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements et diarrhée) habituellement de courte durée (**Belarbi, 2015**).

b) - Clostridiums Sulfito-Réducteurs

Leur recherche et dénombrement est important car les Clostridiums sulfito-réducteurs (ou leurs spores), sont des bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol, leur résistance est beaucoup plus importante que celle des autres germes puisqu'ils sont sporulés. Lorsque les bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont présente dans les aliments, il y a présomption de la présence de *Clostridium perfringens* qui est l'un des plus fréquemment impliqués dans les intoxications alimentaires (**Djouadi, 2014**).

Chapitre 02 :
Facteurs influençant la
qualité du lait de vache

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

1. Facteurs d'altération de la composition du lait de vache

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces facteurs sont bien connus. Ils sont soit intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire...etc.), soit extrinsèques liés au milieu 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 compte tenu de leurs interrelations (**Wolter, 1988**).

Pour certains facteurs, comme le stade physiologique et la saison, l'éleveur n'a aucun moyen d'action, il est donc nécessaire d'en connaître les influences car elles peuvent expliquer certaines variations de la composition non seulement au niveau de l'individu, mais aussi au niveau des laits de mélange. Pour d'autres tels que les facteurs génétiques ou l'alimentation, l'éleveur peut intervenir puisqu'ils lui permettent d'agir sur la composition du lait et d'améliorer ses caractéristiques (**Pougheon, 2001**).

1.1 Facteurs liés aux conditions intrinsèques

a) – L'âge

La quantité de lait augmente généralement du premier vêlage au cinquième (**Veisseyre, 1979**). On y observe une diminution du taux butyreux (TB) de 1% et du taux protéique de 0,6% (**Pougheon et Goursaud, 2001**). Cependant, ces taux diminuent sensiblement et assez vite à partir du septième vêlage (**Veisseyre, 1979**). De ce fait, le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire des mamelles ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**Mathieu, 1985**).

b) - Facteurs génétiques

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

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

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 (**Pougheon et Goursaud, 2001**). Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, A et B issus des mutations ponctuelles donnent des protéines différentes qui ne se distinguent que par l'échange d'un ou deux acides aminés. Les variantes génétiques des protéines du lait, notamment ceux de la caséine κ (κ -Cn) et de la β -lactoglobuline (β -Lg), influencent la composition du lait ainsi que certains critères de productivité des vaches (**Jakob et Hänni, 2004**).

c) -Niveau de lactation

De manière tout à fait classique, le taux protéiques (TP) et le taux butyreux ont présenté un minimum respectivement aux deuxième et troisième mois de lactation et ont augmenté ensuite linéairement et parallèlement jusqu'au tarissement. Le rapport TB/TP a été constant sur la lactation et égal à 1,23. Les primipares ont présenté des TB supérieurs (+ 0,8 g/kg en moyenne) et des TP inférieurs à ceux des multipares (- 0,6 g/kg après le 4eme mois de lactation) (**Agabriel et al., 1990**). Citée une vache aura un TB élevé durant le premier niveau de lactation, puisqu'elle libère beaucoup d'acides gras dans la circulation sanguine (**Bedouet, 1994**). Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées au début de la lactation (période colostrale) puis elles chutent jusqu'au minimum au deuxième mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation. Cette augmentation est due en partie à l'avancement du state de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière (**Pougheon et Goursaud, 2001**). Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, le TB et le TP, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (**Meyer et Denis, 1999**).

d) - L'état sanitaire (mammites chez les vaches)

La numération cellulaire dans le lait est indicatrice de la santé de la mamelle (**Jaubert et al., 1993**). Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait (**Badinand, 1994**). Tout problème sanitaire

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

perturbe la composition du lait (parasitisme interne, maladies infectieuses, maladies métaboliques, mais surtout les mammites) (Paradal, 2012).

La hiérarchie des fréquences des pathologies rencontrées dans les élevages laitiers et qui sont à l'origine de la baisse importante de la production, sont les mammites cliniques (25,6%), les troubles digestifs (12,3 %) et la rétention placentaire (9,6%) (Faye et al., 1994).

Une mammite est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle (Figure 03) due à la présence d'un ou de certains types de microorganismes (Tableau 04). Les principaux facteurs entraînant ce genre d'inflammation sont : une mauvaise hygiène lors de la traite, l'utilisation d'un matériel de traite défectueux, les traumatismes et les blessures du pis, les conditions de vie de l'animal, la rétention lacté (Meyer et Denis, 1999).

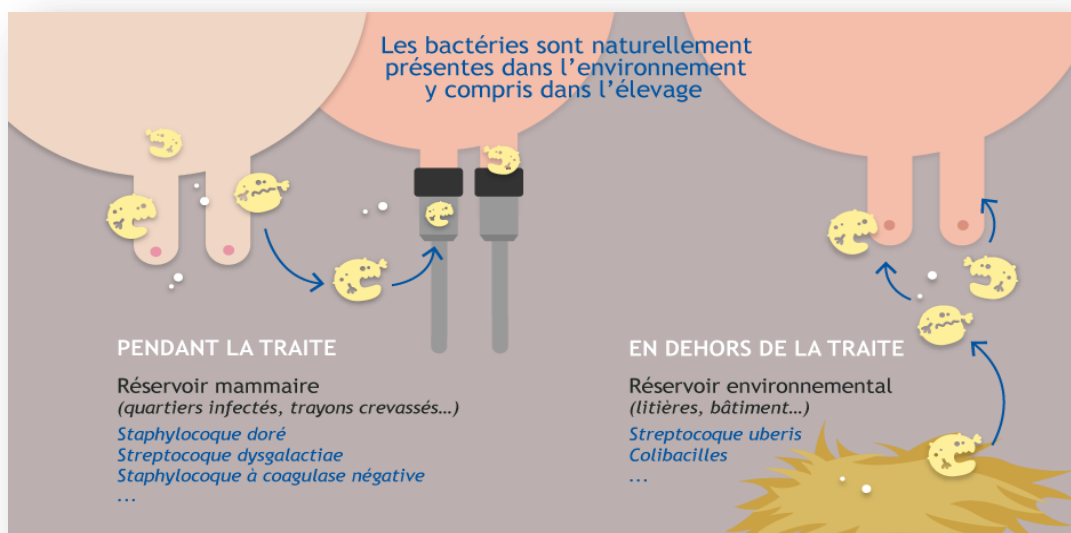


Figure 03 : Mammité d'une vache laitière (Meyer et Denis, 1999)

Les mammites viennent en tête de liste des infections dans les élevages laitiers, la production laitière du troupeau constitue l'une des mesures les plus affectées par les mammites, les quantités de lait produites chutent de manière significative (jusqu'à 15-18%) en fonction de l'augmentation des cas de mammité (Le Roux, 1999).

Selon la sévérité de l'infection, on différencie la mammité clinique (entraînant une modification systématique de l'aspect du lait), une mammité subclinique (Tableau 04)

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

(Bergonier *et al.*, 1997) qui ne s'accompagne d'aucun symptôme, ni général, ni local, ni fonctionnel (Poutrel, 1985), mais qui affecte négativement la production (Smaali, 2014).

Tableau 04 : Réservoirs et fréquences relatives des microorganismes responsables de mammites cliniques et de mammites subcliniques (Bergonier *et al.*, 1997)

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>S. dysgalactiae</i>	<i>S. uberis</i>	Entérobactéries Entérocoques(1)	Staphylocoques à coagulase (-)	Corynébactéries
Réservoir principal	Mamelle/ trayon	Mamelle/ trayon	Mamelle/ trayon	Mixte	Environnement	Mamelle/ trayon	Environnement
Mammites cliniques							
Bovines	+	+++	+++	+++	++	--	--
Ovins	+++	-	-	+/-	--	++	--
Caprines	+++	-	-	-	--	++	--
Mammites subcliniques							
Bovines	+++	++	++	++	-	++	--
Ovins	++	-	-	-	--	+++	--
Caprines	++	-	-	-	--	+++	--
(1) Entérobactéries = <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> sp, <i>Proteus</i> ... Entérocoques= <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Enterococcus faecium</i>							

e) - La gestation

La gestation a un effet marqué sur la baisse de la production laitière, cela est dû à la production de la progestérone par le placenta. La quantité journalière du lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de la lactation et de la gestation, dont l'effet commence à se faire sentir à environ vingt semaines après la fécondation (Coulon *et al.*, 1995). En effet, la production laitière diminue rapidement chez la vache gestante, notamment durant les 120 jours qui suivent la saillie fécondante que chez la vache vide (Chupin, 1974). L'existence d'une influence négative possible de la gestation sur la production laitière, pousse l'éleveur à retarder volontairement le moment de l'insémination

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

artificielle, prolongeant ainsi la persistance de la lactation, chez les vaches traites jusqu'au vêlage (Nebel et Mcgilliard, 1993).

f) - La race

La race de l'animal influe sur la composition du lait (Hanzen, 2010). Selon les races, on distingue des animaux destinés à la production laitière comme c'est le cas de la Holstein. Il existe aussi des animaux dits mixtes car ils sont exploités à la fois pour la production du lait et celle de la viande, c'est le cas de la Normande ou de la Montbéliarde. Pour finir, il y a des races simplement allaitantes comme la N'Dama, le Gobra...etc. Au sein d'une même race, il existe des différences individuelles. Ces différences sont à la base de la sélection (Millogo, 2010).

1.2. Facteurs liés aux conditions extrinsèques

a) - L'alimentation

L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, le TP varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au TB, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments) (Coulon et Hoden, 1991).

b) - Saison et climat

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires (Coulon et al., 1991). A partir des travaux réalisés par Spike et Freeman (1967) cité par Coulon et al., (1991), il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. A l'inverse, les TB et TP du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver. Chez des vaches de type Pie Noire, ils atteignent 3g/Kg pour le taux butyreux et près de 2g/Kg pour le taux protéique.

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

c) - Effet de tarissement

Le tarissement autrement dit la période sèche désigne la régression finale de la lactation, qu'elle soit naturelle ou provoquée. C'est la période de repos physiologique allant de l'arrêt de la traite jusqu'au vêlage. Son raccourcissement ou son omission a des effets considérables sur la qualité et la quantité du lait produit. La durée de tarissement doit être d'environ deux mois en dessous de 40 jours. La future lactation est diminuée au-delà 100jours (**Guettar et Morsli, 2018**).

d) - Effet de mois de vêlage

Selon **Auriol (1995)**, l'action du mois de vêlage se fait surtout sentir sur la persistance et également sur la durée de lactation. Les vaches vêlant en Octobre à Décembre voient leur production remonter lors de la mise à l'herbe (les lactations sont très persistantes et relativement plus longue), celles qui vêlent en Janvier à Mars n'atteignent qu'assez rarement la production maximale journalière (la persistance ayant diminuée légèrement, ainsi que la durée moyenne des lactations). Quant aux vaches vêlant en Mai-Juin, leur production laitière minimale est caractérisée par un bon départ, une persistance très faible et une durée de lactation également faible.

e) - Effet de la traite

La traite consiste à extraire le lait contenu dans la mamelle. Malgré le rythme soutenu de travail qu'elle impose, sa durée et sa répétition qui peut la rendre pénible pour l'éleveur, elle reste essentielle. Son bon déroulement biquotidien et son efficacité, conditionnent à la fois le maintien de la bonne santé mammaire de la vache, la quantité et la qualité du lait obtenu. Tout doit être mis en œuvre pour la réaliser facilement et du mieux possible, c'est-à-dire dans de bonnes conditions pour le trayeur et les animaux. Les vaches sont traitées deux fois par jour, matin et soir. Une durée de 12 heures est recommandée entre les deux traites (**Bokretaoui, 2017**).

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

2. Evolution et altération du lait de vache

Suivant le degré de dégradation des constituants du lait sous l'effet des microorganismes, on distingue quatre états bactériologiques du lait (**Medjoudj et Salhi, 2013**).

2.1. Phase bactériologique ou de latence

Du fait des substances antibactériennes du lait et des bactériocines produites par les bactéries lactiques, les autres germes tendent à stagner ou à régresser. C'est une phase d'adaptation. Le lait peut alors se conserver pendant longtemps sous réfrigération. Toutefois, cette durée est réduite considérablement à une température élevée (**Petransxiene et Lapiéd, 1981**).

2.2. Phase d'acidification

Durant cette phase, l'acidité ionique diminue et le degré Dornic augmente. La fermentation du lactose par les espèces du groupe lactique principalement, aboutit à la production d'acide lactique. Les streptocoques sont les premiers germes acidifiants intervenant par abaissement du pH et par augmentation de l'acidité, puis viennent les lactobacilles acidophiles qui, en se proliférant, abaissent d'avantage le pH et entravent la croissance d'autres germes (**Medjoudj et Salhi, 2013**).

2.3. Phase de neutralisation

Durant cette phase, l'acide produit est utilisé par les levures acidophiles, ce qui entraîne une désacidification. Ainsi, le pH augmente et tend à s'équilibrer vers la neutralité (pH= 7). Cette phase dite de neutralisation correspond à la reprise d'activité des germes putréfiantes, d'où la nécessité d'un contrôle des germes acidigènes ou acidivores (**Medjoudj et Salhi, 2013**).

2.4. Phase d'alcalinisation

Elle est également dite de putréfaction et se traduit par une production d'hydrogène sulfuré, indice de dégradation systématique du lait, car il affecte aussi bien les caractères hygiéniques qu'organoleptiques (**Petransxiene et Lapiéd, 1981**).

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

3. Hygiène de la traite

Le lait est une denrée fragile dont le devenir industriel (lait en nature, beurre, fromage) dépend de sa qualité. La production d'un lait de qualité n'exige ni des installations coûteuses dans la ferme, ni des transformations ruineuses dans le système commercial et industriel; il faut surtout un suivi rigoureux et permanent des bonnes pratiques d'hygiène tout au long du circuit de sa production notamment à la traite (**Benhedane, 2012**).

3.1. Trayeur : doit :

- ✓ Etre en bon état de santé : pour éviter la pollution du lait et la contagion de la vache par certaines maladies (tuberculose).
- ✓ Etre propre : le vacher, avant de commencer à traire, doit se laver soigneusement les mains et les essuyer avec un linge propre.
- ✓ Avoir la bonne tenue : le trayeur doit être habillé proprement et simplement. La meilleure tenue est le bleu de mécanicien ; le trayeur doit mettre un tablier blanc toujours propre et une calotte blanche cachant ses cheveux (**Benhedane, 2012**).

3.2. L'animal : Ce dernier doit présenter :

- ✓ Une propreté générale, elle sera obtenue par une litière correcte, si nécessaire un pansage journalier évitant la présence de souillures voire de plaques d'excréments.
- ✓ Une propreté de la mamelle assurée par le passage sur le pis d'un linge propre trempé de solution légèrement antiseptique tiède ; cette dernière devra être renouvelée aussi souvent que nécessaire pour rester propre et remplir son rôle.
- ✓ Pour la traite en étable, la queue doit être attachée, pour éviter qu'elle ne souille le lait.
- ✓ Santé : on détectera précocement et systématiquement les maladies particulièrement dangereuses : tuberculose, mammites (**Benhedane, 2012**).

4. Conservation du lait à 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

Chapitre 2 : Facteurs influençant la qualité du lait de vache

souvent 10^6 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 psychotropes qui peuvent générer des enzymes protéolytiques et lipolytiques susceptibles d'altérer la qualité et la stabilité des laits (**Veisseyre, 1979**).

Le froid peut également entraîner des perturbations de nature physico-chimiques ou biochimiques avec des conséquences sur la qualité technologique des laits (stabilité thermique, aptitude à la transformation en fromage). Les plus importants de ces perturbations 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.

En outre, cette évolution conduit à un mélange de laits issus de plusieurs traites et provenant de plusieurs troupeaux, ce qui peut avoir un impact négatif sur 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 prendre en considération: le premier étant la réduction au minimum de la contamination initiale; le second étant le refroidissement rapide du lait à basse température ($< 4^\circ\text{C}$) pour ralentir le développement des microorganismes ce qui nous conduit souvent à surestimer les avantages que présente l'utilisation du froid artificiel omettant les faits que la qualité microbiologique du lait dépend avant tout des soins qui sont apportés au moment de sa récolte et que le froid n'améliore pas la qualité microbiologique du lait, il ne fait que la conserver (**Dieng, 2001**).

Chapitre 03 :

Matériel et méthodes

1. Présentation de la région d'étude

L'Algérie accorde une attention particulière au lait du fait qu'il représente une source de protéines animales appréciable et surtout un aliment de base. A cet effet, le présent travail vise à analyser la qualité microbiologique et physico-chimique du lait cru de vache au niveau des bassins laitiers du Nord-Est algérien, en l'occurrence celui de la wilaya de Guelma (**Figure 04 et Tableau 05**).

La wilaya de Guelma constitue d'un point de vue géographique un point de rencontre voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le nord du pays, les Hauts plateaux et le sud avec une superficie qui s'étend 3.686,84 Km². Cette wilaya se caractérise par rapport à l'ensemble des wilayas du pays, par un effectif de bovins relativement important, concentré au centre de la wilaya mais aussi dans les montagnes et les hauteurs, où il est conduit en extensif. Ce système extensif se caractérise par son hétérogénéité. Ce cheptel bovin est dominé par le BLL (bovin laitier local) (Guelmoise) et le BLI (bovin laitier importé). Ce système joue un rôle important dans l'économie familiale et reste très dépendant des conditions climatiques.



Figure 04 : Répartition géographique des zones d'élevages retenues

Tableau 05 : coordonnées GPS des zones d'élevages

Zones	Coordonnées
Guelma	36°27'31.5"N 7°26'24.5"E
Héliopolis	36°30'13.0"N 7°26'29.1"E
Ben Djerrah	36°24'53.3"N 7°21'13.4"E
Hammam n'bail	36°19'57.9"N 7°38'42.5"E
Bouhachana	36°18'42.7"N 7°30'18.8"E

2. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude

Le territoire de la wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La pluviométrie varie entre 400 et 500 mm/an au Sud, et peut aller jusqu'à près de 1000 mm/an au Nord. Près de 57% de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre Mai). En moyenne la température annuelle et la précipitation sont respectivement de 17,2 °C et 557 mm.

3. Enquête épidémiologique

Afin de cerner l'ensemble des facteurs qui influencent la qualité du lait recueillis, nous avons jugé utile de réaliser une enquête auprès des éleveurs le jour du prélèvement. Chacun a été sensibilisé quant à l'intérêt d'une telle étude ainsi qu'à l'importance de fournir des renseignements exacts. Des questionnaires ont été élaborés renseignant sur les vaches prélevées (l'état sanitaire de l'animal, l'aspect clinique des mamelles, l'âge, la race, l'alimentation, le niveau de lactation, ...) et l'hygiène de la traite et ont été reportés dans l'Annexe 01.

4. Prélèvement et échantillonnage du lait

Vingt-deux échantillons ont été prélevés par la traite manuelle et mécanique dans la période allant du 18 Février au 11 Mars 2020. Ceci a été effectué à partir du lait cru de vaches de six différentes régions de Guelma. La répartition des prélèvements du lait de vache par zone d'étude est reportée dans le **Tableau 06**.

Tableau 06: Répartition des prélèvements du lait de vache par zones d'études

Zones	Nombre d'échantillons prélevés
Guelma	7
Héliopolis	3
Ain Sania	5
Ben Djerrah	2
Hammam n'bail	4
Bouhachana	1

Une procédure rigoureusement aseptique a été suivie pour réaliser le prélèvement d'échantillons de lait afin d'éviter la contamination de la mamelle par les nombreux microorganismes présents aussi bien sur la peau des flancs, du pis et des trayons de la vache, que sur les mains du préleveur et dans l'étable en réalisant les étapes suivantes (**Si Tayeb, 2018**) :

➤ Lavage des mains de l'opérateur proprement vêtu et de la mamelle de l'animal avant la traite (**Si Tayeb, 2018**).

- **Préparation du pis et des trayons**

Le pis et plus particulièrement les trayons ont été bien nettoyés et séchés avant de réaliser le prélèvement d'échantillons. Puis on a Commencé par tirer et éliminer quelques jets de lait afin de réduire le nombre de bactéries présentes dans le canal de chaque trayon (**Si Tayeb, 2018**).

- **Technique de prélèvement des échantillons**

Le lait a été trait manuellement et mécaniquement le matin afin de réduire le risque de contamination du trayon et le prélèvement a d'abord été effectué sur les trayons les plus rapprochés, puis ceux éloignés. Le bouchon du flacon stérile a été enlevé de manière à éviter tout contact avec sa surface interne puis tenu de façon à orienter sa surface interne vers le bas (**Si Tayeb, 2018**).

- **Manutention et entreposage des échantillons**

Une fois les échantillons prélevés et disposés dans un râtelier pour plus de commodité, ils ont été conservés à 4°C dans une glacière puis acheminés immédiatement vers le laboratoire (**Si Tayeb, 2018**). Dès leur arrivés au laboratoire, les échantillons ont fait l'objet d'une série d'analyses physico-chimiques et microbiologiques puis immédiatement, conservés dans un réfrigérateur de 4 à 5°C avec un délai n'excédant les huit heures (**Guiraud, 2003**).

Avant et pendant les manipulations au Laboratoire, les règles suivantes ont été respectées pour éviter, l'hétérogénéité de l'échantillon lors des analyses physicochimiques et le transfert de germes d'un récipient à un autre.

Concernant les analyses physicochimiques : Nous avons procédé à une homogénéisation par une légère agitation dans le but d'obtenir une composition uniforme.

Concernant les analyses microbiologiques : Nous avons procédé comme suit :

- ❖ Un lavage des mains a été réalisé avant et après chaque manipulation.
- ❖ Un nettoyage et une aseptisation des paillasse a été effectuée avant et après chaque manipulation.
- ❖ Nous avons travaillé le plus près possible du bec bunsen avec des ustensiles stériles et de façon absolument aseptique.
- ❖ On s'est assuré que toutes les boîtes de pétri, les bouillonsensemencés, ainsi que les ustensiles souillés (Pipettes, tubes, ...) ont été décontaminés en autoclave.

5. Méthodes d'analyses

La méthodologie du travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la **Figure** suivante :

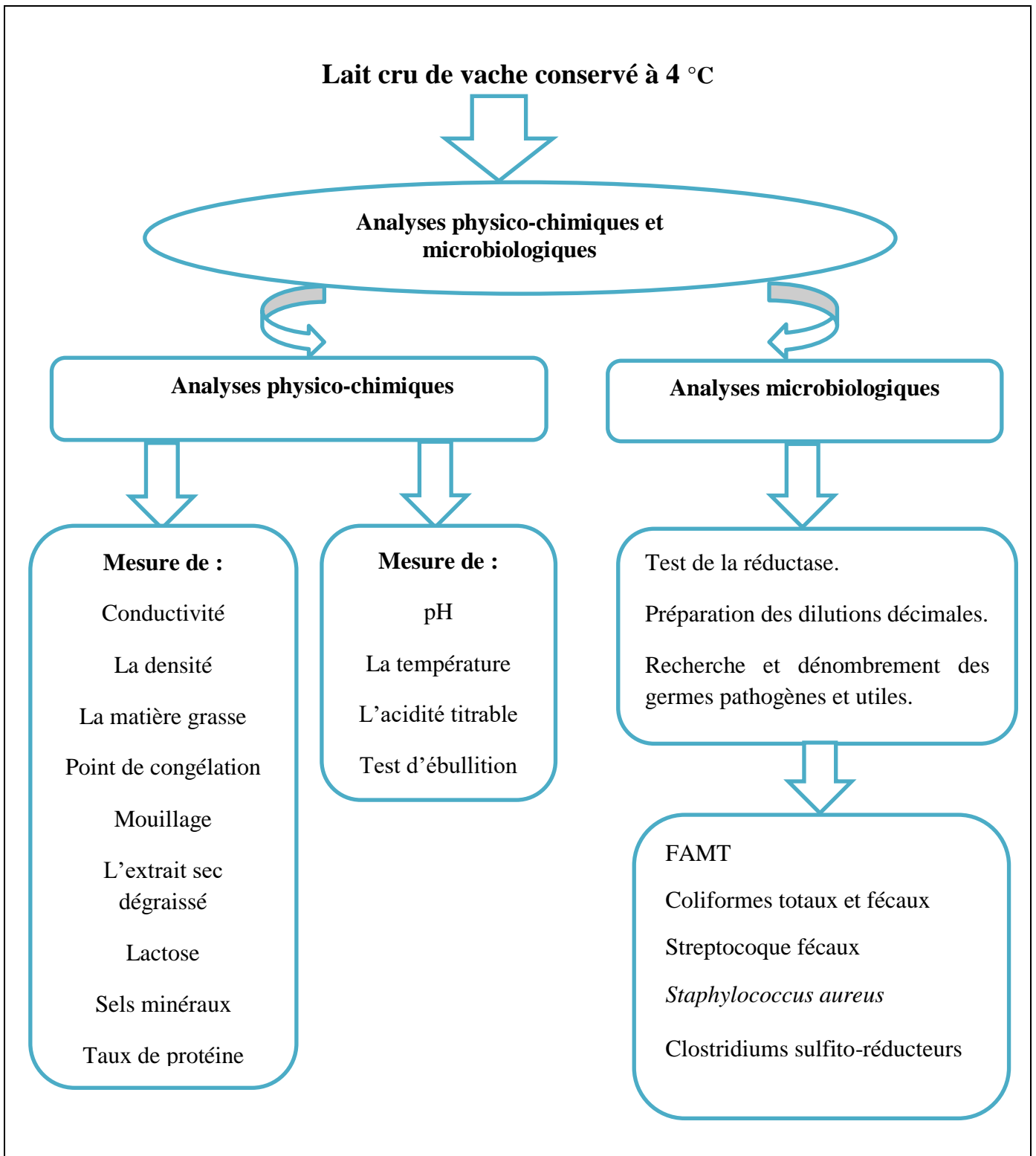


Figure 05 : Protocole expérimental

5.1. Analyses physico-chimiques du lait de vache.

- **Les mesures manuelles**

- ❖ **Détermination du pH**

Le pH du lait varie d'une espèce à une autre (Alais, 1984). La mesure de ce dernier a une importance exceptionnelle du fait de l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait et certains de ses composants chimiques notamment : la caséine et le phosphate en plus de nous renseigner sur l'acidité du lait, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (Mathieu, 1998).

- **Mode opératoire :** Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre après nettoyage de son électrode avec de l'eau distillée et séchage avec du papier buvard. La mesure a été faite par immersion du bout de l'électrode dans le lait. La valeur du pH s'est affichée immédiatement sur l'écran.

- ❖ **Détermination de la température**

La température du lait est un signal d'alerte qui selon la variation de la valeur indique si le lait encourt des modifications de texture et éventuellement la possibilité d'un risque sanitaire (Bouchakour et Djeghlal, 2015).

- **Mode opératoire :** La mesure de la température du lait cru a été 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'est effectuée directement sur la graduation du thermomètre.

- ❖ **Test d'ébullition**

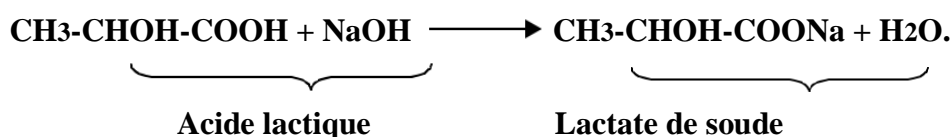
Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséines particulièrement instables. Dès lors, un simple traitement thermique suffit à les précipiter.

- **Mode opératoire :** Dans un tube, on a introduit 2 à 5 ml de lait et le porter à ébullition.
- **Expression des résultats**

Si le lait est normal, le liquide reste homogène un moment puis il se forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement de calcium, de protéides et de matière grasse), les laits acidifiés (au 25°D) coagulent par ébullition (Thieulin et Vuillaume, 1967).

❖ Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable permet de juger de l'état de conservation du lait et renseigne sur son état de fraîcheur. Elle est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium (NaOH) (N/9). La présence de phénolphtaléine, comme indicateur coloré, indique la limite de la neutralisation par changement de couleur. Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) (1 °D représente 0,1 d'acide lactique dans un litre de lait) (Mathieu, 1998). La réaction mise en jeu est la suivante :



(Sadelli et Oulmi, 2013).

- **Mode opératoire :** Nous avons pris 10 ml de lait qu'on a placé dans un bécher de 100 ml en présence de 0,1 ml de phénolphtaléine à 1% préparé dans l'alcool à 95%. Nous avons additionné la soude (0,1N) à l'aide d'une burette graduée jusqu'au virage au rose de l'échantillon. La coloration rose a persisté au moins 10 secondes.
- **Expressions des résultats**

Cette acidité correspond au nombre de 1/10^e de ml de soude Dornic (N/9 nécessaire pour assurer le virage de la phénolphtaléine (Demouche et Belkheir, 2018). Elle correspond à la valeur lue sur la burette après le titrage en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = 10 \times V$$

V: étant le volume en ml de la soude nécessaire pour le titrage (Sadelli et Oulmi, 2013).

❖ La mesure par lactoscane

Les paramètres physico-chimiques réalisés par lactoscane ont concerné : la concentration en matière grasse (MG), le taux de protéines (TP), la densité (D°), le point de congélation (PG), le mouillage, l'extrait sec digressé (ESD), la conductivité, la concentration du lactose et le taux en sels minéraux.

5.2. Analyses microbiologiques du lait de vache

L'analyse microbiologique du lait est une étape importante qui vise d'une part à conserver les caractéristiques organoleptiques et sensorielles du lait et d'allonger sa durée de vie et d'autre part à prévenir les cas d'intoxications alimentaires liés à la présence des microorganismes pathogènes et leur transmission au consommateur (**Vignola, 2002**). Elle consiste en la recherche et/ou le dénombrement d'un certain nombre de microorganismes susceptibles d'être présents dans le lait cru à savoir :

- La flore aérobie mésophile totale.
- Les coliformes totaux et fécaux.
- Les microorganismes pathogènes : Streptocoques fécaux, *Staphylococcus aureus*, Clostridium sulfito-réducteurs.

5.2.1. Vérification rapide de la qualité microbiologique du lait : Test de la Réductase

Ce test donne une idée sur la quantité de germes présents dans le lait, de leur activité et de leur vitesse de multiplication (**Guiraud, 2003**).

- **Principe**

La plupart des bactéries se multipliant dans le lait sont capables, grâce à l'action de leur réductase, d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction jusqu'à décoloration d'un indicateur redox. Pour y faire, on utilise généralement le bleu de méthylène (**Guiraud, 2003**).

- **Mode opératoire**

Nous avons pris 10 ml de lait dans des tubes à essai, auxquels on a ajouté 1 ml d'une solution de bleu de méthylène à 5mg/100ml d'eau distillée puis on a mélangé le contenu des tubes en les inversant 2 à 3 fois. Ensuite, on les a incubés à 37 °C dans un bain-marie tout en les retournant toutes les heures. Les lectures ont été réalisées une fois au bout de 2 heures puis une deuxième au bout de 4 heures.

- **Expressions des résultats**

Le temps de décoloration du bleu de méthylène donne une mesure quant au niveau de contamination du lait (**Tableau 07**).

**Tableau 07 : Classement des laits en fonction des tests de réduction
(Guiraud, 2003)**

Note	Appréciations	Temps de réduction du bleu du méthylène
1	Lait contaminé	• $t < 2h$ (<1h 30)
2	Lait peu contaminé	• $2h < t < 4h$ • $1h30 < t < 3h$
3	Lait de bonne qualité	• $t > 4h$ (> 3h)

5.2.2. Préparation des dilutions

Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques et les pipettes conseillées sont à écoulement total.

Une série de dilutions a été réalisées à partir de l'échantillon. Nous avons prélevé 1 ml de l'échantillon à l'aide d'une micropipette stérile et on l'a introduit dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique (dilution 10^{-1}), puis le mélange a été agité à l'aide d'un vortex. Ces étapes ont été répétées jusqu'à l'obtention des dilutions voulues.

Le choix des méthodes de dénombrement a été effectué à partir des données bibliographiques et en fonction de la disponibilité des milieux de culture.

Les colonies développées dans les boîtes de Pétri contenant 15 à 300 colonies ont été dénombrées. Le résultat obtenu est exprimé en unités formant colonies par millilitre de produit (UFC/ml) (Guiraud, 2003).

5.2.3. Dénombrement de la flore totale aérobique mésophile (FMAT)

La flore mésophile aérobique totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25 et 40°C (Bourgeois et Leveau, 1980).

- **Principe**

Les micro-organismes aérobies et aéro-anaérobies facultatifs, peuvent se développer dans un milieu nutritif non sélectif. Incubés à 37°C pendant 72h. Ils apparaissent sous forme de colonies de taille et de formes différentes. Le milieu choisi pour le dénombrement de la flore totale est le TGEA (Lapied et Petranxiene, 1981).

- **Mode opératoire**

On a préparé le milieu de culture TGEA en le mettant dans un bain-marie, puis en refroidissant à 45°C devant un bec benzène et sur une paillasse bien stérile. Ensuite, on a versé 1ml de l'échantillon mère et de chaque dilution choisie $10^{-1}, 10^{-2}$ dans des boîtes de pétrie vides stérilisées à raison d'une boîte pour chaque dilution. Après on a ajouté 15ml de milieu de culture TGEA dans les boîtes et on a mélangé soigneusement en faisant des mouvements circulaires en forme de huit (08) pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène et assurer un bon mélange de la gélose avec l'inoculum. Enfin on a laissé les boîtes jusqu'à ce que leur contenu devienne solide et on les a incubés à 37°C pendant 72h (**Institut pasteur d'Algérie**).

- **Lecture**

Les colonies de FTAM se sont présentées sous forme lenticulaire en masse.

- **Expression des résultats**

On a utilisé la relation suivante : $N = \sum \text{colonies} / V \text{ ml} * (N1 + 0,1 N2) * d1$

- N : Nombre d'UFC par ml de lait.
- \sum colonies : Somme des colonies des boîtes interprétables
- V : volume de solution déposée (1ml)
- N1 : nombre de boîtes considéré à la première dilution retenue
- N2 : nombre de boîte considéré à la seconde dilution retenue
- d1 : facteur de la première dilution retenue

5.2.4. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatives et lactose positif. Leur présence dans les aliments traduit une contamination fécale par le manque d'hygiène (**Bourgeois et al., 1996**).

- **Principe**

Le milieu sélectif pour le dénombrement des coliformes est le VRBG (Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) qui permet à ces germes de fermenter le lactose plus ou moins rapidement.

- **Mode opératoire**

Nous avons préparé le milieu de culture (VRBG) en le mettant dans un bain-marie, puis en refroidissant à 45°C devant un bec benzène et sur une paillasse bien stérile. Ensuite, on a mis 1 ml de l'échantillon mère et de chaque dilution choisie 10^{-1} , 10^{-2} dans des boîtes de pétrie vides stérilisées auxquelles on a additionné 15 ml de milieu de culture (VRBG). Après, Nous avons mélangé soigneusement en faisant des mouvements circulaires en forme de huit (08) pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène et assurer un bon mélange de la gélose avec l'inoculum. Nous avons laissé les boîtes jusqu'à ce que le contenu devienne solide, puis on les a incubées à deux températures, trois boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24h pour les coliformes totaux et trois autres ont été incubées à 44°C pendant 24h pour les coliformes fécaux (**Institut pasteur d'Algérie**).

- **Lecture**

Les colonies caractéristiques des coliformes sont d'un rouge foncé et d'un diamètre d'au moins 0.5 mm, fluorescentes.

- **Expression des résultats**

Nous avons utilisé la même méthode que celle des FTAM.

5.2.5. Recherche et dénombrement de Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux (Entérocoques ou Streptocoques du groupe D) sont des commensaux de l'intestin. Ce sont les deux espèces les plus souvent identifiées chez l'humain. La présence des Streptocoques dans le produit est un signe de contamination fécale (**Gleeson et Gray, 1997**).

- **Principe**

La recherche des Streptocoques fécaux ou Streptocoques groupe D se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP). Cette technique fait appel

consécutivement à deux tests à savoir :

- Le test de présomption, qui se fait sur le milieu de Rothe (S/C) et (D/C).
- Le test de confirmation, qui se fait sur le milieu d'EVA Litsky.

➤ **Mode opératoire**

- **Test de présomption**

Nous avons préparé dans un portoir 9 tubes, 3 tubes contenant chacun 10ml de milieu sélectif Rothe S/C et 6 tubes contenant chacun 10ml de milieu sélectif Rothe D/C à raison de trois tubes par dilution.

- A partir d'échantillon mère, nous avons porté aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes de chaque série, puis nous avons mélangé soigneusement avant d'incuber les tubes dans une étuve à 37°C pendant 24h (**Institut Pasteur d'Algérie**).

➤ **Lecture**

Nous avons considéré comme positifs, les tubes présentant un trouble microbien.

- **Test de confirmation**

Les tubes présentant un trouble ont été considérés comme positifs, dans ce cas nous avons fait un repiquage sur le milieu EVA-Litsky. Pour ce faire, nous avons pris 1 à 2 gouttes de chaque tube positif et nous les avons repiqués dans 9ml de milieu d'EVA-Litsky puis nous avons mélangé soigneusement l'inoculum dans le milieu avant d'incuber à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture**

Nous avons considéré comme positif tout tube présentant un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond. Le nombre des Streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de Mac Grady.

➤ **Expression des résultats**

Nous avons utilisé la formule suivante :

$$N = \text{NPP} / V \times S$$

NPP : Nombre le plus probable extrait de la table de Mac Grady.

V : le volumeensemencé (volume utilisé de chaque dilution ajoutée au milieu de culture) (1ml pour chaque dilution).

S : facteur de dilution.

5.2.6. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococcae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles. Ils se trouvent assez fréquemment dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine de la contamination est l'infection mammaire qui peut être assez fréquemment l'homme. Leur fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance, ils provoquent par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutable chez l'enfant. Pour cela, les normes exigent leur absence dans les produits alimentaires (Leyral et Vierling, 2007).

➤ Principe

La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait dans le milieu sélectif de dénombrement Chapman.

➤ Mode opératoire

A partir de l'échantillon mère et des dilutions décimales retenues 10^{-1} , 10^{-2} , nous avons porté aseptiquement 0,1ml par dilution et nous les avonsensemencées sur gélose Chapman. Les boîtes de Pétri ont été incubées à leur tour à 37° pendant 24.

➤ Lecture

Après l'incubation, on a repéré les colonies suspectes à savoir les colonies de tailles moyennes, lisses brillantes, en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

5.2.7. Recherche et dénombrement de *clostridium Sulfito-réducteurs*

Les spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs sont des bactéries à Gram (+) anaérobies strictes, sporulés, qui réduisent les sulfures et dont la plupart des espèces sont mobiles (Gregorio et al., 2007).

Les *Clostridium* sulfite-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des Streptocoques fécaux, permettrait ainsi de détecter une pollution fécale ancienne ou intermittente (El Haissoufi et al., 2011 ; Rodier et al., 2009).

Leurs spores sont recherchées sur le milieu Viande Foie additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer, l'incubation a lieu à 37°C pendant 48 heures (Baron et al., 2006). Un traitement thermique préalable de 10 min à 80°C est nécessaire afin d'activer les spores des clostridies.

➤ **Mode opératoire**

Nous avons pris environ 25 ml de lait dans un tube stérile, qui a été par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes. Après chauffage, on a refroidi immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet. Ensuite, nous avons réparti le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube auquel nous avons ajouté environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à 45 ±1°C, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium. Après nous avons mélangé doucement le milieu et l'inoculum en évitant la formation des bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène qu'on a laissé solidifier sur la paillasse pendant 30 minutes environ, puis nous les avons incubé à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture**

La première lecture a été faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation des résultats difficile voire impossible et l'analyse serait ainsi à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10⁻¹ voire 10⁻². La deuxième lecture s'est faite à 24 heures et la troisième (dernière) à 48 heures. Nous avons dénombré toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

➤ **Expression des résultats**

Nous avons repéré et dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et nous avons rapporté le total des colonies à 20 ml de lait à analyser.

Chapitre 04 :

Résultats et discussion

✚ Résultats et discussion des Analyses physicochimiques

- Les mesures manuelles

1. La température

A sa sortie de la mamelle, le lait à une température de 37°C. Les températures de toutes les traites sont comprises entre 27,1 et 35,9 °C, avec une moyenne qui est de l'ordre de 33,37°C. La variation des températures mesurées immédiatement après les traites sont représentées dans la **Figure 06**.

La température est un indicateur du bovin malade. Elle permet de détecter plus rapidement les vaches souffrant de mammite. Une valeur inférieure à 39°C indique que la vache n'a pas de fièvre. Généralement, une température anormale est associée à une infection.

Les valeurs des températures enregistrées par la présente étude indiquent que les vaches sont indemnes d'infections bactériennes et virales.

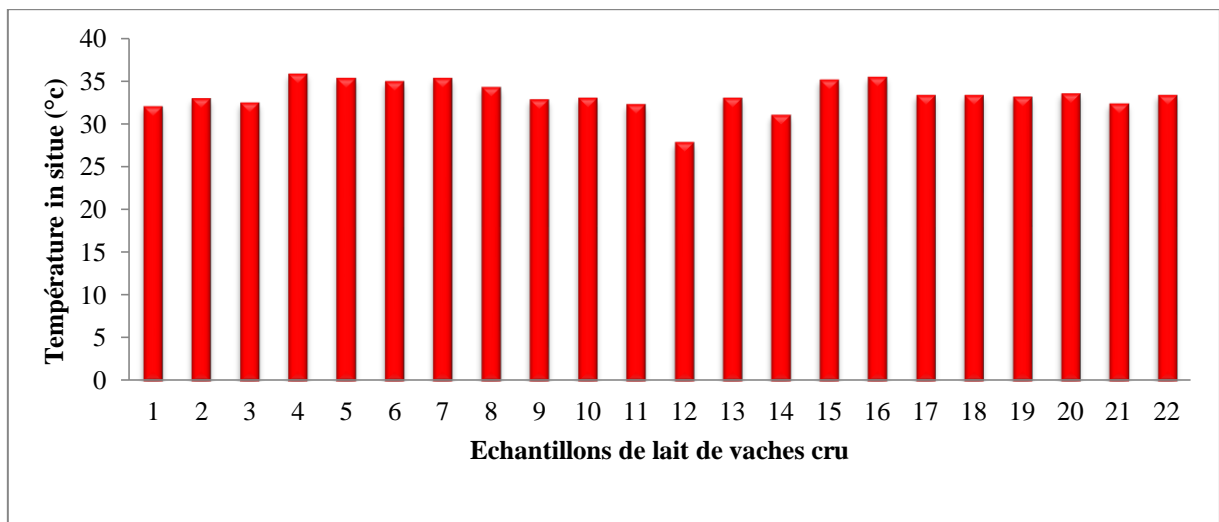


Figure 06 : Variation des températures in situ des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

2. Le pH

Le pH est un bon indicateur sur l'état de la fraîcheur du lait (**Luquet, 1985**). Les valeurs de pH des échantillons varient de 7,12 à 7,99 avec une moyenne 7,18. Les valeurs de pH des échantillons varient suivant la race, le niveau de lactation, le type d'alimentation

et l'âge. Tous les échantillons collectés sont supérieurs à la norme du **JORA** qui se situe entre 6,6 à 6,8 (**Figure 07**).

La variation du pH du lait est peut-être dû en grande partie aux groupements basiques ionisables et acides dissociables des protéines, aux groupements esters phosphoriques des caséines et aux acides phosphoriques et citriques (**Jaques, 1998**) et d'après **Mathieu (1998)**, le pH évolue avec la composition du lait, une teneur élevée en substances acides : protéines, anions phosphates, citrates ou acides lactique s'accompagne d'un pH faible.

Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (**Alais, 1984**). Selon **Mathieu (1998)** la variabilité du pH est liée au climat, au niveau de lactation, aux disponibilités alimentaires, l'état de santé des vaches, les conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et de son activité métabolique et aussi à la fraîcheur du lait.

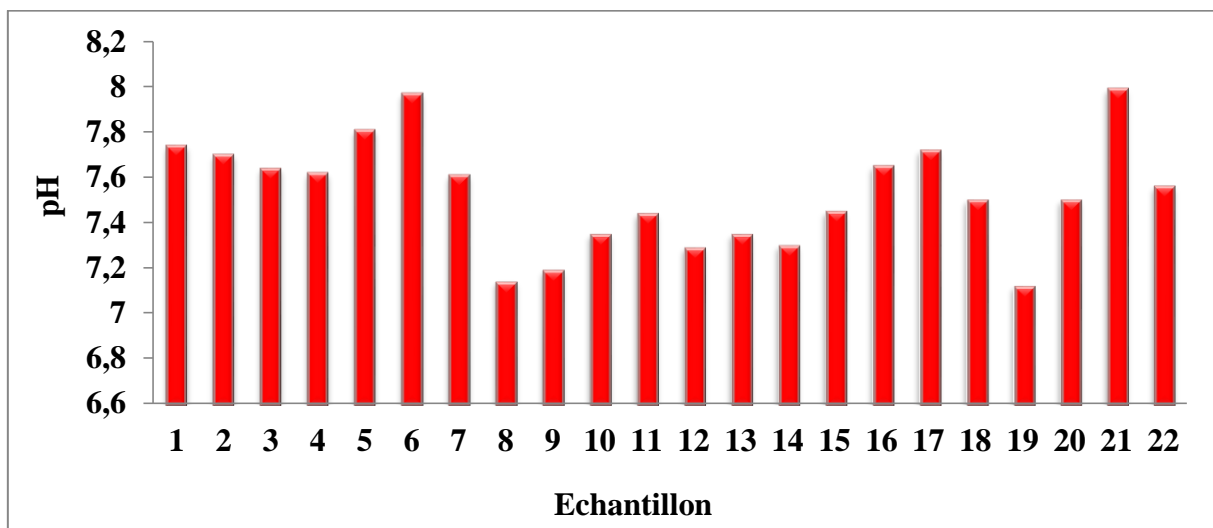


Figure 07 : Variation du pH des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

3. Test d'ébullition

Le test d'ébullition est un test rapide qui permet la détermination de la qualité du lait et savoir s'il est approprié à partir de l'ébullition. L'observation de nos échantillons a montré un test d'ébullition négatif pour tous les échantillons. Le lait reste homogène et ne présente aucune coagulation apparente ce qui permet de conclure qu'il n'est pas acide.

4. Acidité titrable

Les valeurs de ce paramètre obtenues se situent entre 9 et 30 °D avec une moyenne 18°D. La plupart des échantillons présentent une acidité titrable conforme aux normes **AFNOR (1985)** fixée entre 16 et 18°D. Les résultats de l'acidité Dornic de 22 échantillons de laits analysés sont présentés dans la **Figure 08**.

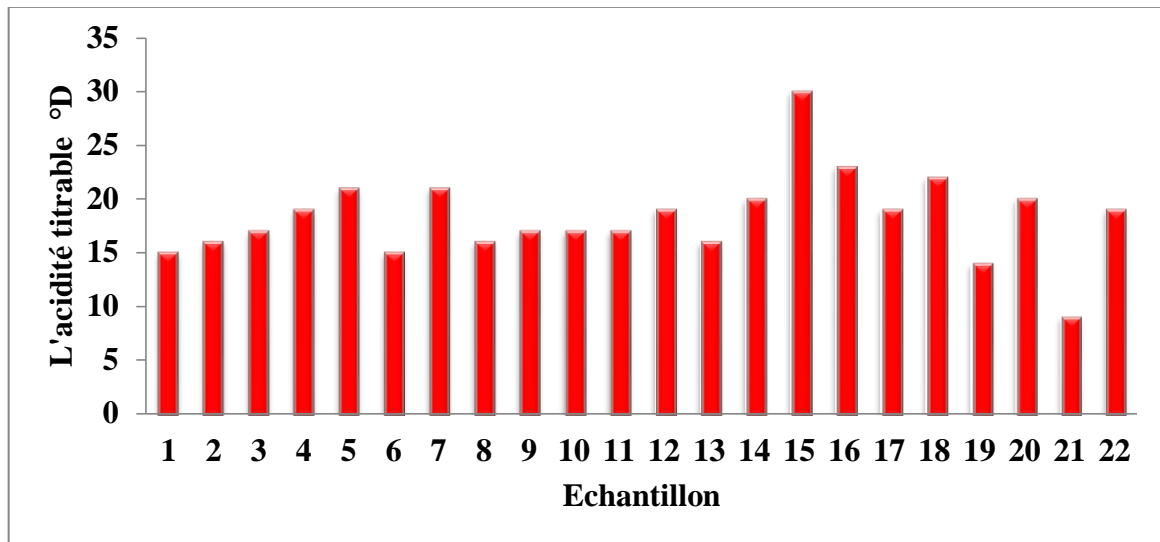


Figure 08 : Variation de l'acidité titrable des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

Dans notre cas, l'acidité du lait varie en fonction de la race. Les moyennes des échantillons collectés et analysés sont dans les normes à l'exception des deux races Pie Rouge et Prim'Holstein qui en dépassent. Selon le niveau de lactation, le premier et le deuxième niveau sont conformes aux normes mais le troisième niveau en dépasse.

En fonction du type d'alimentation, les vaches élevées à partir de l'herbe et fourrage, du fourrage et aliments de bétail, du foin et orge concassé ont une acidité titrable conforme aux normes. Par contre ceux élevés à partir de l'herbe seulement, de l'herbe, fourrage et aliments de bétail ont une acidité titrable élevée dépassant les normes.

En fonction de l'âge, les vaches âgées entre 2 et 5 ans ont une acidité titrable élevée, or ceux entre 6 et 9 ans ont une acidité titrable conforme aux normes alors que les vaches qui dépassent les 12 ans, ont une acidité faible.

L'acidité du lait est liée à certains facteurs intrinsèques comme la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (**Alais, 1884**), les conditions hygiéniques lors de la traite, le

niveau de lactation, ainsi que la manutention du lait (Mathieu, 1998 ; Aggad *et al.*, 2009). D'autres facteurs extrinsèques comme le climat, la saison et la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique sont aussi des facteurs important qui influence l'acidité du lait (Aggad *et al.*, 2009).

- **Les mesures par lactoscane**

1. La conductivité électrique (CE)

Les valeurs obtenues pour cette propriété sont dans l'intervalle allant de 4,23 à 6,61 mS/cm avec une moyenne de 5,13 mS/cm. Ainsi, la plupart des échantillons mesurés sont conformes aux normes. La variation de la conductivité électrique est présentée dans la **Figure 09** représentée ci-dessous.

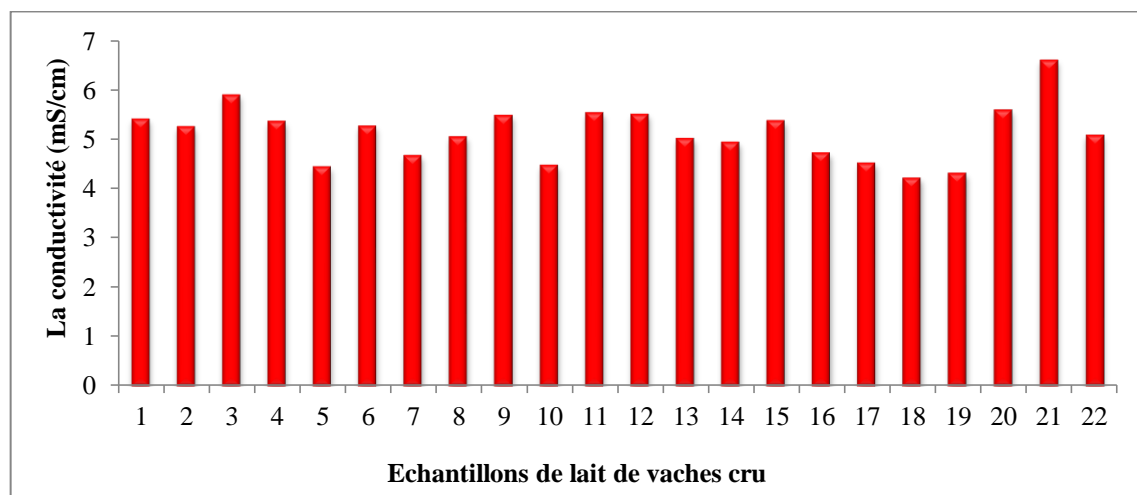


Figure 09 : Variation de la conductivité des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

La conductivité électrique (CE) du lait ne présente aucune variation en fonction de la race, le niveau de lactation, l'âge et le type d'alimentation. Tous les relevés sont conformes aux normes. Les mesures de la conductivité électrique du lait cru de vache peuvent être utilisées dans la détection des mammites subcliniques chez les vaches dès que leur lait, bien que d'aspect normal, afficherait une augmentation de la CE à une valeur supérieure à 7 mS/cm selon Hamman et Zecconi (1998).

2. La densité

Les valeurs de densité des laits mesurées à 20°C se situent entre 0,023 g/ml et 1,333g/ml avec une densité moyenne est de 0,564 g/ml. Ces valeurs sont inférieures à ceux préconisées par l’AFNOR (estimées entre 1,030-1,033), par dans le Journal Officiel de la République (de 1,028 à 1,033) d’une part et elles sont différentes des moyennes rapportées par **Aggad et al., (2010)** en Algérie (1,029g/l), ou par **Labioui et al., (2009)** au Maroc (1,030g/ml) et par **Kalandi et al., (2015)** au Sénégal (1,029 g/ml).

Le graphique ci-dessous montre la densité des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma.

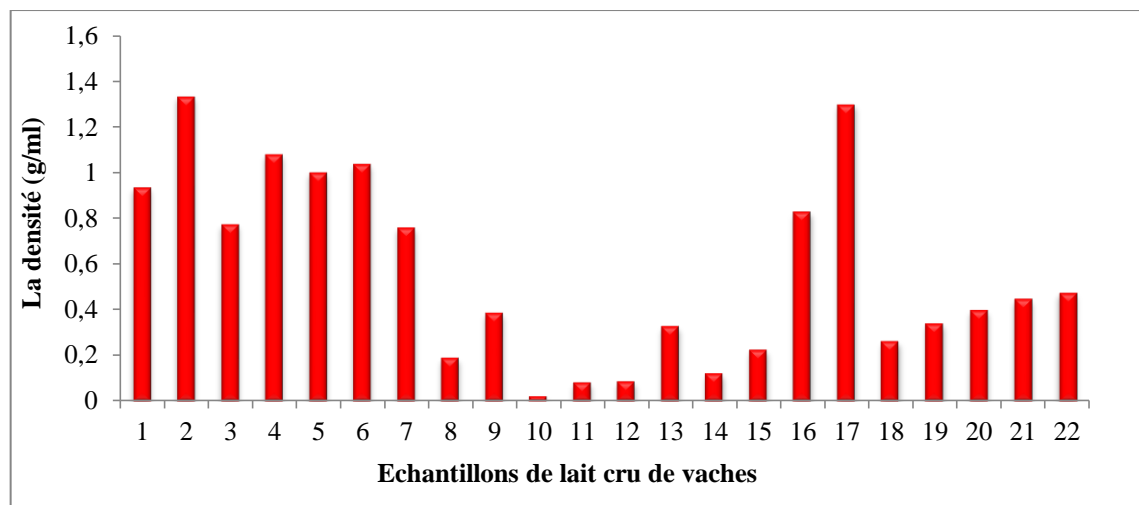


Figure 10 : Variation de la densité de lait de vache cru collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

Les résultats obtenus montrent que la densité du lait cru de vache mesurée à 20°C varie en fonction de la race. Les moyennes des échantillons analysés sont inférieures aux normes à l’exception des deux moyennes de race Pie Rouge qui sont en accord avec les normes et ceux de la race de Bretonne Pie Noire qui dépassent les normes. En outre, en considérant le niveau de lactation, le type d’alimentation et l’âge, les moyennes récupérées de l’ensemble des échantillons présentent une moyenne inférieure aux normes.

Les valeurs minimales de densité enregistrées s’expliquent par la teneur élevée des laits en matière grasse. D’une manière générale, la densité du lait cru varie en fonction du taux de matière sèche et du taux de matière grasse. Elle diminue avec l’augmentation de la matière grasse et vice-versa (**Lemens, 1985**). Les échantillons de lait prélevés par exemple de vaches d’âge de 2 à 3 ans est contenant 3,74% de matière grasse ont une densité de 0,84g/ml à 20°C. Ainsi, Si la matière grasse augmente dans le lait à 4,24% pour les échantillons de lait prélevés de vaches d’âge allant de 4 à 5ans, sa densité diminue à 0,12g/ml pour une même température.

3. La matière grasse

Les valeurs obtenues se situent entre 0% et 14,01% avec une moyenne est de 3,93%. La teneur moyenne en matière grasse dépasse l’intervalle préconisé par **AFNOR (2001)** à savoir (2,85% à 3,25%) mais en accord avec l’intervalle enregistré par **Groguennec et al., (2008)** dont la valeur varie entre 3,3% et 4,7%. Nos résultats concordent aussi avec ceux obtenus dans d’autres pays par **Kamoun (2011)** en Tunisie (39,6g/l), mais supérieur à ceux de **Larbaoui et al., (2009)** au Maroc (31,5 g/l), et inférieur à ceux de **Kalandi et al., (2015)** au Sénégal (44,97g/l).

Les valeurs de la matière grasse des différents échantillons de lait cru de vaches analysées sont représentées dans la **Figure 11**.

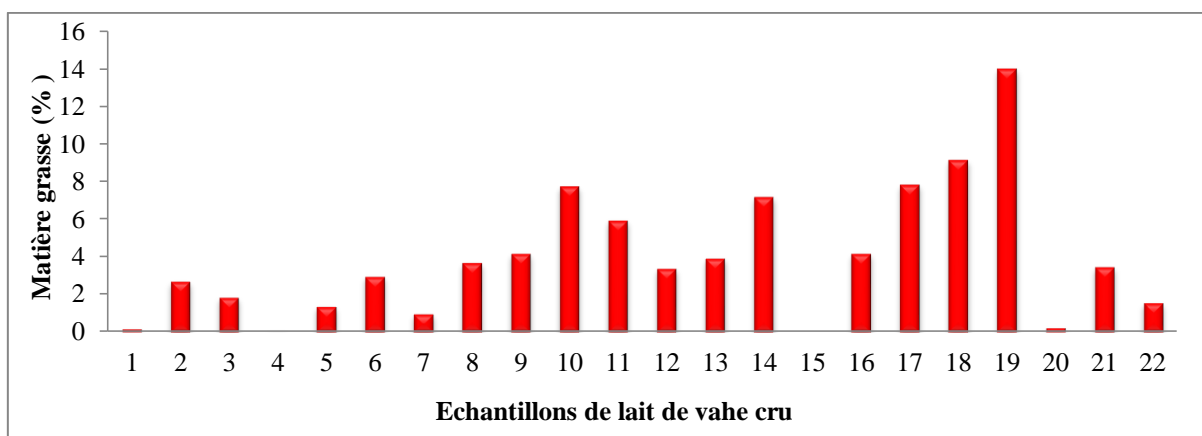


Figure 11 : Variation de matière grasse de lait de vache cru collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

Les teneurs moyennes en matière grasse du lait cru de vache varient selon la race. Les relevés des vaches de la race Pie Rouge, Brune et Bretonne Pie Noire sont inférieurs aux normes. Cependant, les relevés des vaches de les races Prim'Holstein, Montbéliarde et Guelmoise sont supérieurs aux normes. En fonction du niveau de lactation, les trois niveaux dépassent les normes. En les comparants entre eux, le troisième niveau à une teneur en matières grasses supérieur à celle du premier et du deuxième niveau.

Selon le type d'alimentation, les vaches élevées à partir de l'herbe et fourrage, de l'herbe, fourrage et aliments du bétail, du foin et orge concassé, ont une teneur en MG qui dépasse les normes. Par contre, ceux élevées à partir de l'herbe seulement, du fourrage et aliments du bétail ont une teneur inférieure aux normes.

En fonction de l'âge, les vaches âgées entre 2 et 9ans ont une teneur en MG supérieure aux normes. Cependant, les vaches qui dépassent 12 ans ont une teneur inférieure aux normes.

La variabilité de la teneur en matière grasse dépend de plusieurs facteurs comme les conditions d'élevage telles que le niveau de lactation. En effet, elle diminue au début de la lactation pour atteindre un minimum puis elle remonte progressivement en atteignant la fin de la lactation (**Croguennec et al., 2008**).

L'alimentation et la teneur en matière grasse ont une forte corrélation avec la teneur en fourrage et avec la nature des fibres des concentrés utilisés dans les rations pour les vaches laitières. Une alimentation riche en cellulose est à l'origine d'acide acétique qui favorise l'augmentation du taux de MG (**Cauty et Perreau, 2009**).

Le type de la race bovine exploitée, influe aussi sur le taux MG. En effet, la race Pie Noire par exemple est reconnue pour sa forte production laitière en lait de faible teneur en matière grasse (**Froc et al., 1988**).

Autre facteur influençant, on peut citer la traite. En effet, la teneur en MG augmente de 1 à 10g/l entre le début et la fin de la traite (**Rulquin et al., 2007**).

4. L'extrait sec dégraissé (ESD)

Les valeurs obtenues de l'extrait sec dégraissé du lait cru de vaches analysées varient entre 5,11% et 11,72% (**Figure 12**) avec une teneur moyenne de 8,95% en accord avec les résultats de **Kamoun (2011)** (8,48%) et de **Tasci (2011)** (8,42%).

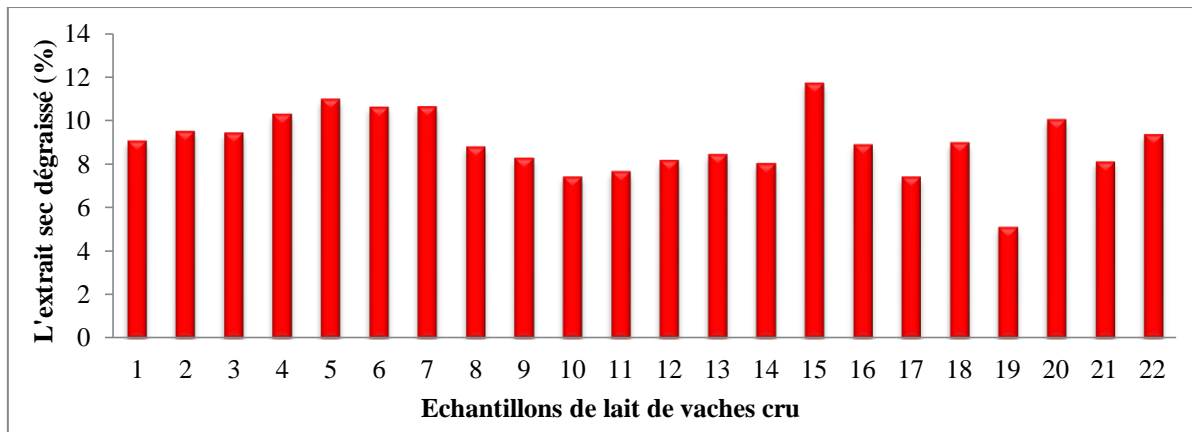


Figure 12 : Variation de l'extrait sec dégraissé de lait de vache cru collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

La teneur normale en ESD d'un lait présente un taux de 10.9%. Cependant, Les relevés obtenus de l'extrait sec dégraissé du lait cru de vache varie en fonction de la race, du niveau de lactation, du type d'alimentation et de l'âge. Ce dernier, sont inférieurs aux normes. Ceci est dû principalement soit à la richesse de ces laits en matière grasse (Coubroune, 1980), soit au fait que les rations alimentaires sont trop fibreuses et pauvres en énergie (manque de concentrés) ce qui réduit significativement le taux d'extrait dégraissé (Kaouche et Mati, 2017).

5. Taux de protéine (TP)

Les résultats montrent que les valeurs de TP varient entre 0% à 5,63 % avec une moyenne de 3,13%, Selon Jeant *et al.*, (2007) et selon Cayot et Lorient (1998), la teneur normale des protéines du lait de vache varie entre 3,20% et 3,50%. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Kamoun (2011) en Tunisie (3,31%), par Sboui *et al.*, (2009) : (3,05%) et par Seme *et al.*, (2015) au sud du Togo (3,33%). Les valeurs du taux de protéines mesurés dans les différents échantillons sont présentées dans la Figure 13 ci-dessous.

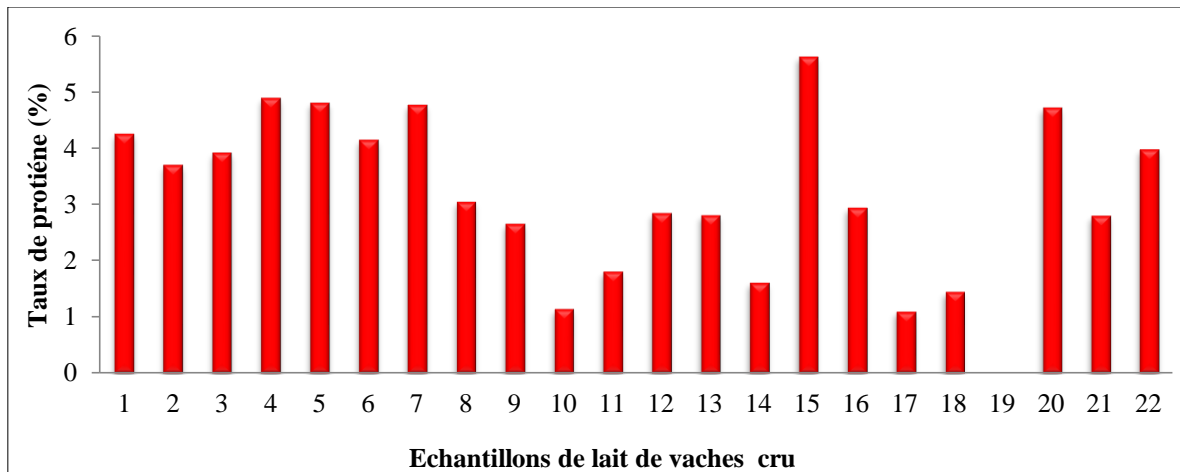


Figure 13 : Variation de taux de protéine de lait de vache cru collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de TP varient selon la race. En effet, les vaches de les races Prim'Holstein, Montbéliarde et Guelmoise ont un TP inférieur aux normes. Par contre, les vaches de la race Pie Rouge, Brune et Bretonne Pie Noire ont un TP supérieur aux normes.

En fonction du niveau de lactation, le deuxième niveau est conforme aux normes alors que le premier et le troisième sont inférieurs aux normes. Selon le type d'alimentation, les vaches élevées à partir de l'herbe, fourrage et aliments de bétail sont conformes aux normes, alors que les vaches élevées à partir du foin et orge concassé et de l'herbe et fourrage sont inférieurs aux normes. Par opposition, les vaches élevées à partir du fourrage et aliments de bétail, de l'herbe seulement sont supérieures aux normes.

En fonction de l'âge, à l'exception des vaches âgées de 8 à 9ans qui sont conformes aux normes, les vaches âgées de 2 à 7 ans ont un TP inférieur aux normes. Cependant, les vaches qui dépassent les 12 ans ont un TP supérieure aux normes.

Autre facteur influençant le TP, il s'agit de la mammite. Cette dernière augmente les teneurs en protéines totales et en protéines du lactosérum du lait (**Rode, 2006**). Ainsi les productions en MG et en TP du lait peuvent être modifiées par les infections intramammaires, dues principalement à une réduction de la quantité de lait produite (**Seegers et al., 2003**).

6. taux de lactose

Ces valeurs sont variées entre 4,08% et 6,64% avec une moyenne 5,12%. Les résultats montrent que la plupart des relevés sont conformes avec les normes (4 % – 5%), Cette observation est en accord avec les résultats de l'étude de **Hadohum et al., (2017)** qui présente des taux de même grandeur (4,39% et 6,51 %) et de **Preka et Bekteshi (2016)** avec des taux de $(4,08 \pm 0,22)$.

La **Figure 14** ci-dessous, présente les valeurs des taux de lactose mesurés dans les différents échantillons collectés.

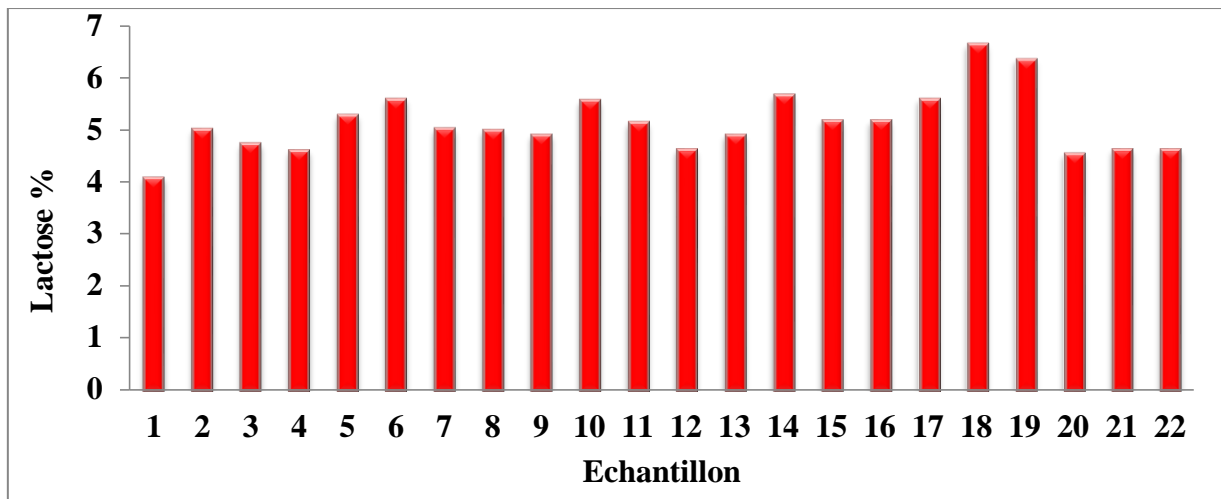


Figure 14 : Variation des taux de lactose dans les laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

La teneur en lactose du lait varie en fonction de la race. Les moyennes des échantillons analysés sont dans les normes (**Mathieu, 1998**), à l'exception des deux races Pie Rouge et Prim'Holstein dont les teneurs en lactose dépassent les normes.

Selon le niveau de lactation, la teneur en lactose du premier niveau de lactation est conforme aux normes mais celle du deuxième et du troisième dépassent les normes.

Selon le type d'alimentation, uniquement la teneur en lactose des vaches élevées à partir du fourrage et aliments de bétail sont conformes avec les normes. Par opposition, ceux élevées à partir de l'herbe, du foin et orge concassé, de l'herbe, fourrage et aliments de bétail et de l'herbe et fourrage dépassent les normes.

Selon l'âge, les vaches âgées entre 4 et 5ans et entre 8 et 9 ans ont une teneur en lactose qui n'est pas conforme aux normes. Cependant, la teneur en lactose des vaches âgées entre 2 et 3 et de celles âgées entre 6 et 7 ans et celles dépassant les 12ans, la teneur en lactose est conforme aux normes.

7. Sels minéraux

Les valeurs des sels minéraux varient entre 0,63% et 0,87% avec une moyenne 0,73%. Cette variation est en fonction de la race, du niveau de lactation, de l'alimentation et de l'âge. En outre, ces taux varient dans de larges gammes de mesure en fonction de l'apport alimentaire (Yagil, 1985). La **Figure 15** ci-dessous présente les valeurs des taux des sels minéraux mesurés dans les différents échantillons collectés.

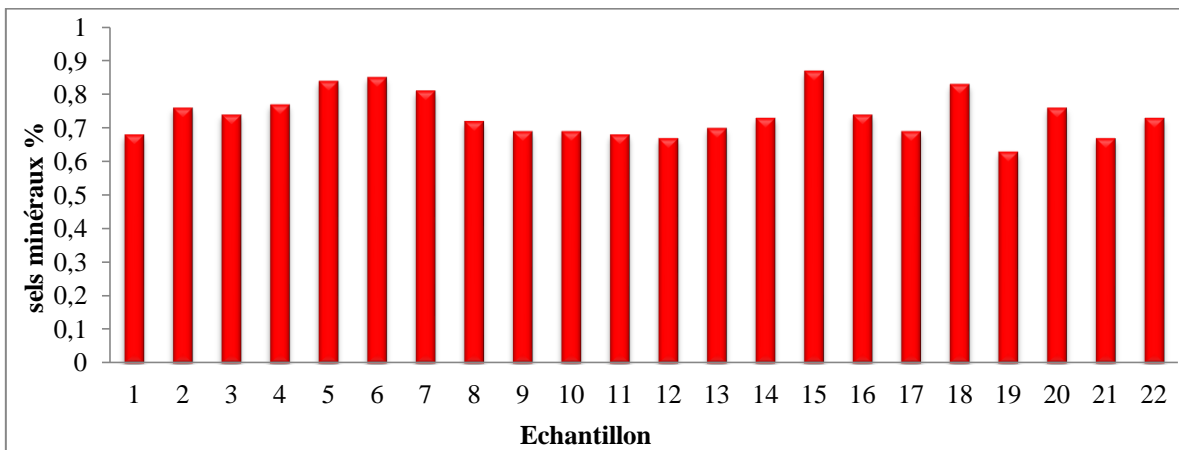


Figure 15 : Variation des sels minéraux dans les laits crus de vache collectés dans la Wilaya dans Guelma (2020)

8. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vaches, se situe entre -0,54 °C et - 0,55°C (Mathieu, 1998). Les valeurs de point de congélation de nos échantillons varient de -0,466°C à -0,809°C avec une moyenne -0,599°C (**Figure 16**), ils ne sont pas conformes à la réglementation algérienne (1998) fixée entre (-0,520 et - 0,510°C).

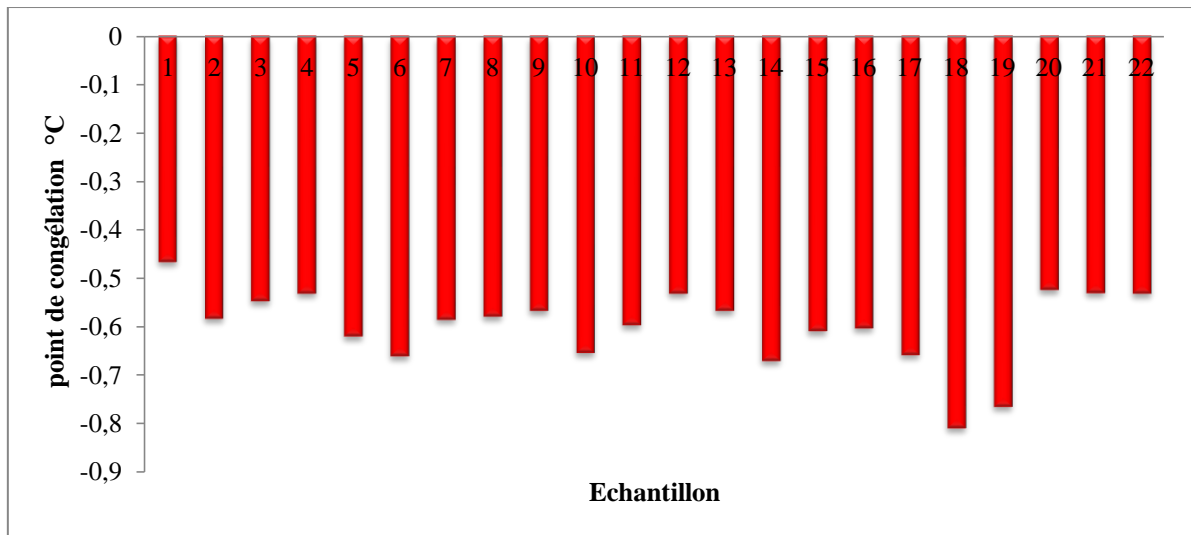


Figure 16 : Variation de point de congélation des laits crus de vache collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

Le point de congélation du lait varie en fonction de la race, les moyennes des échantillons récoltés ont dépassé les normes à l'exception de la race Brune dont les taux sont aux normes.

Selon niveau de lactation, le type d'alimentation et l'âge, tous les échantillons ne sont pas conformes aux normes.

D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leur quantité entraînent un changement du point de congélation (Jaques, 1998).

Selon Henzen (2010), le point de congélation est élevé dans le cas de sous-nutrition, puisqu'elle entraîne une forte absorption d'eau par l'animal. En outre, le point de congélation peut diminuer en cours de lactation ou en fonction de l'âge de la vache.

Le point de congélation du lait dépend de la température de l'échantillon analysé, et cette température peut être modifiée au cours du transport, à savoir au cours du temps qui sépare le moment de l'arrivée du lait et les manipulations réalisées (Henzen, 2010).

9. Mouillage

A l'exception de l'échantillon N° 1 tous les autres échantillons présentent des taux de mouillage conformes au seuil d'acceptation 0% (**Figure 17**).

Le mouillage du lait ne varie pas en fonction de la race et du niveau de lactation, ce qui fait qu'ils sont conformes au seuil d'acceptation 0%. Selon l'alimentation, les vaches qui sont élevées à partir du fourrage et aliments de bétail ne sont pas conformes aux normes. Par opposition, toutes celles élevées à partir d'herbe, du foin et d'orge concassée, de l'herbe, fourrage et aliments de bétail, de l'herbe et fourrages ont conformes au seuil d'acceptation 0%.

En fonction de l'âge, tous les échantillons sont conformes aux normes à l'exception des vaches âgées entre 12 et 13 ans qui ont un taux de mouillage élevé.

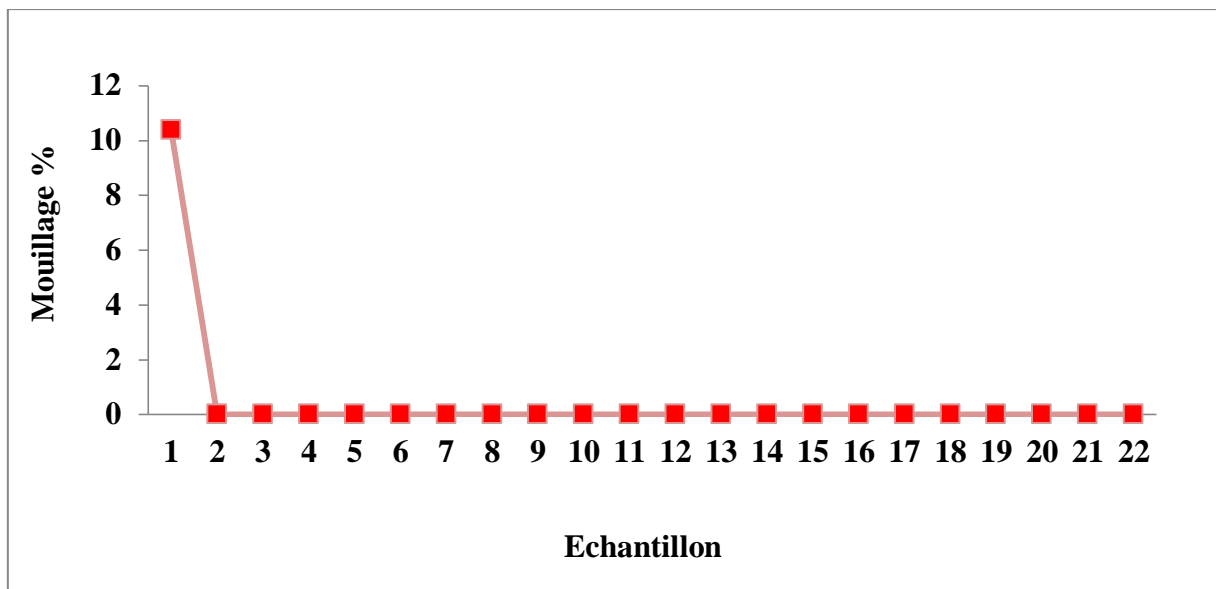


Figure 17 : Variation de Mouillage des laits crus de vaches collectés dans la Wilaya de Guelma (2020)

Résultats et discussion des Analyses microbiologiques

1. Test de la réductase

Le temps de réduction du bleu de méthylène donne une indication sur le nombre et l'activité des bactéries dans le lait. Un lait de bonne qualité hygiénique, peut rester coloré pendant 3 à 4h, alors qu'un lait de mauvaise qualité se décolore en 1h.30 min (**Guiraud, 2003 ; Ramakant, 2006**). En se basant sur ces normes, on peut dire que le lait des échantillons N° 2, 6, 8 et 15, est un lait de bonne qualité hygiénique car ces échantillons sont restés colorés pendant 3h. Par contre, les échantillons N° 1, 3, 4, 7, 16 sont à caractère peu contaminé, pour tous les autres échantillons dont la coloration du bleu de méthylène n'a pas persisté au-delà de 1h sont contaminés.

L'animal peut aussi contaminer indirectement le lait par des particules d'excréments, d'expectorations, et d'autres rejets, ou par le voisinage avec des animaux malades de même espèce ou d'espèces différentes (chèvre, par exemple). Le sol, les eaux, les litières, les poussières, le matériel mal nettoyé...etc., sont d'importantes sources de contamination du lait au cours de la traite et des diverses manipulations qu'il subit. Par ses mains, ses expectorations, ses vêtements souillés...etc., l'homme malade ou porteur sain ou infecté peut être également une source de contamination de l'animal ou de son environnement et du lait (**FAO, 1995**).

Le temps de réduction du bleu de méthylène varie dans chaque échantillon en fonction de la race, du niveau de lactation, de l'alimentation et l'âge.

Selon **JORF (1955)**, la plupart des microorganismes du lait (ferments lactiques et Saprophytes divers) modifient au cours de leur développement son potentiel d'oxydoréduction. Cette modification peut être mise en évidence en additionnant le lait à une substance colorée (le bleu de méthylène) qui donne par réduction, des dérivés de couleurs différentes. La rapidité du changement de coloration de cette substance (bleu de méthylène) est fonction du nombre de microbes présents. La mesure du temps de changement de coloration peut donc permettre de donner une idée sur le degré de contamination du lait analysé.

Selon **Badis (2004) ; Moulay et al., (2006)**, les bactéries lactiques poussent à 3% de bleu de méthylène alors que la présence du virage de la couleur à 1% indique la présence d'entérocoques.

2. La recherche et/ou le dénombrement des microorganismes présents

Les résultats des analyses microbiologiques des laits analysés exprimés en (UFC/ml) sont présentés, dans les annexes, Ils représentent la charge en différents microorganismes recherchés dans le lait cru selon les normes algériennes (JORA, 1998).

2.1. La flore aérobie mésophile totale

Les laits crus examinés contiennent une charge variable de la FMAT, située entre $0,46.10^3$ et $4,14.10^3$ UFC/ml, avec une moyenne de $2,09.10^3$ UFC/ml. En effet, selon JORA (1998) ; Srairi et Hamama (2006), ces seuils de contaminations en FMAT ne dépassent pas la norme fixée à 10^5 UFC/ml. Ils sont également inférieurs aux charges maximales tolérées par les deux réglementations françaises et américaines qui sont respectivement de 5.10^5 UFC/ml et 3.10^5 UFC/ml (Alais, 1984) et à la charge moyenne rapportés par Labioui et al., (2009) : $6,38.10^6$ UFC/ml, Aggad et al., (2010) : $1,63.10^5$ UFC/ml. De même l'étude d'Ameur et al., (2011), montre que le lait cru collecter en Algérie présente généralement un taux de contamination microbienne très élevé compris entre 10^6 et 10^7 UFC/ml. Les résultats du dénombrement de la flore totale mésophile des différents échantillons sont représentés dans la Figure 18.

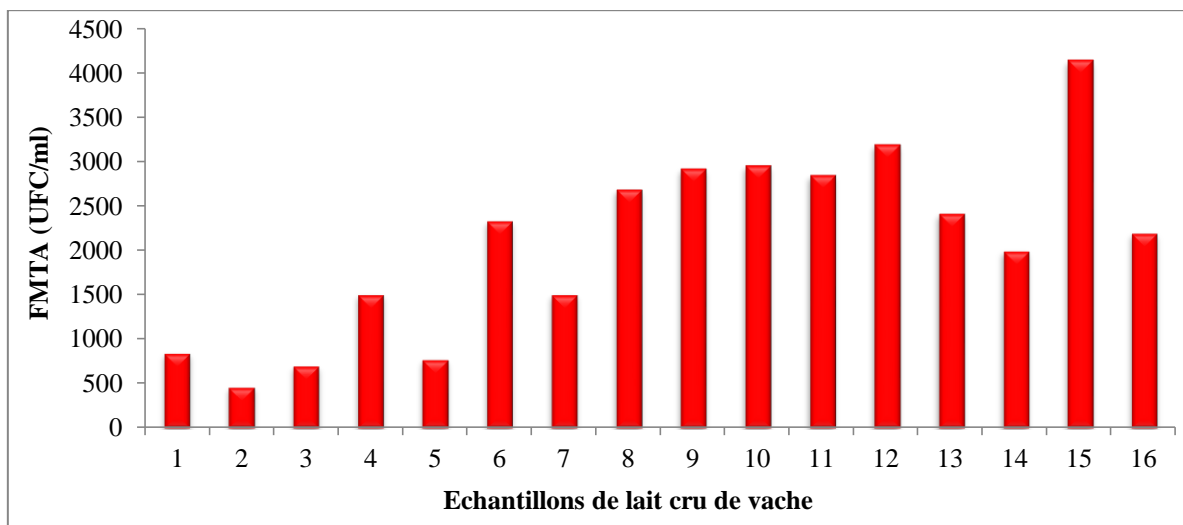


Figure 18 : Variation de la charge d'FMAT dans les laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma (2020)

Les résultats du dénombrement de la flore totale mésophile de laits crus examinés en fonction de la race, du niveau de lactation, du type d'alimentation et de l'âge, sont également inférieurs aux seuils de contaminations.

La flore mésophile aérobie nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique du lait cru (**Guinot et al., 1995**). Cependant, le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées les manipulations à savoir l'état de l'animal et particulièrement de la mamelle, du niveau de contamination de l'endroit (étable, local de traite) et des trayons (**Stoll, 2002**).

De ce fait, ces résultats nous révèlent que les échantillons de lait cru analysés sont de bonne qualité hygiénique

2.2. Coliformes totaux

Le nombre des coliformes totaux dans le lait de vache à une moyenne égale à $2,021.10^3$ UFC/ml ce qui est conforme aux normes **JORA (1998)** (10^6 UFC/ml). Cette valeur est inférieure à celle rapportée par **Taybi et al., (2014)** qui est de l'ordre de $3,02.10^5$ UFC/ml. Les valeurs obtenues sont représentées dans la **Figure 19**.

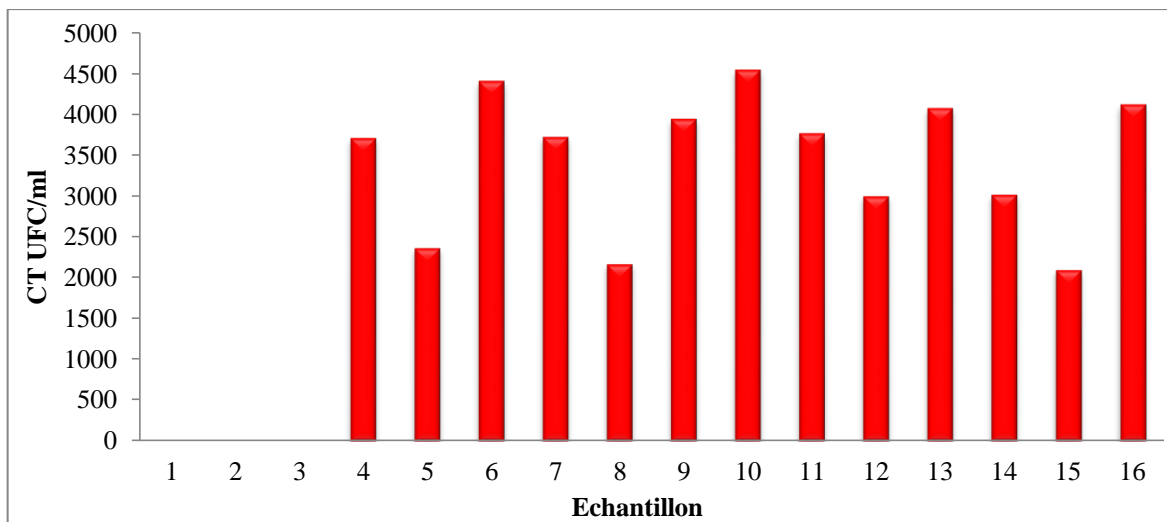


Figure 19: Variation de la charge des CT dans les laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma (2020)

Les résultats du dénombrement de la flore totale mésophile des laits crus examinés en fonction de la race, du niveau de lactation, du type d'alimentation et de l'âge, sont

également inférieurs aux seuils de contaminations. Ces résultats nous révèlent que les échantillons de lait cru analysés sont de bonne qualité.

Les Coliformes restent les meilleurs indicateurs de la qualité sanitaire d'un lait (Guiraud et Rosec, 2004).

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

2.3. Coliformes fécaux

Les résultats des coliformes fécaux présents dans les différents échantillons collectés ont une moyenne égale à $2,33.10^3$ UFC/ml qui dépasse les normes JORA (1998) (10^3 UFC/ml). La Figure 20 ci-dessous présente la charge des coliformes fécaux dans les différents échantillons collectés.

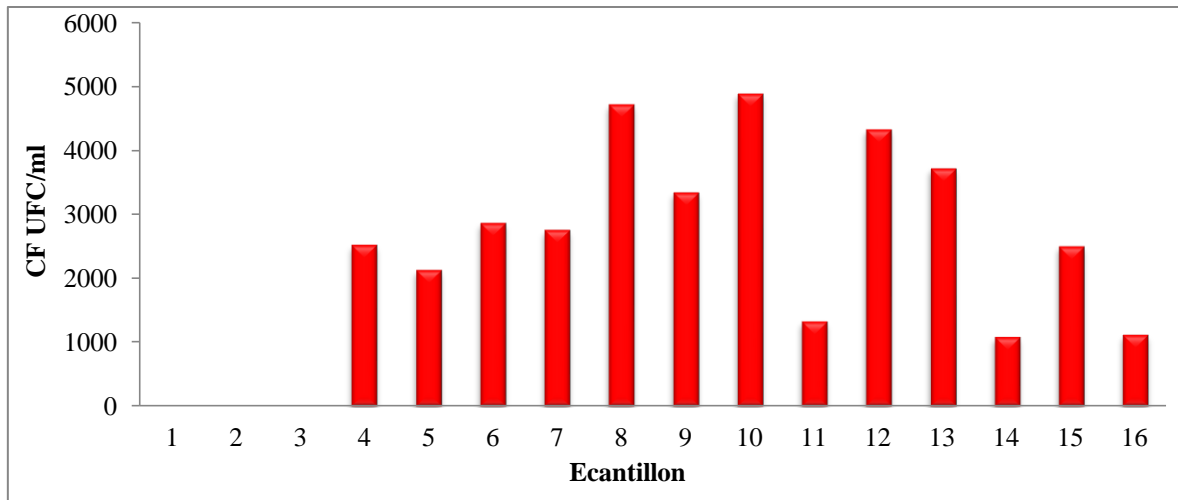


Figure 20: Variation de la charge des CF dans les laits crus de vache collectés dans la wilaya de Guelma (2020)

Les coliformes fécaux varient en fonction de la race. Seuls les échantillons de la race Guelmoise sont conformes aux normes. En outre, on trouve une absence totale de coliforme fécaux dans les deux races Bretonne Pie Noire et Brune alors que les autres races Prim'Holstein, Pie Rouge et Montbéliarde présentent des taux qui dépassent les normes JORA (1998).

Selon le niveau de lactation, tous les niveaux de lactation dépassent les normes. Selon l'alimentation, les vaches qui sont élevées à partir de l'herbe, fourrage et aliment de bétail sont conformes aux normes. On observe une absence totale des coliformes fécaux dans les vaches élevées à partir du fourrage et aliments de bétail. Toutes les autres vaches élevées à partir d'autres aliments ne sont pas conformes aux normes.

En fonction de l'âge, à l'exception des vaches âgées entre 12 et 13 ans qui ont une absence totale des coliformes fécaux, tous les autres présentent des taux qui ne sont pas conformes aux normes.

La présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, il s'agit donc d'un marqueur de mauvaise maîtrise d'hygiène ainsi que d'une mauvaise manipulation (**Guiraud et Rosec, 2004**).

Mocquot et Guittonneau (1939) ont démontrés que les coliformes fécaux sont les plus fréquents dans les excréments des vaches laitières. Ils contaminent le lait directement (par contact direct avec le pis).

2.4. *Staphylococcus aureus*

Nous avons remarqué une absence des *Staphylococcus aureus*, pour tous les échantillons de lait analysés ce qui est conforme aux normes **JORA (1998)**. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par **Tir et al., (2015)** et par **Debouz et al., (2014)**.

Cette absence peut être justifiée par la bonne santé des vaches, et notamment par l'absence d'infections des mamelles.

2.5. Streptocoques

Dans tous les échantillons de lait cru analysés, on n'a pas détecté la présence de Streptocoques. Ces résultats sont en accord avec la norme algérienne **JORA (1998)** qui préconise une absence totale de Streptocoques fécaux dans 0,1 ml de lait cru mais différents à ceux rapportés par l'étude menée par **Labioui et al., (2009)** au Maroc qui est de $(0,4 \cdot 10^3 \text{ UFC/ml})$ et par **Affif et al., (2008)** au Maroc (10^2 UFC/ml) et **Bouchibi et Boulame (1997)** à Constantine ($1,4 \cdot 10^4 \text{ UFC/ml}$).

Le taux des Streptocoques est fonction de plusieurs facteurs comme l'état de santé des vaches, les conditions hygiéniques de la traite, et d'éventuelles contaminations fécales au cours du dénombrement. Ce qui indique que nos échantillons testés présentent une

qualité microbiologique relativement bonne et sont acceptables du point de vue hygiénique.

2.6. Les Clostridium Sulfite-réducteurs

Les relevés obtenus dans cette étude réalisée en fonction de la race, montrent que la plupart des échantillons sont conformes aux normes du **JORA (1998)** (< 50 UFC/ml), à l'exception de la race Prim'Holstein qui présente une charge qui dépasse les normes. Nos résultats ne corroborent pas ceux des travaux de **Mansour (2015)** ; **Belarbi (2015)** ; **Melahi et Benhila (2017)** qui notent une absence totale de clostridies.

Selon **Lebres (2002)**, les Clostridium sulfite-réducteurs sont présents dans les aliments des animaux (aliments qui ont été en contact avec de la terre) et ils contaminent le lait directement ou par l'intermédiaire des fèces si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées. Leur présence dans les produits laitiers est à l'origine des intoxications alimentaires.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Le lait est une excellente denrée alimentaire en raison de sa valeur nutritive et énergétique. Celui des vaches occupe une place importante dans la ration alimentaire de l'homme puisqu'il renferme des nutriments de base et nécessaire au bon développement de l'organisme humain. Ainsi, il demeure indispensable tout au long de la vie.

D'une manière générale, le lait comprend trois types de constituants importants à savoir les lipides, les protides, les glucides. La teneur en ces nutriments est influencée par des facteurs intrinsèques (l'espèce, la race, l'âge, les périodes de lactation) et des facteurs extrinsèques (la saison, l'alimentation).

L'étude réalisée a été orientée vers l'évaluation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait cru issu de la population bovine de la race importée et de la race locale dans la wilaya de Guelma et à évaluer l'influence des caractéristiques des vaches (la race, l'âge, le niveau de lactation et le type d'alimentation) sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le lait de vache analysé présente globalement une composition satisfaisante compris dans des intervalles proches des normes du journal officiel algérien. Il est important de signaler à ce niveau que les vaches produisent un lait riche, ayant :

- Une acidité qui a donné une moyenne de 18°D.
- Un pH de 7,18.
- Une conductivité électrique avec une moyenne de 5,13 mS/cm.
- Une densité appréciable avec une moyenne de 0,564 g/ml.
- Un taux de matière grasse estimé en moyenne à 3,93%.
- Une moyenne d'extrait sec dégraissé de 8,95%.
- Un taux de protéine d'une moyenne de 3,13%.
- Un taux de lactose d'une moyenne 5,12%.
- Une teneur de sels minéraux estimé en moyenne à 0,73%
- Une valeur moyenne de point de congélation des échantillons est -0,599°C.

Nous avons aussi constaté que ces paramètres physico-chimiques varient en fonction de l'alimentation, de la race bovine, du niveau de lactation et de l'âge. Cependant ils restent conformes aux normes **JORA**.

Conclusion

Sur un plan bactériologique, nous constatons la présence d'une flore totale mésophile avec une moyenne de $2,09.10^3$ UFC/ml. Cette valeur indique une bonne qualité du lait cru au regard de la norme.

Notre étude a ainsi permis de mettre en évidence les bonnes pratiques d'hygiène étant donné la faible teneur en coliformes totaux ($2,021.10^3$ UFC/ml). Concernant la présence des coliformes fécaux dans les différents échantillons collectés, ils présentent une teneur d'une moyenne égale à $2,33.10^3$ UFC/ml qui dépassent les normes **JORA (1998)**. Leur présence est considérée comme un indice de contamination fécale. Il s'agit donc plutôt de marqueurs de mauvaise maîtrise d'hygiène et une mauvaise manipulation.

L'absence des Streptocoques en accord avec la norme algérienne indique que les échantillons testés présentent une qualité microbiologique relativement bonne et qu'ils sont acceptables du point de vue hygiénique.

Concernant la recherche des germes pathogènes *Staphylococcus aureus*, nos résultats révèlent l'absence totale de ces germes dans tous nos échantillons. Cette absence peut être justifiée par la bonne santé des vaches et notamment l'absence des infections des mamelles.

Enfin pour les Clostridium Sulfite-réducteurs, nos analyses montrent que la plus part des échantillons testés sont conformes aux normes du **JORA (1998)** (< 50 UFC/ml), ce qui indique une bonne application des règles d'hygiène.

A la lumière des résultats obtenus à partir des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait, nous pouvons conclure que certains facteurs intrinsèques et extrinsèques, notamment l'alimentation, la race, le niveau de lactation, l'âge et les conditions hygiéniques ont un important impact et influencent considérablement ces propriétés.

Afin d'améliorer la production laitière, il serait souhaitable d'améliorer les conditions de traite, de réfrigération sur place, d'hygiène des locaux et d'alimentation des animaux.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Académie des Technologies, Académie d'Agriculture de France AAF. 2004.** Rapport : Progrès technologiques au sein des industries alimentaires. Impact sur la qualité des produits. La filière laitière.
- **Adrian J. 1987** .valeur alimentaire du lait. *La maison rustique*, Paris 85 - 95.
- **Afif A., Faid M et Najimi M., 2008.** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology* Vol 7. N°1.pp: 2-7.
- **Agabriel G., Coulon J.B., Marty G et Cheneau N., 1990.** Facteurs de variation du taux protéiques du lait de vache: Etude dans des exploitations du puy-de-Dome. *INRA Prod. Anim.*, 3(3), 137-150.
- **Aggad H., Bridja M., Bouhai Aek., Benaouali M et Djebli A., 2010.**Some quality aspects of pasteurized milk in Algeria. *World J. Dairy Food Sci.*, 2010, 5, 21-24p.
- **Aggad H., Mahouz F., Ahmed Ammar Y et Kihal M., 2009.**Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét.*, 160(12): 590-595p.
- **Alais C. 1984.** Science du lait. Principes de techniques laitières. 4^{ème} édition, Pairs: Edition SEPAIC.376p.
- **Ali Saoucha C. 2017.** Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude de transformation du lait (vache et chèvre) en yaourt. Mémoire de Master Académique, Ecophysiologie Animale et Biosécurité Alimentaire M'SILA : Université Mohamed Boudiaf - M'SILA, 84 p.
- **Alias C. 1975.** Science du lait principe des techniques laitières.3^{ème}édition. Paris, pp: 1-60.
- **Ameur A., Rahal K et Bouyoucef A., 2011.** Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie). *Revue Nature et Technologie*. N°6. pp : 100.
- **Amiot J., Fouraner 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).
- **Anonyme. 2000.** *Manuel de transformation du lait/chapitre 01, p2.*

Références bibliographiques

- **Auriol P. 1995.**Influence du mois de vêlage sur la production des vaches pie rouge de l'est, dans le jura .station de recherches sur l'élevage, C, N, R, Z., Jouy-en-josas. *Ann. Zootechnie* ,189-201.
- **Baazize D.J. 2006.**Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru de vache de la région de Metidja, thèse Magister en sciences vétérinaires, ISV, université de Blida.
- **Badinand F. 1994.** Maîtrise du taux cellulaire du lait. *Rec. Méd. Vét.*, n°170.
- **Badis A., Guetarni D., Moussa Boudjemaa B., Henni D.E et Kihal M., 2004.** Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. *Food microbiology*, 21 : 579-588.
- **Baron F., Jeantet R et Schuck P., 2006.**Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et de la qualité des aliments in *science des aliments*. Ed. Lavoisier, Paris, 355 p.
- **Bedjaoui N et Kerirem K., 2016.** Composition biochimique et caractérisation physicochimique et microbiologique du lait cru de chamelle et de vache. Mémoire de Master Académique, Biochimie Appliquée. Boumerdès : Université M'Hamed Bougara de Boumerdès, 67 p.
- **Bedouet J. 1994.** La visite de reproduction en élevage laitier. *Bull, group, tech, vét*, 129-489p.
- **Belarbi M. 2015.** Etude comparative entre la qualité Microbiologique du lait cru de vache et le Lait de chèvre. Mémoire de Master professionnel, Sciences des Aliments. Tlemcen : Université Abou Baker Belkaid-Tlemcen, 75 p.
- **Benalia Y., Hakem A and Mati A., 2013.** Factors Affecting Milk Composition of Algerian Ewe Reared in Central Steppe Area. *Research Journal of Dairy Sciences*, 2 (8) 215-221.
- **Benhedane N. 2012.** Qualité Microbiologique du lait cru destiner à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien. Thèse de magister. Constantine université MENTOURI. P : 123.
- **Bennett A., Cahill S., Lhoste F et Edge J. 2005.** Avantages et risques potentiels du système lactoperoxydase pour la conservation du lait cru. Rapport d'une réunion technique FAO/OMS.68p.

Références bibliographiques

- **Bergonier D., Blanc M.C., Fleury B., Lagriffoul G., Barillet Fet Berthelot X. 1997.** Les mammites des ovins et des caprins laitiers étiologie, épidémiologie, contrôle, *Renc. Rech. Ruminants*, 4, 251-260.
- **Billon P., Sauve O. 2009.** *Traite des vaches laitières*. 3ème édition, France, 555 p.
- **Bouchachi A. 2017.** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et de la diversité microbienne du lait cru collecter à Hassi Bounif. W. Oran- Algérie. Mémoire de fin d'études, Exploitation des écosystèmes Microbiens Laitiers. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 58p.
- **Bouchakour Errahmani K et Djeghlal S., 2015.** Etude comparative entre trois (03) types de lait de vache (Lait entier, lait demi – écrémé et le lait écrémé) pasteurisé. Mémoire de Master en Sciences et techniques des productions animales: Faculté Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, khemis Miliana, p 49.
- **Bouchibi A.M et Boulam M., 1997.** Contribution à l'étude microbiologique du lait cru de trois fermes de la région de Constantine. Mémoire d'ingénieur d'état en industries agro-alimentaires. Institut de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine. pp: 50-74.
- **Bourgeois C.M et Levea J.Y., 1980.** *Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaire*. Tome3.Edition. Tec & Doc. Paris.
- **Bourgeois C.M., Mesle J.F et Zucca J., 1996.** *Microbiologie Alimentaire Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*. Tome 1. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris. 300p.
- **Brulé G. 1987.** Les minéraux. In Cepil. Le lait matière première de l'industrie laitière. *Cepil-INRA*, Paris. 87-98.
- **Cauty I et Perreau J.M., 2009.** Conduite du troupeau bovin laitier. Production, Qualité Rentabilité. 2ème édition France Agricole. 334 p.
- **Cayot P et Lorient D., 1998.** *Structures et tecno fonctions des protéines du lait*. Tec et Doc. Lavoisier, Paris.
- **Champagne C., Giroux R et Goulet J., 1984.** *Science et technologie du lait*, 2^{ème} édition fondation de technologie laitière.
- **Cheftel J.C et Cheftel H., 1996.** *Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments*. Vol 1. Edition : Lavoisier, Paris. pp : 43.

Références bibliographiques

- **Chupin D. 1974.** *Lactation et reproduction. In: la conduite du troupeau de la réduction, les journées d'information ITEB, UNCEIA*, Ed : ITEB (Paris).pp:88 -96.
- **Coubronne C. 1980.** *Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières étude dans deux élevages, école vétalfor*, Paris.
- **Coulon J.B., Agabrierl C et Bonnefoy J.C., 1995.** Effet de la forme de présentation de L'orge sur la production et la composition du lait de vache *.Ann. Zoothecni.*, 44,247.253.
- **Coulon J.B., Chilliard Y et Remond B., 1991.** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. *INRA Prod. Anim.*, 4 (3).pp:219-228.
- **Coulon J.B et Hoden A., 1991.** Maitrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim.*, 4 (5).pp: 361-367.
- **Croguennec T., Jeantet R et Brule G., 2008.** *Fondements physico-chimiques de la technologie laitière.* Edition lavoisier. tec et doc Paris, pp. 01-35.
- **Debouz A., Guerguer L., Hamid Oudjana A et Hadj Seyd A.E.K., 2014.** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. *Revue Elwihat pour les recherches et les Etudes*, Vol.7 (2) : 10-17.
- **Debry G. 2001.** *Le lait, nutrition et santé.* Edition : Lavoisier. *Tec et Doc*, Paris: p: 21.
- **Deforges J., Derens E., Rosset R et Serrand M., 1999.** *Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés.* Edition Cemagref Tec et Doc, Paris. P: 342.
- **Demouche H et Belkheir Z., 2018.** Analyse physico-chimique et microbiologique de lait cru de vache élevée dans la région d'Ain Témouchent. Mémoire de Master en biologie, Microbiologie Appliquée, Aïn-Témouchent : Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchen, 15-16-17p.
- **Dieng M. 2001.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. Thèse Docteur vétérinaire, Université de Dakar Sénégal.91p.

Références bibliographiques

- **Djouadi T. 2014.** Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique du lait cru utiliser au niveau de l'unité Danone Djurdjura Algérie. Mémoire de fin de cycle En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Biologique. Bejaia : Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, 66 p.
- **EL haissoufi H., Berrada1 S., Merzouki M., Aabouch M., Bennani I., Benlemlih M., Idir M., Zanibou A., Bennis Y et ELouali lalami A., 2011.** Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fes, Maroc. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.* Vol5, n°1, p : 37-68.
- **Ettema J.F et Santos J.E.P., 2004.** Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. *J. Dairy Sci.* 87, 2730 – 2742.
- **Faye B., Landais E., Coulon J.B et Lescourret F., 1994.** Incidence du trouble sanitaire chez la vache laitière: bilan des 20 années d'observation dans 3 troupeaux expérimentaux. *INRA prod .Anim.*, .7(3), (9)-206.
- **Fernane H. 2017.** Etude des bactéries thermorésistantes dans le lait. Thèse de doctorat. Mascara: Université Mustapha Stambouli, p: 147.
- **Florence C.L. 2010.** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'améliorations par l'alimentation. Thèse pour le doctorat vétérinaire faculté de médecine de Créteil. École nationale vétérinaires d'alfort.p128.
- **Froc J., Gilibert J., Daliphar T et Durand P., 1988.** Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires. *INRA Prod, Anim.*, 1(3) ,171-177.
- **Gleeson C et Gray N., 1997.** *The coliform index and water borne disease. E & FN Spoon.*194p.
- **Gregorio C et Pierre-Marie B., 2007.** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté, 356 p.
- **Guettar G et Morsli S., 2018.** Effet du stade de lactation sur la qualité physico-chimique du lait de vache de la race Montbéliarde et Prim'holstein à la plaine du haut Chélif. Mémoire de Master : Production Animale Ain Defla : Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, pp102.
- **Guinot T.P, Ammouy M et Laurent F., 1995.** Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *Int. Dairy Journal N° 5.p 211-223.*

Références bibliographiques

- **Guiraud J.P et Rosec J.P., 2004.** *Pratiques des normes en microbiologie alimentaire.* Édition: AFNOR. Paris. 95p.
- **Guiraud J.P. 2003.** *Microbiologie alimentaire.* Edition : DUNOD. Paris. 652p.
- **Hadohum M.M., Almozogai H.M., Amkabis S.S., Aoag M.A., Hassan T.M., Elhafian A.E et Asseid F.M., 2017.** Physicochemical Characteristics of Various Milk Samples. *Nova Explore Publications*, Vol.6 (2)2017:1-3.
- **Hamann J et Zecconi A., 1998.** Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. *Bulletin of the IDF*, 334: 26 p.
- **Hanzen Ch. 2010.** Pathologie infectieuse de la glande mammaire, étiopathogénie et traitements, approche individuelle et de troupeau, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège. p42.
- **Institut Pasteur d'Algérie. 2005.** *Standardisation de l'Antibiogramme en Médecine vétérinaire à l'Echelle Nationale.* 3^{ème} Edition IPA. 86p.
- **Ismail bokretaoui M, 2017.** Effet de l'alimentation sur la production laitière dans la wilaya d'Ain Defla- Cas de la région de Haut Chélif. Mémoire de Master : Sciences et Techniques des Productions Animales. Ain Defla : Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, 118 p.
- **Jakob E et Hänni J.P., 2004.** *Fromageabilité du lait.* Edition, Agroscope LiebefeldPosieux. Groupe de discussions N° 17F.
- **Jaque P. 1998.** *Alimentation et santé.* Paris : INRA, 540p.
- **Jaubert A. 1993.** Numération cellulaire et caractéristiques biochimique et technologiques du lait de chèvre, in somatic cells and milk of small ruminant – Proceeding of an international symposium, 25 – 27 septembre, Bella, Italy, 263 – 268.
- **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P et Brule G., 2008.** *Les produits laitiers*, 2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier, pp : 1-3-13-14-17.
- **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P et Brule G., 2007.** Catabolism of amino acids by lactic acid bacteria isolated from Cheddar cheese. *International of Dairy Journal*, 11:103-115.
- **Jeness R.1986.** Lactation al performace of varous mammalian species.*J. dairy Sci* 69:869-885.

Références bibliographiques

- **Kalandi M., Sow A., Guigma W.V.H, Zabre M.Z., Bathily A et Sawadogo G. J., 2015.** Evaluation de la qualité nutritionnelle du lait cru dans les élevages traditionnels de Kaolack au Sénégal *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(2): 901-909 p.
- **Kamoun M.2011.** Caractéristiques physicochimiques et microbiologiques du lait, Rapport IRESA.
- **Kaouche-Adjlane S et Mati A., 2017.** Effets des pratiques d'élevage sur la variation de la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait cru dans la région médioséptentrionale d'Algérie. *Revue Méd. Vét.*, 168 (7-9):151-163.
- **Kitchen B.J., Taylor G.C et White I.C., 1970:** Milk enzyme. Their distribution and activity. *Dairy Rec.*
- **Kuzdzal S. 1987.** La matière grasse-*Le lait matière première de l'industrie laitière.* INRA.
- **Labioui H., Laarousi E., Benzakour A., Elyachioui M., Berny E et Ouhssine M., 2010.** Étude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 2009, 148, 7-16.
- **Lankveld J.M.G.1995.** Protein standardized milk products, composition and properties- IDFBrussels70-85.
- **Lapied L et Petransxiene D., 1981.** *La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers.* Edition : Tech et Doc, Lavoisier. Paris. P: 228.
- **Larpent J.P. 1990.** Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, *In la vache laitière.* 231- 246, ed INRA publications, 1990, route de St- cyr, 78000, versailles.
- **Le Roux Y. 1999.** Les mammites chez les vaches laitières. – Paris : *INPL-UHPINRA.* Laboratoire des sciences animales.
- **Lebres E.A. 2002.** *Manuel des travaux pratiques, cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments,* unité microbiologie des laits et des produits, laitiers, institut pasteur d'Algérie, pp. 21-27.
- **Lemens P. 1985.** Le lait de chèvre : propriétés physico – chimiques, nutritionnelles et chimiques. In : *Lait et produits laitiers, vache, chèvre, brebis, de la mamelle à la laiterie.* Tome 2. Paris : technique et documentation Lavoisier, 354 – 367.
- **Lenoir J. 1985.** *Les caséines du lait.* RLF, 440: 17- 23.

Références bibliographiques

- **Leroy A.M. 1965.** « *Le producteur du lait «guide du contrôle laitier et beurrier agrude»*».
- **Leyral G et Vierling É., 2007.** *Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires*. 4^e édition Rueil-Malmaison: Doin ; Bordeaux : CRDP d'Aquitaine.87p.
- **Lollivier V., Guinard-Flament J., Ollivier-Bousquet M et Marnet P.G., 2002.** Oxytocin and milk removal: Two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milkings. *Reprod. Nutr. Dev.* 42:173-186p.
- **Luquet F.M. 1985.** Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre. Tome 1 : les laits de la mamelle à la laiterie. *Société Scientifique d'hygiène Alimentaire*. Edition : Tech et Doc lavoisier. Paris, 139p.
- **Mathieu H. 1985.** *Facteur de variation de la composition du lait et produits laitiers. Vaches, brebis, chèvres*. Ed. Tech et Doc Lavoisier, Paris.P.119-169.
- **Mansour L.M. 2015.** Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas Sétif 1.190p.
- **Mathieu J. 1998.** *Initiation à la physico-chimie du lait .Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Faron*. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris.p12-210.
- **Medjoudj K et Salhi K., 2013.** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de la laiterie d'Amizour. Mémoire de Master professionnel, Sciences Alimentaires. Bejaia : Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 65 p.
- **Melahi S et Benhila C., 2017.** Etude de la propreté microbiologique du lait de vache cru au niveau des fermes de la Wilaya de « Ain defla », Thèse de Master En Sciences de la Nature et de la Vie Spécialité: Analyse Biologique et Biochimique; Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, 99 p.
- **Meyer C et Denis J.P., 1999.** *Elevage de la vache laitière en zone tropicale*. Edition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux.
- **Millogo V. 2010.** Milk production of hand-milked dairy cattle in Burkina Faso. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Sueciae.

Références bibliographiques

- **Mocquot G et Guittonneau G., 1939.** Recherches sur la pasteurisation des laits de consommation sur la colimétrie appliquée aux contrôles de la pasteurisation des laits et des laits pasteurisés. *Le lait* n°182.pp : 114-139.
- **Mokri N. 2014.** Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru provenant de trois centres de collecte à la réception de la laiterie Danone Djurdjura Algérie. Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Génie Biologique Bejaïa : Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, p 70.
- **Montreuil J. 1971.** La maternisation des laits. Etat actuel de la question. *Ann. Nutr Alim*, 25, A1-A73.
- **Moulay M., Aggad H., Benmechernene Z., Guessas B., Henni D.E et Khilil M., 2006.** Cultivable Lactic Acid Bacteria Isolated from Algerian Raw Goat's Milk and Their proteolytic Activity. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 1 (1) : 12-18.
- **Nebel R.L et Macgilliard M.L., 1993.** Interaction of high milk yield and reproduction performance in dairy cows. *J. Dairy. Sci*; 76(10), 3257-3268.
- **Paradal M. 2012.** *La transformation fromagère caprine fermière: Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre.* Ed, Tech et Doc. Lavoisier. Paris, 295p.
- **Peereboom J.W.C., 1969.** Modern views on the physical structure of the globules in milk and cream. *Fette, Seif en Antstrichmittel*, 71(4), 414-322.
- **Phillips C.J.C et Schofield S.A., 1989.** The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Anim. Prod*, 48,293-30.
- **Preka J et Bekteshi A., 2016.** Evaluation of the Physicochemical Parameters of Cow's Fresh Milk in Shkodra, DAVID Publishing. *Journal of Agricultural Science and Technology* B 6 (2016) 274-280.Doi: 10.17265/2161-6264/2016 .04 .008.
- **Pougheon S et Goursaud J., 2001.** *Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques.* In : *lait nutrition et santé.* Ed. Tec et Doc. Lavoisier Paris. pp : 4-41.
- **Pougheon S. 2001.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Thèse doctorat, université Paul sebatier de Toulouse, France.

Références bibliographiques

- **Poutrel B.1985.** Généralités sur les mammites de la vache laitière : processus infectieux, épidémiologie, diagnostic, méthodes de contrôle. *Rec. Méd. Vét.* 161(6-7)497-511.
- **Ramakant S. 2006.** Chemical & Microbiological Analysis of Milk & Milk Products. *International Book Distributing Company, Pub. Division.*
- **Ratray W., Gallman P et Jelen P., 1997.** *Nutritional, Sensory and physicochemical characterization of protein standardized UHT milk, lait.*
- **Rode L. 2006.** Formulating dairy cow diets for milk composition. In Proc. 41st *Pacific Northwest Anim. Nutr. Conf. Vancouver, BC, Canada.*
- **Rodier J., Legube B and Merlet N., 2009.** *L'analyse de l'eau : contrôle et interprétation (Water analysis : control and interpretation) 10th ed.* Dunod. Paris .ISBN 978-2-10-054179-9 pp.1526.
- **Rulquin H., Hurtaud C., Lemosquet S et Peyraud J.L., 2007.** Effet des nutriments énergétiques sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 20 (2), 163-176 p.
- **Sadelli N et Oulmi A., 2013.** Etude des paramètres physico-chimiques et analyses microbiologiques du lait pasteurisé conditionné fabriqué par l'unité ORLAC d'Amizour. Mémoire de Master Biotechnologies, Agro Ressources Aliment Nutrition : Industrie Laitière, 18-66 p.
- **Sboui A., Khorchani T., Djegham M et Belhadj O., 2009.** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afr. Sci.*, 05(2): 293 – 304p.
- **Seegers H., Fourichon C and Beaudeau F., 2003.** Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds, *Veterinary Research.* 34: 475-491p.
- **Seme K., Pitala W et Osseyi G.E., 2010.** *European Scientific Journal*, 36 (11) (2015) 359 -376.
- **Si Tayeb S. 2018.** Etude la qualité hygiénique et microbiologique du lait cru de vache de la ferme de Hassi Mameche. Mémoire de Master en biologie, production et Transformation Laitière, Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 22-23 p.

Références bibliographiques

- **Smaali S. 2014.** Étude de l'étiologie bactérienne des mammites subcliniques des ovins à l'Est de l'Algérie, *Afrique SCIENCE*, 10(4), 225 –231.
- **Spike P.W et Freeman A.E., 1967.** Environmental influences on monthly variation in milk constituents. *J. Dairy Sci.*, 50, 1897-1904.
- **Srairi M.T et 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.
- **Stanisiewski E.P., Mellenberger R.W., Anderson C.R et Tucker H.A., 1985.** Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 68, 1134-1140.
- **Stoll W. 2002.** Alimentation de la vache laitière et composition du lait. Station fédérale de recherche en production animale. Rap actuel. Paris. vol 9N°15, 19 pp.
- **Taybi N.O., Arfaoui A et Fadli M. 2014.** Evaluation of microbiological quality of raw milk in the region of Gharb, Morocco. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol 9 No 2 Sep.2014, 487-493 pp.
- **Tasci F. 2011.** Microbiological and chemical properties of raw milk consumed in Burdur. *J. Anim. Vet. Adv.*, 10 (5): 635-641.
- **Thieulin G et Vuillaume R., 1967.** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, *Président Wilson*, Paris : 71-73. 388p.
- **Tir E., Bounoua S., Heddar M et Bouklila N., 2015.** Etude de la qualité physicochimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie). *El Wahat pour les Recherches et les Etudes*. 8(2): 26-33.
- **Weissery R. 1975.** *Technologie du lait : Principes des techniques laitières*. 3^{ème} éd, Paris, SEPAIC, 714 p.
- **Weisseyre R. 1979.** *Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation de lait*. 3eme édition. Edition la maison rustique, Paris. pp : 112-133.
- **Vignola C.L. 2002.** Science et technologie du lait transformation du lait. *Ecole Polytechnique de Montréal*. Vol 1. Edition : Lavoisier, Paris. pp : 43.
- **Walstra P. 1999.** On the stability of casein micelles. *J. Dairy Sci.*

Références bibliographiques

- **Whitney R., Brunner J et Ebner K., 1976.** Nomenclature of the proteins of cow's milk: Fourth revision. *J. dairy Sci.*
- **Wolter R. 1988.** *Alimentation de la vache laitière.* 3^{ème} édition. Editions France Agricole. Paris.
- **Yagil R. 1985.** *The Desert camel; comparative physiological adaptation.* Ed KARGER, Berlin, Allemagne, p 80.

Références bibliographiques

Normes et textes réglementaires

- **AFNOR, 2001.** Lait - Détermination de la teneur en matière grasse -Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, décembre 2001, 21 p.
- **AFNOR, 1985.** Contrôle de la qualité des produits laitiers-Analyses physiques et chimiques, 3ème édition.
- **J.O.R.A. N° 35, 1998.** Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.
- **JORF, 1955.** Arrêté du 2 juin 1955 portant description de méthodes d'analyse en vue du contrôle de la qualité bactériologique des laits destinés à la consommation humaine.

Webographie

- **Aboutayeb R. 2009.** Technologie du lait et dérivés laitiers [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.azaquar.com>> (consulté le 24/03/2020).
- **FAO. 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine In Alimentation et nutritionn°28 [en ligne]. Disponible sur : www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F09.htm-13k,271p. (consulté le 20/06/2020).
- **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 [en ligne]. Disponible sur : « <http://www.dos.transf.edwa.pdf> ». Consulté le (15/08 /2019).
- **Mttaine J. 1980.** *Les laits autres que le lait de vache* [en ligne]. Disponible sur : « http://whqlibdoc.who.int/monograph/who_mono ». (consulté le 07/05/2020).
- **(1)- Web-Agri.** Hygiène et prévention en élevage laitier [en ligne]. Disponible sur : <https://www.terre-net.fr/partenaire/hygiene-et-prevention-en-elevage-laitier/p809> (consulté le 21/06/2020).

Annexes

Annexe 1 : Fiche d'enquête

Fiche d'enquête « éleveur »

Lieu de prélèvement : Date :

Commune : L'heure :

Daira :

Echantillon	race	l'âge (ans)	niveau de lactati on (mois)	Etat sanitaire	Mammite	gestation (mois)	Alimentation	vaccination	date de vaccination	Antibiotique
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										

Annexe 02: Variation des paramètres physico-chimiques moyens du lait cru suivant la race

Variables Race	n	MG (%)	ESD (%)	Lactose (%)	TP (%)	Densité (g/ml)	sels minéraux (%)	Mouillage (%)	CE (Ms/cm)	l'acidité titrable (°D)	pH	Point de Congélation (°C)
Montbéliarde	5	4,18	8,40	4,95	2,70	0,33	0,70	0	5,20	16,8	7,39	-0,57
Bretonne pie noire	1	2,68	9,51	5,01	3,7	1,33	0,76	0	5,26	16	7,7	-0,58
Brune	1	1,84	9,42	4,73	3,92	0,77	0,74	0	5,91	17	7,64	-0,54
Pie rouge	5	2,63	9,98	5,21	3,94	1,03	0,79	0	4,86	19	7,74	-0,61
prim'holstein	3	4,18	7,95	5,30	2,21	0,16	0,74	0	5,16	19,57	7,27	-0,62
Guelmoise	7	4,18	8,88	5,02	3,07	0,42	0,68	0	5,13	17,66	7,53	-0,58

Annexe 03 : Variation des paramètres physico-chimiques moyens du lait cru suivant le niveau de lactation

Variables niveau de lactation	n	MG (%)	ESD (%)	Lactose (%)	TP (%)	Densité (g/ml)	sels minéraux (%)	Mouillage (%)	CE (Ms/cm)	l'acidité titrable (°D)	pH	Point De Congélation (°C)
[1-4]	9	4,18	8,62	5,05	2,71	0,54	0,71	0	4,62	17,6	7,54	-0,58
[5-9]	11	3,39	8,42	5,15	3,27	0,63	0,69	0	5,10	17	7,56	-0,60
[10-13]	1	7,2	8,04	5,67	1,61	0,12	0,73	0	4,95	20	7,3	-0,67

Annexe 04 : Variation des paramètres physico-chimiques moyens du lait cru suivant l'alimentation

Variable	N	MG (%)	ESD (%)	Lactose (%)	TP (%)	Densité (g/ml)	sels minéraux (%)	Mouillage (%)	CE (Ms/cm)	AT (°D)	pH	PC (°C)
Aliments												
fouillage et aliment de bétail	3	1,55	9,33	4,6	3,96	1,01	0,72	3,46	5,53	16	7,72	-0,53
L'herbe	4	1,32	10,63	5,12	4,65	0,97	0,81	0	4,94	19	7,75	-0,59
foin et orge concassé	7	5,15	8,11	5,11	2,27	0,17	0,69	0	5,15	17,42	7,29	-0,59
L'herbe, fouillage et aliment de bétail	3	4,01	9,34	5,31	3,22	0,785	0,76	0	4,88	24	7,60	-0,62
L'herbe, fouillage	5	5,67	8,32	5,35	2,59	0,38	0,72	0	5,17	16,8	7,53	-0,63

Annexe 05 : Variation des paramètres physico-chimiques moyens du lait cru suivant l'âge

Variables	n	MG (%)	ESD (%)	Lactose (%)	TP (%)	Densité (g/ml)	sels minéraux (%)	Mouillage (%)	AT (°D)	CE (mS/cm)	PH	PC (°C)
Age												
[2-3]	3	3,74	8,73	4,98	3	0,84	0,72	0	18,33	5,17	7,64	-0,57
[4-5]	7	4,24	8,21	5,29	3,05	0,12	0,75	0	19,85	5,08	7,53	-0,62
[6-7]	3	4,33	8,21	4,91	2,57	0,12	0,69	0	17,33	5,33	7,29	-0,56
[8-9]	8	4,04	9,13	5,24	3,33	0,70	0,75	0	17,62	5,03	7,54	-0,61
[12-13]	1	0,15	9,07	4,08	4,26	0,93	0,68	10,38	15	5,42	7,74	-0,46

Annexe 06 : la variation de la charge microbienne selon la race

Variables Race	n	FTMA	CT	CF	ASR	STAPH	STREPTO
Montbéliarde	5	$2,16.10^3$	$2,60.10^3$	$2,16.10^3$	Présence(+)	Absence	Absence
Bretonne pie noire	1	$0,46.10^3$	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Brune	1	$0,70.10^3$	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Pie rouge	4	$1,53.10^3$	$3,55.10^3$	$2,56.10^3$	Présence(-)	Absence	Absence
prim'holstein	3	$3,03.10^3$	$3,83.10^3$	$4,18.10^3$	Présence(+)	Absence	Absence
Guelmoise	2	$3,17.10^3$	$2,06.10^3$	$0,56.10^3$	Absence	Absence	Absence
Normes (UFC/ml) (JORA, 1998)		10^5	10^6	10^3	<50	Absence*	Absence

(*): Il ne s'agit pas de Staphylococcus aureus

Annexe 07 : la variation de la charge microbienne selon le type d'alimentation

Aliments \ Variables	n	FTMA	CT	CF	ASR	STAPH	STREPTO
fouillage et aliment de bétail	3	$0,66.10^3$	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
L'herbe	4	$1,53.10^3$	$3,55.10^3$	$2,56.10^3$	Présence(+)	Absence	Absence
foin et orge concassé	7	$2,72.10^3$	$3,50.10^3$	$3,34.10^3$	Présence(+)	Absence	Absence
L'herbe, fouillage et aliment de bétail	2	$3,17.10^3$	$2,06.10^3$	$0,55.10^3$	Absence	Absence	Absence
Normes (UFC/ml) (JORA, 1998)		10^5	10^6	10^3	<50	Absence*	Absence

Annexe 08 : la variation de la charge microbienne selon l'âge

Variables Age	n	FTMA	CT	CF	ASR	STAPH	STREPTO
[3-4]	3	$1,46.10^3$	$2,61.10^3$	$1,29.10^3$	Absence	Absence	Absence
[5-6]	6	$3,13.10^3$	$2,90.10^3$	$3,10.10^3$	Présence(+)	Absence	Absence
[8-9]	6	$1,58.10^3$	$2,93.10^3$	$2,05.10^3$	Présence(+)	Absence	Absence
[12-13]	1	$0,84.10^3$	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Normes (UFC/ml) (JORA, 1998)		10^5	10^6	10^3	<50	Absence*	Absence

Annexe 09 : la variation de la charge microbienne selon niveau de lactation

Variables niveau de lactation	n	FTMA	CT	CF	ASR	STAPH	STREPTO
[1-4]	6	$2,17.10^3$	$2,12.10^3$	$2,57.10^3$	Présence(+)	Absence	Absence
[5-9]	8	$1,94.10^3$	$2,89.10^3$	$1,62.10^3$	Présence(-)	Absence	Absence
[10-13]	1	2.10^3	$3,01.10^3$	$1,08.10^3$	Présence(-)	Absence	Absence
Normes (UFC/ml) (JORA, 1998)		10^5	10^6	10^3	<50	Absence*	Absence