



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Département De Sciences Alimentaire



Mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Spécialité: **Production et transformation laitière**

Thème :

Contribution à l'étude physico-chimique et Microbiologique du lait de vache cru

Présenté Par :

GHOUAT Nawal

AHMAD BEN KLAOUZE Halima

Devant le jury :

Président : Dr CHAA Sara

MCB Université de Mostaganem

Examineur : Dr ALACHAHER Fatima Zohra

MAB Université de Mostaganem

Encadrant : Dr CHERRAD Hayet

MAB Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers Dieu le tout puissant, qui nous a offert l'aide, la foi et le courage nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à adresser nos remerciements les plus sincères à notre encadrant Dr. CHERRAD H. pour son soutien, ses conseils, son orientation et sa confiance, toujours dans une ambiance de décontraction et de bonne humeur.

Nous remercions également les membres du jury Dr. CHAA S. et Dr. ALACHAHER F.Z. pour avoir accepté de lire et d'évaluer ce travail.

Nous exprimons notre gratitude au Pr. DAHOU A. pour la qualité de ses cours, son assistance et aussi de nous avoir accepté au sein de laboratoire des Sciences et technologies de la production animale de Mostaganem pour la réalisation de la deuxième partie de notre travail.

Nous remercions aussi toutes les personnes qui nous ont aidé sa la réalisation de ce modeste travail

Dédicace

Je tiens à exprimer ma gratitude envers les personnes qui m'ont soutenu tout au long de la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, je dédie ce travail à ma mère, *Fatma Bouhanna*, dont le soutien et les encouragements ont été inestimables. Sa force et sa bienveillance m'ont permis de persévérer dans mes efforts.

Je souhaite également adresser mes prières à mon *cher père*, en lui souhaitant une bonne santé et une vie longue et heureuse.

Mes sœurs chéries, chacune par son propre nom, ainsi que mon frère, cher à mon cœur, ont été une source de soutien inébranlable.

Je remercie également mes chères amies *Maroua*, *Chaimaa*, et mon binôme *Halima* pour leur patience et leur contribution précieuse à l'achèvement de ce mémoire.

Enfin, un grand merci à tous ceux qui ont apporté leur aide pour la réalisation de ce travail.

NAWAL

Dédicace

Au nom de Dieu le Miséricordieux.

Je tiens à dédier humblement ce travail d'études à *mes chers parents*. Leurs sacrifices et leur soutien inconditionnel ont été une source d'inspiration et de motivation. Que Dieu les récompense pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.

Je souhaite également exprimer ma gratitude à *mes frères*, à leurs épouses et à leurs enfants pour leur soutien constant.

Je tiens à dédier ce travail à *mes sœurs* bien-aimées, chacune par son propre nom, ainsi qu'à mon amie *Mansouria*. Leur amour et leur sincérité ont été des sources de réconfort inestimables.

Un remerciement spécial à ma collègue *Nawal* pour m'avoir accompagné tout au long de ce travail.

Merci à tous pour votre soutien et votre encouragement.

HALIMA

Résumé

Le lait joue un rôle majeur dans l'alimentation adaptée à tous les âges grâce à sa composition équilibrée des éléments de base. Les analyses physiques, chimiques et microbiologiques sont réalisées pour détecter toutes altérations ou contamination par des germes qui rendent le lait impropre à la consommation. Le but de notre travail est de contribuer à l'évaluation de qualité physicochimiques et microbiologiques des plusieurs échantillons de lait issu de collecteurs venant de cheptels différents. Les résultats sont comparés aux normes de JORA 1998 et 2016 et AFNOR.

Les résultats des analyses physicochimiques a savoir la T°, l'acidité titrable, la densité et la MG de tous les échantillons étaient normaux et conformes aux normes du J.O.R.A, de même pour le test aux ATB négatif sur tous les échantillons. L'analyse microbiologique montre un taux élevé des FTAM, des coliformes fécaux des staphylococcies ainsi que les levures et moisissures, ce qui n'est pas conforme aux normes en vigueur. Par ailleurs, tous les échantillons étaient exempt de la présence des salmonelles.

Pour garantir un lait de bonne qualité sanitaire, il est essentiel d'étudier tous ces paramètres qui permettent de vérifier la conformité aux réglementations et d'évaluer la qualité du lait en Algérie. Entre autre, il est important d'assurer la gestion des exploitations, l'entretien des locaux, de la nourriture des animaux tout au long de l'élevage et la collecte du lait.

Les mots clés : lait de la vache, qualité physico-chimique, microbiologique, normes

Summary

Milk plays a major role in nutrition for all ages, thanks to its balanced composition of basic elements. Physical, chemical and microbiological analyses are carried out to detect any alterations or contamination by germs that make milk unfit for consumption. The aim of our work is to contribute to the physicochemical and microbiological quality assessment of several milk samples from collectors of different herds. The results are compared with JORA 1998 and 2016 and AFNOR standards .

The results of the physicochemical analyses, i.e. T°, titratable acidity, density and fat content of all samples, were normal and in compliance with J.O.R.A. standards, as was the ATB test, which was negative on all samples. Microbiological analysis showed high levels of AMF, faecal coliforms, staphylococci, yeasts and moulds, which do not comply with current standards. On the other hand, all samples were free of salmonella .

To guarantee milk of good sanitary quality, it is essential to study all these parameters, which enable us to check compliance with regulations and assess the quality of milk in Algeria. Among other things, it is important to ensure farm management, maintenance of premises, animal feed throughout the rearing and collection of milk.

Keywords: cow's milk, quality, physicochemical, microbiological, standards.

الملخص

يلعب الحليب دوراً رئيسياً في نظام غذائي مناسب لجميع الأعمار، وذلك بفضل تركيبته المتوازنة من العناصر الأساسية. يتم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للكشف عن أي تغيرات أو تلوث بالجراثيم التي تجعل الحليب غير صالح للاستهلاك. الهدف من عملنا هو المساهمة في تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للعديد من عينات الحليب من جامعي الحليب من قطعان مختلفة.

تمت مقارنة النتائج مع معايير JORA 1998 و2016 ومعايير AFNOR. كانت نتائج التحاليل الفيزيائية الكيميائية، أي درجة الحموضة والحموضة القابلة للمعايرة والكثافة ومحتوى الدهون لجميع العينات طبيعية ومطابقة لمعايير J.O.R.A. كما كانت نتائج اختبار TBA سلبية على جميع العينات. أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية وجود مستوى عالٍ من AMF، والقولونيات البرازية، والمكورات العنقودية، والخمائر والعفن، وهو ما لا يتوافق مع المعايير الحالية. بالإضافة إلى ذلك، كانت جميع العينات خالية من السالمونيلا.

لضمان جودة الحليب بجودة صحية جيدة، من الضروري دراسة جميع هذه المعايير للتحقق من الامتثال للوائح وتقييم جودة الحليب في الجزائر. من بين أمور أخرى، من المهم التأكد من إدارة المزرعة وصيانة أماكن العمل والأعلاف الحيوانية طوال فترة تربية وجمع الحليب.

الكلمات المفتاحية : حليب البقر، الجودة الفيزيائية و الكيميائية ، الميكروبيولوجية، المعايير

Sommaire

Résumé

Summary

الملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Error! Bookmark not defined.

Partie bibliographie

I / Généralités sur le lait	2
1 Définition du lait.....	2
2 Composition du lait.....	2
2.1 L'eau	3
2.2 Les lipides	3
2.3 Les protéines.....	4
2.3.1 Les caséines.....	4
2.3.2 Les protéines du lactosérum.....	5
2.4 Glucides	6
2.5 Les minéraux	6

2.6	Vitamines	7
2.7	Enzymes	8
3	le colostrum.....	8
4	Propriétés physico-chimiques du lait	9
4.1	Le pH	9
4.2	L'acidité	9
4.3	La densité	10
4.4	Le point de congélation.....	10
4.5	Point d'ébullition	10
5	Qualité organoleptique du lait	10
5.1	La couleur.....	10
5.2	L'odeur.....	11
5.3	La saveur	11
5.4	La viscosité.....	11
6	Qualité microbiologique du lait de vache	11
6.1	Flore originelle ou indigène	11
6.2	Flore de contamination	12
6.2.1	La flore d'altération	13
6.2.2	La flore pathogène	14
7	Qualité technologique	15
8	Contrôle de la qualité du lait	15
II /	Les variations de influencé à la qualité du lait.....	16
1	Facteurs intrinsèques.....	17

1.1	Facteurs génétiques (la race)	17
1.2	Stade de lactation	17
1.3	Age et numéro de lactation.....	17
1.4	Etat sanitaire	17
2	Facteurs extrinsèques	18
2.1	Période de l'année (saison/climat).....	18
2.2	Effets des pratiques d'élevage	18
2.2.1	Influence des pratiques hygiéniques	18
2.2.2	Influence des pratiques alimentaires.....	20

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

1	Objectif.....	22
2	Echantillonnage	22
2.1	Lieu et saison de prélèvement	22
2.2	Les prélèvements	22
2.3	Techniques de prélèvement	23
3	Analyses physico-chimique.....	23
3.1	Détermination de la température	23
3.2	Mesure de l'acidité	23
3.3	Mesure de la densité	24
3.4	Recherche d'antibiotiques	24
3.5	Matière grasse.....	26
4	Evaluation de la qualité microbiologique du lait.....	27

4.1	Test de la réductase (au bleu de méthylène)	27
4.2	Préparation des dilutions	29
4.3	Dénombrement des coliformes fécaux.....	30
4.4	Dénombrement de Staphylococcus aureus.....	30
4.5	La recherche des levures et moisissures	30
4.6	Recherche des salmonelles.....	31

Résultats et discussions

1	Résultat des analyses physico-chimiques	32
1.1	Interprétation des résultats physico-chimiques	32
1.2	Discussion des résultats des analyses physiques et chimiques.....	34
2	Résultats de l'analyse microbiologique	35
2.1	Test de la réductase.....	35
3	Résultats du dénombrement des microorganismes.....	37
3.1	Flore mésophile aérobie totale	38
3.2	Coliformes fécaux.....	39
3.3	Staphylococcus aureus	40
3.4	Levures et moisissures :	41
3.5	Salmonelle.....	41
	Conclusion	40
	Références bibliographique	47
	Annexes	49

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

D° : Degré Dornic

FAO : Food and Agricultural Organization

MG : Matière Grasse

pH : Potentiel d'Hydrogène

UFC : Unité Formant Colonie

OGA : Oxytétracycline gulose Agar

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale

PCA : Plant Count Agar.

V.F : Gélose glucosée viande-foie g : Gramme

VRBL : Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

S.F.B : Bouillon sélénite acide de sodium

Liste des figures

Figure 1: structure d'un globule de matière Grasse (Kabir ,2015).	3
Figure 2: Pourcentages des différentes protéines du lait (Vignola, 2002).	6
Figure 3: Schéma récapitulatif des principaux facteurs de variation de la qualité du lait (Kaouche-Adjlane, 2019).	16
Figure 4: lactodensimètre.	24
Figure 5: La lecture des résultats pour les β -lactames et les Tétracyclines.	25
Figure 6: résultats du test aux antibiotiques.	26
Figure 7: les étapes de la réalisation du test au bleu de méthylène.	28
Figure 8: Variations de la température des 5 échantillons de lait cru.	32
Figure 9: Variation de l'acidité Dornic des différents échantillons de lait cru.	33
Figure 10: Variation de la densité des 5 échantillons de lait cru.	33
Figure 11: Variation des teneurs en matière grasse des 5 échantillons de lait cru.	34
Figure 12: Résultat du test de la réductase.	37
Figure 13: Résultat de la présence des germes des flores mésophile aérobie totale.	39
Figure 14: Résultat de la présence des Coliformes fécaux.	40
Figure 15: Résultat de la présence de Staphylococcus aureus.	41
Figure 16: Résultat de la présence des levures et moisissures.	41
Figure 17: resultat de la recherche des salmonelles (echantillon E3).	42
Figure 18: Acide sulfurique et l'alcool utilisés pour la mesure de la matière grasse .	50

Figure 19: Centrifugeuse.....	50
Figure 20: Critères microbiologique du lait cru de 1999.	51
Figure 21: Critères microbiologique du lait cru de 2017.	52

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition générale du lait de vache. (Martin, 2000)	2
Tableau 2: Composition minérale du lait de vache (Jeantet et aL., 2007).....	7
Tableau 3: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et aL., 2002).	7
Tableau 4: Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).	8
Tableau 5: Flore indigène du lait cru (Medjoudj et Salhi, 2013).	12
Tableau 6: Classement des laits en fonction des tests de réduction (Guiraud, 2003).....	29
Tableau 7: La moyenne des résultats d'analyse physico-chimique de 5 jours des 5 échantillons prélevés de 5 collecteurs différents dans la région de Mostaganem.	32
Tableau 8: résultats du test de la réductase.	36
Tableau 9: Dénombrement des bactéries d'altérations et pathogènes de lait de vache.	38
Tableau 10: l'ensemble des matériels et des réactifs utilisés dans ce travail.	49

Introduction

L'Algérie est l'un des plus grands consommateurs de lait en Afrique. Les algériens consomment annuellement l'équivalent de 5 milliards de litres de lait, ce qui correspond à une moyenne située entre 145 et 150 litres/hab/an. Sachant que la production locale avoisine les 3,5 milliards de litres (Demmad, 2021).

Le lait est un mélange très complexe de matière grasse à l'état d'émulsion, de protéines à l'état de suspension colloïdale, de sucre et de sels à l'état de solutions vrai. De plus, il est riche en calcium et phosphore, en vitamines et en enzymes. C'est un aliment parfaitement adapté aux besoins nutritionnels et physiologiques de tous les âges de la vie. Il est utilisé dans la technologie alimentaire et dans leur transformation en aliments dérivés (comme le fromage, le yaourt, etc.).

La qualité physique, chimique et bactériologique du lait reste toujours irrégulière en raison de plusieurs facteurs, qui peuvent être extrinsèques comme l'environnement et les contaminations au cours et après la traite ou intrinsèques à savoir les facteurs génétiques, l'allaitement et l'état sanitaire des vaches laitières (Aggad *et al.*, 2009).

La sécurité alimentaire et notamment des produits issus des animaux est une question de santé publique. Toutes les phases de la production animale sont soumises au risque d'exposition aux agents qui puissent détériorer la qualité du produit.

Cependant, la production de lait de vache est souvent confrontée à des défis en matière de gestion de la qualité, ce qui affecte négativement les producteurs et les transformateurs. Les normes d'hygiène dans les fermes, ainsi que les risques de rupture de la chaîne du froid tout au long du processus de production jusqu'à l'arrivée du lait à la laiterie, représentent des sources potentielles de contamination qu'il est essentiel de maîtriser pour préserver la qualité hygiénique du lait (Faye et Loiseau, 2002).

L'intérêt de notre travail est d'évaluer la qualité physico-chimique microbiologique de de vache cru collecté au niveau de la région de Mostaganem pour avoir une idée sur la qualité hygiénique du lait et entre autre se projeter sur les conditions d'élevage des vaches laitières notamment les conditions de traite et de collecte. Les résultats sont comparés avec les normes réglementaires appliquées en Algérie.

Ce présent travail est scindé en deux parties : bibliographique qui englobe quelque généralité sur le lait, sa composition, ses variations ; et expérimentale, elle décrit les matériels, les techniques utilisées pour l'appréciation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache cru suivie par la présentation et la discussion des résultats.

Partie

bibliographie

I / Généralités sur le lait

1 Définition du lait

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles. Tout fois chaque spécialiste de domaine, a une définition propre selon leur intérêt sur le lait.

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

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

Selon le code FAO (2010) la dénomination lait est réservée exclusivement au produit de la Sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans addition ou soustraction (Boudiers et Luquet, 1981).

2 Composition du lait

Le lait est un système colloïdal naturel complexe, composé d'une variété de composants. Il contient des composés inorganiques tels que les minéraux, ainsi que des composés organiques complexes tels que des protéines, des lipides, des glucides, des vitamines, et bien d'autres éléments. Cette composition diversifiée confère au lait ses propriétés uniques et ses bienfaits nutritionnels.

Tableau 1: Composition générale du lait de vache. (Martin, 2000)

Constituants majeurs	Valeur moyenne (%)
Eau	87,5
Matière grasse	3,7
Protéines	3,2
Glucides	4,6
Minéraux	0,8
Constituants mineurs enzymes ,vitamins pigment ,pigment, cellules diverses , gaz .	

2.1 L'eau

C'est le constituant le plus important du lait avec un pourcentage de 87%. Le caractère polaire de l'eau 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 de sérum. Par ailleurs, l'eau peut former les éléments hydrophobes peuvent ou bien une émulsion comme les lipides ou une suspension colloïdale avec la caséine (Amiot *et al.*, 2002).

2.2 Les lipides

Le lait contient principalement des triglycérides, des phospholipides et une fraction insaponifiable composée en grande partie de cholestérol et de β -carotène (FILQ, 2002). Les lipides du lait se présentent sous forme de petits globules sphériques. La taille de ces globules varie selon la race, l'espèce et la période de lactation. La figure suivante montre la composition de la matière grasse du lait.

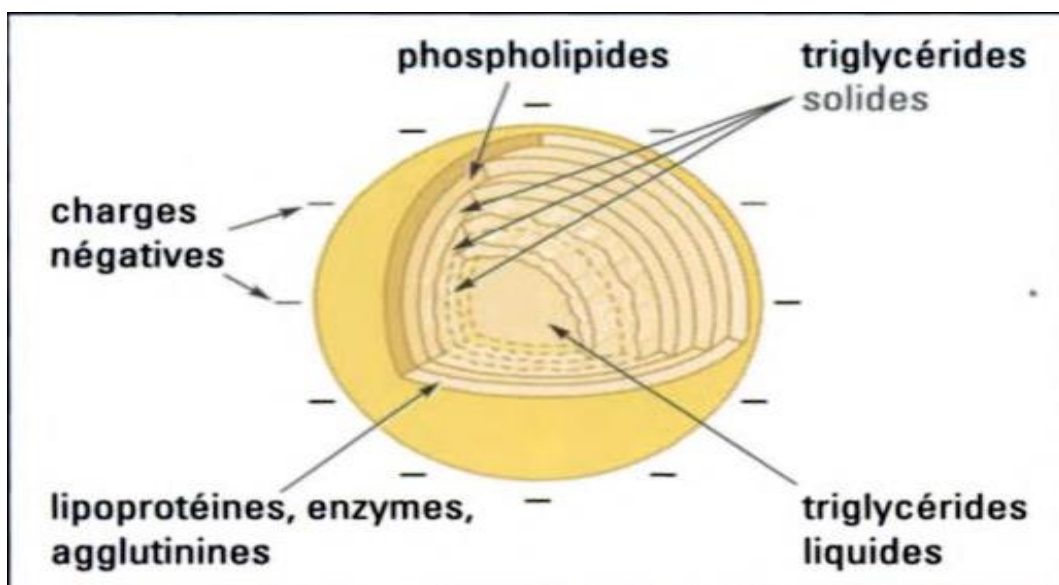


Figure 1: structure d'un globule de matière Grasse (Kabir ,2015).

D'après Jeantet et Coll (2008), les phospholipides ne contribuent qu'à hauteur de moins de 1% à la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache présente une faible teneur en acides gras essentiels par rapport au lait d'origine humaine (1.6% contre 8.5% en moyenne).

La matière grasse du lait est principalement fabriquée à partir d'acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est principalement formé à partir des glucides pariétaux présents dans les fourrages (cellulose), et le deuxième à partir des glucides rapidement fermentescibles (par

exemple le sucre de betterave). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Dans certaines circonstances, les graisses alimentaires peuvent aussi jouer un rôle dans la formation de la matière grasse du lait (Stoll, 2003).

2.3 Les protéines

Les protéines jouent un rôle essentiel dans le bon fonctionnement des cellules vivantes. Elles sont une composante essentielle du lait et des produits laitiers (Amiot *et al.*, 2002).

Les protéines présentes dans le lait sont divisées en deux catégories en fonction de leur solubilité dans l'eau et de leur stabilité.

On peut distinguer d'un côté les protéines insolubles qui se présentent en différentes classes de caséines en suspension colloïdale dans la phase aqueuse du lait. D'un autre côté, on retrouve les protéines solubles aussi appelées protéines du sérum, du lactosérum ou protéines du petit lait (Bonfatti *et al.*, 2010 ; Ilboudo *et al.*, 2012).

2.3.1 Les caséines

Les caséines forment près de 80% de toutes les protéines présentes dans le lait, elles participent à la gélification du lait, leur point isoélectrique (pHi) moyen est de pH 4,65. L'élucidation de leur structure tridimensionnelle permet d'affirmer que les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle.

Les micelles de protéine sont constituées de 92% de protéines et de 8% de minéraux. Cette micelle est composée de 90% de caséine et de 8% de minéraux. Les quatre caséines qui la composent, les caséines α_1 , α_2 , β et κ (Leonil *et al.*, 2013).

- **La caséine α_1** est la protéine la plus abondante du lait puisqu'elle représente environ 40% des caséines.
- **La caséine α_2** représente environ 10% des caséines.
- **La caséine β** est une protéine qui constitue environ 35% des caséines.
- **La caséine κ** ne représente qu'environ 13% des caséines (Devendra *et al.*, 2016). C'est la caséine la plus étudiée, en raison de son rôle dans la coagulation du lait par la présure, de son importance dans la stabilité de la micelle et de son intérêt en transformation laitière

2.3.2 Les protéines du lactosérum

Ces protéines représentent environ 20% des protéines totales. Les deux principales sont la β -lactoglobuline et l' α -Lactalbumine ; les autres protéines du lactosérum sont les immunoglobulines, le sérum albumine Bovine (SBA) et la lactoferrine (Figure 2).

- β -lactoglobuline

β -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle représente environ 55%. Son point isoélectrique est de 5,1 la lactoglobuline est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques.

- α -lactalbumine

α -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques.

Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globuline (Structure Tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum (Vignola, 2002).

- Immunoglobulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines : IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont des protéines du sérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (Thapon, 2005).

-Sérum albumine bovine (SBA)

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant une seule variante génétique est identique au sérum albumine sanguin (Vignola, 2002). (Figure 2)

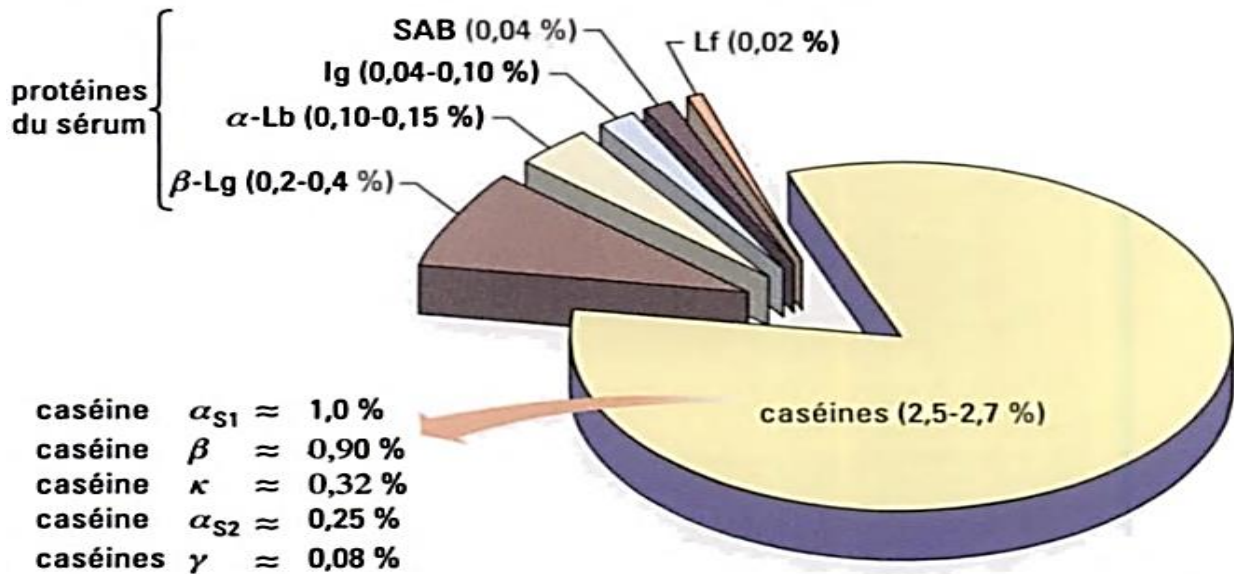


Figure 2: Pourcentages des différentes protéines du lait (Vignola, 2002).

β -Lg : β lactobumine ; α -Lb : α lactalbumine ; Ig : immunoglobulines ; SAB/ sérum albumine bovine ; Lf : lactoferrine. .

2.4 Glucides

Le lait contient principalement du lactose, un disaccharide qui est formé par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. Seulement 70 mg/l de glucose et 20 mg/l de galactose sont détectés, ainsi que des traces d'autres glucides. Le lactose est un sucre fermentescible. Il est dégradé en acide lactique par les bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques), ce qui entraîne une diminution du pH du lait et provoque sa coagulation. Elle est indispensable pour la fabrication de fromages et de laits fermentés (Fredote, 2005).

2.5 Les minéraux

D'après Gaucheron (2004), le lait renferme une grande quantité de divers minéraux. Pour les cations, il est important d'avoir du calcium, du magnésium, du sodium et du potassium, tandis que pour les anions, il est important d'avoir du Phosphate, du chlorure et du citrate comme principaux minéraux. La composition minérale du lait de vache est représentée dans le tableau 2.

Tableau 2: Composition minérale du lait de vache (Jeantet et aL., 2007).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg1)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

2.6 Vitamines

D'après Vignola (2002), les vitamines sont vitales sur le plan biologique, car elles interviennent en tant que cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires que l'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Tableau 3). On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) En quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (Jeantet et Al.,2008).

Tableau 3: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et aL., 2002).

Vitamine	Teneur moyenne
Vitamine liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40ug/100ml
Vitamine D	2,4ug/100ml
Vitamine E	100ug/100ml
Vitamine K	5ug/100ml
Vitamines Hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45mg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175ug/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50ug/100ml
Vitamine B12	0,45ug/100
Niacine et niacinamide	90ug/100
Acide pantothénique	350ug/100
Acide folique	5,5ug/100
Vitamine H (biotine)	3,5ug /100

2.7 Enzymes

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le Lait pouvant jouer un rôle très important, soit par la lyse des constituants originaux du lait, soit Assurant un rôle antibactérien (protection du lait), soit des indicateurs de qualité hygiénique, de traitement thermique et d'espèce.

Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (Amiot *et al.*, 2002).

Tableau 4: Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).

Groupe d'enzymes	Classe d'enzymes	PH	T°
Hydrolases	Estérases :lipase	8 ,5	37
	Phosphatase alcaline	9-10	37
	Phosphatase acide	4 ,0 - 5 ,5	37
	Protease :		
	lysozyme	7,5	37
	plasmine	8	37
Déshydrogénases ou oxydases	Sulphydrile Oxydase	7	37
	Xanthine oxydase	8,3	37
Oxygenases	Lactoperoxydase	6,8	20
	CATALASE	7	20

3 le colostrum

La composition du colostrum diffère significativement de celle du lait, ce qui reflète une différence dans la fonction biologique des deux sécrétions. Le colostrum, outre son importance d'un point de vue immunitaire pour le veau nouveau-né, possède des qualités nutritionnelles indéniables, supérieures à celles du lait pour de nombreux nutriments. Par contre, le colostrum est difficilement valorisable à travers des processus industriels, de par sa forte concentration en protéines et composants à activité antimicrobienne (McGrath *et al.*, 2016).

Le colostrum est un liquide jaunâtre, épais et visqueux, à réaction acide présent dans la mamelle quelques jours avant et après le vêlage. Ce colostrum est très riche en protéines solubles, les immunoglobulines, qui proviennent pour moitié du sang de la vache et pour l'autre d'une synthèse locale dans la mamelle. Les immunoglobulines ont un rôle protecteur contre les bactéries

(coliformes...) et virus. La concentration en immunoglobulines atteint son maximum quelques jours avant le vêlage. Elle décroît très rapidement au fil des traites.

La proportion des caséines est faible bien que leur quantité soit supérieure à celle du lait. Ses concentrations en azote et en matières grasses passent respectivement de la première traite au 10^e jour de 160g/l à 35g/l et de 50g/l à 39g/l. le colostrum est composé aussi d'azote non protéique, de cendres, de vitamines et de minéraux, d'hormones, de facteurs de croissance, de cytokines et de nucléotides que le lait mature ; sauf dans le cas du lactose, les niveaux de ces composés diminuent rapidement au cours des trois premiers jours de la lactation (McGrath *et al.*, 2016).

4 Propriétés physico-chimiques du lait

Certaines caractéristiques physico-chimique du lait notamment le pH, l'acidité titrable renseignent sur la qualité hygiénique du lait. D'autres comme le point cryoscopique de la Densité permettent de détecter les fraudes (NOUIRI, 2018).

4.1 Le pH

Le pH est un indicateur précis de la fraîcheur du lait. Le pH d'un lait de vache frais est d'environ 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 (H₃O⁺) et donc une diminution du pH (Belarbi, 2015) contrairement à l'acidité titrable (acidité naturelle + acidité développée), qui 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 L'acidité

L'acidité du lait provient de deux sources : l'acidité naturelle, qui est liée à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques, et l'acidité développée, qui résulte de la fermentation lactique produisant de l'acide lactique. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être quantifiée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou exprimée en degrés Dornic (°D) (25) (Fox et McSweeney, 1998).

Un lait cru au ramassage doit avoir une Acidité ≤ 21 °D. Un lait dont l'acidité est ≥ 27 °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité Est ≥ 70 °D coagule à froid (JEAN et DIJON, 1993).

D'après ABOUTAYEB (2011), Le chauffage du lait cause la perte de gaz carbonique, peut décomposer le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements Aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité.

4.3 La densité

La densité du lait d'une espèce particulière n'est pas constante ; elle fluctue proportionnellement à la concentration d'éléments dissous et en suspension, et d'autre part, à la quantité de matière grasse. La densité du lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20 °C. Des corrections seront nécessaires pour des températures différentes. On mesure la densité en utilisant le thermo-lacto-Densimètre (Ali Saoucha, 2017). D'après Vignola (2002), le lait devient plus dense pendant le processus d'écémage et diminue pendant le mouillage.

4.4 Le point de congélation

Selon Aboutayeb (2011), Le point de congélation est la température de passage de l'état liquide à l'état solide. Neville et al. (1995), ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au Lait. Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production.

4.5 Point d'ébullition

Le point d'ébullition est atteint lorsque la pression de V vapeur de la substance ou de la solution est équivalente à la pression appliquée. Tout comme pour le point de congélation, le point d'ébullition est influencé par la présence de solides solubilisés. Il est légèrement plus élevé que le point d'ébullition de l'eau, qui est de 100,5 °C. La pression diminue cette propriété physique. Ce principe est utilisé dans les Procédés de concentration du lait (Ali Saoucha, 2017).

5 Qualité organoleptique du lait

5.1 La couleur

Le lait présente une couleur blanc mat, en grande partie due à sa teneur en matière grasse.

Les Pigments de carotène sont utilisés par la vache pour transformer le B-carotène en vitamine A, laquelle est directement présente dans le lait (Martin, 2000 ; Fredot, 2005). Reumont, (2009) explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la Lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber, et le rayonnement qu'ils renvoient est semblable à celui du soleil, c'est-à-dire une lumière blanche.

5.2 L'odeur

Selon Vierlinge (2003), l'odeur du lait est caractérisée par la présence de matière grasse qui la fixe, créant ainsi des odeurs animales. Elles sont associées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation et à la préservation.

5.3 La saveur

Il est compliqué de décrire cette caractéristique du lait normal, car elle découle de l'association d'éléments qui sont diversement appréciés par l'observateur. En effet, on distingue la Saveur douce du lactose, la saveur salée du NaCl, la saveur particulière de lécithines qui s'équilibre et qui est atténuée par la masse des protéines (Martin, 2000).

5.4 La viscosité

Les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes ont une influence considérable sur la viscosité du lait, qui est une propriété complexe. La viscosité du lait est fortement influencée par la teneur en graisse et en caséine. La viscosité est également influencée par les paramètres technologiques (Rheotest, 2010).

La viscosité est une caractéristique essentielle de la qualité du lait, car il existe un lien étroit entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par les consommateurs.

6 Qualité microbiologique du lait de vache

Le lait est stérile lorsqu'il est produit par la glande mammaire mais se contamine lors de sa sortie du trayon d'autant plus qu'il est considéré comme un milieu particulièrement favorable pour la multiplication des germes et en particulier des bactéries.

Les bactéries sont les microorganismes qui se trouvent principalement dans le lait. Cependant, il est possible de repérer des levures et des moisissures, voire des virus. Dans le lait, de nombreuses espèces bactériennes peuvent se développer en trouvant un excellent substrat nutritif (Billon *et al.*, 2009).

Certains microorganismes peuvent représenter un danger pour le consommateur de lait cru ou de ses dérivés. D'autres agissent simplement comme des agents d'altération en dégradant les composants du lait pour produire des produits métaboliques indésirables (Medjoudj et Salhi, 2013).

6.1 Flore originelle ou indigène

Lorsque le lait provient d'un animal en bonne santé et est prélevé dans des conditions aseptiques, le taux des microorganismes ne devrait pas dépasser 5000 UFC/ml.

La flore indigène des produits laitiers se réfère à l'ensemble des micro-organismes présents dans le lait à la sortie du pis. La présence de ces micro-organismes, qu'ils soient plus ou moins présents, est en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs.

La flore indigène est majoritairement composée de micro-organismes mésophiles tels que le lactobacillus et le Streptococcus (Sadelli *et al.*, 2013). Les principaux microorganismes originaux du lait sont répertoriés dans le Tableau 05, avec leurs proportions relatives :

Tableau 5: Flore indigène du lait cru (Medjoudj et Salhi, 2013).

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

6.2 Flore de contamination

Cette flore regroupe tous les microorganismes qui polluent le lait de la récolte jusqu'à sa 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 Clostridiums, et d'une flore pathogène dangereuse d'un point de vue Sanitaire telle que Staphylocoques et Clostridiums (Bedjaoui et Kerirem, 2016). D'après Guiraud (2003), le lait est infecté par une variété de germes provenant de diverses origines :

- Fèces et téguments de l'animal : coliformes, entérocoques, Clostridiums, Eventuellement Entérobactéries pathogènes (Salmonella, Shigella, Yersinia).
- Sol : Streptomyces, Listeria, bactéries sporulées, spores fongiques.
- Litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, Clostridiums, 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).

6.2.1 La flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de Texture et réduira la vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent Aussi être pathogènes.

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont les coliformes et certaines Levures et moisissures (Essalhi, 2002).

- **Les coliformes**

En microbiologie alimentaire, on appelle coliformes les entérobactéries fermentant le lactose Avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les coliformes Peuvent provoquer des intoxications alimentaires. Le dénombrement des coliformes a Longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les entérobactéries Totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique. (Guiraud, 2003).

- **Les levures**

Bien que souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont Capables de fermenter le lactose. Le genre *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, Supportent des pressions osmotiques élevées et sont capable de faire gonfler des boîtes de lait Concentré sucré (FAO, 2007).Les levures associées au lait sont les espèces suivantes : *Kluyveromyceslactis*, *Saccharomyces Cervisiae*, *Candia kefir*, (Bourgeois *et al.*, 1988).

- **Les moisissures**

Les moisissures sont des champignons microscopiques. Ce sont des eucaryotes Hétérotrophes, ils sont obligés de prélever le carbone et l'azote nutritifs de la matière grasse, le Sucre et les protéines.

D'une façon générale, les aliments sont des substrats très favorables à leur développement, ces Germes peuvent y causer des dégradations par défaut d'apparence, mauvais goût, ou plus Gravement la production de mycotoxines (Cahagnier, 1998).

6.2.2 La flore pathogène

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine Endogène, et elle fait, alors, suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi Etre d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un Apport de l'environnement (eaux) ou bien liées à l'homme (Brisaboiset *aL.*, 1997).

Parmi ces Germes :

➤ **Bactéries infectieuses**

Qui doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois Ingérées, elles dérèglent le système digestif. Apparaissent alors divers symptômes connus, tels Que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête...etc. Les principaux micro-organismes Infectieux :

- **Salmonelles :**

Ces entérobactéries lactose-, sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'homme et Des animaux. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur Multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une Gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et 40°C. Elles Survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, Elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se Multiplier dans une gamme de pH de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (Jay,2000 et Guy, 2006).

- **Listeria :**

Les bactéries du genre *Listeria* se présentent sous la forme de petits bacilles de forme Régulière arrondis aux extrémités et ne forment ni capsule ni spore. Elles sont à Gram positif (Seelinger et Jones, 1986). Leur croissance est possible entre 0 °C et 45 °C (température Optimale : 30°C- 37°C), pour des pH compris entre 4,5 et 9,6. Elles sont mobiles grâce à des Flagelles péritriches (Lovett, 1989).

Listeria monocytogenes peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire « parfait » car elle est ubiquiste, très résistante aux conditions extrêmes (température, pH...) et surtout Elle est capable de se développer aux températures de réfrigération des aliments (Kornacki et Marth, 1982).

➤ **Bactéries toxinogènes :**

Qui produisent une toxine dans l'aliment qui est responsable de l'intoxication du consommateur. Il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la Maladie. De plus,

certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, tels que la pasteurisation et même la stérilisation (Lamontagne *et al.*, 2002).

Les principaux micro-organismes toxigènes :

- **Staphylocoques :**

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles (Leyral et Vierling, 2007). Ils se trouvent assez fréquemment dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine de la contamination est l'infection mammaire et peut être plus fréquemment, l'Homme. Leurs fréquences tendent 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 (FAO, 2007). Pour cela, les normes exigent leur absence dans les produits alimentaires (J.O.R.A, 1998).

- **Les Clostridiiums sulfito-réducteurs :**

Ce sont des bâtonnets sporulés, mobiles, Gram+ anaérobies stricts, présentent généralement dans le sol et l'eau, mais aussi dans le tube digestif humain et animal, le pouvoir pathogène est dû à la synthèse des toxines (Lamontagne *et al.*, 1996).

7 Qualité technologique

La valorisation du lait se fait via sa consommation et par sa transformation en produits laitiers. Leur intérêt technologique, nutritionnel et/ou santé et leurs propriétés sont exploitées dans plusieurs industries (agro-alimentaire et pharmaceutique notamment). La transformation du lait ne fait appel à aucun traitement chimique, seuls des procédés physiques et des réactions biochimiques sont utilisés.

Depuis plus de 30 ans le Cniel accompagne les professionnels du secteur pour produire des connaissances sur la science et la technologie laitière (SOUSTRE *et al.*, 2017). D'après Delteil (2012), le lait est un produit de l'élevage dont une grande partie est transformée par les industries alimentaires : fromages, yaourts, desserts lactés divers ou boissons aromatisées au chocolat, aux fruits, etc.

8 Contrôle de la qualité du lait

La qualité du lait est déterminée sur la base de six critères différents : le nombre de germes, le nombre de cellules somatiques, la présence de résidus d'antibiotiques ou de désinfectants, le point de congélation et la propreté visible (ryckaert, 2003) les résultats des analyses de qualité qui dépassent

les normes en vigueur entraînent des pénalités et peuvent conduire au refus du lait. Avant de ramasser le lait dans le bassin refroidisseur, le camionneur en vérifie la température, l'apparence et l'odeur, il prélève un échantillon servant aux analyses de contrôle de la qualité. Un autre échantillon de lait est prélevé pour analyser sa composition en protéines, en lactose, en minéraux et en matière grasse (anonyme, 2019)

II / Les variations de influencé à la qualité du lait

Plusieurs facteurs sont à l'origine des variations de la composition du lait. Des facteurs liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) et des facteurs extrinsèques (la conduite d'élevage, saison, climat, alimentation, hygiène, traite...) (figure 3)

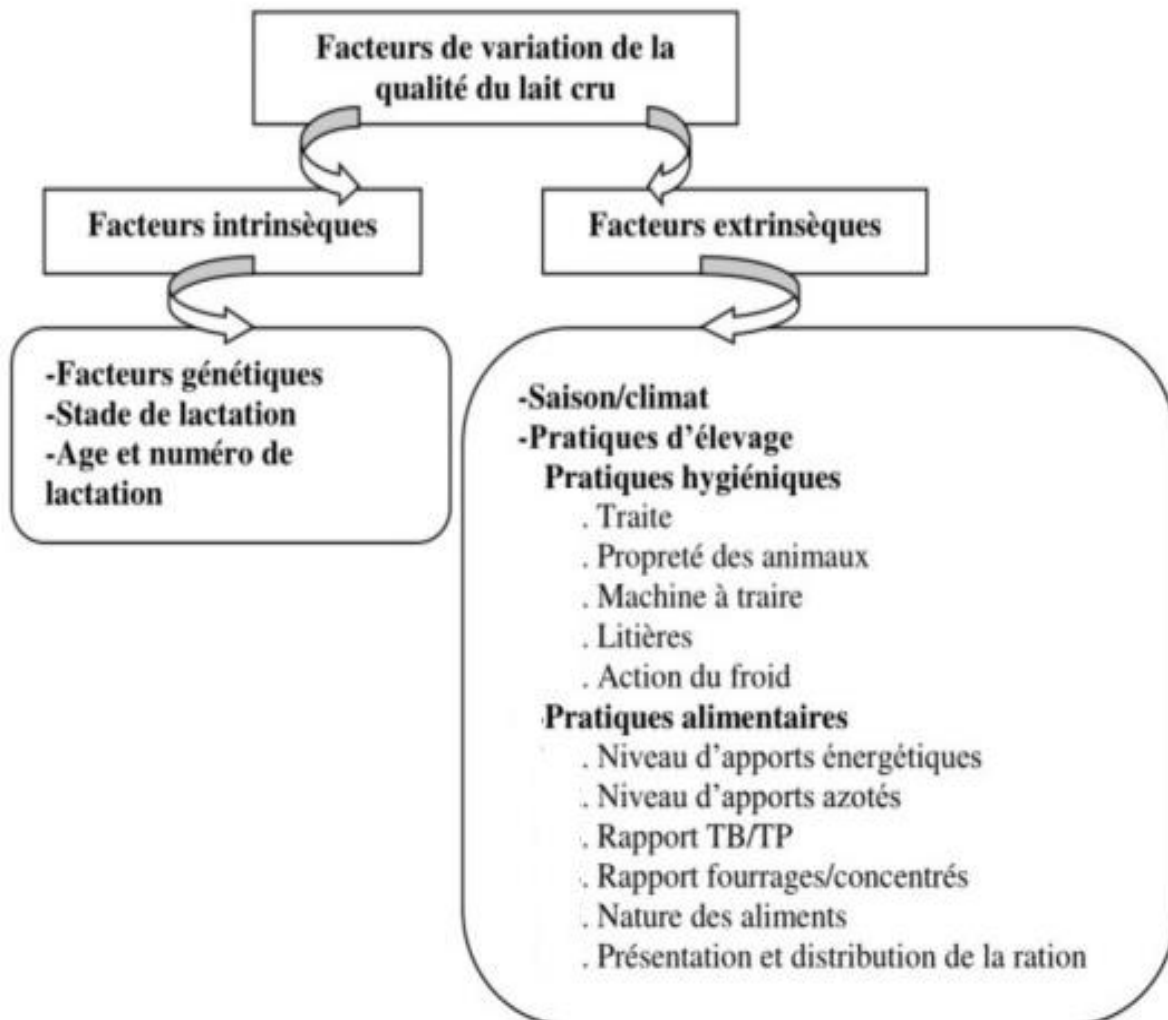


Figure 3: Schéma récapitulatif des principaux facteurs de variation de la qualité du lait (Kaouche-Adjlane, 2019).

1 Facteurs intrinsèques

1.1 Facteurs génétiques (la race)

Les facteurs génétiques ont un impact plus significatif sur la composition chimique du lait que sur sa quantité. Le coefficient d'héritabilité pour les matières grasses et les protéines se situe entre 0,45 et 0,70, tandis qu'il est d'environ 0,25 pour la quantité de lait. En conséquence, les éleveurs privilégient la sélection axée sur la teneur en graisses et en protéines, délaissant les races produisant un lait riche au profit de celles qui offrent une production plus élevée (Kaouche-Adjlane, 2019)

Le choix d'une race repose également sur un bilan économique global, prenant en compte non seulement la composition du lait, mais aussi des critères tels que la fertilité et l'aptitude à la viande. Par exemple, la race frisonne Pie Noire présente un avantage économique sur la Normande (Barillet *et al.*, 1987)

1.2 Stade de lactation

C'est un facteur de variation majeur de la composition chimique du lait (Bony *et al.*, 2005 ; Sraïri *et al.*, 2009). Une corrélation positive existe entre la teneur en matières grasses du lait et le stade de lactation d'un troupeau. Cette liaison est considérée comme un processus de dilution en raison d'une baisse dans les quantités de lait produites (Sraïri *et al.*, 2009).

1.3 Age et numéro de lactation

L'effet de l'âge ou du numéro de lactation est difficile à mesurer. On considère souvent que le vieillissement des vaches entraîne un appauvrissement de leur lait. En fait, au cours des quatre premières lactations de 61 vaches, la composition du lait varie très peu (Coulon *et al.*, 1985). L'appauvrissement semble apparaître pour les lactations de rang élevé et ce d'autant plus que l'état de la mamelle aura été dégradé sous l'effet cumulé des mammites.

1.4 Etat sanitaire

Les troubles sanitaires, en particulier les infections mammaires, peuvent indirectement affecter la composition du lait en altérant les cellules de l'épithélium sécrétoire et en augmentant la perméabilité vasculaire. Cela réduit la capacité de synthèse du lait et permet un passage accru d'éléments sanguins dans le lait. Les mammites, étant la pathologie la plus fréquente et coûteuse en élevage laitier, sont responsables d'environ 80 % des pertes économiques liées à la réduction de la production et de la qualité du lait, ainsi qu'aux coûts de traitement et de prévention.

2 Facteurs extrinsèques

2.1 Période de l'année (saison/climat)

La composition chimique du lait varie saisonnièrement, avec des taux de matières grasses et de protéines plus élevés en hiver qu'en été, une fois les effets de la lactation et de l'alimentation écartés.

En été, la température influence indirectement la qualité du lait, entraînant une augmentation des besoins en eau et affectant la valeur nutritive de l'herbe. Cette saison est également associée à une hausse des numérations cellulaires et à des infections sub-cliniques. De plus, un niveau élevé de bactéries dans le lait cru peut compromettre sa qualité, même après pasteurisation. Des études montrent que la contamination microbienne est généralement plus faible pendant les mois froids ou secs, tandis que les mois chauds favorisent une plus grande contamination, liée aux pratiques d'hygiène des exploitations laitières (Kaouche-Adjlane, 2019).

2.2 Effets des pratiques d'élevage

De nombreux facteurs liés à la gestion du troupeau, comme l'alimentation et les pratiques de traite, influencent à la fois la composition en matières grasses et en protéines, ainsi que la qualité hygiénique du lait. (Gabbi *et al.*, 2013 ; Kaouche-Adjlane et Mati, 2017 ; Kaouche-Adjlane, 2018).

2.2.1 Influence des pratiques hygiéniques

Le lait cru dans les cellules de la glande mammaire est stérile (Tolle, 1980). Mais il constitue un écosystème pouvant abriter une importante diversité microbienne. Les trois principaux réservoirs potentiels en contact direct avec le lait sont les trayons de l'animal (Michel *et al.*, 2001 ; Normand *et al.*, 2007 ; Verdier-Metz *et al.*, 2012), la machine à traire (Michel *et al.*, 2006 ; Kaouche-Adjlane et Mati, 2017) et l'air ambiant du lieu de traite (Vacheyrou *et al.*, 2011).

2.2.1.1 Pratiques de traite

Les pratiques hygiéniques, notamment autour de la traite constituent un facteur principal de variation de la qualité de ce produit (Vacheyrou *et al.*, 2011 ; Kaouche-Adjlane *et al.*, 2014 ; Kaouche-Adjlane et Mati, 2017; Kaouche-Adjlane, 2018). Les pratiques d'hygiène mises en place lors de la préparation des animaux à la traite ont pour objectif de diminuer la charge microbienne présente en surface des trayons afin de réduire la contamination du lait par les germes indésirables. L'importance de cette préparation a largement été démontrée dans l'étude de Chatelin et Richard(1981).

2.2.1.2 Propreté des animaux

La peau des trayons a été décrite comme étant le premier réservoir de diversité microbienne que peut être trouvée dans le lait pendant la traite (Michel *et al.*, 2001 ; Verdier- Metz *et al.*, 2009). La propreté des animaux dans les élevages laitiers est indispensable pour assurer une production laitière hygiénique, une bonne qualité de peau et le bien-être de l'animal (Ruud *et al.*, 2010; Hauge *et al.*, 2012) et par conséquent, une bonne thermorégulation (Ruud *et al.*, 2010). Les niveaux et la qualité de la flore microbienne présente en surface des trayons sont principalement associés aux conditions dans lesquelles évoluent les animaux.

2.2.1.3 Machine à traire

La plupart des matériaux en contact avec un fluide naturel peuvent rapidement être colonisés par des bactéries. Cela concerne également les surfaces humides des équipements laitiers, comme la machine à traire. Le passage du lait dans cette machine contribue à son enrichissement en micro-organismes en raison des biofilms qui se forment à sa surface. Il est important de souligner que cette organisation en biofilms confère aux bactéries des propriétés particulières, notamment une résistance accrue aux traitements détergents et désinfectants. En cas de défauts d'entretien ou de lavage, les biofilms présents dans la machine à traire peuvent devenir des sources de micro-organismes d'altération, voire pathogènes.

2.2.1.4 Litières

La provenance des micro-organismes présents sur les litières n'est pas encore clairement définie. Ces micro-organismes peuvent provenir des matériaux de litière eux-mêmes ou d'autres sources comme les déjections et la peau des animaux. Selon Reboux *et al.* (2001), la paille contient entre 10^4 et 10^5 UFC/g de moisissures et d'actinomycètes. Des études montrent que la charge microbienne des bouses est inférieure à celle des litières, ce qui suggère un développement microbien à la surface des litières.

La composition et l'entretien des litières semblent jouer un rôle clé dans la variabilité de cette charge microbienne. Par ailleurs, des recherches en Franche-Comté ont révélé que certaines espèces de lactobacilles présentes sur les trayons des vaches laitières peuvent également être isolées de la paille et de leur alimentation (foin, herbe, farine) (Bouton *et al.*, 2007).

2.2.1.5 Action du froid

Le lait présente une résistance naturelle aux bactéries immédiatement après son extraction, mais un refroidissement rapide à une température de stockage de 4 °C à 6 °C est essentiel pour

limiter le développement des micro-organismes. Toutefois, cette méthode n'est efficace que si le lait est initialement peu contaminé, et elle ne remplace pas la pasteurisation ou la stérilisation. De nombreuses études (Alloui-Lombarkia et al., 2002 ; Grenon, 2004 ; Jeantet et al., 2007 ; Kaouche-Adjlane et Mati, 2017) ont démontré que l'action du froid sur la qualité du lait est significative.

2.2.2 Influence des pratiques alimentaires

Les facteurs alimentaires ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche récents (Gabbi et al., 2013 ; Kaouche-Adjlane et al., 2014 ; Kaouche-Adjlane et al., 2015 ; Kaouche-Adjlane et Mati, 2017). Ils représentent les facteurs les plus facilement mobilisables à court terme par l'éleveur pour agir sur la composition chimique du lait et l'amélioration des intervalles entre vêlages (Compère et Dupont, 2005).

Ainsi, la modification de la composition du lait et les différents facteurs alimentaires qui jouent un rôle majeur dans la variation de la qualité physico-chimique du lait, leurs effets se manifestent aussi bien à travers le type d'aliment distribué à l'animal que son mode de présentation et de distribution. En dehors de l'effet de la race des vaches laitières, ce sont les variables de maîtrise de l'alimentation qui permettent le mieux d'expliquer les variations de la composition chimique du lait (nature des fourrages et niveau des apports nutritifs) (Kaouche-Adjlane, 2019).

2.2.2.1 Niveau d'apports énergétiques

L'alimentation est le principal facteur de variation du taux protéique du lait. Plusieurs études (Agabriel et al., 1993 ; Bony et al., 2005 ; Kaouche-Adjlane et al., 2015 ; Kaouche-Adjlane et Mati, 2017) ont synthétisé les principaux facteurs influençant la composition protéique du lait, mettant en évidence l'impact de l'apport énergétique. Une étude de Vertes et al. (1989) a également confirmé que le niveau d'alimentation affecte la composition protéique et les caractéristiques technologiques du lait.

2.2.2.2 Niveau d'apports azotés

L'apport de certains acides aminés essentiels dans la ration peut influencer le taux protéique (TP) du lait. Coulon (1991) a démontré que l'apport post-ruminal de lysine et de méthionine, les acides aminés les plus limitants, a un effet positif sur le taux protéique et la teneur en caséines, sans altérer la production laitière. Ces acides aminés contribuent également à améliorer l'efficacité d'utilisation des protéines (PDI).

2.2.2.3 Rapport TB/TP

Ce rapport est crucial car il permet d'identifier les animaux à risque élevé de troubles métaboliques. Une chute significative du taux butyreux (TB) de 3 à 4 g/kg indique généralement une dégradation de la fibrosité de la ration, lorsque l'amidon et les sucres rapidement dégradables représentent plus de 35 % de celle-ci. En revanche, une augmentation anormale du TB peut résulter d'une lipo-mobilisation excessive, entraînant un amaigrissement trop important et prolongé des vaches. Cela expose alors les animaux à des risques de maladies métaboliques, notamment la cétose, ainsi qu'à des problèmes d'infécondité (Coulon, 1998).

2.2.2.4 Rapport fourrages/aliments concentrés

Plusieurs auteurs ont signalé dans des études antérieures une corrélation négative entre l'offre de concentrés Et le taux de matières grasses dans le lait (Bony et al., 2005 ; Sraïri et al., 2009).

2.2.2.5 Nature des aliments

La nature des fourrages influence le taux butyreux du lait. Des études de Bony et al. (2005) montrent que l'utilisation de fourrages tempérés entraîne des taux butyreux plus élevés que ceux des laits provenant de vaches nourries avec des fourrages tropicaux. Cela est attribué à des caractéristiques telles qu'une mastication prolongée et une production accrue de salive. De plus, Chilliard et al. (2001) ainsi que Gabbi et al. (2013) ont établi une relation entre la nature et la forme des fourrages et la teneur en matières grasses du lait, notant que des niveaux élevés de fibres dans l'alimentation des vaches laitières augmentent les matières grasses du lait.

2.2.2.6 Présentation et distribution de la ration

Les pratiques de distribution des rations mises en œuvre par certains éleveurs (mélange du concentré aux Fourrages, fractionnement des apports, utilisation de substances tampons,...) contribuent à éviter des chutes importantes de taux butyreux parfois observés avec des rations très riches en concentrés (Bony et al.,2005).

Partie

expérimentale

Matériels et méthodes

Dans cette partie expérimental nous allons présenter le matériel utilisé ainsi que les méthodes suivies pour réaliser nos analyses concernant la qualité physicochimique des échantillons prélever, d'une part et d'autre part nous allons exposer les résultats obtenus ainsi qu' une discussion ces résultats.

1 Objectif

La qualité du lait est en relation étroite avec ses paramètres physico- chimiques et microbiologiques, donc le non-respect de l'un de ces derniers conduits à l'altération de la composition et la qualité organoleptique et sanitaire du lait surtout que le consommateur algérien a tendance de consommer le lait cru sans traitement préalable.

Dans ce contexte s'inscrit le but de cette étude qui consiste à évaluer la qualité physicochimique (le pH, la densité, l'acidité, le test de bleu de méthylène) de 5 échantillons de lait de vache cru venant de 5 collecteurs différents qui alimentent la laiterie de GIPLAIT. Tandis que, 3 échantillons d'entre eux sont sélectionnés pour le dénombrement de la flore mésophile, coliformes, *staphylococcus aureus*, et pour la recherche des levures, moisissures et salmonelles.

2 Echantillonnage

2.1 Lieu et saison de prélèvement

L'étude a été menée durant le mois d'Avril 2024.

En premier lieu, l'analyse physicochimique a été réalisée au niveau de la laiterie «Giplait» Mostaganem au moment de la réception du lait directement de la citerne du collecteur. D'autre part, l'analyse microbiologique a été réalisée au niveau du laboratoire des " Sciences et technologies de la production animale" de l'université Abdelhamid ben Badis de Mostaganem, sis à Hassi-Mameche.

2.2 Les prélèvements

L'ensemble des échantillons du lait cru ont été prélevé dans la région de Mostaganem. Pour l'analyse physicochimique 05 échantillons de lait de vache cru ont été sélectionnés parmi les collecteurs qui alimentent le groupe Giplait. Pour des analyses microbiologique 03 échantillons seulement ont l'objet de cette analyse et ont été transportés au laboratoire des Sciences et technologies de la production animale.

2.3 Techniques de prélèvement

Les échantillons pour les analyses physicochimiques ont été prélevés au moment de la réception du lait cru dans un laboratoire destiné à ce fait mis en place par la literie Giplait.

Les échantillons pour l'analyse microbiologique ont été prélevés dans des flacons stériles de 3 collecteurs différents puis le lait est acheminé au laboratoire de Science et technologie de la production animale à Hassi Mammeche dans des glacières contenant de la carboglace.

Une fois au laboratoire les échantillons sont placés immédiatement au réfrigérateur, dans un délai ne dépassant pas 48 heures. Aucun produit chimique n'a été utilisé pour la conservation des échantillons.

3 Analyses physico-chimique

Le contrôle physico-chimique (lait cru de vache) concerne la mesure de la température, de la densité, l'acidité, la matière grasse.

3.1 Détermination de la température

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

3.2 Mesure de l'acidité

L'acidité titrable du lait représente la quantité d'acide lactique libérée par transformation Du lactose en acide lactique en présence des bactéries lactique. On exprime couramment l'acidité du lait en degrés Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g d'acide lactique par litre de lait}$) ou en Grammes d'acide lactique par litre du lait.

Mode opératoire

-Introduire dans un bécher 10ml de lait à l'aide d'une Pipette graduée

-Puis ajouter deux gouttes de l'indicateur coloré phénolphtaléine.

-Titrer avec du NaOH en agitant jusqu'à l'obtention d'une couleur Rose claire.

Lecture : Lire sur la colonne graduée le nombre de ml utilisés, ceci donne l'acidité du lait en degré Dornic selon la formule $\text{AT} = \text{V} \times 10(\text{D}^{\circ})$ où AT : Acidité titrable V : le volume en ml correspond à la chute de la burette (volume de la solution de NaOH utilisé).

3.3 Mesure de la densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Pointurier, 2003). La mesure de la densité est par l'utilisation d'un thermo-lactodensimètre qui est muni d'une échelle sur sa partie supérieure indiquant des graduations.

Mode opératoire :

- Verser le lait dans l'éprouvette, la remplir complètement.
- On introduit doucement le lactodensimètre.
- Attendre qu'il stabilise dans l'éprouvette.

Lecture : Si la température est de 20 °C, le niveau de flottement correspond à la graduation de la lecture de densité, dans le cas contraire deux cas se présentent :

- Si la $T^{\circ} \text{lue} < 20^{\circ}\text{C} \rightarrow D = D \text{ lue} - (0,2 \times T^{\circ} \text{lue})$
- Si la $T^{\circ} \text{lue} > 20^{\circ}\text{C} \rightarrow D = D \text{ lue} + (0,2 \times T^{\circ} \text{lue})$
- Si la $T^{\circ} \text{lue} = 20^{\circ}\text{C} \rightarrow D = D \text{ lue}$

Dont 0,2 correspondre au coefficient de correction.

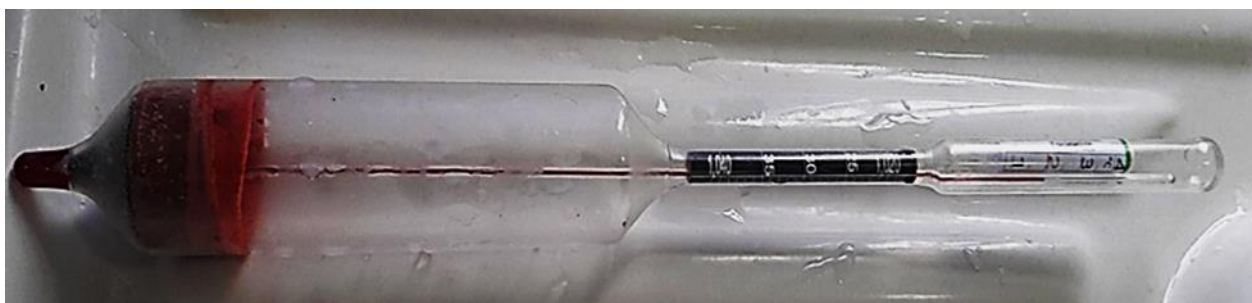


Figure 4: lactodensimètre.

3.4 Recherche d'antibiotiques

La recherche des antibiotiques se fait à l'aide d'un incubateur, en utilisant le Beta Star Combo qui est un test de détection visuelle rapide pour les Béta-lactames (Amoxicilline, Ampicilline...) et résidus d'ATB Tétracycline (Oxytétracycline, tétracycline...) dans le lait cru.

Mode opératoire

-0.2 ml de lait sont mis dans un flacon récepteur puis incubé à 47.5°C (3minutes pour les β -lactames et les Tétracyclines).

- Une bandelette est plongée dans le tube et incubée à 47.5°C (2 minutes pour les β -lactames et 3 minutes pour les Tétracyclines).

Lecture

Elle se fait selon la coloration des bandes en rose :

- présence de la bande : absence des antibiotiques.
- Absence de la bande : présence des antibiotiques correspondant à la bande.

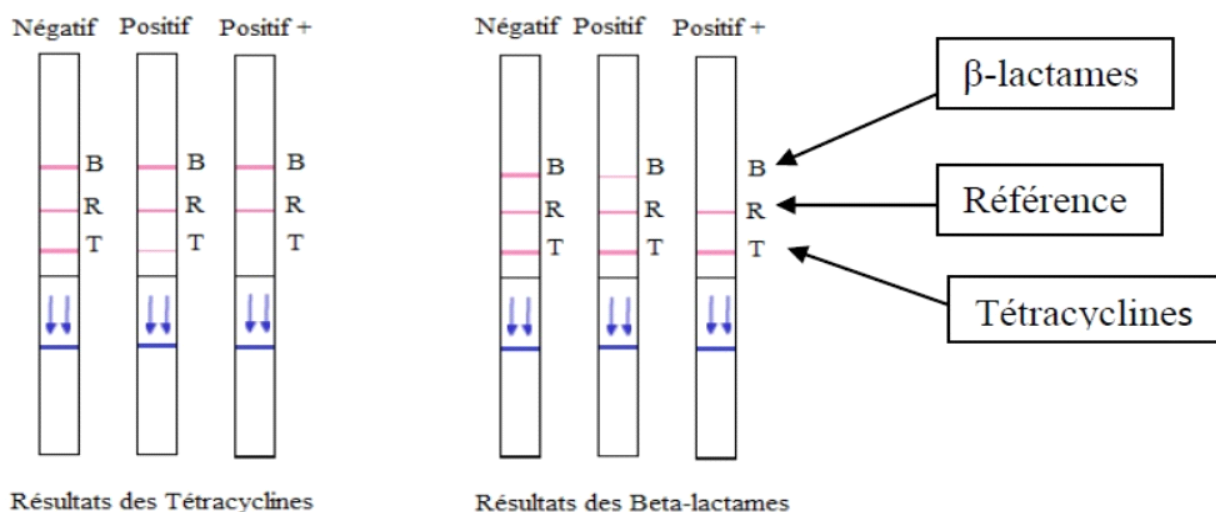


Figure 5: La lecture des résultats pour les β -lactames et les Tétracyclines.

Si la 1^{ère} et la 2^{ème} bande ont une intensité :

- Supérieure à la celle de la bande de référence : l'échantillon ne contient pas ou peu de Résidus de substances inhibitrices de la famille des β -lactames et /ou Tétracyclines. Le résultat est négatif.

• Egale ou inférieure à celle de la bande référence : l'échantillon contient des substances Inhibitrice de la famille des β -lactames et /ou Tétracyclines. Le résultat est positif.

- Très faible ou est absente : l'échantillon contient des substances inhibitrice de la famille des B-lactames et/ou Tétracycline. Le résultat est positif.

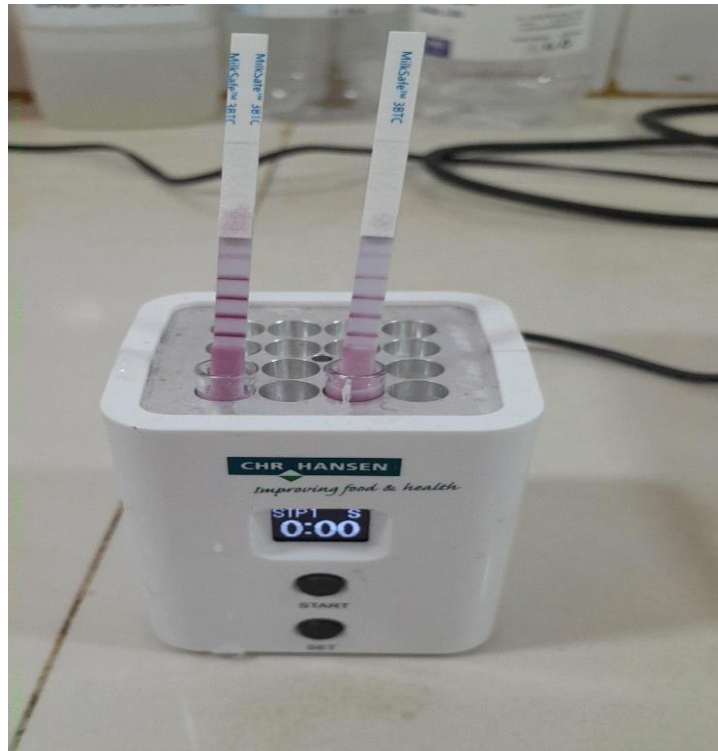


Figure 6: résultats du test aux antibiotiques.

3.5 Matière grasse

La teneur en matière grasse est déterminée par la méthode acido-butyrométrique de Gerber (AFNOR, 1980), qui consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique et séparation par Centrifugation en présence d'alcool iso amylique de la matière grasse libérée (AFNOR, 1993).

Préparation du butyromètre

- Disposer le butyromètre propre et sec sur un support, ampoule terminale vers le bas.
- Introduire successivement, dans l'ordre et en évitant de mouiller le col :
 - 10 ml d'acide sulfurique concentré.
 - 11 ml de lait.
 - 1 ml d'alcool iso-amylque.
- Bien boucher le butyromètre avec un bouchon propre et sec, sans mélanger son contenu.

Homogénéisation des butyromètres : En maintenant le bouchon, le retourner lentement trois ou quatre fois ; agiter alors Energiquement pour dissoudre complètement la caséine. Le mélange brunit, s'échauffe et S'homogénéise.

Centrifugation : Centrifuger aussitôt en plaçant le butyromètre dans la centrifugeuse, bouchons vers la périphérie, pendant 3 min. Veiller à équilibrer correctement la centrifugeuse.

Lecture : La lecture se fait directement sur le butyromètre.

4 Evaluation de la qualité microbiologique du lait

Dans le but de vérifier la qualité microbiologique du lait cru, on procède à la recherche des germes banales ou pathogènes mentionnées dans le journal officiel de la république algérienne (J.O.R.A, 1998) à savoir : les germes aérobies mésophiles à 37 et les Coliformes fécaux 47 ; les Staphylococcus aureus et les levures et moisissures et les salmonelles.

4.1 Test de la réductase (au bleu de méthylène)

C'est une Vérification rapide de la qualité microbiologique du lait. Ce test permet d'évaluer la quantité de germes dans le lait, leur activité et leur capacité à se multiplier. Il permet de repérer les variations de niveau de contamination du lait, et de mettre en lumière des problèmes potentiels d'hygiène, notamment du matériel et de la traite.

Les micro-organismes présents dans le lait et agissant à 37 °C (température du bain-marie pendant le test) utilisent l'oxygène dissout dans le lait. La décoloration du bleu de méthylène se produit lorsque le milieu devient moins riche en oxygène. Le temps de décoloration du bleu de méthylène est un indicateur du niveau de contamination du lait où une décoloration rapide = beaucoup de germes à activité élevée dans le lait.

Matériel

- bleu de méthylène concentré à 5 mg/100 ml
- bain-marie à 37 °C
- 1 tube à essai de 40 ml
- pipettes stériles de 1 ml et 10 ml.

Mode opératoire

- Avant ensemencement, agiter le lait et en prélever 10 ml.

- Introduire dans le tube 10 ml de lait et 1 ml de bleu de méthylène. Bien mélanger par 2 retournements successifs (attention à mélanger par des retournements et non par agitation) (schéma 2).
- Incuber à 37 °C dans un bain-marie, à parois et couvercle opaques de préférence (schéma 3).
- Retourner les tubes toutes les heures.

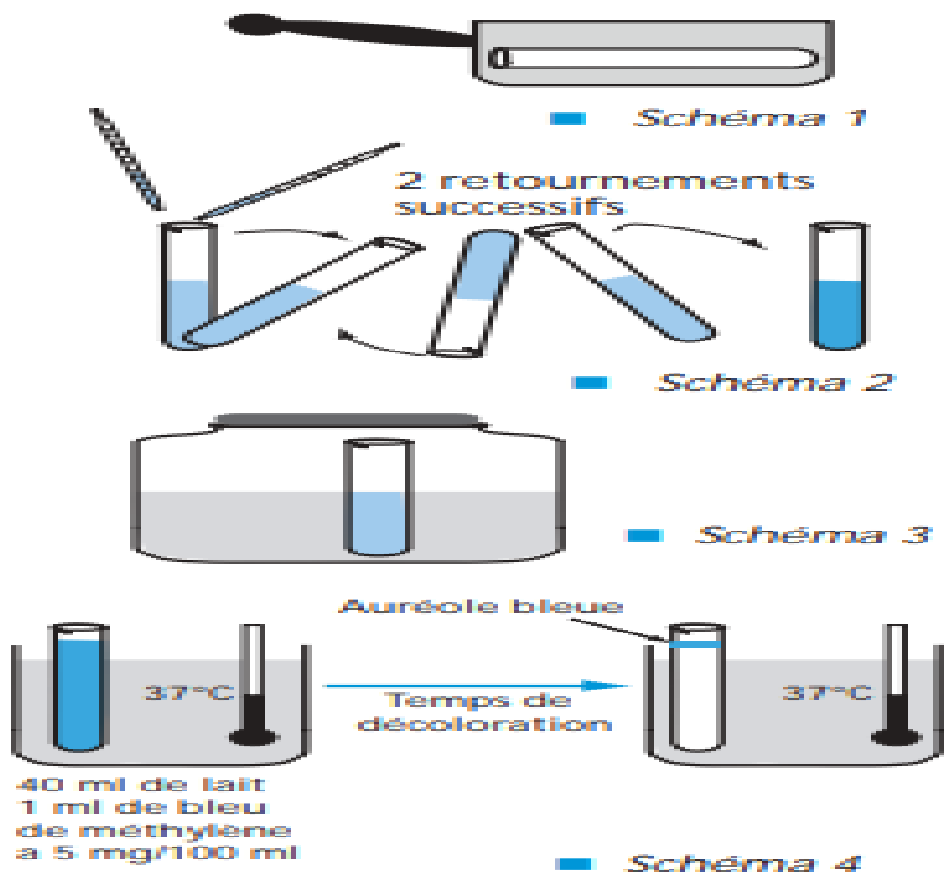


Figure 7: les étapes de la réalisation du test au bleu de méthylène.

Lecture : Faire une lecture au bout de 2 heures, puis éventuellement au bout de 4 heures

Le temps de décoloration du bleu de méthylène est inversement proportionnel avec le niveau de contamination du lait (Tableau 06).

Tableau 6: 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	$t > 4h (> 3h)$

4.2 Préparation des dilutions

La réalisation de la dilution décimale à partir de la suspension mère (lait cru) et, si nécessaire, pour faciliter l'examen bactériologique et faire abaisser les charges des microorganismes qui peuvent être présents.

-Homogénéisation préalable des échantillons

- Préparer une série de tubes à essai stériles étiquetés de 10^{-1} à 10^{-7} .

- Pour chaque échantillon, et après agitation, répartir aseptiquement 1ml de la suspension mère (lait de vache cru) dans un tube à vis stérile contenant 9ml de diluant, cette dilution constitue alors la dilution 10^{-1} .

- Prélever ensuite, 1ml de la première dilution et le mettre dans un autre tube de diluant (à raison de 9ml), pour avoir la dilution 10^{-2} .

- Continuer de la même manière jusqu'à arriver à la dilution 10^{-7} .

Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT)

La technique est celle de numération en milieu solide en boîte de pétri avec l'ensemencement en masse sur le milieu PCA (Plate count agar).

- Préparer les boîtes de pétries stériles.
- Ensemencer les boîtes par 1 ml de chaque dilution (10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7}).
- Ajouter la gélose 10 à 20 ml de PCA maintenue en surfusion à (45°C).
- Le mélange est homogénéisé par des mouvements circulaires.

•Après solidification, les boîtes sont retournées puis incubées à 30°C pendant 72 h, l'opération est réalisée en 2 répétitions.

Lecture : Après incubation, une lecture des boîtes est réalisée après 72. Les colonies des FMAT se présentent sous forme de colonies blanches bombées. Le comptage des colonies se fait sur les boîtes qui ont un nombre compris entre 30 et 300 colonies. Compter les boîtes sur 2 dilutions successives.

4.3 Dénombrement des coliformes fécaux

-Transférer 1 ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri stérile.

- Ajouter du milieu VRBL fondu et refroidi à 45°C.

- Faire des mouvements circulaires pour bien mélanger la gélose et l'inoculum.

- Laisser solidifier les boîtes sur la paille,se,

- Incuber à 44°C durant, 24 à 48 h

- Cette opération est répétée 2fois.

Lecture : Le dénombrement des colonies rouges violacés d'un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm (**JORA n°24, 2017**).

4.4 Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Les sont dénombrés sur la gélose de Baird Parker additionnée au jaune d'œuf et au

Tellurite de potassium.

• Couler la gélose Baird Parker dans les boîtes de pétri et laisser gélifier

• Ajouter 100ul de chaque dilution dans une boîte et étaler par un râteau

• Incuber à 37°C /24 h.

Lecture : les colonies des *Staphylococcus aureus* sont noires ou grises, brillantes et convexes et entourées d'une auréole d'éclaircissement sur le milieu Baird-Parker.

4.5 La recherche des levures et moisissures

•Transférer aseptiquement 0,1ml de chaque dilution aux boîtes de Pétri contenant le milieu OGA. Préalablement fondu et laisser solidifier.

•Étaler sur toute la surface du milieu à l'aide d'un râteau stérile.

- Incuber à 30°C/72 h à 5 jours en surveillant quotidiennement les boîtes pour éviter l'envahissement des moisissures sur le milieu.

4.6 Recherche des salmonelles

Nous avons suivi la méthode classique obéissant au protocole suivant :

- **Pré enrichissement** : Est réalisé par ensemencement de 0,1 ml de suspension mère dans un tube contenant 9 ml d'eau peptonée et le tube est incubé à 37°C pendant 24h. (**Dennai et al, 2001**).
- **Enrichissement** : 1 ml du mélange de pré-enrichissement est ensemencé dans un tube contenant 9 ml de bouillon au sélénite (SFB), puis il est incubé à 37°C pendant 24h.
- **Isolement** : 1ml de la solution (SFB) noircie est ensemencé à la surface d'une boîte de Pétri contenant la gélose SS (*Salmonella-Shigella*). La boîte est incubée à 37°C pendant 24 à 48h.

Lecture : Les colonies typiques de *Salmonella* sont translucides avec un centre noir sur le milieu gélose.

Résultats et discussions

1 Résultat des analyses physico-chimiques

Les caractéristiques descriptives des paramètres physico-chimiques sont résumées dans le tableau 07.

Tableau 7: La moyenne des résultats d'analyse physico-chimique de 5 jours des 5 échantillons prélevés de 5 collecteurs différents dans la région de Mostaganem.

Echantillon	Acidité (°D)	Densité	T°C	MG	Antibiotique
1	17,2	1030	8	31	ABS
2	17,4	1029,8	14,8	30,4	ABS
3	18	1030	17,2	30,4	ABS
4	17,8	1029,6	13	30,2	ABS
5	17,7	1030	11,4	30	ABS
Normes JORA n°35 du 27 mai 1998	15-18	1028 Ou minimum	4	>30	ABS
Normes AFNOR	16-18	1030-1032	4,7	28,5-32,5	ABS

1.1 Interprétation des résultats physico-chimiques

- La **Température** de tous les échantillons de l'ait cru est supérieure à la norme de JORA (1998) qui de 4°C et de l'AFNOR qui fixée à 4,7°C. La valeur minimale de nos échantillons est 8°C et le maximal est de 17,2°C.

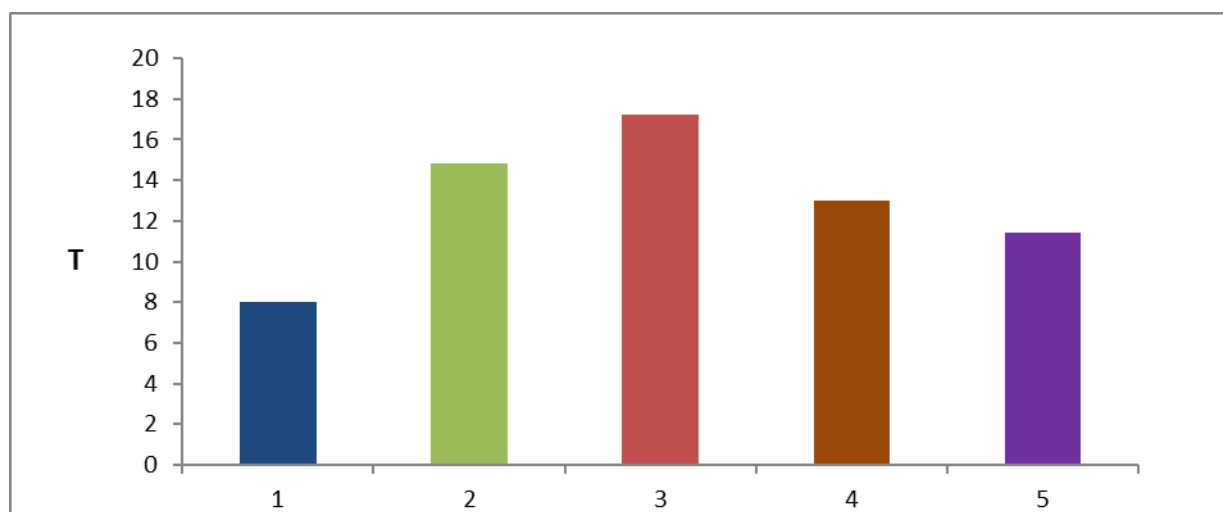


Figure 8: Variations de la température des 5 échantillons de lait cru.

- les valeurs de l'**acidité Dornic** obtenue pour les échantillons analysés étaient entre 17,2 et 18. Ces valeurs sont conformes à la norme d JORA 1998 et AFNOR ; un lait frais peut avoir comme acidité entre 16 à 18°D et la FAO (2010) rapporte que l'acidité du lait en moyenne de 16 (15. 17°D).

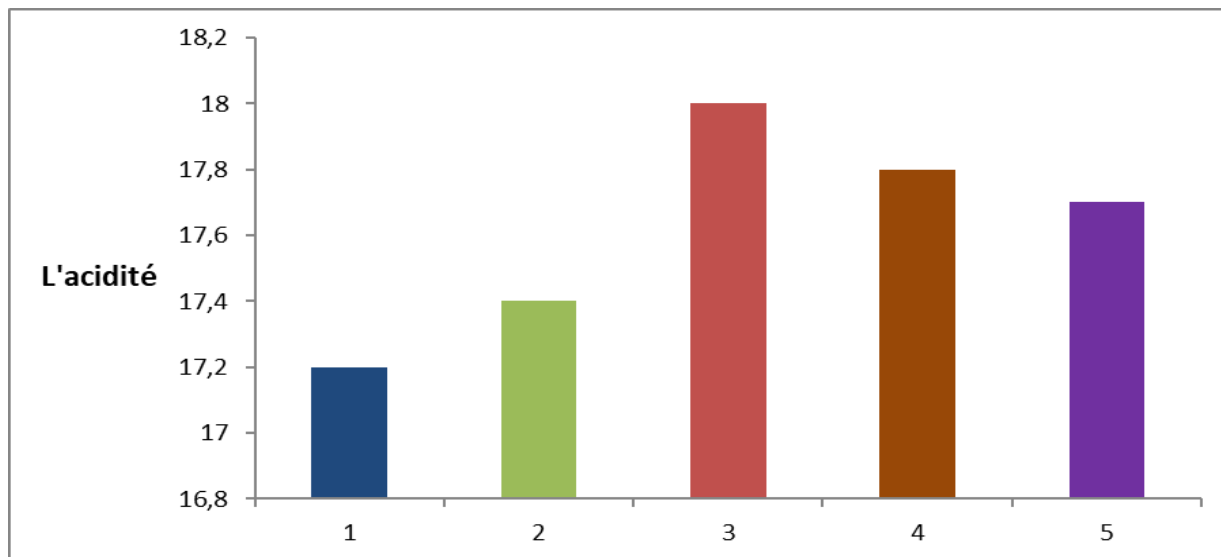


Figure 9: Variation de l'acidité Dornic des différents échantillons de lait cru.

- **La densité** du lait est normalement comprise entre 1028 et 1032, elle doit être supérieure ou égale à 1028 à 20°C. Cependant, les résultats de nos 5 échantillons ont exprimés des densité comprises entre 1029,6 et 1030 ce qui est conforme aux normes en vigueur.

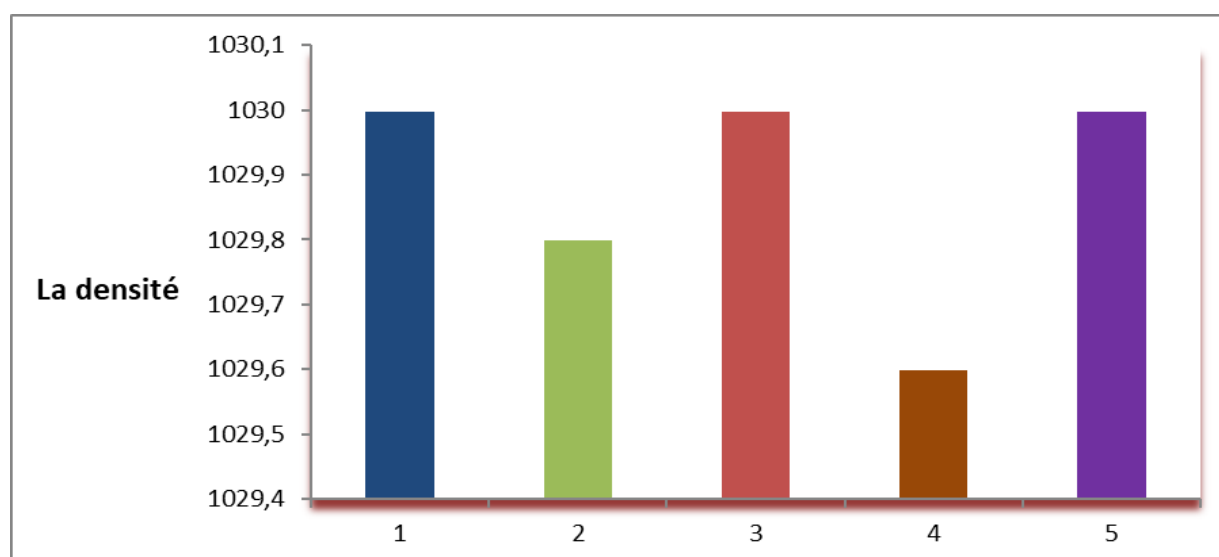


Figure 10: Variation de la densité des 5 échantillons de lait cru.

- la teneur en **matières grasses MG** dépend de plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation du bétail (Belarabi Abdul Hakim, 2016). Le dosage de la MG par la technique de Gerber a montré des valeurs entre 30 et 31 et sont en adéquation avec les normes national et international.

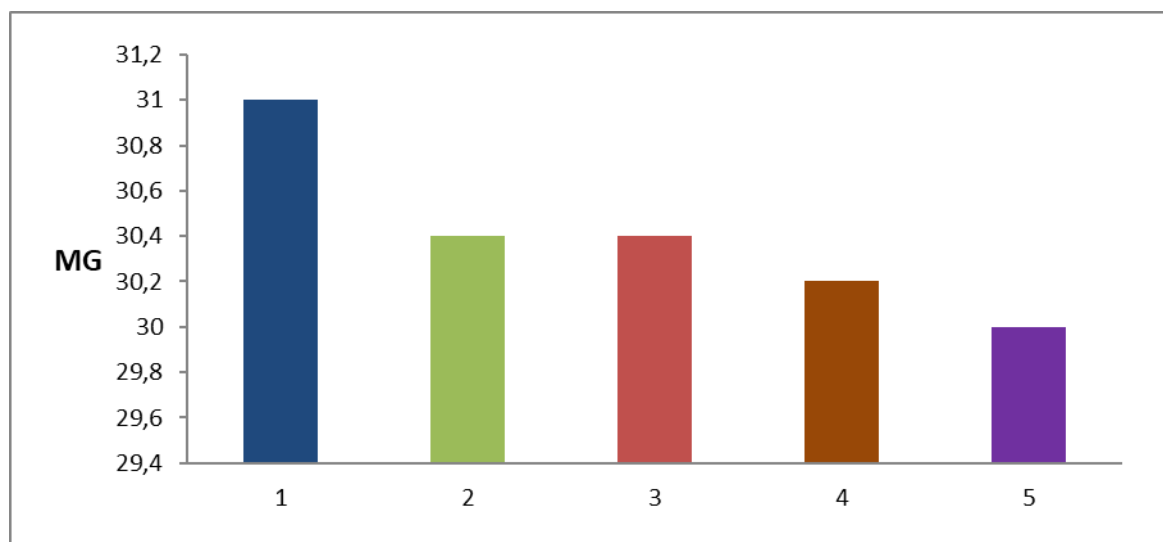


Figure 11: Variation des teneurs en matière grasse des 5 échantillons de lait cru.

- Tous **les tests d'antibiotique** sont négatifs pour les 5 échantillons étudiés.

1.2 Discussion des résultats des analyses physiques et chimiques

Le lait est une source importante de protéines animales, de vitamines, de sels minéraux, et d'acides gras essentiels pour la croissance des enfants et des jeunes adultes (Eskin et Goff, 2013).

Les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru sont très importantes, elles indiquent la potentialité de son utilisation ultérieure, soit pour la consommation directe après pasteurisation soit pour son utilisation comme matière première dans les laiteries pour la fabrication des produits laitiers (Bachtarzi *et al.*, 2015).

Concernant les analyses physico-chimiques nous avons effectué une mesure de la température, de l'acidité dornic, de la densité, la matière grasse et le test aux antibiotiques.

La température de tous les échantillons de lait analysés dépasse la limite de 4° C indiquée par le JORA 1998. Cela indique que la collecte et le transport du lait de ferme à la laiterie se sont déroulés dans des conditions défavorables. Ces conditions semblent avoir pour cause l'absence de réservoirs de refroidissement dans les fermes qui permettent la conservation du lait au frais, à cela peut s'ajoute les mauvaises conditions de transport et le non-respect de la chaîne du froid.

L'élévation de la température peut provoquer une augmentation de l'acidité en favorisant l'hydrolyse du lactose en acide lactique (FAO, 2010).

L'acidité est considérée comme paramètre clé de la fraîcheur du lait (Guiraud, 2003). Les valeurs des 5 échantillons sont en adéquation avec les normes réglementaires et aux études rapportées par Amiot et Lapointe-vignol (2002) ; Boulaouad N, Belouahri K, (2019) et Ben chabane *et al.*, (2019). Les variabilités de l'acidité sont liées aussi au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions de la traite (Labioui *et al.*, 2009). De plus Alais et ses collaborateurs ont montré que le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (Alais *et al.*, 1984).

En parallèle la densité du lait est en rapport avec sa richesse à la richesse en matière sèche qui est fortement liée à la fréquence de l'abreuvement, mais elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse (Luquet, 1985). Elle peut être liée aussi à l'augmentation de la température et à la disponibilité alimentaire.

La teneur moyenne en matière grasse de tous les échantillons est de 30,4 g/l. et sont en concordance avec les normes en vigueur. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Jenness (1970) qui a relevé une valeur moyenne de l'ordre de 52.6 g/l, Ben chabane *et al.*, (2019) avec une moyenne de 45,2g/l et Vignola (2002) 40g/l. Tandis que, Fernane (2017) enregistre des valeurs inférieures à 30 g/l.

D'après Lederer (1983), un lait de très bonne qualité contient 40g/l de matière grasse. Une richesse en matière grasse peut être due à la race bovine exploitée, et à des conditions d'élevage telles que le stade de lactation, l'alimentation (stratégie d'alimentation beaucoup plus basée sur les concentrés), la traite (Luquet, 1985).

Le test antibiotique de tous les échantillons est négatif. De là, nous concluons que où bien les vaches laitières n'ont pas subi de traitement aux antibiotiques ou que les éleveurs ont respectés le temps d'attente du traitement qui est de 40 jours.

2 Résultats de l'analyse microbiologique

2.1 Test de la réductase

Les résultats du test sont représentés dans le tableau suivant

Tableau 8: résultats du test de la réductase.

Echantillon	Temps	Décoloration
E1	1h30<T< 2h	Décoloration
E2	> 3h	Non décoloré
E3	30min<T<1H	Décoloration

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 30 min (Guiraud, 2003 ; Ramakant, 2006).

Sur la base de ces critères, nous pouvons dire que le lait de l'échantillon 2 est sain de bonne qualité vu sa coloration a persistée plus de 3h et meilleur que E1 et E3 qui semblent être contaminés. Tandis qu'E3 parait comme l'échantillon le plus mauvais en qualités microbiologique.

Un animal peut également contaminer indirectement le lait avec des particules de matières fécales, expectorations et autres écoulements, ou en vivant avec des animaux malades de la même espèce ou d'espèces différentes (chèvres, Par exemple). Sol, eau, ordures, poussière, mauvais équipement Nettoyé, etc., sont des sources importantes de contamination du lait pendant la traite et des diverses manipulations auxquelles il est soumis. Un homme peut être une source de contamination pour un porteur malade, sain ou blessé, envers l'animal, son environnement et son lait (FAO, 1995) à travers ses mains, son flegme, ses vêtements sales... Etc..



Figure 12: Résultat du test de la réductase.

3 Résultats du dénombrement des microorganismes

Les boîtes contenant plus de 300 colonies et moins de 30 colonies sont écartées. Le calcul du nombre de microorganismes par millilitre du lait se fait selon la formule pour tous les autres microorganismes ont été recherché (GUIRAUD, 1998).

$$N = \frac{\sum Cn}{(n1 + 0.1n2)d}$$

C : est la somme des colonies comptées dans la première dilution.

V ml : volume de solution déposé

N : nombre totale des colonies dans toutes les boîtes.

n1 : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

n2 : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

n3 : Nombre de boîtes comptées dans la troisième dilution.

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le lait cru sont consignés dans le tableau 09

Tableau 9: Dénombrement des bactéries d'altérations et pathogènes de lait de vache.

N° d'Echantillon	FAMT	Coliformes Fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i>	Levures et moisissure	Salmonelle
1	$3,86 \cdot 10^7$	$2,42 \cdot 10^5$	$6,8 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^5$	ABS
2	$2,32 \cdot 10^6$	$1,19 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^4$	ABS
3	$2,50 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^6$	$3,21 \cdot 10^6$	$260 \cdot 10^5$	Présence
Normes JORA n°35 mai 1998	10^5	10^3	ABS	10^3	ABS
Normes JORA n°39 juillet 2017	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^2 - 5 \cdot 10^3$	$10^2 - 10^3$		ABS dans 25ml

(UFC/ml)

3.1 Flore mésophile aérobie totale

La flore mésophile aérobie totale se compose d'un ensemble diversifié de micro-organismes, représentant les germes courants de contamination. Ces germes n'affectent pas les aliments et n'ont des conséquences qualitatives (altérations du produit) et hygiéniques (santé du consommateur) qu'à partir d'une certaine concentration (Guiraud et Rosec, 2004) comme elle est considérée comme le facteur déterminant la dureté de conservation du lait frais

Les échantillons E1 et E3 présentent un taux élevé de la flore totale mésophile $3,86 \cdot 10^7$ et $2,5 \cdot 10^9$ respectivement et dépasse largement les normes réglementaires, alors que la valeur de l'échantillon E2 est en adéquation avec les normes de JORA 2017. Ils sont supérieurs au total maximum autorisé par la réglementation française qui est $5 \cdot 10^5$ (Alais, 1984).

Aggad *et al.*, (2009) et Ben chabane *et al.*, (2019), Labioui *et al.*, (2009) ont montré que leurs échantillons possédaient une charge d'FMAT supérieure aux normes. De même l'étude d'Ameur *et al.*, (2011), montre que le lait cru collecté en Algérie présente généralement un taux de contamination microbienne très élevé compris entre 10^6 et 10^7 UFC/ml. D'autre part Demouche et Belkheir, (2018) ont montrés que les échantillons collectés de deux laiteries à Ain Temouchente avaient un taux acceptable des FTAM et qui concordent avec les normes officielles.

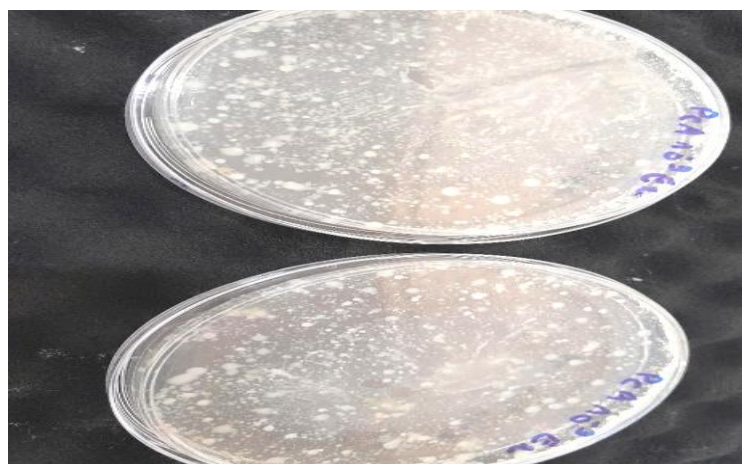


Figure 13: Résultat de la présence des germes des flores mésophile aérobie totale.

3.2 Coliformes fécaux

La présence de coliformes fécaux indique une contamination externe d'origine fécale, la limite maximale admissible de ces germes dans le lait cru selon la législation algérienne est en vigueur 10^4 .UFC/ml, Selon les résultats obtenus ce seuil a été dépassé pour tous les échantillons analysés

La recherche de micro-organismes permet à l'indicateur de contamination fécale de juger de l'état sanitaire du produit même à de faibles niveaux, ce qui indique le manque de facteurs d'hygiène lors de la traite ou du transport.

La présence de coliformes fécaux est un indicateur de contamination fécale, il s'agit donc de signes de détérioration du contrôle de l'hygiène, ainsi que de l'erreur de manipulation (Girode et rosik, 2004).

Selon les résultats obtenus, des coliformes fécaux ont été retrouvés dans tous les échantillons de lait cru de vache avec les taux les plus élevés de E3 suivis de E1 et en dernier le E2 dont la valeur est légèrement plus élevée. Ceci peut être expliqué par le manque de contrôle des conditions d'hygiène lors de la traite ou du transport. Nos résultats concordent avec le résultats de Ben chabane *et al.*, (2019) qui ont constatés que la majorité des échantillons présentaient des teneurs élevés en coliformes fécaux. Contrairement aux études de Belarbi (2015) et Mansour (2015) qui enregistrent des densités respectives équivalentes à 1.5×10^3 et 2.6×10^4 UFC/ml et qui répondent aux normes officielles.

En effet, la présence des coliformes fécaux est considérées comme un indice de contamination fécale, car ces bactéries vivent principalement dans les intestins et survivent

difficilement dans le milieu externe (Joffin, 1999). Leur présence alors, dans le lait ne peut être expliquée que par un mauvais état des vaches laitières, une négligence de simples gestes d'hygiène tel un lavage minutieux du pis avant et après la traite.

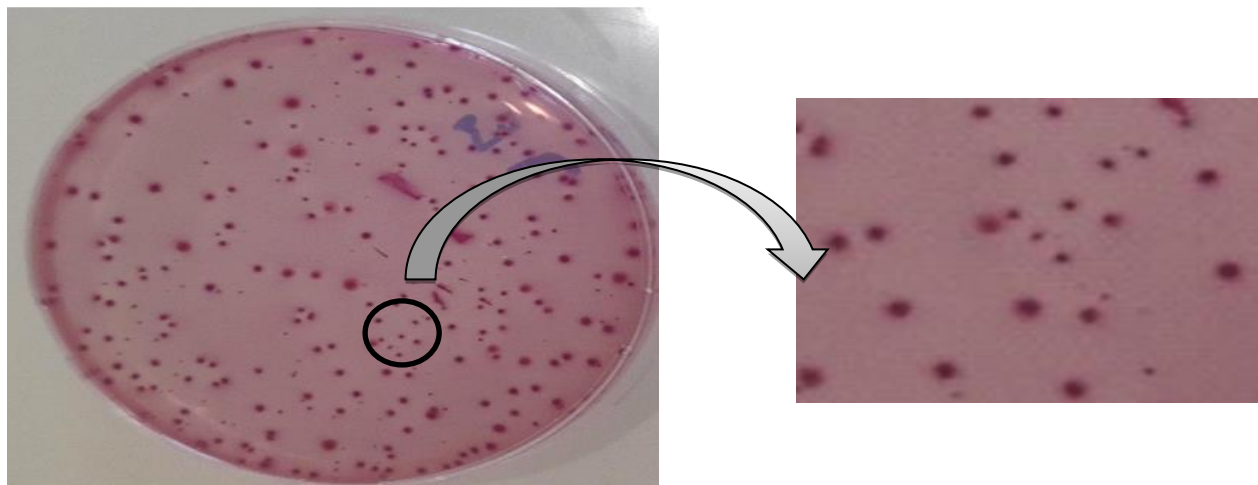


Figure 14: Résultat de la présence des Coliformes fécaux.

3.3 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est l'une des principales causes d'infection toxique alimentaire d'origine bactérienne. *Staphylococcus aureus* est présent dans tous les échantillons de lait analysés par ordre décroissant E3 puis E1 et enfin E2 ; Ces résultats appuient le résultat trouvé lors du test à la réductase et, par conséquent, le lait cru n'est pas conforme aux normes bactériologiques du journal officiel de 1998 et 2017. Ces résultats sont considérés comme insatisfaisants.

Les études d'Agad et al. (2009) et de Benhedane (2012) révèlent des résultats qui ne respectent pas les normes. Booth et Dodd (2000) ainsi que Thieulon (2005) soulignent que les staphylocoques dorés sont des agents pathogènes majeurs responsables d'infections mammaires.

Les mammites, difficiles à traiter, sont la principale source de contamination du lait cru par *S. aureus*, avec une excrétion variant de 0 à 10^5 bactéries/ml en cas de mammite subclinique et atteignant jusqu'à 10^8 bactéries/ml en cas de mammite clinique (Asperger, 1994 ; Heuchel, 2002). Les staphylocoques sont les plus souvent isolés lors de mammites (Saidi et al., 2010).

En Algérie, 30 % des mammites bovines sont causées par ce germe (Boufaïda et al., 2012). La contamination du lait peut également provenir de porteurs sains, infectés ou de l'environnement (Brisabois, 1997).

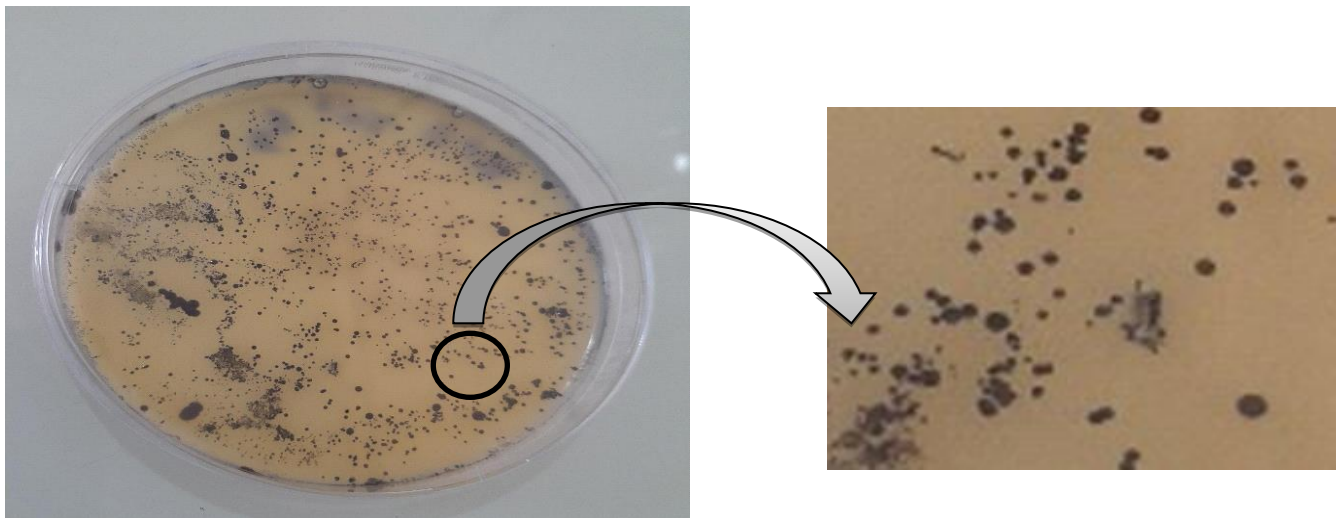


Figure 15: Résultat de la présence de *Staphylococcus aureus*.

3.4 Levures et moisissures :

La présence de levures et de moisissures est très importante dans les trois échantillons, les levures et les moisissures sont considérées comme des représentants permanents de l'environnement, et l'une des raisons de leur présence est l'exposition constante du lait à l'air ambiant.

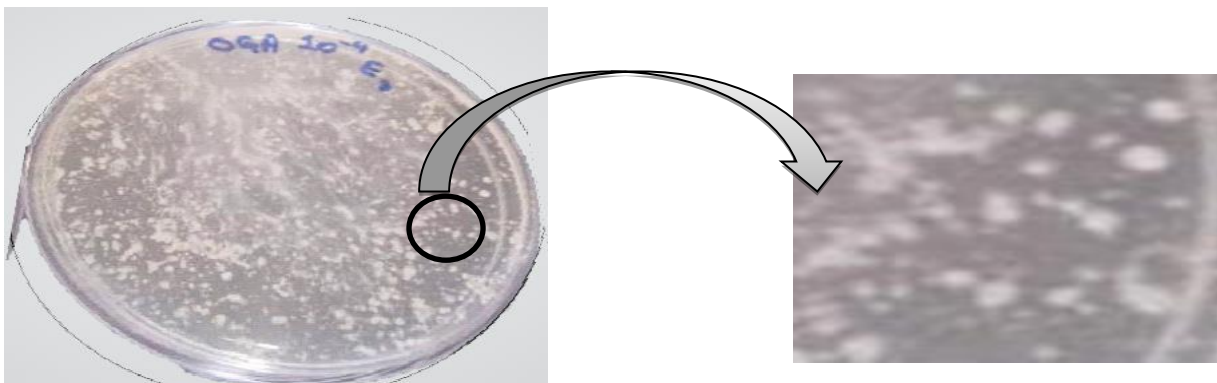


Figure 16: Résultat de la présence des levures et moisissures.

3.5 Salmonelle

Salmonella est considérée comme un pathogène zoonotique important qui provoque des épidémies généralisées (Singh *et al.*, 2010). Son impact sur la santé et la sécurité humaines est plus important que celui d'autres pathogènes d'origine alimentaire (Wu *et al.*, 2021) car elle est couramment présente dans les aliments et les produits d'origine animale (par exemple, le lait, la viande et les œufs).

Cependant, boire du lait contaminé par la salmonelle peut facilement provoquer des douleurs abdominales, de la diarrhée, une gastro-entérite aiguë, et même la mort (Ni *et al.*, 2018 ; Wang *et al.*, 2018).

L'étape de l'enrichissement sur milieu SFB a montré un que le les deux premier tubes des échantillons 1 et 2 étaient limpides et clairs alors que le troisième tube de E3 était trouble.

L'ensemencement sur a milieu SS des trois enrichissements a révélé la présence de petites colonies ponctiforme translucides avec un centre noir au niveau du troisième échantillon ce qui peut indiquer la présence des salmonelles dans cet échantillon, tandis que les boîtes de E1 et E2 n'ont montré la présence d'aucune colonie ce qui indique qu'ils ne sont pas contaminés par ce pathogène.

Ceci dit que les échantillons E1 et E2 sont conformes à la réglementation nationale et internationale qui considère que le taux des salmonelles doit être nul, alors qu'E3 ne répond pas à la réglementation.

Ben chabane *et al.*, (2019) a aussi signalé la présence de salmonelles sur un des 70 prélèvements qu'ils ont réalisés alors que Demouche et Belkheir, (2018) ont démontrés que leurs échantillons ne présentaient pas la présence de salmonelles. D'après Guy (2006) la principale source de contamination du lait cru serait l'excrétion fécale de la bactérie et sa dissémination dans l'environnement, suivie d'une contamination de la peau des mamelles et son passage dans le lait.

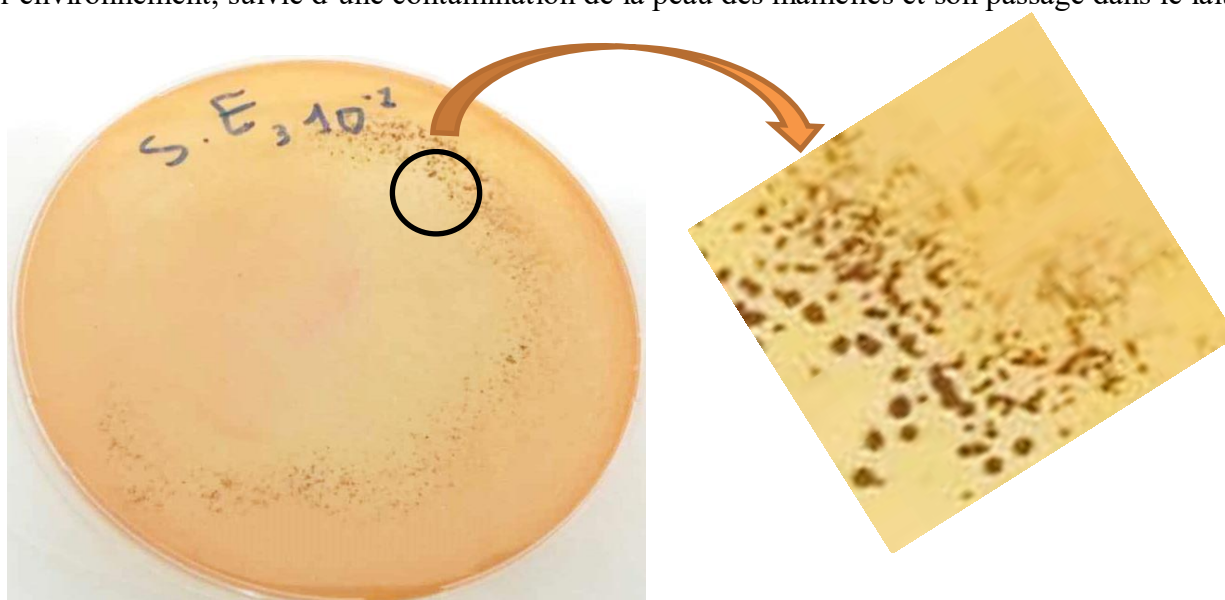


Figure 17: resultat de la recherche des salmonelles (echantillon E3).

Conclusion

Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, Il constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Le principe de contrôle de la qualité du lait cru des vaches s'est basé sur la comparaison des données physico-chimiques et bactériologiques avec les normes, afin de juger l'acceptation ou le refus d'un lait.

Le principe de contrôle de la qualité du lait des espèces animales est très simple, il suffit de comparer les résultats obtenus avec les normes et les règles citées dans la réglementation. Cette comparaison a pour but de juger de l'acceptation ou le refus d'un lait.

L'objectif de notre travail était d'évaluer la qualité physicochimique et microbiologique des échantillons de lait de vaches cru collectés dans la région de Mostaganem.

Le résultat de l'analyse physicochimique à savoir la température, la densité, l'acidité dornic, la matière grasse et le test aux antibiotiques montre que les 5 échantillons sont de qualité acceptable et répond aux normes nationales JORA 1998 et JORA 2017 et internationales AFNOR.

Le contrôle de la qualité microbiologique du lait cru, reste une étape importante dans l'évaluation de la qualité du lait. Cela se fait au travers d'analyses organisées régies par des normes afin d'éviter les germes et les toxines qui s'y introduisent.

Les résultats du test rapide au méthylène montre que l'échantillon E2 était plus acceptable puisqu'il est resté plus de 3h sans se décolorés alors que la faible qualité était du E3.

Pour les résultats du dénombrement des FTAM, des coliformes fécaux, des streptocoques et des salmonelles renforcent celui du test rapide où on constate que l'E2 est le plus acceptable de tous les échantillons et que l'E3 est le plus mauvais vu qu'il a révélé la présence des salmonelles. Nous recommandons au troisième collecteur de revoir l'origine du lait, et les conditions dans lesquelles il est collecté et ramené jusqu'au laiterie.

En conclusion il est devenu indispensable, à tous les acteurs de l'industrie laitière d'effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques d'une façon périodique et appliquer le système de prévention, de surveillance et d'identification des risques, à fin d'assurer une production sans danger pour le consommateur.

Conclusion

Pour l'avenir, il serait pertinent de :

- Réaliser un échantillonnage dans un plus grand nombre d'exploitations agricoles.
- Suivre la production laitière tout au long des quatre saisons.
- Analyser l'alimentation des vaches laitières.
- Étudier des échantillons provenant de différentes races.
- Étendre le champ d'échantillonnage à diverses régions climatiques.
- Évaluer l'impact des résidus d'antibiotiques, de pesticides et de métaux lourds sur les animaux producteurs de lait et sur la qualité du produit.
- Diversifier les types de micro-organismes recherchés dans le lait, y compris les virus, levures, moisissures et protozoaires.

Pour améliorer la production laitière, il est également essentiel de respecter :

- Les conditions d'hygiène lors de la traite.
- La réfrigération immédiate sur le site.
- L'hygiène des locaux et la qualité de l'alimentation des animaux.

Références bibliographiques

- 1) **Aboutayeb R. (2011).** Technologie du lait et dérivés laitiers. Composition, physico Chimie et microbiologie du lait, Jean C et Dijon C. (1993). Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3. <http://www.azaquar.com>.
- 2) **Agabriel C., Coulon J.B., Marty G., Bonaiti B. 1993.** Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans les exploitations à haut niveau de production. INRA.Prod. Anim., 6 : 53-60.
- 3) **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.
- 4) **ALAIS C., 1984.** Sciences du lait : principes et techniques laitiers. 4ème édition : Edition SEPAIC. Paris. Pp : 441-432 EPAIC.-814 p.
- 5) **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.
- 6) **ALIAS C. (1975).** Science du lait principe des techniques litières. 3ème édition. Paris,
- 7) **AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R et TURGEON H., (2002)** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN :3-25-29 (600 pages).
- 8) **Anonyme. (2019).** Les producteurs de lait de québec ,la qualité de lait des vaches en santé pour un lait de qualité.
- 9) **Bachtarzi, N., Amourache,L. et Dehkal,G.(2015).** Qualité du lait cru destiner à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien). *International Journal of Innovation and Scientific Research.*, 17(1) ,34-42
- 10) **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.
- 11) **Barillet F., Bonaiti B., Boichard D. 1987.** Amélioration génétique de la composition du lait des brebis, des chèvres et des vaches. In : « *Le Lait Matière Première de l'Industrie Laitière* ». CEPIL, INRA, Paris, 129-138.
- 12) **Bedjaoui N et Kerirem K., 2016.** Composition biochimique et caractérisation physicochimique et microbiologique du lait cru de chamelle et de vache. Mémoire de Master

Références bibliographiques

- Académique, Biochimie Appliquée. Boumerdès : Université M'Hamed Bougara de Boumerdès, 67 p.
- 13) **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.
- 14) **Ben chabane A, Boumendjel L, SAHRI M, (2019).** Qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru et impact sanitaire « cas de la Wilaya de Guelma». mémoire de Master en Écologie et Génie de l'Environnement, option : Microbiologie Appliqué. Université 8 Mai 1945 Guelma. 110 p.
- 15) **Billon P., Sauve O. 2009.** Traite des vaches laitières. 3ème édition, France, 555 p.
- 16) **Bony J., Contamin V., Gousseff M., Metais J., Tillard E., Juanes X., Decruyenaere V., Coulon J.B. 2005.** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. INRA Prod. Anim., 18(4) : 255-263.
- 17) **Boulaouad N, Belouahri K,(2019).** Evaluation de la qualité physico-chimique du lait de vache de la région de BORDJ EL GHEDIR (BORDJ BOU ARRERIDJ). Pour l'obtention de Master en sciences biologiques, option Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A. 52 pages.
- 18) **Brisabois A, Lafarge V, Brouillard A, de Buyser ML, Collette C, Garin-Bastuji B et Thorel MF. (1997).** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 16 (1). pp: 452-471.
- 19) **Caghanier B. (1998).** Moisissures des aliments peu hydratés collection Sciences et techniques agroalimentaires. Lavoisier Tec et Doc.pp : 39.
- 20) **Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M. 2001.** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. INRA Prod. Anim., 14 : 323-335.
- 21) **CODEX ALIMENTARIUS en 1999.** Norme générale pour l'utilisation de termes de Laiterie CODEX STAN. P:206.
- 22) **Coulon J.B., Hurtaud C., Rémond B., Vérité R., 1998.** Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 11,p.p. 299 – 310.
- 23) **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

Références bibliographiques

- 24) **Delteil L. 2012.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 1. Educagri Editions.290p.
- 25) **Demouche H,Belkheir Z, (2018).** Analyse physico-chimique et microbiologique de lait cru de vache élevée dans la région d'Ain Témouchent. En vue de l'obtention du diplôme de Master en science biologique, Option : Microbiologie Appliquée. Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchent. 66p.
- 26) **Eskin, N. M.et Goff, H. D. (2013).**Milk. In *Biochemistry of Foods (Third Edition)*. 187-214
- 27) **Essalhi M. (2002).**Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques dulait. Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat .104p.
- 28) **FAO, 2010.** Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 29) **FAO. (2007).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.
- 30) **Fox P.F. and McSweeney, P.L.H. (1998)** Dairy Chemistry and Biochemistry. *Blackie Academic Professional*, London.
- 31) **Fredot E. (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de ladiététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
- 32) **FTLQ. 2002.** Science et Technologie du lait. Fondation de Technologie Laitière du Québec Inc. Ed, Presses Internationales Polytechnique, Québec, canada, pp. 28-44.
- 33) **Gabbi A.M., Mcmanus C.M., Silva A.V., Marques L.T., Zanela M.B., Stumpf M.P., Fischer V. 2013.** Typology and physical–chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. *Agric. Syst.*, 121: 130-134,
- 34) **Grenon C. 2004.** Lait de qualité. Symposium sur les bovins laitiers. Conférence du 21 octobre. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.
- 35) **GUINOT THOMAS P. AMMOURY M. et LAURENT F. (1995).** Effects of storage conditions on - -the composition of rawmilk. *International Dairy Journal* N° 5. Pp : 211-223. FAO, 1998 :Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires Rome- FAO, Paris, Lavoisier
- 36) **Guiraud J.P. 2003.** Microbiologie alimentaire. Edition : DUNOD. Paris. 652p.
- 37) **Guy FI. (2006).** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. pp : 17.

Références bibliographiques

- 38) Hauge S.J., Kielland C., Ringdal G., Skjerve E., Nafstad O. 2012. Factors associated with cattle cleanliness on Norwegian dairy farms. *J. Dairy. Sci.*, 95 : 2485-2496, doi: 10.3168/jds.2011-4786.
- 39) Jay JM. (2000). Taxonomy, role, and significance of microorganisms in food. Dans *Modern Food Microbiology*, Aspen Publishers, Gaithersburg MD. pp :13.
- 40) JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G., (2008). *Les produits laitiers*, 2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (185 pages).
- 41) JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007). *Science des aliments-Technologie des produits alimentaires* tec et doc, Lavoisier : 17 (456pages).
- 42) JORA N °39, 2017, arrêt interministériel du 02Juillet 2017 (JORA) les critères microbiologiques relatif aux denrées alimentaires énumérées.
- 43) JORA N°35. 1998. Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers. *Journal officiel de la république algérienne* (1998).N°35, 37ème ANNEE, 1 safar 1419 correspondant 27 mai 1998 Arrêté interministériel du 25 Ramdhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécification microbiologiques de certaines denrées alimentaires. P : 8.
- 44) Kabir A (2015). Contrainte de la production laitier en A Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences en microbiologie, Université d'Oran Ahmad ben Bella, 14.
- 45) Kaouche - Adjlane S., Ghozlane F., Mati A. 2015. Typology of dairy farming systems in the mediterranean basin (case of Algeria).*J.Biol.Anim.Husb.*, 31 (3): 385-396,
- 46) Kaouche- Adjlane S., Benhacine R., Ghozlane F., Mati A. 2014. Nutritional and Hygienic Quality of Raw Milk in the Mid-Northern Region of Algeria: Correlations and Risk Factors. *The Scientific World Journal* 131593; 7 pages,
- 47) Kaouche S. / *Revue Agriculture*. 10(1) : 43 – 54, (2019)
- 48) Kaouche-Adjlane S., Mati A. 2017. Effets des pratiques d'élevage sur la variation de la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait cru dans la région médio-septentrionale d'Algérie. *Revue Méd.Vét.*, 168 (7-9):151-163.
- 49) Kaouche-Adjlane.S. 2018. Evaluation of the hygienic quality of raw milk at different levels of the dairy chain. *Int.J.Inno.Appr.Agric.Res.*, 2(4): 349-358, doi: 10.29329/ijjaar.2018.174.8.

Références bibliographiques

- 50) Lamontagne Michel Claud P, Champagne J, Reitz A, Sylvain M, Nancy G, Marysel, Julie J et Ismail F. (2002). Microbiologie de lait. Science et technologie de lait École polytechnique de Montréal.
- 51) Leonil J., Michalski M.C. Et Martin P., (2013). Les structures supramoléculaires du lait : structure et impact nutritionnel de la micelle de caséine et du globule gras. *INRA Prod. Anim.*, 26(2), 129-144.
- 52) Leyral G et Vierling É. (2007). Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. 87p.
- 53) Lovett J. (1989). *Listeria monocytogenes*. In Foodborne, bacterial pathogens (M.P. Doyle, Edit.). *Marcel Dekker Inc., New York*, pp: 288-310.
- 54) M. Wang, J. Yang, Z. Gai, S. Huo, J. Zhu, J. Li, R. Wang, S. Xing, G. Shi, F. Shi, L. Zhang (2018). Comparison between digital PCR and real-time PCR in detection of *Salmonella typhimurium* in milk. *Int. J. Food Microbiol.* 266 (2018), pp. 251-256
- 55) Martin J.C. (2000). Technologie du lait de consommation. Edition : UNI lait, CANDIA Direction Développement Technologique p : 135.
- 56) Mathieu J. (1999). Initiation à la physicochimie du lait. *Edt Lavoisier, Tec et Doc*, Paris. 220p (3-190).
- 57) Mcgrath B.A., Fox P.F., Mcsweeney P.L.H., Kelly A.L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology, EDP sciences/Springer*, 2016, 96 (2), 133-158.
- 58) 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.
- 59) 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.
- 60) Monsallier F., Verdier-Metz I., Chanal J., Delbes C., Gagne G., Montel M.C. 2009. Le trayon est-il une source de diversité microbienne du lait ? Journée scientifique ? Aurillac, 3 juin 2009.
- 61) 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.

Références bibliographiques

- 62) **Neville MC., Zhang P et Allen JC (1995).** Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In : Jensen RG. Handbook of milk composition. Academic Press, San Diego, 577-592.
- 63) **Ni P. e., Xu Q., Yin Y., Liu D., Zhang J., Wu Q, Tian P., Shi X., Wang D.. (2018).** Prevalence and characterization of Salmonella serovars isolated from farm products in Shanghai. *Food Control*, 85 (2018), pp. 269-275
- 64) **Nouri W. (2018).** Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de Brebis élevée dans les conditions steppiques cas de la région de Tébessa. Mémoire de master département de Sciences Agronomiques université de Biskra. 60 p.
- 65) **Patrick f., timothy P., paul L., 2000.** Fundamentals of Cheese Science. Ed ASPEN.USA. 43p.
- 66) **POUGHEON S., (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 34 (102 pages).
- 67) **POUGHEON S., (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 34 (102 pages). pp: 1-60.
- 68) **Ramakant S. 2006.** Chemical & Microbiological Analysis of Milk & Milk Products. International Book Distributing Company, Pub. Division.
- 69) **Reboux G., Piarroux R., Mauny F., Madroszyk A., Million L., Bardonnat K., Dalphin J.C. 2001.** Role of moulds in farmer's lung disease in Eastern France. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, 163:

Références bibliographique

- 70) **Reumont P. (2009).** Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>
- 71) **Rheotest M. (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisant <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>
- 72) **Ryckaert I. (2003).** 42 questions sur le lait. 78 p.
- 73) **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.

Références bibliographiques

- 74) Seelinger HPR et Jones D. (1986).** Listeria. In Bergey's Manual of systematic bacteriology, Vol. 2 (P.H.A. Sneath, Edit.). Williams & Wilkins, Baltimore, pp: 1235-1245.
- 75) Seydi m. (2004).** Caractéristiques de lait cru. EISMV, laboratoire HIDAOA , 12 P - Veisseyre R., (1975). Technologie du lait 3ème édition, la maison rustique. Paris.
- 76) Soustre Y., Farrokh C (Cniel) et Jeantet R (Agrocampus Ouest, Rennes) (2017).** Questions sur produits laitiers et technologie laitière, série n°9.
- 77) Stoll, W. (2003),** Vaches laitières-alimentation influence la composition du lait, Éditionsagri. France.
- 78) Thapon J.L., (2005).** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France :(14-77 Pages).
- 79) Vacheyrou M., Normand A.C., Guyot P., Cassagne C., Piarroux R., Bouton Y.**
2011. Cultivable microbial
- 80) Vierlinge., (2003).** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine :11(270 pages).
- 81) Vignola C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechniques, Canada. Pp :3-75.

Annexes

Annexes 1

Tableau 10: l'ensemble des matériels et des réactifs utilisés dans ce travail.

Matériel	Produits utilisés pour les analyses bactériologiques
<ul style="list-style-type: none"> - Flacons stériles (200ml) et identifiés. - Glacière pour le transport des échantillons. -Bécher -Pipetes Pasteur -Anse -Tubes à essais en verre de 25ml -Boites de Pétri -Etuves à incubation réglée à 30°C; 37°C ;44°C -Bain-marie (FUNKE-GERBER) -Bec Bunsen 	<ul style="list-style-type: none"> Milieu PCA : utilisé pour le dénombrement des germes totaux · Milieu Baird Parker : milieu sélectif utilisé pour la recherche et le dénombrement de Staphylococcus aureus. · Emulsion de jaune d'œuf. · Tellurite de potassium. · Milieu OGA : milieu sélectif utilisé pour la recherche et le dénombrement de levures et moisissure. · Milieu SFB : utilisé pour l'enrichissement des salmonelles. · Additif SFB. · Milieu SS : utilisé sélectif utilisé pour la recherche et le dénombrement de salmonelle. · Additif SS. · l'eau Peptoné. · L'eau distillée stérilisée. · Éthanol.



Figure 18: Acide sulfurique et l'alcool utilisés pour la mesure de la matière grasse .



Figure 19: Centrifugeuse.

ANNEXE I
CRITERES MICROBIOLOGIQUES RELATIFS A CERTAINES DENREES ALIMENTAIRESTABLEAU I
CRITERES MICROBIOLOGIQUES DES LAITS ET DES PRODUITS LAITIERS

PRODUITS	n	c	m
1. Lait cru :			
— germes aérobies à 30° C	1	—	10 ⁶
— coliformes fécaux	1	—	10 ⁶
— streptocoques fécaux	1	—	abs/10,1ml
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	absence
— clostridium sulfite-réducteurs à 46° C	1	—	50
— antibiotiques	1	—	absence
2. Lait pasteurisé conditionné :			
— germes aérobies à 30° C	1	—	3.10 ⁶
— coliformes :			
* sortie usine	1	—	1
* à la vente	1	—	10
— coliformes fécaux			
* sortie usine	1	—	absence
* à la vente	1	—	absence
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	1
— phosphatase	1	—	négatif
3. Lait stérilisé et lait stérilisé UHT (nature et aromatisé) :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	< 100,1 ml
— test de stabilité	5	0	négatif
— test alcool	5	0	négatif
— test chaleur	5	0	négatif
4. Lait concentré non sucré :			
— test de stabilité	5	0	négatif
— test alcool	5	0	négatif
— test chaleur	5	0	négatif
5. Lait concentré sucré :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	10 ⁶
— coliformes	5	0	absence
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence
— clostridium sulfite-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— levures et moisissures	5	0	absence
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
6. Lait déshydraté conditionné (1) :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 ⁶
— coliformes	5	2	5
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence
— clostridium sulfite-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— levures et moisissures	5	2	50
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— antibiotiques	1	0	absence

Figure 20: Critères microbiologique du lait cru de 1999.

ANNEXE I

Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires

1- Lait et produits laitiers

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1) (g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Lait cru	Germes aérobies à 30 °C	5	2	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^6$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^3
	Célibiformes thermotolérants	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10^4	10^5
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Lait UHT et lait stérilisé	Germes aérobies à 30 °C	5	0	1000 I/ml	
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10^2
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Fromages au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^4	10^5
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^3	10^4
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^2	10^5
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^5
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^2	10^5
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Crème au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^2	10^5
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^3	10^4
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	

Figure 21: Critères microbiologique du lait cru de 2017.