

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة
التعليم العالي والبحث العلمي جامعة مستغانم
عبد الحميد بن باديس

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
Faculté des Sciences Agronomique

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE DE MASTER 2

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master Académique

Domaine : SNV

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Animales

Présentée par :

Belaouedj Siham

Boukadjer Chihab Eddine Yasser

SOUS LE THÈME

Effet de l'espèce sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait : comparative entre le lait de vache, chèvre et lait commercial

Devant le jury :

Dahloum Elhaouari	MCA	Univ. Mostaganem.	Président de jury
Mme Fassih Aïcha	MAA	Univ. Mostaganem.	Examinatrice
Benguendouz Abdenour	MCB	Univ. Mostaganem	Encadrant

Année universitaire 2023 -2024

Résumé

Le lait est reconnu pour sa haute valeur nutritive, mais sa composition et ses propriétés physicochimiques favorisent également la prolifération des microorganismes, ce qui peut altérer sa qualité microbiologique et physico-chimique.

Cette étude vise à évaluer la qualité de trois types de lait (lait de vache, de chèvre et lait commercial) livrés à la laiterie du Littoral Salamandre dans la wilaya de Mostaganem. L'évaluation se base sur des analyses physicochimiques et microbiologiques.

Les résultats obtenus montrent généralement que les différents paramètres physicochimiques (pH, acidité, densité, teneur en matière grasse) et microbiologiques (germes totaux, coliformes fécaux, salmonelles, staphylocoques) sont conformes aux normes en vigueur. De plus, l'établissement met un point d'honneur à respecter rigoureusement les normes d'hygiène et de production pour garantir un produit laitier sain et conforme aux normes internationales.

Mot clé : microbiologique, physico-chimique, pH, acidité, densité, teneur en matière grasse, germes totaux, coliformes fécaux, salmonelles, staphylocoques.

Abstract

Milk is renowned for its high nutritional value, but its composition and physicochemical properties also promote the proliferation of microorganisms, which can alter its microbiological and physicochemical quality. This study aims to assess the quality of three types of milk (cow milk, goat milk, and commercial milk) delivered to the Littoral Salamandre GIPLAIT dairy in Mostaganem's wilaya. The evaluation is based on physicochemical and microbiological analyses.

Generally, the results indicate that various physicochemical parameters (pH, acidity, density, fat content) and microbiological aspects (total viable count, fecal coliforms, salmonella, staphylococci) comply with current standards. Moreover, the facility adheres strictly to hygiene and production standards to ensure a dairy product that is healthy and meets international norms.

Keywords: microbiological, physicochemical, pH, acidity, density, fat content, total viable count, fecal coliforms, salmonella, staphylococci.

ملخص

يُعرف الحليب بقيمته الغذائية العالية، لكن تركيبته وخصائصه الفيزيائية والكيميائية تساعد أيضًا على تكاثر الكائنات الحية الدقيقة مما قد يغير جودته الميكروبيولوجية الفيزيائية والكيميائية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة ثلاثة أنواع من الحليب (حليب البقر، حليب الماعز، والحليب التجاري) (المسلمة إلى مصنع ألبان الساحلي بولاية مستغانم. ويستند التقييم على التحليلات الفيزيائية والكيميائية الميكروبيولوجية. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها بشكل عام أن المعايير الفيزيائية والكيميائية المختلفة) الرقم الهيدروجيني، الحموضة، الكثافة، محتوى الدهون (والمعلومات الميكروبيولوجية) الجراثيم الكلية، القولونيات البرازية، السالمونيلا، المكورات العنقودية (تتوافق مع المعايير المعمول بها. بالإضافة إلى ذلك، تحرص المؤسسة على الاحترام الصارم لمعايير النظافة والإنتاج لضمان منتج ألبان صحي يلبي المعايير الدولية.

الكلمات المفتاحية: ميكروبيولوجي، فيزيائي، كيميائي، الرقم الهيدروجيني، الحموضة، الكثافة، محتوى الدهون، الجراثيم الكلية، القولونيات البرازية، السالمونيلا، المكورات العنقودية

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier DIEU le tout puissant, de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nos remerciements vont à nos chers parents pour tous leurs sacrifices, et leurs encouragements.

Tout d'abord ce travail n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide de l'encadrement de Mr. BENGANDOUZ ABDENOUR, on le remercie pour son encadrement exceptionnel, sa rigueur et sa disponibilité ainsi que ses conseils.

On remercie les membres du jury qui nous font le grand honneur d'évaluer ce travail.

Nos remerciements pour :

Mes frères et sœurs pour leurs encouragements durant tout notre parcours.

Tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'accomplissement de ce travail.

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents

Qui n'ont jamais cessé de m'encourager, de me soutenir, et de formuler des prières à mon égard, et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes très chères sœurs HAYET et HANANE

Que dieu vous donner santé, bonheur et surtout réussite.

*A mes chères amies YOUSRA, AMINA, HIND, WISSEM, HADIL, CHAIMA
et SOUMIA*

Pour vos soutiens moraux.

Siham

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail :

*A ma chère mère, ma raison de vivre, en témoignage de ma reconnaissance
par sa patience, son amour et ses sacrifices*

A mon cher père, pour son amour et son développement

A mes très chères sœurs et frères

A mes chers amis

Que dieu vous donner santé, bonheur et surtout réussite

Pour finir, a tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédie ce travail.

CHIHEB EDDINE

Liste des figures

Figure I.1 : Modèle de micelle de caséine avec sous-unités	13
Figure III.1 : Localisation de la Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT	32
Figure III.2 : Un thermo –lactodensimètre.....	35
Figure III.3 : Acide mètre	35
Figure III.4 : Ph mètre.....	36
Figure III.5 : Lactoscan.....	37
Figure IV.1 : Représentation graphique de la variation du Ph	41
Figure IV.2 : Représentation graphique de la variation de l'acidité titrable	42
Figure IV.3 : Représentation graphique de la variation de la densité	44
Figure IV.4 : Représentation graphique de la variation de la matière grasse.....	45
Figure IV.5 : Représentation graphique de la variation des germes totaux.....	47
Figure IV.6 : Représentation graphique de la variation des coliformes fécaux	48

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre	6
Tableau I.2 : Composition vitaminique moyenne du lait cru.....	9
Tableau I.3 : Composition minérale du lait.....	11
Tableau II.1 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache.....	20
Tableau II.2 : Composition chimique du lait de vache	20
Tableau II.3 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre	23
Tableau II.4 : Composition chimique du lait de chèvre.....	24
Tableau II.5 : Caractéristiques physico-chimiques du lait commercial	27
Tableau II.6 : Composition chimique du lait commercial	28
Tableau IV.1 : Représentation du Ph.	40
Tableau IV.2 : Représentation de l'acidité titrable	42
Tableau IV.3 : Représentation de la densité	43
Tableau IV.4 : Représentation de la matière grasse.....	45
Tableau IV.5 : Représentation des germes totaux.....	46
Tableau IV.6 : Représentation des coliformes fécaux	48
Tableau IV.7 : Représentation des salmonelles.	49
Tableau IV.8 : Représentation des staphylococcus	50

Liste des abréviations

AC	Acidité
pH	Potentiel d'hydrogène
C°	Centigrade
Pro	Protéine
CIPC	Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles
DEN	Densité
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
°D	Degré Dornic
Lac	Lactose
g	Gramme
Kg	Kilogramme
l	Litre
mg	Milligramme
µg	Microgramme
Vit	Vitamines
MS	Matière Sèche
MG	Matière grasse
CF	Coliforme fécaux
GT	Germe totaux

Sommaire

Dédicace

Remerciements

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Composition générale du lait

Introduction	3
I.1 Définition du lait	3
I.2 Différents phase de l'évaluation naturelle du lait	4
2.1 Phase liquide	4
2.2 Phase grasse	4
2.3 Phase protéique	4
I.3 La composition de lait.....	5
I.3.1 Composition et aptitude à la transformation	6
I.3.2 Protéines.....	6
I.3.3 Matière grasse	7
I.3.4 Eau	8
I.3.5 Vitamines	8
I.3.5 Lactose ou sucre de lait.....	9
I.3.6 Enzymes.....	10
I.3.7 Minéraux.....	11

I.3.8 Lysozume.....	12
I.3.9 Caséine.....	13
Conclusion.....	16

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

II.1 lait bovine (de vache)	17
II.1.1 Les facteurs influencent la composition du lait de vache	17
II.1.1.1 La race	18
II.1.1.2 Alimentation	18
II.1.1.3 Stade de lactation.....	18
II.1.2 les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache	19
II.1.2.1 ph.....	19
II.1.2.2 Acidité	19
II.1.2.3 Densité.....	19
II.1.2.4 Viscosité	20
II.1.3 Composition chimique du lait de vache.....	20
II.2 Lait caprins (de chèvre)	21
II.2.1 Les facteurs influencent la composition du lait de chèvre.....	21
II.2.1.1 La race	21
II.2.1.2. Alimentation	22
II.2.1.3 Stades de lactation	22
II.2.2 Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre.....	22
II.2.2.1 ph.....	22

II.2.2.2 Acidité	23
II.2.2.3 Densité.....	23
II.2.2.4 Viscosité	23
II.2.3 Composition chimique du lait de chèvre	24
II.3 Lait commercial	24
II.3.1 Les facteurs influencent la composition du lait commercial	25
II.3.1.1 La race	25
II.3.1.2. Alimentation	25
II.3.1.3 Stades de lactation	26
II.3.2 Caractéristiques physico-chimiques du lait commercial	26
II.3.2.1 ph.....	26
II.3.2.2 Acidité	26
II.3.2.3 Densité.....	27
II.3.2.4 Viscosité	27
II.3.3 Composition chimique du lait de chèvre	28
II.4 Comparaison des paramètres physico-chimiques du lait de vache, de chèvre et commercial	28
Conclusion.....	29

Chapitre III : Matériels et méthodes

Introduction	30
1. Présentation de l'organisme d'accueil	30

1.1 Lieu de stage	30
1.2 Situation géographique	31
1.3 Atelier de lait	32
2. Méthodes	32
2.1 L'objectif.....	32
2.2 Échantonnage	32
2.3 Technique de prélèvement.....	33
3. Matériel utilisées	33
3.1 Pour l'analyse physico-chimique.....	33
3.2 Pour l'analyse microbiologique	34
4. Les analyses physico-chimiques de lait	34
4.1 Détermination de la densité	34
4.2 Mesure de l'acidité titrable.....	35
4.3 Mesure de Ph.....	36
4.4 Détermination de la teneur en matière grasse	36
5. Les analyses microbiologique de lait	37
5.1 Recherche de germes totaux.....	37
5.2 Recherche des coliformes fécaux	38
5.3 Recherche de salmonelles	38
5.4 Recherche de staphylococcus	39
6. Traitement des résultats.....	39

6. Traitement des résultats.....	39
----------------------------------	----

Chapitre IV : Résultats et discussions

Introduction	40
--------------------	----

1. Résultats physico-chimique comparatifs obtenu dans les différents types de lait.....	40
---	----

1.1 Variation du Ph	40
---------------------------	----

1.2 Variation de l'acidité titrable.....	42
--	----

1.3 La variation de la densité	43
--------------------------------------	----

1.4 La variation de la matière grasse.....	45
--	----

2. Résultats microbiologiques comparatifs obtenu dans les différents types de lait	46
--	----

2.1 La variation des germes totaux.....	46
---	----

2.2 La variation des coliformes fécaux	48
--	----

2.3 La variation des salmonelles	49
--	----

2.4 La variation des staphylococcus	50
---	----

Conclusion générale	51
----------------------------------	-----------

Références bibliographiques.....	53
---	-----------

INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie possède une riche tradition laitière, où le lait et ses dérivés jouent un rôle crucial dans l'alimentation et la culture locales. Depuis des siècles, les Algériens ont acquis une grande expertise dans l'élevage de bovins et de caprins, leur permettant de produire divers produits laitiers.

L'Algérie se distingue comme le premier consommateur de lait au Maghreb, avec une consommation annuelle évitant les 3 milliards de litres. Cette forte demande reflète l'importance du lait dans le régime alimentaire des Algériens, il est consommé quotidiennement sous diverses formes telles que le lait frais, le yaourt.

Le lait, en plus de fournir la majorité des protéines animales, avec son énergie métabolisable élevée, est une source nutritionnelle riche. Il en résulte ainsi un intérêt nutritionnel lié aux caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques propres à chaque type de lait **(GHAOUES, 2011)**.

Ce travail consiste en une analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de trois échantillons des trois types de laits : le lait de vache, lait de chèvre et lait commercial. Pour cela nous avons fait un stage chez la Laiterie Le Littoral Salamandre de la wilaya de Mostaganem.

Nous avons divisé ce travail en deux parties distinctes. La première partie se concentrera sur les aspects théoriques, tandis que la seconde portera sur les aspects pratiques, chacune étant structurée en deux chapitres.

La première partie comprendra deux chapitres principaux :

- Le premier chapitre consistera en une recherche bibliographique approfondie sur les généralités concernant la composition du lait.
- Le deuxième chapitre sera consacré à une étude comparative des caractéristiques laitières entre le lait de vache, de chèvre et le lait commercial.

Introduction générale

La seconde partie de ce travail traitera de l'aspect pratique de notre étude :

- Le troisième chapitre présentera en premier lieu la laiterie où nous s'est déroulée notre stage. Puis nous allons détaillée les différents matériels et méthodes utilisés pour mener nos analyses physicochimique et microbiologique.
- Le quatrième et dernier chapitre détaillera les résultats obtenus au niveau physico-chimique et microbiologique pour le lait de vache, lait de chèvre et lait commercial.

En conclusion générale, nous interpréterons les résultats obtenus à travers l'ensemble de ce mémoire.

CHAPITRE I

Composition générale du lait

Introduction

Le lait est une source immédiate de nutrition, il joue un rôle crucial dans le renforcement du système immunitaire des jeunes grâce à la présence d'anticorps et de divers facteurs bioactifs. Chaque espèce de mammifère produit un lait spécifiquement adapté à ses petits, avec des variations dans la concentration de différents composants pour répondre aux exigences particulières de leur développement.

Le lait est non seulement vital pour les jeunes mammifères, mais il est également consommé par les humains à travers le lait de vache, de chèvre, de brebis et d'autres animaux. Il sert de base pour de nombreux produits alimentaires tels que le fromage, le yaourt, le beurre, et autres produits laitiers, contribuant de manière significative à l'alimentation humaine globale.

Ainsi, le lait, avec sa richesse nutritionnelle et ses bienfaits pour la santé, demeure un aliment fondamental tant pour les jeunes mammifères dans leurs premiers stades de vie que pour les humains tout au long de leur existence.

I.1 Définition du lait

Le lait est une substance liquide blanche et opaque, dotée d'une saveur légèrement sucrée. Il représente un aliment complet et équilibré, essentiel pour la nutrition des jeunes mammifères. Produit par les glandes mammaires des femelles mammifères, le lait contient une combinaison unique de nutriments indispensables tels que les protéines, les lipides, les glucides, les vitamines et les minéraux. Cette composition nutritive le rend parfaitement adapté aux besoins de croissance et de développement des nouveau-nés. **(GHAOUES, 2011)**

D'après l'OMS, le lait se définit comme ceci : « Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux laitiers obtenue en une ou plusieurs traites sans aucune addition ou extraction, destinée à la consommation sous forme de lait liquide ou à un traitement ultérieur ».

Le lait, sécrété par les glandes mammaires des mammifères pour nourrir leurs petits, est une substance complexe, avec une composition chimique variée et des propriétés physico-chimiques et sensorielles diverses. **(Vignola et al., 2002)**

Chapitre I : Composition générale du lait

Il existe deux grandes catégories de lait destiné à la consommation humaine : le lait non traité thermiquement, tel que le lait cru ou microfiltré, et le lait traité thermiquement, comme le lait pasteurisé ou stérilisé. (Jeantet et al., 2008)

I.2 Différents phase de l'évaluation naturelle du lait

Le processus d'évolution naturelle du lait, tel que décrit par Bragere en 1996, révèle la complexité de ce fluide biologique en décomposant son état en plusieurs phases distinctes, chacune jouant un rôle crucial dans la composition, la texture et les propriétés organoleptiques du lait. (Bragere, 1996)

I.2.1 Phase liquide

La phase liquide représente la composante principale du lait, où l'eau constitue le milieu dispersant pour les composants solubles. Cette phase aqueuse contient une gamme variée de composants essentiels tels que les protéines solubles, les glucides (principalement sous forme de lactose), les minéraux (comme le calcium, le potassium et le phosphore) ainsi que les vitamines hydrosolubles (telles que les vitamines B et C). Ces éléments solubles sont essentiels pour la nutrition et la santé.

I.2.2 Phase grasse

Le lait contient également une phase grasse, constituée de globules lipidiques émulsifiés dans la phase liquide. Ces globules de matières grasses, principalement composés de triglycérides, confèrent au lait sa texture onctueuse et sa saveur caractéristique. La phase grasse est particulièrement importante pour la valeur énergétique du lait ainsi que pour l'absorption des vitamines liposolubles (comme les vitamines A, D, E et K).

I.2.3 Phase protéique

En plus des matières grasses, le lait contient une phase protéique où les protéines sont dispersées. La caséine, une famille de protéines insolubles, constitue la principale composante protéique du lait, représentant environ 80% des protéines totales. Les protéines sériques, telles que l'albumine et la lactalbumine, sont également présentes en quantités moindres. Ces

Chapitre I : Composition générale du lait

protéines jouent un rôle crucial dans la structure, la stabilité et les propriétés fonctionnelles du lait, telles que la coagulation lors de la fabrication de produits laitiers comme le fromage.

Chacune de ces phases interagit de manière complexe pour déterminer la qualité, la texture, la saveur et la valeur nutritionnelle du lait et de ses dérivés. La compréhension approfondie de ces interactions est essentielle pour l'industrie laitière afin de contrôler et d'optimiser la production de produits laitiers de haute qualité, répondant aux normes de sécurité alimentaire et aux attentes des consommateurs.

I.3 La composition de lait

Le lait est un fluide laiteux opaque, avec une viscosité environ deux fois supérieure à celle de l'eau. Il présente une saveur légèrement sucrée et une odeur peu prononcée. **(Bitman et al. 1996).**

D'un point de vue compositionnel, le lait est une émulsion de matières grasses dans un sérum aqueux. Ce sérum contient en solution une variété de nutriments essentiels, notamment des protéines, des glucides, des minéraux, des vitamines, et d'autres composés.

La composition spécifique du lait varie d'une espèce à une autre, et même au sein d'une même espèce en fonction de facteurs tels que le stade de lactation, la génétique, et le régime alimentaire. Cette diversité compositionnelle est illustrée dans le tableau ci-dessous :

Cette variabilité dans la composition du lait est importante à prendre en compte pour l'industrie laitière, la nutrition animale, et pour comprendre les besoins nutritionnels des consommateurs, en assurant ainsi la production de produits laitiers de qualité adaptés aux différents marchés et aux exigences nutritionnelles spécifiques.

Chapitre I : Composition générale du lait

Tableau I.1 : Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (Jensen, 1995)

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

I.4 Composition et aptitude à la transformation du lait

Le lait, par sa composition riche et diversifiée, offre une palette infinie de possibilités en matière de transformation alimentaire. Composé principalement d'eau, de protéines, de matières grasses, de glucides, de minéraux et de vitamines, le lait est un ingrédient essentiel dans de nombreux produits laitiers. Sa capacité à être transformé grâce à des processus tels que la pasteurisation, la fermentation et la coagulation des protéines permet de créer une multitude de produits allant du fromage crémeux au yaourt probiotique en passant par le beurre onctueux.

Les protéines du lait, en particulier la caséine, jouent un rôle crucial dans la formation de textures variées, tandis que les matières grasses ajoutent une richesse et une saveur incomparables. Les glucides, notamment le lactose, peuvent être fermentés pour produire une gamme de produits laitiers fermentés aux saveurs uniques. En somme, la composition diversifiée du lait et sa capacité à être transformé font de cet ingrédient une pierre angulaire de l'industrie alimentaire, offrant aux consommateurs une variété infinie de délices laitiers.

I.4.1 Protéines

D'après les travaux de Ramet (1985), la composition en matières azotées du lait se divise en deux catégories distinctes. La fraction prépondérante est la matière azotée protéique, représentant environ 95% de l'azote total contenu dans le lait, tandis que la matière azotée non protéique en constitue environ 5%.

Lorsque l'on considère le pH, les protéines se séparent en deux phases distinctes :

Chapitre I : Composition générale du lait

- **Une phase micellaire, insoluble à un pH de 4,6 :** Les caséines, composantes majeures des protéines totales, représentent environ 80% de cette fraction. Ces protéines jouent un rôle crucial dans la structure et la texture du lait, notamment dans la coagulation lors de la fabrication de produits laitiers tels que le fromage.
- **Une phase protéique, soluble à un pH de 4,6 :** Les protéines sériques, qui constituent environ 20% des protéines totales du lait, se trouvent principalement dans cette fraction. Ces protéines, plus solubles, sont impliquées dans divers processus biologiques et jouent un rôle dans le maintien de la stabilité colloïdale du lait.

Cette séparation en deux phases distinctes en fonction du pH reflète la complexité de la structure protéique du lait et la diversité de ses composants. Ces connaissances sont essentielles pour comprendre les propriétés physico-chimiques du lait et pour développer des procédés de transformation laitière efficaces. (JEANTET et al., 2007)

I.4.2 Matière grasse

La matière grasse présente dans le lait est principalement synthétisée à partir d'acides gras volatils, notamment les acides acétique et butyrique. Ces acides gras sont produits à partir de différentes sources dans l'alimentation de la vache. Par exemple, l'acide acétique est principalement dérivé des glucides pariétaux présents dans les fourrages, tels que la cellulose, tandis que l'acide butyrique est issu des glucides rapidement fermentescibles, comme le sucre de betterave.

De plus, une partie de la matière grasse du lait peut être générée par la mobilisation des réserves lipidiques de la vache, pouvant atteindre jusqu'à 60 kg dans certaines conditions. En outre, sous des conditions spécifiques, des graisses alimentaires provenant de l'alimentation de la vache peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (Stoll, 2003).

Ce processus de synthèse des graisses laitières met en lumière l'importance de la nutrition et de la gestion alimentaire dans la production laitière. Les choix alimentaires des animaux, ainsi que leur santé et leur condition corporelle, peuvent influencer la quantité et la qualité de la matière grasse produite. Comprendre ces mécanismes est essentiel pour les producteurs laitiers afin d'optimiser la production laitière et la composition des produits laitiers dérivés.

I.4.3 Eau

L'eau constitue la composante la plus abondante du lait, représentant environ 902 grammes par litre. Elle agit comme le milieu de dispersion pour tous les autres constituants du lait, y compris sa matière sèche. (Mathieu, 1997)

Sa nature polaire, due à la présence de dipôles et de doublets d'électrons libres, lui permet de former des liaisons avec des substances polaires telles que les glucides et les minéraux, formant ainsi une solution vraie. Elle forme également une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. En revanche, les matières grasses, en raison de leur caractère non polaire ou hydrophobe, ne se dissolvent pas dans l'eau, mais forment plutôt une émulsion de type huile dans l'eau. De même, les micelles de caséines, étant solides, forment une suspension colloïdale. (Vignola et al., 2002)

I.4.4 Vitamines

Les vitamines sont des composés essentiels présents en faibles quantités dans les aliments, nécessaires à la croissance des jeunes, au bon fonctionnement de l'organisme chez les jeunes et les adultes, ainsi qu'à la santé générale. Elles jouent un rôle crucial dans la nutrition, l'équilibre nerveux, la vision, la reproduction et d'autres processus biologiques vitaux. L'absence ou l'insuffisance de vitamines dans l'alimentation peut entraîner des troubles organiques, connus sous le nom d'avitaminoses ou maladies par carence, ayant un impact significatif sur la santé et la qualité de vie.

Les vitamines sont classées en deux catégories en fonction de leur solubilité dans différents milieux :

- **Les vitamines liposolubles** : comprenant la vitamine A (axérophtol), la vitamine D et la vitamine E. Ces vitamines sont solubles dans les graisses et sont essentielles pour la santé de la peau, la vision, le système immunitaire et d'autres fonctions corporelles.
- **Les vitamines hydrosolubles** : incluant les différentes vitamines du complexe B (vitamine B2 - riboflavine, vitamine B3 ou PP - acide nicotinique et son amide, niacine, vitamine B6 - pyridoxine, vitamine B12 - cobalamine, vitamine B1 - thiamine ou aneurine) ainsi que la vitamine C (acide ascorbique). Ces vitamines sont solubles dans l'eau et sont impliquées dans le métabolisme énergétique, la synthèse des

Chapitre I : Composition générale du lait

protéines, la santé des nerfs, la production de globules rouges et d'autres processus biologiques.

La connaissance de l'importance et des fonctions spécifiques de chaque vitamine est essentielle pour garantir un régime alimentaire équilibré et prévenir les carences vitaminiques, contribuant ainsi au maintien d'une bonne santé et d'une vie productive.

Tableau I.2 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et al, 2002)

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

I.4.5 Lactose ou sucre de lait

Le lactose, également connu sous le nom de sucre de lait, est l'un des composants principaux du lait. Il s'agit d'un glucide complexe composé de deux sucres simples, le glucose et le galactose, liés ensemble. Le lactose constitue généralement environ 4,5% à 5% du poids total du lait.

Chapitre I : Composition générale du lait

Le lactose joue un rôle crucial dans la nutrition, car il fournit une source d'énergie facilement accessible pour le corps. Il est également important dans la fabrication de produits laitiers fermentés tels que le yaourt et certains types de fromages, où il est fermenté par des bactéries lactiques pour produire de l'acide lactique, contribuant ainsi à la texture et au goût caractéristiques de ces produits.

Cependant, certaines personnes peuvent avoir une intolérance au lactose, ce qui signifie qu'elles ont une capacité réduite ou absente de digérer le lactose en raison d'un manque ou d'une réduction de l'enzyme lactase, qui est nécessaire pour décomposer le lactose dans le corps. Cela peut entraîner des symptômes gastro-intestinaux désagréables tels que des ballonnements, des douleurs abdominales et des diarrhées après la consommation de produits laitiers contenant du lactose.

I.4.5 Enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protéique, produites par des cellules ou des organismes vivants, qui agissent comme des catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été identifiées dans le lait. **(Pougeon , 2001)**

Une proportion significative de ces enzymes se trouve dans la membrane des globules gras du lait. Cependant, il convient de noter que le lait contient également diverses cellules telles que des leucocytes et des bactéries, qui sont capables de produire des enzymes. Cette distinction entre les enzymes d'origine naturelle et celles provenant de sources externes peut parfois être difficile à établir.

Les enzymes présentes dans le lait remplissent des fonctions diverses et importantes en raison de leurs propriétés spécifiques :

Certaines enzymes, telles que la lipase et la protéase, peuvent catalyser la dégradation des constituants initiaux du lait, ce qui peut avoir un impact significatif sur ses propriétés technologiques et ses caractéristiques organoleptiques.

D'autres enzymes, comme la lactopéroxydase et le lysozyme, ont des propriétés antibactériennes, offrant ainsi une protection au lait contre les contaminations microbiennes.

Chapitre I : Composition générale du lait

En outre, certaines enzymes peuvent servir d'indicateurs de la qualité hygiénique du lait, notamment en contrôlant l'efficacité des processus de pasteurisation. Par exemple, la présence de la phosphatase alcaline peut être utilisée comme un indicateur de la qualité et de l'intégrité du lait pasteurisé. (Debry, 2001)

La compréhension du rôle et de l'activité des enzymes dans le lait est essentielle pour assurer la qualité et la sécurité des produits laitiers, ainsi que pour optimiser les processus de transformation et de conservation du lait.

I.4.6 Minéraux

Des analyses ont révélé la présence, dans le lait, de divers éléments en quantités significatives, notamment le phosphore, le chlore, le potassium, le calcium, le sodium et le magnésium. En outre, des traces de soufre, de carbone, de fer, de rubidium, de cuivre et de silice ont été détectées. De plus, de minuscules quantités de molybdène, de cobalt, de brome, d'aluminium, de bore, de zinc, de manganèse et de lithium ont également été identifiées. (Alias, 1984)

La quantité des minéraux contenus dans le lait après incinération varie de 0,6 à 0,9 %. Ils prennent plusieurs formes ; ce sont le plus souvent des sels, des bases, des Acides. (VIGNOLA, 2002)

Tableau I.3 : Composition minérale du lait. (Vignola et al., 2002)

Constituants	Teneur moyenne mg/kg
Potassium	1500
Calcium	1180
Sodium	445
Magnésium	105
Chlore	958
Phosphore	896
Fer	0.5

Chapitre I : Composition générale du lait

La teneur en matière minérale et saline du lait, se situant aux alentours de 9 grammes par litre, revêt une importance capitale tant sur le plan nutritionnel que technologique. En effet, le lait renferme tous les éléments minéraux essentiels à l'organisme, incluant le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le chlore (**Brulé, 1987**).

Ces matières minérales ne se présentent pas uniquement sous forme de sels solubles, sous forme de molécules et d'ions ; une proportion significative se trouve également dans la phase colloïdale insoluble, notamment au sein des micelles de caséines (**Neville, 1995**).

Il est observé que la composition minérale du lait varie en fonction des espèces, des races (par exemple, la race Normande présente une teneur plus élevée en calcium et en phosphore que la race Frisonne ou la race Prim'holstein), du stade de lactation et des pratiques d'élevage (**Brulé, 1987**).

De plus, le lait contient une gamme d'oligo-éléments indispensables à l'organisme humain, tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor, l'iode et le molybdène.

I.4.7 Lysozume

Le lysozyme est une enzyme présente dans de nombreux fluides biologiques, y compris le lait, bien que sa concentration dans le lait soit relativement faible par rapport à d'autres composants. Le lysozyme est principalement produit par les glandes mammaires des mammifères et est présent dans le lait maternel pour fournir une protection contre les infections bactériennes chez le nourrisson.

Dans le lait, le lysozyme agit comme un agent antibactérien en détruisant la paroi cellulaire des bactéries, ce qui les rend plus sensibles aux mécanismes de défense naturels du corps. Cela contribue à prévenir la croissance bactérienne et à protéger le lait contre la contamination microbiologique.

Bien que le lysozyme soit présent dans le lait, sa concentration peut varier en fonction de différents facteurs, notamment le stade de lactation, le régime alimentaire de l'animal et d'autres conditions environnementales. Cependant, même à des concentrations relativement faibles, le lysozyme joue un rôle important dans la protection de la santé et de la qualité du lait, ainsi que dans la défense immunitaire des nourrissons qui le consomment.

I.4.8 Caséine

Les caséines se présentent sous forme de micelles, des structures sphériques complexes résultant de l'association des caséines avec des composants salins, principalement le calcium et le phosphate. Ces micelles ne sont pas uniformes en taille ni en composition. Leur structure est souvent décrite comme sphérique, mais avec une surface granuleuse ressemblant à une framboise.

Une caractéristique cruciale des micelles est leur capacité à être déstabilisées soit par des conditions acides, soit par des enzymes, ce qui permet leur coagulation. Cette capacité de coagulation est fondamentale dans le processus de transformation du lait en fromage et en produits laitiers fermentés (Ilboudo et al., 2012).

Selon Goy et al. (2005), les caséines se composent de quatre protéines distinctes :

- La caséine α 1 ou alpha-caséines
- La caséine β ou bêta-caséine
- Les caséines γ ou gamma-caséines
- La caséine κ ou kappa-caséine. (Goy et al. 2005)

Cette diversité de protéines caséiques contribue à la complexité des micelles et à leurs propriétés fonctionnelles, notamment leur capacité à former des gels et à interagir avec d'autres composants du lait et du système digestif.

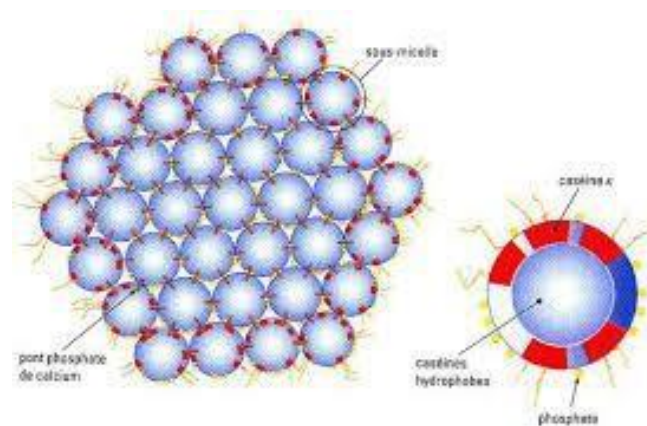


Figure I.1 : Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (AMIOT et al., 2002).

I.5 Propriétés physico-chimiques du lait

Certaines propriétés physico-chimiques du lait, telles que son pH et son acidité titrable, fournissent des informations précieuses sur sa qualité hygiénique. D'autres caractéristiques, comme le point de congélation et la densité, peuvent être utilisées pour identifier d'éventuelles fraudes dans le lait (**Nouiri, 2018**).

I.5.1 Le pH

Le pH du lait mesure la concentration des ions H⁺ en solution, ce qui reflète son degré de fraîcheur. Lorsqu'il y a une activité bactérienne, les bactéries lactiques peuvent dégrader une partie du lactose en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration en ions H⁺ et donc une diminution du pH (**Luquet, 1985**).

Ainsi, un lait présentant une acidité élevée aura un pH inférieur à 6,6, car l'acide lactique est suffisamment fort pour dissocier et abaisser le pH. Normalement, le pH du lait frais se situe entre 6,6 et 6,8 (**Vignola et al., 2002**).

I.5.2 L'acidité

L'acidité du lait est principalement attribuable à la présence de protéines, en particulier les caséines et la lactalbumine, ainsi qu'à des substances minérales telles que les phosphates et le CO₂, ainsi qu'à des acides organiques, principalement l'acide citrique. L'acidité apparente, ou naturelle, varie généralement entre 0,13% et 0,17% d'équivalent d'acide lactique. Au moment du ramassage, le lait frais contient seulement environ 0,002% d'acide lactique. Cependant, lorsqu'il est exposé à des bactéries lactiques, celles-ci fermentent le lactose pour produire de l'acide lactique (CH₃_CHOH_COOH), augmentant ainsi l'acidité du lait, phénomène appelé acidité développée. Cette augmentation d'acidité conduit à la dénaturation des protéines (**Vignola, 2002**).

Chapitre I : Composition générale du lait

L'acidité est souvent exprimée en degré Dornic (°D), où 1°D équivaut à 0,1 g d'acide lactique. Un lait cru collecté doit avoir une acidité inférieure ou égale à 21 °D. Au-delà de 27 °D, le lait coagule lorsqu'il est chauffé, et au-delà de 70 °D, il coagule même à froid (**Jean , 1993**).

Selon Aboutayeb (2011), le chauffage du lait peut entraîner la perte de dioxyde de carbone, la décomposition du lactose en divers acides organiques, ou bloquer les groupements aminés des protéines, provoquant ainsi une augmentation de l'acidité. (**Aboutayeb, 2011**)

I.5.3 Le densité

La densité du lait fluctue généralement entre 1,028 et 1,034, et elle doit être égale ou supérieure à 1,028 à une température de 20°C. Les laits provenant de grandes laiteries présentent une densité d'environ 1,032 à 20°C, tandis que celle des laits écrémés est supérieure à 1,035. Pour mesurer la densité du lait, on utilise un instrument spécial appelé thermo lactodensimètre, gradué en millièmes. Des tables de correction sont disponibles pour ajuster la mesure en fonction de la température (**Vierling, 2003**).

La densité du lait varie proportionnellement à sa teneur en matière sèche, ce qui signifie qu'un lait plus riche sera généralement plus dense. Cependant, il convient de noter que la présence de lipides, bien qu'elle puisse augmenter la proportion de matière sèche, diminue en réalité la densité globale du lait, car les lipides sont moins denses que l'eau (**Laure et al., 2007**)

I.5.4 Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement plus bas que celui de l'eau en raison de la présence de solides solubilisés, ce qui abaisse son point de congélation. Ce point varie généralement entre -0,530°C et -0,575°C, avec une moyenne autour de -0,555°C (**Vignola et al., 2002**).

Environ 75 % de cet abaissement est attribuable au lactose et aux chlorures. De plus, la fermentation lactique, qui convertit une molécule de lactose en quatre molécules d'acide lactique, peut perturber la mesure de la cryoscopie, il est donc recommandé de réaliser cette mesure uniquement sur des échantillons frais (**Jaqu , 1961**).

Un point de congélation supérieur à $-0,530^{\circ}\text{C}$ peut également éveiller des soupçons d'addition d'eau au lait (**Vignola, 2002**).

I.5.5 Point d'ébullition

Ce point est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau. (**Jean, 1993**)

A la pression atmosphérique normale, le point d'ébullition de l'eau est de 100°C et celui du lait est de $100,5^{\circ}\text{C}$. Comme pour le point de congélation, il se fait en fonction du nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration du lait et diminue avec la pression. Ce phénomène est appliqué dans les procédés de concentration du lait (**Majdi, 2008**).

Conclusion

Ce chapitre met en lumière l'importance fondamentale du lait dans l'alimentation humaine et dans l'industrie agroalimentaire. En analysant sa composition détaillée et ses capacités de transformation, nous avons pu comprendre comment le lait, avec sa richesse en protéines, matières grasses, glucides, minéraux et vitamines, est un ingrédient polyvalent et précieux. Sa capacité à être transformé en une multitude de produits laitiers, tels que le fromage, le beurre, le yaourt et bien d'autres, offre une diversité infinie de choix aux consommateurs.

De plus, le lait joue un rôle crucial dans la nutrition humaine, en fournissant des éléments essentiels pour la croissance et le développement. En conclusion, le lait représente bien plus qu'un simple liquide nutritif ; c'est un élément central de notre alimentation et de notre culture culinaire, offrant une abondance de saveurs, de textures et de bénéfices pour la santé.

CHAPITRE II

**étude comparative des caractéristiques laitières (vache,
chèvre et lait commercial)**

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chèvre et lait commercial)

Introduction

Ce chapitre vise à réaliser une analyse comparative des caractéristiques laitières entre le lait de vache, de chèvre et le lait commercial. Dans cette étude comparative, nous examinerons les différences et les similitudes entre le lait de vache et de chèvre, deux des principales sources de lait consommé dans le monde. Nous explorerons également les caractéristiques du lait commercial, souvent issu d'un mélange de différentes sources laitières et soumis à des processus de transformation et de standardisation.

En analysant les aspects physico-chimiques comme le pH, l'acidité et la densité, nous chercherons à mieux comprendre les différences nutritionnelles et fonctionnelles entre ces types de lait.

II.1 Lait bovine (de vache)

Le lait de vache, produit par la vache dès la naissance de son veau pour le nourrir, a longtemps été considéré comme un élément fondamental dans de nombreuses cultures alimentaires. Reconnu pour ses qualités nutritives, il est souvent perçu comme une boisson saine, associée à une alimentation équilibrée. En effet, sa consommation est liée à une alimentation de qualité, offrant une source facilement accessible et riche en divers nutriments essentiels tels que des minéraux, des vitamines et des protéines facilement digestibles (Steijns, 2008).

II.1.1 Les facteurs influencent la composition du lait de vache

La composition du lait de vache est le résultat d'une interaction complexe entre plusieurs facteurs, notamment la race, l'alimentation et le stade de lactation.

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

II.1.1.1 La race

La diversité des races bovines entraîne une variabilité significative dans la composition du lait. Chaque race possède des caractéristiques génétiques distinctes qui influencent la teneur en matières grasses, en protéines, en minéraux et en autres composants du lait. Par exemple, la race Normande est réputée pour produire un lait riche en matières grasses, tandis que la race Holstein produit souvent un lait plus riche en protéines. De plus, les variations dans la composition génétique des races peuvent également influencer la présence de certains nutriments et éléments dans le lait.

II.1.1.2 Alimentation

L'alimentation de la vache est un facteur crucial qui influence directement la composition du lait. Les types d'aliments consommés par les vaches ainsi que leur qualité et leur quantité peuvent avoir un impact sur la teneur en matières grasses, en protéines et en autres éléments du lait. Par exemple, une alimentation riche en fourrage peut entraîner une augmentation de la teneur en matières grasses du lait, tandis qu'une alimentation déséquilibrée peut affecter négativement la composition globale du lait. Les pratiques d'alimentation peuvent donc être ajustées pour optimiser la composition nutritionnelle du lait.

II.1.1.3 Stade de lactation

Le stade de lactation, qui correspond à la période depuis le début de la lactation jusqu'à son terme, exerce également une influence sur la composition du lait. Au début de la lactation, le lait produit peut être plus riche en matières grasses et en protéines, ce qui répond aux besoins nutritionnels du veau nouveau-né. Cependant, au fur et à mesure que la lactation progresse, la composition du lait peut évoluer. Les variations hormonales et métaboliques qui surviennent pendant la lactation influencent directement la composition du lait à différents stades, ce qui nécessite une gestion adaptée pour garantir la qualité et la nutrition du lait produit tout au long de la lactation.

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

II.1.2 les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache

II.1.2.1 ph

Le pH du lait, souvent négligé mais essentiel, est un indicateur précieux de la fraîcheur du produit. Un lait de vache frais affiche généralement un pH autour de 6,7. Lorsque les bactéries lactiques entrent en action, une partie du lactose présent dans le lait est transformée en acide lactique, entraînant ainsi une augmentation de la concentration en ions hydronium (H_3O^+) et, par conséquent, une diminution du pH.

II.1.2.2 Acidité

L'acidité de titration est un indicateur du taux d'acide lactique formé à partir du lactose dans le lait. Ce taux reste relativement stable pendant la lactation, oscillant généralement entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique, selon les observations de Veinoglou et al. (1982). Mesurée en degrés Doronic ($^{\circ}D$), elle se situe entre 15 et 18 $^{\circ}D$. On distingue l'acidité naturelle, propre au lait frais, de l'acidité développée résultant de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes.

II.1.2.3 Densité

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui reflète le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. Dans le contexte du lait, sa densité oscille généralement entre 1,028 et 1,034 et doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20 $^{\circ}C$. Les laits issus de grands mélanges en laiterie affichent une densité de l'ordre de 1,032 à cette température, tandis que les laits écrémés dépassent généralement 1,035. Notamment, un lait à la fois écrémé et réhydraté peut présenter une densité normale. (**Vierling, 2008**).

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

II.1.2.4 Viscosité

La viscosité, bien que souvent sous-estimée, mérite une attention particulière dans l'étude du lait. Son rôle dans la caractérisation des propriétés physiques du lait et son impact sur la manipulation et le traitement du produit en font un paramètre significatif. Des recherches approfondies pourraient fournir des informations précieuses sur la viscosité du lait et ses implications dans divers contextes de transformation et d'utilisation.

Tableau II.1 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache ; (Fall, 1997)

	Lait de chèvre
pH	6,65
Acidité	16
Densité	1,032

II.1.3 Composition chimique du lait de vache

Tableau II.2 : Composition chimique du lait de vache, (Anonyme, 2009)

Constituants	Lait de vache		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Matière grasse (%)	3,87	3,78	4,05
Protéines totales (%)	3,23	3,11	3,34
Caséine (%)	2,42	2,30	2,55
Protéines sériques (%)	0,57	0,39	0,82
Lactose (%)	4,48	4,39	4,57
Cendres (%)	0,67	0,63	0,72
Ca (mg/100 g)	103	91	116
P (mg/100 g)	86	71	105
Mg (mg/100 g)	10	119	10
K (mg/100 g)	149	132	180

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chèvre et lait commercial)

II.2 Lait caprins (de chèvre)

Le lait de chèvre, produit par la chèvre femelle pour nourrir ses chevreaux, est une émulsion de matière grasse, constituée de globules gras dispersés dans une solution aqueuse, également appelée sérum. Cette solution aqueuse contient une multitude d'éléments, certains étant présents sous forme dissoute, tels que le lactose et les protéines du lactosérum, tandis que d'autres se trouvent sous forme colloïdale, notamment les caséines (**Doyon, 2005**).

Le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache à cause de l'absence de β -carotène, (**Chilliard, 1997**). Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que celui du lait de vache, en grande partie due à certains acides gras libres et à la lipolyse du lait (**Chilliard, 1997; Jaubert, 1997; et al. 2001**).

En comparaison avec le lait de vache, le lait de chèvre présente une coloration plus blanche en raison de l'absence de β -carotène. Il possède un léger goût sucré et est également caractérisé par une saveur distincte et un goût plus prononcé que celui du lait de vache (**Zeller, 2005**).

II.2.1 Les facteurs influencent la composition du lait de chèvre

Les facteurs influençant la composition du lait de chèvre sont nombreux et comprennent notamment la race, l'alimentation et les stades de lactation.

II.2.1.1 La race

Tout comme pour les vaches, la race caprine joue un rôle important dans la composition du lait de chèvre. Différentes races de chèvres présentent des profils de composition laitière distincts en raison de leurs caractéristiques génétiques spécifiques. Par exemple, certaines races de chèvres peuvent produire un lait avec une teneur plus élevée en matières grasses ou en protéines que d'autres. La sélection génétique peut également influencer la composition du lait dans certaines races de chèvres, ce qui permet d'obtenir des profils nutritionnels spécifiques.

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chèvre et lait commercial)

II.2.1.2. Alimentation

L'alimentation des chèvres est un facteur majeur qui influe sur la composition de leur lait. Les types d'aliments consommés par les chèvres, ainsi que leur qualité et leur quantité, ont un impact direct sur la teneur en matières grasses, en protéines, en minéraux et en autres composants du lait. Par exemple, une alimentation riche en herbe peut conduire à une augmentation de la teneur en matières grasses du lait, tandis qu'une alimentation déséquilibrée peut altérer la composition nutritionnelle du lait produit.

II.2.1.3 Stades de lactation

Le stade de lactation des chèvres, c'est-à-dire la période depuis le début de la lactation jusqu'à son terme, est un autre facteur déterminant de la composition du lait. Au début de la lactation, le lait des chèvres peut être plus riche en matières grasses et en protéines pour répondre aux besoins nutritionnels des chevreaux nouveau-nés. Cependant, au fur et à mesure que la lactation progresse, la composition du lait peut évoluer. Les variations hormonales et métaboliques qui surviennent pendant la lactation influencent directement la composition du lait à différents stades, ce qui nécessite une gestion adaptée pour assurer la qualité et la nutrition du lait produit tout au long de la lactation.

II.2.2 Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre

II.2.2.1 pH

Le pH du lait de chèvre, fluctuant entre 6,45 et 6,90 selon les recherches de Remeuf et al. (1994), joue un rôle essentiel dans la détermination de la fraîcheur du produit. En mesurant la concentration en ions H⁺, le pH devient un indicateur crucial de la stabilité du lait. Cette stabilité est particulièrement importante car elle influence la solubilité des protéines. (Amiot et al. 2002).

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chèvre et lait commercial)

II.2.2.2 Acidité

L'acidité du lait de chèvre est mesurée à environ 20,33°D, comme rapporté par Veinoglont et al. (1982). Cette acidité reste relativement stable tout au long de la lactation, oscillant généralement entre 0,16 et 0,17 d'acide lactique. Cette constance contribue à maintenir la qualité du lait tout au long du processus de production. (Veinoglont et al. 1982)

II.2.2.3 Densité

La densité du lait de chèvre, autour de 1,022 selon les recherches de Veinoglou et al. (1982), demeure relativement stable. Toutefois, comparée à celle du lait de vache, évaluée à environ 1,036, elle présente une différence notable. Cette densité varie généralement entre 1,028 et 1,035 à une température de 15°C. (Amiot et al. 2002)

Elle est influencée par deux facteurs antagonistes : la concentration des éléments dissous et en suspension, ainsi que la proportion de matière grasse, qui possède une densité inférieure à 1.

II.2.2.4 Viscosité

La viscosité, une caractéristique importante mais souvent négligée, reste à explorer dans le contexte du lait de chèvre. Bien que des recherches spécifiques sur ce sujet soient limitées dans la littérature disponible, il est probable que la viscosité du lait de chèvre soit influencée par sa composition et sa structure. Des études approfondies pourraient fournir des informations précieuses sur cette propriété physico-chimique et ses implications sur la qualité et la transformation du lait de chèvre.

Tableau II.3 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre ; (Fall, 1997)

	Lait de chèvre
pH	6,525
Acidité	16
Densité	1,031

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

II.2.3 Composition chimique du lait de chèvre

Tableau II.4 : Composition chimique du lait de chèvre, (Anonyme, 2009)

Constituants	Lait de chèvre		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Matière grasse (%)	3,62	3,18	4,13
Protéines totales (%)	3,23	2,99	3,49
Caséine (%)	2,33	2,04	2,65
Protéines sériques (%)	0,73	0,62	1,45
Lactose (%)	4,12	3,88	4,30
Cendres (%)	0,78	0,71	0,81
Ca (mg/100 g)	110	96	125
P (mg/100 g)	109	82	146
Mg (mg/100 g)	13	11	15
K (mg/100 g)	194	173	206

II.3 Lait commercial

Le lait commercial, également connu sous le nom de lait de consommation, est le lait qui est produit et vendu dans les magasins et les supermarchés pour une consommation directe par les consommateurs. Il est généralement pasteurisé pour éliminer les bactéries pathogènes et prolonger sa durée de conservation, bien qu'il puisse également être soumis à d'autres processus de traitement, tels que l'homogénéisation et la fortification en vitamines et minéraux.

Le lait commercial peut provenir de différentes sources, notamment le lait de vache, de chèvre, de brebis ou d'autres espèces animales. Il est souvent standardisé pour garantir une composition uniforme en matières grasses et en protéines, conformément aux normes réglementaires et aux préférences du marché.

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

Le lait commercial est largement consommé dans de nombreux pays du monde et constitue une source importante de nutriments dans l'alimentation quotidienne.

II.3.1 Les facteurs influencent la composition du lait commercial

La composition du lait commercial, qu'il provienne de vaches, de chèvres ou d'autres sources, est influencée par divers facteurs, tels que la race, l'alimentation et le stade de lactation.

II.3.1.1 La race

La race des animaux laitiers contribue significativement à la composition du lait commercial. Différentes races de vaches ou de chèvres présentent des profils de composition laitière distincts en raison de leurs caractéristiques génétiques propres. Par exemple, le lait de vache Holstein peut différer en composition de celui de la race Jersey en raison de leurs différences génétiques. De même, les chèvres de race Alpine peuvent produire un lait avec une composition différente de celui des chèvres de race Saanen. Ainsi, la sélection génétique effectuée dans le cadre de programmes d'élevage peut influencer la composition du lait commercial.

II.3.1.2 Alimentation

L'alimentation des animaux laitiers est un facteur clé qui affecte la composition du lait commercial. Les types d'aliments, leur qualité et leur quantité consommée par les animaux ont un impact direct sur la composition en matières grasses, en protéines, en minéraux et en autres composants du lait. Par exemple, une alimentation riche en fourrages verts peut augmenter la teneur en acides gras oméga-3 du lait, tandis qu'une alimentation concentrée en grains peut influencer la teneur en protéines et en glucides. Ainsi, une alimentation équilibrée et adaptée aux besoins nutritionnels des animaux est essentielle pour obtenir un lait commercial de qualité optimale.

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

II.3.1.3 Stade de lactation

Le stade de lactation des animaux laitiers est également un facteur déterminant de la composition du lait commercial. Au début de la lactation, le lait peut être plus riche en matières grasses et en protéines, tandis qu'à mesure que la lactation progresse, la composition du lait peut évoluer. Les variations hormonales et métaboliques qui surviennent pendant la lactation peuvent influencer la teneur en différents composants du lait à différents stades. Par conséquent, la gestion appropriée de la lactation des animaux laitiers est cruciale pour maintenir une composition laitière constante et de qualité tout au long de la période de production de lait commercial.

II.3.2 Les caractéristiques physico-chimiques du lait commercial

II.3.2.1 pH

Le pH du lait commercial, se situe généralement entre 6,5 et 6,7, est une caractéristique essentielle qui influence sa qualité et sa stabilité. Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution, et il est déterminé par la concentration des ions hydrogène (H^+) dans cette solution. Dans le cas du lait, le pH est principalement influencé par la présence de divers composants, tels que les acides organiques, les protéines, les minéraux et le lactose.

Lorsque le pH du lait est dans la plage de 6,5 à 6,7, cela indique un équilibre relativement neutre à légèrement acide.

II.3.2.2 Acidité

L'acidité titrable mesure la quantité d'acide présent dans le lait, généralement exprimée en pourcentage d'acide lactique. Cette mesure est réalisée en ajoutant une solution alcaline connue (comme de l'hydroxyde de sodium) à un échantillon de lait jusqu'à ce que le point d'équivalence soit atteint, ce qui est déterminé par un changement de couleur ou un indicateur chimique. La quantité d'acide est ensuite calculée en fonction de la quantité d'alcali nécessaire pour neutraliser l'acidité présente dans l'échantillon de lait. La plage typique d'acidité titrable pour le lait commercial est généralement de 0,14 % à 0,18 % d'acide lactique.

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait commercial)

II.3.2.3 Densité

La densité du lait, qui varie généralement entre 1,028 et 1,033 g/ml à 15 °C, est une mesure cruciale de sa composition et de sa qualité. Cette plage de densité reflète la diversité des types de lait et des méthodes de production, avec des variations dues à des facteurs tels que la race des vaches, leur alimentation, les pratiques agricoles et les procédés de transformation. La densité du lait est étroitement liée à sa composition chimique, avec les matières grasses, les protéines, le lactose et les minéraux jouant un rôle déterminant.

II.3.2.4 Viscosité

La viscosité du lait commercial est une caractéristique essentielle qui influe sur sa qualité et sa manipulation lors des processus de production et de transformation. Elle se réfère à la mesure de la résistance du lait à l'écoulement, et cette propriété peut varier en fonction de plusieurs facteurs.

La composition chimique du lait commercial est un facteur déterminant de sa viscosité.

La viscosité du lait commercial peut également être influencée par des facteurs tels que l'homogénéisation et la pasteurisation. Ces processus modifient la taille et la distribution des particules dans le lait, ce qui peut affecter sa viscosité en altérant sa fluidité et sa cohérence.

Tableau II.5 : Caractéristiques physico-chimiques du lait commercial ; (Fall, 1997)

	Lait de chèvre
pH	6,6
Acidité	16
Densité	1,03

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chèvre et lait commercial)

II.3.3 Composition chimique du lait commercial

Tableau II.6 : Composition chimique du lait commercial (Anonyme, 2009)

Constituants	Lait commercial		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Matière grasse (%)	3,75	3,5	4
Protéines totales (%)	3.25	3	3,5
Caséine (%)	3	2,5	3,5
Protéines sériques (%)	0,7	0,6	0,8
Lactose (%)	4,75	4,5	5
Cendres (%)	0,7	0,6	0,8
Ca (mg/100 g)	115	110	120
P (mg/100 g)	105	90	120
Mg (mg/100 g)	20	10	30
K (mg/100 g)	145	140	150

II.4 Comparaison des paramètres physico-chimiques du lait de vache, de chèvre et commercial :

Le lait de vache et le lait de chèvre présentent des différences significatives en termes de composition nutritionnelle et de propriétés physico-chimiques. Le lait de chèvre, avec ses globules de graisse plus petits et une composition légèrement différente, est souvent mieux toléré par les personnes ayant des sensibilités au lactose ou à la caséine. Cette meilleure tolérance est principalement due à la taille plus petite des globules de graisse et à la structure protéique du lait de chèvre, qui le rendent plus facile à digérer.

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chèvre et lait commercial)

De plus, le lait de chèvre contient une proportion plus élevée de certains acides gras à chaîne moyenne, tels que l'acide caprique et l'acide caprylique, qui sont rapidement métabolisés par l'organisme.

En revanche, le lait de vache est largement utilisé dans l'industrie laitière pour la fabrication de fromages, yaourts et autres produits en raison de sa composition stable et de sa large disponibilité. La teneur plus élevée en caséine et en lactose du lait de vache le rend particulièrement adapté à la production de fromages à pâte dure et à pâte molle. De plus, le lait de vache est une source riche en calcium et en vitamine D, des nutriments essentiels pour la santé osseuse.

Le lait commercial, quant à lui, offre une variété d'options adaptées aux besoins spécifiques des consommateurs. Les versions sans lactose permettent aux personnes intolérantes au lactose de bénéficier des bienfaits nutritionnels du lait sans les inconforts digestifs associés. De plus, le lait commercial enrichi en vitamines et minéraux, tels que la vitamine D et le calcium, répond aux besoins nutritionnels spécifiques de certains groupes de population, comme les enfants, les femmes enceintes et les personnes âgées. Les différentes options de lait écrémé, partiellement écrémé et entier permettent également aux consommateurs de choisir en fonction de leurs préférences en matière de teneur en matières grasses.

Conclusion :

En conclusion, le lait de vache et le lait de chèvre diffèrent notablement en termes de composition nutritionnelle et de propriétés physico-chimiques. Le lait de chèvre, avec ses globules de graisse plus petits, est souvent mieux toléré par les personnes sensibles au lactose et à la caséine, tandis que le lait de vache est largement utilisé dans l'industrie laitière pour ses caractéristiques stables. Le lait commercial, avec ses versions sans lactose et enrichies, offre des options adaptées aux besoins divers des consommateurs, répondant à une variété de préférences et de besoins diététiques.

CHAPITRE III

Matériels et méthodes

Introduction

Ce troisième chapitre présente en détail l'organisme d'accueil, la "Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT". Dans un premier temps, nous exposerons les principaux aspects de cette laiterie, y compris son historique, ses activités, ses infrastructures et ses engagements en matière de qualité. Par la suite, nous détaillerons la partie matérielle et les méthodes utilisées pour mener à bien notre étude, puis nous allons présenter les analyses physico-chimiques et microbiologiques. Cette approche permettra de mieux comprendre le contexte dans lequel s'inscrit notre travail et les outils méthodologiques employés pour obtenir des résultats fiables et pertinents.

III.1 Présentation de l'organisme d'accueil

L'organisme d'accueil "Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT " est une entreprise algérienne spécialisée dans la production laitière. Elle opère sous l'égide de GIPLAIT, un groupe qui joue un rôle significatif dans le secteur laitier en Algérie.

III.1.1 Lieu de stage

La laiterie est située à Mostaganem, une ville côtière renommée pour son activité économique et sa position stratégique dans la région ouest du pays.

Cette laiterie se distingue par sa marque "Salamandre", qui est bien établie sur le marché algérien. Elle est reconnue pour la qualité de ses produits laitiers, comprenant une gamme variée de lait frais, de yaourts, de fromages et d'autres produits laitiers. L'entreprise s'engage également dans la production de lait infantile, répondant ainsi aux besoins spécifiques des consommateurs, notamment les jeunes enfants.

En termes de valeurs et de missions, la laiterie met l'accent sur la qualité, la sécurité alimentaire et le respect des normes internationales en matière de production laitière. Elle

contribue ainsi à l'économie locale en créant des emplois directs et indirects tout en soutenant les producteurs locaux de lait.

En conclusion, la Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT représente un pilier essentiel de l'industrie laitière en Algérie, jouant un rôle crucial dans la fourniture de produits laitiers de qualité aux consommateurs algériens tout en participant au développement économique régional.

III.1.2 Situation géographique

La Laiterie Le Littoral Mostaganem SalamandreGIPLAUIT est située dans la ville de Mostaganem, en Algérie. Mostaganem est une ville côtière importante située sur la côte nord-ouest du pays, sur les rives de la mer Méditerranée.

Mostaganem se trouve à environ 350 kilomètres à l'ouest d'Alger, la capitale de l'Algérie.

En tant que ville côtière, Mostaganem bénéficie d'un accès direct à la mer Méditerranée, ce qui facilite le transport maritime des marchandises, y compris des produits laitiers.

La région autour de Mostaganem est également connue pour son agriculture, ce qui peut fournir un approvisionnement local en lait et autres matières premières pour la production laitière de l'entreprise.

Mostaganem est bien connectée par un réseau routier, facilitant la distribution des produits laitiers vers d'autres régions de l'Algérie.

En résumé, la situation géographique de la Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT à Mostaganem lui offre à la fois un accès stratégique aux matières premières locales et un accès aux marchés nationaux via des routes et des infrastructures de transport bien développées.



Figure III.1 : Localisation de la Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT

III.1.3 Atelier de lait

Un dispositif de réception de lait cru est composé d'une cuve de réception, d'un compteur et d'un échangeur thermique pour le refroidissement. L'atelier est doté aussi d'une salle de préparation, deux chambres chaudes, une salle de conditionnement, une chambre froide et un quai de livraison.

III.2 Méthodes

III.2.1 L'objectif

Le travail réalisé au sein de la laiterie du littoral a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologiques du lait cru, récolté par trois collecteurs au niveau de la wilaya de Mostaganem.

III.2.2 Échantonnage

Lors de la livraison du lait cru, des échantillons sont prélevés de chaque camion, à l'aide d'une louche dans les flacons stériles portant le numéro de chaque cuve et le collecteur. Ces échantillons sont acheminés directement aux laboratoires physico-chimiques et microbiologique.

III.2.3 Technique de prélèvement

Afin d'éviter une contamination des échantillons de lait lors du prélèvement il faut :

- Remuer le lait avant le prélèvement pour bien homogénéiser le mélange
- Prélever le lait dans des flacons propres (stériles)
- Identifier les flacons (collecteur et n° de la cuve).

III.3 Matériel utilisées

III.3.1 Pour l'analyse physico-chimique

- Lactodensimètre
- L'éprouvette graduée
- Thermomètre
- Butyromètre
- Butyromètre de Gerber
- Acide sulfurique
- Alcool sulfurique
- Centrifugeuse
- Bain-marie
- Pipettes volumétriques
- PH-mètre
- Solution Tampon
- Electrode de ph
- Burette graduée
- Phénolphtaléine
- Bécher

III.3.2 Pour l'analyse microbiologique

- Flacons stériles
- Ecouillons stériles
- Boîtes de pétrie
- Bouillon sélénite-cystine
- Bouillon rapport, lactose bile
- Ager SS (salmonella – shigella)
- Boîtes de pétrie
- Pipette
- Incubateurs
- Autoclave
- Agar VRBA (Violete Red Bile Agar)
- Agar PCA (Plate Count Agar)

III.4 Les analyses physico-chimiques de lait

Le contrôle physico-chimique d'un produit alimentaire a pour but d'assurer sa fiabilité et sa consistance afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques. Les méthodes d'analyse physicochimique sont dans certains cas communs, aussi bien pour les matières premières que pour le produit fini.

III.4.1. Détermination de la densité

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

- **Mode opératoire**

On verse le lait dans une éprouvette de 250 ml, tenue inclinée jusqu'au débordement de lait sur ses côtés. L'éprouvette ainsi est replie est placée en position verticale, on plonge doucement le thermo-lactodensimètre dans le lait en maintenant dans l'axe de l'éprouvette et retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre et on passe à la lecture.



Figure III.2 : Un thermo –lactodensimètre

III.4.2 Mesure de l'acidité titrable

La détermination d'acidité de lait est basée sur la neutralisation de l'acidité lactique dans le lait par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré. Elle nous renseigne sur l'acidité du lait cru. Elle est exprimée en degré doronic, 1° D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre du lait. **(Luquet, 1985)**

- Mode opératoire
 - Prélever avec une pipete 10ml du lait cru
 - Mettre le lait prélevé dans un bécher
 - Ajouter 2 gouttes de l'indicateur phénolphtaléine au lait
 - Titrer avec le NAOH jusqu'au au virage de couleur (avoir couleur rose)



Figure III.3 : Acide mètre

III.4.3 Mesure de pH

Le pH est mesuré directement après le prélèvement du lait à l'aide d'un pH-mètre électronique. Cette analyse nous renseigne sur la fraîcheur et la stabilité du lait

- **Mode opératoire :**
 - Remplir le bécher avec l'échantillon du lait cru à analyser -introduire la sonde de pH mètre
 - Lire la mesure le pH
 - Rincer l'électrode à l'eau distillée après chaque utilisation



Figure III.4 : Ph mètre

III.4.4 Détermination de la teneur en matière grasse

Elle est déterminée par 2 techniques :

- **Méthode classique :** par la technique acide-butyrométrique de GERBER cette méthode consiste à :
 - Prélever 11ml de lait cru dans un butyromètre
 - Ajoute 10ml d'acide sulfurique
 - Additionner 1ml d'alcool iso amylique
 - Centrifugation à 1030 tours pensant 5min

- **Méthode récente** : par l'utilisation d'un LACTOSCAN.
- **Mode opératoire** :
 - Placer la cuve de lait de vache dans le lac toscane.
 - Absorber une quantité par le lac toscane
 - Lire directement la concentration de matière grasse affichée.



Figure III.5 : Lac toscane

III.5 Les analyses microbiologique de lait

Le contrôle microbiologique a pour but d'apprécier les conditions hygiéniques de fabrication d'un produit alimentaire et le respect des conditions de conservation. Le contrôle microbiologique se base sur la recherche de microorganismes révélateurs de contamination en vue de protéger la santé du consommateur.

En effet, les analyses microbiologiques sont un moyen d'investigation influent en matière de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes, puisqu'elles permettent de révéler la présence ou l'absence de microorganismes pathogènes et/ou de leurs toxines (**Guiraud, 1998**).

III.5.1 Recherche de germes totaux

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes. Cette méthode est une méthode de routine, consiste en la recherche et le dénombrement des coliformes totaux dans le produit laitier, par comptage de colonies obtenues en milieu solide après incubation à 30°C.

- **Mode opératoire**

- Transférer 1 ml d'échantillon dans une boîte de pétrie stérile, préalablement préparer et numéroter pour cet usage ;
- Ensuite couler dans la boîte de pétrie environ 15ml de gélose VRBL ;
- Mélanger soigneusement le milieu et laisser le mélange se solidifier sur une paillasse
- Lorsque le milieu est solidifié, couler environ 4ml de la même gélose ;
- On ajoute une 2^{em} couche de V.R.B.L pour éviter une contamination, est une couche protectrice.
- Laisser solidifier à nouveau ;
- Placer les boîtes de pétrie retournées dans une étuve à 30 °C pendant 24h.

III.5.2 Recherche des coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont des micro-organismes vivant dans les intestins d'animaux ou humains. Ils sont généralement en nombre inférieur ou égal aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a contamination d'origine fécale. Les coliformes fécaux ou les coliformes thermo tolérants sont des coliformes capables de se développer à 44°C.

- **Mode opératoire**

A partir d'un tube positif de BCPL,ensemencer par 1ml le tube contenant l'eau péptoné exempte d'indole. -incuber à 44°C pendant 48h.

- **Lecture**

S'il y a production du gaz et anneau rouge à la surface. A partir des tubes positifs déterminer le nombre le plus probable des coliformes dans 100 ml en se référant à la table de Mac Grady.

III.5.3 Recherche de salmonelles

Le gélose Hektoen est un milieu sélectif qui permet l'isolement des bactéries du genre salmonella qui sont des entérobactéries pathogènes.

- **Prés-enrichissement** : consiste à introduire 25 ml du lait cru dans un flacon contenant 100 ml de milieu B.L.M.T (bouillon lactose « mannitol » tamponne) + additif B.L.M.T, après homogénéisation, il est incubé pendant 24h à 37°C.
- **Enrichissement** : qui s'effectue sur bouillon à la salinité de sodium (S.F.B). A partir du milieu de prés enrichissement, 1 ml est repris dans 10 ml de milieu sélectif (S.F.B). Le tube est incubé à 37°C pendant 24 heures, le but de cette étape est d'éliminer au maximum les autres germes et de garder que les germes appartenant au genre Salmonella.
- L'isolement des salmonelles est réalisé sur gélose Hektoen, dans le cas où le test d'enrichissement est noté positif, puis incubé à 37°C pendant 24 heures.

III.5.4 Recherche de staphylococcus

Staphylococcus, est une bactérie de type cocci gram+, il a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5 µm, non sporulé, immobile et facultativement anaérobique.

- **Mode opératoire**

- Ensemencer de 1 mL de la solution mère dans 10 mL du milieu d'enrichissement Giolitti Cantoni
- Ajouter une couche d'huile de vaseline.
- Incuber à 37°C/24h.
- Un premier isolement sur milieu BAIRD PARKER est effectué en boîte de pétri dans le cas du noircissement de 2/3 des tubes.
- Incuber à 37°C/24h .

III.6 Traitement des résultats

Les données obtenues dans la laiterie ont été traitées par le logiciel Excel pour calculer les moyennes de chaque paramètre et pour réaliser les histogrammes de comparaison entre les trois laiteries.

CHAPITRE IV

Résultats et discussions

Introduction

Ce dernier chapitre propose une analyse comparative approfondie des résultats physico-chimiques et microbiologiques obtenus à partir du lait de vache, de chèvre et de lait commercial.

Cette étude vise à explorer les différences significatives entre ces trois types de lait, en mettant en lumière leurs caractéristiques distinctes du point de vue de la composition physico-chimique ainsi que de la présence de micro-organismes. Ces données fourniront une perspective critique sur la qualité et la diversité des laits étudiés, offrant ainsi des insights précieux pour l'industrie laitière et pour les consommateurs soucieux de faire des choix éclairés.

IV.1 Résultats physico-chimique comparatifs obtenu dans les différents types de lait

Les résultats de l'analyse physico-chimique effectuée sur les trois types de lait sont représentés dans ci-dessous :

IV.1.1 Variation du pH

Tableau IV.1 : Représentation du pH.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	6.25	6.3	6.1
N°02	6.5	6.36	6
N°03	6.8	6.8	6.1
Moyenne	6.5±0.27	6.48±0.27	6.06±0.05

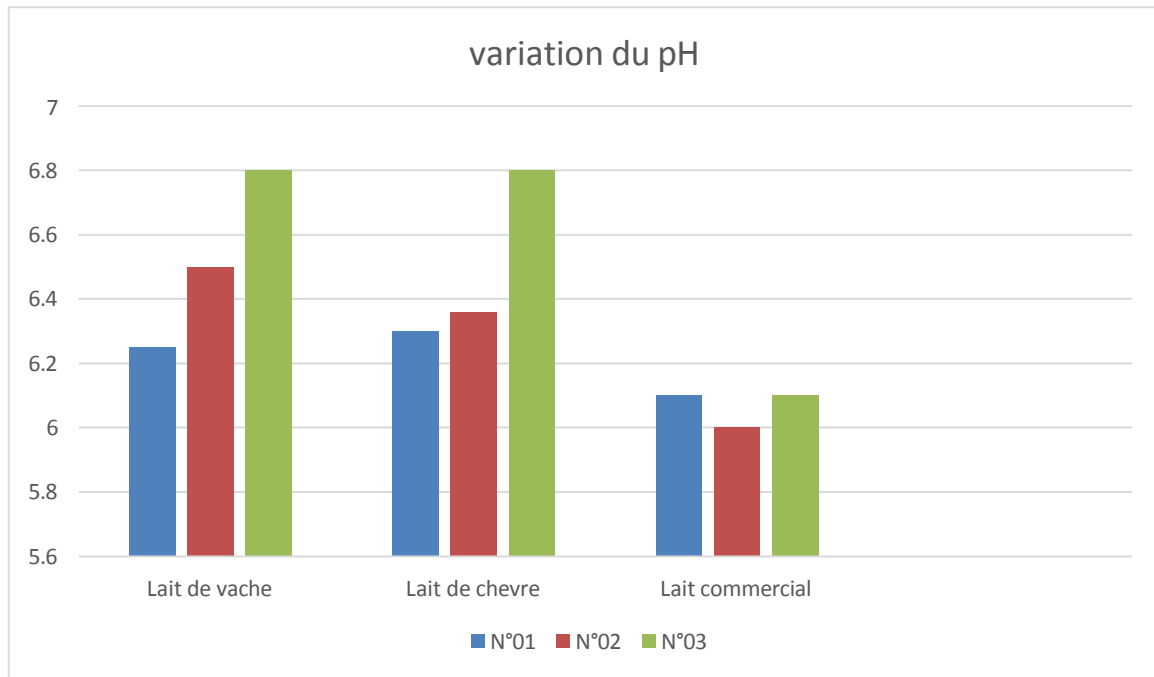


Figure IV.1 : Représentation graphique de la variation du Ph.

Les pH du lait des vaches sont les plus élevées avec une moyenne égale à 6.5, viennent ensuite les chèvres qui sont très proches avec une moyenne égale à 6.48, tandis que le lait commercial a une moyenne de 6,06.

Le lait de chèvre présente un pH très proche de celui du lait de vache. Un pH plus élevé peut parfois indiquer une meilleure stabilité et une résistance accrue à la croissance de certaines bactéries pathogènes. Cela pourrait être préférable dans des contextes où la sécurité alimentaire est une priorité.

Le lait commercial a un pH moyen, ce qui est légèrement inférieur aux laits de vache et de chèvre. Un pH légèrement plus bas peut affecter la perception sensorielle du lait et sa stabilité microbiologique, bien que cela puisse également dépendre des pratiques de production et de transformation spécifiques.

Les valeurs moyennes du pH pour les trois types de lait (lait de vache, lait de chèvre et lait commercial) sont toutes dans les normes définies par le JORA (Journal Officiel de la République Algérienne), cela indique que tous ces types de lait respectent les critères réglementaires en matière de pH.

Chapitre IV : Résultats et discussions

En général, un pH compris entre 6,0 et 6,8 est considéré comme acceptable pour le lait en termes de qualité physico-chimique selon de nombreuses normes alimentaires. Puisque les moyennes fournies (6,5 pour le lait de vache, 6,48 pour le lait de chèvre et 6,06 pour le lait commercial) sont toutes situées dans cette plage, cela suggère que tous les échantillons de lait analysés répondent aux exigences réglementaires en matière de pH.

IV.1.2 Variation de l'acidité titrable

Tableau IV.2 : Représentation de l'acidité titrable.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	17	18	14
N°02	18	19	13
N°03	19	17	15
Moyenne	18±1.00	18±1.00	14±1.00

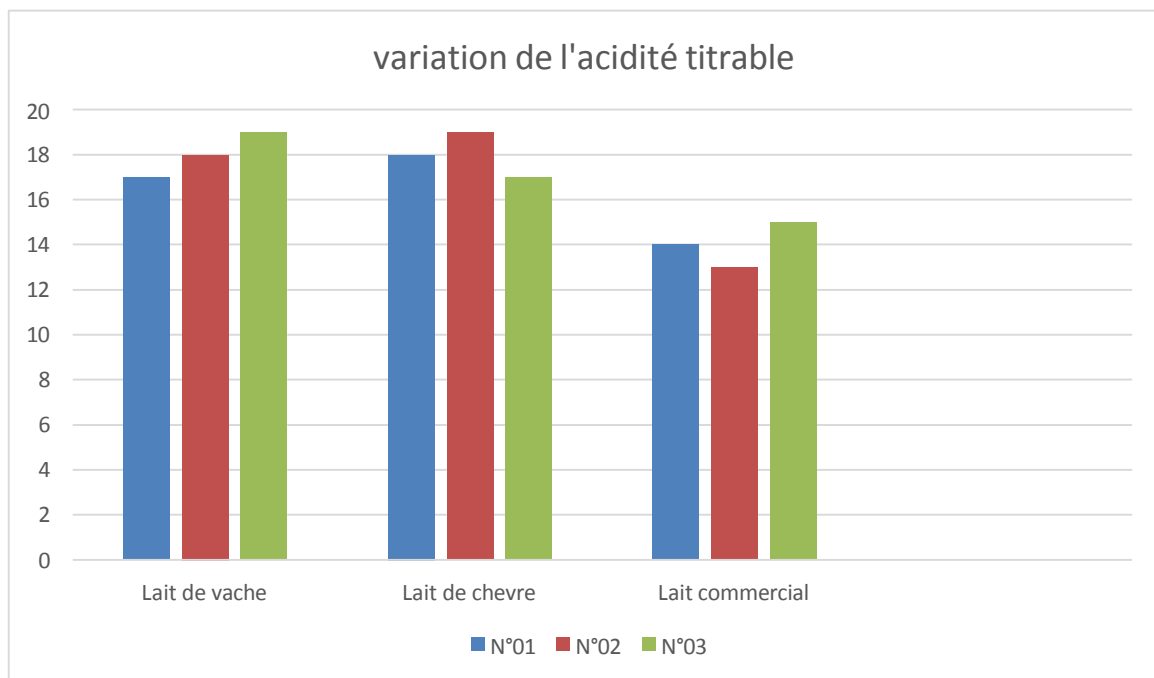


Figure IV.2 : Représentation graphique de la variation de l'acidité titrable.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Selon les données représentées graphiquement, il est manifeste que la moyenne de l'acidité titrable est de 18 °D pour les laits de vache et de chèvre, tandis que pour le lait commercial, cette moyenne s'élève à 14 °D. L'acidité titrable, mesurée en degrés Dornic (°D), est une indication importante de l'acidité présente dans le lait, influençant directement sa qualité et son utilisation dans divers produits laitiers.

La moyenne d'acidité titrable est uniformément établie à 18 °D. Cela suggère une certaine constance dans l'acidité mesurée pour ces deux types de lait, ce qui peut être significatif pour la transformation et la qualité du produit final.

La moyenne d'acidité titrable est légèrement plus basse, à 14 °D. Cette différence peut refléter des variations dans la composition ou le traitement du lait commercial par rapport aux laits de vache et de chèvre.

Ces valeurs révèlent un bon état de conservation de ces laits (**Cassinello et Pereira, 2001**) en référence au fait que certaines laiteries donnent la limite d'acceptation des laits à 18 °D. Comparativement à la littérature, l'acidité traitable est comprise entre 10 °D (**Sawaya et al, 1984b**) et 21.4 °D. (**Cassinello et Pereira, 2001**)

IV.1.3 La variation de la densité

Tableau IV.3 : Représentation de la densité.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	30	27	31
N°02	30	29	30
N°03	29	32	29
Moyenne	29.66±0.57	29.33±2.51	30±1.00

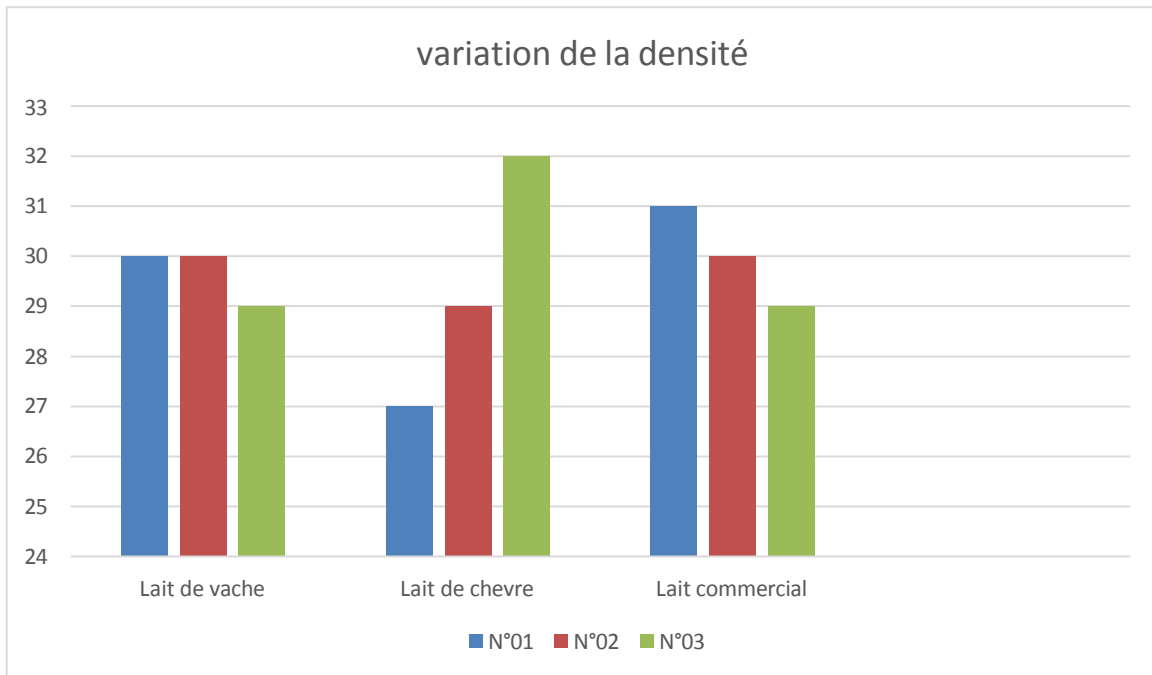


Figure IV.3 : Représentation graphique de la variation de la densité.

Les densités des trois types de lait sont très similaires les unes aux autres, avec des valeurs respectives de 29,66 pour le lait de chèvre, 29,33 pour le lait de vache et 30 pour le lait commercial. La densité du lait, exprimée en grammes par centimètre cube (g/cm^3), est une mesure cruciale qui peut indiquer la composition et la concentration des composants du lait, tels que les graisses, les protéines et les minéraux.

Les différences entre les densités mesurées pour les trois types de lait sont minimales. Cela suggère une composition globalement similaire en termes de densité, malgré les variations possibles dans les proportions relatives des constituants.

IV.1.4 La variation de la matière grasse

Tableau IV.4 : Représentation de la matière grasse.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	30	31	16
N°02	32	34	17
N°03	30	31	15
Moyenne	30.66 ±1.15	32±1.73	16±1.00

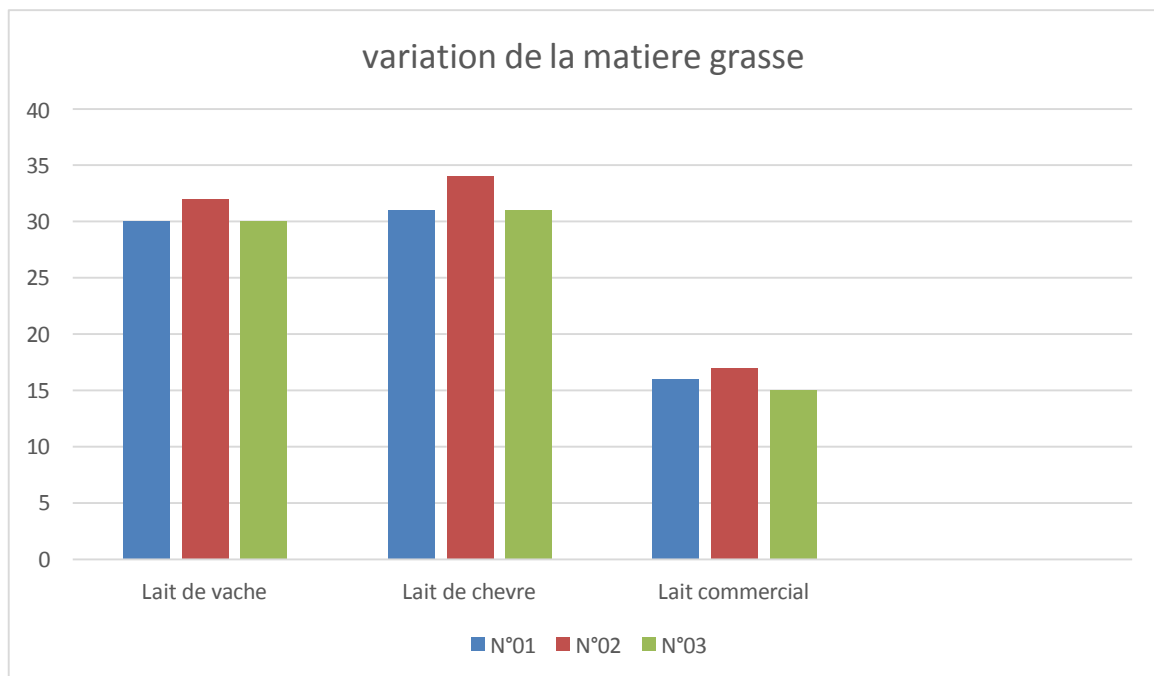


Figure IV.4 : Représentation graphique de la variation de la matière grasse.

Les concentrations de matières grasses varient significativement entre les différents types de lait. En moyenne, le lait de chèvre présente la plus haute teneur en matières grasses, atteignant une moyenne de 32. Les laits de vache suivent de près avec une moyenne de 30.66, tandis que le lait commercial affiche une moyenne notablement plus basse, à 16.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Le lait de chèvre présente la plus haute concentration en matières grasses parmi les trois. Les matières grasses dans le lait de chèvre peuvent influencer sa texture et son goût, en faisant un choix apprécié dans certaines préparations culinaires ou pour la fabrication de fromages spécifiques.

Bien que le lait de vache soit légèrement inférieur à celle du lait de chèvre, la teneur en matières grasses du lait de vache reste élevée. Ces matières grasses sont essentielles pour la qualité du lait en termes de goût et de texture, ainsi que pour leur utilisation dans divers produits laitiers.

Le lait commercial présente une teneur en matières grasses significativement plus faible. Cela peut être dû à des processus de production spécifiques visant à ajuster les niveaux de matières grasses pour répondre aux exigences nutritionnelles ou réglementaires, ou pour s'aligner sur les préférences du consommateur.

Les résultats de la MG du lait vache et chèvre sont en accord, avec l'intervalle de 28,5 à 32,5 g/l avancé par l'AFNOR (1995). En revanche la valeurs moyenne de la concentration du lait commercial n'est pas conformes aux normes. l'AFNOR (1995)

IV.2 Résultats microbiologiques comparatifs obtenu dans les différents types de lait

Les résultats de l'analyse microbiologique effectuée sur les trois types de lait sont représentés dans ci-dessous :

IV.2.1 La variation des germes totaux

Tableau IV.5 : Représentation des germes totaux.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	5.9 . 10 ⁶	10 ²	5. 10 ²
N°02	2.5 . 10 ⁷	75	3. 10 ²
N°03	4.9 . 10 ⁴	10 ²	5. 10 ²
Moyenne	4.43 . 10 ⁵	91.6	4.33 10 ²

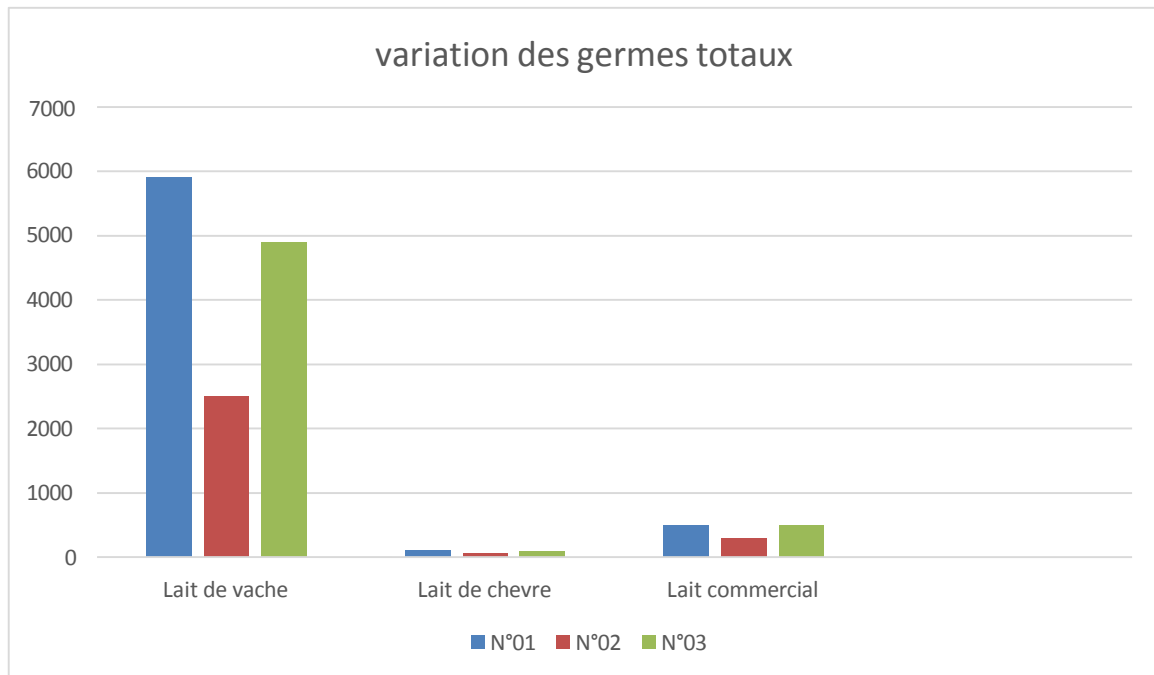


Figure IV.5 : Représentation graphique de la variation des germes totaux.

Les coliformes totaux, un groupe indicatif de bactéries présentes dans l'environnement et souvent associées à une contamination fécale, sont détectés dans les trois échantillons des différents types de laits analysés. Cette présence généralisée suggère que les conditions d'hygiène lors de la production, de la collecte ou du traitement du lait ont été insuffisantes, permettant ainsi à ces microorganismes de se multiplier et de contaminer les produits laitiers. De plus, la détection de coliformes totaux peut également signaler des lacunes dans le traitement thermique de la matière première utilisée pour produire ces laits, où une température adéquate n'aurait pas été appliquée pour éliminer les contaminants microbiens.

Parmi les trois types de laits examinés, le lait de chèvre présente la charge la plus élevée en coliformes totaux. Cela indique qu'il est plus fortement contaminé comparé aux laits de vache et commercial analysés dans l'étude. Les raisons de cette contamination accrue peuvent inclure des pratiques d'élevage spécifiques aux chèvres, des conditions environnementales favorables à la croissance des bactéries, ou encore des procédures de manipulation et de stockage du lait moins rigoureuses.

Chapitre IV : Résultats et discussions

En conclusion, la présence de coliformes totaux dans ces échantillons de lait souligne l'importance critique d'améliorer les pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de production laitière, ainsi que de mettre en œuvre des processus de traitement thermique efficaces pour garantir la sécurité alimentaire et réduire les risques potentiels pour la santé publique liés à la consommation de produits laitiers contaminés.

IV.2.2 La variation des coliformes fécaux

Tableau IV.6 : Représentation des coliformes fécaux.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	$2.8 \cdot 10^4$	Abs	Abs
N°02	$5.3 \cdot 10^3$	Abs	Abs
N°03	$7 \cdot 10^3$	Abs	Abs
Moyenne	$13.43 \cdot 10^3$	Abs	Abs

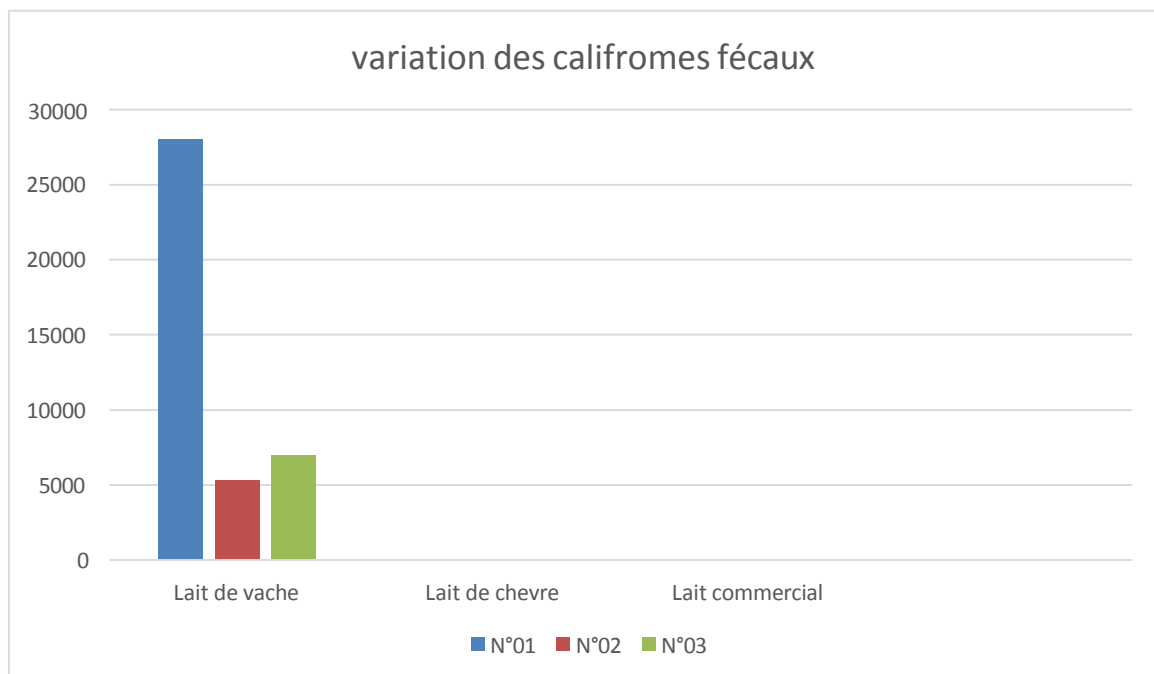


Figure IV.6 : Représentation graphique de la variation des coliformes fécaux.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Les coliformes fécaux sont détectés uniquement dans le lait de vache de nos échantillons avec une valeur de 13.43×10^3 UFC/ml, tandis qu'ils sont absents dans le lait de chèvre et le lait commercial.

Les coliformes fécaux servent d'indicateurs de contamination fécale, signalant ainsi un risque potentiel de présence de pathogènes entériques. Certains de ces microorganismes sont opportunistes et peuvent causer des infections chez l'homme. Leur présence accidentelle dans le lait lors de la traite peut entraîner des intoxications alimentaires.

Les niveaux de coliformes fécaux dans nos échantillons ne respectent pas les normes du J.O.R.A. (2017), elles sont nettement supérieures.

Cette constatation souligne l'importance de contrôler la contamination microbienne dans les produits laitiers, en particulier pour assurer la sécurité alimentaire et prévenir les risques sanitaires associés à la consommation de lait contaminé par des microorganismes d'origine fécale.

IV.2.3 La variation des salmonelles

Tableau IV.7 : Représentation des salmonelles.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	Abs	Abs	Abs
N°02	Abs	Abs	Abs
N°03	Abs	Abs	Abs
Moyenne	Abs	Abs	Abs

Les résultats de recherche concernant la présence de Salmonella révèlent qu'ils sont totalement absents dans les trois échantillons des différents types de laits analysés. Cette constatation est particulièrement significative étant donné que la norme algérienne **JORA (n°39, 2017)** stipule que l'absence de ce germe pathogène doit être vérifiée dans 25 ml de lait pasteurisé.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Ainsi, les échantillons étudiés se conforment pleinement à cette norme, ce qui indique un niveau de sécurité élevé contre la contamination par Salmonella dans ces produits laitiers. Cette absence de Salmonella est essentielle pour assurer la sécurité alimentaire des consommateurs, car cette bactérie peut causer des infections gastro-intestinales graves chez l'homme.

Ces résultats positifs soulignent l'efficacité des pratiques de production et de traitement appliquées dans la chaîne de production laitière, et renforcent la confiance dans la qualité sanitaire des laits étudiés pour la consommation humaine.

IV.2.4 La variation des staphylococcus

Tableau IV.8 : Représentation des staphylococcus.

Échantillons	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait commercial
N°01	Abs	Abs	Abs
N°02	Abs	Abs	Abs
N°03	Abs	Abs	Abs
Moyenne	Abs	Abs	Abs

Les résultats de la recherche sur la présence de Staphylococcus indiquent qu'ils sont totalement absents dans les trois échantillons des différents types de laits analysés : lait de vache, lait de chèvre et lait commercial. Cette constatation est d'autant plus significative que la norme algérienne **JORA (2017)** spécifie qu'aucune trace de ce germe ne doit être détectée dans 25 ml de lait pasteurisé. Ainsi, les échantillons étudiés sont en parfait accord avec cette norme, ce qui garantit un niveau élevé de sécurité contre la contamination par Staphylococcus dans ces produits laitiers.

La présence de Staphylococcus dans les aliments peut potentiellement entraîner des intoxications alimentaires, mais leur absence dans ces laits témoigne de l'efficacité des protocoles sanitaires et des procédures de pasteurisation appliquée tout au long de la chaîne de production.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Ces résultats rassurants renforcent la confiance dans la qualité sanitaire des laits analysés, soulignant l'engagement envers la sécurité alimentaire et la protection de la santé publique par les producteurs et les régulateurs alimentaires.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Cette étude a permis d'évaluer la qualité physicochimique et microbiologique des trois types de lait étudiés : le lait de vache, de chèvre et commercial de la wilaya de Mostaganem.

Nous avons effectué l'analyse des paramètres physicochimiques tels que le pH, la densité, l'acidité et la teneur en matières grasses, nous avons également étudié la charge microbienne incluant les germes totaux, les coliformes fécaux, les Salmonella et les Staphylococcus pour chacun des échantillons de lait.

Ces données sont cruciales pour évaluer la sécurité alimentaire et la qualité des produits laitiers destinés à la consommation humaine. En identifiant les variations entre les différents types de lait, nous pouvons mieux comprendre les facteurs qui influencent leur composition et leur qualité microbiologique, ce qui est essentiel pour améliorer les pratiques de production, assurer la conformité aux normes réglementaires et garantir la santé publique.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les différents échantillons de lait ont révélé un pH, densité et acidité dans les normes, pour les trois types de laits. En revanche, les valeurs de la matière grasse ont présenté des écarts entre le lait commercial et les deux autres types.

En conclusion, nous pouvons conclure que la majorité des paramètres physicochimiques ont été respectés dans les trois types de laits étudiés, donc ils sont acceptables du point de vue nutritionnel, pour le consommateur Algérien.

En ce qui concerne les résultats microbiologiques, nous remarquons une charge très élevée en germe totaux et coliformes fécaux pour les 3 échantillons ; Ce qui a son tour cause des dangers de grands dommages à la santé de consommateur. La recherche des levures et moisissures était le nombre le plus élevé par rapport les autres germes recherchés, sachant que le JORA 2017 ne demande pas la recherche de ces derniers.

On peut dire que les causes principales de la présence de ces germes pathogènes dans un aliment sont : Le manque des conditions d'hygiène applique de certaine étape de la traite jusqu'à produit finie et peut être la chaîne de froid n'est pas respectée.

Conclusion générale

Pour assurer la qualité nutritionnelle et hygiénique du lait, il est crucial d'élargir les perspectives de recherche microbiologique, en complément des analyses physico-chimiques. Des études supplémentaires devraient être menées pour évaluer l'impact du stade de la lactation sur les propriétés physico-chimiques du lait de vache frais, ainsi que pour examiner l'influence potentielle de différents types d'emballage sur la composition du lait. De plus, il serait bénéfique d'explorer comment l'alimentation des vaches affecte la qualité du lait sur une période prolongée, afin de mieux comprendre les facteurs de variation et d'optimiser les pratiques agricoles pour garantir des produits laitiers sûrs et de haute qualité.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

A

- Aboutayeb R. (2011). Technologie du lait et dérivés laitiers. Composition, physico Chimie et microbiologie du lait, <http://www.azaquar.com>.
- Alais C. (1984). Sciences du lait. Principes de techniques laitières. Tom 1, Edt Publicité France, 3ème édition.
- Amiot J., Fournier 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, 600 p.
- Anonyme, 2009. Guide d'élevage de chèvre. Centres de références en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Québec, Canada. 7p.

B

- Berrabeh N. (2015). Contribution des variations des paramètres physico-chimiques de lait cru dans la région de m'sila. mémoire de master departement de Sciences Agronomiques université de m'sila.57 p.
- Bitman J.Wood D, Miller et al, 1996. Comparaison of milk and blood lipids in jersy and holstein-cows fed total mixel rations with or withour whole cottensed .J.Dairy Sci.
- Brule G. 1987. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA. Paris. 132p.

D

- Doyon A, 2005. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre, revue des travaux récents ; colloque sur la chèvre, CRAAQ, Québec, canada.
- Debry G. (2001). Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).

F

- Fall C L, 1997. Etude des fraudes du lait cru : Mouillage et écrémage. Thèse de l'Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV), Dakar, Sénégal. 80p.

G

- Ghaoues S. (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister. Constantine. 3-19 p
- Goy D., Häni JP., Wechsler D et Jakob E. (2005). Valeur de la teneur en caséine du lait de fromagerie. Edt Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions Gruyère. 12p

I

- Ilboudo A.J., Savadogo A., Seydi M.G et Traore A.S. (2012). Place de la matière azotée dans le mécanisme de la coagulation présure du lait. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(6): 6075-6087.

J

- Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G. (2008) Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185p).
- Jaque P. (1998) Alimentation et santPrais :INRA.540p.
- Jean C et Dijon C. (1993). Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3
- JORA (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE). 1993. Arrêté interministériel 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, section I, Art. 3. 69:16–20.

L

- Luquet F. M. (1985). Lait et produits laitiers : vache-brebis-chèvre, vol1, Les laits de la mamelle à la laiterie, Lavoisier TEC&DOC, Paris, 397p.
- Laure., Danielle., Marie et AL., (2007). Bilan du taux de contamination et étude préparatoire au dosage de résidus de produits phytosanitaires dans le lait de grand mélange bovin. Thèse Présentée à l'université Claude Bernard : Médecine. Lyon. 184p

M

- Mathieu J. (1999). Initiation à la physicochimie du lait. Edt Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 220p (3-190).
- Madji A . (2009). Séminaire sur les fromages AOP ET IGP.INAT. Tunisie.

N

- 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.
- Nouiri 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 departement de Sciences Agronomiques université de biskra.60 p.

P

- Pougheon S et Goursaud J; 2001. Le lait caractéristiques physico-chimiques In DEBRYG; Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris. 566 p.

S

- Steijns J, 2008. Daily products and health: focus on their constituents or on the matrix. Revue dans international dairy journal.
- Stoll W. (2003). Vaches laitières : L'alimentation influence la composition du lait.RAP Agri. n°15/2003, vol 9, suisse.

V

- Vierling E. (2008). Aliments et boissons ; filières et produits. CRDP d'Aquitaine, France, 3ème édition. 277p.

Bibliographie

- Vierling E. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11 (270 pages).

Z

- Zeller B., 2005. Le fromage de chèvre: spécificités technologiques et économiques, thèse de doctorat à l'université Paul-Sabatier, école nationale vétérinaire, Toulouse, France. 81p