

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AHMED ZABANA RELIZANE
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
PRESENTE PAR :
BENDJEBBAR KAOUTER
ALLAILI FATIMA ZAHRA
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES
SPECIALITE : BIOCHIMIE DE LA NUTRITION
THEME

**ÉTUDE COMPARATIVE DE LA QUALITE PHYSICO-
CHIMIQUE DU LAIT DE VACHE, DE CHEVRE ET DE BREBIS**

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

PRESIDENT	BETTOUATI ABDELKADER	MCB	UNIVERSITE DE RELIZANE
EXAMINATEUR	SASSI ELHACHEMI	MCB	UNIVERSITE DE RELIZANE
ENCADREUR	MESKINI ZAKARIA	MAB	UNIVERSITE DE RELIZANE

ANNEE UNIVERSITAIRE
2023-2024

Remerciement

Tous d'abord, je remercie Dieu tout puissant
de m'avoir donné le courage et la force afin de réaliser
ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance
à mon directeur de mémoire, *Dr. MESKINI ZAKARIA*
Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.
Je remercie également monsieur vétérinaire SAGHI KADA pour
Leur conseillé et instructions et les ingénieurs de laboratoire
DRAI SENIA, BOUTEMRA FATIMA et BOUDFIR MOKHTARIA.
Nous tenons également à présenter nos remerciements aux membres

du jurys :

Dr. BETTOUATI ABDELKADER

Dr. SASSI ELHACHEMI

Enfin, nous remercions tous responsable de département
des sciences agronomiques

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

Mon cher père **ELHADJ BENDJEBBAR**, le principal
motivateur et mon soutien et la raison de ma formation, et ma
mère **BELHIRECHE SARA** qui m'a appris les premiers lettres.

Mes sœurs **LOLO, ASMA et MERIEM** et mon petit prince
MOHAMED qui dépense pour moi sans compter.

Mes tantes, Oncles, Mes grands-parents qui ont de près ou de
loin contribué à ma formation.

Sans oublier **Mes professeurs** qui m'ont soutenues durant
toutes mes années d'étude.

En fin, je suis reconnaissante envers toute personne ayant
contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

BENJEBAR KAOUTER

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

Mon cher père **AMEHAMED ALLAILI** , le principal motivateur et mon soutien et la raison de ma formation, et ma mère **KROUR SALIMA** le symbole de bonté ; la source de tendresse , qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite.

Mes sœurs **JOUJOU** et **ASMA** et mes frères **RAFIK** et **IBRAHIM** et **ABDOU** qui me donne le courage.

Mes tantes et surtout AMINA et FATIMA, Mes Oncles, Mes grands-parents qui ont de près ou de loin contribué à ma formation.

Sans oublier **Mes professeurs** qui m'ont soutenues durant toutes mes années d'étude.

En fin, je suis reconnaissante envers toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

ALLAILI FATIMA

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT	ii
DEDICACE	iii
TABLE DES MATIERES	v
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix
RESUME	x
ملخص	xi
Abstract	xii
LISTE DES ABREVIATIONS	xiii
INTRODUCTION	1

PARTIE I. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. LAIT ET NUTRITION

1 Lait.....	2
2 Cheptel et production animal.....	2
3 Production laitière en Algérie.....	2
3.1 Production du lait dans la wilaya de Relizane	3
3.2 Collecte de lait	4
4 Importance de lait pour la nutrition	4
4.1 Protéines digestibles.....	5
4.2 Composition en acides aminés équilibrée	5
4.3 Adaptabilité aux besoins des nouveau-nés	5

CHAPITRE II. COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT

1 Composition du lait des ruminants	6
1.1 Composition du lait de chèvre	6
1.1.1 Eau	6
1.1.2 Matières grasses (MG).....	6
1.1.3 Protéines	6
1.1.4 Lactose	6
1.1.5 Minéraux.....	6
1.1.6 Vitamines	7
1.1.7 Autres constituants.....	7
1.2 Composition biochimique du lait de brebis	8
1.2.1 Eau	8
1.2.2 Matières grasses :.....	8
1.2.3 Protéines	8
1.2.3.1 Caséines	8
1.2.3.2 Protéines de sérum.....	8
1.2.4 Lactose	8
1.2.5 Minéraux.....	9
1.2.6 Vitamines	9
1.2.7 Enzymes.....	9
1.3 Composition de lait de vache	9
1.3.1 Eau	9

1.3.2	Lipides	9
1.3.3	Protéines	10
1.3.4	Glucides	10
1.3.5	Minéraux et Vitamines	10
1.3.5.1	Principaux minéraux.....	10
1.3.5.2	Vitamines.....	11
2	Propriétés Physicochimiques du Lait.....	11
2.1	Propriétés Physicochimiques du Lait de Vache.....	11
2.1.1	Densité	11
2.1.2	Point de Congélation.....	12
2.1.3	Potentiel hydrogène	12
2.1.4	Acidité titrable	12
2.2	Propriétés Physicochimiques du Lait de Brebis.....	12
2.2.1	Densité	12
2.2.2	Point de Congélation.....	12
2.2.3	Potentiel hydrogène	13
2.2.4	Acidité.....	13
2.3	Propriétés Physicochimiques du Lait de Chèvre	13
2.3.1	Densité	13
2.3.2	Point de Congélation.....	13
2.3.3	Potentiel hydrogene	13
2.3.4	Acidité.....	13
3	Facteurs Influant sur la Composition du Lait	14
3.1	Facteurs Intrinsèques	14
3.1.1	Âge.....	14
3.1.2	Facteurs Génétiques.....	14
3.1.3	Stade de Lactation.....	14
3.1.3.1	Premier Mois	14
3.1.3.2	Deuxième Mois.....	14
3.1.3.3	Au-delà du Deuxième Mois.....	14
3.1.3.4	Fin de Lactation	14
3.1.4	État Sanitaire.....	14
3.1.4.1	Infection.....	15
3.1.4.1.1	Mammites	15
3.2	Facteurs Extrinsèques	15
3.2.1	Alimentation	15
3.2.2	Saison et Climat.....	15
CHAPITRE III. QUALITE HYGIENIQUE DU LAIT		
1	Hygiène et qualité du lait	16
1.1	Hygiène de la traite	16
1.2	Animal.....	16
1.3	Trayeur.....	17
2	La contamination de lait cru :	17
2.1	Contamination par animal :	18
2.2	Contamination au cours de la traite :	18
2.3	Contamination au cours de transport :	19

2.4	Contamination à la production.....	19
3	Qualité microbiologique	19
3.1	Flore original.....	19
3.2	Flore de contamination	20
3.3	Flore d'altération.....	20
3.3.1	Coliformes	20
3.3.2	Staphylocoques	20
3.3.3	Flore pathogène	21
PARTIE II. ETUDE EXPERIMENTALE		
CHAPITRE I. MATERIEL ET METHODES		
1	Objectifs.....	22
2	Région d'étude.....	22
2.1	Wilaya de Relizane	22
2.2	Elevage.....	23
2.3	Zone d'échantillonnage.....	23
3	Echantillonnage	23
4	Analyse physicochimique.....	23
4.1	Méthode d'analyse.....	23
5	Analyses microbiologiques.....	24
5.1	Dilution	24
5.2	Ensemencement	24
5.2.1	Flore Mésophile totale	24
5.2.2	Enterobacteriaceae totaux.....	25
5.2.3	Coliformes	25
5.2.4	Staphylocoque.....	26
5.3	Comptage	26
CHAPITRE II.RESULTATS & DISCUSSION		
1	Analyse physicochimique.....	29
1.1	Matière grasse	29
1.2	Extrait Sec Dégraissé	30
1.3	Densité	30
1.4	Protéine	30
1.5	Conductivité.....	30
1.6	Matière minérale	30
1.7	Point de congélation.....	31
1.8	Lactose	31
1.9	Potentiel hydrogène	31
2	Analyses microbiologiques.....	32
2.1	Flore mésophile totale.....	32
2.2	Coliformes.....	33
2.3	Enterobacteriaceae totaux.....	33
2.4	Staphylocoques	34
CONCLUSION.....		33
REFERENCES.....		35
ANNEXE.....		39

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Production de lait de la wilaya de Relizane x 10 ³ L (DSA,2024).....	3
Tableau 2. Composition minérale (Mahaut et al., 2000).	7
Tableau 3. Composition des vitamines (FAO, 2002).....	7
Tableau 4. Quantité des lipides par 100g.....	9
Tableau 5. Quantité des protéines par 100g.....	10
Tableau 6. Quantité des minéraux par 100g	11
Tableau 7. Quantité des vitamines par 100ml.....	11
Tableau 8. Résultats des analyses physicochimiques de lait de trois différentes espèces	29
Tableau 9. Résultats des analyses microbiologiques de lait de trois différentes espèces.....	32

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Wilaya de Relizane.....	22
Figure 2. Lactoscan.....	24

RESUME

Les objectifs de la présente étude sont d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de trois espèces de ruminants, à savoir l'espèce bovine, ovine et caprine et de comparer les résultats obtenus de leur lait. En total, le lait cru de 15 animaux, cinq animaux de chaque espèce ont été prélevés. Une analyse de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru a été réalisée afin de déterminer ces propriétés. Les résultats concernant les analyses physicochimiques du lait cru de notre travail montrent que, les taux moyens de la matière grasse sont de l'ordre de 2,06%, 5,43% et 3,06% respectivement pour le lait de vaches, chèvres et brebis. En ce qui concerne les taux moyens de matière protéique sont de 2,82% pour les vaches, 3,49% et 3,18% pour les chèvres et les brebis respectivement. Les taux moyens du lactose sont de 4,17%, 5,77% et 4,9% respectivement pour le lait de vaches, chèvres et brebis.

Quant aux analyses microbiologiques du lait cru, on note que la charge moyenne de la flore aérobique mésophile totale des vaches est de $6,434 \times 10^5$, et celle des chèvres est de $0,147 \times 10^4$, et pour les brebis est de $1,444 \times 10^5$. Ces charges microbiennes sont supérieures à la norme algérienne qui est de 3×10^5 . Concernant les coliformes, les résultats obtenus pour les vaches ($1,096 \times 10^4$), les chèvres ($0,5126 \times 10^4$) et les brebis ($6,2 \times 10^4$) sont également supérieures à 5×10^2 fixée par la norme algérienne. En outre, on note également des taux de staphylocoques qui excèdent les 102 chez les vaches ($0,34 \times 10^4$), les chèvres ($2,51 \times 10^4$) et les brebis ($0,18 \times 10^4$). Les résultats de la qualité microbiologique témoignent que la qualité hygiénique du lait cru est médiocre et nécessite un plan d'action rigoureux pour produire un lait conforme aux normes algériennes.

Mots clés : Bovin, Caprin, Lait, Ovin, Qualité

ملخص

تمثلت أهداف هذه الدراسة في تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للحليب الخام من ثلاثة أنواع من الحيوانات المجترة، وهي الأبقار والأغنام والماعز، ومقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من حليبها. تم أخذ عينات من 15 حيواناً، خمسة من كل نوع. تم إجراء تحليل للجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للحليب الخام لتحديد خصائصه. أظهرت نتائج التحليل الفيزيائي والكيميائي للحليب الخام أن متوسط محتوى الدهون كان 2.06% و 5.43% و 3.06% لحليب البقر والماعز والأغنام على التوالي. بلغ متوسط مستويات البروتين 2.82% للأبقار و 3.49% و 3.18% للماعز والنعاج على التوالي. يبلغ متوسط مستويات اللاكتوز 4.17% و 5.77% و 4.9% لحليب الأبقار والماعز والنعاج على التوالي.

أما بالنسبة للتحليلات الميكروبيولوجية للحليب الخام، فقد بلغ متوسط حمولة النباتات الهوائية المتوسطة الكلية للأبقار 105×6.434 ، وللماعز 104×0.147 وللنعاج 105×1.444 . هذه الأحمال الميكروبية أعلى من المعيار الجزائري البالغ 105×3 . أما بالنسبة للقولونيات، فإن النتائج التي تم الحصول عليها بالنسبة للأبقار (104×1.096) والماعز (104×0.5126) والنعاج (104×6.2) أعلى أيضاً من 102×5 التي حددها المعيار الجزائري. وبالإضافة إلى ذلك، تجاوزت مستويات المكورات العنقودية 102 في الأبقار (104×0.34) والماعز (104×2.51) والنعاج (104×0.18). تُظهر نتائج الجودة الميكروبيولوجية أن الجودة الصحية للحليب الخام رديئة وتتطلب خطة عمل صارمة لإنتاج حليب يتوافق مع المعايير الجزائرية.

الكلمات المفتاحية الأبقار، الماعز، الحليب، الأغنام، الجودة

Abstract

The objectives of the present study were to evaluate the physico-chemical and microbiological quality of raw milk from three ruminant species, namely bovine, ovine and caprine, and to compare the results obtained from their milk. A total of 15 animals were sampled, five of each species. An analysis of the physico-chemical and microbiological quality of the raw milk was carried out to determine its properties. The results of the physicochemical analysis of raw milk show that the average fat content of cow's, goat's and sheep's milk is 2.06%, 5.43% and 3.06% respectively. Average protein levels are 2.82% for cows, 3.49% and 3.18% for goats and ewes respectively. Average lactose levels are 4.17%, 5.77% and 4.9% for cow, goat and sheep milk respectively.

As for the microbiological analysis of the raw milk, the average load of total mesophilic aerobic flora for cows was 6.434×10^5 , for goats 0.147×10^4 , and for ewes 1.444×10^5 . These microbial loads are higher than the Algerian standard of 3×10^5 . With regard to coliforms, the results obtained for cows (1.096×10^4), goats (0.5126×10^4) and ewes (6.2×10^4) are also higher than the 5×10^2 set by the Algerian standard. In addition, staphylococcus levels exceeded 102 in cows (0.34×10^4), goats (2.51×10^4) and ewes (0.18×10^4). The microbiological quality results show that the hygienic quality of raw milk is poor, requiring a rigorous action plan to produce milk that meets Algerian standards

Keywords: Cattle, Goat, Milk, Quality, Sheep

LISTE DES ABREVIATIONS

DSA : direction de service agricole

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

MG : matière grasse

MSA : mannitol salt agar

PCA : Plate Count Agar est un milieu de culture utilisé principalement pour le dénombrement des bactéries aérobies totales

pH : potentiel hydrogene

UFC : unité forme colonie

VRBG : Violet Red Bile Glucose est une formulation spécifique de milieu de culture utilisée pour détecter et isoler les coliformes fécaux

VRBL : Violet Red Bile Lactose est un milieu de culture utilisé pour détecter et compter les coliformes totaux

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le lait est la sécrétion mammaire normale provenant de la traite complète d'un animal laitier sain, sans adjonction ni extraction, sauf disposition contraire du présent règlement. Il est exempt de colostrum.

Les produits laitiers jouent un rôle crucial dans l'alimentation de la population en Afrique, l'Algérie est le pays le plus consommateur de lait au Maghreb. De plus, le lait joue un rôle essentiel dans l'alimentation des Algériens en raison de son contenu en énergie métabolisable. Il contient une concentration élevée de nutriments essentiels tels que des protéines de qualité, des glucides, des lipides, des éléments minéraux et des vitamines, avec une valeur énergétique d'environ 700 kcal/l. Les laits produits par les diverses espèces de mammifères ont des caractéristiques similaires et renferment les mêmes éléments : l'eau, les protéines, le lactose, la matière grasse et les minéraux. Cependant, les proportions précises de ces éléments diffèrent considérablement d'une espèce à l'autre (Ellachi & Kelouche, 2017).

La structure biochimique du lait et son fonctionnement physico-chimique offrent des fondements scientifiques pour appréhender les principes fondamentaux de la transformation du lait et de la production de produits laitiers. En général, on décrit la composition du lait en se basant sur ses composants commerciaux essentiels, à savoir la matière grasse du lait et la matière sèche non grasse. La partie non grasse de la matière sèche est constituée de protéines, de lactose et de minéraux (Kailasapathy, 2015).

Les objectifs de notre travail sont de mener une analyse approfondie de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de trois espèces de ruminants : bovine, caprine et ovine.

Cette étude est cruciale pour comprendre les différences et similitudes dans les compositions et les charges bactériennes du lait de chaque espèce, ce qui peut avoir des implications importantes pour la production laitière, la sécurité alimentaire et les procédés de transformation.

PARTIE I. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. LAIT ET NUTRITION

1 Lait

C'est en 1908 qu'apparaît la première définition du lait, au Congrès international de la répression des fraudes de Paris. La définition du lait est la suivante : le résultat complet de la traite complète et continue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il est important de le collecter de manière saine et de ne pas contenir de colostrum (Noblet, 2012).

Le lait est un liquide aqueux opaque, blanc, un peu bleuté ou plus ou moins jaunâtre selon la quantité de β carotène dans sa matière grasse, avec une saveur douceâtre et un pH (6,6 à 6,8) légèrement acide, proche de la neutralité (Boubezari et al., 2010).

2 Cheptel et production animal

En Algérie, l'élevage ovin est majoritaire. Il constitue 79% des effectifs totaux des animaux d'élevage. L'élevage des caprins représente environ 14 %, suivi de l'élevage bovin qui ne représente que 6 % de l'effectif total, dont 51 % des vaches laitières. De son côté, la population cameline représente 1 % de l'ensemble des animaux d'élevage. Le cheptel bovin a connu une baisse au cours des dernières années. En 2015, les estimations du cheptel national été près de 2,2 millions de têtes. Le taux a subi des baisses successives de 3,2 et 8,9% lors des campagnes 2015/2016 et 2016/2017, ainsi que de 2% lors des années 2018 et 2019 (FAO Stat, 2020).

3 Production laitière en Algérie

L'Algérie occupe la première place dans la consommation de lait au Maghreb, avec une consommation moyenne de 147 litres par habitant. Environ 3,6 milliards de litres ont été produits en 2019 à l'échelle nationale, dont 2,7 milliards de litres de lait de vache, ce qui représente plus de 75 % de la production totale nationale. Les brebis et les chèvres assurent le reste de la production laitière (ONIL, 2019).

La production laitière s'est considérablement améliorée entre 2005 et 2015, passant de 2,7 à 3,6 milliards de litres, soit une augmentation de 25 %. La principale raison de cette évolution réside dans l'importation de génisses à fort potentiel de production et leur potentiel de production. En revanche, les efforts déployés par l'État pour remédier au problème de la production laitière nationale sont insuffisants. L'ensemble de la production a été évalué en 2018 à 3,3 milliards de litres, avec une baisse importante de plus de 8% entre 2015 et 2018. Toutefois, l'analyse des données de production de lait provenant des vaches laitières révèle une baisse d'environ 7,45%

entre les deux campagnes successives (2016/2017 et 2017/2018). La production laitière bovine s'est élevée à 2,5 milliards de litres en 2019 (FAO Stat, 2020).

3.1 Production du lait dans la wilaya de Relizane

Le tableau 1 qui montre la production du lait dans la wilaya ; transmis par la direction de service agricole de Relizane (DSA, 2024).

Tableau 1. Production de lait de la wilaya de Relizane x 10³ L (DSA,2024).

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Vaches	69326	73839,5	60032	61695,25	60183,04	51934	55790	41762	42268
Chèvres	4390	4446	6220	3247,75	5630,56	2773,5	2797	3384,8	2755
Brebis	4634	5309,5	15905	5639	5704,4	6356,5	2978	0	0

La production de lait en milliers de litres (x 1000 L) pour les vaches, chèvres et brebis dans la wilaya de Relizane entre 2015 et 2023 est illustrée dans le tableau 1. La production de lait est la plus élevée des trois espèces. Depuis 2016, sa tendance est en baisse, avec des variations en 2018 et 2021. En 2022, la forte baisse indique un problème majeur dans la production, avec une légère reprise en 2023.

La production des chèvres présente des variations significatives. À la suite d'un pic de production en 2017, il y a une baisse en 2018, une reprise en 2019, puis une baisse générale de 2020 à 2023, avec une légère reprise en 2022.

La production de lait des brebis connaît une hausse significative en 2017, puis une diminution progressive. La production est entièrement arrêtée à partir de 2022.

Au fil du temps, la production de lait dans la wilaya de Relizane a connu des fluctuations significatives. Le lait est principalement produit par les vaches, mais leur production a considérablement diminué ces dernières années. Il y a une baisse significative et une instabilité de la production de lait par les chèvres et les brebis, avec une cessation totale de la production des brebis dès 2022.

3.2 Collecte de lait

La production totale nationale de lait cru de bovin ne représente que 32% des quantités récoltées. Elles ont été estimées à 783 millions de litres en 2017/2018, soit 31,82 % du total. Très faibles par rapport aux quantités de lait cru produites, les quantités collectées sont en baisse d'environ 7 % entre les deux campagnes (2016/2017) et (2017/2018). Cette faible participation des éleveurs de bovin laitier à ce processus de collecte serait principalement due à leur éloignement important des centres de collecte et des établissements laitiers et à leurs rendements faibles. Cela a contribué à l'apparition du circuit de vente informel, toutefois, ces données enregistrées marquent un changement important puisque le taux de collecte était de 17,47% en 2009 et n'a pas dépassé 15 % en 2008. L'impact des programmes mis en œuvre par les autorités publiques, comme l'attribution de la prime de collecte et l'apparition de centres de collecte et de transformation du secteur privé à proximité des zones à fort potentiel de production laitière, a permis d'améliorer ces taux de collecte. Alors que la proportion d'intégration n'excède pas 26 %. La wilaya de Tlemcen est en tête du classement par wilaya avec un taux de collecte très élevé de 99,91 % pour les campagnes 2016/2017 et 2017/2018, respectivement. La wilaya de Tizi-Ouzou suivie par la wilaya de Sétif (32,41 et 27,39%) pour les mêmes campagnes (Laameche & Chehma, 2019).

Effectivement, la région de Ghardaïa, située dans le Sahara septentrional Est algérien, est un bassin laitier privilégié où des fermes laitières bovines spécialisées se sont implantées depuis quelques années. À Ghardaïa, près de 64% du total bovin de la wilaya sont des vaches laitières, avec une production annuelle moyenne de 15.5 millions de litres et un taux de collecte de 57%. De plus, la wilaya de Ghardaïa a été classée en 5^{ème} position en ce qui concerne le taux de croissance de la collecte du lait cru, estimé à 15% entre les campagnes 2016/2017 et 2017/2018, après les wilayas d'El-Bayadh, Biskra, M'Sila et Naama, avec des taux respectifs de 120%, 63%, 55% et 28%. Cela implique que l'élevage bovin laitier doit atteindre une position dominante dans cette région en adoptant des stratégies efficaces (Ouarfli & Chehma, 2018).

4 Importance de lait pour la nutrition

Le lait est une source d'énergie importante, avec une valeur énergétique d'environ 700 kcal par litre. Sa haute qualité nutritionnelle réside dans plusieurs aspects.

4.1 Protéines digestibles

Les protéines du lait sont hautement digestibles, ce qui les rend facilement disponibles pour l'organisme (Jeantet et al., 2008).

4.2 Composition en acides aminés équilibrée

Les protéines du lait sont composées d'une gamme d'acides aminés essentiels, nécessaires pour soutenir divers processus biologiques dans le corps. Leur composition est particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables, ce qui en fait une source protéique de haute qualité (Jeantet et al., 2008).

4.3 Adaptabilité aux besoins des nouveau-nés

Pour les nouveau-nés, les protéines du lait sont une source protéique idéale, adaptée aux besoins de croissance pendant la période néonatale. Elles fournissent les nutriments nécessaires pour soutenir le développement et la croissance du nourrisson (Jeantet et al., 2008).

CHAPITRE II.
COMPOSITION PHYSICO-
CHIMIQUE DU LAIT

1 Composition du lait des ruminants

1.1 Composition du lait de chèvre

Le lait de chèvre, comme tout autre type de lait, est essentiellement composé d'eau, de lipides, de protéines, de lactose, de sels minéraux et de vitamines. La teneur de ces composants peut varier d'un type de lait à un autre (Vilain, 2010).

1.1.1 Eau

Constituant majeur, l'eau représente environ 87,1 % du lait de chèvre. Elle sert de solvant pour les éléments hydrosolubles (lactose, minéraux, protéines hydrosolubles et vitamines) et de milieu dispersant pour les composants non hydrosolubles tels que la matière grasse, certaines protéines et certaines vitamines (Pritchard & Kailasapathy, 2011).

1.1.2 Matières grasses

Les matières grasses du lait de chèvre, constituées majoritairement de triglycérides, représentent environ 4,1 % du lait. Les globules gras du lait de chèvre sont plus petits que ceux du lait de vache, ce qui facilite l'homogénéisation. Les acides gras à chaîne courte et moyenne sont plus abondants dans le lait de chèvre, ce qui le rend plus digeste (Pritchard & Kailasapathy, 2011).

1.1.3 Protéines

Les matières azotées représentent environ 3,5 % du lait de chèvre. Ces protéines sont importantes pour la transformation fromagère, notamment en raison de leur capacité à coaguler. Les protéines se composent principalement de caséines en suspension colloïdale et de protéines du sérum en solution colloïdale (Pritchard & Kailasapathy, 2011).

1.1.4 Lactose

Constituant environ 4,5 % du lait, le lactose est un disaccharide formé de glucose et de galactose. Il sert de substrat pour les bactéries lactiques qui le transforment en acide lactique, un processus crucial dans la fabrication de produits laitiers fermentés (Pritchard & Kailasapathy, 2011).

1.1.5 Minéraux

Les minéraux (Tableau 2) représentent environ 0,8 % du lait de chèvre. Le calcium et le phosphore sont particulièrement importants pour la fabrication du fromage en raison de leur rôle dans le pouvoir tampon du lait.

Tableau 2. Composition minérale (Mahaut et al., 2000).

Composition minérale	Concentration (g/L)
Calcium (Ca)	1,30 g/L
Phosphore (P)	0,95 g/L
Magnésium (Mg)	0,12 g/L
Potassium (K)	1,60 g/L
Sodium (Na)	0,40 g/L
Chlore (Cl)	1,40 g/L

1.1.6 Vitamines

Le lait de chèvre contient diverses vitamines (Tableau 3), qui sont classées en liposolubles et hydrosolubles. Il se distingue du lait de vache par une faible quantité de vitamine A, une quasi-absence de β -carotène (donnant sa blancheur au lait de chèvre), et une forte quantité de niacine (vitamine B3) (FAO, 2002).

Tableau 3. Composition des vitamines (FAO, 2002)

Vitamine	Concentration (g/L)
Vitamine A	0,24 g/L
β -carotènes	<0,10 g/L
Vitamine E	2,3 g/L
Vitamine C	4,20 g/L
Vitamine B1	0,41 g/L
Vitamine B2	1,38 g/L
Vitamine B6	0,60 g/L
Vitamine B12	0,0008 g/L
Acide nicotinique	3,28 g/L
Acide folique	0,006 g/L

1.1.7 Autres constituants

Le lait de chèvre contient également des enzymes (hydrolases, oxydoréductases), des gaz dissous (CO₂, O₂, N₂), des anticorps, des hormones, et parfois des résidus d'antibiotiques (Vilain, 2010).

1.2 Composition biochimique du lait de brebis

La composition du lait varie d'une espèce mammifère à une autre, bien que les mêmes éléments soient présents dans chaque type de lait avec des pourcentages différents. Le lait de brebis est notablement plus riche en nutriments que le lait de vache, notamment en protéines et en matières grasses.

1.2.1 Eau

Le lait de brebis contient environ 82,2 % d'eau, ce qui est moins que dans le lait de vache et de chèvre, le rendant plus dense (Fredo, 2005).

1.2.2 Matières grasses :

Le lait de brebis contient environ 70 g/L de matières grasses, composées à plus de 99 % de lipides. Les acides gras saturés représentent environ 69 % et les acides gras insaturés environ 27 % (Raynal-Ljutovac et al., 2008).

1.2.3 Protéines

Le lait de brebis est riche en protéines, avec environ 55,6 g/L de matière azotée totale. Il contient tous les acides aminés essentiels. Les protéines sont principalement des caséines (80 %) et des protéines de lactosérum qui représente une totalité de 20 % (Lapointe-Vignola, 2002).

1.2.3.1 Caséines

Les caséines sont en suspension colloïdale et se regroupent en micelles. Elles précipitent sous l'action de la présure enzymatique ou à un pH de 4,6 (Walstra et al., 2006)

1.2.3.2 Protéines de sérum

Ces protéines précipitent sous l'action de la chaleur. Les principales sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine, ainsi que des immunoglobulines et différentes enzymes (Anema, 2020).

1.2.4 Lactose

Le lait de brebis contient près de 4,5 % de lactose, avec d'autres glucides en faible quantité comme le glucose et le galactose (Lapointe-Vignola, 2002).

1.2.5 Minéraux

Le lait de brebis est une excellente source de minéraux nécessaires à la croissance, avec presque 10 g/L. Le calcium (199-200 mg/100g) et le phosphore (158 mg/100g) ont une digestibilité élevée. Le lait contient également du potassium (103 mg/100g), du sodium (44-45 mg/100g), du chlore (101 mg/100g), du magnésium (17,1 mg/100g), et du fer en quantité insuffisante (0,46 mg/100g) (Lapointe-Vignola, 2002).

1.2.6 Vitamines

Le lait de brebis contient une grande variété de vitamines, réparties en liposolubles (A, D, E, K) et hydrosolubles (B, C). Les vitamines jouent un rôle crucial en tant que cofacteurs dans les réactions enzymatiques (Lapointe-Vignola, 2002).

1.2.7 Enzymes

Le lait de brebis contient principalement des hydrolases, des déshydrogénases (ou oxydases) et des oxygénases. L'activité enzymatique est influencée par le pH et la température, chaque enzyme ayant un pH et une température optimaux (Lapointe-Vignola, 2002).

1.3 Composition de lait de vache

1.3.1 Eau

L'eau constitue le composant majoritaire du lait, avec 900 à 910 g par litre, environ 89.5g /100g (Renhe et al., 2019).

1.3.2 Lipides

Les lipides du lait sont caractérisés par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte et une prédominance d'acides gras saturés sur les acides gras insaturés. Les lipides transportent également du cholestérol, de la vitamine D et de la vitamine E. La composition moyenne des lipides dans le lait est décrite dans le tableau 4 (FAO, 2013).

Tableau 4. Quantité des lipides par 100g

Lipides	Quantité
Matières grasses	3.5g/100g
Lipides neutres	3.4g/100g
Liquides complexes	<0.05g/100g
Composés liposolubles	<0.05g/100g

CHAPITRE II. COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT

Les lipides sont principalement des triglycérides (98%) et se présentent sous forme de globules gras de 0.1 à 10 µm de diamètre. Ils comprennent une grande variété d'acides gras, dont une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, une teneur élevée en acide oléique et palmitique, et une teneur moyenne en acide stéarique (Jeantet et al., 2008).

1.3.3 Protéines

Le lait est une source importante de protéines de haute qualité, riches en acides aminés essentiels, particulièrement en lysine, un acide aminé crucial pour la croissance. La composition moyenne des protéines dans le lait est décrite comme tableau 5 (Fredo, 2005).

Tableau 5. Quantité des protéines par 100g

Protéine	Quantité
Dérivés azotés	3.44g/100g
Protéines	3.27g/100g
Caséine	2.71g/100g
Protéine solubles	0.56g/100g
Azote non protéique	0.17g/100g

Les protéines laitières se répartissent entre les caséines et les protéines solubles du lactosérum, telles que la β -lactoglobuline, l' α -lactalbumine, la sérumalbumine, les immunoglobulines et la lactotransferrine (Renhe et al., 2019).

1.3.4 Glucides

Les glucides dans le lait sont principalement représentés par le lactose, qui compose environ 97% (4.7g/100g) des glucides totaux (4.8g/100g), avec une teneur variant de 4.8 à 5% (Jeantet et al., 2008). D'autres glucides présents incluent des oligosaccharides et des glycoprotéines.

1.3.5 Minéraux et Vitamines

Le lait est riche en divers minéraux et vitamines nécessaires à la vie, en particulier comme cofacteurs enzymatiques.

1.3.5.1 Principaux minéraux

Le lait de vache est une source riche en minéraux (Tableau 6) nécessaires (Jeantet et al., 2008).

CHAPITRE II. COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT

Tableau 6. Quantité des minéraux par 100g

Minéraux	Quantité
Calcium	10431238mg/kg
Magnésium	97-146 mg/kg
Phosphate inorganique	1805mg/kg
Citrate	1323-2079mg/kg
Sodium	391-644mg/kg
Potassium	1212-1681 mg/kg
Chlorure	772-1207mg/kg

1.3.5.2 Vitamines

Le lait est riche en divers vitamines (Tableau 7) nécessaires à la vie, en particulier comme cofacteurs enzymatiques (Renhe et al., 2019).

Tableau 7. Quantité des vitamines par 100ml

Vitamines	Quantité
Vitamine A	40 µg/100ml
Vitamine D2	4 µg/100ml
Vitamine E	100 µg/100ml
Vitamine K	5 µg/100ml
Vitamine C	2 µg/100ml
Vitamine B1	45 µg/100ml
Niacine et niacinamide	90 µg/100ml
Acide pantothénique	350 µg/100ml
Acide folique	5.5 µg/100ml
Vitamine H	3.5 µg/100ml

2 Propriétés Physicochimiques du Lait

2.1 Propriétés Physicochimiques du Lait de Vache

2.1.1 Densité

Le lait de vache a une densité comprise entre 1,028 et 1,034 à 20°C, nécessaire pour garantir sa qualité. Une densité de 1,032 est typique pour les laits des grandes laiteries, tandis que le lait

écrémé a une densité supérieure à 1,035. La densité peut rester normale même si le lait est écrémé et mouillé (FAO, 2013).

2.1.2 Point de Congélation

La température de congélation du lait est légèrement plus basse que celle de l'eau pure, généralement entre -0,54 et -0,55°C. Cela est dû à la présence de solides solubilisés dans le lait. Cette caractéristique est utilisée pour vérifier s'il y a eu ajout d'eau au lait. Des variations normales du point de congélation, allant de -0,550 à -0,512°C, dépendent des saisons, de la race de la vache et de la région de production (Sherbon, 1988).

2.1.3 Potentiel hydrogène

Le pH du lait de vache varie entre 6,5 et 6,7, influencé par la composition chimique, notamment la caséine et le phosphate, ainsi que par les conditions environnementales (Imran et al., 2008).

2.1.4 Acidité titrable

L'acidité et le pH sont généralement utilisés pour contrôler la fraîcheur du lait. L'acidité et le pH ont une relation inverse. L'acidité du lait frais varie de 0,14 à 0,16 % d'acide lactique. L'acidité naturelle a été décrite comme l'acidité du lait frais, à laquelle contribuent la caséine, le citrate, le phosphate, le dioxyde de carbone et, dans une certaine mesure, l'albumine et la globuline. Au contraire, l'acidité développée ou réelle est due à l'hydrolyse bactérienne du lactose en acide lactique (Mathur et al., 2005).

2.2 Propriétés Physicochimiques du Lait de Brebis

2.2.1 Densité

La densité du lait de brebis à 20°C se situe entre 1,030 et 1,037, avec une moyenne de 1,036. Elle est influencée par la composition, particulièrement par la teneur en matières sèches dégraissées (Agnihotri & Rajkumar, 2007; Boubezari et al., 2010; Rainard & Riollot, 2006).

2.2.2 Point de Congélation

Le point de congélation du lait de brebis est stable il tourne au tout de -0.564°C et utilisé pour détecter un éventuel mouillage du lait. L'hydrolyse du lactose entraîne une diminution du point de congélation (Pavić et al., 2002).

2.2.3 Potentiel hydrogène

Le pH moyen du lait de brebis est d'environ 6,65 (Agnihotri & Rajkumar, 2007).

2.2.4 Acidité

Le lait de brebis a une acidité plus élevée que le lait de vache, variant de 18 à 22°D. En Tunisie, l'acidité est d'environ 18°D, en Bulgarie environ 22°D, et en Grèce environ 21°D (Boubezari et al., 2010).

2.3 Propriétés Physicochimiques du Lait de Chèvre

2.3.1 Densité

La densité du lait de chèvre est relativement stable et se situe à 1,022, inférieure à celle du lait de vache. La densité varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension, ainsi que de la proportion de matière grasse (Lapointe-Vignola, 2002).

2.3.2 Point de Congélation

Le point de congélation du lait de brebis est stable il tourne au tout de -0.564°C et utilisé pour détecter un éventuel mouillage du lait. L'hydrolyse du lactose entraîne une diminution du point de congélation (Pavić et al., 2002).

2.3.3 Potentiel hydrogene

Le pH du lait de chèvre varie de 6,45 à 6,90, avec une moyenne de 6,7, légèrement différent du pH moyen du lait bovin (Amiot et al., 2002; Dumoulin & Peretz, 1993).

2.3.4 Acidité

L'acidité du lait de chèvre reste relativement constante pendant la lactation, avec une teneur en acide lactique variant de 0,16 à 0,17%. Cette caractéristique est importante pour la technologie fromagère, notamment pour la coagulation du lait par la présure (Kailasapathy, 2015; Lapointe-Vignola, 2002).

3 Facteurs Influant sur la Composition du Lait

3.1 Facteurs Intrinsèques

3.1.1 Âge

La quantité de lait augmente du troisième au quatrième cycle, puis diminue à partir du septième cycle. Le vieillissement des vaches entraîne une diminution de la qualité du lait et de la quantité de matière sèche (Pougheon & Goursaud, 2001).

3.1.2 Facteurs Génétiques

Les races laitières les plus productives ont généralement des taux de matières grasses et de protéines plus bas. La sélection des races est basée sur un bilan économique global, avec une préférence pour les races produisant un lait de composition élevée (Pougheon & Goursaud, 2001).

3.1.3 Stade de Lactation

Le stade de lactation influence significativement la composition du lait

3.1.3.1 Premier Mois

Les taux de matières grasses et de matières azotées sont élevés au vêlage. Cependant, ces taux baissent rapidement et se maintiennent à un niveau minimum pendant le deuxième mois.

3.1.3.2 Deuxième Mois

La baisse des matières grasses et des matières azotées atteint un niveau minimum.

3.1.3.3 Au-delà du Deuxième Mois

Les taux de matières grasses et de matières azotées commencent à remonter progressivement jusqu'au tarissement.

3.1.3.4 Fin de Lactation

La composition des laits de fin de lactation devient similaire à celle des laits sécrétés par les animaux plus âgés. De plus, les taux de protéines et de matières grasses ont tendance à baisser lors des lactations successives (Meyer & Denis, 1999).

3.1.4 État Sanitaire

L'état sanitaire des animaux a un impact majeur sur la composition du lait.

3.1.4.1 Infection

Lorsqu'une infection est présente, il y a une augmentation significative de la production de leucocytes. Cette réaction immunitaire entraîne des modifications importantes dans la composition du lait.

3.1.4.1.1 Mammites

Les mammites, qui sont les infections les plus courantes dans les élevages laitiers, provoquent des changements notables dans le lait. En cas de mammite, la teneur en leucocytes augmente considérablement, affectant ainsi la qualité et la composition du lait produit (Trossat, 2000).

3.2 Facteurs Extrinsèques

3.2.1 Alimentation

L'alimentation influence la composition du lait. Une diminution rapide et brusque de l'alimentation entraîne une baisse de la production de lait et des taux de protéines. L'ajout de fourrages augmente le taux azoté non protéique et les caséines (Pougheon & Goursaud, 2001).

3.2.2 Saison et Climat

La saison affecte la production et la composition du lait. La production est maximale au printemps et minimale en été, avec des variations dans la teneur en matières grasses et en calcium selon la saison de vêlage (Pougheon & Goursaud, 2001).

CHAPITRE III.

QUALITE HYGIENIQUE DU
LAIT

1 Hygiène et qualité du lait

1.1 Hygiène de la traite

La qualité du lait joue un rôle crucial dans son développement industriel (lait en nature, beurre, fromage). La production d'un lait de qualité ne nécessite ni des installations coûteuses dans la ferme, ni des transformations ruineuses dans le système commercial et industriel. Il est primordial de suivre de manière rigoureuse et permanente les bonnes pratiques d'hygiène tout au long du processus de production, en particulier à la traite. L'hygiène du lait vise principalement à prévenir la transmission par les trayeurs aux consommateurs de microorganismes pathogènes par le biais du lait (Morten & Douglas, 2010)

Le lait est produit selon un mécanisme hormonal, tandis que l'évacuation est liée à un réflexe provoqué par le mouvement de succion du veau, ainsi que sa mère. En effectuant une traite régulière, habituellement deux fois par jour, il est nécessaire de reproduire les mouvements de tétée d'un animal, tels que la chèvre et la vache, afin de provoquer la production de lait. Une traite mécanique est recommandée, ce qui est un grand progrès en termes d'hygiène et d'efficacité. Effectivement, le lait est prélevé à l'aide de gobelets trayeurs adaptés aux trayons de la vache, puis il est directement transporté par des tuyaux jusqu'à un grand ballon où il est filtré, avant d'être transféré dans un bac réfrigéré où il sera refroidi. Ainsi, il ne peut plus être exposé à aucun contact humain ou animal. Cela réduit considérablement les chances de contamination microbienne (Bouichou, 2009).

1.2 Animal

L'hygiène globale sera obtenue grâce à une litière adéquate, ainsi qu'un pansage quotidien afin d'éviter la présence de souillures, voire de plaques d'excréments. En plus de maintenir la propreté de la mamelle grâce à l'utilisation d'un linge propre trempé dans une solution légèrement antiseptique tiède, il sera nécessaire de la renouveler aussi fréquemment que nécessaire afin de la maintenir propre et de remplir son rôle. Pour la traite en étable, il sera nécessaire d'attacher la queue afin d'éviter qu'elle ne contamine le lait. Et assurer la protection de la santé de l'animal en détectant de manière précoce et systématique les maladies particulièrement dangereuses telles que la tuberculose et les mammites (Creplet & Thibier, 1973).

1.3 Trayeur

Le trayeur doit être en bonne santé. Cela est exigé afin d'éviter la contamination du lait et la transmission de certaines maladies (exp : tuberculose) à la vache ou à la chèvre ou brebis. Avant de commencer à traire, il est important de se lave soigneusement les mains et les essuie avec un linge propre. De plus, il est important que le trayeur soit habillé de manière propre et simplement. Le bleu de mécanicien est la tenue idéale ; le trayeur doit porter un tablier blanc toujours propre et une calotte blanche qui cache ses cheveux (Creplet & Thibier, 1973).

2 La contamination de lait cru :

Le lait cru contaminé englobe tous les microorganismes qui contaminent le lait, depuis sa récolte jusqu'à sa consommation. Il est possible qu'elle se compose d'une flore altérée, qui entraînera des défauts sensoriels ou diminuera la durée de conservation des produits, ainsi que d'une flore pathogène dangereuse sur le plan sanitaire (Lapointe-Vignola, 2002).

Divers microorganismes peuvent causer ces contaminations en provenance de l'environnement, tels que les "entérobactéries", en passant par le matériel de traite et de stockage du lait, ainsi que par le sol, l'herbe ou la litière. La présence de « Clostridium », d'entérobactéries coliformes et, éventuellement, d'entérobactéries pathogènes « Salmonella » peut être causée par des contaminations d'origine fécale. Cela souligne l'importance d'une surveillance stricte du lait (Leyral et al., 1997).

Le lait peut contenir d'autres microorganismes lorsqu'il provient d'un animal malade. Il est possible qu'ils soient des agents de mammites, c'est-à-dire des infections du pis telles que « *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, staphylocoques etc. ». Il peut également s'agir de germes d'infection générale qui peuvent se propager dans le lait sans aucun problème avec le pis, Salmonella et Brucellose communément appelé fièvre de Malte, et de manière exceptionnelle, «Listeria» est l'agent de la listériose. De plus, Mycobacterium bovis et tuberculosis sont les agents de la tuberculose, ainsi que l'agent du charbon, ainsi que le virus de la fièvre et de quelques autres virus. Outre les maladies de la mamelle, le degré de contamination est étroitement lié aux conditions d'hygiène dans lesquelles ces manipulations sont réalisées, c'est-à-dire l'état de propreté de l'animal et surtout celui des mamelles. Les changements physico-chimiques et microbiologiques sont causés par l'environnement (étable, local de traite), le trayon, le matériel de

collecte du lait (seaux à traire, machines à traire) et, enfin, le matériel de conservation et de transport du lait (bidons, cuves, tanks) (FAO, 2017).

2.1 Contamination par animal :

Le lait qui contient des résidus d'antibiotiques qui perturbent considérablement les processus de fermentation et de maturation des produits laitiers, tels que les yaourts, les fromages et d'autres laits fermentés, lorsqu'ils sont administrés à l'animal. Il convient de séparer ces laits anormaux du lait sain et de ne pas les utiliser pour la transformation. Les premiers jets de lait obtenus lors de la traite doivent être éliminés, car le canal du trayon est toujours contaminé, même chez un animal sain. On retrouve toujours des germes à l'extérieur de la mamelle. Les conditions de propreté de la stabulation sont étroitement liées à l'importance de la charge, qui est une source importante de contamination du lait (Ben-Mahdi & Ouslimani, 2009).

En préservant le pis et les membres des vaches, on réduit la propagation d'agents pathogènes de l'environnement vers le canal du trayon. En fonction de la zone souillée de l'animal, il est possible de repérer les zones de l'étable où le niveau de propreté est inadéquat et de prendre les mesures correctives nécessaires (Lévesque, 2007).

2.2 Contamination au cours de la traite :

La plus grande variété de groupes microbiens se trouve en surface des trayons, on peut détecter une douzaine de groupes microbiens parmi les flores utiles, ainsi que des flores d'altération et pathogènes. Il y a une forte prédominance des groupes microbiens utiles (bactéries lactiques), avec des niveaux au moins 100 fois supérieurs à ceux des groupes d'altération ou pathogènes (staphylocoques à coagulase positive). La diversité microbienne est moins importante dans le lactoduc et l'air du lieu de traite, car seuls quelques groupes microbiens sont systématiquement présents (Lemire, 2007).

Les flores d'altération ont donc des niveaux similaires à ceux des groupes utiles. Les niveaux et la composition microbienne d'un même réservoir varient en fonction de la saison. En été, les surfaces des trayons contiennent des niveaux plus faibles de tous les groupes microbiens, tandis que dans les lactoducs, on observe des niveaux plus élevés de *Pseudomonas* (germes d'altération). Au cours d'une même saison, il existe des disparités dans la composition microbienne de ces réservoirs entre les exploitations, ce qui est lié aux pratiques mises en place. De cette

manière, pendant l'hiver, la quantité et la composition de la charge microbienne présente sur la surface des trayons sont liés à la nature des litières et à la climatisation (Lemire, 2007).

2.3 Contamination au cours de transport :

Des camion-citerne réfrigérés sont utilisés pour la collecte et le transport du lait dans les fermes. Il est nécessaire qu'ils se conforment à plusieurs règles légales pour livrer un lait de qualité, en particulier en maintenant le lait au froid afin d'empêcher le développement des microorganismes. Il représente une méthode de stabilisation (Weber, 1985).

La qualité du lait peut être altérée pendant le transport en raison d'une mauvaise réfrigération, ce qui peut entraîner des pertes financières considérables (Jakob et al., 2009).

2.4 Contamination à la production

La biodiversité du lait cru est élevée et peut évoluer rapidement. La température doit donc être réduite à moins de 10°C dès que possible, au mieux dans l'heure qui suit la traite. Le lait collecté à la ferme par traite mécanique ou manuelle est soit directement transporté au centre de collecte où il est réfrigéré, soit conservé dans des réservoirs réfrigérés avant d'être transporté dans le cas d'exploitations importantes. Dans cette situation, la flore microbienne se maintient stable (Guiraud & Galzy, 1980).

3 Qualité microbiologique

La durée de vie du lait est extrêmement courte. Effectivement, sa concentration en acide gras proche de la neutralité le rend extrêmement sensible aux microorganismes et aux enzymes. De plus, sa richesse et sa fragilité font du lait un environnement idéal pour de nombreux microorganismes tels que les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent rapidement (Gosta, 1995).

3.1 Flore original

Le lait présente une faible quantité de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans des conditions optimales à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml). La flore originelle des produits laitiers englobe tous les microorganismes présents dans le lait à la sortie du pis (Lapointe-Vignola, 2002). Les genres dominants sont principalement des mésophiles. Les microcoques sont présents, ainsi que les streptocoques lactiques et les lactobacilles. Plus ou moins nombreux, ces

microorganismes sont liés à l'alimentation (Guiraud, 2003). Et n'ont aucun impact significatif sur la qualité du lait et sa production (Varnam & Sutherland, 2001).

3.2 Flore de contamination

Cette flore englobe tous les microorganismes qui contaminent le lait, depuis sa récolte jusqu'à sa consommation. Elle peut se distinguer par une flore altérée qui peut entraîner des défauts sensoriels ou réduire la durée de conservation des produits, ainsi qu'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (Lapointe-Vignola, 2002).

3.3 Flore d'altération

La flore d'altération dans le lait peut entraîner des dégradations sensorielles telles que des modifications du goût, de l'arôme, de l'apparence ou de la texture. Ces altérations peuvent réduire considérablement la durée de vie des produits laitiers. En plus des microorganismes responsables des altérations, certains pathogènes peuvent également être présents, ce qui pose un risque pour la santé du consommateur (Essalhi, 2002).

3.3.1 Coliformes

Les coliformes sont des entérobactéries qui fermentent le lactose avec une production de gaz à une température de 30°C en microbiologie alimentaire. Toutefois, lorsque le nombre de coliformes est très élevé, ils peuvent entraîner des intoxications alimentaires. Le nombre de coliformes a longtemps été perçu comme un indicateur de contamination fécale. Étant donné qu'ils sont des bactéries fécales, ils sont un indicateur de qualité hygiénique (Guiraud, 2003).

3.3.2 Staphylocoques

Staphylococcus est un genre de bactéries de la famille des Staphylococaccae. Il s'agit de coques avec un Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, qui ne présentent aucune sporulation et restent immobiles (Leyral et al., 1997).

Ils sont assez nombreux dans le lait et parfois, en grande quantité. La contamination peut être causée par une infection mammaire, mais peut également être plus fréquente chez l'Homme. En raison de leur résistance aux antibiotiques, leurs fréquences tendent à augmenter. Ils entraînent la production de toxines thermostables, ce qui peut entraîner des intoxications de gravité variable, pouvant être redoutables chez les enfants (FAO, 2007). Ainsi, les normes stipulent qu'elles doivent être absentes des produits alimentaires (J.O.R.A, 1998).

3.3.3 Flore pathogène

La présence de germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers peut être d'origine endogène et résulter d'une excrétion mammaire de l'animal malade. Elle peut également être d'origine exogène, impliquant un contact direct avec des troupeaux infectés ou une exposition à l'environnement ou encore des interactions avec l'Homme (Brisabois et al., 1997) .

PARTIE II.

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I.

MATERIEL & METHODES

1 Objectifs

Les objectifs de notre travail sont d'effectuer l'analyse de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de trois espèces de ruminants. A savoir espèce bovine, caprine et ovine. Les principaux paramètres physico-chimique analysés sont la matière grasse, le taux protéine, pH, la densité, le point de congélation, le lactose. Concernant l'étude microbiologique nous avons ciblés cinq éléments. Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale, les coliformes totaux et fécaux, ainsi que les staphylocoques.

2 Région d'étude

2.1 Wilaya de Relizane

La wilaya de Relizane (Figure 1) est principalement agricole, elle est réputée pour ses terres fertiles. La surface totale agricole s'élève à 297.387 hectares, dont 281.875 hectares de surface agricole utilisée, ce qui représente 57,8% de la superficie totale de la wilaya. Ces indicateurs nous informent de l'importance de l'agriculture, avec 28.390 hectares d'espaces irrigués, 6.062 hectares de zones de pacage et de parcours, ainsi que 9.450 hectares de terres improductives. La région bénéficie de conditions propices à l'investissement agricole, notamment avec la présence de 05 fermes pilotes avec une superficie de 2.925 hectares et des ressources hydriques importantes, telles que les barrages de Gargar et Saada.



Figure 1. Wilaya de Relizane

2.2 Elevage

La wilaya de Relizane compte un total de 38.578 têtes de bovins dont 58% est composé de vaches laitières. Elle possède 10.127 vaches laitières de races importées, principalement composées des races Holstein et Montbéliarde et, de 12.117 vaches laitières de type bovin laitier amélioré et local. La wilaya a enregistré une production laitière totale lors de la campagne 2017/2018 de 70.582.000 litres de lait collecté (DSA, 2019).

2.3 Zone d'échantillonnage

Les échantillons de lait de vache ont été prélevés de la commune de Zemmoura, tandis que les échantillons de chèvre ont été prélevés de la commune de Mendas, plus précisément du douar AL Shwala. Les échantillons de lait de brebis ont été prélevés de la commune de Relizane, exactement du village Boushlil et Ben Daoud, du mois de mars au mois de mai.

3 Echantillonnage

Tout d'abord, les trayons ont été désinfectés à l'aide d'un bout de coton imbibé d'alcool 70°, puis l'extrémité du traxon a été nettoyé avec un nouveau coton propre imbibé d'alcool 70°. En suite les premiers jets de lait ont été jetés pour réduire le nombre de bactéries dans le canal du traxon.

Le pot de prélèvement a été préparé en enlevant le bouchon et en le tenant avec l'auriculaire, et l'intérieur du tube est tourné vers le sol. Sans toucher le traxon avec le pot, le lait est prélevé dans le pot incliné presque horizontalement pour éviter la contamination. Environ 50 ml de lait a été prélevé pour chaque échantillon directement à partir de la mamelle de 5 vaches, 5 brebis et 5 chèvres et introduite aseptiquement dans des pots stériles. Ensuite les prélèvements de lait ont été conservé et transporter dans un conteneur isotherme à 4°C au laboratoire de la faculté des Sciences et de la Technologie de l'université de Relizane. Les analyses ont été effectuées dans les 24 h suivant l'échantillonnage.

4 Analyse physicochimique

4.1 Méthode d'analyse

L'analyse physico-chimique est réalisée par l'appareil Lactoscan (Figure 2) au niveau du laboratoire des sciences et techniques de production animale de l'université de Mostaganem. Le lactoscan est un analyseur de lait pour la détermination des paramètres de qualité physico-chimique

dans différents types de lait et de dérivés du lait à savoir le taux de matière grasse, le taux de protéine, la densité, la matière minérale, la matière sèche, le point de congélation et le lactose. Les résultats de l'analyse sont affichés dans les 50 secondes sur l'écran.

Le pot de prélèvement contenant au moins 30 ml est introduit dans l'électrode du lactoscan puis on appuie sur le bouton « Start ». Les résultats sont affichés après les 50 secondes sur l'écran.



Figure 2. Lactoscan

5 Analyses microbiologiques

5.1 Dilution

L'eau peptonée salé 0.1% (ISO 6887-1:2017) est utilisée comme diluant. Elle est préparée en diluant 1 grammes de poudre de peptone et 8.5g chlorure du sodium dans 1L d'eau distillée. Ensuite, 9 ml de cette solution sont ajoutés dans des tubes à essai propres. Les tubes sont stérilisés à 121°C pendant 15 minutes dans un autoclave. Après la stérilisation, les tubes sont refroidis à température ambiante et stockés jusqu'à usage.

A l'aide d'une micropipette 1 ml de lait est introduite dans le premier tube contenant 9ml de l'eau peptonée salé 0.1% en suite le tube est homogénéisé pour avoir une dilution 10^{-1} , ensuite 1ml de la dilution 10^{-1} est introduit dans le deuxième tube contenant 9 ml et homogénéisé pour obtenir la dilution 10^{-2} , ainsi de suite jusqu'à obtenir une série de dilution jusqu'à 10^{-7} .

5.2 Ensemencement

5.2.1 Flore Mésophile totale

Pour la numération de la flore mésophile totale, le milieu utilisé est Plate Count Agar (PCA) selon la norme ISO 4833:2003. Le milieu PCA pour la numération est préparée en dissolvant 17,5

grammes de poudre dans 1L d'eau distillée. Le milieu est chauffé jusqu'à ébullition pour permettre sa dissolution. Il est ensuite stérilisé dans un autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

La méthode d'ensemencement utilisée est l'ensemencement en surface, environ 15 ml de gélose PCA est coulé dans les boîtes de pétri et laissé solidifier, et 1ml des dilutions entre 10^{-4} à 10^{-6} , est déposée à la surface de la gélose, à l'aide d'un râteau l'ensemencement est soigneusement dispersé en surface et laisser quelques minutes. Les ensemencements sont effectués en double pour chaque dilution. L'incubation a été effectuée à 30°C pendant 72h.

5.2.2 Enterobacteriaceae totaux

Pour la numération des Enterobacteriaceae totaux, le milieu utilisé est la gélose Violet Red Bile Glucose (VRBG) selon la norme ISO 21528-2:2004. La gélose VRBG est préparée en dissolvant 41,5g de la poudre du milieu dans 1L d'eau distillée. La solution est ensuite chauffée pour dissoudre l'agar, puis refroidie.

Environ 15 ml de la gélose VRBG est ajouté à 1ml des dilutions 10^{-4} à 10^{-6} , mélanger soigneusement et laisser solidifier. Une double couche de 5 ml de gélose VRBG est ajoutée à la surface. L'incubation est effectuée pendant 24 heures à 37°C. les colonies caractéristiques qui sont généralement rouge, rose et violet sont comptées.

5.2.3 Coliformes

Pour la numération des coliformes, le milieu utilisé était la gélose Violet Red Bile Lactose (VRBL) selon la norme ISO 4823:2006. La gélose VRBL est préparée en dissolvant 41,5g de la poudre du milieu dans 1L d'eau distillée. La solution a ensuite été chauffée pour dissoudre l'agar, puis refroidie.

Une quantité de 15 ml de gélose VRBL est ajouté à 1ml des dilutions 10^{-4} à 10^{-6} , mélanger soigneusement et laisser solidifier. Une double couche de 4 ml de gélose VRBL est ajoutée à la surface. L'incubation est effectuée pendant 24 heures à 30°C. les colonies caractéristiques qui sont généralement rouge-violet, très souvent entourées d'un halo rouge de précipitation biliaire sont comptées.

5.2.4 Staphylocoque

Pour la numération des Staphylocoques, le milieu utilisé est la gélose Mannitol Salt Agar (MSA). La gélose MSA est préparée en dissolvant 111g de la poudre du milieu dans 1L d'eau distillée. La solution est ensuite chauffée pour dissoudre l'agar, puis refroidie.

Environ 15 ml de gélose MSA est coulée dans la boîte de pétri, 0.5 ml des dilutions 10^{-3} à 10^{-6} est ensemencés en surface. L'incubation est effectuée pendant 24 à 48 heures à 37°C. les colonies caractéristiques qui sont généralement blanches jaunes sont comptées.

5.3 Comptage

Seules les boîtes contenant des colonies entre 25 et 350 colonies ont été comptées après incubation. Après comptage, le nombre de colonies a été multiplié par le facteur de dilution et divisé par la quantité de l'échantillon ensemencé pour obtenir le nombre de UFC par ml de l'échantillon de lait original.

$$\text{UFC/ml} = (\text{nombre de colonies} \times \text{facteur de dilution}) / \text{volume ajouté à la boîte de culture}$$

$$N = (n * f) / d$$

N : nombre de UFC dans 1 ml de l'échantillon

n : nombre de colonie compté dans une boîte

F : le facteur de dilution

d : le volume ensemencé

RESULTATS
&
DISCUSSION

1 Analyse physicochimique

Les paramètres physico-chimiques sont effectués sur trois espèces, pour chaque espèce nous avons pris cinq échantillons (Annexe). Les moyennes des résultats de l'analyse physico-chimique de lait sont représentées dans tableau 8. Ces paramètres incluent la matière grasse, l'extrait sec dégraissé, la densité, les protéines, la conductivité, la matière minérale, le point de congélation, le lactose et le pH.

Tableau 8. Résultats des analyses physicochimiques de lait de trois différent espèces

Espèce Paramètre	Vache	Chèvre	Brebis
Matière grasse F (%)	2,064	5,438	3,066
Extrait Sec Dégraissé S (%)	9,168	9,486	10,548
Densité D (kg/m³)	1031	1033,1	1034,7
Protéine P (%)	2,824	3,494	3,188
Conductivité C	4,686	4,716	3,906
Matière minérale S (%)	0,596	0,846	0,712
Point de congélation FP (°C)	-0,475	-0,706	-0,590
Lactose L (%)	4,158	5,772	4,906
PH	6,95	6,876	6,9

1.1 Matière grasse

La teneur en matière grasse varie entre les trois espèces. La chèvre présente la plus haute teneur en matière grasse avec 5,438 %, suivie par la brebis avec 3,062 %, tandis que la vache a la plus faible teneur en matière grasse à savoir 2,064 %. Cette différence est essentielle pour les produits laitiers, notamment pour la production de fromages où une teneur élevée en matières grasses est souvent recherchée.

La teneur moyenne de matière grasse du lait de vache est de 20,06 g/l, cette valeur est considérée comme faible par rapport à celle enregistré dans la région de El-Taref qui est en moyenne de 33,3 g/l de MG (Matallah et al., 2017), concernant le lait de brebis la valeur trouvé dans cette étude est également inférieur à celle de l'étude de Yabrir et al. (2013) dans la région de Djelfa qui est de 60 g/l. en ce qui concerne le lait de chèvre la valeur enregistrée dans notre étude est supérieur au 34.3g/l de MG da la région de Tlemcen (Hamiroune et al., 2019). La teneur de la matière grasse dans le lait varie essentiellement en fonction de l'espèce et la race, ainsi que l'alimentation et le stade de lactation.

1.2 Extrait Sec Dégraissé

L'extrait sec dégraissé, qui comprend principalement les protéines, le lactose et les minéraux, est également variable. La chèvre a la valeur la plus élevée avec 11,45 %, suivie par la brebis à 10,548 %, et la vache à 9,168 %. Ces données montrent que le lait de chèvre a une concentration plus élevée en solides non gras, ce qui peut influencer sa texture et ses propriétés nutritionnelles.

1.3 Densité

La densité du lait est un indicateur de sa composition. La brebis a la densité la plus élevée avec 1034,6 kg/m³, suivie par la chèvre avec 1033,1 kg/m³, et la vache avec 1031,0 kg/m³. La densité est influencée par la concentration des constituants solides et peut affecter la qualité et la transformation du lait.

1.4 Protéine

Les protéines sont essentielles pour la valeur nutritionnelle du lait. Le lait de chèvre contient 3,494 % de protéines, ce qui est supérieur à celui de la brebis (3,188 %) et de la vache (2,824 %). Cette teneur élevée en protéines dans le lait de chèvre peut le rendre plus approprié pour les régimes à haute valeur protéique.

La teneur moyenne en protéine du lait chez les vaches est de 28,2 g/l ce qui est supérieure à la valeur de lait cru enregistré chez les vaches dans la région de Guelma qui est de 23,4g /l (Ayadi & Touahmia, 2021), la valeur de la teneur de protéine chez les brebis dans notre étude est inférieure à 51g/l reporté par (Yabrir, Hakem, & Mati, 2013). En outre, le taux de protéine dans le lait de chèvre est presque identique à celui enregistré dans l'étude de Hamiroune et al. (2019). La teneur des protéines est fortement influencée par l'alimentation riche en protéine.

1.5 Conductivité

La conductivité du lait, qui peut être liée à sa teneur en ions et en minéraux, est la plus élevée pour le lait de chèvre à 4,716, suivie par la vache à 4,686, et la brebis à 3,906. Une conductivité élevée peut indiquer une concentration plus élevée de minéraux dissous.

1.6 Matière minérale

La matière minérale représente les sels et autres minéraux présents dans le lait. La chèvre a encore une fois la teneur la plus élevée avec 0,846 %, suivie par la brebis à 0,712 %, et la vache à 0,596 %. Les minéraux sont importants pour la santé osseuse et d'autres fonctions biologiques.

1.7 Point de congélation

Le point de congélation est un indicateur de la pureté du lait. Le lait de vache a le point de congélation le plus haut à $-0,475^{\circ}\text{C}$, ce qui peut indiquer une concentration plus élevée en solides totaux. Le lait de brebis a un point de congélation de $-0,59^{\circ}\text{C}$, et le lait de chèvre $-0,706^{\circ}\text{C}$.

La valeur moyenne du point de congélation dans le lait des vaches est de $-0,47^{\circ}\text{C}$, légèrement supérieur à la valeur normale qui est de -0.512°C et -0.550°C et inférieur à celle rapportée par Hamiroune et al. (2019) qui était de -0.380°C . concernant le lait de brebis le point de congélation était légèrement inférieur aux valeurs normales qui varie de -0.564°C à -0.570°C et chez les chèvres le point de congélation était très éloigné de l'intervalle normal de -0.5454°C à -0.5567°C . Le point de congélation est lié à la quantité de l'eau présente dans le lait

1.8 Lactose

Le lactose est le sucre principal du lait. Le lait de chèvre contient 5,772 % de lactose, ce qui est plus élevé que le lait de brebis (4,906 %) et le lait de vache (4,174 %). Cette teneur plus élevée en lactose peut rendre le lait de chèvre plus sucré et plus énergisant.

La valeur moyenne de lactose chez les vaches était de 41g/l, cette valeur est inférieure comparée à la valeur de 63.5g/l enregistrée dans la région ouest de l'Algérie (Hamiroune et al., 2019). La valeur de la teneur en lactose chez les brebis avoisinée les 47.6 g/l de l'étude de Yabrir et al. (2013). En plus, la teneur de lactose dans le lait de chèvre était égale à celle de l'étude de Hamiroune et al. (2019) qui ont enregistré une valeur de 56.6 g/l. Le lactose est le principal sucre présent dans le lait et est le substrat de fermentation lactique.

1.9 Potentiel hydrogène

Le pH du lait est proche de la neutralité pour les trois espèces. Le lait de vache a un pH de 6,95, légèrement plus élevé que celui de la brebis à 6,9 et de la chèvre à 6,7. Le pH peut influencer la coagulation du lait et sa transformation en produits laitiers comme le fromage.

Les valeurs du pH enregistrées sont presque égales comparées à ceux obtenus par Matallah et al. (2017) de 6,5. En outre, le pH du lait de chèvre et de brebis était également en concordance avec l'étude de Moula et al. (2023). Ses valeurs sont en étroite relation avec les variations du niveau de lactate dans le milieu.

2 Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques sont effectuées sur les trois espèces, pour chaque espèce cinq échantillons de lait ont été prélevés. Les résultats d'analyses microbiologiques de lait sont représentés dans tableau 9. Les paramètres étudiés incluent la flore mésophile totale (FMT), les coliformes fécaux, les coliformes totaux et les staphylocoques, exprimés en unités formant colonies par millilitre (UFC/ml).

Tableau 9. Résultats des analyses microbiologiques de lait de trois différentes espèces.

	FMT	Coliforme	Enterobacteriaceae totaux	Staphylocoque
Vaches (UFC/ml)	$6,434 \times 10^5$	$1,096 \times 10^4$	$0,36 \times 10^3$	$0,34 \times 10^4$
Chèvre (UFC/ml)	$0,14792 \times 10^5$	$0,5126 \times 10^4$	$9,168 \times 10^3$	$2,51 \times 10^4$
Brebis (UFC/ml)	$1,444 \times 10^5$	$6,2 \times 10^4$	$96,8 \times 10^3$	18×10^4

2.1 Flore mésophile totale

La flore mésophile totale représente la quantité totale de bactéries qui se développent à des températures modérées (environ 30°C). Le lait de vache présente la plus forte concentration de FMT avec $6,434 \times 10^5$ UFC/ml, suivi par le lait de brebis avec $1,444 \times 10^5$ UFC/ml. Le lait de chèvre a la concentration la plus faible avec $0,14792 \times 10^5$ UFC/ml. Ces résultats montrent une variabilité de la charge bactérienne totale entre les trois espèces, avec le lait de vache étant le plus riche en bactéries mésophiles.

Le dénombrement de la FMT dans le lait de vache était de $6,434 \times 10^5$ UFC/ml ce qui est supérieur à la norme algérienne de 3×10^5 UFC/ml (JORADP, 2017), et inférieur à la charge bactérienne de $9,8 \times 10^5$ dans l'étude de Matallah et al. (2017). Cependant, le lait de chèvre et de brebis possédait respectivement $0,14792 \times 10^5$ UFC/ml et $1,444 \times 10^5$ UFC/ml ce qui est inférieur aux normes algériennes, en outre ces valeurs sont inférieures à celles de l'étude de Nesrine et al. (2018) à Guelma ($4,5 \times 10^4$) pour le lait de chèvre et en ce qui concerne le lait de brebis supérieur à celle rapportée par Yabrir et al. (2013b) au centre algérien ($2,3 \times 10^7$). Une charge supérieure à 3×10^5 ufc/ml signifie une contamination importante du lait. La FMT renseigne sur la qualité globale du lait, la température de conservation ainsi que le niveau d'hygiène de la traite et de son environnement.

2.2 Coliformes

Les coliformes sont des indicateurs de contamination fécale et donc de la qualité sanitaire du lait. Le lait de brebis présente la concentration la plus élevée de coliformes avec $6,2 \times 10^4$ UFC/ml, ce qui suggère une contamination plus élevée. Le lait de vache suit avec $1,096 \times 10^4$ UFC/ml, tandis que le lait de chèvres montre la plus faible contamination avec $0,5126 \times 10^4$ UFC/ml. La présence de coliformes en quantités élevées peut indiquer des problèmes d'hygiène lors de la traite ou de la manipulation du lait.

On remarque que le dénombrement des coliformes dans le lait de vache, de brebis et de chèvre dépasse le seuil autorisé par la réglementation algérienne qui est de 5×10^2 ufc/ml (JORADP, 2017).

La présence des coliformes est considérée comme un indice de contamination fécale, il s'agit donc plutôt de marqueurs de mauvaise maîtrise d'hygiène et une contamination de lait par la matière fécale ou d'une hygiène de traite insuffisante. En effet, les taux moyennes des coliformes obtenues dans la présente étude sont très forts par rapport à ceux décrits dans d'autres études en Algérie (Matallah et al., 2017; Nesrine et al., 2018; Yabrir et al., 2013b), ces résultats peuvent être considérés comme inquiétants car les coliformes de la contamination fécale sont un indicateur de la présence potentielle de germes pathogènes.

2.3 Enterobacteriaceae totaux

Les *Enterobacteriaceae* totaux incluent à la fois les coliformes et les non coliformes. Le lait de brebis a une concentration très élevée avec $9,68 \times 10^4$ UFC/ml, suivi par le lait de chèvre avec $9,168 \times 10^3$ UFC/ml. Le lait de vache présente la concentration la plus faible des *Enterobacteriaceae* totaux avec $0,36 \times 10^3$ UFC/ml. Une haute concentration de *Enterobacteriaceae* totaux peut affecter la qualité et la sécurité du lait, ainsi que sa durée de conservation.

En Algérie il n'y a pas de limite de UFC/ml pour les *Enterobacteriaceae* totaux dans le lait cru. Toutefois les dénombrement des coliformes totaux enregistré dans notre étude respectivement chez les vaches et brebis été inférieur aux $4,7.10^4$ rapporté par Matallah et al. (2017) et 1.1×10^5 dénombrés dans l'étude de Yabrir et al. (2013b).

2.4 Staphylocoques

Les staphylocoques, en particulier *Staphylococcus aureus*, peuvent causer des intoxications alimentaires et des mammites chez les animaux laitiers. Le lait de brebis présente la plus forte concentration de staphylocoques avec 18×10^4 UFC/ml, suivi par le lait de chèvre avec $2,51 \times 10^4$ UFC/ml. Le lait de vache a la concentration la plus faible de staphylocoques avec $0,34 \times 10^4$ UFC/ml. La présence élevée de staphylocoques dans le lait de brebis peut représenter un risque pour la santé publique et nécessite une attention particulière aux pratiques de traite et de manipulation.

On remarque que le dénombrement des staphylocoques dans le lait des trois espèces dépasse largement la norme algérienne de 10^2 UFC/ml. Ceci témoigne d'une mauvaise conduite d'hygiène ainsi qu'une mauvaise santé des animaux. En outre, La présence des staphylocoques peut être due au taux important de mammites staphylococciques des élevages laitiers

CONCLUSION

CONCLUSION

Cette étude comparative du lait de vache, chèvre et brebis a révélé des variations dans les paramètres physico-chimiques et microbiologiques, soulignant les différences intrinsèques.

Les analyses physico-chimiques montrent que le lait de chèvre se distingue par sa richesse en matière grasse (5,438%), protéines (3,494%), lactose (5,772%) et matière minérale (0,846%). Ces propriétés indiquent une valeur nutritionnelle élevée, le rendant particulièrement nutritif et dense en éléments essentiels. Le lait de brebis, bien que moins riche en certaines composantes que le lait de chèvre, présente une matière grasse de 3,06 % et un taux de protéine de 3,188%, ce qui peut influencer positivement sa texture et son goût, le rendant idéal pour la fabrication de fromages et autres produits laitiers spécialisés. Le lait de vache, avec des valeurs plus équilibrées en matière grasse (2,064%), extrait sec dégraissé (9,168%), protéines (2,824%) et lactose (4,158%), reste le plus couramment consommé et utilisé pour divers produits laitiers en raison de sa disponibilité et de sa composition équilibrée.

Les analyses microbiologiques révèlent des différences marquées dans les niveaux de contamination. Le lait de brebis présente les niveaux les plus élevés de coliformes ($6,2 \times 10^4$), des Enterobacteriaceae totaux ($96,8 \times 10^3$) et de staphylocoques (18×10^4), suggérant une forte contamination microbienne. Cette forte contamination pourrait être attribuée à des conditions de traite et de manipulation moins strictes ou à des environnements favorisant la prolifération bactérienne. Le lait de chèvre, bien que présentant des niveaux élevés de contamination, reste moins affecté que celui de brebis. Le lait de vache montre une grande variabilité dans la contamination, avec une charge microbienne de la flore mésophile totale ($6,434 \times 10^5$) comparée aux autres laits, mais avec des fluctuations notables entre les échantillons, indiquant une variation dans les pratiques de gestion et de traitement.

Les résultats soulignent l'importance de maintenir des pratiques d'hygiène rigoureuses et des protocoles de gestion stricts pour assurer la qualité et la sécurité microbiologique du lait cru.

Les données avancées sur les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des laits de vache, chèvre et brebis, offrant une base pour une sélection informée en fonction des

besoins spécifiques des consommateurs et des industries. La richesse nutritionnelle du lait de chèvre, la texture distinctive du lait de brebis et la composition équilibrée du lait de vache démontrent que chaque type de lait a des qualités uniques qui peuvent être optimisées par des pratiques de gestion appropriées pour maximiser leur bénéfice pour la santé humaine et leur utilité dans la production alimentaire.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES

LISTE DES REFERENCES

1. Alichanidis, E., & Polychroniadou, A. (1996). *Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view.*
2. Agnihotri, M. K., & Rajkumar, V. (2007). Effect of breed, parity and stage of lactation on milk composition of western region goats of India. *International Journal of Dairy Science*, 2(2), 172–177.
3. Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., & Simpson, R. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *Science et Technologie Du Lait*, 1–74.
4. Anema, S. G. (2020). The whey proteins in milk: Thermal denaturation, physical interactions, and effects on the functional properties of milk. *Milk Proteins*, 325–384.
5. AYADI, & TOUAHMIA. (2021). *Analyse physico-chimique et bactériologique du lait de vache cru et du lait pasteurisé de la région de Guelma* [Mémoire]. université de Guelma.
6. Ben-Mahdi, M.-H., & Ouslimani, S. (2009). Mise en évidence de résidus d'antibiotiques dans le lait de vache produit dans l'Algérois. *European Journal of Scientific Research*, 36(3), 357–362.
7. Boubezari, M. T., Aissi, M., & Harhoura, K. (2010). *Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel.*
8. Bouichou, E. H. (2009). Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception. *Mém d'ing En Zootechnie, Maroc*, 204p. <http://multimedia.fnac.com/multimedia/editorial/pdf/9782332894588.pdf>
9. Brisabois, A., Lafarge, V., Brouillaud, A., De Buyser, M. L., Collette, C., Garin-Bastuji, B., & Thorel, M. F. (1997). Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: Situation en France et en Europe. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*, 16(1), 452–471.
10. Creplet, & Thibier. (1973). *Effet rang de mise bas.* Yennek.
11. DSA, 2019. Direction des services agricoles de la wilaya de relizane
12. DSA, 2024. direction des service agricole de la wilaya de relizane
13. Dumoulin, E., & Peretz, G. (1993). Qualité bactériologique du lait cru de chèvre en France. *Le Lait*, 73(5–6), 475–483.
14. Ellachi, M., & Kelouche, H. (2017). *Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des différents laits (chamelle, chèvre, brebis, vache),.* universite de Mostaganem.
15. Fredo, E. (2005). *Connaissance des Aliments, Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique*, Edition Tec & Doc, Lavoisier.
16. Gosta, F. (1995). Le tous sur le lait. Manuel de transformation du lait. *Tétrapack*.
17. Guiraud, J., & Galzy, P. (1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000794775134592>
18. HAMIROUNE, M., DAHMANI, S., KASMI, Z., FOUGHALIA, A., & DJEMAL, M. (2019). Evaluation of the physicochemical quality of raw bovine and goat milk marketed in the steppic region of Djelfa (Algeria). *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 76(1). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=18435270&AN=140103615&h=wISbUexj0zppLGKkA3h6fcyIiYN5cL>

REFERENCES

- xVX1nnJZs6BNHdPY2lN%2FAaj0umGruBAIpm7seiNWzErs8TQCXx%2BJ46w%3D%3D&crl=c
- Imran, M., Khan, H., Hassan, S. S., & Khan, R. (2008). Physicochemical characteristics of various milk samples available in Pakistan. *Journal of Zhejiang University Science B*, 9, 546–551.
- Jakob, E., Winkler, H., & Haldemann, J. (2009). Critères Microbiologiques Pour La Fabrication Du Fromage. *Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de Discussions*, 77, 5–31.
- Jeanet, R., Croguennec, T., Schuck, P., & Brulé, G. (2008). *Sciences des Aliments 1-Stabilisation biologique et physico-chimique*.
- JORADP, (2017). Journal officiel de la republique algerienne democratique et populaire N° 39, Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires <https://www.joradp.dz/FTP/JO-FRANCAIS/2017/F2017039.pdf>
- Kailasapathy, K. (2015). Chemical composition, physical, and functional properties of milk and milk ingredients. *Dairy Processing and Quality Assurance*, 77–105.
- Laameche, F., & Chehma, A. (2019). La chamelle laitière: Pour une nouvelle stratégie durable de la filière lait en régions sahariennes; cas de la région de Ghardaïa, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 31(9). <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd31/9/laam31149.html>
- Lapointe-Vignola, C. (2002). *Science et technologie du lait: Transformation du lait*. Presses inter Polytechnique. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=E-rb_Pff15sC&oi=fnd&pg=PA1&dq=VIGNOLA+C.L.,+2002.+Science+et+technologie+du+lait-transformation+du+lait,+Canada++Presses+internationales+poly+techniques,+p.+444-460.&ots=BfTqnxBWIE&sig=hGQyqalz6QZtQKx7cLqPYN1pmck
- Lemire, G. (2007). Évaluation de la qualité du lait et de la santé du troupeau laitier En régie biologique. *Edition l'envol Lait Biologique. Québec. 9p.*
- Lévesque, P. (2007). *La traite des vaches laitières: Etape par étape vers la qualité-Guide pratique*. Educagri Editions. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=r3G7ou658NAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Levesque+P.,+\(2004\).+La+traite+des+vaches+laiti%C3%A8res+Etape+par+%C3%A9tape+vers+la+qualit%C3%A9+Guide+pratique.+Edition+Educagri,+Qu%C3%A9bec,+P16.&ots=BW0RII-wJI&sig=dVCFL0bpzvOzGXbHdSGjHVWY3Y0](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=r3G7ou658NAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Levesque+P.,+(2004).+La+traite+des+vaches+laiti%C3%A8res+Etape+par+%C3%A9tape+vers+la+qualit%C3%A9+Guide+pratique.+Edition+Educagri,+Qu%C3%A9bec,+P16.&ots=BW0RII-wJI&sig=dVCFL0bpzvOzGXbHdSGjHVWY3Y0)
- Leyral, G., Vierling, E., Figarella, J., & Zonsain, F. (1997). *Microbiologie et toxicologie des aliments: Hygiène et sécurité alimentaires*. Doin.
- Mahaut, M., Jeanet, R., & Brulé, G. (2000). *Initiation à la technologie fromagère*.
- Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K., & Boukhris, R. (2017). Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11), 2017.
- Mathur, M., Datta Roy, D., & Dinakar, P. (2005). *Textbook of dairy chemistry*.
- Meyer, C., & Denis, J.-P. (1999). *Elevage de la vache laitière en zone tropicale* (CIRAD).
- Morten, D., & Douglas, J. R. (2010). *Milking management*. Mastitis Conference, Christchurch, New Zealand.
- Moula, M. H., Kablia, K. C., & Boukhanouda, N. (2023). *Comparative study between different raw milk (Ewes milk and goats milk) in the Tiaret region*. universite de Tiaret.
- Nesrine, F., Mahieddine, B., Farah, M., Nabila, D., Djamel-Eddine, M., Lynda, T., Ines, F., & Redouane, Z. (2018). *Exploration de la qualité microbiologique de certains laits de chèvre du Nord-est algérien*.

REFERENCES

- Noblet, B. (2012). Le lait: Produits, composition et consommation en France. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 47(5), 242–249.
- OUARFLI, L., & CHEHMA, A. (2018). Effet du régime alimentaire sur les potentialités laitières des bovins en régions sahariennes: Cas de la région Ghardaïa. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(3), 323–329.
- Pavić, V., Antunac, N., Mioč, B., Ivanković, A., & Havranek, J. (2002). Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech Journal of Animal Science*, 47(2), 80–84.
- Pougheon, S., & Goursaud, J. (2001). *Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques in lait nutrition et santé* (Éditions Lavoisier, Paris).
- Pritchard, S. R., & Kailasapathy, K. (2011). *Chemical, physical, and functional characteristics of dairy ingredients*. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20113266284>
- Rainard, P., & Riollet, C. (2006). Innate immunity of the bovine mammary gland. *Veterinary Research*, 37(3), 369–400.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., & Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79(1), 57–72.
- Renhe, I. R. T., Perrone, Í. T., Tavares, G. M., Schuck, P., & de Carvalho, A. F. (2019). Physicochemical characteristics of raw milk. In *Raw milk* (pp. 29–43). Elsevier.
- Sherbon, J. W. (1988). Physical Properties of Milk. In N. P. Wong, R. Jenness, M. Keeney, & E. H. Marth (Eds.), *Fundamentals of Dairy Chemistry* (pp. 409–460). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7050-9_8
- Szijarto, L., & Van de Voort, F. (1983). Determination of added water and bovine milk to caprine milk. *Journal of Dairy Science*, 66(3), 620–623.
- Trossat, P. (2000). Détermination de la matière grasse: Évolution de la méthode Gerber. *Revue Laitière Française*, 599, 28–30.
- ISO 4823:2006 Horizontal Method for the detection and enumeration of coliforms - Colony count method.
- ISO 21528-1:2004 Horizontal Method for Detection and enumeration of Enterobacteriaceae Part 1: Colony-count method
- ISO 6887-1:2017 Microbiology of the food chain — Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. <https://www.iso.org/standard/63335.html>
- ISO 4833:2003(en) Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Colony-count technique at 30 degrees C
- Varnam, A., & Sutherland, J. P. (2001). *Milk and milk products: Technology, chemistry and microbiology* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Vilain, A.-C. (2010). Qu'est-ce que le lait? *Revue Française d'allergologie*, 50(3), 124–127.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology* (second ed). CRC Press, Boca Raton, FL,.
- Weber, F. (1985). *Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports* (Vol. 47). Food & Agriculture Org. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=WK0TR-9R4j4C&oi=fnd&pg=PA169&dq=Weber+F.+\(1985\)+R%C3%A9frig%C3%A9ration+du+lait+%C3%A0+la+ferme+et+organisation+des+transports.+Collection+FAO+Alimentat](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=WK0TR-9R4j4C&oi=fnd&pg=PA169&dq=Weber+F.+(1985)+R%C3%A9frig%C3%A9ration+du+lait+%C3%A0+la+ferme+et+organisation+des+transports.+Collection+FAO+Alimentat)

REFERENCES

- ion+et+nutrition+n%C2%B047,+P18.&ots=P3-M8Qb2-k&sig=-m3FbdHmgy7XPBUOkLy1Jgaz4xU
- Yabrir, B., Hakem, A., & Mati, A. (2013). *Factors affecting milk composition of Algerian ewe reared in central steppe area.* Scientific Journal of Animal Science 28 215-221 <http://www.sjournals.com/index.php/SJA/links/5a00efc94585159634c134ef/YABRIR-B-HAKEM-EX-AKAM-A-and-MATI-A-2013-Factors-affecting-milk-composition-of-Algerian-ewe-reared-in-central-steppe-area-Scientific-Journal-of-Animal-Science-28-215-221-http-www-sjournals-com-index.pdf>
- Yabrir, B., Hakem, A., Mostefaoui, A., Laoun, A., Titouche, Y., Labiad, M., & Magtoug, L. (2013). *Qualité microbiologique du lait cru ovine collecté dans la steppe centrale de l'Algérie.*

ANNEXE

ANNEXES

ANNEXE

Les résultats physico-chimiques du lait des ruminants

Vaches

Vache	F	S	D	P	C	S	FP	L	pH
1	2.47	9.82	32.69	3.02	3.9	0.65	-0.521	4.5	6.89
2	2.47	9.05	29.74	2.78	5.78	0.6	-0.48	4.19	7.16
3	1.41	8.21	28.66	2.54	5.59	0.52	-0.408	3.64	7.1
4	1.92	9.49	32.53	2.93	3.96	0.61	-0.488	4.26	6.74
5	2.05	9.27	31.42	2.85	4.2	0.6	-0.48	4.2	6.86
F : matière grasse ; S : extrait sec dégraissé ; D : densité ; P : protéine ; C : conductivité ; S : matière minérale ; FP : point de congélation ; L : lactose ;									

Chèvres

Chèvre	F	S	D	P	C	S	FP	L	pH
1	5.93	11.75	33.21	3.57	4.57	0.88	-0.738	5.98	6.78
2	5.57	11.61	33.37	3.53	4.88	0.86	-0.718	5.85	7.05
3	5.6	11.52	32.99	3.5	4.58	0.85	-0.714	5.82	7
4	5.52	1.66	33.67	3.55	4.72	0.86	-0.719	5.86	6.81
5	4.57	10.89	32.6	3.32	4.83	0.78	-0.644	5.35	6.74
F : matière grasse ; S : extrait sec dégraissé ; D : densité ; P : protéine ; C : conductivité ; S : matière minérale ; FP : point de congélation ; L : lactose ;									

Brebis

Brebis	F	S	D	P	C	S	FP	L	pH
1	2.96	10.2	33.8	3.01	3.6	0.69	-0.597	4.58	6.87
2	3.12	10.5	35.3	3.1	3.78	0.72	-0.61	5.01	6.95
3	3.16	10.67	34.58	3.27	3.82	0.72	-0.588	4.99	6.94
4	3.18	10.97	35.7	3.37	4.14	0.74	-0.605	5.12	6.9
5	2.91	10.4	34.4	3.19	4.19	0.69	-0.566	4.83	6.84
F : matière grasse ; S : extrait sec dégraissé ; D : densité ; P : protéine ; C : conductivité ; S : matière minérale ; FP : point de congélation ; L : lactose ;									