



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE ABBES LAGHROUR – KHENCHELA-
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT : BIOLOGIE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

FILIERE : Sciences Biologiques

OPTION: Microbiologie Appliquée

Thème

**Etude comparative physico-chimique et
microbiologique entre le lait de vache et le
lait de chamelle**

Réalisé par :

BRAHIMI Nour Elhouda

LAGHA Kenza

Soutenu le : 25 / 08 /2020

Jury de soutenance

Président :	Dr. BOUAAZA Lyas	MCB	Université Abbès Laghrou Kenchela
Rapporteur :	Dr. BOUFENNARA Souhil	MCA	Université Abbès Laghrou Kenchela
Examinatrice :	Dr. CHORFI Keltoum	MAA	Université Abbès Laghrou Kenchela

Année Universitaire 2019 / 2020

Remerciements

Nous rendons grâce à Allah, le Clément, le tout Miséricordieux pour la chance qu'il nous a donné pour poursuivre nos études supérieures, et pour le courage qu'il nous a donné pour mener ce modeste travail.

Dieu Merci !

Nous exprimons nos respectueux dévouements à Monsieur le Dr. Boufennara Souhíl; Maître de conférences à l'Université Abbès Laghrour Khenchela, Faculté des sciences de la nature et de la vie, pour l'honneur qu'il nous a fait en dirigeant ce travail, pour ces encouragements, ces conseils et sa disponibilité. Merci d'avoir nous guidé avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.

Nos remerciements s'adressent aux membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail

- Monsieur Bouazza Lyas pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider ce jury.

- Madame Chorfi Keltoum pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant d'examiner ce travail. Nous les remercions aussi pour leurs rôles durant notre formation, pour tout ce qu'ils nous ont apporté tout au long de ces années d'étude.

Nous nous sentirons coupable d'ingratitude si nous ne remercierons pas nos chers Dr. Badis Zakaria et Dr. Abboud Nabil pour leur soutien, leur aide, leurs précieux conseils et encouragements.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont guidés durant les moments les plus difficiles, depuis toujours tout au long de mon parcours.

Ma chère mère,

Qui est ma source d'énergie, elle a été à mes côtés et n'a jamais cessé de m'encourager et de me pousser vers l'avant durant toute ma vie.

Mon très cher père,

Qui est ma source d'inspiration, il a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mesparents.

A mes chères sœurs Selma et Aya pour leurs conseils et encouragements

A mes chers frères Fouad et Aymen qui ont toujours été là pour moi,

A mes chers amis Nour El Houda, Zahia, Nahla, Dhayaa et Nadia pour leur amitié, leur soutien inconditionnel et leurs encouragements

A tous les étudiants de ma promotion « Microbiologie appliquée » et à toute personne de connaissance.



Dédicaces

Toute ma gratitude, mon amour et ma reconnaissance

A Ma très chère mère,

La personne la plus courageuse que je n'ai jamais connu, la source de tendresse, grâce à elle j'ai pu m'épanouir et m'ouvrir à la vie, Je ne peux que prier afin que le BonDieu te maintienne très longtemps parmi nous et en bonne santé

A mon père,

Qui a toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager

A ma grande mère que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A mon chère frère Dr.Brahimi.M

A mes adorables sœurs Dalé, Chaïma

A mon binôme Kenza, en souvenir des moments heureux passés ensemble, avec mes vœux sincères de réussite, bonheur, santé et de prospérité.

Nour ElHouda



Liste des abréviations

Abréviation	Description
°C	Degré Celsius
°D	Degré Dornic
α-lg	α lactoglobuline
α_{S1}-CN	α_{S1} Caséine
α_{S2}-CN	α_{S2} Caséine
β-CN	β Caséine
β-lg	β lactoglobuline
κ-CN	Kappa caséine
AFNOR	Association Française de Normalisation
BGT	Bouillon glucosé tamponné
BHB	β -hydroxybutyrate
BLBVB	Bouillon lactosé bilié au vert brillant
BSA	Albumine sérique Bovine
COVID19	Coronavirus disease 2019
Cu²⁺	Ions de cuivre
CuSO₄	Sulfate de cuivre
DA	Dinar Algérien
EMB	Eosine Méthyle bleu
ESD	Extrait sec dégraissé
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FTAM	Flore totale aérobie mésophile
H₂O₂	Eau oxygénée
ISO	International Organization for Standardization
K	Potassium
Kcal	Kilocalorie
KDa	Kilo Dalton
Kg	Kilogramme

L	Litre
LC	Lait camelin
LV	Lait bovin
MG	Matière grasse
ml	Millilitre
MS	Matière sèche
Na	Sodium
NaOH	Hydroxyde de sodium
O₂	Dioxyde d'oxygène
ONIL	Office National Interprofessionnel du Lait et des produits laitiers
PCA	Plate count agar
pH	Potentiel hydrogène
SCC	Comptage cellulaire somatique
SNG	Solides non gras
SS	<i>Selmonella-Shigella</i>
UFC	Unité formant colonie
VRBG	Violet Cristal Rouge neutre Bile Glucosé

Liste des figures

Figure 01	Structure d'un globule de matière grasse	05
Figure 02	Structure d'une sub-micelle caséique	06
Figure 03	Globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait bovin (B) observée au microscope.....	12
Figure 04	Globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait bovin (B) observée au Microscope électronique	12
Figure 05	Pourcentage des différentes protéines du lait de vache	22
Figure 06	Micelle et sous-micelle de caséine.....	23
Figure 07	Structure chimique du lactose.....	24
Figure 08	Evolution de la production de lait, production de lait de vache, lait collecté	28
Figure 09	Protocole expérimental suivi pour l'évaluation de la qualité des laits camelin et bovin.....	31
Figure 10	Technique des dilutions décimales	36
Figure 11	Technique de dénombrement des <i>Clostridium-sulfito réducteurs</i>	40
Figure 12	Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	41
Figure 13	Test de Catalase	42
Figure 15	Taux d'acidité des différents échantillons de lait bovin et camelin analysés.....	46
Figure 16	Taux de densité des différents échantillons de lait de vache et de chamelle Analysés.....	47
Figure 17	Taux de matière grasse des différents échantillons de lait analysés.....	48
Figure 18	Taux de l'extrait sec dégraissé des différents échantillons de lait analysés.....	49

Figure 19	Taux de protéines totales des différents échantillons de lait analysés	50
Figure 20	Taux de lactose des différents échantillons de lait analysés	51

Liste des tableaux

Tableau 01	Composition moyenne du lait de différent esespèces animales.....	04
Tableau 02	Caséines de lait de chamelle	10
Tableau 03	Quantités de lait produites par les chammelles en Algérie	15
Tableau 04	Etat physicochimique des principaux constituants du lait de vache	19
Tableau 05	Propriétés physiques du lait de vache.....	20
Tableau 06	Composition chimique du lait de vache	21
Tableau 07	Principales caractéristiques des caséines du lait.....	22
Tableau 08	La composition du lait en minéraux	25
Tableau 09	Les principales classes d'enzymes du lait	26
Tableau 10	Tableau récapitulatif des résultats des analyses physicochimiques du lait camelin et bovin	45
Tableau 11	Tableau récapitulatif des résultats de dénombrement de quelques flores de lait camelin et bovin.....	53

Avant-Propos

Avant-Propos

A cause de la pandémie mondiale Covid-19 survenue en début de l'année 2020 et les décisions administratives émanant de notre université prise en mois de mars 2020, nous étions dans l'impossibilité matérielle et sanitaire de réaliser la partie pratique attendue de ce travail. Aussi et afin d'enrichir ce document, nous avons sélectionné quelques résultats obtenus par certains chercheurs et ce dans une optique d'aboutir à une discussion intéressante et un contenu riche scientifiquement. Tous les résultats mentionnés dans ce mémoire concernent des travaux d'auteurs disponibles dans la littérature.

Résumé

Résumé

Le lait est considéré comme un aliment complet et mieux équilibrés du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs (protéines, lipides, sels minéraux, lactoses et vitamines).

Le présent travail est une comparaison entre le lait camelin et le lait bovin en se basant sur quelques paramètres physicochimiques et microbiologiques.

Les analyses physicochimiques ont montré que le pH du lait camelin est plus faible que celui du lait bovin avec une moyenne de (6,45 et 6,58) respectivement. L'acidité titrable du lait de chamelle est légèrement élevée (17,59°D) par rapport à celle du lait de vache 17,56. La densité du lait camelin (1,029) est similaire à celle du lait bovin. L'extrait sec dégraissé de lait camelin est de l'ordre de 97,21g/l, il est supérieur à celui du lait bovin 92,55g/l. La teneur du lait camelin en matière grasse est faible (30,77g/l) comparée à celle du lait bovin (33,92g/l). Aussi les analyses montrent que le lait camelin et bovin présentent globalement une composition très similaire en protéines et en lactose. Ainsi, ces valeurs se situent dans la fourchette des valeurs rapportées par la norme algérienne.

Parallèlement, les analyses microbiologiques ont montré que les échantillons du lait (bovin et camelin) analysés présentent une qualité microbiologique non satisfaisante et qui ne répond pas aux normes exigées par les réglementations algériennes. Aussi, la présence des teneurs en microflore aérobie mésophile totale indique une qualité hygiénique non conforme aux normes algériennes.

Mots-clés : lait camelin, lait bovin, analyse microbiologique, caractérisation physicochimique.

Abstract

Milk is considered a complete and better balanced food because of its richness in several nutrients (proteins, lipids, mineral salts, lactoses and vitamins).

The present work is a comparison between camel milk and bovine milk based on some physicochemical and microbiological parameters.

The physicochemical analyses showed that the pH of camelina milk is lower than that of bovine milk with an average of (6.45 and 6.58) respectively. The titratable acidity of camel milk is slightly high (17.59°D) compared to that of cow's milk 17.56. The density of camel milk (1.029) is similar to that of bovine milk. The defatted dry extract of camel milk is of the order of 97.21g/l, it is higher than that of bovine milk 92.55g/l. The fat content of camelina milk is low (30,77g/l) compared to that of bovine milk (33,92g/l). Analyses also show that camelina and bovine milk have a very similar protein and lactose composition overall. Thus, these values are within the range of values reported by the Algerian standard.

At the same time, the microbiological analyses showed that the milk samples (bovine and camelina) analysed present an unsatisfactory microbiological quality that does not meet the standards required by Algerian regulations. In addition, the presence of total mesophilic aerobic microflora levels indicates a hygienic quality that does not comply with Algerian standards.

Key words: camel milk, bovine milk, microbiological analysis, physicochemical characterization.

الملخص

يعتبر الحليب غذاءً كاملاً ومتوازناً بسبب غناه بالعديد من العناصر الغذائية (البروتينات، الدهون، الأملاح المعدنية، اللاكتوز والفيتامينات). هذه الدراسة هي عبارة عن مقارنة بين حليب النوق وحليب البقر بناءً على بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية. أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن الأس الهيدروجيني في حليب الناقة أقل منه في حليب البقرة بمتوسط (6.45 و 6.58) على التوالي. حموضة حليب النوق مرتفعة قليلاً (17.59° دورنيك) مقارنة بحليب البقر 17.56. أما بالنسبة لكثافة حليب النوق (1.029) فهي تشبه كثافة حليب البقر. المستخلص الجاف المنزوع الدهن من حليب الناقة تبلغ قيمته حوالي 97.21 غ/ لتر، وهو أعلى من مستخلص حليب الأبقار (92.55 غ/ لتر). أما محتوى الدهون في حليب النوق فهو منخفض (30.77 غ / لتر) مقارنةً بحليب الأبقار (33.92 غ / لتر). تظهر التحليلات أيضاً أن حليب النوق والبقر عمومًا لهما تركيبة متشابهة جدًا من حيث البروتينات واللاكتوز، وهذه القيم تقع ضمن نطاق القيم الواردة في معايير الجودة الجزائرية.

في الوقت نفسه، أظهرت التحليلات المكروبيولوجية أن العينات التي تم تحليلها تظهر جودة مكروبيولوجية غير مرضية ولا تلبى المعايير التي تتطلبها المعايير الجزائرية. أيضاً، يشير وجود البكتيريا الهوائية الميوفيلية الدقيقة المتوسطة إلى جودة صحية لا تتوافق مع المعايير الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: حليب النوق، حليب البقر، التحليل الميكروبي وولوجي، التوصيف الفيزيائي الكيميائي، المقارنة

Table des matières

Table des matières

Liste des abréviations	I
Liste des figures	III
Liste des tableaux	V
Avant-Props	
Résumé	
Introduction	01

Recherche bibliographique

I. Généralités sur le lait	03
I.1. Définition du lait.....	03
I.2. Composition et caractéristiques physicochimiques du lait.....	03
I.2.1. Caractéristiques physicochimiques	03
I.2.1.1. Point de congélation.....	03
I.2.1.2. Point d'ébullition.....	03
I.2.1.3. Acidité.....	03
I.2.1.4. Densité.....	03
I.2.2. Composition chimique et biochimique.....	04
I.2.2.1. Eau.....	04
I.2.2.2. Matière grasse	04
I.2.2.3. Vitamines.....	05
I.2.2.4. Minéraux	05
I. 2.2.5. Protéines.....	06
I.3. Microbiologie de lait.....	07
I .3.1. Flore microbienne du lait	07
I.3.1.1. Flore originelle.....	07
I.3.1.2. Flore de contamination.....	07
I.3.2. Levures et moisissures.....	07
II. Lait de chamelle.....	09
II.1. Définition.....	09
II.2. Critères organoleptiques.....	09
II.3. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chamelle.....	09

II.3.1. Caractéristiques physiques.....	09
II.3.2. Caractéristiques chimiques	10
II.3.2.1. Protéines.....	10
II.3.2.2. Minéraux.....	11
II.3.2.3. Vitamines.....	11
II.3.2.4. Matière grasse.....	11
II.3.2.5. Lactose	12
II.4. Qualité du lait de chamelle.....	13
II.4.1. Définition de la qualité.....	13
II.4.2. Composantes de la qualité.....	13
II.4.3. Qualité microbiologique de lait.....	13
II.4.4. Qualité physicochimique de lait.....	14
II.5. Production laitière.....	14
II.5.1. Dans le monde.....	14
II.5.2. En Algérie.....	14
II.6. Facteurs de variation de la production laitière.....	15
II.6.1. Facteurs intrinsèques.....	15
II.6.1.1. Facteurs génétiques liée à la race.....	15
II.6.1.2. Stade de lactation.....	16
II.6.2. Facteurs extrinsèques.....	16
II.6.2.1. Alimentation.....	16
II.6.2.2. Facteurs climatiques et saisonnières.....	16
II.6.2.3. Conditions de traite.....	17
III. Lait de vache.....	18
III.1. Définition légale du lait.....	18
III.2. Composition du lait de vache.....	18
III.3. Caractéristiques organoleptiques du lait.....	19
III.4. Caractéristiques physicochimiques et biochimiques du lait de vache.....	20
III.4.1. Caractéristiques physicochimiques.....	20
III.4.2. Caractéristiques biochimiques.....	20
III.4.2.1. Eau.....	21
III.4.2.2. Matière grasse (Les lipides).....	21
III.4.2.3. Protéines.....	21

III.4.2.4. Glucides (Lactose).....	23
III.4.2.5. Minéraux.....	24
III.4.2.6. Vitamines.....	25
III.4.2.7. Enzymes.....	25
III.4.2.8. Gaz dissous dans le lait.....	26
III.5. Composition microbiologique du lait de vache.....	26
III.5.1. La flore originelle.....	26
III.5.2. Flore de contamination.....	27
III.5.3. Levures et moisissures.....	27
III.6. Production du lait de vache en Algérie.....	27

Matériel et méthodes

I.1. Matériel.....	29
I.2. Echantillons du lait.....	29
I.3. Méthodes d'analyses.....	29
I.4. Analyses physicochimiques	30
I.4.1. Détermination de pH.....	30
I.4.2. Détermination l'acidité.....	30
I.4.3. Détermination de la densité	31
I.4.4. Détermination de la matière grasse.....	31
I.4.5. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)	31
I.5. Analyses biochimiques.....	32
I.5.1. Dosage des protéines.....	32
I.5.2. Dosage du lactose.....	32
I.6. Analyses microbiologiques.....	33
I.6.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.....	34
I.6.2. Recherche et dénombrement des indicateurs de contamination fécale.....	35
I.6.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	35
I.6.3. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	37
I.6.4. Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	38
I.6.5. Recherche des Salmonelles.....	41

Résultats et discussions

I.1. Introduction.....	42
------------------------	----

I.2. Analyses physicochimique du lait de vache et du lait de chamelle.....	42
I.2.1. pH.....	42
I.2.2. Acidité.....	43
I.2.3. Densité.....	44
I.2.4. Matière grasse.....	45
I.2.5. Extrait sec dégraissé.....	46
I.2.6. Protéines.....	47
I.2.7. Lactose.....	48
I.3. Analyses microbiologique du lait de vache et de lait de chamelle.....	49
Conclusion.....	51
Références bibliographiques.....	52
Annexes.....	61

Introduction

Introduction

Le lait est un aliment biologique doté d'une richesse exceptionnelle. Il est à la fois produit d'élevage, produit de transformation et de consommation offert sous des aspects extrêmement variés et diversifiés.

De tous les aliments, le lait est de loin l'aliment idéal et le plus complet seul, il peut couvrir tous les besoins de l'organisme durant les premiers mois de la vie car il contient principalement tous les éléments nécessaires à la croissance et au développement harmonieux de l'organisme humain (**Jeantet *et al.*, 2008**).

Le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments de base : des protéines de bonne qualité, des glucides, des lipides, des éléments minéraux et des vitamines (**Siboukeur, 2007**).

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes critères de composants : eau, protéines, lactose, matière grasse et matières minérales. Malgré cela les proportions spécifiques de ces composants se varient largement d'une espèce à l'autre (**Debouz *et al.*, 2014**).

Ainsi, lait de chamelle est un élément important pour le régime alimentaire humain dans de nombreuses régions du monde. Il contient tous les nutriments essentiels et sa composition est proche à celle du lait de vache (**Bedjaoui *et al.*, 2016**).

L'industrie laitière a donc mis en place, au niveau de la production, une politique qualité qui a permis, au cours des dernières années, d'acquérir une meilleure maîtrise des caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques du lait (**Pougheon, 2001**).

Les analyses physico-chimiques et biochimiques pratiquées sur des échantillons de laits de chammelles et de vaches saines ont concerné la mesure du pH, l'acidité, la densité, les extraits secs dégraissés, la matière grasse, les protéines totales, le lactose (**Ghislaine, 2018**).

De plus l'analyse microbiologique permet de déterminer la présence des microorganismes, leur nombre et leur pré-identification, facteurs qui révèlent du même coup l'origine du lait et les soins apportés à sa manipulation. Elle indique si l'animal producteur est en bon état de santé, si la traite a été faite dans des conditions hygiéniques et encore si le lait a été refroidi dès sa récolte. Tous ces renseignements sont de plus grand intérêt pour le consommateur (**Panisset, 1921**).

Le but de notre travail est de faire une étude comparative de la composition biochimique et des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques entre deux types de lait, le lait de vache et le lait de chamelle.

Recherche
Bibliographique

I. Généralités sur le lait

I.1. Définition du lait

Le lait est un élément vital d'une alimentation humaine saine dès la naissance. Il présente un produit très complexe, ainsi ; une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (Vignola, 2002).

I.2. Composition et caractéristiques physicochimiques du lait

I.2.1. Caractéristiques physicochimiques

I.2.1.1. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de $-0,530^{\circ}\text{C}$ à $4,575^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne à $-0,555^{\circ}\text{C}$. Un point de congélation supérieur à $-0,530^{\circ}\text{C}$ penne de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'un cryoscope (Vignola, 2002).

I.2.1.2. Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit $100,5^{\circ}\text{C}$. Cette propriété physique diminuant avec la pression, on applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (Vignola, 2002).

I.2.1.3. Acidité

Le pH du lait frais à 20°C varie entre 6,6 et 6,8. Plutôt proche de 6,6 immédiatement après la traite, il augmente légèrement dans les heures suivantes par diminution de la quantité du dioxyde de carbone dissout dans la phase aqueuse du lait (Lemens, 1983).

I.2.1.4. Densité

La densité du lait est également liée à sa richesse en matière sèche. Un lait pauvre en matière sèche aura une densité faible ; il faut cependant nuancer cette remarque car le lait contient de la matière grasse de densité inférieure à 1 ($0,93$ à 20°C) (AFNOR, 1980).

Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse a une densité qui diminue et, qu'à l'opposé, un lait écrémé a une densité élevée. L'appréciation précise de cette propriété se fait par la détermination de la masse volumique (**Bouvier, 1993**).

I.2.2. Composition chimique et biochimique

Le lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion (**Vignola, 2002**).

Tableau 01 : Composition moyenne du lait de différentes espèces animales (**Vignola, 2002**).

Animaux	Eau %	Matière grasse %	Protéine %	Glucide %	Minéraux %
Vache	87.5	3.7	3.2	4.6	0.8
Chèvre	87.0+	3.8	2.9	4.4	0.9
Brebis	81.5	7.4	5.3	4.8	1.0
Chamelle	87.6	5.4	3.0	3.3	0.7
Jument	88.9	1.9	2.5	6.2	0.5

I.2.2.1. Eau

L'eau est le constituant majeur du lait, elle contient en solution le lactose, les sels minéraux et des protéines solubles. Elle est également l'élément dispersant des micelles de caséines et des globules de matière grasse. De ce fait les interactions entre l'eau et les autres composants sont à la base même de la stabilité du produit (**Marcel, 2007**).

I.2.2.2. Matière grasse

Les lipides ou matière grasse sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras d'environ 1.5 à 20 microns de diamètre (**Bouvier, 1993**).

La matière grasse du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène (**Vignola, 2002**).

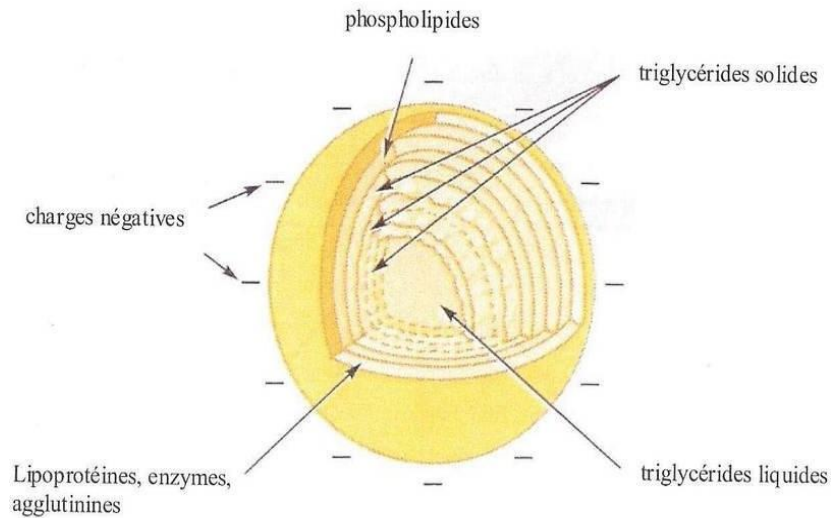


Figure 01 : Structure d'un globule de matière grasse (**Vignola, 2002**).

I.2.2.3. Vitamines

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine B, vitamine C) en quantités constantes, et d'autre part vitamines liposolubles (A, D, E, et K) en quantité variables dépendant de facteurs exogènes.

D'une manière générale, le lait ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques. Il existe des laits sur le marché à teneur garantie en vitamines. Ce sont surtout les vitamines A, B1, et B2, qui constitue la valeur nutritive du lait, leur consommation protège l'individu des syndromes de déficience vitaminique (**Jeantent et al., 2008**).

I.2.2.4. Minéraux

Les minéraux, entièrement apportés par notre alimentation, ont un rôle structural et fonctionnel. Ils sont souvent impliqués dans des mécanismes physiologiques (régulation nerveuse ou enzymatique, contraction musculaire, etc). Le lait apporte de nombreux minéraux. Les plus importants sont (le calcium, le phosphore, le potassium).

Le lait et les produits laitiers sont les principales sources alimentaires de calcium et phosphore, pour lesquels ils couvrent plus de moitié de nos besoins journaliers. Ce sont des éléments plastiques intervenant dans l'ossification, et leur apport est crucial pour les sujets jeunes et âgés (**Jeantent et al., 2008**).

I. 2.2.5. Protéines

Les protéines laitières représentent près de la moitié de la totalité des protéines animales consommées (**Jeantent *et al.*, 2008**) et est le constituant le plus précieux du lait. Il détermine dans une large mesure le prix du lait, sa valeur nutritive (**Ruud, 2014**).

Les protéines du lait se répartissent en deux grands groupes de protéines dans le lait : les caséines et les protéines du lactosérum.

A. Caséines

La caséine est l'une des trois structures complexes biomoléculaires du lait, la caséine se regroupe sous forme sphérique appelée micelle constituée de 92 % de protéines et de 8% de minéraux (**Jeantent *et al.*, 2008**).

La fonction principale de la micelle est de diluer les molécules de caséine et de dissoudre des niveaux relativement élevés de calcium et de phosphate (**Jeantent *et al.*, 2008**).

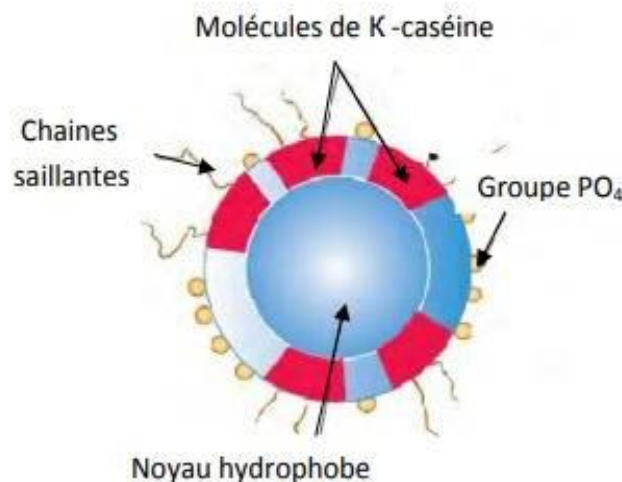


Figure 02 : Structure d'une sub-micelle caséique (**Bylund, 1995**).

B. Protéine de sérum

Les protéines de lactosérum ont une valeur nutritive majeure en nutrition humaine, car elles sont riches en acides aminés essentiels.

Les protéines de sérum représentent 20% des protéines totale. Les deux principales sont la β -lactoglobuline et L' α -lactalbumine, les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, le sérum albumine, et la lactoferrine. En plus, différents enzymes sont présents dans le sérum (**Vignola, 2002**).

I.3. Microbiologie du lait

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. Il contient des graisses, du lactose des protéines et des sels minéraux et des vitamines et 87% d'eau, son pH voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les microorganismes et les enzymes, sa richesse et sa fragilité font du lait un milieu idéal aux nombreux microorganismes comme les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent rapidement (**Guiraud et al., 1980**).

I.3.1. Flore microbienne du lait

On répartit le micro-organisme du lait selon leur importance, en deux grandes classes : flore indigène ou originelle et la flore de contamination.

I.3.1.1. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes /ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques, lactobacilles (**Guiraud, 2003**).

Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (*Streptocoques pyogènes*, *Carnobactéries pyogènes*, et des *staphylocoques*) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale *Salmonella*, *Brucella*, et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, *Mycobactérie*, *Bacillus anthracis* et quelque virus (**Guiraud, 2003**).

I.3.1.2. Flore de contamination

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers :

- Fèces et téguments de l'animal : *Coliformes*, *Entérocoques*, *Clostridium*, *Salmonella*.
- Sol : *Streptomyces*, *Listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques.
- L'air et l'eau : Flores diverses, bactéries sporulés (**Guiraud, 2003**).

I.3.2. Levures et moisissures

Pour les levures et moisissures, elles se manifestent dans le fromage et peu dans le lait. Ainsi, *Mucor* est responsable de l'accident dit " poil de chat " principalement en fromage à pâte molle (Camembert), se caractérisant par un défaut d'aspect des fromages, et par l'apparition de mauvais goûts. On rencontre aussi des levures nuisibles responsables de

certaines dégradations détectées par des odeurs d'alcool, par un gonflement des emballages et du fromage dû à la production de gaz et par le limonage. Ces dégradations entraineront une perte de rendement (**Vignola, 2002**).

II. Lait de chamelle

II.1. Définition

Le lait de chamelle est connu en Asie et en Afrique depuis 5000 ans pour ses bienfaits pour la santé humaine. Le lait de chamelle est utilisé en médecine depuis des siècles par les gens (AL-Ayadhi *et al.*, 2017).

Des études de recherche à travers le monde ont confirmé que le lait de chamelle a une meilleure valeur nutritionnelle, comme il présente de nombreuses propriétés uniques et étonnantes pour la santé par rapport au lait de vache (AL-Ayadhi *et al.*, 2017).

Le lait de chamelle est considéré comme un aliment complet et peut être consommé exclusivement tout en répondant à tous les besoins nutritionnels (AL-Ayadhi *et al.*, 2017).

Le lait de chamelle est consommé dans le cadre de la tradition musulmane dans la péninsule arabique depuis des siècles et sert de source de nutrition. En raison de ses avantages nutritionnels, le lait de chamelle peut être une source importante de prévention de la malnutrition (Khatoon *et al.*, 2017).

II.2. Critères organoleptiques

- **Couleur** : Le lait de chamelle est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en bêta-carotène (Tache kula *et al.*, 2016).
- **Aspects** : légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physicochimiques varient sensiblement selon les espèces animales et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, de la traite ou de l'allaitement et aussi la physiologie des pâturages et de la disponibilité de l'eau (Ouadghiri *et al.*, 2009).
- **Goût** : le lait de chamelle diffère selon l'alimentation des animaux et la disponibilité en eau. L'ingestion de fourrages comme la luzerne, donne un goût sucré, certaines plantes halophytes le rendent salé (Farah, 1992).

II.3. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chamelle

II.3.1. Caractéristiques physiques

Le pH du lait camelin frais se situe entre 6.0 et 6.7 (AL-Haj *et al.*, 2010). Le lait de dromadaire a une acidité Dornic plus faible que les autres espèces (Medjour, 2014). Son acidité moyenne en degré Dornic est 14.66°D (Medjour, 2014 ; Ghennam *et al.*, 2007). La

densité moyenne de lait de chamelle est de 1.029 g/cm^3 . Il est moins visqueux que le lait de vache (AL-haj *et al.*, 2010).

II.3.2. Caractéristiques chimiques

II.3.2.1. Protéines

Les protéines de lait sont un groupe hétérogène de composés dont la composition et les propriétés diffèrent. Le lait de chamelle contient deux groupes principaux de protéines ; les caséines et les protéines de lactosérum (Tache kula *et al.*, 2016).

A. Caséine

Les caséines représentent la fraction protéique la plus abondante dans le lait camelin. Leur composition en acide aminés est similaire à celle de leurs homologues bovins. La fraction caséinique du lait de chamelle a été caractérisée, ainsi des homologues aux caséines α_s1 , α_s2 , β et K bovines ont été isolés et purifiés comme le tableau (2) indique (Farah, 1993).

Tableau 02 : Caséines de lait de chamelle (Farah, 1993).

Caséine	Moléculaire mass, Da
α_{s1} -CN	35 000
α_{s2} -CN	25 000
β -CN	27 00

B. Protéines de lactosérum

Les protéines de lactosérum sont la deuxième composante principale des protéines du lait camelin, elles constituent 20 à 25% des protéines totales. La teneur en protéines lactosériques dans le lait de chamelle se fluctue entre 0,9 à 1,0 % de la composition globale du lait et elle est plus importante que celle du lait de vache, avec 0,7-0,8 % (Kappeler *et al.*, 1998).

Près de 90% des protéines de lactosérum sont constituées de : l' α -Lactalbumine, les immunoglobulines, la Lactoferrine et le sérum albumine, le reste étant des protéines mineures telles que les protéines de reconnaissance du peptidoglycane, la Lactoferrine, le Lysozyme, les Protéoseptones, la Lactoperoxydase (AL-Alawi *et al.*, 2008).

II.3.2.2. Minéraux

La quantité totale des minéraux varie de 0,60 à 1,05 % dans le lait de chamelle. Bien que les sels représentent dans la plupart du temps moins de 1% du lait, ils influent sur l'état physique et la stabilité des protéines du lait, en particulier le complexe phosphocaséinates.

Il y a des fluctuations importantes du niveau de minéraux en raison des différences d'alimentation, de race et de consommation d'eau (**Farah et al., 2004**).

Le lait de chamelle est une source riche de divers minéraux comme (phosphates, chlorures et citrates) ou de métaux divers (sodium, potassium, magnésium, calcium, fer, cuivre, zinc...etc.) (**Tache kula et al., 2016**).

II.3.2.3. Vitamines

Le lait de chamelle contient des vitamines telles que D, E, A, C et les vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B4, B6, B5, B9 et B12), et est riche en vitamine C. Il a été révélé que le lait de chamelle contenait trois à cinq fois plus de vitamine C que le lait bovin (**Sawaya et al., 1984**).

La disponibilité d'une quantité relativement plus élevée de vitamine C dans le lait de chamelle est d'une importance significative du point de vue nutritionnel car elle exerce une puissante activité antioxydante (**Tache kula et al., 2016**).

II.3.2.4. Matière grasse

La matière grasse est considérée comme une source d'énergie. Elle agit comme un solvant pour les vitamines liposolubles et fournit des acides gras essentiels. Dans le lait de chamelle, la matière grasse, qui représente environ 3,6% de la composition est dispersée sous forme de globules, enveloppée dans une membrane (Figure 03, 04) (**Karray et al., 2005**) et (**Farah et al., 2004**).

La matière grasse du lait est principalement composée de triacylglycérols à large variété de composition en acides gras, la composition de la matière grasse du lait de chamelle varie en fonction des pays où vivent les chameaux. La composition est influencée par des facteurs environnementaux et physiologiques tels que le régime alimentaire, le stade de lactation et les différences génétiques au sein de l'espèce (**Karray et al., 2005**).

La fraction lipidique du lait de chamelle est caractérisée par une forte proportion d'acides gras à longue chaîne, qui pour 96,4% contre 85,3% pour le lait de vache. Il est

rapporté que le taux de cholestérol de graisse du lait de chamelle est plus élevée par rapport au taux de cholestérol de graisse de lait du vache (**Seher et al., 2013**).

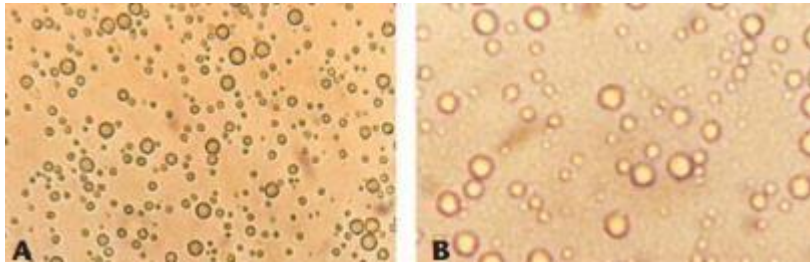


Figure 03 : Globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait bovin (B) observée au microscope (**Karray et al., 2005**).

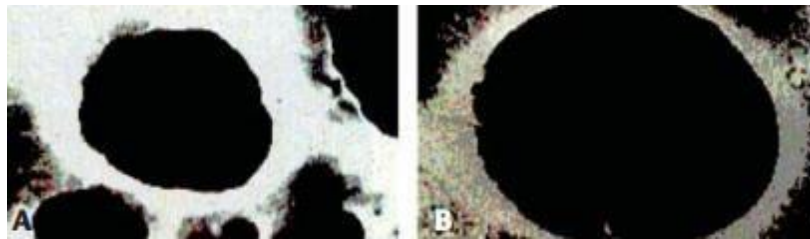


Figure 04 : Globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait bovin (B) observée au microscope électronique (**Karray et al., 2005**).

II.3.2.5. Lactose

Comme dans le lait bovin, le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin. Sa teneur (valeur maximale = 56 g/kg) varie légèrement avec la période de lactation. Le changement de concentration du lactose explique la variation de la saveur du lait de chamelle. Le lait de chamelle contient plus de lactose que le lait de bovin mature (**Farah, 1993**).

La déshydratation a entraîné une baisse du pourcentage de lactose dans le lait jusqu'à 2-9%. Ce changement de concentration de lactose explique que le lait soit décrit comme étant parfois sucré et parfois amer (**Farah, 1993**).

II.4. Qualité du lait de chamelle

II.4.1. Définition de la qualité

La « qualité » des aliments est liée aux besoins ou attentes des consommateurs. La norme **ISO 9000 : 2005** la définit comme : "l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences". Il existe trois approches du concept de « qualité » : Historiquement, la qualité est interprétée comme l'absence de défaut, de fraude et de falsification (**Gloanec et al., 2010**). Plus récemment, la qualité repose sur des propriétés attendues par les consommateurs (par exemple des caractéristiques organoleptiques, sensorielles, nutritionnelles et valeur d'usage) (**Gloanec et al., 2010**).

La qualité désigne des caractéristiques recherchées susceptibles de donner droit à une plus-value, comme les modes de production (agriculture biologique...), les zones de production (territoire d'origine...) et les traditions dont elles sont porteuses (**Gloanec et al., 2010**).

II.4.2. Composantes de la qualité

Les produits doivent répondre à des exigences assurant la qualité commerciale. Pour être commercialisé, le produit alimentaire doit être conforme aux différents critères de la qualité :

- **Hygiénique** : absence de composés toxiques ou de microorganismes susceptibles de nuire à la santé du consommateur.
- **Organoleptique** : apparence (forme, couleur), flaveur (arôme, saveur), texture (consistance, résistance).

Pour ces trois critères, il convient de prendre en compte la stabilité du produit, imposant des conditions de stockage pour une bonne conservation.

- **Financier** : le coût s'oppose souvent aux autres critères, il s'agit donc d'optimiser le rapport coût – qualité.
- **Technologique** : ce critère prend en compte de nouveaux procédés qui doivent être bien maîtrisés pour permettre d'assurer la qualité (**Bonnefoy et al., 2003**).

II.4.3. Qualité microbiologique de lait

La qualité des matières premières et des aliments est définie par les contraintes des transformateurs, les attentes des consommateurs et les exigences réglementaires (**Jeanet et al., 2006**).

L'analyse microbiologique permet de déterminer la présence des microorganismes, leur nombre et leur pré-identification, facteurs qui révèlent du même coup l'origine du lait et les soins apportés à sa manipulation. Elle indique si l'animal producteur est en bon état de santé, si la traite a été faite dans des conditions hygiéniques et encore si le lait a été refroidi dès sa récolte. Tous ces renseignements sont du plus grand intérêt pour, le consommateur.

Un produit est capable de se conserver dans de bonnes conditions. Les constantes du lait (les constituants physicochimiques), et biochimiques ne doivent plus être considérées comme des indices suffisants de sa qualité ; il est de toute nécessité de pouvoir, inscrire en face, le résultat des épreuves microbiologiques (**Mosbah et al., 2017**).

II.4.4. Qualité physicochimique du lait de chamelle

Le produit doit être exempt d'objets durs ou pointus de plus de 7 mm de long et de 2 mm de large. Le produit, générique ou autre, doit satisfaire aux exigences physiques spécifiées et chimiques des normes (**Mosbah et al., 2017**).

II.5. Production laitière cameline

II.5.1. Dans le monde

Avant d'évoquer les performances individuelles, on peut situer la production laitière cameline dans l'ensemble de la production mondiale. On estime que 85% du lait produit et commercialisé à travers le monde provient de la vache. La femelle du dromadaire occupe une place minime (quelques pourcentages), loin derrière la bufflonne ou même la chèvre et la brebis. Avec un cheptel camelin 70 fois moins important que le cheptel bovin, un tel décalage est justifié (**Faye, 2004**).

D'après les statistiques officielles éditées par la **FAO**, la production mondiale de lait de dromadaires et chameaux (la distinction n'est pas faite) se montait en 2002 à 1 283 672 tonnes de lait (**Faye, 2004**).

II.5.2. En Algérie

En Algérie, et en général, les camelins ne sont pas considérés comme producteurs de lait. L'excédent de la traite de lait n'est utilisé que pour l'autoconsommation, et cela après que le chamelon ait tété sa mère. Une chamelle ne se laisse traire que si son petit est à ses côtés. La production de lait entre, pour la majeure partie, dans l'alimentation des bergers isolés dans les parcours et des nomades. La production laitière des chameaux varie d'une région à l'autre, en fonction de la race, de l'individu, de l'alimentation, etc. Les estimations faites par quelques

auteurs, nous donnent des valeurs allant de 0,5 à 10 kg/jour, avec des durées de lactation de 12 à 18 mois, comme le montre le tableau (3) (Chehema, 2003).

Tableau 03 : Quantités de lait produites par les chèvres en Algérie (Chehema, 2003).

Population /zones	Production moyenne (kg)	Durée moyenne de lactation (moi)
Globalement	4-5	-
Globalement	4-10	-
Population Sahraoui	2-4	12-16
Population Sahraoui	4-11	12-16
Dromadaire Sahraoui	0.5-5	21-16
Population Sahraoui	3-5	12-14
Population Targui	3-4	-
Population Sahraoui	2-8	12
Population Targui	2-5	-

II.6. Facteurs de variation de la production laitière cameline

Les facteurs de variation de la production du lait camelin sont bien sûr les mêmes que pour les autres espèces et on dispose sur ces aspects de quelques éléments d'analyse (génétique, qualité et quantité de l'alimentation disponible, conditions climatiques, fréquence de la traite, stade de lactation, état sanitaire) (Faye, 2004).

II.6.1. Facteurs intrinsèques

II.6.1.1. Facteurs génétiques liée à la race

Il existe des variations importantes de la composition du lait entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race. D'une manière générale, on remarque que les fortes productrices donnent un lait plus pauvre en matières azotées et en matière grasse (Benhedane, 2012).

La génétique constitue un facteur primordial et déterminant pour l'expression du potentiel de production des chèvres.

En Inde, des comparaisons issues des différentes races qui ont des productions intermédiaires entre celles des races parentales (**Saidou, 2004**).

II.6.1.2. Stade de lactation

Le stade de lactation présente un facteur qui influe la production et la composition chimique du lait. Les teneurs du lait en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité du lait produite. Elles sont élevées au début de lactation, elles diminuent jusqu'à un minimum durant les 2^{ème} mois de lactation. Les taux s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation (**Coulon *et al.*, 1991**).

II.6.2. Facteurs extrinsèques

II.6.2.1. Alimentation

Comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant. En effet, selon plusieurs auteurs l'amélioration des conditions alimentaires (régimes riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou) prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produite jusqu'à atteindre parfois le double. Par ailleurs, la disponibilité ou non de l'eau n'influence presque pas cette production qui n'est que faiblement diminuée en période de sécheresse. Une privation d'eau de 7 jours reste sans effet sur le niveau de production du lait (**Ghislaine *et al.*, 2018**).

II.6.2.2. Facteurs climatiques et saisonnières

La variabilité saisonnière du disponible fourrager, associée aux facteurs strictement climatiques (chaleur, aridité), joue évidemment sur les performances laitières de la chamelle. La différence selon la saison de mise bas des jeunes (élément essentiel pour déclencher la production) peut jouer sur plus de 50% de la production : les performances laitières sont plus faibles en fin de saison sèche qu'en saison des pluies (**Faye, 2004**).

La privation d'eau n'affecte pas la production laitière sur le plan quantitatif, on a pu en effet montrer qu'après 10 jours de déshydratation, suivis d'un abreuvement à volonté pendant

une heure, puis suivis à nouveau de 10 jours de privation d'eau, la chamelle maintenait la quantité de lait produite (**Faye, 2004**).

II.6.2.3. Conditions de traite

Les changements de composition du lait au cours d'une traite sont bien décrits dans les publications scientifiques. La teneur en β -hydroxybutyrate (BHB), du comptage cellulaire somatique (SCC) et matière grasse augmentent au cours de la traite tandis que la teneur en acétone, urée, protéine et lactose diminuent (de 4,8% en début de traite à 4,5% en fin de traite pour le lactose (**Fayolle, 2015**)).

Généralement les animaux sont traités de deux à quatre fois par jour, parfois jusqu'à six à sept fois. Le passage de deux à quatre traites accroît la production de 1 à 1,5 kg de lait par jour (**Ramet, 1993**).

III. Lait de vache

III.1. Définition légale du lait

Le lait de vache est défini comme étant la sécrétion des glandes mammaires de la vache destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (**Vignola, 2002**).

III.2. Composition du lait de vache

Le lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion (**Christoph, 2018**).

Une solution vraie est un mélange de substances liquides ou solides solubilisées, appelées solutés, dans un solvant liquide. Le tableau (04) montre la dimension approximative et l'état physicochimique de chacun des principaux constituants solides du lait (**Christoph, 2018**).

Une suspension colloïdale est un mélange constitué d'une phase dispersée non solubilisée, présente sous forme de très fines particules solides dans une phase dispersante liquide (S/L). Lorsque les particules ont une forte affinité pour la phase aqueuse, il s'agit d'une solution colloïdale (**Vignola, 2002**).

Une émulsion consiste en un mélange d'une phase dispersée liquide non solubilisée, présente sous forme de très fines gouttelettes, dans une phase dispersante liquide. Il existe deux types d'émulsion : L'émulsion huile dans eau (H/E), et l'émulsion eau dans huile (E/H). La matière grasse et l'eau du lait forment une émulsion H/E, tandis que l'eau et la matière grasse du beurre forment une émulsion E/H. Le tableau (04) montre la dimension approximative et l'état physicochimique de chacun (**Vignola, 2002**).

Tableau 04 : Etat physicochimique des principaux constituants du lait de vache (Christoph, 2018).

Constituants	Dimension (μm)	Emulsion	Solution colloïdale	Suspension colloïdale	Solution vraie
Matière grasse	0,1 à 20	X			
Micelles de caséïnes	0,03 à 0,3			X	
Protéïnes du sérum	10^{-2} à 10^{-3}		X		
Glucides	10^{-9} à 10^{-10}				x
Minéraux	10^{-3} à 10^{-4}				x

III.3. Caractéristiques organoleptiques du lait

Les caractéristiques organoleptiques du lait englobent la couleur, la flaveur, la saveur et l'odeur.

- **Couleur**

La réflexion de la lumière sur les particules opaques en suspension (micelles de caséïne, globules gras, calcium, phosphate et citrate) produit la couleur blanche du lait. Le degré de blancheur varie avec le nombre et la taille des particules en suspension (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

- **Flaveur**

Normalement, le lait a une flaveur douce, agréable et légèrement sucrée. La production agricole moderne et les méthodes de refroidissement ont largement contribué aux efforts visant à préserver la saveur naturelle du lait.

Cependant, ce refroidissement efficace a donné lieu à des problèmes causés par des bactéries psychotropes qui peuvent hydrolyser certains composants du lait (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

- **Odeur**

L'odorat du lait est caractéristique du fait de la matière grasse qu'il contient qui fixe l'ensemble des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur) et à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) (**Mohammed, 2017**).

- Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est par parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (Mohammed, 2017).

III.4. Caractéristiques physicochimiques et biochimiques du lait de vache

III.4.1. Caractéristiques physicochimiques

Les propriétés physiques du lait incluent la densité absolue, la viscosité, la chaleur et la tension superficielle. Ils sont repris au tableau (05) (Ramet, 1993).

Tableau 05 : Propriétés physiques du lait de vache (Ramet, 1993).

Constantes	Moyennes	Valeurs Extrêmes
Kcal / litre	701	587-876
Densité du lait entier à 20°C	1,031	1,028-1,033
Densité de la matière grasse	-	0,94-0,96
pH à 20°C	6,6	6,6-6,8
Acidité titrable (°Dornic) ^a	16	15-17
Point de congélation (°C)	-	-0,520-0,550
Chaleur spécifique du lait entier à 15°C	0.940	-
Tension superficielle du lait entier à 15°C (dynes / cm)	50	47 – 53
Viscosité du lait entier à 25°C (centipoises)	9,8	1,6 – 2,1
Conductivité électrique à 25°C (siemens) ^b	45 x 10 ⁻⁴	40 – 50 x 10 ⁻⁴
Point d'ébullition (°C)	-	100,17 – 100,15
Potentiel d'oxydoréduction	0.25V	+ 0,20 - + 30
Point de fusion des graisses (°C)	36	26 - 42

a : 1°D = 0,1gr d'acide lactique / Litre b : autrefois mhos

III.4.2. Caractéristiques biochimiques

La composition chimique du lait de vache est représentée dans le tableau (06) (Vignola, 2002), elle fait apparaître les grandes catégories de constituants du lait : eau, lactose, matière grasse, les protéines et les constituants salins (Sandra *et al.*, 2001).

Tableau 06 : Composition chimique du lait de vache (Sandra *et al.*, 2001).

Constituants majeurs	Variation limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau*	85,5 – 89,5	87,5
Matière grasse*	2,4 – 5,5	3,7
Protéines*	2,9 – 5,0	3,2
Glucides*	3,6 – 5,5	4,6
Glucides*	0,7 – 0,9	0,8
Constituants mineurs : enzymes*, vitamines*, cellules diverses et gaz		

* : On trouvera la composition détaillée de ces constituants dans les sections qui les concernent.

III.4.2.1. Eau

L'eau représente environ 81 à 87% du volume du lait, et il se trouve sous deux formes : l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée (4 %) à la matière sèche (Ramet, 1993).

L'eau libre par sa mobilité est très réactive, elle autorise l'état de solution du lactose et d'une partie des minéraux et rend le milieu très favorable au développement des microorganismes. L'eau liée est fortement associée aux protéines, à la membrane des globules gras et à certains sels minéraux ; elle n'est pas affectée par les procédés classiques de transformation et n'intervient pas dans les réactions chimiques, physiques et enzymatiques (Ramet, 1993).

III.4.2.2. Matière grasse (Les lipides)

Dans le lait de vache, la matière grasse se présente sous la forme d'une émulsion de type (huile dans eau) ou chaque gouttelette (globule) de matière grasse est dispersée dans le sérum (Christophe, 2018).

Sa composition et sa structure ne sont pas homogènes : une fraction majeure localisée à l'intérieur du globule gras est constituée par les lipides simples représentés par les glycérides et les stérides; la fraction mineure correspond à des lipides complexes de type lécithines, elle est située à l'interface du globule avec la phase aqueuse et fait partie intégrante de la membrane globulaire, elle joue un rôle important dans la stabilité de la phase grasse en la maintenant à l'état d'émulsion (Ramet, 1993).

III.4.2.3. Protéines

Les matières protéiques du lait sont représentées principalement par la caséine qui est la protéine caractéristique du lait (Ramet, 1993).

Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait. On les classe en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité : d'une part,

les différentes caséines qui sont en suspension colloïdale, qui se regroupent sous forme de micelles et qui précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6 ; d'autre part les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur. La figure (05) donne la proportion des différentes protéines du lait (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

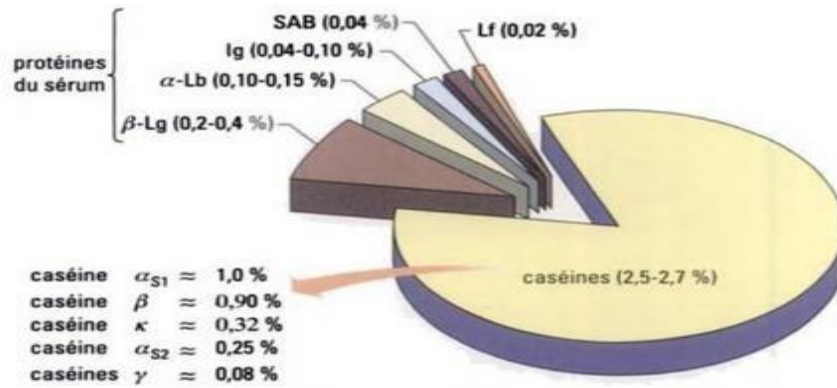


Figure 05 : Pourcentage des différentes protéines du lait de vache (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

- **Caséines**

La caséine représente 80% des protéines totales du lait de vache et constitue ainsi la classe de protéines du lait la plus abondante. Les caséines sont la classe des phosphoprotéines dont les propriétés diffèrent considérablement de la plupart des autres protéines, elles sont hydrophobes, ont une charge relativement élevée et contiennent beaucoup de proline et seulement quelques résidus de cystéine (**Adnan, 2009**) le tableau (07) présente les principales caractéristiques de la caséine du lait (**Christophe, 2018**).

Tableau 07 : Principales caractéristiques des caséines du lait (**Christophe, 2018**).

Type de caséine	PM (kDa)	Nombre d'acides aminés	Groupements phosphorylés	Présence de résidu glucidique	Sensibilité au calcium
Caséine α_{s1}	23,6	199	8-9	-	++
Caséine α_{s2}	25,2	207	10-13	-	+++
Caséine β	24,0	209	5	-	+
Caséine κ	19,0	169	1-2	+	-

L'élucidation de la structure tridimensionnelle permet d'affirmer que les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

Les micelles de caséine sont constituées de 92% de protéines et 8% de minéraux. De point de vue structural ; il semble clair que les micelles sont formées de sous-micelles reliées ensemble par des ponts phosphate de calcium. Les sous-micelles périphériques sont plus hydrophiles et contiennent une plus grande proportion de κ -caséine (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**). La figure (06) schématise clairement la structure micellaire et sous-micellaire (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

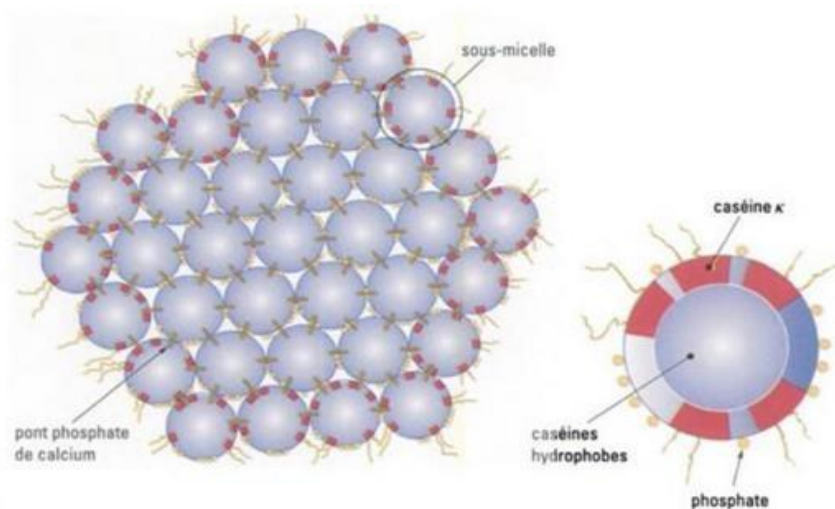


Figure 06 : Micelle et sous-micelle de caséine (Fondation de technologie laitière du Québec, 1985)

- **Les protéines du sérum**

Les protéines du sérum représentent environ 20% des protéines totales. Les deux principales sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine, les autres protéines étant les immunoglobulines, la sérulalbumine bovine, la lactoferrine ainsi que protéoses peptones et différentes enzymes.

Contrairement aux caséines, les protéines du lactosérum ne coagulent pas en présence de présure ou à la suite de l'acidification du lait (**Christophe, 2018**).

III.4.2.4. Glucides (Lactose)

Le lactose est le glucide ou l'hydrate de carbone le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux. (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**). Il présente un disaccharide constitué de D-galactose et D-glucose reliés par une liaison

osidique β (1-4) (β -D-galactopyranosyl (1-4) D-glucopyranose (α ou β) Figure (07)
(Croguennec et al., 2008).

Bien que le lait contienne beaucoup de lactose (46g/L) ; son gout sucré est peu prononcé. La cause est le pouvoir sucrant du lactose environ quatre fois plus faible que celui du saccharose (100 pour le saccharose, 22 pour le lactose). Le pouvoir sucrant augmente si le lactose subit une hydrolyse puisque le D-glucose et le D-galactose ont un pouvoir sucrant respectif de (69 et 63 g/L) (Christophe, 2018).

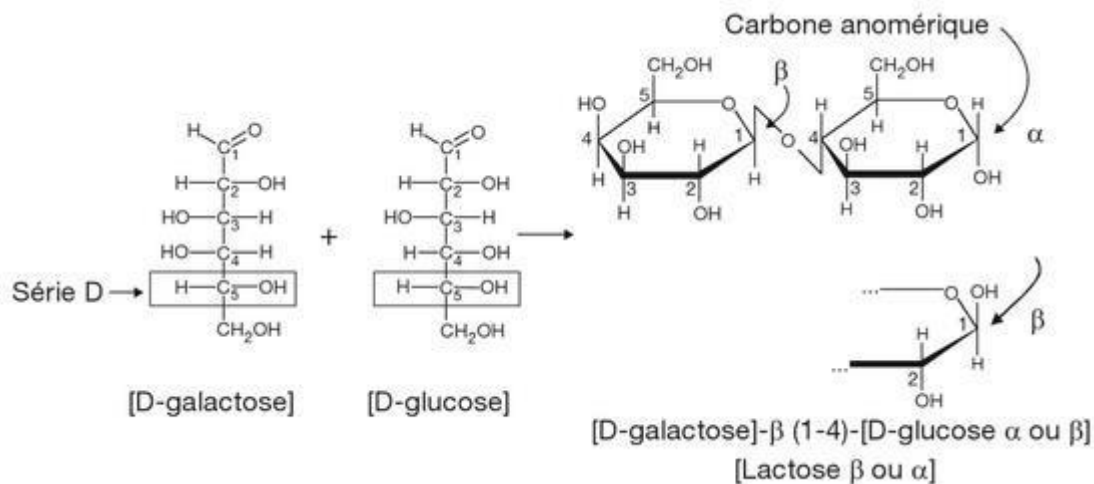


Figure 07 : Structure chimique du lactose (Christophe, 2018).

III.4.2.5. Minéraux

Ils sont représentés principalement par les phosphates, par les citrates, par les chlorures. Dans le lait, toutes les matières minérales ne sont pas en solution, une partie d'entre elles est associée aux protéines. Ces deux formes sont dans un état d'équilibre qui contribue à la stabilisation des micelles de caséine ; il peut être modifié sous l'influence de divers facteurs tels que la température, l'acidification (Ramet, 1993). Le tableau (08) présente la composition du lait de vache en minéraux (Fondation de technologie laitière du Québec, 1985).

Les deux minéraux les plus importants sont le calcium et le phosphore, car ce sont les principaux minéraux responsables de la structure et de la stabilité des micelles de caséine (Christophe, 2018).

Tableau 08 : La composition du lait en minéraux (Christophe, 2018).

Minéraux	Teneur (mg/kg)	Minéraux	Teneur (mg/kg)
Sodium (Na)	445	Calcium (Ca)	1180
Magnésium (Mg)	551	Fer (Fe)	0,50
Phosphore (P)	896	Cuivre (Cu)	0,10
Chlore (Cl)	958	Zinc (Zn)	3,80
Potassium (K)	1500	Iode (I)	0,28

III.4.2.6. Vitamines

Toutes les vitamines connues (liposolubles et hydrosolubles) sont présentes dans le lait, certaines de celle-ci, notamment la riboflavine et la vitamine B₁₂, s'y trouvent en quantité appréciable (Christophe, 2018).

III.4.2.7. Enzymes

Le lait de vache contient trois principaux groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température. Tableau (09) résume les principales classes enzymes du lait ainsi que leur pH et leur température d'activité maximale (Fondation de technologie laitière du Québec, 1985).

Tableau 09 : Les principales classes d'enzymes du lait de vache (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

Activité maximale				
Groupes d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	Substrats
Hydrolases	Estérases Lipases	8,5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4,0-5,2	37	Esters phosphoriques
	Protéases Lysozyme	7,5	37	Patois cellulaires microbiennes
	Proline	8	37	Caséines
Déshydrogénases ou oxydases	Sulphydryle oxydase	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8,3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6,8	20	Composés réducteurs+H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

III.4.2.8. Gaz dissous dans le lait

Ils représentent environ 6% du volume du lait bovin. Ce sont surtout le dioxyde de carbone (87,8mg/L), l'azote (15,9mg/L) et le dioxygène (8mg/L) (**Laure et al., 2007**).

III.5. Composition microbiologique du lait de vache

Le lait bovin contient toujours un nombre variable de cellules ; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (**Ramet, 1993**).

III.5.1. La flore originelle

Chez un animal en bonne santé, au moment de la traite, le lait devrait contenir moins de 5000 bactéries par ml. Cette flore initiale est composée essentiellement des bactéries mésophiles, il s'agit de microcoques, mais aussi de streptocoques lactiques et lactobacilles (**Christophe, 2018**).

III.5.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore de contamination qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Fondation de technologie laitière du Québec, 1985**).

III.5.3. Levures et moisissures

Levures et moisissures sont des contaminants habituels du lait et des produits laitiers ; toutefois leur caractère fortement aérobique limite leurs proliférations aux interfaces des substrats avec l'atmosphère (**Ramet, 1993**).

III.6. Production du lait de vache en Algérie

En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quel que soit son revenu. Ainsi, pour 1990, on estime que le lait a compté pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, devançant largement la viande (22,4 %) et les œufs (12,1 %) (**Amellal, 1995**).

La production laitière collectée durant l'année 2012, était de 756 millions de litres, dont près de 160 millions de litre par les 14 filières du secteur laitier public. Près de 80% du lait collecté est valorisé sur les circuits de transformations du secteur privé au nombre de 139 unités, conventionnées avec l'ONIL dont une dizaine exploitant intégralement du lait cru et bénéficiant de la prime d'intégration de 6 DA/l. La production totale de lait en Algérie a atteint 2,92 milliards de litres en 2011 dont 73 % de lait de vache (figure 08) (**Mansour, 2015**). En 2009, la production a atteint 2,39 milliards de litres dont 73% de lait de vache, 16 % de lait de brebis, 9 % de lait de chèvre et 2 % de lait de chamelle. Selon les années, la production de lait de vaches participe à hauteur de 70 à 75 % dans la production nationale de lait. De plus l'essentiel du lait collecté est le lait de vache (**Mansour, 2015**).

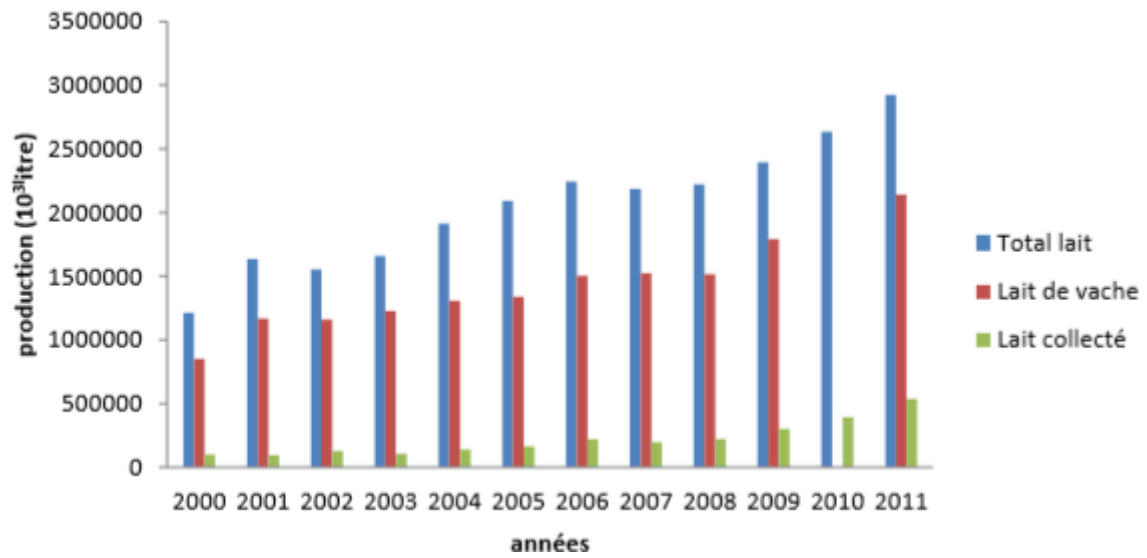


Figure 08 : Evolution de la production de lait, production de lait de vache, lait collecté (Mansour, 2015).

Matériels et méthodes

I. Matériels et méthodes

I.1 Matériels (Annexes)

I.2. Echantillons du lait

➤ Lait de chamelle

Les échantillons utilisés dans la présente étude proviennent de troupeaux de dromadaires sains, conduits selon un système d'élevage extensif.

➤ Lait de vache

Le lait de vache utilisé à titre comparatif est issu de traite du matin de vache. Il est recueilli proprement et transportés aussitôt au laboratoire où ils sont analysés.

I.3. Méthodes d'analyses

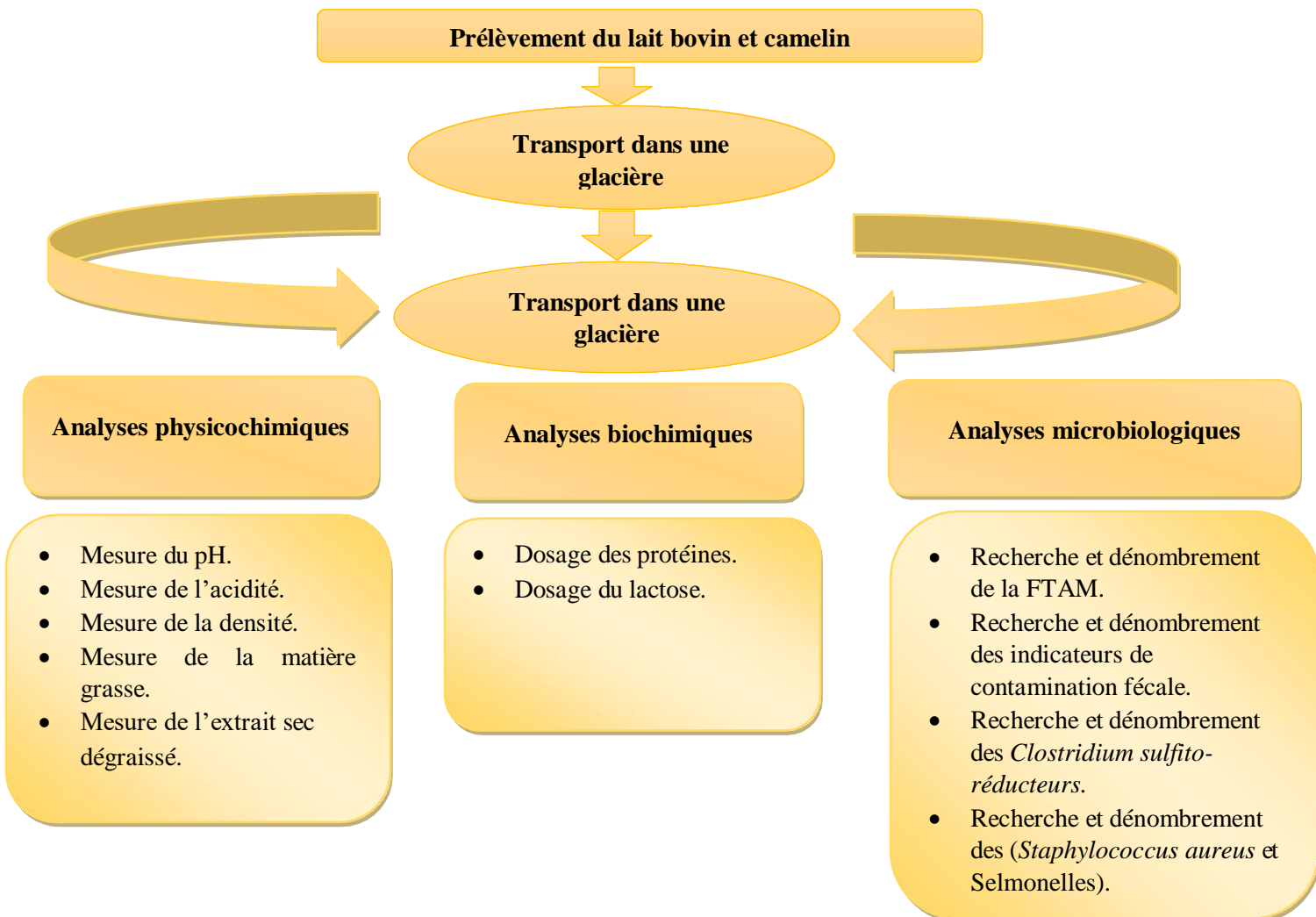


Figure 09 : Protocole expérimental suivi pour l'évaluation de la qualité physicochimique et biochimique et microbiologique des laits camelin et bovin

I.4. Analyses physicochimiques

I.4.1. Détermination de pH

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications quelle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (Mathieu, 1998). On détermine le pH à l'aide de pH-mètre.

L'électrode de référence pour la mesure de la concentration en ions H^+ (donc du pH) est l'électrode à l'hydrogène.

I.4.2. Détermination de l'acidité

Elle permet de juger l'état de conservation du lait et renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. L'acidité du lait peut être exprimée en degré Dornic (Siboukeur *et al.*, 2012). Celle-ci consiste en la mesure du volume de la solution de NaOH (N/9) nécessaire à la titration de l'acidité du lait, en présence de phénophtaléine (0.1N) comme indicateur.

➤ Mode opératoire

- Introduire dans un tube à essai 10 ml de lait avec une pipette de précision ;
- Ajouter 02 gouttes de phénolphtaléine à 1% ;
- Titrer avec une burette une solution de soude N/9 (soude Dornic) jusqu'à coloration rose ;
- Noter le nombre de ml versé.

La valeur de l'acidité du lait est obtenue par la formule suivante :

$$A = 10(V/V') \text{ (g/L)}$$

A : quantité d'acide lactique en (g/L) ;

V : volume de la solution de NaOH utilisé (ml) ;

V' : volume de l'échantillon (ml) ;

Pour obtenir l'acidité en degré Dornic ($^{\circ}D$), la valeur de A est multipliée par 10.

$1^{\circ}D = 0.1$ g d'acide lactique par litre de lait.

Le lait présente une acidité qui peut être titrée par la soude en présence de phénolphtaléine virant de l'incolore au rose.

I.4.3. Détermination de la densité

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre. Le principe consiste à plonger le densimètre dans une éprouvette de 250 ml rempli de lait à analyser. Lorsqu'il se stabilise, une lecture directe, nous donne le résultat.

- Si la détermination de la densité n'a pas été effectuée exactement à la température de 20 °C, le résultat doit être réajusté. La correction de la densité se fait comme suit :
- Si la $T > 20^{\circ}\text{C}$, Densité corrigé = densité lue + 0, 2 (température du lait-20)
- Si la $T < 20^{\circ}\text{C}$, Densité corrigé = densité lue - 0, 2 (température du lait-20)
- Si la $T = 20^{\circ}\text{C}$, Densité corrigé = densité lue (**Ghaoues, 2011**).

I.4.4. Détermination de la matière grasse

La détermination de la matière grasse peut se faire directement sur le lait par méthode acido-butyrométrique de Gerber. (**AFNOR, 1980**). Cette technique de dosage rapide, applicable au lait entier.

Les protéines du lait sont dissoutes par l'acide sulfurique, les matières grasses, résistantes à l'action de l'acide sulfurique concentré sont séparées par centrifugation, à chaud en présence d'alcool isoamylique, qui facilite la séparation. Les matières grasses, moins denses, se rassemblent en une couche claire et transparente.

➤ Mode opératoire

- On introduit dans le butyromètre de Gerber 10 ml d'acide sulfurique, puis on ajoute 11ml du lait à analyser à l'aide d'une pipette et 1 ml d'alcool isoamylique ;
- Boucher le butyromètre avec un bouchon de caoutchouc puis on mélange puis on centrifuge pendant 3minutes ;
- Faire sortir le butyromètre avec précaution ;
- Lire le résultat au niveau inférieur de la membrane graisseuse (**Ghislaine, 2018**).

I.4.5. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)

La teneur en matière sèche dégraissée est la masse exprimée en pourcentage pondéral du résidu obtenu après dessiccation diminuée de sa teneur en matière grasse.

La détermination se fait directement par la formule suivante :

$$\text{ESD} = \text{MS} - \text{MG}$$

ESD : extrait sec dégraissé

MS : matière sèche du produit

MG : matière grasse du produit (**Ghislaine, 2018**).

I.5. Analyses biochimiques

I.5.1. Dosage des protéines

La teneur en protéines est déterminée par la méthode de **Lowry (1957)**. Le dosage des protéines nécessite la préparation des solutions suivantes :

- . La solution **C** : Solution de cuivre alcaline, la solution **C** est un mélange de 50 ml de la solution **A** avec 1 ml de la solution **B**. il faut laisser réagir pendant quelque heure.
- . La solution **A** se compose de 2% de CuSO_4 dans NaOH (0.1N).
- . La solution **B** se compose 0, 32% et 1% de tartrate de sodium et de potassium (2 ml de la solution cuivrique avec 2ml de solution de tartrate).

La concentration protéique de nos échantillons est déterminée par l'intermédiaire d'une courbe d'étalonnage réalisée avec un étalon de BSA.

➤ **Mode opératoire**

On pèse un échantillon contenant de 80 à 100 mg de protéine puis on ajoute 5 ml de solution 7C. Après 10 min, on ajoute 0.5 ml du réactif de Folin. On laisse 30 min à l'obscurité puis on lit l'absorbance à 750 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (**Lowry et al., 1951**).

I.5.2. Dosage du lactose

La méthode utilisée pour le dosage du lactose du lait est celle à la liqueur de Fehling. C'est une méthode titrimétrique basée sur la réaction à chaud d'une solution de liqueur de Fehling. Cette solution renferme des ions Cu^{2+} (cuivre II), de couleur bleu en milieu basique.

A chaud et en présence d'une solution réductrice, la liqueur de Fehling donne un précipité rouge d'oxyde de cuivre (cuivre I).

Pour la réalisation de ce dosage, nous avons suivi les conditions expérimentales décrites dans le protocole de (**Bertrand, 1906**).

➤ **Mode opératoire**

Déféquer le lait :

- Mélanger du lait avec du noir de carbone animal ;
- Filtrer sur entonnoir et un papier filtre .placer le lait déféqué dans une burette ;
- Ajuster au zéro. verser dans un erlenmeyer (100ml) quelque bille de verre et 5 ml de Fehling (on peut éventuellement ajouter 10mL d'eau) ;
- Amener la liqueur de Fehling à ébullition à l'aide d'un bec électronique ou d'un agitateur magnétique chauffant ;
- Verser document, sans arrêter l'ébullition, la solution sucrée jusqu' à a disparition de la coloration bleue (sans apparition de la coloration jaune) ;
- Soit V le volume en ml versé.

Une fois la masse de cuivre connue, il nous faut utiliser les tables de Bertrand, qui donnent la relation entre la concentration de glucose et celle de précipité de cuivre formé.

I.6. Analyses microbiologiques

L'objectif assigné à cette partie du travail vise à évaluer la qualité microbiologique (dénombrement des bactéries lactiques et la flore pathogène) des échantillons du lait de vache et celui du lait de chamelle.

A. Préparation des suspensions de dilution

Les dilutions sont nécessaires car on doit prélever de très faibles volumes à cause de la charge bactérienne souvent très élevée, et permettent d'obtenir seulement les microorganismes dominants dans les dilutions les plus élevées.

La figure (10) explique les étapes de réalisation des dilutions décimales

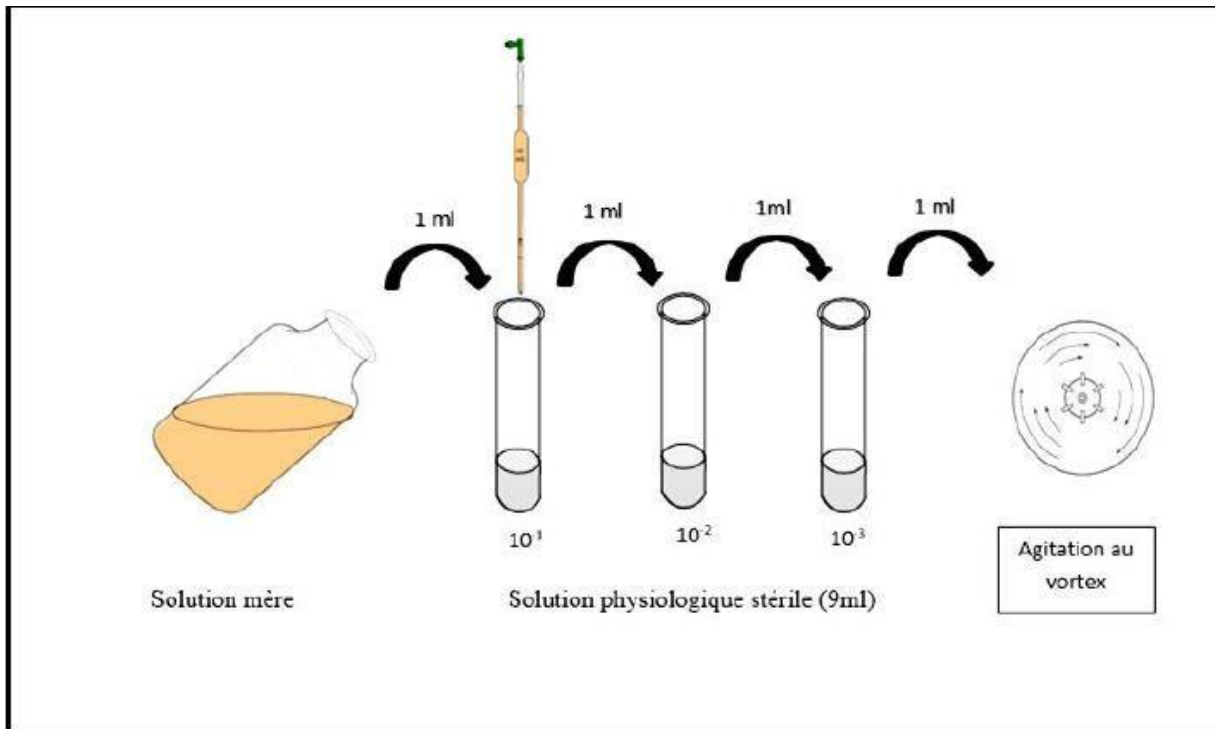


Figure 10 : Technique des dilutions décimales

B. Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en prenant en compte les facteurs suivant :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies ;
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.

Le dénombrement des colonies se réalise selon la formule suivante :

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

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

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

n1 : nombre de boîtes positives de la première dilution ;

n2 : nombre de boîtes positives de la deuxième dilution (**JORA, 2019**).

I.6.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobique mésophile totale

➤ Mode Opératoire :

- Préparer les boîtes de pétries stériles ;
- Ensemencer les boîtes par 1 ml de chaque dilution (10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3}) ;

- Ajouter la gélose PCA maintenue en surfusion à (45°C) ;
- Le mélange est homogénéisé par des mouvements circulaires ;
- Après solidification, les boîtes sont retournées puis incubées à 30°C pendant 72 h, l'opération est réalisée en double. (ISO, 2013).

➤ **Lecture**

Les colonies de germes aérobies mésophiles se présentent sous forme lenticulaire en masse.

I.6.2. Recherche et dénombrements des indicateurs de contamination fécale

I.6.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont des entérobactéries (bacilles Gram-, asporulés, glucose+, oxydase-nitrate réductase+, aérobies anaérobies facultatifs) qui fermentent le lactose avec production de gaz.

Ils sont dénombrés soit sur un milieu solide tel que le **VRBG** (Violet Cristal Rouge neutre Bile Glucosé), soit sur un milieu liquide le bouillon lactosé au vert brillant et à la bile (**BLBVB**).

➤ **Mode opératoire**

Recherche et dénombrement des coliformes sur milieu solide

- **Recherche et dénombrement de coliformes totaux**

A partir d'une dilution déterminée, porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vide et préparée à cet usage et numérotée. Couler ensuite le milieu VRBG. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient pour bien mélanger la gélose à l'inoculum. Laisser solidifier et incubé à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Recherche et dénombrement des coliformes fécaux**

Prélever 1 ml de la dilution choisie et introduire ce volume dans une boîte de pétri. Faire couler 10 ml environ de la gélose nutritive **EMB** (Eosine Méthyle bleu), puis mélanger lentement par mouvement circulaire. Les boîtes sont incubées à l'étuve, à 44°C, de 24 à 48 h.

➤ **Lecture**

Les coliformes totaux et fécaux apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge en milieu **VRBG** et vert en milieu **EMB**.

✓ **Antibiogramme**

C'est le test destiné à montrer la sensibilité d'une souche bactérienne à divers antibiotiques, la souche est déclarée sensible, intermédiaire ou résistante. En vue de sélectionner l'antibiotique le plus efficace pour lutter contre ce germe (**Boukhemis et al., 2015**).

➤ **Principe**

L'antibiogramme standard consiste à disposer des disques de papier buvard imprégnés de concentration déterminée d'antibiotiques à la surface d'un milieu gélosé. Dès l'application des disques, l'antibiotique diffuse à partir du disque de manière uniforme dans la gélose. Après incubation, les disques s'entourent de zones d'inhibition circulaires correspondant à une absence de culture (**Soude, 2005**).

➤ **Mode opératoire**

- **Milieu** : La gélose Mueller-Hinton fondue au bain-marie a été coulée en boîte Pétri en respectant une épaisseur d'environ 4mm.
- **Inoculum** : On prépare la suspension à partir d'une souche bactérienne de 18 heures. On prélève des colonies de la bactérie étudiée à l'aide d'un écouvillon ou d'une anse de platine qu'on introduit dans un tube contenant 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile.
- **Ensemencement** : à l'aide d'un écouvillon trempé dans la suspension, on ensemence par stries serrées toute la surface du milieu en 3 reprises en changeant d'angle à chaque fois (30°). Enfin on écouvillonne partout autour du bord de la surface de la gélose.
- **Application des disques d'antibiotiques** : on a déposé les disques à l'aide d'une pince bactériologique stérile. Il y a des précautions à respecter lors de l'application, les disques d'antibiotiques doivent être espacés de 24 mm, centre à centre. Une fois appliqué le disque ne doit pas être déplacé et finalement presser chaque disque d'antibiotique à l'aide de la pince pour s'assurer de son application.
- **Incubation** : les boîtes sont par la suite incubées à 37°C pendant 24 heures, couvercle en bas.

➤ **Lecture**

Après avoir retiré les boîtes de pétri de l'étuve, la zone entourant le disque où aucune croissance bactérienne n'est visible détermine la zone d'inhibition. Son diamètre est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse métallique et comparé aux diamètres critiques figurant dans les tables de lecture (Annexe 3). La souche est ainsi classée sensible (S), intermédiaire (I) ou résistante (R) à l'antibiotique, les souches I étant ensuite incluses dans la catégorie R. Des souches de référence, *Escherichia coli* ATCC 25922, ont servi pour le contrôle de la qualité de l'antibiogramme.

I.6.3. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*.

Leur présence dans les produits alimentaires laitiers est à l'origine des intoxications alimentaires.

➤ **Mode opératoire**

Les tubes contenant les dilutions 10^{-2} et 10^{-3} seront soumis :

- D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes ;
- Puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles de 16 mm de diamètre puis verser dans chaque tube :

- 5 gouttes de sulfite de sodium ;
- 3 gouttes d'alun de fer ;
- 3 gouttes d'alun de fer ;
- 5ml de produit à analyser ;
- Compléter avec la gélose viande foie et homogénéiser par un mouvement rotatif vertical ;
- Incuber à l'étuve à 37°C pendant 16h, 24h ou au plus tard 48heures.

➤ **Lecture**

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* apparaissent sous forme de colonies entourées d'un halo noir à partir des dilutions décimales

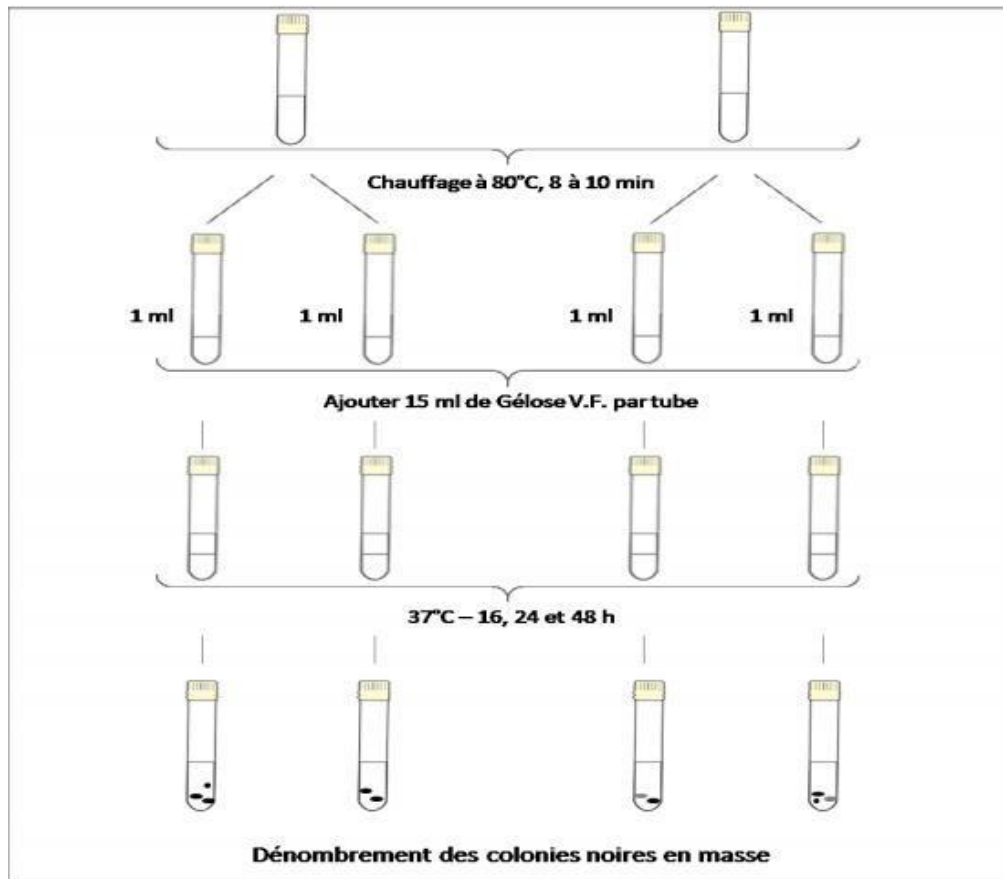


Figure 11 : Technique de dénombrement des *Clostridium-sulfite réducteurs*.

I.6.4. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

La contamination des produits laitiers par *staphylococcus aureus* est un enjeu économique et sanitaire pour l'ensemble des filières au lait cru. Ce germe provoque une toxoinfection alimentaire (Ndao, 1996).

➤ Mode opératoire

Transférer à l'aide d'une pipette stérile 0,1 ml de la dilution décimale (10^{-1} , 10^{-2}) à la surface d'une plaque de la gélose Chapman, coulée en boîtes de Pétri séchées. Les boîtes de Chapman seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24h à 48h.

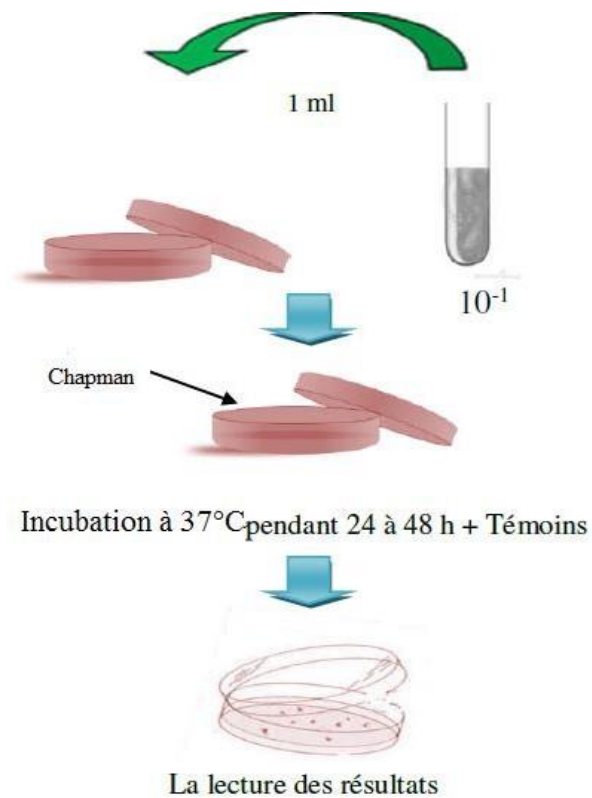


Figure 12 : Recherche des *Staphylococcus aureus*.

➤ Lecture

Les staphylocoques pathogènes forment des colonies luxuriantes, pigmentées, entourées d'une auréole jaune due à la fermentation du mannitol. Les staphylocoques non pathogènes forment en général de petites colonies rouges qui ne modifient pas la teinte du milieu

Les colonies caractéristiques pures feront l'objet de trois tests complémentaires à savoir une coloration de **Gram**, une recherche de l'enzyme catalase et une Staphylo-coagulase (**Biokar diagnostics**).

✓ Test catalase

La catalase est une enzyme qui dégrade l'eau oxygénée en eau et oxygène libre qui se dégage sous forme gazeuse selon la réaction suivante :



On dépose sur une lame propre et sèche une goutte d'eau oxygénée H_2O_2 à l'aide d'une pipette Pasteur on prélève une colonie et on la dissocie dans la goutte d'eau oxygénée (**Dryden et al., 1994**).

Si la bactérie possède la catalase, elle dégrade le peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène visible par la formation de bulles (1^{ère} STL, 2006).



Figure 13 : Test de Catalase.

✓ Test Coagulase

La propriété de *Staphylococcus aureus* de provoquer la coagulation d'un plasma recueilli sur anticoagulant est un critère important de son identification. Elle est due à la sécrétion d'une enzyme thermostable ; la staphylo-coagulase ou coagulase. La staphylo-coagulase agit en liaison avec la prothrombine et en absence de calcium.

Parmi les *Staphylococcus*, pratiquement seul *Staphylococcus aureus* la possède, certaines souches de *S. aureus* peuvent en être dépourvues (10 à 15 % en milieu hospitalier), la perte de la coagulase étant souvent reliée à un traitement antibiotique.

Dans l'organisme, l'action de la coagulase est à l'origine de microcaillots de fibrine à l'intérieur desquels les bactéries peuvent proliférer à l'abri des défenses de l'organisme. La recherche de la coagulase de *Staphylococcus* est compliquée par la présence d'un récepteur au fibrinogène provoquant l'agglutination de la souche placée dans un plasma oxalaté (on parle de coagulase liée) (Joffin *et al.*, 2001).

➤ Technique

Au laboratoire, la détection de la coagulase a été effectuée en mettant 0.5 ml de plasma humain héparine avec 0.5 ml de la suspension bactérienne à étudier dans un tube à hémolyse. On mélange bien le plasma avec l'inoculum puis on incube les tubes à 37°C ; la prise en masse du mélange est réalisée en 3 à 6 ou parfois en 24 heures ; la coagulation peut être suivie d'une dissolution du caillot par suite de l'action de la Staphylokinase (Prescott *et al.*, 2003).

I.6.5. Recherche des Salmonelles

La salmonellose se rencontre dans tous les pays, elle occupe la première place dans l'étiologie des toxi-infections alimentaires (**Prescott *et al.*, 2003**).

➤ Pré-enrichissement

On prélève 25 ml du lait cru qu'on introduit dans un flacon contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée. Le flacon est ensuite incubé à 37°C pendant 18 heures (**JORA, 2005**).

➤ Enrichissement

Après incubation 10 ml de la solution du pré-enrichissement est introduite dans un flacon Sélénite Cystéine. Cette opération est répétée deux fois, l'incubation se fait de la manière suivante :

- Le premier flacon de Sélénite sera incubé à 37°C pendant 24h.
- Le deuxième flacon de Sélénite sera incubé à 42°C pendant 24 h (**Bouzidi, 2016**).

➤ Ensemencement sur milieux sélectifs

Après incubation chaque flacon de Sélénite fera l'objet d'un isolement par étalement en surface sur deux milieux gélosés sélectifs différents à savoir :

- Le milieu gélosé Hektoen ;
- Le milieu gélosé *Salmonella-Shigella* (SS).

Après incubation à 37°C pendant 24 h, les Salmonelles se présenteront de la façon suivante :

- Colonies roses ou incolores apparaîtront avec ou sans un centre noir sur milieu *Salmonella-Shigella* (SS) ;
- Colonies le plus souvent gris bleu à centre noir apparaîtront sur gélose Hektoen. (**JORA, 2005**).

➤ Purification et identification

Après incubation quelques colonies isolées suspectes ont été reprises de manière aléatoire et introduites séparément dans le milieu liquide bouillon glucosé tamponné (BGT) pour la revivification des bactéries, on étuve les tubes à 37°C pendant 30 minutes. Après 30 minutes d'incubation, on prélève une goutte de chaque tube qu'on étale par stries sur le même milieu d'origine (SS). Les boîtes seront incubées à 37°C pendant 24 heures. L'identification des souches suspectes de *Salmonella* se réalisera par la galerie API20E (**Bouzidi, 2016**).

Résultats
et
discussions

I. Résultats et discussion

I.1. Introduction

À cause de la pandémie mondiale Covid-19 survenue en début d'année 2020 et les décisions administratives émanant de notre université prise en mois de mars 2020, nous étions dans l'impossibilité matérielle et sanitaire de réaliser la partie pratique attendue de ce travail. Aussi et afin d'enrichir ce document, nous avons sélectionné quelques résultats obtenus par d'autres auteurs et ce dans une optique d'aboutir à une discussion intéressante et un contenu scientifiquement riche.

I.2. Analyses physicochimiques du lait de vache et du lait de chamelle

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des résultats des analyses physicochimiques du lait camelin et bovin (**Ghislaine, 2018 ; Debouz *et al.*, 2014**).

Paramètres mesurés	Résultats N°1 (Ghislaine, 2018)	
	Lait bovin	Lait camelin
	Valeur	Valeur
pH à 20°C	6.62±0.13	6.51±0.04
Acidité °D	18 ±0.00	17±0.00
Densité	1.028±0.00	1.030±0.00
Matière grasse g/l	35.66±1.15	29.83±0.29
Extrait sec dégraissé g/l	94.47±0.45	102.43±0.4
Protéine g/l	34.97±1.27	28.1±0.1
Lactose g/l	50.47±2.06	43.12±0.13
	Résultats N°2 (Debouz <i>et al.</i>, 2014)	
	Lait bovin	Lait camelin
	Valeur	Valeur
pH à 20°C	6.55 ±0.0655	6.407±0.0633
Acidité °D	17.182±0.7487	18.136±1.0627
Densité	1.03 ±0.0023	1.029±0 .0013
Matière grasse g/l	32.182±2.8725	31.727±4.8236
Extrait sec dégraissé g/l	90.644±10.8669	91.993±9.1525
Protéine g/l	38.727±3.8164	32.159±1.9602
Lactose g /l	43.227±1.6599	40.273±3.1452

I.2.1. pH

La valeur du pH exprimée dans l'étude de (**Debouz *et al.*, 2014**) égale à 6,62±0,13 pour le lait bovin qui est élevé comparativement au lait camelin à pH 6,51±0,04 (Tableau 10). Ces résultats concordent fortement avec ceux de (**Ghislaine, 2018**) avec un pH de 6,55±0,065 pour le lait de vache et 6,40±0,063 pour le lait de chamelle (Tableau10).

Le pH bas du lait camelin peut être attribué à la forte concentration en acides gras volatils.

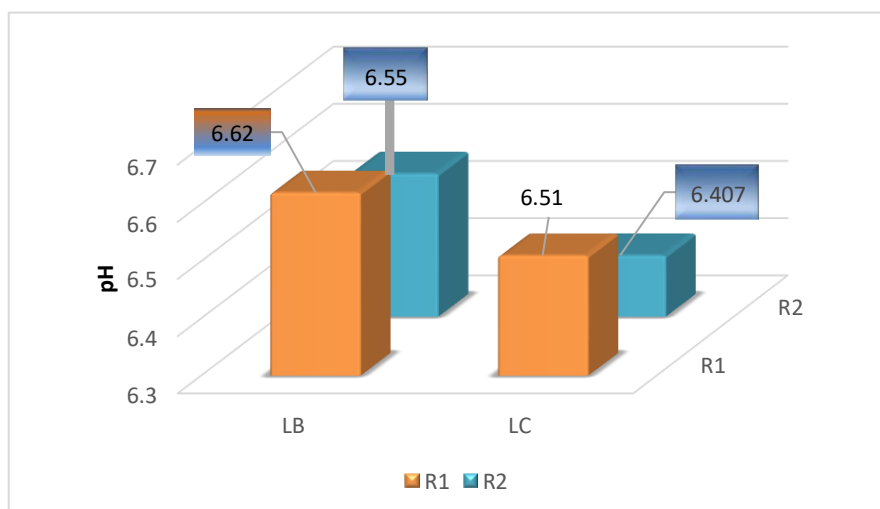


Figure 14 : pH des différents échantillons de laits analysés (Ghislaine, 2018 ; Debouz *et al.*, 2014).

LB : Lait bovin LC : Lait camelin

I.2.2. Acidité

Les échantillons du lait analysés dans l'étude de (Debouz *et al.*, 2014) présentent une acidité titrable avec une moyenne de l'ordre, 18 ± 0.00 pour le lait bovin. Cette valeur est significativement plus élevée que celle rencontrée dans le lait camelin avec une moyenne de 17 ± 0.001 (Tableau 10).

Ainsi que les résultats exprimés dans la recherche de (Ghislaine, 2018) montrent une acidité titrable de l'ordre de 17.182 ± 0.7487 pour le lait de vache qui est inférieure à celle du lait de chamelle 18.136 ± 1.0627 . L'acidité titrable du lait indique la teneur en acide lactique formée à partir du lactose (FAO, 1995), dite acidité développée car elle est provoquée par l'acide lactique et autres acides issus de la dégradation par des micro-organismes (Djibril *et al.*, 2019).

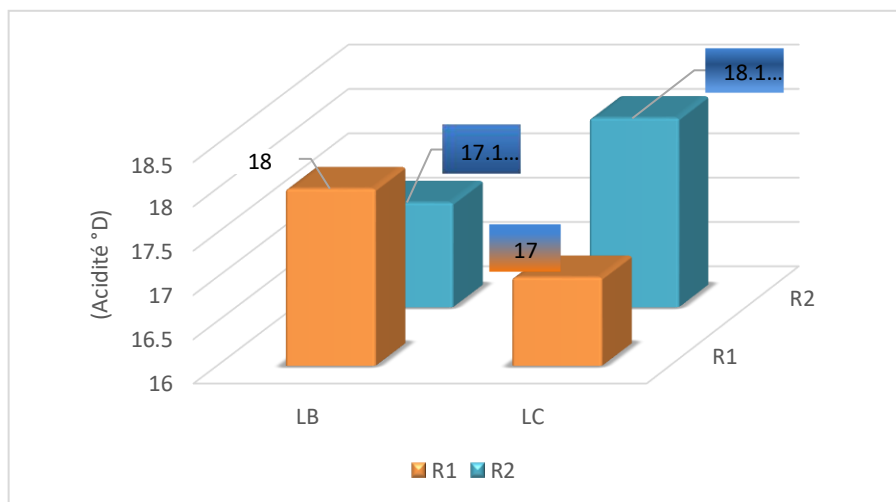


Figure 15 : Taux d'acidité des différents échantillons de lait bovin et camelin analysés (Ghislaine, 2018 ; Debouz *et al.*, 2014).

LB : Lait bovin LC : Lait camelin

I.2.3. Densité

La mesure de la densité des échantillons de lait bovin et camelin fait (Debouz *et al.*, 2014) a montré que les deux types du lait ont presque la même densité avec une moyenne de 1.028 ± 0.001 pour le lait bovin contre une moyenne de 1.030 ± 0.001 (Tableau 10).

Ces résultats sont presque identiques aux valeurs trouvées par (Ghislaine, 2018) avec une moyenne de 1.03 ± 0.0023 pour le lait de vache et une moyenne de 1.029 ± 0.0013 pour le lait de chamelle.

D'après (Vignola, 2002), chacun des constituants du lait agit sur la densité. De plus, les solides non gras (SNG) ont tous une densité supérieure à 1. Par conséquent, plus la teneur en SNG est élevée, plus la teneur du produit laitier sera élevée et plus un aliment contient un pourcentage élevé de matière grasses, plus sa densité sera basse.

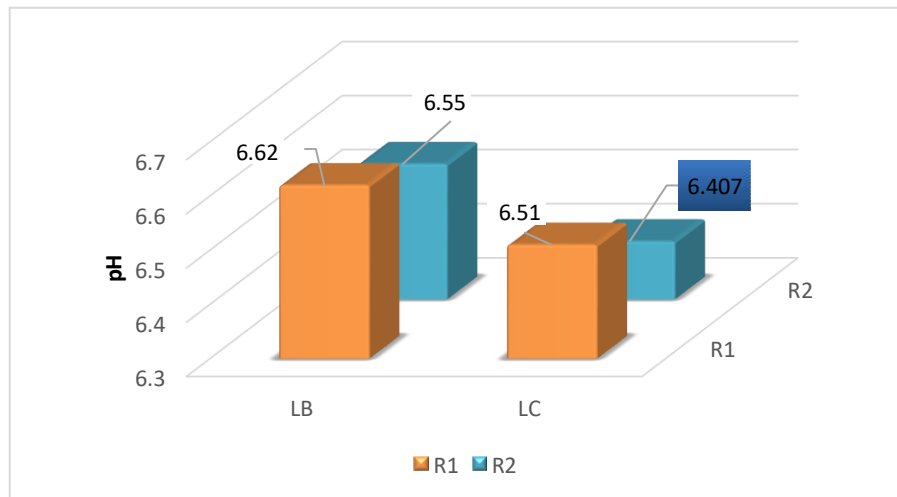


Figure 16 : Taux de densité des différents échantillons de lait de vache et de chamelle analysés (Ghislaine, 2018 ; Debouz *et al.*, 2014).

LB : Lait bovin LC : Lait camelin

I.2.4. Matière grasse

La teneur moyenne en matière grasse du lait analysé dans l'étude de (Debouz *et al.*, 2014) se situe autour de $29,83 \pm 0,23$ g/l pour le lait camelin. Elle semble légèrement plus faible que celle du lait bovin ($35,66 \pm 1,15$ g/l). Ainsi (Ghislaine, 2018) a signalé dans son travail que le taux de la matière grasse est de l'ordre de 32.182 ± 2.8725 g/l pour le lait bovin, cette valeur paraît légèrement supérieure comparativement à celle du lait camelin qui est de l'ordre 31.727 ± 4.8236 g/l (Tableau10).

Il est connu que les lipides sont les composants du lait les plus variables quantitativement et qualitativement, ils dépendent de la race, le rang de la traite, qui influe sur le taux de matière grasse.

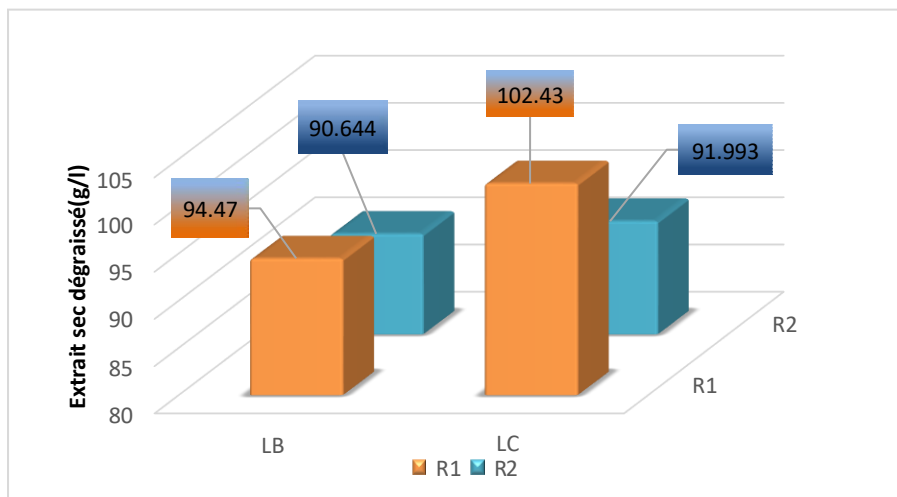


Figure 17 : Taux de matière grasse des différents échantillons de lait analysés (**Ghislaine, 2018 ; Debouz et al., 2014**).

LC : Lait camelin LB : Lait bovin

I.2.5. Extrait sec dégraissé

Les résultats obtenus dans l'étude expérimentale de (**Dabouz, 2014**) montrent que la teneur en extrait sec dégraissé de lait bovin (94.47 ± 0.45 g/l) est plus faible que celle du lait camelin (102.43 ± 0.4 g/l).

Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par (**Ghislaine, 2018**) 90.644 ± 10.8669 g/l pour le lait bovin et 91.993 ± 9.1525 g/l pour le lait camelin.

Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total était due à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux. La teneur en matière sèche du lait varie en fonction du stade de lactation. Ainsi, elle diminue durant le mois suivant le vêlage, puis augmente suite à l'accroissement de taux de matière grasse et azotée (**Khaskheli et al., 2005**).

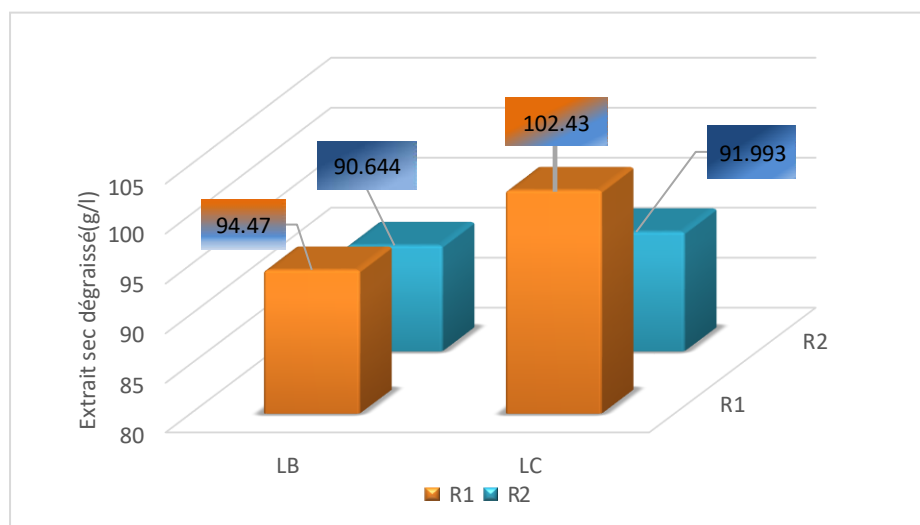


Figure 18 : Taux de l'extrait sec dégraissé des différents échantillons analysés (Ghislaine, 2018 ; Debouz *et al.*, 2014).

LB : Lait bovin LC : Lait camelin

I.2.6. Protéines

Les résultats de dosage des protéines rapportés par (Debouz *et al.*, 2014) ont montré que la teneur en protéine totale dans le lait de vache 34.97 ± 1.27 g/l est plus élevée que celle du lait camelin 28.1 ± 0.1 g/l.

Les taux relevés lors de cette étude sur le lait bovin et camelin sont inférieurs respectivement à ceux rapportés par (Ghislaine, 2018) (38.727 ± 3.8164 g/l, 32.159 ± 1.9602 g/l) respectivement.

Les variations dans les teneurs en protéines dans le lait suivent la même tendance que celles de l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé, mais elles sont moins prononcées (Gherbi *et al.*, 2018).

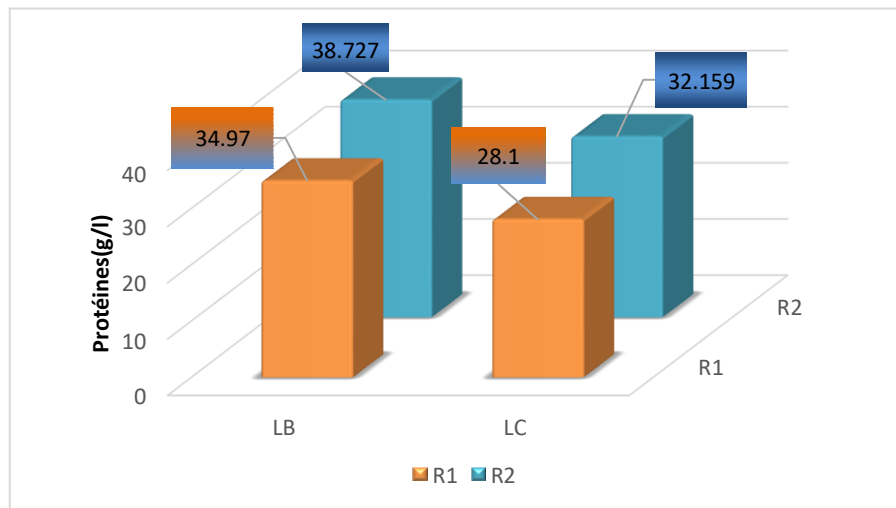


Figure 19 : Taux de lactose des différents échantillons de lait analysés (**Ghislaine, 2018 ; Debouz et al., 2014**).

LB : Lait bovin LC : Lait camelin

I.2.7. Lactose

Ainsi les résultats de (**Debouz et al., 2014**) montrent que le lait de vache contient 50.47 ± 2.06 g/l du lactose. Cette valeur dépasse celle du lait camelin de 7 unités (43.12 ± 0.13 g/l).

Ces résultats corroborent ceux obtenus par (**Ghislaine, 2018**) avec 43.227 ± 1.6599 g/l pour le lait bovin et 40.273 ± 3.1452 g/l pour le lait camelin. La teneur en lactose du lait camelin semble dépendre non seulement de la race mais aussi du stade de lactation et de l'état d'hydratation (**Chethouna, 2011**).

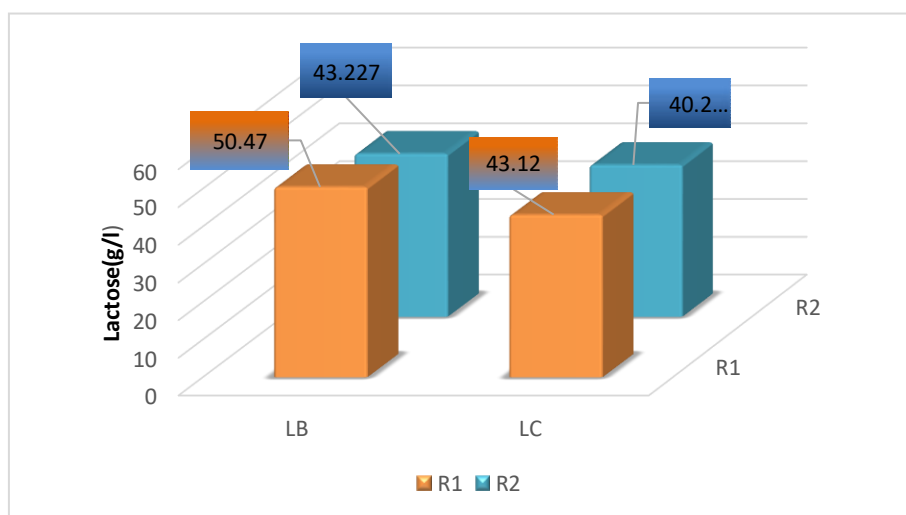


Figure 20 : Taux de lactose des différents échantillons de lait analysés (Ghislaine, 2018 ; Debouz *et al.*, 2014).

LB : Lait bovin LC : lait camelin

I.3. Analyses microbiologiques du lait de vache et de lait de chamelle

Les résultats des analyses microbiologiques de (Ghislaine, 2018 ; Tir *et al.*, 2015 ; Arbia *et al.*, 2018) sont mentionnés dans le tableau (11).

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des résultats de dénombrement de quelques flores de lait camelin et bovin (Ghislaine, 2018 ; Tir *et al.*, 2015 ; Arbia *et al.*, 2018).

	Echantillon N°1 (Ghislaine, 2018)		Echantillon N°2 (Tir <i>et al.</i> 2015 ; Arbia <i>et al.</i> , 2018)		Normes
	Lait bovin Sidi-Bel Abbès	Lait camelin Sud-Centre	Lait bovin Tissemsilt	Lait camelin Oued Souf au Sud Est	
Germes recherchés (UFC/ml)					
Flores aérobies mésophiles totales (FAMT)	$2,6 \pm 0,32 \cdot 10^7$	$5,6 \pm 0,53 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	$2,38 \pm 1,31 \cdot 10^5$	10^5/ml
Coliformes fécaux	$8,1 \pm 1,87 \cdot 10^2$	$2,42 \pm 2,5 \cdot 10^1$	00	$3 \pm 4,24 \cdot 10^5$	10^3/ml
<i>Clostridium</i> <i>sulfito-</i> <i>réducteur</i>	$0,46 \pm 0,2 \cdot 10^1$	$0,23 \pm 0,3 \cdot 10^1$	Abs	Abs	<50
Staphylococcus aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Salmonelles	Abs	Abs	Abs	2 cas positifs	Abs/25ml

Les résultats exposés dans le tableau (11) comparant les deux types de lait (bovin et camelin) montrent clairement que la qualité des échantillons analysés n'est pas satisfaisante avec une présence considérable de la flore aérobie mésophile totale dépassant la norme fixée par la loi nationale algérienne (**JORA, 1998**).

Pour le lait camelin et bovin, les résultats observés par (**Ghislaine, 2018**) montrent que les coliformes fécaux ne dépassent pas la limite d'acceptabilité selon la norme algérienne (**JORA, 1998**) mais leur présence suffit pour témoigner de la négligence et le non-respect de l'hygiène corporelle de certains éleveurs et trayeurs. Une absence des coliformes fécaux dans l'étude de (**Tir et al., 2015**) réalisée sur le lait de vache montre une qualité satisfaisante de ce dernier. L'échantillon du lait de chamelle analysé dans l'étude de (**Arbia et al., 2018**) est considéré comme non satisfaisant car il dépasse la norme algérienne ($3 \pm 4,24.10^5$ UFC/ml).

Le dénombrement de *Clostridium sulfito-réducteur* était de qualité satisfaisante pour le lait bovin et camelin analysés dans l'étude de (**Ghislaine, 2018**). La comparaison de ces résultats avec ceux recensés par (**Tir et al., 2015**) et (**Arbia et al., 2018**) montrent l'absence de ces germes.

L'analyse des salmonelles n'a pas montré une contamination en salmonelles pour les échantillons analysée dans les études de (**Ghislaine, 2018**) et (**Tir et al., 2015**), contrairement au lait de chamelle analysé dans l'étude de (**Arbia et al., 2018**) où deux cas positifs ont été détectés.

Staphylococcus aureus n'a pas été détecté dans tous les échantillons analysés ce qui conforme à la réglementation algérienne (<50 UFC/ml) indiquant ainsi la bonne santé des animaux.

Conclusion

Conclusion générale

Le lait camelin est comme le lait bovin, possède de nombreux constituants formant ainsi un milieu complet répondant aux besoins énergétiques et nutritionnels du petit animal naissant dans les premiers mois de leur vie. Dans cette étude, nous avons essayé de comparer le lait camelin et le lait bovin en termes des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques.

Bien que pendant ces dernières décennies, le lait camelin a fait l'objet de multiples travaux par le monde, très peu d'investigations ont porté sur le lait produit dans notre pays tant dans ses volets quantitatifs, liés aux conditions zootechniques de productions, que dans ses volets qualitatifs liés à sa qualité hygiénique et physicochimique, ainsi qu'à son apport nutritionnel.

En effet, l'étude comparative des différents échantillons de certains auteurs a montré que le lait camelin présente globalement une composition similaire à celle du lait bovin, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose).

La contamination du lait par la flore totale aérobie mésophile traduit le mauvais encadrement des éleveurs, le non-respect des mesures d'hygiène et des conditions d'élevage, en particulier celles liées à la propreté des animaux et leurs environnement. L'absence de *Staphylococcus aureus* et des Salmonelles indique clairement la bonne santé des animaux pour les maladies liées à ces germes.

Finalement, ce travail nécessite d'autres investigations pratiques plus approfondies pour comprendre certains points qui demeurent insuffisamment élucidés. Des analyses physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle et du lait de vache doivent être réalisées sur un échantillon plus large comportant des laits individuels, et des laits de mélange collectés dans des régions différentes où les deux types d'élevage coexistent.

Références
Bibliographiques


 A

Adnan Y. T. 2009. Milk Processing and Quality Management Society of Airy Technology. Ed. John Wiley, Sons. United Kingdom. 23-54.

AFNOR (Association Française de Normalisation). 1980. Recueil des Normes Françaises. Lait et produits laitiers : méthodes d'analyses. 1ère Ed. France.

AFNOR (Association Française de Normalisation). 1980. Lait et Produits Laitiers : Méthode d'analyse. Ed. AFNOR. Paris. 283.

AL-Aayadhi L., Halepoto D. M. 2017. Camel Milk as a Potential Nutritional Therapy in Autism. In Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease. Saudi Arabia. 389-405.

Al-Alawi A. A., Laleye L. C. 2008. Characterization of Camel Milk Protein Isolates as Nutraceutical and Functional Ingredients. Collaborative Research Project SQU/UAEU.

AL-haj O. A., AL-Kanhhal H. A. 2010. Compositional, Technological and Nutritional Aspects of Dromedary Camel Milk. International Dairy Journal. **20**, 811-821.

Amellal R. 1995. La Filière du Lait en Algérie : Entre Objectif de la Société Alimentaire et la Réalité de la Dépendance. In Les Agricultures Maghrébines à L'aube de L'année 2000. Ed. Allaya M. CIHEAM, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. **14**, 229-238.

Arbia T., Chiheb A. 2018. Caractérisation Physico-chimique, Bactériologique et Authentification du Lait Camelin Collecté dans la Région de Oued Souf au Sud Est Algérien. Mémoire Masteren Sciences Biologiques. Université 8 Mai 1945. Guelma.

Axelsson L. 2005. Lactic Acid Bacteria : Classification and Physiology. In Lactic acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects. 3rd Ed. Revised and Expanded. Marcel Dekker. New York. 1-67.


 B

Bedjaoui N., Kerirem K. 2016. Composition Biochimique et Caractérisation Physicochimique et Microbiologique du Lait cru de Chamelle et de Vache. Mémoire de Master Académique en Biologie. Université M'Hamed Bougara. Boumerdès.

Benhedane N. 2012. Qualité Microbiologique du Lait cru Destiné à la Fabrication d'un Type de Camembert dans une Unité de L'est Algérien. Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires. Université Mentouri Constantine.

Bertrand G. 1996. Le Dosage des Sucres Réducteurs. Ed. Bulletin de la Société de Chimie. 1285.

Biokar Diagnostics - Rue des Quarante Mines – ZAC de Ther – Allonne – B.P.10245 – F60002 Beauvais Cedex – France. (http://www.solabia.com/Divisao_9/BIOKAR-Diagnostics.html)

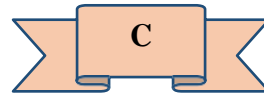
Bonnefoy C., Guilly F., Guy L., Verne-Bourdais E. 2002. Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires. Ed. Doin. France. 245.

Boukhemis A., Boutersa A. 2015. Identification et Antibiorésistance de Souches d'*Escherichia coli* et de *Klebsiella pneumoniae* des Infections Urinaires à L'aide des Moyens Classiques et des Moyens Automatisés. Mémoire de Master en Microbiologie. Université des Frères Mentouri. Constantine.

Bouvier C. 1993. Le lait, La nature et Les hommes. Ed. Pocket. 51-54.

Bouzidi N. I. 2016. Analyse Bactériologique et Antibiorésistance de la Flore de Contamination du Lait Collecté à Partir d'une Ferme de la Région de Kenchela. Mémoire de Master en Microbiologie. Université Abbes Laghrour. Kenchela.

Byland G. 1995. Dairy Processing Handbook. Ed. Lund, Sweden, Tetra pak processing systems AB. 18-436.



Chehma A. 2004. Productivité Pastorale et Productivité Laitière en Algérie, Lait de Chamelle pour l'Afrique. Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique Niamey FAO. Rome. 43-51.

Chethouna F. 2011. Etude des Caractéristiques Physico-chimiques, Biochimiques et la Qualité Microbiologique du Lait Camelin Pasteurisé, en Comparaison avec le Lait Camelin Cru. Thèse de Magister en Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla.

Coulon J. B., Chilliard Y., Remond B. 1991. Effet du Stade Physiologique et de la Saison sur la Composition Chimique du lait de Vache et ses Caractéristiques Technologiques. Ed. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). Saint-Genès-Champanelle. 4, 219-228.

Croguennec T., Jeantet R., Brulé G. 2008. Fondements Physicochimiques de la Technologie Laitière. Ed. Lavoisier, Tec et Doc. Paris. 11-13.


 D

Debouz A., Guerguer L., Hamid oudjana A., Hadj seyed A. E. K. 2014. Etude Comparative de la Qualité Physico-chimique et Microbiologique du Lait de Vache et du Lait Camelin dans la Wilaya de Ghardaïa. *Revue AL-Wahat pour les Recherches et les Etudes.* **2**, 10-17.

Desmazeaud M. 1996. Les Bactéries Lactiques dans L'Alimentation Humaine : utilisation et innocuité. *Cahiers Agricultures. France.* **5**, 331-43.

Djibril A. S. D., Bothon F. T. D., Agbangnan Dossa P. C., Avlessi F. 2019. Girolando and Borgou Cow's Milk : Physico-chemical and Nutritional Characterization. *Journal of Food Science & Technology.* **7**, 242-245.

Dryden M. S., Key Worth N., Stein K. 1994. Asymptomatic Food Handler as the Source of Nosocomial Salmonellosis. *Journal of Hospital Infection.* **28**, 195-20.


 F

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1995. Lait et produit Laitier dans la Nutrition Humaine. Ed. FAO. Rome. Italie. 269.

Farah Z. 1993. Composition and Characteristics of Camel Milk. *Journal of Dairy Research Switzerland.* **60**, 603-626.

Farah Z., Atkins D. 1992. Heat Coagulation of Camel Milk. *Journal of Dairy Research. Kenya.* **59**, 229-231.

Farah Z., Fischer A. 2004. Milk and Meat From Camel : Handbook on Products and Processing. Ed. Vdf Hochschulverlag AG. Zürich. 25-28.

Faverdin Ph., Leroux C. 2013. Productions Animales : La Vache et le Lait. Ed. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). France. **26**, 72-76.

Faye B. 2004. Performances et Productivité Laitière de la Chamelle : les Données de la Littérature. In : Lait de Chamelle pour l'Afrique. Atelier sur la Filière Laitière Caméline en Afrique Niamey. FAO. Rome. 7-15.

Fayolle L. 2015. Le lactose, Indicateur de Déficit Energétique Chez la Vache Laitière ? Etude Réalisée Auprès de 162 Elevages en Rhone-Alpes Auvergne. Thèse pour Obtenir le Grade de Docteur vétérinaire. Université Claud Bernard. Lyon.

Fondation de technologie laitière du Québec. 1985. Dairy Science and Technology: Principles and Applications. Presses Université Laval. 3-4.



Ghaoues S. 2011. Evaluation de la Qualité Physico-chimique et Organoleptique de Cinq Marques de Laits Reconstitués Partiellement Ecrémés Commercialisés dans L'est Algérien. Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires. Université Mentouri. Constantine.

Gherbi K., Zitouna Messaoud K. 2019. Étude Comparative de la Qualité Nutritionnelle du lait de Chamelle (*Camelus dromedarius*) entre Deux Systèmes d'Elevage (extensif et semi-intensif). Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued.

Ghislaine A. ep Djaman. 2018. Caractérisation Physicochimique, Microbiologique et Immunochimique des Laits Camelin et Bovin d'Algérie. Activités Antioxydant et Antitoxique de la Fermentation. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques. Université Djillali. Sidi Bel Abbes.

Gloanec C., Boita R., Porphyre V., Techer K., Jahiel M., Weil M. 2010. Valorisation des Filières Epices à Madagascar. Rapport de Mission. In : Qualité pour le Développement en Océan Indien. France. 183.

Guiraud J. P. 2003. Microbiologie Alimentaire. Ed. Dunod. Paris. 137.

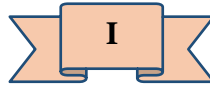
Guiraud J. P., Galzy P. 1980. Analyse Microbiologique dans les Industries Alimentaires. Ed. Lavoisier. Paris. 119.

Guneser O., Hosoglu M. L., Guneser A. B., Yuceer Y. K. 2019. Engineering of Milk-based beverages : Current status, Developments, and Consumer trends. In: milk-based beverages. Ed. Wood Head. Turkey. 1-37.



Haj Mbarek R., M'sadak Y. 2014. Facteurs de Variation Cellulaire du Lait de Vache Chez des Petits et Moyens Troupeaux Hors Sol Menés en Milieu Semi-aride (Tunisie Littorale). Algerian Journal of Arid Environment. Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem. Université de Sousse. Tunisie.

Hoden A., Coulan J. B. 1991. Maîtrise de la Composition du Lait : Influence des Facteurs Nutritionnels sur la Quantité et les Taux de Matières Grasses et Protéiques. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). France. **4**, 361-367.



ISO (International Organization for Standardization). 2017. Microbiologie de la Chaîne Alimentaire - Préparation des Echantillons, de la Suspension Mère et des Dilutions Décimales en Vue de L'examen Microbiologique, Partie 1 : Règles Générales pour la Préparation de la Suspension Mère et des Dilutions Décimales.



Jean Christophe V. 2018. Science et Technologie du Lait. Ed3. Presse de l'Université du Laval. 1-33.

Jeantet R., Croguennec T., schuck P., brule G. 2006. Science des Aliments : Biochimie - Microbiologie Procédé Produits : Stabilisation Biologique et Physico-chimique. Ed. Tec et doc. Paris. 383.

Jeantet R., Croguennec T., Mahant M., Schuck P., Brulé G. 2008. Les Produits Laitiers. 2eme Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 3-122.

Joffin J.N., Leyral G. 2001. Microbiologie Technique : Dictionnaire des techniques. 3ème Ed. Canopé CRDP de Bordeaux. France. 320.

JORA (Journal Officiel de la République Algérienne). 1998. Critères Microbiologiques Relatifs à Certaines D'entrées Alimentaire. N°35.

JORA (Journal officiel de la République Algérienne). 2005. Recherche des Salmonelles. Arrêtés, Décisions et Avis. N° 42.

JORA (Journal Officiel de la République Algérienne). 2019. Méthode Horizontale pour le Dénombrement des Micro-organismes par Comptage des Colonies à 30 °c par la Technique D'ensemencement en Surface. N°56.



Kappeler S., Farah Z., Puhani Z. 1998. Sequence Analysis of (*Cawmelus dromedaries*) Milk Caseins. Journal of Dairy Research. Cambridge University press. Great Britain. **65**, 209-222.

Karray N., Lopez C., Ollivon M., Attia H. 2005. La Matière Grasse du Lait de Dromadaire, Composition, Microstructure et Polymorphisme. Journal d'Oléagineux, Corps Gras, Lipides. **12**, 439-446.

Khaskheli M., Arain M. A., Chaudhry S., Soomro A. H., Qureshi T. A. 2005. Physico-chemical Quality of Camel milk. Journal of Agriculture & Social Sciences. **2**,164-166.

Khatoon H., Najam R. 2017. Bioactive Components in Camel Milk. In Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease. Academic press. Pakistan. 377-387.



Labioui H., El-Moualdi L., Elyachioui M., Ouhssine M. 2005. Sélection de Souches de Bactéries Lactiques Antibactériennes. Bull, Soc, Pharm, Bordeaux. **144**, 237-250.

Laure, Daniel, Marie CAZET. 2007. Bilan du Taux de Contamination et Etude Préparatoire au Dosage des Résidus de Produits Phytosanitaires dans le Lait de Grand Mélange Bovin. Thèse pour Obtenir le Grade de Docteur Vétérinaire. Ecole National Vétérinaire du Lyon. France.

Lemens P. 1983. Propriétés Physico-chimiques, Nutritionnelles et Biochimiques du Lait. Ed. Tec et doc, Lavoisier. Paris. 2-21.

Lowry O., Nira J., Rosebrough A., Lewis F., Rose J. 1951. Protein Measurement With The Folin Phynol Regent. Journal of Biological Chemistry. **193**, 265-275.

Luquet F. M., Corrieu G. 2008. Bactéries Lactiques : De la génétique aux ferments. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. France. 7.



Mansour L. M. 2015. Etude de L'influence des Pratiques D'élevage sur la Qualité du Lait : Effet de L'alimentation. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Ferhat Abbes Sétif 1.

MathieuJ. 1998. Initiation à la Physico-Chimie du Lait. 1^{ère} Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 220.

Medjour A. 2014. Etude Comparative des Caractéristiques Physico-chimiques du Lait Collecté à Partir de Chamelles (*Camelus dromedarius*) Conduites Selon Deux Systèmes D'élevage (extensif et semi-intensif). Thèse de Magister en Biologie Appliquée. Université Mohamed Khider. Biskra.

Mohammed Z. 2017. Contribution à L'étude de la Qualité Physico-chimique et de la Diversité Microbienne du Lait Cru Collecté à Ghriss Wilaya de Mascara, Algérie. Mémoire pour L'obtention du Diplôme de Master en Biologie. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.

Mosbah S., Boudjenah H.S., Dahia M., Boual Z., Siboukeur O. 2017. Qualité Microbiologique du Lait de Chamelle (*Camelus dromedarius*) Elevée en Système Semi Intensif dans la Localité de Ghardaïa (sud d'Algérie.). Université de Ouargla. **7**, 43- 52.



Ndao S. 1996. Contribution à l'Etude de la Contamination des Laites Caillés Artisanaux au Sénégalais par les Staphylocoques Présus Pathogènes .Thèse pour obtenir le grade Docteur vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop. Dakar.



Ouadghiri M., Vancanneyt M., Vandamme P., Naser S., Gevers D., Lefebvre K., Swings J. Amar M. 2009. Identification of Lactic Acid Bacteria in Moroccan Raw Milk and Traditionally Fermented Skimmed Milk 'Lben'. Journal of Applied Microbiology. Morocco. **106**, 486-95.

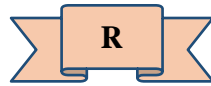


Panisset M. L. 1921. Nécessité de l'Analyse Microbiologique en Face de L'insuffisance de l'Analyse Chimique. Le Lait. INRA ((Institut National de la Recherche Agronomique).**7**, 332-334.

Pougheon S. 2001. Contribution à l'Etude des Variations de la Composition du Lait et ses Conséquences en Technologie Laitière. Thèse Pour l'Obtention du Grade de Doctorat en Médecine Vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse. France.

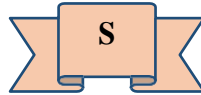
Pougheon S. I. A. S. 2001. Contribution à l'Etude des Variations de la Composition du Lait et ses Conséquences en Technologie Laitière. Thèse pour l'Obtention de Grade de Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire. Toulouse.

Prescott J .P., Lansing M., Donald A., Klein L. 2003. Microbiologie. 2^{ème} Ed. De Boeck. 123-125.



Ramet J. P. 1993. La Technologie des Fromages au Lait de Dromadaire (*Camelus dromedarius*). In: étude FAO: Production et Santé Animales. Ed. Food & Agricultor Organization. Rome. **113**, 123-4.

Ruud B. 2014. From Milk By-Products to Milk Ingredients Upgrading the Cycle. Ed. Blackwell. USA. 35-40.



Saidou O. 2004. Influence de la Production Laitière sur l'Evolution Pondérale des Vaches et des Veaux chez le Zebu azawak à la Station Sahélienne Expérimentale de Tokounous. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaire. Niger.

Sawaya W. N., Khalil J. K., AL-shalhat A., AL-Mohammad H. 1984. Chemical Composition and Nutritional Quality of Camel Milk. Journal of Food Science. **49**, 744-747.

Sboui A., Khorchani T., Djegham M., Belhadj O. 2009. Comparaison de la Composition Physico-chimique du Lait Camelin et Bovin du Sud Tunisien : Variation du pH et de l'Acidité à Différentes Températures. Afrique science. **05**, 293-304.

Seher A., Hifsa A., Aalia N., Lubna S. 2013. International Researchers: Physico- chemical Analysis and Composition of Camel Milk. Pakistan. **2**, 227-7471.

Siboukeur A., Siboukeur O. 2012. Caractéristiques Physico-chimiques et Biochimiques du Lait de Chamelle Collecté Localement en Comparaison avec le Lait Bovin. Annales des Sciences et Technologies. Université Kasdi Merbah Ouergla, Algérie. **2**, 102-107

Siboukeur O. 2007. Etude du Lait Camelin Collecté Localement : Caractéristiques Physico-chimiques et Microbiologiques Aptitude à la Coagulation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique. El-harrach , Alger.

Soude S. G. A. A. 2005. Bactéries Isolées des Hémocultures au Laboratoire du Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert Koutoukou Maga De Cotonou. Thèse pour L'obtention du Grade de Docteur en Pharmacie Diplôme D'état. Université de Bamako, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie. Mali.

STL.1ère. 2006. Fiche technique, La Catalase.



T

Tache Kula J., Tegegne D. 2016. Chemical Composition and Medicinal Values of Camel Milk. Journal of Research Studies in Biosciences. **4**, 13-25.

Tir El., Bounoua ., Heddar M., Bouklila N. 2015. Etude de la Qualité Physico-chimique et Microbiologique de Lait Crus de Vache dans Deux Fermes de la Wilaya de Tissemsilt (Algérie). El Wahat pour les Recherches et les Etudes. **8**, 26-33.



V

Vignola C. L. 2002. Science et Technologie du Lait, Transformation du Lait. Ed. Ecole Polytechnique de Montréal. 29-355.

Annexes

Annexes

Annexes 01 : Matériel utilisé pour les analyses

I. Appareillage

A. Grand matériel

- Densimètres,
- Bec bunsen,
- Balance,
- Four à moufle,
- Etuve,
- Compteur de colonies,
- Four Pasteur,
- Bain Marie,
- Polarimètre,
- Autoclave,
- Spectrophotomètre (UV-Visible),
- Réfrigérateur,
- PH mètre,
- Centrifugeuse,
- Dessiccateur,
- Agitateur magnétique,
- Plaque chauffante

B. Verreries et petit matériel

Les manipulations ont nécessité l'emploi de petits matériels notamment ;

- Micropipettes,
- Pipette,
- Pissette,
- Pince,
- Boites de pétri,
- Portoir,
- Papier de filtres,

- Béchers,
- Fioles jaugées,
- Pipettes graduées,
- Burette graduée,
- Tubes à essais en verre,
- Flacons stériles,
- Eprouvettes graduées,
- Erlenmeyer,
- Entonnoir,
- Ballon.

C. Produits chimiques et réactifs

- **Solvants** : Acide acétique, acide chlorhydrique, acide sulfurique (10%), hydroxyde de sodium(0,1N)...etc
- **Sels et tampons** : Carbonate de sodium (Na_2CO_3), chlorure de sodium, sulfate de cuivre, tartrate de Na et K, Acétate basique de Plomb 10%, hexacyanoferrate de potassium, tartrate double de sodium et de potassium...etc
- **Colorants et réactifs spécifiques** : Réactif de Folin-Ciocalteu, phénolphtaléine, Albumine sérique Bovine (BSA), amidon, solution d'iode 0,1N.
- Eau distillée
- Milieux de culture : PCA, Chapman, désoxycholate...etc.

Annexes 02 : Composition des milieux de culture utilisée

Des milieux de cultures solides et liquides sélectives ont été utilisés pour la recherche et l'isolement de différentes flores présentes dans les épices analysées

- **Gélose PCA** (Plate Count Agar) : utilisé pour la flore totale aérobie mésophile FTAM

Pour 1 litre de milieu

Peptone de caséine.....	5,00g
Extrait de levure	2,50g
Glucose	1,00 g
Agar	15,00g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7.4±0.2

➤ **VRBG** (Violet Cristal Rouge neutre Bile Glucosé)

Pour 1 litre de milieu

Peptone	7g
Extrait de levure	3g
Chlorure de sodium	5g
Sels biliaires	1.5g
Glucose	10g
Rouge neutre	30g
Cristal violet.....	2g
Agar	12g
Eau distillé	1000ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7.4±0.2

➤ **BLBVB** (Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant)

Pour 1 litre de milieu

Peptone	10g
Bile de bœuf déshydraté	20g
Lactose.....	10g
Vert Brillant	13.3mg
Eau distillé	1000ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7.4±0.2

➤ **EMB** (Eosine Méthyle bleu)

Pour 1 litre de milieu

Peptone bactériologique.....	10g
Phosphate dipotassique.....	2g
Lactose.....	5g

Saccharose.....	5g
Eosine	400mg
Bleu de méthylène	65mg
Agar	12g
Eau distillé	1000ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7.4±0.2

➤ **Gélose Mueller Hinton**

La gélose Mueller-Hinton est le milieu de référence pour les tests de sensibilité des germes aux antibiotiques. Sa formulation est conforme aux recommandations du de l'O.M.S. Elle peut également être additionnée de sang pour réaliser l'antibiogramme des germes fragiles, tels que *Haemophilus influenzae*, *Neisseria*, *Enterococcus sp* et *Streptococcus pneumoniae*.

Pour 1 litre de milieu

Infusion de boeuf.....	30,00g
Peptone de caséine.....	17,50g
Amidon	1,50g
Agar	17,00g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7.4±0.2

Le milieu en flacons ou boîtes se conserve entre 2 et 8°C.

- **La gélose glucosée viande-foie** : est utilisée pour le dénombrement des spores de *Clostridium sulfito réducteurs* dans les produits

alimentaires Pour 1 litre de milieu :

Peptone viande-foie	30,0g
Glucose	2,0g
Amidon soluble	2,0g
Sulfite de sodium.....	2,5g
Citrate de ferammoniacal	0,5g
Agar agar bactériologique.....	11,0g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,6 ± 0,2.

- **Gélose Chapman** est un milieu sélectif pour l'isolement et la numération des *Staphylocoques*

Pour 1 litre de milieu

Peptone	10,0g
Extrait de viande de bœuf.....	1,0g
Chlorure de sodium	75,0g
Mannitol.....	10,0g
Rouge de phénol.....	0,025g
Agar-Agar	15,0g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25 °C : 7,4.

- **Gélose SS (*Salmonella-Shigella*)** : est utilisée pour l'isolement des salmonelles et des Shigelles dans les produits alimentaires.

Pour 1 litre de milieu

Peptone	5,0g
Extrait de viande.....	5,0g
Lactose.....	10,0g
Citrate de sodium.....	10,0g
Citrate de fer III.....	1,0g
Sels biliaires	8,5g
Vert brillant.....	3,3mg
Rouge neutre	25mg
Thiosulfate de sodium	8,5g
Agar agar.....	12,0g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,0 ± 0,2.

➤ Gélose Hektoen

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone.....	12,00	Chlorure de sodium.....	5,00
Extrait de levure.....	3,00	Thiosulfate de sodium.....	5,00
Sels biliaires N°3.....	9,00	Citrate ferrique ammoniacal	1,50
Lactose.....	12,00	Bleu de bromothymol	0,065
Saccharose.....	12,00	Fuchsine acide	0,10
Salicine.....	2,00	Agar	14,00

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$.

Annexes 03 : Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition et des CMI pour Entérobactéries.

Conditions du test :

Milieu : Mueller Hinton.

Inoculum : Colonies en suspension, 0.5 Mc Farland.

Incubation : 37°C, atmosphère ordinaire, 18 à 24h

Control de qualité : *Escherichia coli* ATCC 25922

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)			CMI critiques (ug/ml)	
		Résistant	Intermédiaire	Sensible	Résistant	Sensible
Bêta- lactamines : Ampicilline	10µg	≤13	14-16	≥17	≥32	≤8
Amoxicilline +Ac.clavulanique	20/10µg	≤13	14-17	≥18	≥32 /16	≤8/4
Céfazoline	30µg	≤14	15-17	≥18	≥32	≤8
Céfazoline	30µg	≤14	15-17	≥18	≥32	≤8
Céfazoline	30µg	≤14	15-22	≥23	≥64	≤8
Céfazoline	30µg	≤13	14-20	≥21	≥64	≤8
Imipenème	10µg	≤13	14-15	≥16	≥16	≤4
Aminosides : Amikacine	30µg	≤14	15-16	≥17	≥32	≤16
Gentamicine	10µg	≤12	13-14	≥15	≥8	≤4
Quinolones : Ofloxacine	5µg	≤12	13-15	≥16	≥8	≤2
Ciprofloxacine	5µg	≤15	16-20	≥20	≥4	≤1

Autres : Chloramphénicol	30 μ g	≤ 12	13-17	≥ 18	≥ 32	≤ 8
Furanes	300 μ g	≤ 14	15-16	≥ 17	≥ 128	≤ 32
Fosfomycine	200 μ g	≤ 12	13-15	≥ 16	≥ 256	≤ 64
Triméthoprim/ Sulfaméthoxazole	1.25/23.75 μ g	≤ 10	11-15	≥ 16	$\geq 8 / 152$	$\leq 2/38$