



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE
ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Abbès Laghrou de Khenchela
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Microbiologie Appliquée

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Thème

**Contrôle physico-chimique et microbiologique
Du lait de brebis**

Présenté par : M^{elle} TOUAM Wahiba et M^{elle} BELHABES Marwa

Soutenu publiquement le : 25 / 08 / 2020

Devant le jury :

Président : Dr. LEULMI N.	MCB	Université Abbès Laghrou –Khenchela
Encadreur : Dr BOUFENNARA S.	MCA	Université Abbès Laghrou –Khenchela
Examineur : Mr HABIBATNI S.	MCB	Université Abbès Laghrou –Khenchela

Année universitaire 2019 - 2020

Remerciement

Nous remercions Dieu, le Tout Puissant, le Miséricordieux, qui nous a donné l'opportunité de mener à bien ce travail.

A cet effet, nous remercions notre encadreur le docteur BOUFENNARA Souhil d'avoir accepté de diriger et de suivre constamment la progression de ce travail par ses suggestions.

Nous tiendrons aussi à remercier le docteur LEULMI Nassima d'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions vont aussi au docteur HABIBATNI Sofiène qui a accepté d'examiner ce travail.

En fin, nous tiendrons à exprimer toute nos reconnaissances à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

Un grand merci pour toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de ce travail, par le soutien moral, administratif ou technique.

Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

A mon idéal, l'être le plus généreux, mon très chère père qui m'a encouragé, ma source de force pour tenir jusqu'au bout, l'homme qui m'a toujours soutenu et cru en moi. Sa chaleur paternelle, m'a souvent t été d'un grand réconfort.

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, À cette source de tendresse, de patience et de générosité, À ma mère soleil de mes jours.

À mes sœurs : la plus chère Dalila, Fatima et ses enfants Abd elrahmen, Youcef, Hadil et marwa, Nawal et ses enfants Abd elhak, Abd elsalam et Khadidja

À mes frères : Fares, Naim et sa petite Zineb

A ceux qui m'ont aidé à accomplir ce travail : Luqman et Rahema

A mes chères amies : Karawan et Marwa

Ainsi qu'a toute la promotion « Microbiologie Appliquée 2020 »

A tous ceux que j'aime.

« Wahiba »

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

En premier lieu à vous mes très chers parents, aucun mot, aucune Dédicace ne peut exprimer ma considération et l'amour éternel et pour Les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien

Être.

A mes chers sœurs et frères.

A toute ma famille.

A ma chère binôme Wahiba ainsi qu'à toute sa famille

Ainsi qu'à tous mes amis (es)

Enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné Et Tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer A tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

« Marwa »

Liste des tableaux

tableau	page
Tableau 01 : caractéristiques physico-chimiques des laits de diverses espèces animales	04
Tableau 02 : teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales	08
Tableau 03 : répartition des éléments minéraux dans le lait de brebis comparée à celle du lait de vache	09
Tableau 04 : composants de lait de différentes espèces en (WT %)	10
Tableau 05 : effectifs des brebis et des chèvres et productions de lait de brebis dans quelques pays méditerranéens, 2011.	12
Tableau 06 : Evolution de la production laitière nationale en milliard de litres durant la Période 2001-2011 en Algérie	13
Tableau 07 : la Flore originelle du lait cru	14
Tableau 08 : Les résultats des analyses physico-chimiques du lait cru	28
Tableau 09 : Résultats de teneur en lactose pour les trois laits (g/l)	33
Tableau 10 : Les résultats des analyses microbiologiques du lait cru de brebis	34

Liste des figures

figure	page
Figure 01: Préparation des dilutions décimales	24
Figure 02: les teneurs du pH	29
Figure 03: les teneurs d'acidité Dornic	30
Figure 04: les teneurs de matière sèche totale	30
Figure 05: les teneurs de matière grasse	31
Figure 06: les teneurs de densité	32
Figure 07: les teneurs des protéines	32
Figure 08: Teneur en lactose des différents échantillons de lait de brebis	33

Liste des abréviations

°D	Degré Dornic.
AA	Acides aminés.
C.F	Coliformes Fécaux.
C.T	Coliformes Totaux.
Ca	Calcium.
Cu	Cuivre.
E	Echantillon
Fe	Fer
FTAM	Flore Aérobie Mésophile Totale ou Revivifiable.
g/l	Gramme par litre.
GN	Gélose Nutritive.
Kcal	kilocalorie.
Mg	Magnésium.
MG	Matière grasse.
Mn	Manganèse
Na	Sodium.
NPP	Nombre le Plus Probable.
p	Phosphore.
PCA	Plate Count Agar.
S.F	Streptocoques Fécaux.
Sal	<i>Salmonella sp.</i>
SE	Entérotoxines staphylococciques.
Staph	<i>Staphylococcus sp.</i>
TB	Taux butyreux.
TG	Triglycérides.
TIAC	Toxi-Infections Alimentaires Collectives.
UFC	Unité formant colonie.
UFL	Unité Fourragère Lait.
WT %	Pourcentage massique.
Zn	Zinc.

Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01
CHAPITRE I : ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES	
I : Généralité sur le lait de brebis	02
1. Définition générale du lait	02
2. Importance nutritionnelle du lait	02
3. Définition du lait de brebis	02
4. Critères organoleptiques	02
5. Caractéristiques physico-chimiques du lait de brebis	03
5.1. Densité	03
5.2. pH et acidité Dornic	03
5.3. Point de congélation	03
6. Principaux constituants du lait de brebis	04
6.1. Eau	05
6.2. Matière azotée	05
6.2.1. Protéines	05
6.2.2. Azote non protéique	06
6.3. Les lipides	06
6.4. Matière grasse	06
6.5. Glucides	07
6.6. Vitamines	07
6.7. Matière minérale	08
6.8. Les enzymes	09
7. Qualité du lait de brebis	10
7.1. Qualité nutritionnelle et sanitaire	10
7.2. Valeur nutritive	11
8. Production laitière	11
8.1. Dans le monde	11

8.2. En Algérie	12
II : Microbiologie du lait	13
1. Flore microbienne du lait	13
1.1. Flore originelle	14
1.1.1. Les lactobacilles	14
1.1.2. Les streptocoques lactiques	15
1.2. Flore de contamination	15
1.2.1. Flore d'altération	15
1.2.1.1. Les coliformes	16
1.2.1.2. Moisissures	16
1.2.1.3. Les levures	16
1.2.2. Flore pathogène	16
1.2.2.1. <i>Escherichia coli</i>	17
1.2.2.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	17
1.2.2.3. Streptocoques fécaux	17
1.2.2.4. Salmonelles	18
2. Source de contamination	18
2.1. Contamination par l'animal	18
2.2. Contamination au cours de la traite	18
2.3. Contamination au cours du transport	19
3. Conditions de croissance et prolifération des bactéries	19
3.1. Sensibilité à la température	19
3.2. Sensibilité à l'oxygène	19
3.3. Sensibilité au pH	20
CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODES	
1. Matériels	21
2. Méthode d'analyse	21
2.1. Collecte du lait	21
2.2. Analyses physico-chimique	21
2.2.1. Détermination de pH	21
2.2.2. Détermination de l'acidité titrable	22
2.2.3. Détermination de densité	22

2.2.4. Détermination de matière sèche	22
2.2.5. Détermination de la teneur en lactose	23
2.2.6. Détermination du taux de matière grasse	23
2.2.7. Détermination du taux de protéines	23
2.3. Analyse microbiologique	24
2.3.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile	24
2.3.2. Dénombrement des flores lactiques	25
2.3.2.1. Lactobacilles	25
2.3.2.2. Streptocoques lactiques	25
2.3.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux	25
2.3.3.1. Les coliformes totaux	25
2.3.3.2. Les coliformes fécaux	26
2.3.4. Dénombrement des germes pathogènes	26
2.3.4.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	26
2.3.4.2. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	26
2.3.4.3. Salmonelles	26
2.3.4.4. Streptocoques fécaux	27
CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION	
1. Analyses physico-chimiques	28
1.1. Mesure de pH	28
1.2. Acidité titrable	29
1.3. Matière sèche totale	30
1.4. Matière grasse	31
1.5. Densité	31
1.6. Teneur en protéine	32
1.7. Teneur en lactose	33
2. Qualité microbiologiques	33
2.1. La flore mésophile aérobie totale	34
2.2. Coliforme totaux	34
2.3. Les coliformes fécaux	35
2.4. Les Streptocoques fécaux	35
2.5. <i>Staphylococcus aureus</i>	35

2.6. Les Salmonelles	36
2.7. <i>Clostridium</i> sulfite réducteur	36
Conclusion	37
Références bibliographiques	

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

L'objectif de notre travail vise dans le premier lieu à évaluer les caractéristiques physico-chimique, et en deuxième lieu de procéder à une analyse microbiologique du lait de brebis. Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimique, par des chercheurs intéressés par ce domaine montrent une richesse particulière du lait de brebis en matière sèche s'étendent de (18,85 à 50 g/100g).

Les analyses microbiologiques obtenues par d'autres chercheurs ont révélé une présence des Streptocoques fécaux dans les cinq échantillons de lait a analysé. Par contre, la présence des staphylocoques a été observée seulement dans deux échantillons parmi les cinq, avec une absence totale des autres germes pathogènes.

Les résultats mentionnés dans cette étude montrent, pour le lait de brebis, une qualité nutritionnelle relativement médiocre, due en grande partie à l'hygiène des animaux et aux conditions variables de la traite.

Mots clés : Lait, brebis, analyses physico-chimiques, flore microbienne, analyses microbiologiques.

Abstract

The objective of our work is, firstly to evaluate the physico-chemical characteristics, and secondly to conduct a microbiological analysis of raw sheep milk.

The results obtained from the physico-chemical parameters by researchers interested in this field show a particular richness of sheep's milk in dry matter ranging from (18.85 to 50 g / 100g).

Microbiological analyses obtained by other researchers revealed the presence of faecal streptococci in the five milk samples analysed. On the other hand, the presence of staphylococci was observed only in two samples out of the five, with a total absence of other pathogens.

The results reported in this study show relatively poor nutritional quality of sheep's milk, largely due to animal hygiene and varying milking conditions.

Key words: Milk, sheep, physico-chemical analyses, microbial flora, microbiological analyses.

المخلص

الهدف من عملنا أولاً هو تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية ، وثانياً إجراء تحليل ميكروبيولوجي لحليب الأغنام. تظهر النتائج الفيزيائية والكيميائية التي تم الحصول عليها، من قبل الباحثين المهتمين في هذا المجال ثراء خاصا لحليب الأغنام بالمادة الجافة (من 18.85 إلى 50 جم / 100 جم).

كشفت التحاليل الميكروبيولوجية التي تحصل عليها باحثون آخرون عن وجود العقديات البرازية في عينات الحليب الخمس التي تم تحليلها. من ناحية أخرى ، لوحظ وجود المكورات العنقودية في عينتين فقط من أصل خمسة ، مع غياب كامل لمسببات الأمراض الأخرى.

تظهر النتائج الواردة في هذه الدراسة جودة غذائية رديئة نسبياً لحليب الأغنام، وهذا راجع بنسبة كبيرة إلى نظافة الحيوان وظروف الحلب المختلفة.

الكلمات المفتاحية : الحليب، النعجة، تحاليل فيزيائية وكيميائية ،المجموعات الجرثومية، تحليل ميكروبيولوجي.

Introduction

Le lait dans son ensemble est un aliment hautement nutritif. Ainsi, 85% de la production laitière mondiale provient des bovins, suivis des laits d'autres espèces telles que le buffle (11%), la chèvre (2,3%), les brebis (1,4%) et le chamelle (0,2%) **(FAO, 2015)**. A l'échelle mondiale l'élevage des brebis laitières est une partie vitale de l'économie nationale dans de nombreux pays, notamment en Méditerranée **(Park et al., 2007)**. La demande pour le lait de brebis et ses produits dérivés est en augmentation constante. D'une part, il est mieux toléré que le lait de vaches et d'autre part, les consommateurs exigent aujourd'hui des denrées originales et cherchent des produits typiques, en particulier en matière de provenance et de goût **(Maurer et Schaeren, 2007)**. En Algérie la production laitière n'est pas utilisée au niveau industriel, elle est autoconsommée par les éleveurs ou leurs proches, en lait frais ou fermenté (l'ben), fromages frais (djeben) ou en (smen), alors qu'une bonne partie sert aussi pour nourrir les agneaux **(Bouberdaa et al., 2016)**.

Le lait de brebis, comme celui des autres mammifères est un milieu de composition chimique et physique complexe qui permet aux agneaux de couvrir leurs besoins énergétiques et nutritionnels pendant la première étape de son existence, D'un point de vue nutritionnel, le lait de brebis est plus précieux que le lait des autres mammifères. Cependant, sa composition particulière facilite la croissance de la population d'altération microbienne pendant la traite, la manipulation et le transport.

En ce sens, un lait de brebis avec de meilleures qualités physico chimiques ainsi qu'une grande valeur nutritionnelle (protéines, lipides et minéraux) est ce qu'il ne gagnerait pas à occuper une place de choix chez le consommateur algérien voir l'éleveur par rapport aux autres laits connus ? **(Boudjir et Zehar, 2019)**. Donc il nous a paru nécessaire de répondre à la question suivante : quelle est l'appréciation de la qualité du lait de brebis collecté sur les plans physicochimiques et microbiologiques?

CHAPITRE I :

Etudes bibliographiques

I. Généralité sur le lait de brebis

1. Définition générale du lait

Le lait est un aliment complet destiné à fournir au nouveau-né les éléments énergétiques, structuraux, immunologiques. Il est sécrété par les glandes mammaires des mammifères (Jeantet et al., 2007). Le lait est donc le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (Levieux, 1999).

2. Importance nutritionnelle du lait

Le lait fait partie des aliments les plus exigeants en termes de qualité et d'hygiène. Tout ceci est lié à sa richesse en nutriments (Millogo et al., 2018).

Le lait et les œufs sont les seuls aliments complets connus à l'état naturel du fait qu'ils contiennent des quantités significatives de 55 nutriments essentiels à la vie, en regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments, on le considère donc comme un aliment de forte densité nutritionnelle. Il n'est cependant pas un aliment parfait, car son contenu en certains nutriments, dont le fer et la vitamine D, demeure relativement faible (Vignola, 2002).

3. Définition du lait de brebis

Le lait de brebis est le seul aliment des agneaux au cours de la première période de leur vie. Les constituants du lait fournissent à la fois de l'énergie et les matériaux de construction nécessaires à sa croissance. Le Lait contient aussi des anticorps qui protègent les agneaux contre les infections (Kalyankar et al., 2016).

4. Critères organoleptiques

Le lait de brebis se distingue du lait de vache et de chèvre par des traits caractéristiques liés à ses particularités physiques et chimiques :

- Il est de couleur blanc nacré ou porcelaine.
- Présente une opacité blanche plus marquée que celle des laits de vache et de chèvre.
- Sa viscosité est plus élevée que celle du lait de vache.
- Riche en composants fromagers.
- Donne un caillé très ferme.
- Son acidité fonctionnelle est de 18° à 22° Dornic (Dhouib, 2017).

5. Caractéristiques physico-chimiques du lait de brebis

La composition chimique du lait de brebis est soumise à de nombreux facteurs de variations liés à l'animal (race, stade et rang de lactation) mais également au milieu (alimentation, conduite d'élevage, santé, photopériode et température ambiante). Ainsi, par exemple, le taux butyreux (TB) du lait de brebis varie fortement (de 55 à 90 g/l) entre le début et la fin de lactation (**Bocquier et al., 1993**).

5.1. Densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse D'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (**Pointurier, 2003**).

La densité moyenne du lait de brebis, à la température de 20°C, est voisine de la valeur de 1.036 (**Yabrir, 2014**).

5.2. pH et acidité Dornic

Le pH du lait frais à 20 °C varie entre 6,6 et 6,8 et 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 et déplacement des équilibres (**Croguennec et al., 2008**). Le pH global du lait de brebis varie d'une espèce à l'autre de 6.51 à 6.85 (**Yabrir et al., 2013**).

L'acidité Dornic d'un lait de brebis se situe entre 18 et 22°D. Elle est supérieure à celle du lait de vache estimée de 15 à 17°D (**Croguennec et al., 2008., Mathieu, 1998**).

5.3. Point de congélation

Le point de congélation est le paramètre le plus constant. Il est utilisé pour détecter un éventuel mouillage du lait (le point de congélation s'élève) alors que l'hydrolyse du lactose (éventuelle fermentation lactique) provoque son abaissement (**Mathieu, 1998**). Il est légèrement inférieur à celui de l'eau, puisque la présence des solides solubilisés abaisse le point de congélation (**Vignola, 2002**).

C'est une caractéristique constante allant de -0,57 à - 0.60°C pour le lait de brebis (**Stancheva et al., 2009**).

Tableau 01 : caractéristiques physico-chimiques des laits de diverses espèces animales (FAO ,1995).

Constant	Vache	Chèvre	Brebis
Energie (kcal/litre)	705	600-750	1100
Densité du lait entier à 20°C	1.028-1.033	1.027-1.035	1.034-1.039
Point de congélation (°C)	(-0.520) à (-0.550)	(-0.550) à (-0.583)	(-0.570) à (-0.60)
pH à 20°C	6.60-6.80	6.45-6.60	6.50-6.85
Acidité triturable (Dornic)	15-17	14-18	22-25
Tension superficielle du lait entier à 15°C (dynes/cm)	50	52	45-49
Conductivité électrique à 25°C	45×10 ⁴	43-56×10 ⁴	38×10 ⁴
Indice de réfraction	1.45-1.46	1.35-1.46	1.33-1.40
Viscosité du lait entier à 20°C (centpoises)	2.0-2.2	1.8-1.9	2.86-3.93

6. Principaux constituants du lait de brebis

Quelle qu'en soit l'origine, les laits sont constitués de trois phases :

- Une phase lipidique sous forme globulaire ;

- Une phase protéique et minérale à l'état colloïdal ;
- Une phase aqueuse dispersante contenant des glucides dont essentiellement du lactose, des protéines solubles, des minéraux et vitamines (Croguennec et al., 2008).

6.1. Eau

Environ 87 % de lait est de l'eau, dans lequel les autres constituants sont distribués sous diverses formes (O'connor, 1995).

Le lait de brebis contient en moyenne 82 % d'eau qui est le constituant le plus important par ce qu'elle donne au lait sa forme liquide d'une part et d'autre part, elle joue un rôle important dans le développement bactérien (Dhouib, 2017).

L'eau forme un arrangement hexagonal précis lorsqu'elle atteint son point de congélation, cet arrangement fait augmenter le volume de l'eau et diminuer sa masse volumique, cette caractéristique est importante lors de la fabrication des produits laitiers glacés qui peut entraîner la formation des cristaux de glace (Vignola, 2002).

6.2. Matière azotée

La matière azotée se compose de 95 % d'azote protéique et de 5 % d'azote non protéique, constitué essentiellement d'urée (Meyer et Denis, 1999).

6.2.1. Protéines

Le lait de brebis est la source la plus riche en protéines de lactosérum (1,02 g /100 g) et il a également la plus forte concentration de caséine (4,18 g/100 g). La β -lactoglobuline est la principale protéine de lactosérum dans le lait de brebis et la teneur en α -lactalbumine dans le lait de brebis est également plus élevée que celle du lait de vache (Mohapatra et al., 2019). Même si le lait de brebis contient environ 40 % de plus de protéines totales que le lait de vache, le rapport entre les protéines de caséine et de lactosérum dans le lait de brebis et le lait de vache est similaire (Pond et Bell, 2004).

Le lait de brebis contient presque deux fois plus de protéines que les laits de chèvre et de vache. Ces protéines ont une qualité nutritionnelle, et un impact positif sur la digestibilité et la thermostabilité (Claeys et al., 2014).

- **Les caséines**

Les caséines sont des polypeptides phosphorés associés surtout à des constituants minéraux, en particulier le calcium, mais aussi le phosphate, le magnésium et le citrate, de manière à former des micelles de phosphocaséinate de calcium (FAO, 1995).

Le lait de brebis est plus riche en caséines que le lait de chèvre (**Pelmus et al., 2012**). D'un point de vue nutritionnel, les caséines constituent une source relativement bon marché D'acides aminés (AA), notamment d'acides aminés essentiels non synthétisés par l'organisme, de calcium alimentaire et de phosphore pour le nouveau-né (**Pelmus et al., 2012**).

- **Les protéines de sérum**

Le lait de brebis contient 20% de protéines solubles ou protéines du lactosérum : lactoglobulines, lactoalbumines, immunoglobulines. Ces protéines sont riches en AA essentiels, notamment en lysine, tryptophane et cystéine ainsi que d'autres acides aminés soufrés qui leur confèrent une très bonne valeur nutritionnelle (**Ennuyer et Laumonnier, 2013**).

6.2.2. Azote non protéique

Il représente en moyenne 5 % de l'azote total du lait et se présente sous forme de :

-urée,

-créatine, créatinine,

-ammoniaque,

-acides aminés libres,

-vitamines,

-nucléotides (**Luquet, 1985**), qui n'ont pas pour la majorité d'entre-eux une valeur nutritionnelle (**Pirisi et al., 2001**).

6.3. Les lipides

Les triglycérides constituent le plus grand groupe de lipides (près de 98%), et ils comprennent un grand nombre d'acides gras estérifiés. Le profil TG du lait de brebis montre des similitudes à celui du lait de vache. Cependant, le lait de brebis a un pourcentage de TG à chaîne moyenne (C26-C36) par rapport au lait de vache et une plus faible proportion de TG à longue chaîne (C46-C54). La Chaîne moyenne des TG ont des points de fusion plus bas et des tailles moléculaires plus petites (**Recio et al., 2009**).

6.4. Matière grasse

La teneur en MG est plus fluctuante comparée à la plupart des autres composants (**Hassainya et al., 2006**).

Le lait de brebis est réputé pour sa richesse en matière grasse. Cette dernière varie largement en fonction de plusieurs facteurs. Certains sont liés à l'alimentation (qualité et quantité de l'aliment), d'autres sont d'ordre non nutritionnel (génétiques, stade de lactation, parité, saison,...) (**Merbah, 2019**).

La matière grasse du lait de chèvre et de brebis semble plus digestible que celle du lait de vache, du fait que la taille moyenne des globules du lait de chèvre de, brebis sont légèrement inférieures à celle du lait de vache, respectivement: 1,99, 1,99 et 3,53 (**Beldjilali, 2015**).

D'après **Wright. (1949)**, Chimiquement, la graisse n'est pas un seul composé, mais un mélange de plusieurs composés connus sous le nom de glycérides. Certains de ces glycérides sont communs à toutes les graisses, tandis que d'autres sont propres à la graisse de lait. Ce fait est la base des méthodes pour distinguer beurre de margarine.

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**).

6.5. Glucides

Le lactose est le principal hydrate de carbone du lait et il est important car le lait est la seule source naturelle de lactose (**Campbell et Marshall, 2016**), c'est un disaccharide constitué d'une molécule de galactose et d'une molécule de glucose (**Debry, 2001**).

Le lait ne contient que des traces d'autres sucres, dont le glucose, le fructose, la glucosamine, la galactosamine, l'acide neuraminique et les oligosaccharides neutres et acides. (**Fox et all, 2000**).

Comme chez la plupart des ruminants dans le colostrum le lactose dans le lait de brebis est inférieur au début et à la fin de lactation, contrairement au comportement de la teneur en graisse et en protéines du lait (**Mahi, 2010**).

6.6. Vitamines

Selon **Vignola (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires.

Le lait contient toutes les vitamines connues et est une source particulièrement bonne de riboflavine (vitamine b2) (**John et Robert, 2016**).

La teneur en vitamines du lait de brebis est généralement plus élevée que celle des laits de vache et de chèvre (**Balthazar et al., 2017**).

Tableau 02: Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/litre) (**FAO, 1995**).

vitamines	Vache	Chèvre	Brebis
B₁	0.42	0.41	0.85
B₂	1.72	1.38	3.30
B₆	0.48	0.60	0.75
B₁₂	0.0045	0.0008	0.006
Acide nicotinique	0.92	3.28	4.28
Acide folique	0.053	0.006	0.006
C	18	4.20	47.0
A	0.37	0.24	0.83
β -carotènes	0.21	<0.10	0.02

6.7. Matière minérale

Les minéraux (ou matière salines) sont présents dans le lait (7,3 g/litre environ), soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale) (**FAO, 1995**).

Les éléments les plus abondants dans le lait de brebis sont Ca, P, K, Na et Mg; Zn, Fe, Cu et Mn sont les oligo-éléments. En général, les teneurs en lait de brebis semblent varier beaucoup plus que celles de lait de vache. La teneur en minéraux du lait de brebis n'est pas constante mais est influencé par un certain nombre de facteurs tels que le stade de lactation, état nutritionnel de l'animal et environnement et les facteurs génétiques dus aux différences d'alimentation et des variations saisonnières (**Kalyankar et al., 2016**).

Le lait de brebis, comme celui de vache, renferme des éléments minéraux majeurs dont la teneur est supérieure à 0.1g/l et des oligo-éléments présents à l'état de trace (**Yabrir, 2014**). Dans ces fractions, certaines proportions sont sous forme colloïdale, d'autres sous forme soluble (cas du sodium, potassium et chlorure) (**tableau 03**).

Tableau 03 : Répartition des éléments minéraux dans le lait de brebis comparée à celle du lait de vache (Yabrir, 2014).

Origine du lait	Eléments Minéraux	Ca	P	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
Lait de brebis	Total (mg/l)	2156	1456	193	8.03	1.16	0.41	0.059
	% soluble	20.78	34.82	55.96	8.34	28.45	34.15	6.78
Lait de vache	Total (mg/l)	1200	950	115	3.8	0.46	0.15	0.03
	% soluble	30	45	60	16	32	47	18

6.8. Les enzymes

D'après **Claeys et al (2014)**, le lait de brebis contient un grand nombre d'enzymes, sécrétées par les mammaires glandes ou d'origine microbienne, mais leur fonction biologique est principalement inconnue. Il n'est pas facile de séparer les enzymes naturelles du lait de celles qui sont sécrétées par les microorganismes (**Veisseyre, 1979**).

Le lait en générale soit de brebis soit les autres laits contient principalement 3 groupes d'enzymes: les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influencent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température puisque chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (**Vignola et al., 2002**).

Tableau 04: Composants de lait de différents espèces en (WT%) (**Bozzano, 1995**).

Composants	Vache	Humain	Chèvre	Brebis
Protéine	3,4	1,0	2,9	5,5
Caséine	2,8	0,4	2,5	4,6
Matière grasse	3,7	3,8	4,5	7,4
Lactose	4,6	7,0	4,1	4,8
Taux de cendre	0,7	0,2	0,8	1,0

7. Qualité du lait de brebis

7.1. Qualité nutritionnelle et sanitaire

Le lait de brebis a toujours été considéré comme un lait ayant des caractéristiques nutritionnelles/santé spécifiques et, dans certains cas, comme étant un produit plus noble que les autres aliments (**Luquet et al, 1985**).

La taille des globules gras est plus petite dans le lait de brebis (65% bulles de moins de 3 μm). Ceci est avantageux pour la digestibilité et un métabolisme lipidique plus efficace par rapport à la graisse de lait de vache (**Merlin et al, 2015**).

La qualité du lait de brebis, utilisé presque exclusivement pour la production de fromage, est particulièrement associée avec son aptitude à la coagulation, c'est la capacité de se transformer, avec un rendement élevé, en produits avec un niveau élevé de nutrition et de bonne qualité en termes de goût. Le lait de brebis est particulièrement riche en constituants utiles, et donc son rendement en fromage est presque le double (18–20%) rendement en lait de chèvre et de vache (**Martini et al., 2008**).

7.2. Valeur nutritive

La valeur nutritive du lait de brebis est plus élevée que celle de la chèvre et le lait de vache, avec des niveaux plus élevés de protéines, de lipides, de minéraux et de vitamines essentielles à la santé humaine et une valeur calorique correspondant à 5932 kJ/kg (**Balthazar et al., 2017**).

Le lait de brebis présente quelques spécificités. Il est riche en matière sèche (190 g/kg) et en matières grasses (60 à 80 g/kg), comparativement aux laits des autres ruminants domestiques. Sa composition évolue au cours de la lactation (diminution de la teneur en matières grasses avec le temps). Les teneurs en matières azotées (entre 50 et 60 g/kg), en calcium (2 g/l) et en phosphore (1,5 g/l) sont également plus élevées que dans les laits de vache et de chèvre.

Cette composition donne une valeur énergétique élevée du kg de lait (>1000 kcal), et des besoins énergétiques et azotés importants au cours de la lactation (>0,6 UFL/kg de lait, à comparer à 0,43 UFL/kg de lait de vache). Pour une production de lait d'un litre par jour, les besoins d'une brebis de 30 kg sont de 1,1 UFL, soit plus du double des besoins d'entretien (0,42 UFL) (**Cirad, 2006**).

8. Production laitière

8.1. Dans le monde

La production de lait de brebis est concentrée dans les pays où la production de lait de vache est limitée, mais elle concerne également des pays de grande tradition fromagère comme la France (**FAO, 1995**).

Dans d'autres continents, il s'agit très peu d'industries laitières ovines, mais des initiatives importantes sont observées où le lait de brebis est apprécié en Amérique du Sud (Argentine, Mexique). Aux États-Unis, un petit secteur du lait de brebis produit environ 3 millions de litres dans le Wisconsin et dans d'autres États (**kalantzopoulos et al., 2002**).

Tableau 05 : effectifs des brebis et des chèvres et productions de lait de brebis dans quelques pays méditerranéens, 2011 (**Belabbes, 2019**).

Pays	Brebis	Lait De Brebis (Tonnes)	Chèvres
Grèce	7 254 000	773 000	3 350 000
Italie	5 468 990	417 839	658 800
Espagne	2 800 000	519 600	1 260 000
France	1 297 651	273 550	944 210
Algérie	13 848 690	320 000	2 578 950
Turquie	11 561 144	892 822	3 033 111
Égypte	2 260 000	113 000	1 240 000
Libye	2 235 800	60 000	520 000
Maroc	944 300	37 700	1 684 700
Tunisie	320 000	25 000	486 300

8.2. En Algérie

La consommation humaine de lait de brebis dépend essentiellement de l'année (pluviométrie) et par conséquent de l'état des pâturages naturels (**Benyoucef et Ayachi,**

1991). Le lait de brebis est un aliment de qualité nutritionnelle très apprécié mais En Algérie, il est considéré comme un sous-produit destiné à la consommation des agneaux.

En 2012, l'estimation de la production laitière ovine en Algérie était de 336 000 tonnes de lait avec une moyenne de 400 g par brebis par jour pendant 4 à 5 mois de lactation. Elle est destinée exclusivement à l'allaitement des agneaux en zone steppique (Smaali et Chemmam, 2017). Une très faible partie est utilisée pour l'autoconsommation familiale pour les ménages pastoraux (Merbah, 2019).

Tableau 06 : Evolution de la production laitière nationale en milliard de litres durant la Période 2001-2011 en Algérie (Zitouni, 2017).

Lait \ Année	Année										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Vache	1.17	1.16	1.22	1.31	1.34	1.50	1.52	1.51	1.80	1.90	2.00
Brebis	0.19	0.23	0.27	0.40	0.49	0.49	0.41	0.46	0.39	0.37	0.44
Chèvre	0.23	0.14	0.13	0.18	0.22	0.22	0.21	0.19	0.22	0.27	0.24
Total	1.63	1.56	1.64	1.92	2.09	2.23	2.18	2.22	2.45	2.58	2.73

II. Microbiologie du lait

1. Flore microbienne du lait

le lait cru, provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normales, renferme cependant de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35°C) S'il n'est pas l'objet d'un refroidissement immédiat en dessous de 4°C, sa population microbienne, au moment de la libration, peut atteindre plusieurs million de germes par millilitre (Dupin et al., 1992).

1.1. Flore originelle

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques, il devrait contenir moins de 5000 UFC / ml. La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis (**Kabir, 2015**).

Le lait peut être ensemencé par de nombreuses espèces microbiennes. Pour certaines, il constitue un bon milieu de culture, ce qui leur permet de se développer. Pour d'autres germes banaux ou pathogènes, il n'est qu'un véhicule occasionnel (**FAO, 1995**).

Tableau 07: la Flore originelle du lait cru (**Vignola, 2002**).

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

Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques, dont les vertus se ressemblent, et qui produisent de l'acide lactique comme produit final du processus de fermentation. Elles sont partout dans la nature, et se trouvent aussi dans le système digestif de l'homme, elles jouent un rôle dans la préparation des laitages fermentés, et également dans le saumurage des légumes, la boulangerie, la fabrication du vin, le saurissage des poissons, des viandes et des salaisons (**Savado et al., 2011**).

Il s'agit des genres suivants : *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Tetragenus*. Le genre *Bifidobacterium* réalise une fermentation mixte lactique-acétique (**Bonnefoy et al, 2002**).

1.1.1. Les lactobacilles

Les lactobacilles sont des bactéries Gram positif, non sporulées et généralement non mobiles. Ils peuvent se présenter sous la forme de bâtonnets longs et fins ou très courts ou coccobacilles, la formation de chaînes de cellules est courante (**Devos et al., 2009**).

Les lactobacilles sont des catalase négative, généralement, nitrate réductase négative, gélatinase négative et ils sont micro aérophiles ou anaérobies (**Prescott et al., 2003**).

Le lait ne contient pas de lactobacilles lorsqu'il quitte le pis, mais il est très facilement contaminé par les lactobacilles par la poussière, les ustensiles laitiers. Parce que les streptocoques se développent plus rapidement, le nombre de lactobacilles reste généralement assez faible, même dans le lait spontané (**Devos et al., 2009**).

1.1.2. Les streptocoques lactiques

Les streptobactéries sont constituées d'un grand groupe d'organismes largement utilisés dans la fabrication de produits alimentaires et les fermentations industrielles (**Frank et al., 2002**).

Les cellules de ce genre sont immobiles, sphériques ou ovoïdes qui ont un diamètre inférieur à 2µm avec une disposition en paires ou en chaînes longues. La fermentation des carbohydrates produit principalement de l'acide lactique mais il n'y a pas de production de gaz. Le peptidoglycane est du groupe A et leur température optimale de croissance est 37°C. Elles sont incapables de se développer à 15°C et à pH: 9.6. Beaucoup d'espèces sont commensales ou parasites de l'homme et des animaux et certaines sont hautement pathogènes (**Guiraud, 1998**). Les streptocoques fermentent les glucides avec l'acide lactique comme produit final principal et sont généralement aérotolérants (**Corrieu et Luquet, 2008**).

1.2. Flore de contamination

Cette flore correspondant à l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Vignola, 2002**).

1.2.1. Flore d'altération

Elles sont des espèces bactériennes du lait cru capables de dégrader le lactose, les protéines ou les lipides de cette matière première (**boucenna, 2019**).

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette des produits laitiers. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes soit principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telle que *Bacillus sp* .et *Clostridium sp* .et certaines levures et moisissures (**Vignola, 2002**).

1.2.1.1. Les coliformes

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

1.2.1.2. Moisissures

Les moisissures par production de spores colorées peuvent conférer au produit une couleur et un aspect non souhaités. Elles sont protéolytiques et lipolytiques et peuvent donc engendrer des composés non désirés. Ce sont des microorganismes aérobies stricts, psychrotrophes, acidophiles. Certaines peuvent comprendre des mycotoxines. Ce sont des microorganismes d'altération très utilisées en fromagerie (**Branger, 2007**).

Selon **Tourette, (2002)**; Les principaux genres intéressants en laiterie sont:

- *Alternaria* : rancissement et mauvaises odeurs des produits laitiers.
- *Aspergillus* : production d'une enzyme voisine de la présure.
- *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* : produisent des aflatoxines.
- *Scopulariopsis* : mauvaises odeurs de certains fromages.

1.2.1.3. Les levures

Bien souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Certaines sont utilisées dans la production de laits fermentés (comme le Kéfir et le Koumis), des levures alimentaires et de l'éthanol. Les levures peuvent aussi être néfastes. Certaines bactéries sont responsables de fermentations gazeuses dans les crèmes fermières et les caillés frais, la présence de levures à la surface des yaourts, fromages à pâte fraîche, crème et beurre sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits (**FAO, 1995**).

1.2.2. Flore pathogène

Cette flore regroupe divers germes pathogènes, dont la persistance et/ou le développement dans le lait et les produits laitiers constituent un risque pour la santé du consommateur. Pratiquement tous les groupes de bactéries décrits ci-dessus comportent des souches pathogènes (principalement : *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*,

Yersinia enterocolitica, *Escherichia coli*). Le risque pour la santé humaine provient de la conjonction de trois facteurs : le pouvoir pathogène de la bactérie, la résistance de la toxine ingérée (liée au nombre de bactéries présentes) et la résistance de l'individu (liée à l'efficacité du système immunitaire) (Yves, 1994).

Les origines de la flore pathogène sont trévirées mais chaque souche a une voie d'entrée préférentielle dans le lait. Ces bactéries, sauf celles qui sporulent (*Bacillus cereus* et *Clostridium perfringens*), sont toutes sensibles à la chaleur et sont rapidement concurrencées par les ferments lactiques utilisés en laiterie (Yves, 1994).

Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont :

1.2.2.1. *Escherichia coli*

Elle est l'espèce la plus spécifique de la contamination fécale humaine dans la mesure où elle n'existe quasiment pas à l'état saprophyte, car elle résiste mal dans le milieu extérieur. De plus, chez l'homme, elle est présente en très grande quantité (10⁸/g), d'où une bonne sensibilité de la recherche (Bonnefoy et al., 2002).

1.2.2.2. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est le micro-organisme pathogène le plus souvent incriminé dans des cas de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) par le lait et les produits laitiers. L'intoxication résulte de l'ingestion d'entérotoxines staphylococciques (SE) produites dans les aliments par des souches de *Staphylococcus aureus* productrices de SE. Elle déclenche des nausées, vomissements, diarrhées, douleurs abdominales et maux de tête voire des conséquences plus graves chez les jeunes enfants, les femmes enceintes et les personnes immunodéprimées (Tormo, 2010).

1.2.2.3. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des streptocoques du groupe D présumés : cocci Gram positif en chaînettes, catalase négative et possédant l'antigène de groupe D, c'est-à-dire *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus durans*, *Streptococcus bovis* et *Streptococcus equinus* (Bonnefoy et al., 2002).

Ces bactéries, proches des bactéries lactiques par leur aptitude à l'acidification et à la coagulation du lait, sont présentes en proportion très appréciables dans tous les fromages, ainsi leur nombre atteint 10⁷ à 10⁸ gramme dans les fromages de Camembert et de Roquefort. (Schmidt, 1972).

1.2.2.4. Salmonelles

Les salmonelles sont des bactéries à Gram négatif de type aérobie –anaérobie facultatif appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Elles sont pourvues de flagelles péritriches et elles sont généralement mobiles mais certains sérovars sont immobiles. Les Salmonelles peuvent se multiplier à des températures comprises entre 5°C et 45°C avec un optimum de 35 à 37°C et des pH de 4,5 à 9 avec un optimum compris entre 6,4 et 7,5. L'intestin des animaux constitue le réservoir le plus important en Salmonelles et contribue fortement à leur dissémination dans l'environnement où elles peuvent survivre mais sans se multiplier (**Brisabois et al., 1995**).

2. Source de contamination

2.1. Contamination par l'animal

Les antibiotiques et les antimicrobiens vétérinaires sont généralement utilisés en élevage à des buts, thérapeutique, prophylactique, métaphylactique et comme aditifs alimentaires ou promoteur de croissance. Les principales pathologies pour lesquelles les antibiotiques sont généralement utilisés en élevage bovin sont les mammites, les affections respiratoires. La mauvaise utilisation de ces antibiotiques par les éleveurs et les vétérinaires ainsi que le non respect des délais d'attente après le traitement des animaux conduisent à la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait et les autres denrées d'origine animale. La présence des antibiotiques dans le lait constitue un facteur limitant pour les mini laiteries de yaourts parce qu'ils inhibent le processus de fermentation. Les antibiotiques sont souvent à l'origine de potentiels risques toxicologiques pour le consommateur et de développement des bactéries résistantes aux antibiotiques vétérinaires (**Ben Mahdi et Ouslimani., 2009**).

2.2. Contamination au cours de la traite

Selon **Lemire, (2007)**; Le lait est stérile dans le pis, et que c'est à la traite que celui-ci est contaminé par la flore bactérienne responsable de la lacto-fermentation, flore provenant de trois « réservoirs » lors de la traite :

- Le trayon : réservoir potentiel majeur. La surface des trayons (surface en contact avec les manchons trayeurs) abrite une forte diversité de groupes microbiens avec une forte prédominance des groupes lactiques : leur niveau est en moyenne 100 fois plus élevé que ceux des groupes microbiens d'altération (coliformes, moisissures, levures ou anaérobies). Des prélèvements ont démontré qu'il y a une variabilité de charge

microbienne de la surface des trayons en lien avec la saison (conditions de logement des animaux).

- Le matériel de traite : les groupes microbiens ne sont pas très diversifiés et de niveaux relativement faibles, les niveaux des groupes microbiens d'altération étant voisins de ceux présentant un intérêt sur le plan transformation.
- Air ambiant du lieu de traite : réservoir intermédiaire, à la fois dans la diversité des groupes microbiens détectés et dans le rapport entre flore d'intérêt et flore d'altération. Toutefois en hiver, il y a un niveau significativement plus élevé de moisissures dans les échantillons d'air

2.3. Contamination au cours du transport

La collecte et le transport se font grâce à des camions citernes réfrigérés qui récoltent régulièrement le lait dans les fermes. Ils doivent respecter un certain nombre de règles légales afin de livrer un lait de bonne qualité, notamment par le maintien du lait au froid qui a pour but d'arrêter le développement des micro-organismes. Il constitue un traitement de stabilisation. Une altération de la qualité au cours du transport par une mauvaise réfrigération, peut avoir un impact grave sur la qualité du lait et engendrer des pertes financières importantes (**Weber, 1985**).

Une altération de la qualité au cours du transport par une mauvaise réfrigération, peut avoir un impact grave sur la qualité du lait et engendrer des pertes financières importantes (**Jacob et al., 2011**).

3. Conditions de croissance et prolifération des bactéries

3.1. Sensibilité à la température

les bactéries lactiques ont une température optimale de croissance compris entre 10 et 45°C, mais certaines peuvent croître à 0°C (**Mataragasa et al., 2003 ; Chaillou et al., 2005**).

3.2. Sensibilité à l'oxygène

Le besoin en oxygène des micro-organismes diffère fortement: les germes aérobies se développent exclusivement en présence d'air, les anaérobies en son absence. Mais plusieurs genres et espèces de bactéries peuvent croître dans les deux conditions. La majorité des germes du lait sont aérobies, en particulier les levures, les moisissures et la plupart des bactéries. Leur développement est donc facilité lorsque la solubilisation d'oxygène dans le lait est accrue, par exemple par agitation et par refroidissement, ou lorsqu'une aération

satisfaisante est maintenue dans les locaux, en particulier dans les salles d'affinage des fromages (**Kassas, 2017**).

3.3. Sensibilité au pH

La majorité des bactéries lactiques se multiplient préférentiellement à des pH voisins de la neutralité (6,5 à 7,5), mais elles sont capables de croître dans une large gamme de pH. La croissance bactérienne est inhibée lorsque le pH du milieu devient acide (**Torino et al., 2001**).

Le pH influence sur la croissance des bactéries lactiques mais il peut aussi agir sur la voie de fermentation des sucres (homo ou hétérofermentaire), le rendement de la fermentation, et l'isomérisation de l'acide lactique formé (**Rhee et Pack, 1980**).

CHAPITRE II:

Matériels et méthodes

1. Matériels et Méthodes

-Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques

- Verreries usuelles (Erlen meyers, béchers, fioles, pipettes graduées, tubes à essais, burettes, Entonnoirs, verre de montre...).
- pH-mètre.
- Spectrophotomètre visible-UV.
- Densimètres, agitateur magnétique chauffant, bain marie, balance électronique.
- Solvants (acide acétique, acide sulfurique).
- Sels (acétate de zinc, carbonate de sodium, chlorure de sodium, hexacyanoferrate de Potassium, sulfate d'ammonium, sulfate de cuivre, sulfate de potassium, tartrate double de Sodium et potassium).
- Colorants et réactifs spécifiques (réactif de Folin, phénolphtaléine Sérum Albumine Bovine (BSA)).

-Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques

- Verreries usuelles (pipettes pasteur, tube à essai, boîte pétri stérile ...).
- Appareils : étuve, autoclave, four pasteur, réfrigérateur.
- Milieux de culture : GN, MRS, M17, SS, Rothe, Eva-Litsky, BLBVB, Viande-Foie, Chapman (Reghis, 2015).

2. Méthode d'analyse

2.1. Collecte du lait

Le lait a été prélevé dans des flacons stériles en verre et transporté à température ambiante à l'obscurité jusqu'au laboratoire. Les analyses ont lieu à 7 heures du matin, 30 minutes après le prélèvement (Labioui H et al., 2009).

2.2. Analyses physico-chimique

2.2.1. Détermination de pH

Les mesures du pH effectuées sur les échantillons, sont basées sur une méthode potentiométrique dont le principe repose sur une mesure de la différence de potentiel entre une électrode dite de mesure et une autre de référence. La valeur de pH caractérisant l'échantillon analysé, est lue directement sur l'appareil (pH-mètre) après immersion de son électrode dans le lait. Cette opération comme pour toutes les autres mesures physico-

chimiques qui suivent est répétée 3 fois, avec rinçage de l'électrode de l'appareil entre chaque mesure (Merbah, 2019).

2.2.2. Détermination de l'acidité titrable

La mesure de l'acidité par titrage permet de déterminer la teneur du lait en acide lactique qui provient de la fermentation du lactose par les micro-organismes. 10 ml de lait ont été introduits dans un bécher et titrés par une solution basique d'hydroxyde de sodium (Na OH) 0.1N en présence de 3 gouttes de phénolphtaléine, indicateur coloré qui vire de l'incolore à un milieu acide, au rose à un pH de 8.3. La soude contenue dans la burette de schilling est ajoutée goutte à goutte en remuant constamment jusqu'à l'obtention d'une coloration rose qui doit persister au moins 10 secondes. Le résultat est exprimé en degré Dornic (D°) défini comme le volume en 10^{ème} de ml de NaOH nécessaire pour titrer 10ml de lait (Kouri, 2019).

2.2.3. Détermination de densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Ainouche, 2016).

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°C, Densité corrigé = densité lue + 0, 2(température du lait-20)
- Si la T < 20°C, Densité corrigé = densité lue - 0, 2(température du lait-20)
- Si la T = 20°C, Densité corrigé = densité lue (Bedjaoui et Kerirem, 2016).

2.2.4. Détermination de matière sèche

La matière sèche, exprimée en gramme par litre de lait, est calculée après pesée de chacune. L'échantillon est placé à une température de 100°C pendant 7 heures de son résidu sec. Les prises d'essai sont de 5g. La teneur en cendres exprimée en g/L de lait, est déterminée après dessiccation à 505°C (Sboui et al., 2009).

2.2.5. Détermination de la teneur en lactose

La teneur en lactose est déterminée par spectrophotométrie. À 1 ml de lait on ajoute 1 ml d'eau phénolée et 5 ml d'acide sulfurique. L'ensemble est homogénéisé mécaniquement sur vortex (Cadillac) puis porté cinq minutes à ébullition. L'absorbance est lue à 490 nm contre un témoin préparé avec de l'eau distillée. Une courbe étalon est réalisée à partir d'une solution mère contenant 1 g/l de lactose (**Labioui et al., 2009**).

2.2.6. Détermination du taux de matière grasse

La teneur en matière grasse est déterminée à l'aide de la méthode acido butyrométrique de Gerber (**Pellegrini et al., 1994**). Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool iso amylique, la matière grasse se sépare en couche claire et les graduations du butyromètre révèlent le taux.

10 ml d'acide sulfurique, 11 ml d'échantillon et 1ml d'alcool Iso amylique sont introduits dans le butyromètre de Gerber. Le butyromètre est fermé à l'aide d'un bouchon, puis mélangé jusqu'à la dissolution totale du mélange. Une centrifugation pendant 10 minutes à 1200 tours /min est ensuite effectuée. Le résultat est exprimé en g/l et le lecteur se fait directement sur le butyromètre (**Boumar, 2019**).

2.2.7. Détermination du taux de protéines

La teneur en protéines (protéines totales, protéine sériques et caséines) est déterminée par la méthode de LOWRY (1957). Le principe repose sur le développement d'une coloration bleue foncée suite à l'addition à la solution protéique d'un sel de cuivre en milieu alcalin, puis du réactif de Folin-Ciocalteu. La coloration résulte de la réaction du cuivre avec les liaisons peptidiques et la réduction de l'acide phospho-tungstomolybdique par la tyrosine, le tryptophane et la cystéine. Les espèces réduites absorbent la lumière à 750nm. Le dosage des protéines est réalisé par l'emploi d'un spectrophotomètre visible. La concentration en protéines de l'échantillon analysé est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage établie en employant de l'albumine sérique bovine (BSA) (**Chethouna, 2011**).

2.3. Analyse microbiologique

❖ Préparation des dilutions décimales

La solution mère a été préparée en prélevant 1ml lait cru de chaque échantillon qui a été ajouté à 9ml d'eau physiologique stériles. A partir de cette solution mère, des dilutions séries allant de 10^{-1} à 10^{-4} ont été effectuées.

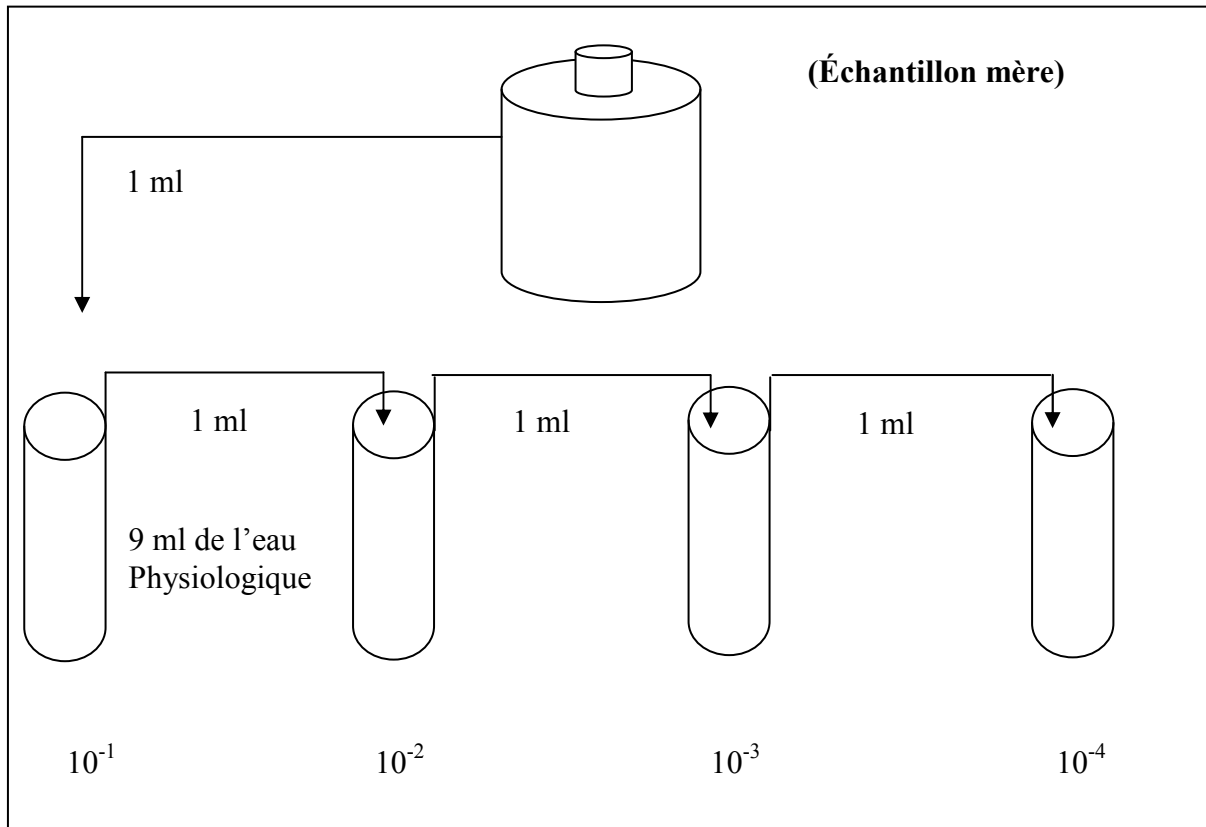


Figure 01: Préparation des dilutions décimales (Kigmou et Belaroussi, 2019).

2.3.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile

La flore totale correspond au dénombrement des germes totaux mésophile. Leur dénombrement est effectué par la méthode classique en milieu gélosé dont les ensemencements sont réalisés en plaçant 1ml de la dilution choisie dans une boîte de Pétri vide et on ajoutant le milieu gélosé (GN) que l'on mélange ensuite soigneusement. Les cultures sont incubées à 30°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies apparaissent sous différentes tailles et formes (Guiraud, 2003).

➤ Dénombrement

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

- ne dénombrer que les boîtes contentes entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de dilution.
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions (**Ben Mohamed, 2019**).

2.3.2. Dénombrement des flores lactiques

Les bactéries lactiques sont dénombrées sur la gélose de milieu MRS pour les *Lactobacilles*, et sur la gélose M₁₇ pour les *Streptococcus*. L'incubation a lieu 48 à 72 heures à 37°C (**Tir et al., 2015**).

2.3.2.1. Lactobacilles

La gélose MRS (de Man, Rogosa, Sharpe) est utilisée pour le dénombrement et l'isolement des lactobacilles, 1ml de la dilution est inoculé en profondeur puis les boîtes sont incubées à 30°C pendant 5 jours.

➤ Isolement et purification :

A partir du milieu MRS, des colonies d'aspects différents (colonies rondes et lenticulaire) sont prélevées au hasard à l'aide d'une pipette pasteur et ensemencées en surface d'une gélose MRS préparées préalablement. Les boîtes sont incubées pendant 24h (**Boudechiche et Dahmar, 2019**).

2.3.2.2. Streptocoques lactiques

La culture se fait sur le milieu M17. 48 à 72 heures d'incubation permettent de favoriser le développement des streptocoques thermophiles à 37 °C et celui des streptocoques mésophiles à 31°C (**Semasaka G, 1986**).

2.3.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

2.3.3.1. Les coliformes totaux

Pour rechercher les coliformes on utilise le bouillon lactose bilié au vert brillant (BLBVB). Ce milieu est réparti dans des tubes munis d'une cloche de Durham. Neuf tubes sont ensemencés puis incubés à 37 °C. Après 24h, on recherche le NPP en utilisant la table de Mac Cready. Le NPP trouvé correspond au nombre de coliformes présents par gramme de produit (**Khater et Ghedar, 2017**).

2.3.3.2. Les coliformes féaux :

Fait appel au test de Mac Kenzie c'est-à-dire, qu' à partir d'un tube positifs de BLBVB, un autre tube de BLBVB stérile est repiqué et un tube d'eau peptonée exemple d'indole est aussi ensemencé. Si les deux tubes ensemencés sont positifs (montée de la cloche dans le BLBVB et trouble dans l'eau peptonée) on confirme la présence d'*Escherichia coli* à 44°C (Khater et Ghefar, 2017).

2.3.4. Dénombrement des germes pathogènes

2.3.4.1. *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques ont la particularité de pousser sur les milieux hypersalés et l'espèce *staphylococcus aureus* est capable de fermenter le mannitol. Ainsi, les staphylocoques ont été dénombrés sur le milieu Mannitol Salt Agar contenant 75 % de NaCl et le mannitol comme seule source de carbone. Les dilutions effectuées auparavant ont été ensemencées en profondeur à raison de 1 ml de chaque dilution par boîte. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies d'aspect caractéristique, jaune doré ou orange sont comptées (Afif et al., 2008).

2.3.4.2. *Clostridium* sulfito-réducteurs

Recherche des spores des anaérobies sulfito-réducteurs : A partir de chaque dilution de lait, 5 ml sont prélevés aseptiquement dans un tube stérile. La sélection des formes sporulées est réalisée par chauffage de 10 mn à 80°C pour détruire les formes végétatives, 0,5 ml d'une solution à 5 % de sulfite de sodium et 2 à 3 gouttes de solution de citrate de fer à 5 % sont ajoutées. Après agitation, les tubes sont refroidis à température ambiante et 7 ml de gélose viande foie (VF) est ajoutée pour assurer l'anaérobiose. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les grosses colonies noires, produisant des sulfures à partir des sulfites qui ont précipité avec les ions de fer, sont seuls considérées clostridies sulfito-réducteurs (Aggad et al., 2009).

2.3.4.3. Salmonelles

Leur recherche est basée sur le fait que ces dernières ne fermentent pas le lactose et que leur nombre est faible.

➤ Le pré-enrichissement (non sélectif)

- Est réalisé par ensemencement de 0.1ml de suspension mère dans un tube contenant 9 ml d'eau peptonée.
- Il est incubé à 37°C pendant 24 h.

➤ **L'enrichissement (sélectif)**

- 1ml du mélange de pré-enrichissement est ensemencé dans un tube de bouillon au sélénite (SFB).
- Il est incubé à 37°C pendant 24h.

➤ **L'isolement (sélectif)**

- 0.1ml de la solution (SFB) noircie est ensemencé à la surface d'une boîte de pétri contenant la gélose SS (*Salmonella-Shigella*).
- La boîte est incubée à 37 °C pendant 24 à 48h (**Benzaid et Madani, 2014**).

2.3.4.4. Streptocoques fécaux

La présence des streptocoques du groupe D appelés fécaux est un signe de contamination fécale du lait cru. Le test présomptif de routine (simplifié) consiste à inoculer 1ml de la dilution 10^{-3} dans un tube contenant 10ml du milieu de Rothe. Après incubation à 37°C pendant 48h. Une louche microbienne indique la présence éventuelle des Streptocoques fécaux. Les tubes positifs sont soumis au test confirmatif par repiquage sur le milieu de Litsky et culture dans les mêmes conditions (**Kouri, 2019**).

CHAPITRE III:

Résultats et discussions

Résultats et discussion

Introduction : 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 d'autres auteurs et ce dans une optique d'aboutir à une discussion intéressante et un contenu scientifiquement riche.

1. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait de brebis cru sont illustrés dans le tableau ci-dessous (**Boudjir et Zehar, 2019**).

Tableau 08: Les résultats des analyses physico-chimiques du lait cru (**Boudjir et Zehar, 2019**).

E Paramètres	1éch	2éch	3éch	4éch	5éch	Moyenne	Normes (AFNOR)
pH	6,75	7,19	6,71	6,57	6,6	6,76	6,50-6,85
Densité	1,035	1,04	1,04	1,035	1,03	1,036	1,034-1,039
Matière grasse (g/l)	100	80,50	72,7	69,8	69,4	78,48	69-77
Acidité (°D)	21,6	17,1	23,7	23,7	22	21,62	22-25
Protéine (g/l)	32,86	35,5	44,66	42,15	38,5	38,73	55-60
Matière sèche totale (g/100g)	21,5	18,85	20,6	22,85	50	26,76	17,8-19,5

AFNOR : Association Française de normalisation.

1.1. Mesure de pH

Les valeurs du pH des laits qui est un indicateur de l'état sanitaire de brebis varient entre 6,57 et 7,19. Ces valeurs sont généralement dans les normes sauf pour le deuxième

échantillon (7,19) qui dépasse les normes (6,50 - 6,85) (Boudjir et Zehar, 2019). Ces valeurs sont proches de l'intervalle (6,31 et 7,14) rapporté par Beldjilali (2015).

Comparativement aux laits d'autres espèces, le pH moyen du lait ovin collecté par Merbah. (2019), est légèrement acide. Plusieurs facteurs influencent sur la variation du pH du lait de brebis, y compris la présence de mammite le stade de lactation, il diminue vers la fin du cycle, la variation de la température, la saison et l'âge des brebis (Boudjir et Zehar, 2019).

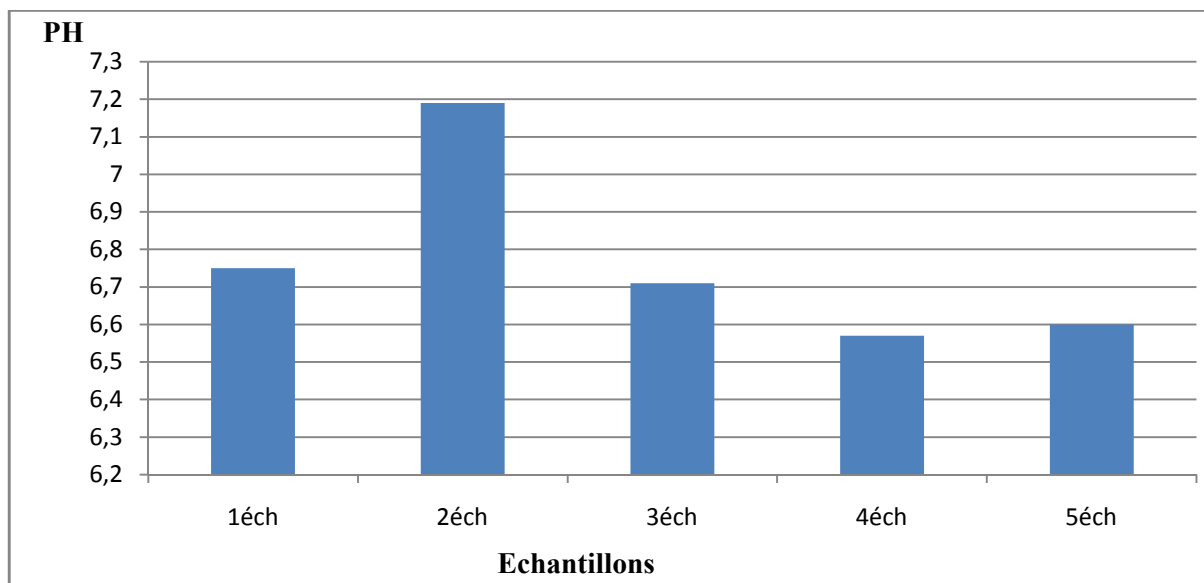


Figure 02: les teneurs du pH (Boudjir et Zehar, 2019).

1.2. Acidité titrable

Selon Boudjir et Zehar. (2019), l'acidité moyenne a été 21,62°D. Ces résultats sont proches et corroborent les résultats obtenus par d'autres auteurs. En effet, Yabrir (2014). Affiche une valeur d'acidité titrable de 19,58°D.

L'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait et ne peut résulter que d'un développement conséquent de la flore lactique influencé par le jeu combiné de l'augmentation de la température ainsi que de la durée de conservation du lait (Reghis, 2015).

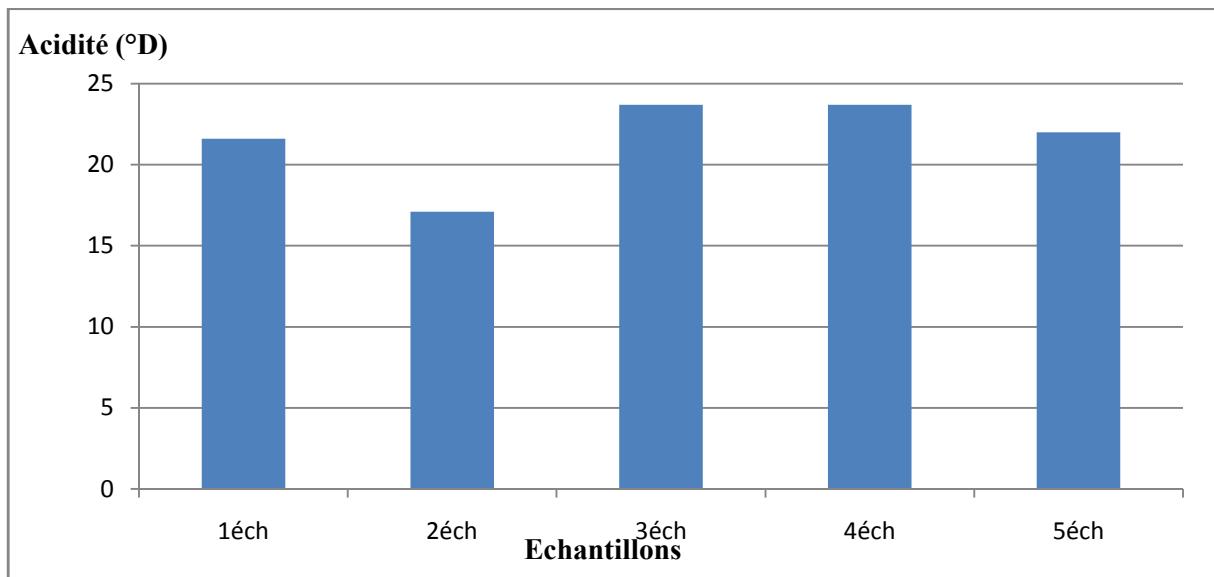


Figure 03: les teneurs d'acidité Dornic (Boudjir et Zehar, 2019).

1.3. Matière sèche totale

Les teneurs s'étendent de 18,85 à 50 g/100g (figure 05). Ces valeurs sont supérieures aux normes 17,8 -19,5 g/100g d'AFNOR (1985), sauf pour le deuxième échantillon qui répond aux normes (18,85) (Boudjir et Zehar, 2019). Ces valeurs sont supérieures à celle rapportées par Kouachi et Achour. (2016), qui rapportent un taux de 17,466 g/100g. L'augmentation de la teneur en MS totale serait probablement due à l'augmentation progressive du lactose, de la matière grasse et de la matière azotée (El-hatmi et al., 2006).

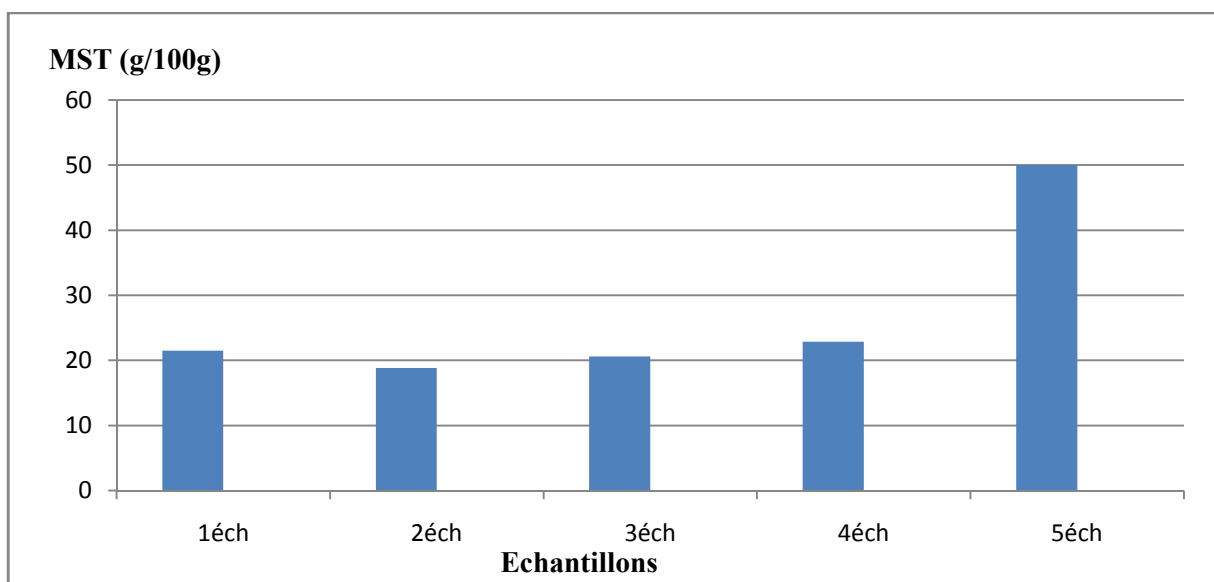


Figure 04: les teneurs de matière sèche totale (Boudjir et Zehar, 2019).

1.4. Matière grasse

Le taux de matière grasse enregistré varie entre 69,4 et 100g/l (**Boudjir et Zehar, 2019**). Ainsi, **Pellegrini et al. (1994)**, révèlent des teneurs moyennes en matière grasse de 74,0 g/l.

La teneur en matière grasse est due probablement à plusieurs facteurs, notamment, le type d'alimentation.

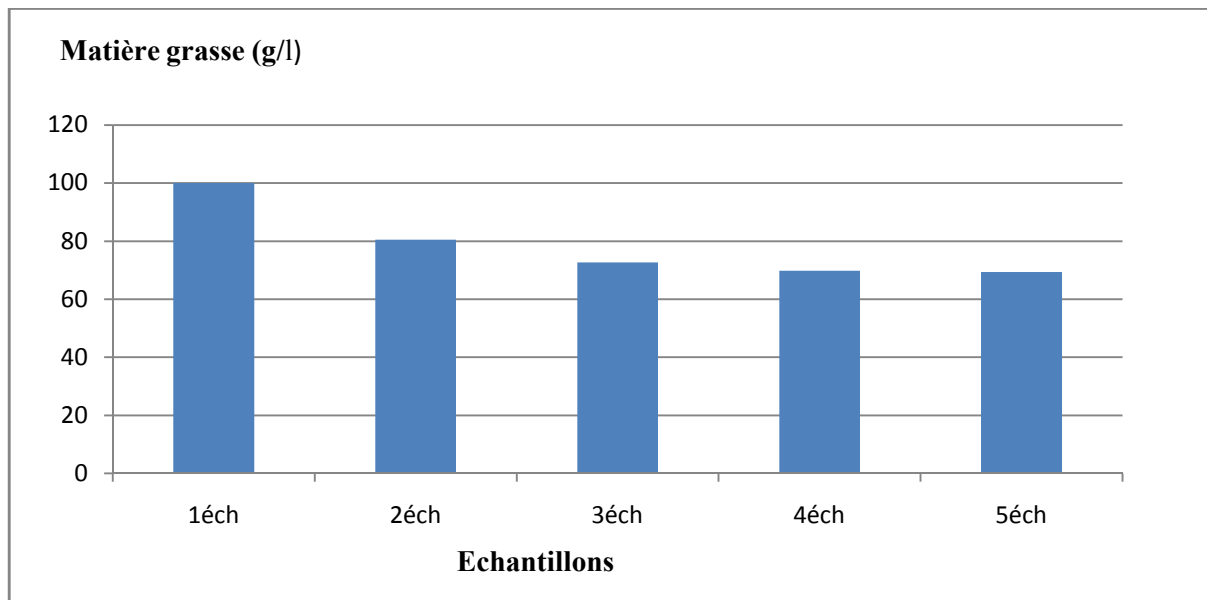


Figure 05: les teneurs de matière grasse (**Boudjir et Zehar, 2019**).

1.5. Densité

La densité moyenne est égale à 1,036 (**Boudjir et Zehar, 2019**). Les valeurs de densité trouvées par **Rouissi et al. (2006)** ; sont compris entre 1,035 et 1,037.

D'après **Ait Amer. (2008)**, la densité du lait est un paramètre qui varie selon l'espèce, mais aussi au sein d'une même espèce selon deux facteurs: la concentration des éléments dissous et en suspension et la proportion en matière grasse. Une faible densité reflète la richesse en matière grasse de lait mise en œuvre.

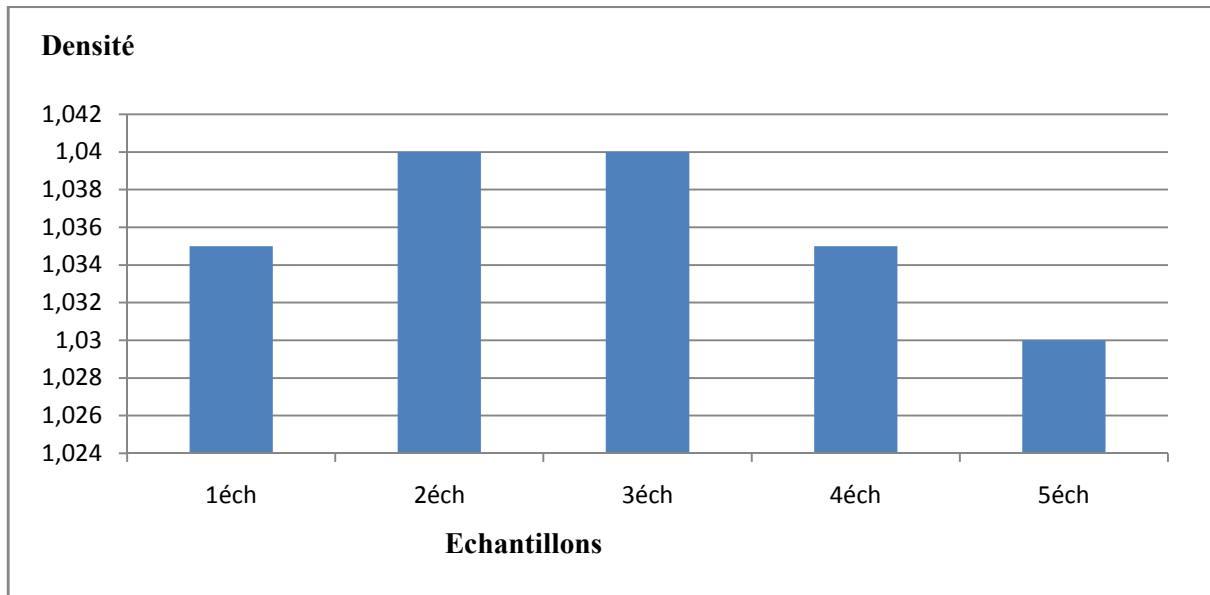


Figure 06: les teneurs de densité (Boudjir et Zehar, 2019).

1.6. Teneur en protéine

La teneur moyenne en protéine est de $38,76 \pm 5,9$ g/l (Boudjir et Zehar, 2019), inférieure à la teneur moyenne estimée par Ait Amer. (2008), de $56,81 \pm 0,289$ g/l.

Selon Belabbes. (2019), les protéines du lait de brebis ont été influencées par le système alimentaire.

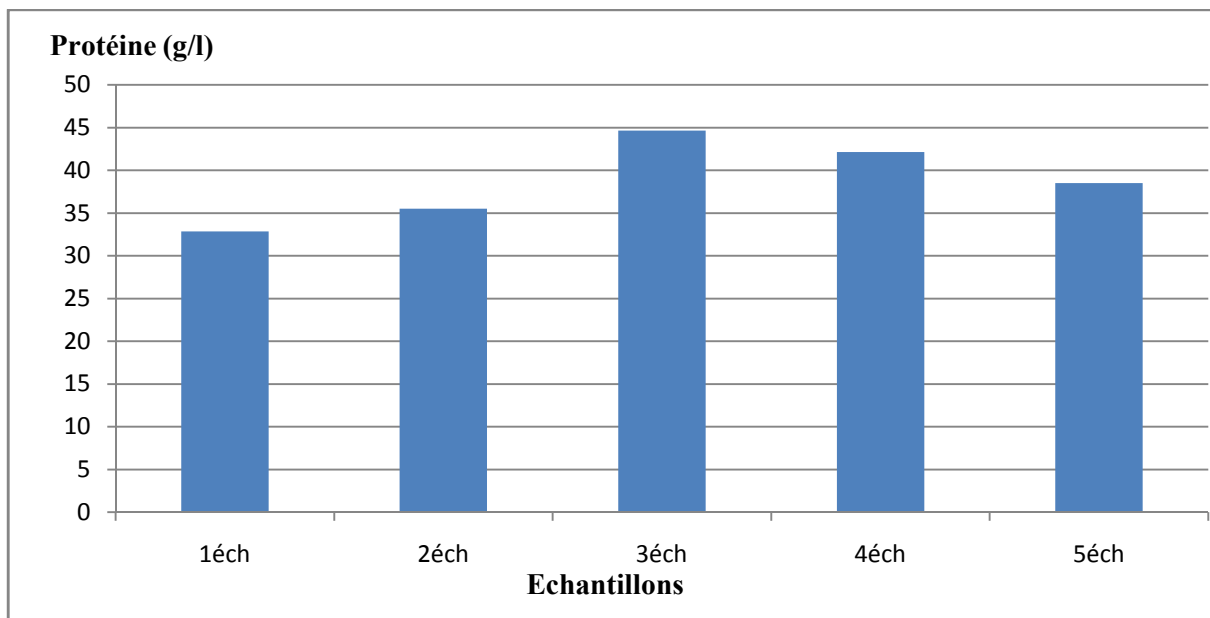


Figure 07: les teneurs des protéines (Boudjir et Zehar, 2019).

1.7. Teneur en lactose

Tableau 09. Résultats de teneur en lactose pour les trois laits (g/l) (**Kouachi et Achour, 2016**).

Echantillons Espèce	E1	E2	E3	Moyenne	Ecart-type
Brebis	45,98	47,65	47,34	47,05	0,88

La présente étude relève des teneurs moyennes en lactose proches ($47,05 \pm 0,88$ g/l) Pour le lait de brebis (**Kouachi et Achour, 2016**). Ces résultats sont différents des résultats rapportées par **Bocquier et al. (1993)**, entre (37,5 et 57,1 g/l).

Selon **Kouachi et Achour. (2016)**, le lactose est l'un des constituants les plus stables et ne subit que de faibles variations, comparativement aux constituants majeurs.

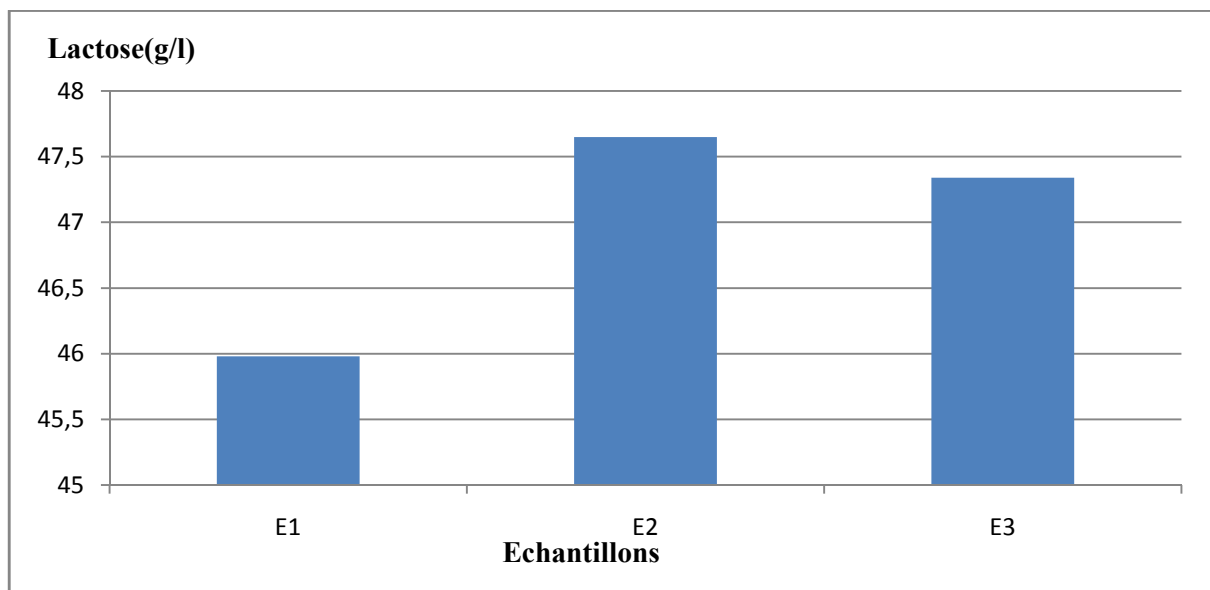


Figure 08: Teneur en lactose des différents échantillons de lait de brebis (**Kouachi et Achour, 2016**).

2. Qualité microbiologiques

Les caractéristiques descriptives des paramètres microbiologiques des laits de brebis sont résumées dans le tableau 10.

Tableau 10: Les résultats des analyses microbiologiques du lait cru de brebis (**Boudjir et Zehar, 2019**).

G E	FTAM UFC/g	C T UFC/g	C F UFC/g	Staph UFC/g	Strep UFC/g	Salmonelle UFC/g
1éch	$5,56 \times 10^4$	-	-	-	2×10^2	-
2éch	$4,1916 \times 10^4$	$1,718 \times 10^3$	$1,9 \times 10^2$	-	2×10^2	-
3éch	$8,1333 \times 10^4$	30	20	-	$1,4 \times 10^3$	-
4éch	$2,1318 \times 10^4$	$3,727 \times 10^3$	10	+	$1,5 \times 10^2$	-
5éch	$4,1500 \times 10^4$	$3,645 \times 10^3$	30	+	$1,5 \times 10$	-
Moyenne	$4,8333 \times 10^4$	$2,28 \times 10^3$	$6,25 \times 10$	/	$3,93 \times 10^2$	/
J.O.R.A. (N°39, 2017)	3.10^5 UFC/ml	Absence	5.10^3 UFC/ml	Absence	Absence	Absence

G : germe.

E : échantillons.

C.F : les coliformes fécaux.

Strep: Streptocoque fécaux.

Staph: *Staphylococcus aureus*.

FTAM : Flore aérobie mésophile totale.

C.T : Les coliformes totaux.

Absence : (-)

Présence : (+)

JORA : Journal officiel N°39 du 2 juillet 2017.

2.1. La flore mésophile aérobie totale

Les valeurs des FTAM pour les cinq échantillons du lait de brebis et par région varient entre $2,13 \times 10^4$ et $8,13 \times 10^4$. Selon les normes de JORA le nombre maximale pour la présence des FTAM dans le lait cru est 3.10^5 UFC/ml (**Boudjir et Zehar, 2019**). Ces résultats sont inférieurs par rapport aux résultats des **Kouachi et Achour (2016)**.

2.2. Coliforme totaux

Les résultats d'analyses microbiologiques montrent que le nombre des coliformes totaux pour les cinq échantillons dépasse les normes déterminé dans le JORA (**Boudjir et Zehar, 2019**). Ces résultats sont inférieurs à ceux de **Yabrir. (2014)**, qui a montré un taux de $1,1 \times 10^5$ UFC /ml.

La présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication de la contamination fécale, ils sont des marqueurs de la qualité hygiénique générale (**Reghis, 2015**). La contamination du lait par les coliformes peut être d'origine fécale, due à l'excrétion mammaire puisque ces bactéries peuvent être un facteur favorisant les mammites, ou par une

eau contaminée utilisée pour les différentes opérations de nettoyage. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que les ustensiles laitiers fortement souillées contenant plus de coliformes et augmentant la prévalence de mammites, suggérant une contamination des trayons et du lait plus importante, les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite (**Boudjir et Zehar, 2019**).

2.3. Les coliformes fécaux

Le nombre moyen des coliformes fécaux dans nos échantillons varie entre 10 et $1,9 \times 10^2$ UFC /ml. Selon les normes déterminées dans le JORA le nombre maximale pour la présence des coliformes fécaux dans le lait cru est 5×10^3 UFC /ml (**Boudjir et Zehar, 2019**). Ces résultats corroborent ceux obtenus par **Kouachi et Achour (2016)** qui ont trouvé une valeur de $1,5 \times 10^2$ UFC/ml.

La présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, Il s'agit donc plutôt de marqueurs de mauvaise maîtrise d'hygiène ainsi qu'à la mauvaise Manipulation (**Belarbi, 2015**).

2.4. Les Streptocoques fécaux

D'après les résultats enregistrés des streptocoques recherchés dans les cinq échantillons, **Boudjir et Zehar. (2019)**, ont remarqué la présence de ces germes avec une moyenne de $3,93 \times 10^3$ ce qui dépasse les normes enregistrés dans le JORA. Contrairement aux travaux d'**Elaachi et Kelouche, (2018)** qui révèlent l'absence des Streptocoques fécaux dans le lait de brebis analysé.

La fréquence élevée des Streptocoques fécaux confirme la malpropreté de la traite et Accroit le danger d'apparition de gastro-entérites bien qu'ils soient moins souvent associés aux germes pathogènes que les coliformes fécaux. Ils sont très fréquents dans l'environnement de l'animal et ne sont que parfois pathogène opportunistes (**Yabrir, 2014**).

2.5. *Staphylococcus aureus*

Deux échantillons parmi les cinq qui présentent les staphylocoques (**Boudjir et Zehar, 2019**). Ces résultats sont différents de ceux apportés par **Elaachi et Kelouche (2018)**, avec une absence des staphylocoques dans le lait de brebis analysé.

Selon **Belarbi (2015)**, les principales sources de contamination sont en premier la mamelle. Les infections mammaires à staphylocoques représentent la principale source de

contamination du lait à la production. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que la machine à traire.

2.6. Les Salmonelles

Les Salmonelles sont absentes dans les cinq échantillons (**Boudjir et Zehar, 2019**). Ces résultats concordent fortement avec ceux d'**Elaachi et Kelouche (2018)**, ce qui indique que les échantillons de lait sont de bonne qualité microbiologique et hygiénique. Il en ressort que l'élevage, la traite, le transport, la conservation et le stockage ont été réalisés dans des conditions favorables (**Makhoukh et Nabi, 2017**). Selon **Yabrir (2014)**, *Salmonella spp.* Et *Listeria monocytogenes* sont les germes pathogènes les plus isolés du lait.

2.7. *Clostridium* sulfite réducteur

L'absence de *Clostridium* sulfite réducteur dans l'étude de **Kouachi et Achour (2016)**, a été aussi observée par **Yabrir (2014)**. Les clostridies sont donc capables de survivre dans l'environnement et de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées (**Belarbi, 2015**).

Conclusion

Conclusion

Le lait de brebis est une excellente source de nutriments et est principalement utilisé dans l'industrie fromagère.

Notre étude a porté sur le contrôle des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait de brebis.

D'après les résultats physico-chimiques menés par différents chercheurs, la richesse du lait cru de brebis en protéines, en matière grasse et en matière minérale a été évaluée. Ces résultats confèrent au lait de brebis des aptitudes nutritionnelles et technologiques élevées. La richesse du lait de brebis, en termes d'éléments nutritifs, permet de l'envisager dans l'alimentation humaine afin de fournir l'énergie et les éléments nécessaires à la croissance, et de le considérer comme une matière première pour la production de fromage.

En outre, La qualité microbiologique du lait analysé est relativement médiocre. En effet, les analyses microbiologiques obtenus par différents chercheurs ont relevé pour le lait de brebis possède une charge importante de la flore totale. Ses valeurs varient entre $2,13 \times 10^4$ et $8,13 \times 10^4$ UFC/ml. Ces valeurs indiquent une bonne qualité du lait cru au regard des normes. Le nombre des coliformes totaux dépasse les normes dues aux mauvaises conditions d'hygiène. Concernant les coliformes fécaux, tous les échantillons prélevés présentent une charge inférieure de la norme fixée 5×10^3 UFC/ml. Le dénombrement des Staphylocoques a révélé leur présence. La présence des streptocoques a été également observée avec une moyenne de $3,93 \times 10^3$ UFC/ml.

Les résultats obtenus par ces chercheurs, nous ont amené à tirer la conclusion suivante : l'altérabilité du lait peut avoir des conséquences néfastes pour le consommateur, donc son qualité hygiénique est cruciale pour produire du lait et des produits laitiers sûrs et qui conviennent à leurs utilisations prévues. Pour atteindre cette qualité, des bonnes pratiques d'hygiène doivent être appliquées tout au long de la filière laitière.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Afif A., Faid M., Najimi M. 2008.** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc, *Reviews in Biology and Biotechnology*. 7(1), 2-7.
- **Aggad H., Mahouz F., Ahmed A Y., Kihal M. 2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien, *Revue Méd. Vét.* 160 (12), 590-595.
- **Ainouche Y et Bouslah L. 2016.** Etude de la qualité du lait cru de vache issu de différents élevages de la Wilaya de Bouira et de Boumerdes. Mémoire de Master. Université M'hamed Bouguerra. Boumerdes. 38.
- **Ait Amer M L. 2008.** Aptitude des laits de chèvre et de brebis à la coagulation par des protéases d'origine avicole. Mémoire de magister. Institut National Agronomique El-Harrach. Alger.116.
- **Balthazar C F., Pimentel T C., Ferrão L L., Almada C N., Santillo A., Albenzio M., Mollakhalili N., Mortazavian A M., Nascimento J S., Silva M C., Freitas M Q., Sant'Ana A S., Granato D., Cruz A G. 2017.** Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16, 247-262.
- **Bedjaoui N., Kerirem K. 2016.** Composition biochimique et caractérisation physicochimique et microbiologique du lait cru de chamelle et de vache, Mémoire de Master, Université M'Hamed Bougara. Boumerdes. 43.
- **Belabbes M. 2019.** Qualité Nutritionnelle et Aptitude de Transformation Technologique du Lait de Brebis selon le Système d'élevage. Thèse de Doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem.149.
- **Belarbi M. 2015.** Etude comparative entre la qualité Microbiologique du lait cru de vache et le Lait de chèvre. Mémoire de Master. Université Abou Baker Belkaid. Tlemcen. 55.
- **Beldjilali A F. 2015.** Contribution à l'étude microbiologique et sanitaire du lait cru de brebis de la région ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat. Université d'Oran.122.
- **Beldjilali A F., Benlahcen K., Guessas B., Aggad H., Kihal M. 2013.** Evaluation of microbiological and sanitary quality of ewe's raw milk in Western of Algeria and detection of antibiotic residue by Delvotest, *Advances in Environmental Biology*.7 (6), 1027-1033.

Références bibliographiques

- **Ben Mahdi M H., Ouslimani S. 2009.** Mise en évidence de résidus d'antibiotiques dans le lait de vache produit dans l'algérois. *European Journal of Scientific Research*. 36,7102-7112.
- **Ben Mohamed I. 2019.** Etude comparative de la qualité sanitaire de deux types du lait « chèvre, vache ». Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem. 54.
- **Benyoucef M T., Ayachi A. 1991.** Mesure de la production laitière de brebis Hamra durant les phases d'allaitement et de traite. *Ann Zootech Elsevier/ INRA* .40, 1-7.
- **Benzaid M et Madani F. 2014.** Appréciation de la qualité bactériologique et recherche de résidus d'antibiotiques dans le lait cru pasteurisé produit par la laiterie Numidia de Constantine. Mémoire de Master .Université Constantine 1. 37.
- **Bocquier F., Barillet F., Guillouet P., Jacquin M., 1993.** Préviation de l'énergie du lait de brebis à partir de différents résultats d'analyses : proposition de lait standard pour les brebis laitières *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 42 (1), 57-66.
- **Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G., verne-Bourdais E. 2002.** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. *Biosciences Et Techniques*. Paris. 245.
- **Bouberdaa A., Nezari S., Sebti S. 2015.** Caractérisation zootechnique des principales races de brebis laitières. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945. Guelma.63.
- **Boucenna A. 2019.** Etude physico-chimique et microbiologique du lait et ses dérivés. Thèse de Doctorat. Université Saad Dahlab-Blida1. Blida.63.
- **Boudechiche Y.,Dahmar S. 2019.** Evaluation de la qualité microbiologique d'un lait pasteurisé et un lait U.H.T.selon la durée de conservation. Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.37.
- **Boudjir I., Zehar S. 2019.** Evaluation de la qualité physico-chimique et Microbiologique du lait de brebis. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi. Bordj Bou Arreridj.59.
- **Bounar A. 2019.** Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique du lait pasteurisé et du lait UHT pendant la période de consommation. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945. Guelma. 63.
- **Bozzano G L. 1995.** *Handbook of Milk Composition*. Academic Press, San Diego.919.
- **Branger A. 2007.** *Microbiochimie et alimentation*. Educagri Editions. 343.

Références bibliographiques

- **Brisabois A., Lafarge V., Brouillaud A., De Buyser M.L., Collette C., Garin-Bastuji B., Thorel M.F. 1995.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. off. int. Epiz.16 (1), 452-471.
- **Campbell J R., Marshall R. 2016.** Dairy Production and Processing: The Science of Milk and Milk Products. 1ère Ed. Waveland Press, Inc, USA. 549.
- **Chethouna F. 2011.** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru, Mémoire de Magister. Université Kasdi Merbah. Ouargla.75.
- **Cirad. 2006.** mémento de l'agronome. Edition Quae , France.1691.
- **Claeys W L., Verraes C., Cardoen S., De Block J., Huyghebaert A., Raes K., Dewettinck K., Herman L. 2014.** Consumption of raw or heated milk from different species: an evaluation of the nutritional and potential health benefits. Food Contr .42, 188–201.
- **Corrieu G, Luquet F M. 2008.** Bactéries lactiques. De la génétique aux ferments. Lavoisier / Tec Et Doc. 849.
- **Croguennec T., Jeantet R., Brulé G. 2008.** Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Lavoisier / Tec Et Doc, Paris. 160.
- **Debabi M et Kouadri A. 2015.** Suivi de la cinétique de l'acidité titrable et du pH des laits collectés du marché de Guelma. Mémoire de master. Université 8 Mai 1945. Guelma.55.
- **Debry G. 2001.** Lait, nutrition et santé, Technique et documentation. Lavoisier, Paris.566.
- **DeVos P., Garrity G M., Jones D., Krieg N R., Ludwig W., Rainey F A .,Schleifer K H., Whitman W B. 2009.** Genus *Lactobacillus* and *Listeria*. In: Bergey's manual of systematic bacteriology-The Firmmicutes » Springer Ed, New York. 392-475.
- **Dhouib A. 2017.** Mise en évidence de la production des substances d'intérêt technologique par quelques bactéries Lactiques isolées de lait de brebis. Mémoire de Master. Université de Khemis-Miliana. Aïn Defla.38.
- **Dupin H., Jean-Louis ., Malewiak M ., Leynaud-Rouaud C ., Berthier A. 1992.** Alimentation et nutrition humaines. Esf Editeur, paris. 1533.
- **Elaachi M et Kelouche H. 2018.** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des différents laits (chamelle, chèvre, brebis, vache). Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem.54.

Références bibliographiques

- **El-Hatmi H., Levieux A., Levieux D. 2016.** Camel (camelus dromedarius) immunoglobulin g, α -lactalbumin, serum albumin and lactoferrin in colostrum and milk during the early post partum period. Journal of dairy research, 73 : 1-6.
- **Ennuyer M, Laumonnier G. 2013.** Gestion de l'élevage bovin laitier. MED'COM, Paris.478.
- **FAO. 1995.** Lait et produit laitier dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Ed., Rome, Italie. 269.
- **FAO. 2015.** Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Le lait et les produits laitiers.
- **Fox P F., Mcsweeney P L H., Cogan T M., Guinee T P. 2000.** Fundamentals of Cheese Science. Springer Science & Business Media, USA. 588.
- **Frank J C., Don C., Nino M. 2002.** The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey, Critical Reviews in Microbiology. 28(4), 281-370.
- **Guiraud JP. 1998.** Microbiologie des principaux produits alimentaires, Microbiologie alimentaire. Ed, Dunod, Paris.
- **Guiraud J P. 2003.** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod, Tech et doc lavoisier, Paris. 651.
- **Hassainya J., Padilla M., Tozanli S. 2006.** Lait et produits laitiers en Méditerranée : des filières en pleine restructuration. Economie et Développement, FRA : Karthala, Paris.377.
- **Jacob E., Winkler H., Schaeren W., Amrein R., Geiniz M. 2011.** La qualité du lait cru un défi permanent. Edition Agroscope. Liebfeld-Posieux. Forum .78, 5-17.
- **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G. 2007.** Science des aliments-technologie des produits alimentaires .Tec et Doc, Lavoisier, Paris. 456.
- **Kabir A. 2015.** Contrainte de production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse de Doctorat. Université d'Oran 1. 174.
- **Kalantzopoulos G., Dubeuf J.P., Vallerand F., Pirisi A., Casalta E., Lauret A., Trujillo T. 2002.** Characteristics of the sheep and goat milks: quality and hygienic stakes for the sheep and goat dairy sectors. IDF SC on Microbiological Hygiene, Agenda item 4.8.

Références bibliographiques

- **Kalyankar S.D., Sarode A.R., Khedkar C.D., Deosarkar S.S. and Pawshe R.D., 2016.** Sheep: Milk. In: Caballero, B., Finglas, P., and Toldrá, F. (eds.) the Encyclopedia of Food and Health. 4, 758-763.
- **Kassas Z. 2017.** Croissance de souche de bactéries lactiques d'intérêts technologiques et/ou probiotiques sur MRS végétal modifié. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba.130.
- **Khater I., Ghedar M. 2017.** Dénombrement et caractérisation de la flore lactique et la flore de contamination du « jben » traditionnel fabriqué par des coagulants de nature végétale. Mémoire de Master. Université Abou Bekr Belkaid . Tlemcen.59.
- **Kigmou A., Belaroussi A. 2019.** Caractérisation physico-chimique et microbiologique de lait pasteurisé de la laiterie d'Adrar. Mémoire de Master. Université d'Adrar. Adrar.57.
- **Kouachi F., Achour S. 2016.** Etudes comparatives physico-chimiques et microbiologiques entre le lait cru de vache, de brebis et de chèvre. Mémoire de Master. Université Abbes Laghrour . Khenchela.80.
- **Kouri F. 2019.** Performances laitières et pondérales et caractérisation physico-chimique et biochimique de lait de hévre Bédouine. Thèse de Doctorat. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene. Alger.105.
- **Labioui H L., Elmoualdi L., Benzakour A., El Yachioui M., Berny E., Ouhssine M. 2009.** Etude Physicochimique Et Microbiologique De Laits Crus, Bull. Soc. Pharm. 148, 7-16.
- **Lemir G. 2007.** Evaluation de la qualité du lait et de la santé du troupeau laitiers en régie biologique. Edition l'envol lait biologique. Québec. 35.
- **Leviex D. 1999.** Le colostrum, un lait particulièrement riche en de nombreux composants : peut-on en déceler de vache ?. Inra/Elsevier, Paris. 79, 465-488.
- **Lino T., Uchimura T., Komagata K. 2003.** The effect of sodium acetat on the activity of L and D-lactat deshydrogenases in Lactobacillus sakei NRIC 1071 and other lactic acid bacteria. 49,49-51.
- **Luquet F M. 1985.** Lait et produits laitiers, vache-brebis-chèvre. Ed., Tec &Doc, Lavoisier, Paris.180.
- **Mahi M. 2010.** Etude technologique des bactéries lactiques isolées à partir du lait de Brebis. Mémoire magister. Université d'Oran.107.

Références bibliographiques

- **Makhoukh S et Nabi L. 2017.** Effet de la qualité physicochimique et microbiologique du lait de vache et de chèvre sur le fromage à pâte molle type camembert. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou.59.
- **Martini M., Scolozzi C., Cecchi F., Mele M., Salari F. 2008.** Relationship between morphometric characteristics of milk fat globules and the cheese making aptitude of sheep's milk. *Small Ruminant Research* .74 ,194–201.
- **Mataragas M., Metaxopoulos J., Galiotou M., Drosinnos E.H. 2003.** Influence of PH and temperature on growth and bacteriocin production by *Lactobacillus curvatus* L442. *Meat Science*. 64(3), 265-271.
- **Mathieu J. 1998.** Initiation à la Physicochimie du Lait. Ed. Tec. et Doc. Lavoisier, Paris. 220.
- **Maurer J., Schaeren W. 2007.** Le lait de brebis: un aliment de haute valeur nutritive, *Revue suisse Agric.* 39 (4): 205-208.
- **Merbah M. 2019.** Séparation et caractérisation des caséines de laits de chèvre et de brebis (Étude comparative). Mémoire de Master. Université Abdelhamid IBen Badis. Mostaganem.91.
- **Merlin Junior IA., Santos JS., Costa LG., Costa RG., Ludovico A., Rego FC., Santana EH. 2015.** Sheep milk: physical-chemical characteristics and microbiological quality, *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. 65(3), 193-198.
- **Meyer C, Denis J P. 1999.** Élevage de la vache laitière en zone tropicale. Editions Quae, Paris. 314.
- **Millogo V., Sissao M ., Ouédraogo G A. 2018.** Qualité nutritionnelle et bactériologique des échantillons de quelques produits laitiers locaux de la chaîne de production au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(1), 244-252.
- **Mohapatra A., Shinde A. K., Singh R. 2019.** Sheep milk: A pertinent functional food, *Small Ruminant Research*. 181, 6–11.
- **O'connor C. 1995.** Rural Dairy Technology. ILRI (aka Ilca and Ilrad), Addis Ababa, Ethiopia. 200.
- **Park YW. Juarez M., Ramos M., Haenlein GFW. 2007.** Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin Tes*. 68, 88-113.
- **Pellegrini O., Remeuf F., Rivemale M. 1994.** Évolution des caractéristiques physico-chimiques et des paramètres de coagulation du lait de brebis collecté dans la région de Roquefort, Elsevier/Inra.74, 425-442.

Références bibliographiques

- **Pelmus R S., Pistol GC., Lazar C., Marin DE., Gras M., Radu M. and Ghita E. 2012.** Preliminary study on milk composition and milk protein polymorphism in the Romanian local sheep breed Teleorman Black Hrad Tsigai. Romanian Biotechnological Letters. 17 (5), 7582-7591.
- **Pirisi A., Piredda G., Scintu M. F., Fois N. 2001.** Effect of feeding diets on quality characteristics of milk and cheese produced from Sarda ewes. Ciheam-Option Méditerranéennes, Série A. 46, 115-119.
- **Pointurier H. 2003.** La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France.388.
- **Pond W G, Bell A W. 2004.** Encyclopedia of Animal Science (Print). CRC Press, New York. 952.
- **Prescott L M., Harley J.P ., Klein D.A. 2003.** Les bactéries : les Gram positif pauvre en GC. In : « Microbiologie » », 2ème édition Française, Paris.
- **Recio I., De la Fuente A., Juarez M., Ramos M. 2009.** Bioactive compounds in sheep milk. In: Park YW, editor. Bioactive compound in milk and dairy products. Iowa: Wiley-Blackwell, 83-104
- **Reghis A. 2015.** Etude des caractéristiques physico-chimiques, et microbiologiques du lait de Chèvre cru. Mémoire de Master. Université Abbes Laghrour. Khenchela.46.
- **Rhee S K., Pack M Y. 1980.** Effect of Environmental pH on Fermentation Balance of *Lactobacillus bulgaricus*. Journal of Bacteriology.1 (144), 217-221.
- **Rouissi H., Kamoun M., Rekik R., Tayachi L., Hammami S., Hammami M. 2006.** Study of milk quality in dairy sheep in Tunisia. Ciheam-Option Méditerranéennes. Serie A. 78, 307-311.
- **Savadogo A., Alfred S., Traore. 2011.** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et lait fermentés. Int .J. Biol. Chem. Sci. 5, 2057-2075.
- **Sboui A., Khorchani T., Djegham M., Belhadj O. 2009.** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures, Afrique SCIENCE. 5(2), 293 - 304.
- **Schmidt J L., Lenoir J. 1972.** Contribution à l'étude des entérocoques et de leurs aptitudes technologiques. Le Lait, INRA Edition .52(518), 536-557.
- **Semasaka G. 1986.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisée dans la région de Dakar (SENEGAL). Thèse de doctorat, Université de Dakar. Senegal.133.

Références bibliographiques

- **Smaali S., Chemmam M. 2017.** Potentiel de production laitière de brebis primipares Ouled Djellal en système extensif amélioré (reproduction, suralimentation). *Livestock Research for Rural Development* 29 (9).
- **Stancheva N., Naydenova N., Staikova G. 2009.** Physicochemical composition, properties, and technological characteristics of sheep milk from the bulgarian dairy synthetic population, *Macedonian Journal of Animal Science.* 1, 73–76.
- **Tir E., Bounoua S., Heddar M., Bouklila N. 2015.** Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie), *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes.* 8 (2), 26 – 33.
- **Torino M I., Taranto M P., Sesma M., Font de Valdez G. 2001.** Heterofermentative pattern and exopolysaccharide production by *Lactobacillus Helveticas* ATCC 15807 in response to environmental PH. *Journal of applied Microbiology.*91, 846-852.
- **Tormo H. 2010.** Diversité des flores microbiennes des laits crus de chèvre et facteurs de variabilité. Thèse de doctorat. Université Toulouse III. France.257.
- **Tourette I. 2002.** Filières laitières en Afrique et points critiques pour la maîtrise des dangers sanitaires des laits et produits laitiers. Diplôme d'études supérieures spéciales. Université Montpellier II UFR sciences. Montpellier.32.
- **Veisseyre, R. 1979.** Technologie du lait, Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3ème édition. La maison Rustique, Paris.
- **Vignola C.L. 2002.** Science et technologie du lait, transformation du lait. Edition: Ecole Polytechnique De Montréal, Paris. 600.
- **Weber F. 1985.** Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. Collection FAO Alimentation et nutrition n°47.216.
- **Wright P.A., 1949.** Testing Milk and Cream. U.S. Department of Agriculture, Virginie. 46.
- **Yabrir B. 2014.** Etude de la qualité du lait de brebis collecté dans la région de Djelfa : effet des facteurs de production sur ses caractéristiques, évolution au cours de l'entreposage réfrigéré, aptitudes technologiques. Thèse de doctorat. université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou.105.
- **Yabrir B., Hakem A., Mati A. 2013.** Factors affecting milk composition of Algerian ewe reared in central steppe area (Algeria). *J. Anim. Sci.* 2(8), 215-221.

Références bibliographiques

- **Yves L. 1994.** Qualité protéique des Laits a la production : Facteurs de Variation et Recherche d'indicateurs de Protéolyse. Thèse de doctorat de l'INPL. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires. Nancy.133.
- **Zitouni M. 2017.** Propriétés nutritionnelles des acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis : étude comparative. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945. Guelma.53.