

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

BELHAMRI Bakhta

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Production et transformation laitière

THÈME

Comparaison des cinétiques de coagulation
enzymatique et lactique de deux cheptels
laitiers : Bovins et Ovins

Devant les membres du jury

President Dr TAHLAITI Hafida Université de Mostaganem
Examineur Dr MEDJAHED Mostefa Université de Mostaganem
Encadreur Dr DAHOU Abdelkader El Amine Université de Mostaganem

Travail réalisé au Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

Année universitaire 2021-2022

Remerciements

Avant tout je remercie DIEU pour tout, et je dis « el hamdoulilah » pour la chance qu'il m'a donnée pour arriver là où je suis, de m'avoir donné la force d'accomplir ce modeste travail, pour ce destin qui a fait en sorte que je croise dans mon chemin des personnes aimables, respectables, formidables, qui ont eu un impact décisif et positif sur le cheminement de ma vie

Commençant par Dr DAHOU EL AMINE, mon encadreur, à qui j'exprime ma profonde gratitude, je ne le remercierai jamais assez de m'avoir honoré en me donnant la chance de travailler avec lui en encadrant mon travail, de m'avoir guidé dans mes réflexions en m'éclairant les idées par ses précieux conseils, sa disponibilité et surtout sa rigueur et sa persévérance

À

Pr BOUDEROUA.K mon ancien encadreur qui par un simple mot a pu raviver en moi l'idée de relever le challenge de terminer les études qui dans peu de temps été un rêve inenvisageable et difficile à réaliser, il m'a ouvert les portes du labo de l'école d'Agronomie

Pr HOMRANI A. Directeur du laboratoire des sciences et techniques de production Animales qui nous a ouvert les portes de son laboratoire et nous a permis de travailler dans les meilleures conditions

Dr TAHLAITI. H responsable du parcours du master Production et Transformation Laitière, je lui adresse toute ma reconnaissance pour ses conseils, sa patience et son professionnalisme et sans oublier tous les enseignants du parcours et du département des Sciences Alimentaires qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à mon épanouissement dans cette spécialité.

Et merci de m'avoir donné la chance d'intégrer le master II PTL avec Dr BENABDELMOUMEN D ainsi que tous les enseignants de la filière PTL Sciences Alimentaires ça été un honneur et un plaisir de faire ce parcours

Sans oublier l'aide et la disponibilité de MR BENHARRAT N l'ingénieur de labo

Ainsi que les étudiants de M II et l'ensemble des doctorants avec qui j'ai partagé le labo ça été un plaisir de travailler dans une atmosphère d'entente et de convivialité ça m'a permis d'apprendre beaucoup de choses je leurs souhaite une bonne continuation

Dr TAHLAITI Hafida d'avoir accepté de présider mon jury ainsi que Dr MEDJAHED Mostefa, examinateur de ce mémoire, je lui témoigne toute ma gratitude. Tous les membres du jury en nous honorant par leur présence

A Mme SOLTANI Fatiha chargée de cours au département de Production Animale mon chère amie pour ses précieux conseils, son soutien et ses encouragements je te dis j'ai la chance de t'avoir croisé dans mon chemin et bon courage dans ton brillant parcours tu es une brave femme.

Toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail

Dédicaces

« La mort nous fait toujours trop vite disparaître mais notre passage reste tracé par ce que nous avons construit »

Autrement dit par mon tendre papa mais j'ai réellement compris le sens de ce dicton qu'après son départ accompagné de mon cher frère Smain que dieu les accueille dans son vaste paradis.

L'absence de mon père m'a laissée perdue et désarmée ça été difficile pour moi de retrouver mes repères, d'habitude il est présent en me guidant me corrigeant mes erreurs et mes imperfections, j'ai creusé au profond de moi le retrouvant ainsi que les valeurs qu'il nous a inculquées afin de retrouver mon chemin.

Je leur dédie ce travail qui a été la fois, un hommage à leur mémoire et un refuge de mon deuil et ma tristesse.

À ma tendre maman qui veille sur moi avec ses prières son encouragement et son soutien dans les moments les plus difficiles longue vie que dieu te garde parmi nous

Mes beaux-parents Baba et Yema pour vos prières et encouragements.

A

Mon mari Dr FOUKA Mohamed, tous ce que je pourrai dire ne suffirai pas pour te transmettre ma profonde gratitude, mes remerciements, mon respect envers ton encouragement, soutien moral, ton dévouement et surtout, d'avoir ce pouvoir magique de me faciliter les tâches les plus lourdes, de m'avoir supporté dans les moments les plus difficiles et d'avoir cru en moi, toi et notre petite tribu

MARAM, MALAK, WALID et ISLAM

« Je vous transmet ma tendresse et mon amour »

« Vous êtes ma motivation Je vous dis mille merci »

À mon grands frère (papa) Kady, Asma pour votre présence à mes cotés

À mon petit grand frère AYOUB pour ton soutien et encouragement tu nous manque énormément

À ma tendre sœur au grand cœur, mon unique et seule amie YASMINA et son mari je vous dis merci

À ma petite sœur SOUMYA et notre éternelle princesse MIMI (très chères à mon cœur) à travers vous je retrouve mon chère frère SMAIN rebi yerhmou

À

Toutes les familles ; BELHAMRI, FOUKA, BOUZIANI, GHOURAF.

À SOULAYMEN (MIMOU) mon très cher neveu notre grand guerrier que dieu te garde et te protège
et à tous les neveux et nièces

À

Toutes les personnes qui m'ont soutenues de près ou de loin en ne pas citant de noms de peur d'en
oublier certains

Minen

Résumé

L'étude microbiologique des échantillons de lait ovin et bovin a révélé la présence d'une multitude et variété de souches de bactéries lactiques (une flore native d'intérêt) se composant de *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* et *Leuconostoc* aux aptitudes technologiques indispensables à la fabrication fromagère, tels que les pouvoirs acidifiants et protéolytiques qui ont été déterminés grâce aux études des cinétiques d'acidification et de croissance, des activités coagulantes et protéolytiques. Le lait ovin a enregistré un profil bactérien important avec une numération supérieure à celle du lait bovin. Ainsi, une étude physicochimique des deux laits a permis de démontrer des taux assez élevés des composants biochimiques avec respectivement 6.35%, 4.36%, et 7.12% de matière grasse, de protéines totales, et de lactose pour le lait ovin, et contre respectivement 2.67%, 2.91% et 4.41% de matière grasse, de protéines totales et de lactose pour le lait bovin. Favorisant ainsi le lait de brebis et le plaçant ainsi de loin en premier lieu par rapport au lait de vache avec des rendements fromagers importants en quantité pour les deux types de coagulation ;enzymatique et lactique, due à la richesse du lait de brebis en protéines, lactose, matière grasse, et sels minéraux, importants en technologie de transformation fromagère et en fin une mesure de la viscosité complétant la présente étude, à son tour a démontré une élasticité des caillés due à une viscosité élevée des caillés enzymatiques et lactiques du lait de brebis, en raison du taux protéique élevé et de ses propriétés fonctionnelles.

Mots clés : Lait de vache, lait de brebis, coagulation lactique, coagulation enzymatique, bactéries lactiques, activité protéolytique, viscosimètre.

ملخص

كشفت الدراسة الميكروبيولوجية لعينات حليب الأغنام والأبقار عن وجود عدد كبير ومتنوع من سلالات بكتيريا حمض اللاكتيك مع *Leuconostocs* و *Enterococcus* و *Lactobacillus* و *Lactococcus* (بكتيريا محلية ذات أهمية) تتكون من القدرات التكنولوجية الأساسية لصنع الجبن، مثل كقوى حامضية ومحللة للبروتين والتي تم تحديدها بفضل دراسات حركية التخمض والتخثر والنشاط التحلل للبروتين، سجل حليب الأغنام مظهرًا بكتيريًا مهمًا مع عدد أكبر من حليب الأبقار. وهكذا، فإن دراسة فيزيائية كيميائية للحليب جعلت من الممكن إظهار مستويات عالية إلى حد ما من المكونات الكيميائية الحيوية مع 6.35% و 4.36% و 7.12% على التوالي من الدهون والبروتينات واللاكتوز لحليب الغنم، مقابل على التوالي 2.67، 2.91% و 4.41% دهون و بروتين و لاكتوز لحليب البقر. وبالتالي تفضيل حليب الأغنام وبالتالي وضعه في المرتبة الأولى إلى حد بعيد مقارنة بحليب البقر الذي يحتوي على كميات كبيرة من الجبن بكميات كبيرة لنوعي التخثر؛ الإنزيمي واللبنني، بسبب غنى حليب الأغنام بالبروتينات واللاكتوز والدهون و أظهرت الأملاح المعدنية، المهمة في تقنية معالجة الجبن وأخيراً قياس اللزوجة التي أكملت الدراسة الحالية، مرونة الخثارة بسبب اللزوجة العالية للخثارة الأنزيمية واللبننية حليب الغنم وذلك لاحتوائه على نسبة عالية من البروتين وخصائصه الوظيفية.

الكلمات المفتاحية: حليب بقر، حليب غنم، تخثر لبنني، تخثر إنزيمي، بكتيريا لاكتيك، نشاط تحلل للبروتين، مقياس اللزوجة

Abstract

The microbiological study of ovine and bovine milk samples revealed the presence of a multitude and variety of strains of lactic acid bacteria (a native flora of interest) consisting of *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* and *Leuconostoc* with the technological aptitudes essential to the cheese making, such as the acidifying and proteolytic powers which have been determined through studies of acidification and growth kinetics, coagulant and proteolytic activities. Ovine milk recorded a significant bacterial profile with a higher count than that of bovine milk. Thus, a physicochemical study of the two milks made it possible to demonstrate fairly high levels of the biochemical components with respectively 6.35%, 4.36%, and 7.12% of fat, total proteins, and lactose for ovine milk, and against respectively 2.67%, 2.91% and 4.41% fat, total protein and lactose for bovine milk. Thus favoring sheep's milk and thus placing it by far in the first place compared to cow's milk with significant cheese yields in quantity for the two types of coagulation; enzymatic and lactic, due to the richness of sheep's milk in proteins, lactose, fat, and mineral salts, important in cheese processing technology and finally a measurement of viscosity completing the present study, in turn demonstrated elasticity of the curds due to high viscosity of the enzymatic and lactic curds of milk. sheep, due to the high protein content and its functional properties.

Key words: Cow's milk, sheep's milk, lactic coagulation, enzymatic coagulation, lactic bacteria, proteolytic activity, viscosimeter.

Sommaire

Page

Résumé

ملخص

Abstract

Sommaire

Liste des abréviations, des acronymes et des sigles

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction.....16

Première partie : Étude Bibliographique

Chapitre I Lait et Fromageabilité des laits.....19

Chapitre II Propriétés technologiques des bactéries lactiques.....30

Deuxième partie : Etude Expérimentale.....37

Chapitre I Matériel et Méthodes.....38

Chapitre II Résultats et Discussion.....51

Conclusion84

Annexes86

Références Bibliographiques.....95

Table des Matières

Liste des abréviations, des acronymes et des sigles

AG : Acide gras

ANP : Apport non protéique

BL : Bactéries lactiques

D° : Degré d’Dornic

RMP : Embden-Meyerhof-Parnas

ESD : Extrait sec dégraissé

EST : Extrait sec total

FAO : Food agriculture organization

FIL : Fédération international lait

FP : Point de congélation (froizen point)

JORA : Journal officiel Algérien

L : Lactose

LSTPA : Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

MG : Matière grasse

MP : Matière protéique

MRS : Milieu de culture (Gélose de Man, Rogosa, Sharpe)

M17 : Milieu de culture spécifique M17 utilisé in vitro pour la culture et l'isolement des lactocoques

MT : Million de tonnes

OMS : Organisation mondiale de santé

ONIL : Office national interprofessionnelle de lait

P : Protéines

PTL : Production et Transformation Laitière

PCA : Plate Count Agar milieu de culture

UAC : Unité activité coagulante

UFC : Unité formant colonie

UP : Unité présure

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

Liste des tableaux

page

-Tableau 1 : Production laitière mondiale par type d'animal (en millions de tonnes MT) FIL World Dairy Situation (2019 : provisoire 2020 estimations) Le lait ovin.....	21
- Tableau 2 : La Production estimée de lait de brebis en région méditerranéenne et au Moyen-Orient (FAO, 1988).....	22
-Tableau 3 : La Production de lait de brebis et de chèvre en Bassin Méditerranéen (en tonnes). FAO (année 2005).....	23
- Tableau 4 : La Composition moyenne en gr/Kg de lait de vache, de brebis, de chèvre et de lait de la femme (Pereira 2014, Fayolle, 2015).....	24
- Tableau 5 : Caractéristiques physicochimiques des laits de diverses espèces animales Collection (Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine) (FAO Alimentation et Nutrition nr28 1998)	27
-Tableau 6 : Caractéristiques et propriétés des différents gels fromagers (Ramet, 1985)	29
-Tableau 7 : Les différents genres de bactéries lactiques et leurs principales caractéristiques (Laurent et al., 1998)	34
- Tableau 8 : Principaux groupes microbiens intervenant au cours de l'affinage du camembert Cité par Dahou El amine (2017) d'après Gori.K et Jespersen.L (2010)	36
- Tableau 9 : Composition biochimique des laits bovins et ovins (Résultats).....	52
-Tableau 10 : Normes en MG %	53
-Tableau 11 : Normes MP %	55
- Tableau 12 : Normes en lactose %.....	56
- Tableau 13 : Normes en sels minéraux %.....	57
- Tableau 14 : Paramètres physicochimiques du lait ovin et bovin.....	58
-Tableau 15 : Normes de pH	59
- Tableau 16 : Normes de la densité.....	61
- Tableau 17 : Variations de la composition biochimiques de lait de vache et de brebis prélevés à différentes périodes (effet saison)	63

-Tableau 18 : Les isolats de souches présumés bactéries lactiques.....	64
-Tableau19 : Caractérisation morphologique des isolats présumés lactiques.....	66
-Tableau 20 : Numération bactérienne de lait de vache %.....	67
- Tableau 21 : Numération bactérienne de lait de brebis %.....	67
-Tableau 22 : Cinétique d'acidification et de croissance des flores natives de l'échantillon de lait de vache.....	69
- Tableau 23 : Cinétique d'acidification et de croissance bactérienne de la flore native du lait de brebis.....	70
-Tableau 24 : Résultats de l'étude de la protéolyse de la flore native des laits ovins et bovins	73
-Tableau 25 : Les temps technologiques de la coagulation lactique des laits ovins et bovins.....	76
- Tableau 26 : Caractéristiques des coagulums et des caillés fromagers en fonction du mode de coagulation.....	77
- Tableau 27 Les temps technologiques de la coagulation enzymatique des laits ovins et bovins	78
-Tableau 28 : Le rendement fromager frais en %.....	79
- Tableau 29 : Le rendement fromager en sec %.....	80
-Tableau 30 : La viscosité des caillés lactiques ovins et bovins.....	82

Listes des figures

Figure1 - La voie lactique homofermentaire.....	33
Figure 2- La voie lactique hétérofermentaire.....	33
Figure 3- Organigramme du protocole expérimental.....	39
Figure 4- Mesure de l'acidité Dornic.....	41
Figure 5- La composition biochimique du lait de vache.....	52
Figure 6-La Composition biochimique du lait de brebis.....	53
Figure 7-Teneurs en MG des deux cheptels laitiers ovins et bovins.....	53
Figure8-Teneur en Protéines des laits ovins et bovins.....	54
Figure 9-Teneur en Lactose des laits ovins et bovins.....	56
Figure10- Les teneurs des Extraits secs totaux des laits ovins et bovins.....	58
Figure11-pH des laits ovins et bovin.....	59
Figure 12-Acidité des laits des deux cheptels laitiers.....	60
Figure 13- la Densité des laits des deux cheptels laitiers ovins et bovins.....	61
Figure14-La viscosité des laits des deux cheptels laitiers.....	62
Figure15-Photo d'isolat nr 01 présumé entérocoque lactique.....	64
Figure 16- Photo d'isolat nr 02 présumé lactococcus sur lait de brebis.....	65
Figure17- Photo d'isolat nr 03 présumé leuconostocs sur lait de brebis.....	65
Figure 18-Photo d'isolat nr 04présumé lactobacilles sur lait de vache.....	66
Figure19- Photo d'isolat nr 05 présumé lactococcus sur lait de vache.....	66
Figure20- Numération bactérienne des laits ovins et bovins.....	67
Figure 21- Courbes de la croissance bactérienne des laits ovins et bovins.....	69
Figure22- Courbes de L'Évolution d'acidification des laits ovins et bovins.....	70
Figure23-La cinétique d'acidification des laits ovins et bovins.....	71
Figure24-L'Evolution du pH des laits ovins et bovins dans le temps.....	72

Figure25- Courbes de l'Évolution du pH des laits ovins et bovins	72
Figure26-Photos des résultats de l'activité protéolytique des isolats de souches présumés lactiques.....	74
Figure27-Photos des résultats de l'activité protéolytique des isolats de souches présumés lactiques.....	75
Figure 28-Les rendements fromagers enzymatiques des deux cheptels laitiers.....	79
Figure 29-les rendements en sec de caillés enzymatiques des deux cheptels laitiers	80
Figure30-les rendements en sec des coagulation enzymatique et lactique de lait de vache.....	81
Figure31- la viscosité des caillés lactiques ovins et bovins.....	82

Liste des annexes

Annexe A : Coloration de Gram	86
Annexe B : Représentation Graphique des résultats physico-chimiques des laits ovins et bovins.....	87
Annexe C : Manuel du viscosimètre à chute de bille.....	91
Annexe D : Caillés fromagers enzymatiques des deux cheptels laitiers ovin et bovin.....	94

Introduction

Le lait occupe une place importante dans l'alimentation humaine journalière de toutes les catégories d'âge, compte tenu de la noblesse de ses composants (protéines, glucides, et lipides) ainsi que de sa richesse en vitamines et sels minéraux notamment en calcium. On peut le considérer comme une ration alimentaire complète et équilibrée à part entière par rapport à son faible coût.

Cependant en Algérie, le lait fait partie des habitudes alimentaires, dont il est impossible de s'en passer, consommer additionner au café en petit déjeuner ou sous forme de produits dérivés tels que le lait fermenté comme le raib et leben ou même en yaourt ou fromage. Or notre pays est de tradition laitière, le lait occupe même une place, dans les coutumes et les traditions des algériens, il est offert en premier lieu aux invités, en guise de bienvenue.

Ainsi les Algériens consomment plus que la moyenne mondiale en matière de lait, avec 145 litres /an alors que celle fixée par la FAO est de 90 litres/an/ citoyen (ONIL 2018).

Par ailleurs, les besoins de l'Algérie sont actuellement estimés à 4,5 milliards de litres de lait par an, dont 2,5 milliards de litres sont produits par an localement, dont 814 millions de litres sont destinés aux produits laitiers et plus de 750 millions de litres sont destinés aux ménages, tandis que le reste est orienté vers la transformation domestique ou vers de petites activités non déclarées. La plus grande part de besoin est assurée par les importations de lait sous forme de poudre, car notre pays est le second importateur de lait dans le monde après la chine

Ainsi nos questionnements s'orientent vers l'élevage ovin, avec sa contribution de 52 % de la production animale, il représente 35 % de la production agricole totale (Benaïssa 2001). La viande, la laine, le lait et les peaux sont les productions offertes par cette espèce. Ces productions sont destinées à alimenter le marché national, ou à l'autoconsommation familiale (Khelifi 1999). Cet élevage représente ainsi une source de revenus pour de nombreuses familles à l'échelle de plus de la moitié du pays (Mohammedi 2006), il dépend principalement de l'année (pluviométrie) et par conséquent de l'état des pâturages naturels (parcours) (Benoucef et Ayachi 1991).

Il représente un potentiel de production laitière pouvant combler les besoins en cette matière vitale.

Des études ont également montré l'intérêt et la possibilité de développer la production laitière ovine en Algérie. À titre d'exemple, en 1990, une étude réalisée par Benoucef et Ayachi sur des brebis de races Hamra, a rapporté une production moyenne de 56 et 70 kg de lait de brebis allaitants un à deux agneaux, respectivement, durant une période d'allaitement de 42 jours. De plus la diversification et l'augmentation de la consommation des produits laitiers nécessitent l'intéressement des scientifiques et des industriels laitiers à opter pour des laits de cheptel hors bovin dont les ovins, caprins et camelins.

Ainsi dans ce contexte, la présente étude qui a pour but de mettre en évidence le lait ovin, en le comparant avec son homologue bovin pour une connaissance-adaptation à des applications fromagères en caillé fromager, d'une part à dominance lactique et d'autre part enzymatique.

Ceci par

-L'étude de la composition biochimique des lait ovins et bovins et son impact sur des applications fromagères.

- Aptitudes technologiques de la flore lactique des laits expérimentaux et leur aptitude à la coagulation par acidification c'est-à-dire à dominance lactique et les comparer à des applications en coagulation enzymatique.

-Enfin une appréciation des caractères rhéologiques des 02 types de caillés expérimentaux obtenus.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I -LAIT ET FROMAGEABILITE DES LAITS :

1-Généralités sur le lait et Définition

Selon Favier (1985), le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, plus particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

Par définition qui a été formulée durant le premier congrès International pour la Répression des fraudes, tenu à Genève en 1908. « Le lait est 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. » (Pougheon et Goursaud, 2001)

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

IL apparait comme un liquide opaque, blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon sa teneur en β carotènes et en matière grasse. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable Cniel, (2006). Il est la seule source de nutriments pour les jeunes mammifères au tout début de leur vie avant qu'ils puissent digérer d'autres types d'aliments (avant le sevrage).

La dénomination "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Ainsi tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination "lait" suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient : "lait de chèvre", "lait de brebis"... (J.O.R.A 1998).

Il est important à noter que le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. Sa date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il est probable qu'il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (Fredot, 2006).

2- Généralités et Définitions sur le lait de brebis

A l'observation visuelle, le lait de brebis est d'une couleur blanc nacré, et présente une opacité plus marquée que celle du lait de vache, sa viscosité est plus élevée, cette caractéristique est liée à sa richesse en composants fromagers. Ce lait peut être reconnu par une odeur prononcée caractéristique de l'animal. Elle est due aux taux élevés de matières grasses qu'il contient et qui fixent les odeurs animales liées et à l'ambiance de la traite ou à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette)., (Vierling, 2003).

En occident Le lait de brebis est quasi exclusivement destiné à la fabrication de fromages. La maîtrise de la composition, notamment des teneurs en matières grasses et protéiques, est donc particulièrement importante puisque ces paramètres déterminent largement le rendement fromager (Pellegrini et al., 1997). Contrairement à notre pays ou la production laitière ovine est destinée à l'allaitement des agneaux

Comme chez la plupart des ruminants, la teneur du lactose dans le colostrum du lait de brebis est inférieure au début et à la fin de lactation, contrairement au comportement des teneurs en graisse et en protéines du lait (Chougrani et al., 2006).

Toutefois, Le lait de brebis comporte une résistance particulièrement élevée à la prolifération bactérienne. Son pouvoir tampon est nettement plus élevé cette caractéristique présente donc un avantage certain à sa conservation, mais elle peut devenir un inconvénient si l'on doit traiter ce lait à l'état frais.

Il offre alors une résistance plus marquée à la fermentation lactique (Luquet, 1994).

3-La production laitière bovine et ovine dans le monde

La vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale. Ce lait est de tous le plus connu et les données qui le caractérisent sont sans doute les plus exactes. Il est logiquement aussi le produit laitier le plus consommé et étudié en nutrition humaine. Il compte pour 81% de la production laitière mondiale (indiqué en dessous dans le tableau 1)

Selon les chiffres publiés par la Fédération internationale du lait, la production laitière mondiale s'est élevée à 881 millions de tonnes (MT) en 2019. Une grande partie de cette quantité, précisément 714 MT ou 81 %, était constituée de lait de vache. Le lait de bufflonne représentait 133 MT ou 15 % de l'activité laitière mondiale, alors que les 4 % restants étaient composés de lait de chèvre, de brebis et d'autres espèces.

Tableau 1 : production laitière mondiale par type d'animal (en millions de tonnes MT)

(En million de tonne)	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lait de vache	492	610	671	675	689	701	714	724
Lait de bufflone	67	93	109	115	121	127	133	-
Lait de chèvre	14	18	18	18	19	19	20	-
Lait de brebis	8	10	10	10	11	11	11	-
Autre	2	4	4	4	4	4	4	-
Total lait	584	734	811	822	844	862	881	894

(-) : non disponible

Source : FIL World Dairy Situation (2019 : provisoire 2020 estimations) Le lait ovin

Quant au lait de brebis, de faibles quantités ont été enregistrées comme les montrent les tableaux 2 & 3 d'après la FAO si l'on compare à la production laitière bovine, notamment dans les pays Nord-Africains.

D'après Harris et al., 1989, Les petites ruminant tels que les brebis sont largement rependu dans le monde, entier et élevé dans un grand nombre en raison des conditions climatiques difficiles et les terrains montagneux qui favorisent ce type d'animaux des autres bétails comme les vaches.

Tableau 2 : Production estimée de lait de brebis en région méditerranéenne et au Moyen-Orient (FAO, 1988)

Pays	10 ³ MT
Afrique	
Maroc	25
Algérie	204
Tunisie	14
Lybie	45
Egypte	24
Asie	
Jordanie	27
Liban	16
Syrie	473
Iraq	167
Iran	725
Turquie	1 200
Chypre	22
Europe	
Roumanie	455
Bulgarie	313
Grèce	640
Malte	1
Albanie	45
Yougoslavie	145
Italie	620
France	1 061
Espagne	240
Portugal	85
TM	6568
% de la production mondiale	88,82%

Tableau 3 : Productions de lait de brebis et de chèvre au Bassin Méditerranéen (en tonnes). FAO (année 2005)

	Europe latine	Balkans	Maghreb	Moyen-Orient
Lait de brebis	1 582 000	1 352 800	393 200	1 526 000
Lait de chèvre	1 195 000	709 600	236 400	407 800

En 2012, l'estimation de la production laitière ovine en Algérie était de 336000 tonnes de lait (FAOSTAT 2014) 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 (Khelifi 1999)

4-Les composants biochimiques du lait et les critères de fromageabilité

Le lait a une composition complexe, (Dieng, 2001). Il est constitué de trois phases ;

- La première en solution vraie est **une phase aqueuse**, elle comporte l'eau (Le constituant principal avec, en moyenne 902 g/L) dans laquelle, sont dissouts : le lactose, les vitamines ainsi que des matières protéiques et minérales solubles.
- La seconde est **une phase colloïdale** qui est les micelles de caséine.
- La troisième phase en émulsion dans l'eau est **la phase grasse** ou les globules gras (Pointurier et al., 1969).

Tandis que la totalité des constituants du lait exprimé en % de matière sèche ne représente que 130 g/L (Majdi, 2008).

Cependant cette composition est variable, elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais aussi de l'âge, la saison, le stade de lactation, ainsi que l'alimentation. Ce sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait (Pougheon et Goursaud., 2001).

5- la Composition biochimique de lait de différents animaux laitiers

Les laits de mammifères ne sont pas identiques, ceux des ruminants ont une valeur élevée en protéines et se distinguent aussi par une proportion importante d'acides gras à courte chaîne. Les laits de vache et de chèvre ont les compositions en lipides, protéines et lactose les mieux réparties. Le lait de femme est moins riche en protéines que les laits de vache, brebis, chèvre et chamelle (Cayot et Lorient, 1998).

(Le tableau 4 résume la composition moyenne des laits de différentes espèces de mammifères).

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères peuvent présenter des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants : eau, protéines, lactose, matières grasses (lipides) et minérales. Cependant, les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre (tableau 4).

A l'instar des autres espèces laitiers la brebis affiche les taux les plus élevés des composants biochimiques, son lait peut renfermer jusqu'à plus de 60gr/Kg de protéines, dans certains pays, le taux protéique représente un critère conditionnant la valeur marchande du lait, plus le TP est élevé plus sera le prix à payer, et plus le rendement fromager sera bon. (Florence, 2010)

Tableau 4 : Composition moyenne en gr/Kg de lait de vache, brebis et chèvre et de lait de la femme (Pereira 2014, Fayolle, 2015).

Composants	Vache	Brebis	Chèvre	Femme
Protéines	32 à34	55 à62	29 à34	10à12
Caséines	28	25	46	-
Lipides	36à37	73à79	32à38	38à40
Lactose	46à48	44à49	41à43	60à70
Minéraux	7	8	9	2

Les éléments les plus stables de la composition du lait, on peut les citer en premier tels que l'eau, le lactose, les sels minéraux et les vitamines, par contre, les fluctuations rencontrées seront associées aux facteurs qui les engendrent, et qui sont les éléments variables tels que les matières grasses, les matières protéiques, les matières azotées, les enzymes, et microorganismes. Cependant cette composition biochimique, sa variabilité, peuvent affecter directement les caractéristiques physicochimiques du lait comme l'illustre bien le tableau 5.

6-Facteurs influençant la composition du lait

Selon Lon 1994 cité par Pougheon, 2001, les caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter. La composition du lait est variable elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge,

la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait (Pougheon et Goursaud, 2001).

6.1. Variabilité génétique entre individus (effet de la race)

D'après Pougheon et Goursaud (2001), il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès.

6.2. Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2eme mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (Pougheon et Goursaud, 2001).

6.3. Age ou numéro de lactation

Selon Pougheon et Goursaud (2001), on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0.6%.

6.4. Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (Pougheon et Goursaud, 2001).

6.5. Facteurs climatiques et saisonniers

D'après Pougheon et Goursaud (2001), la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.

7- Les Caractéristiques physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont le point de congélation, la densité, l'acidité, le pH et la viscosité (Amiot et al., 2002) (Ghaoues., 2011) Par ailleurs, les laits présentent des caractéristiques liées à leur nature biologique, à savoir, variabilité, complexité, hétérogénéité et altérabilité.

7.1. Le Point de congélation

Neville et Jensen (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C (pour le lait de vache). On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de l'animal, à la région de production. Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (Mathieu ,1999). Tableau 5

7.2. La densité

La densité du lait désigne le rapport entre la masse d'un volume donnée de lait et la masse du même volume d'eau. La densité moyenne du lait de vache varie entre 1,028 et 1,033, ainsi une valeur inférieure permet de constater un ajout soupçonné d'eau au lait. (Pointurier, 2003). Un lait plus mouillé a une densité plus faible, d'autant plus proche de 1 que l'on a ajouté plus d'eau.

La densité peut être aussi affectée par le taux butyrique, ainsi dire plus le taux de matière grasse est élevé plus la densité est faible

7.3. Le pH

Le pH de lait est de 6,4-6,8 il est proche de la neutralité lorsqu'il est frais (Luquet, 1985) , il est affecté directement par la composition biochimique du lait, du taux de caséine et de sels minéraux ainsi que de l'activité de sa flore microbienne.

7.4. L'acidité

L'acidité titrable mesure tous les ions H⁺ soit ionisés ou non disponibles dans le milieu. Elle représente la somme entre l'acidité naturelle et l'acidité développée (Vignola, 2010).

Un lait frais titre 16 à 17°D (Lederer, 1985) ainsi, son acidité peut être un indicateur de la qualité au moment de la livraison, elle augmente avec le temps suite à la transformation du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques, cette acidité permet aussi d'avoir un indicateur du degré de conservation (Dillon, 2008 ; Hebboul et al,2005). Selon la réglementation algérienne, un lait ne doit pas dépasser 1,8g/l d'acide lactique (18°D), (J.O.R.A N°69, 1993).

7.5. La Viscosité

Selon Rheotest., 2010, la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Une viscosité élevée est toujours associée à la teneur élevée des composants du lait.

Tableau 5 : Caractéristiques physicochimiques des laits de diverses espèces animales (FAO Alimentation et Nutrition nr28 1998)

Constantes	Vache	Chamelle	Chèvre	Brebis
Energie Kcal /l	705	800	600-750	1100
Densité du lait entier à 20°C	1.028-1.033	1.025-1.038	1.027-1.035	1.034-1.039
Point de congélation °C	-0.520 _-0.550	-0.580	-0.550_-0.583	-0.5570
PH à 20°C	6.60-6.80	6.20-6.82	6.45-6.60	6.50-6.85
Acidité titrable °D	15-17	/	14-18	22-25
Viscosité lait entier à20°C (Centipoises)	2.0-2.2	/	1.8-1.9	2.86-3.93

8- Les formes de consommation des laits

La consommation et commercialisation des laits peut être à l'état frais cru, mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation (stérilisé, pasteurisé du fait qu'il soit considéré comme un produit périssable (milieu favorable au développement de tout type de flore que ce

soit utile ou indésirables et pathogènes), ou transformé en produits laitiers dérivés en fromages et yaourts ou autres grâce à la fermentation par des ferments lactiques appelés aussi (les bactéries lactiques)

9 -La coagulation du lait

La coagulation du lait constitue une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore, dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions du globe (Abiazar, 2007).

C'est un processus important dans la transformation fromagère, elle consiste à faire passer le lait d'un état liquide à un état semi-solide en précipitant les caséines du lait, +soit par le biais de la flore lactique par l'acidification du milieu en abaissant le PH par la coagulation lactique soit, enzymatique en faisant appel aux additifs tels que la présure, ou bien par les deux pour la coagulation mixte, en fonction de la technologie fromagère, et du produit final recherché (Gelais et al,2002).

9.1. La coagulation acide

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre elles et former un gel cassant très friable et peu élastique (Mietton, 1995). Si l'acidification est rapide par addition d'un acide minéral ou organique, il y a floculation des caséines à pH4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granulé dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait (Mietton et al, 1994). La teneur en protéines agit sur la coagulation acide. Un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme (Carole et Vignola, 2002).

9.2. La coagulation enzymatique

La coagulation enzymatique est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, ayant la propriété de coaguler le lait. Il faut aussi tenir compte de leur grande activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui leur permet d'hydrolyser les caséines α et β avec libération de peptides (Mietton, 1995). Si cette hydrolyse est trop élevée, il peut en résulter une baisse du rendement fromager, une texture molle et l'apparition de goûts anormaux.

La présure est une enzyme protéolytique provenant de la caillette du veau non sevré. Cette enzyme correspond à deux fractions actives : l'une mineure (20 %), constituée par la pepsine ; l'autre majeure (80 %), est représentée par la chymosine qui est le coagulant le plus utilisé (Eck, 1990). En pratique, la coagulation du lait peut se caractériser par trois paramètres : le temps de floculation, la vitesse de raffermissement et la fermeté maximale du gel (Caron et al., 1997). Plusieurs facteurs peuvent les influencer, on citera (le PH, et la T°C d'emprésurage ainsi que la dose de présure)

Le temps de prise est inversement proportionnel à la concentration d'enzyme utilisée. Par contre, si on ajoute plus de présure au lait de fromagerie, le taux de raffermissement et la fermeté du gel augmentent. La température influe aussi sur la coagulation. En effet, au-dessous de 10°C, la gélification ne se produit pas ; entre 10 et 20°C, la coagulation est lente ; entre 30 et 42°C, elle est progressive et au-dessus de 42°C elle diminue, pour disparaître à 55°C (Daviau et al, 2000). Le pH, lorsqu'il descend au-dessous du pH du lait, le temps de prise est plus court, le taux de raffermissement augmente et le gel devient plus ferme et atteint un maximum entre 5,8 et 6,0. En revanche, à des pH supérieurs à 7,0, il n'y a plus de coagulation.

9.3. La Coagulation mixte

Résultat de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification lactique. Dans la pratique industrielle, un gel mixte peut être obtenu selon deux techniques :

- Soit en emprésurant un lait au cours de l'acidification, la coagulation est alors généralement, plus rapide et le gel ainsi obtenu offre des caractères intermédiaires entre un gel présure et un gel lactique.
- Soit en laissant s'acidifier naturellement un caillé emprésuré, ce qui permet à ce dernier d'acquérir progressivement les caractères lactiques (Veisseyre, 1979).

Tableau 6 : Caractéristiques et propriétés des différents gels fromagers (Ramet, 1985)

	Propriétés rhéologiques du coagulum
Gel lactique	Friable, peu élastique, son raffermissement est très limité et très long, avec une bonne porosité et une perméabilité élevée, L'aptitude à l'égouttage est limitée
Gel enzymatique	Gel rigide de grande cohésion, contracté et imperméable.

10- Le temps de caillage

Le temps de caillage est la période qui s'écoule entre le moment de l'emprésurage et la fin de la coagulation qui peut être déterminé de deux manières :

- En plaçant la rivièrre de la main à la surface du caillé si la consistance est bonne et le lait n'adhère plus aux doigts la coagulation est finie.
- Technique de la boutonnière : plonger l'index dans le caillé et le relever lentement afin de former une petite menti cule qui se fond pour former une boutonnière.
- Le test à l'aide du couteau permet d'évaluer la fermeté du coagulum

CHAPITRE II : PROPRIETES TECHNOLOGIQUES DES BACTERIES LACTIQUES

1- GENERALITES SUR LES BACTERIES LACTIQUES

Les bactéries lactiques sont connues depuis le début du XXe siècle ainsi le biochimiste Danois Orla- Jensen 1919 les définies comme étant un genre bactérien capables de fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique ($\text{CH}_3\text{CHOH-COO}^-$) comme produit principal du métabolisme.

C'est microorganismes procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes (De Roissart., 1986). Selon le mode de fermentation obligatoire ou préférentiel, on parle de bactéries homofermentaires (si l'acide lactique est pratiquement le seul produit formé) ou hétérofermentaire si d'autres produits sont aussi présents : acide lactique, éthanol, CO_2 (Dellaglio, 1988).

Ce sont des bactéries à Gram positif constituent un groupe hétérogène de microorganismes. Elles colonisent de nombreux produits alimentaires comme les produits laitiers, la viande, les végétaux et les céréales et font partie de la flore intestinale et vaginale humaine ou animale. Il est bien connu que les bactéries lactiques occupent une place importante dans les technologies laitières. D'ailleurs beaucoup de travaux ont été entrepris en Algérie pour la préparation de ferments locaux à partir de bactéries lactiques indigènes isolées de plusieurs produits alimentaires traditionnels et lait cru de différentes espèces animales (vache, chèvre, brebis et chamelle).

En plus de leur statut GRAS (Generally Recognized As Safe), les bactéries lactiques disposent de plusieurs propriétés pertinentes à savoir

- leur pouvoir acidifiant, par leur capacité à transformer l'aliment par fermentation ;
- , Les pouvoirs protéolytique et lipolytique (caractéristiques physicochimiques)
- leur pouvoir aromatisant par leur capacité à produire des arômes : (caractéristiques organoleptiques)
- les effets probiotiques remarquables, la production de composants inhérents au microbiote humain notamment les bactériocines
- Barrière biologique par développement en surface
- Compétition par rapport au substrat
- Production de bactériocines ou autres molécules inhibant les pathogènes et la flore d'altération

En Algérie, les besoins en ferments lactiques et la consommation des produits laitiers évoluent de pair et ils ne cessent de s'accroître. Désormais, l'industrie laitière a toujours Recours à leur importation. Cependant, ils ne garantissent pas la typicité des produits laitiers locaux provoquant une perte des caractéristiques organoleptiques originelles des produits. Le profil microbien est lié à plusieurs facteurs : les pratiques d'élevage, le climat, l'origine et la race animale.

2-Rôle des bactéries lactiques :

2-1- Rôle technologique des bactéries lactique

Les bactéries lactiques jouent un rôle fondamental dans l'inhibition des flores nuisibles à la technologie ou dans celle des flores pathogènes. Deux facteurs principaux, parfois difficilement dissociables, doivent être pris en compte : le pH et les acides (lactique et acétique produits) (Avagodo, 2004). Ainsi, une bonne acidification lactique entraîne une inhibition de la croissance d'Escherichia coli, des Pseudomonas, des Salmonella, des Clostridia ou de Listeria monocytogenes. Par comparaison, l'acide acétique est beaucoup plus toxique que l'acide lactique. En milieu faiblement tamponné, les deux acides agissent en synergie : l'acide lactique contribue à diminuer le pH du milieu, augmentant ainsi la toxicité de l'acide acétique vis à vis des autres bactéries (Avagodo, 2004).

Ceci dit, La propriété des bactéries lactiques à produire des composés antagonistes tels que les acides organiques (acide lactique et acide acétique), qui font baisser le pH dans le milieu, et par la synthèse de bactériocines qui renforce la conservation (Bekhouché et Boulahrouf, 2005) et la synthèse du peroxyde d'hydrogène est reconnue depuis très longtemps. Par cette capacité, l'utilisation des bactéries lactiques permet de satisfaire les besoins de point de vue sanitaire en industrie alimentaire, et permet d'inhiber la prolifération des microorganismes pathogènes et ainsi d'assurer une bonne conservation des aliments (Paul Ross et al.,2002)

2-2-Rôle métabolique des bactéries lactique

Les bactéries lactiques encore appelées bactéries de l'acide lactique sont caractérisées par leur aptitude à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique en utilisant les voies cataboliques d'Embden Meyerhof Parnas (EMP), de Dickens-Horecker et d'Entner Doudoroff (Avagodo, 2004). En effet, les BL sont capables de dégrader une large gamme d'oses comme le lactose et le galactose pour les produits laitiers, mais aussi le saccharose, le maltose, le glucose, le fructose et des a-galactosides pour les produits d'origine végétale. La conversion des sucres en acide lactique est la principale voie métabolique fournissant l'énergie aux bactéries lactiques. Cette conversion est également impliquée dans la production d'une grande quantité de molécules conférant des propriétés organoleptiques particulières aux produits finaux (Avagodo, 2004).

Deux voies métaboliques existent pour la fermentation :

2-2-1-La voie lactique homofermentaire :

La fermentation du lactose se déroule en plusieurs étapes (figure n° 1). Les produits issus de ces réactions intermédiaires sont appelés métabolites. Chaque étape s'effectue à l'aide d'une enzyme spécifique. La première étape de la fermentation du lactose est le clivage du lactose en glucose et galactose. La

dégradation homofermentaire du glucose est appelée glycolyse ou scientifiquement «la voie d'Embden-Meyerhof-Parnas ».

2-2-2 la voie lactique hétérofermentaire

Comme dans la fermentation homofermentaire, la fermentation hétérofermentaire commence par la scission du lactose en glucose et galactose. La dégradation du glucose n'emprunte pas la voie de la glycolyse car il manque deux enzymes clés, l'aldolase et la triose-P-isomérase (figure n°2)

En raison de la production de CO₂, d'éthanol ou de l'acétate en plus de l'acide lactique, cette fermentation est appelée hétérolactique (Gaenzle, 2015)..ainsi cette dernière peut induire la formation d'ouverture dans le fromage.

Les bactéries hétérofermentaires peuvent non seulement fermenter le lactose mais en partie également le citrate (acide citrique).

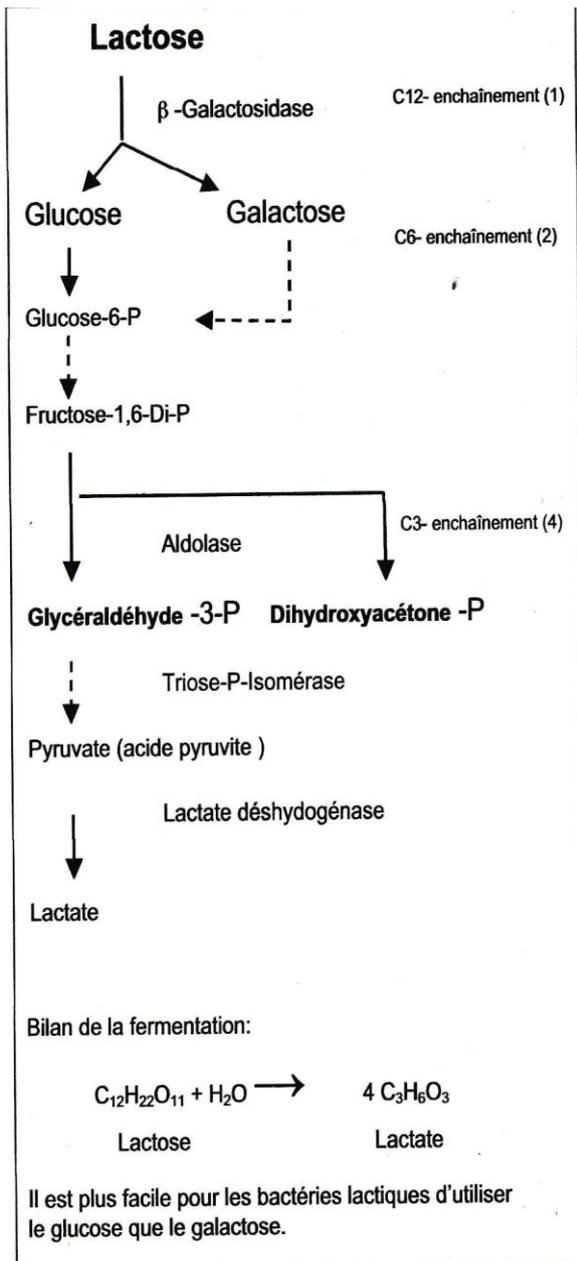


Figure 1 : Fermentation lactique homofermentative (schéma de la fermentation)

Figure 1 : la voie homofermentaire

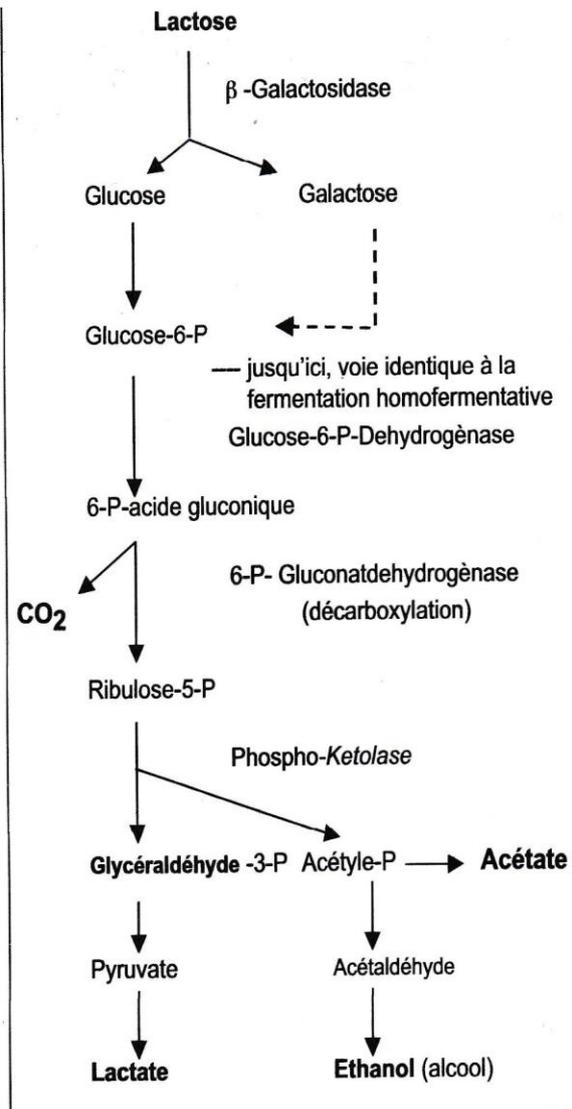


Figure 2 : Fermentation lactique hétérofermentative (schéma de la fermentation)

Figure 2 : la voie hétérofermentaire

3-Classification des bactéries lactiques

Traditionnellement, les bactéries lactiques ont été classées sur la base des propriétés phénotypiques : la morphologie, le mode de fermentation du glucose, la croissance à différentes températures, l'isomère de l'acide lactique produit et la des différents hydrates de carbone (De Roissart et Luquet, 1994 ; Holzapfel et al., 2001). Les genres les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostocs*, *Enterococcus* et *Pediococcus* (Drouault et Corthier, 2001). Actuellement le groupe des bactéries lactiques associées aux aliments renferme les 12 genres suivants : *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostocs*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* et *Weissella* et *Bifidobacterium*

Tableau 7 : Les différents genres de bactéries lactiques et leurs principales caractéristiques (Laurent et al., 1998)

Genre	Morphologie	Fermentation	Température optimale	Nombre de genre
Lactobacilles	Bacilles	Homofermentaire	Thermophile ou mésophile	G1 :23 G2 :16 G3 :22
Lactocoques	Coques	Homofermentaire	Mésophile	5
Streptocoques	Coques	Homofermentaire	Mésophile ou thermophile	19
Leuconostocs	Coques	Hétérofermentaire	Mésophile	11
Bifidobactérium	Forme irrégulière	Acide lactique et acétique	Mésophile	25

4- Quelques aptitudes technologiques des bactéries lactiques

4.1. Le Pouvoir acidifiant :

L'acidification est le rôle principal des bactéries utilisées comme ferments. Celle-ci par la production d'acide lactique influence la texture, le goût et la qualité microbiologique du produit élaboré final. Ceci par :

- La coagulation du lait (en abaissant le pH, les BL établissent un milieu favorable facilitant l'action de l'enzyme de la présure et augmentant par conséquent la synérèse du caillé.
- La participation aux propriétés rhéologiques du produit final ;
- L'inhibition de la croissance des bactéries nuisibles. (Gilliland, 1985a) (Doleyres, 2003).

4.2. Le Pouvoir protéolytique :

D'après (Law and Haandrikman,1997), les bactéries lactiques sont incapables de synthétiser des acides aminés nécessaire à la synthèse protéique principale source d'azote, dès lors un système protéolytique actif est déclenché dans leur environnement par le biais de protéase et peptidase.

Ce système protéolytique joue un rôle clé dans la fermentation du lait et permet l'obtention des acides aminés à partir des caséines, les protéines les plus abondantes dans le lait (Moussaoui, 2013)

Les bactéries lactiques démontrent des potentialités différentes liées à leurs équipements enzymatiques pour l'utilisation de la fraction azotée. (Donkor et al., 2007 ; Monnet et al., 2008 ; Roudj et al., 2009).

Des études effectuées sur la protéolyse du cheddar fait avec ou sans ferments lactiques ont démontré l'importance de la protéolyse pour la libération de petits peptides et d'acides aminés libres durant la maturation fromagère (Lynch et al.,1997 ; Lane et Fox., 1996 ; Farkey et al.,1995) ainsi que les travaux menés par Dahou, el amine 2017 sur l'évolution de la flore microbienne au cours de l'affinage du camembert

Tableau 8 : Principaux groupes microbiens intervenant au cours de l'affinage du camembert

Groupes bactériens	Origines	Fonctions
Lactocoque	Lait et éventuellement levain lactique	Acidification -protéolyse et protection acide
Lactobacilles	Lait et éventuellement levain lactique	Acidification et protéolyse
Leuconostocs	Lait et éventuellement levain lactique	Fermentation du citrate et production du CO ₂ Fermentation-production de composants d'arôme
entérocoques	Lait et éventuellement levain lactique	Protéolyse-consistance- goût-odeur

Cité par Dahou El amine (2017) d'après Gori.K et Jespersen.L (2010)

DEUXIEME PARTIE
ETUDE EXPERIMENTALE :

Chapitre I : Matériel et méthodes

Introduction

Notre travail a été réalisé au niveau du Laboratoire de Recherche des Sciences et Techniques de Production Animale (LSTPA) au niveau de l'exploitation Agricole de Hassi Mamèche, affilié à l'Université de Mostaganem la partie concernant les analyses physicochimiques et microbiologique, et aussi au niveau du laboratoire de contrôle de qualité alimentaire au niveau de (Elkmin à Oran), ainsi qu'au niveau du laboratoire de l'école nationale d'agronomie pour la mesure de la viscosimétrie

1-1-Echantillonnage

Les échantillons de lait des deux cheptels laitiers bovins et ovins, proviennent de la région de Mostaganem celui de brebis est recueilli (d'une ferme d'un particulier à Hassi Mamèche) et le lait de vache provient des fermes agricoles de Hassi Mamèche, lors de la traite qui se fait manuellement en respectant les conditions de l'asepsie, le lait est recueilli dans des flacons stériles en verre et conservés à +4°C. Les échantillons sont conduits aussitôt, le lendemain matin au laboratoire sous régime de froid en utilisant une glacière empilée de pains de glace, pour être exploités selon les objectifs de notre protocole expérimental.

Objectifs

- 1- Des analyses biochimiques et physicochimiques des éléments de la fromageabilité des laits.
- 2-Des analyses microbiologiques des laits et plus précisément de la flore native des laits (Dans le but de l'étude de quelques aptitudes technologiques).
 - 2-1- Une étude de la cinétique d'acidification et de croissance de la flore native des laits
 - 2-2- Une étude de l'activité protéolytique des souches lactiques.
 - 2-3- Une étude de la cinétique de coagulation des laits
 - 2-4- Une coagulation lactique après avoir passé par une maturation biologique de 18h.
 - 2-5 Une coagulation enzymatique avec la présure animale (l'enzyme de pepsine extraite du proventricule du poulet. (*Gallus gallus*))
 - 2-6- Un Calcul des temps technologiques de coagulation (floculation, prise, raffermissement) ainsi que les rendements fromagers (frais et sec) des deux types de coagulation des deux cheptels laitiers.
- 3-Des Mesures rhéologiques à la coagulation des laits des caillés obtenus (à l'aide d'un viscosimètre à chute de billes).

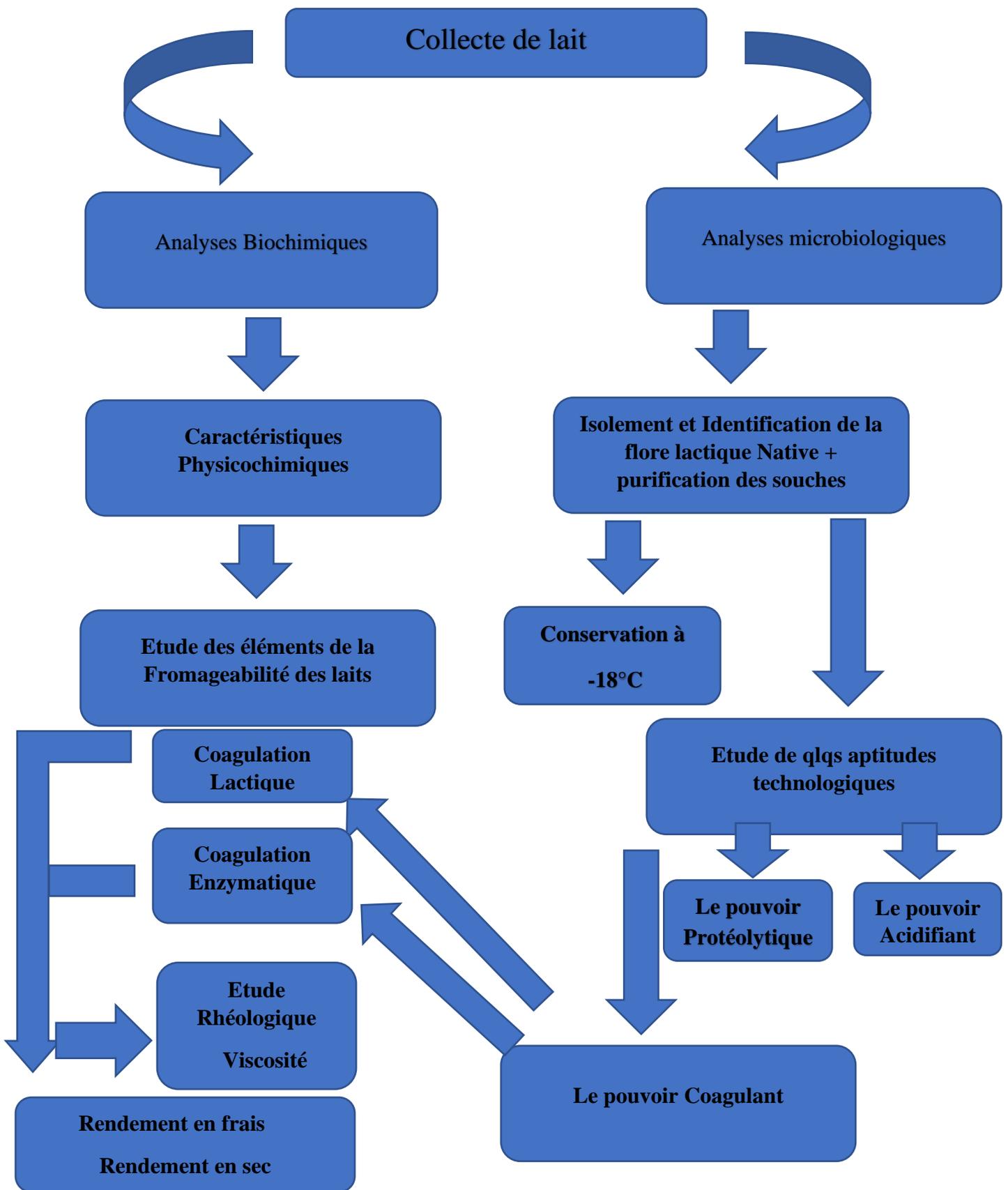


Figure 03 : Organigramme du plan expérimental

1- Analyses biochimiques et physicochimique des laits

Les analyses des composants physiques des laits : Les analyses portent sur la détermination du pH, l'acidité titrable, la densité, la viscosité et le point de congélation pour les paramètres physico-chimiques. La composition chimique est caractérisée par l'évaluation de la teneur en lactose, le taux protéique, le taux de matière grasse, l'extrait sec total et dégraissé.

(La détermination du pH du lait a été effectuée par pH- métrie ; l'acidité Dornic par titrage acido-basique à l'aide de la soude Dornic (N/9) et la densité à l'aide d'un lacto-densimètre. L'extrait sec total est estimé par étuvage à 103°C pendant 3 heures. La matière grasse est déterminée selon la méthode acido-butyrométrie de Gerber. Le point de congélation, l'extrait sec total, le taux protéique et le taux de lactose sont évalués par spectrophotométrie infrarouge à l'aide d'un appareil LACTOSCAN (ULTRASONIC N°de série ;116168),

Des échantillons de 30ml des laits ovins et bovins placés dans un bécher, sont passés à l'analyse ; on fait plonger l'électrode dans l'échantillon de lait et la lecture se fait directement sur l'écran du lactoscan. Sur chaque échantillon de lait, nous avons fait trois déterminations simultanées et nous avons considéré la moyenne arithmétique des résultats.

L'étude du paramètre de la viscosité a été réalisé à l'aide d'un viscosimètre à bille ;(la manipulation du viscosimètre à bille se trouve en annexe)

1-1- Analyse du pH :

Pour la mesure du pH des laits, on fait plonger l'électrode du pH-mètre (PI/PHSJ3F nr de série ;8043F034) dans les échantillons de lait (ajustée préalablement à l'aide d'une solution tampon pH=7) et la lecture des résultats de fait directement sur l'écran du pH-mètre (les résultats sont illustrés sur le tableau 14).

1-2- La mesure de l'acidité titrable :

Dans le lait et les produits laitiers, l'acide lactique provient de la dégradation du lactose par les bactéries. Plus un lait est frais, moins il contient d'acide lactique. La concentration en acide lactique dans un lait s'exprime en degré Dornic (°D) : 1 °D correspond à 0.1 g d'acide lactique par litre de lait. Un lait frais contient de 15 à 18°D, il caille à 60-70°D. Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité de 18°D selon la réglementation algérienne JORA 1993

Technique

- On a introduit 10ml de lait dans un bécher
- On a ajouté 2 gouttes de phénolphtaléine
- Puis on titre (par goutte à goutte à l'aide d'une burette) en utilisant du NaOH N/9 tout en remuant le bécher, jusqu'à l'apparition d'un virage au rose.
- On note alors le volume de la soude écoulee, et les résultats sont exprimés en °D. Sachant que :
 $1^{\circ}\text{D} = V \text{ NaOH} \times 10$
V NAOH : Volume de NaOH utilisé pour titrer l'acide lactique contenu dans les 10ml de lait.

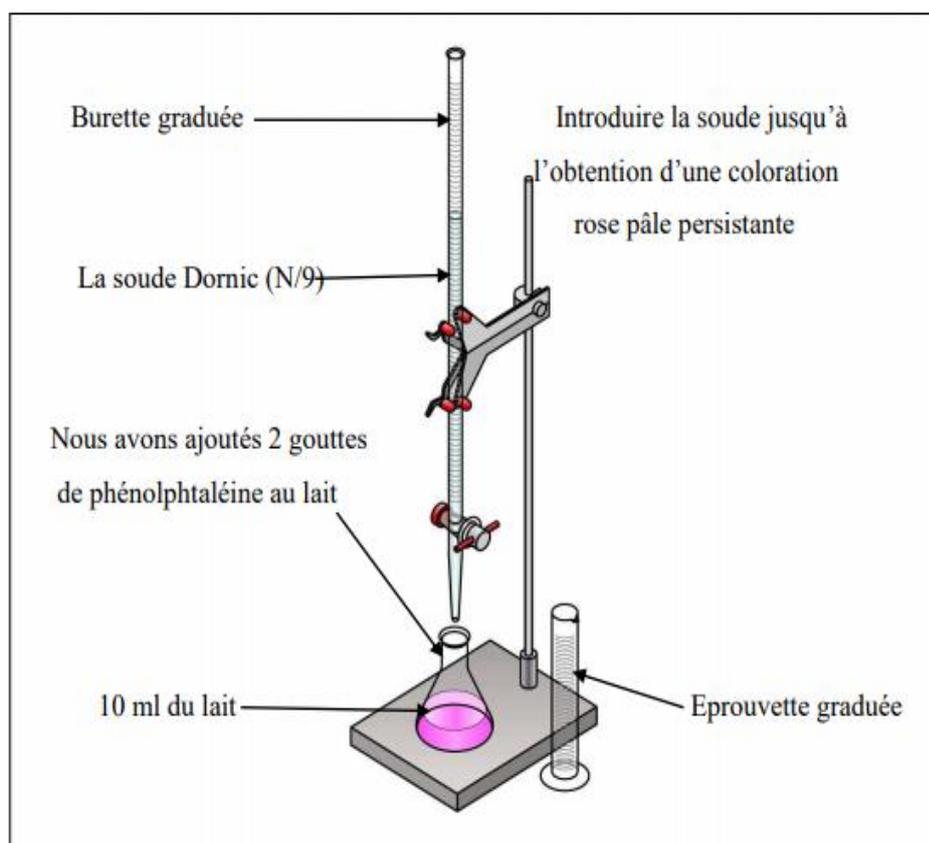


Figure 4 : Mesure de l'acidité Dornic.

1-3- La mesure de la Densité :

La densité du lait normal est située entre 1,030 et 1,033,. La détermination de la densité doit se faire à températures ambiante, pour des températures différentes à 20°C, une correction de la densité doit effectuer comme suit :

$$D = d \pm (T^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}) \times 0,0002$$

D : la densité exacte.

T° : température du lait mesuré par le thermo-lactodensimètre.

d : la densité du lait mesuré par le thermo-lactodensimètre.

□ Si la température est supérieure à 20°C □ $(T^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}) \times 0,0002 + d$.

□ Si la température est inférieure à 20°C □ $(T^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}) \times 0,0002 - d$.

1-4- La mesure de l'extrait sec dégraissé

Les matière sèches dégraissées ESD ont été calculées par différence entre le taux de matière grasse MG de chaque lait et son extrait sec total EST, ce dernier est la masse résultant de la dessiccation du caillé obtenu par évaporation de l'eau à l'étuve à une température 103°C pendant 3h

1-5- La mesure de la viscosité des laits des deux cheptels

Ce paramètre a été mesuré à l'aide d'un viscosimètre à chute de bille (THERMO SCIENTIFIC HAAKE Falling Ball viscosimeter type C)

Le viscosimètre est constitué d'un tube intérieur, de billes de différentes dimensions Le tube intérieur transparent généralement en verre sert à contenir le fluide à étudier et une bille. Le diamètre du tube est suffisamment large pour pouvoir négliger les effets de ses parois sur la chute de la bille ;

Les billes sont calibrées sphériques pleines ou creuses généralement en acier et plus rarement en verre ou en ferronickel. Elles ont une masse (ou masse volumique) ainsi qu'un diamètre connu ;

La cuve extérieure est cylindrique et transparente. Elle sert à réguler la température du liquide à étudier grâce à une unité thermostatée

On introduit notre échantillon de lait à l'intérieur du tube interne du viscosimètre ainsi que la bille adéquate, le choix de la bille se fait en fonction de sa masse volumique et son diamètre, on ferme hermétiquement en utilisant les bouchons en caoutchouc spéciaux, la bille est abandonnée sans vitesse initiale dans le tube vertical. Cette dernière se déplace alors sous l'action de la pesanteur ainsi pour mesurer la viscosité, on chronomètre le temps mis par la bille pour passer d'un premier repère A vers un second B.

La viscosité est calculée en appliquant la formule suivante

$$V = K. (P_1 - P_2) \times t$$

V : la viscosité (m Pa. S) ou centipoises

K : constante de la bille en (mPa.s.m³) ou centipoises

P₁ : densité de la bille en (g /cm³)

P₂ : densité du lait à 20°C en (g /cm³)

t : temps de chute de la bille du point A au point B en secondes

Les résultats sont illustrés sur le tableau 14

2- Analyses microbiologiques des éléments des lait :

2-1- Préparation des dilutions décimales

Technique

Prélèvement de 1 ml du lait à l'aide d'une pipette graduée stérile.

-Introduction aseptique du volume prélevé dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique pour obtenir la dilution décimale 10⁻¹, Pour passer aux autres dilutions on poursuit comme suit :

- Agiter au vortex puis transférer 1 ml de ce premier tube dans le deuxième contenant idem 9ml d'eau physiologique.

- De la même façon, des dilutions décimales successives sont effectuées (jusqu'à 10⁻⁶)

2-2- Recherche de la flore native des laits avec ensemencement sur milieux MRS et M17

La numération de la flore lactique native a été établie pendant 72h sur des milieux d'isolement spécifiques MRS (Man, Rogosa, Sharpe) à pH 6 et à 40°C en anaérobiose et M17 à pH 6,5 à 37°C en aérobiose par l'ensemencement et étalement en surface avec 100 µl de chaque dilution (FIL ,1996)

2-3- Purification des souches lactiques (flore native des laits)

Les souches lactiques isolées ont été purifiées par ensemencement sur gélose PCA et incubée à 37°C pendant 72 heures en anaérobiose et en aérobiose. Cette opération a permis de confirmer la pureté de point de vue morphologique, sur un aspect macroscopique et microscopique concernant la taille, forme

et couleur. L'observation de la pureté a été complétée par un test de la catalase, puis par une coloration de Gram.

2-4-Etude des caractères morphologiques

2-4-1-Caractérisation macroscopique

En se basant sur l'observation à l'œil nu des colonies de la flore native isolée des laits expérimentaux afin de déterminer l'aspect, la taille, la forme, et la couleur des colonies des cultures bactériennes obtenues sur gélose PCA.

2-4-2- Caractérisation microscopique

L'examen microscopique a été effectué après coloration de Gram établie sur une culture, Elle permet de décrire la forme des cellules, leur mode d'association, après réalisation des frottis colorés.

2-4-3-Test de production de catalase

La catalase est une enzyme respiratoire capable de dégrader l'eau oxygénée (H₂O₂) en eau et O₂ selon la réaction suivante :



Sur une lame et à l'aide d'une pipette pasteur, on dépose une colonie bactérienne à laquelle on ajoute de l'eau oxygénée H₂O₂ (à 10 volumes). La présence d'une catalase est révélée par l'apparition immédiate de bulle de gaz qui correspondent à l'oxygène dégagé.

2-4-4-La coloration de Gram

La coloration de Gram nous permet de mettre en évidence les propriétés (épaisseur et constitution) de la paroi bactérienne.

Après étalement et fixation d'une colonie bactérienne on entame à une coloration au violet de gentiane (le procédé de la coloration de Gram est détaillé en annexe A)

2-5- Conservation des souches lactiques :

Après les examens : microscopique, le tests catalase et la coloration Gram nous permettant de présumer des bactéries lactiques et dans l'attente d'une suite de recherches plus approfondies dans le futur on fait

une conservation des souches obtenues, par une congélation à -18°C dans des tubes Eppendorf stériles en additionnant 1ml de l'isolat de souche après avoir agité au vortex avec 1ml de glycérol à 67% (Samelis et al., 1994)

3-Etude de quelques aptitudes technologiques ;

Les bactéries lactiques sont dotées d'une multitude de pouvoirs tels que le pouvoir acidifiant, le pouvoir coagulation, ainsi que le pouvoir protéolytique et celui lipolytique

L'un des caractères technologiques essentiels des bactéries lactiques est leur pouvoir acidifiant, qui dépend de la fermentation du lactose (Guiraud,1998).

Ceci est essentiellement due à la production d'acide lactique qui est plus ou moins important selon la souche lactique. Ce caractère est très recherché en industrie laitière ;

3-1-La cinétique d'acidification de la flore native (le pouvoir acidifiant)

La fonction acidifiante est considérée comme la propriété métabolique la plus recherchée des bactéries lactiques, elle utilisées dans les industries alimentaires et plus particulièrement dans la production fromagère. Elle se manifeste par la production de l'acide lactique à partir de la fermentation des hydrates de carbone au cours de la croissance bactérienne (Mayra-Makinen et Bigret.,2004 ; Monnet et al.,2008).

La mesure de l'activité acidifiante consiste à suivre d'une part l'évolution du pH de la culture en fonction du temps et d'autre part à doser simultanément l'acidité totale par la soude.

Pour le contrôle de la viabilité des souches bactériennes, celles-ci ont étéensemencées d'abord sur MRS liquide et incubée à température de croissance optimale : à 37°C pendant 24 heures

Après 24 heures un trouble de croissance a été observé sur les milieux MRS,

0.5 ml de la culture a été ajouté séparément dans un tube contenant 10 ml de lait préparé. Le tube contenant la culture a été incubé à 37°C pendant 24h,

Après fermentation 2.5ml du levain obtenu a été additionné dans 02 flacons séparés contenant 100ml de lait préparé. Une Incubation a été établie à 37°C pendant 24h.

Cette préparation a été faite dans le but de déceler d'une part la croissance bactérienne et la cinétique d'acidification (acidité et pH).

On commence par la répartition du lait écrémé dans des flacons stériles à raison de (V/ 100V).

Après incubation à 37°C , à un intervalle du temps 2h, 4h, 6h, 8h, 24h, 26h, 28h, 30h et 32h ; 10ml du lait sont prélevés stérilement puis titrer par la soude Dornic (N/9) en ajoutant préalablement 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 1% (alcool), jusqu'au virage de la couleur au rose pâle persistante au moins 10 secondes.

L'acidité est déterminée par la formule : Acidité (°D) = V NaOH x 10 Où :

V NaOH : Volume de NaOH utilisé pour titrer l'acide lactique contenu dans les 10ml de lait.

La mesure de pH est faite directement par le pH-mètre, en plongeant l'électrode dans le volume du lait.

Le pH a été déterminé à chaque fois qu'on procède au dosage de l'acide lactique.

1°D =0,1g d'acide lactique dans 1litre de lait (AFNOR,1993).

Mesure du pH

A l'aide d'un pH mètre, on détermine le pH (de chaque culture) chaque 2 heures jusqu'à 32 heures. Ces mêmes analyses ont été faites pour comparaison sur BACTOSCAN pour la cinétique de croissance (étalée chaque 02 heures sur 32 heures) et la numération bactérienne (sur le 02 laits)

L'activité acidifiante est appréciée par un abaissement du pH et une hausse de l'acidité Dornic.

3-2-La mesure de la protéolyse

L'activité protéolytique

Afin de pouvoir définir l'activité protéolytique de ces souches lactiques, on a utilisé le milieu PCA additionné de 10 % de lait écrémé (à raison de 10ml de lait écrémé / 100 ml de PCA). Par la suite, des disques en papier Wattman stérile ont été déposés à la surface de la gélose pour recevoir un volume de 20 µl de chaque souche. Les boîtes sont incubées à 30°C pendant 24 et 48 heures, la protéolyse se révélera par des zones claires autour des disques (Veuillemard,1986).

Les résultats positifs sont appréciés par la mesure du diamètre en millimètre des zones de lyse claires de plus de 0.5mm, apparues autours des colonies.

3-3-Pouvoir coagulant des bactéries lactiques ;

Dans de but de démontrer les aptitudes technologiques de la flore native des laits ovin et bovin et afin de révéler le pouvoir coagulant des bactéries lactiques on a opté pour deux sortes de coagulation ; lactique et enzymatique dans le but de suivre la cinétique de coagulation et calculer les temps technologiques : (floculation, raffermissement, et coagulation et aussi calculer les rendements fromagers dans les deux cas de coagulations pour les deux cheptels laitiers ainsi que la mesure de la viscosité des coagulums

3-3-1 La réalisation de la coagulation lactique

Pour faire une coagulation lactique on a fait passer préalablement les laits par une phase de maturation biologique à (J-1) on entame cette opération par un chauffage de 100ml de lait à 38°C puis le couvrir et le laisser à l'étuve à 35°C selon le temps accordé dans le but d'atteindre le PH=4.8-5 et on détermine les temps technologiques de la coagulation lactique (les résultats sont illustrés sur le tableau 27)

3-3-2- La réalisation de la coagulation enzymatique

Pour réaliser une coagulation enzymatique on fait porter les échantillons de lait de vache et de brebis à 38°C dans un bain marie, à lesquels on additionne 1ml de la présure extraite du proventricule du poulet et on calcule les temps technologiques de la coagulation, ces derniers sont enregistrés sur le tableau 27

3-3-3 Calcul des temps technologiques des coagulation

Les calculs des temps technologiques de coagulation sont établis en se basant sur les temps nécessaires accordés à la floculation

a- Le principe de la coagulation est le changement d'état du lait de liquide à demi solide, qui est appelé gel ou coagulum. Le produit se sépare alors en deux phases : le lactosérum et le coagulum.

b- Caractéristiques de coagulation

La coagulation du lait se caractérise par trois paramètres essentiels :

- Le temps de floculation.
- Le temps de prise.
- Le temps de coagulation.

1- Détermination du temps de floculation

Le temps de floculation est l'intervalle de temps compris entre le moment de l'empresurage et l'apparition des premiers flocons de caséines visibles à l'œil nu.

2-Détermination du temps de prise

Le temps de prise est le moment où apparaissent les premières gouttelettes du lactosérum (début de l'exsudation du lactosérum) sur la surface du gel appelé aussi Coagulum qui devient rigide et ne coule plus sur les parois du tube. Ce temps de prise en masse compacte est noté. Pour toute coagulation, le temps de prise représente généralement environ le double du temps de floculation : ainsi pour un temps de floculation compris entre 8 et 15 minutes, le temps de prise se situe entre 16 et 30 minutes (FAO/OMS, 1999).

3- Détermination des temps de coagulation

L'activité coagulante est déterminée par la mesure du temps de floculation et du temps de prise selon la méthode d'Alais, (1974) et actualisée par (Tanaka et al., 2001).

4- Détermination de l'activité coagulante

L'activité coagulante qui est exprimée par la rapidité avec laquelle l'enzyme coagule le lait est déterminée selon la méthode de Berridge, (1955) et de Libouga et al., (2006).

Elle est basée sur l'évaluation visuelle de l'apparition des premiers flocons de la coagulation du substrat de Berridge.

Cette activité est exprimée en unité d'activité coagulante (U.A.C) ou d'unité présure (UP) qui est définie par la quantité d'enzyme contenue dans 1mL de la solution enzymatique qui peut coaguler 10 ml de substrat standard de Berridge en 100 secondes à 35°C (Alais, 1984 ; Ramet, 1997).

(Le substrat de Berridge est préparé par l'addition de 12 mg de lait écrémé à

100ml de solution de CaCl₂ (0.01M). Après 30 minutes d'agitation lente, le pH est ajusté à 6,4).

Afin de mesurer l'activité coagulante à 35°C, ce substrat est chauffé au bain marie jusqu'à la température voulue. Un volume de 5 ml de ce substrat (35°C) est additionné de 500µL l'extrait enzymatique.

La mesure du temps de coagulation correspond au temps s'écoulant entre l'addition de l'extrait enzymatique au substrat de Berridge, et de l'apparition des premiers flocons de caséines visibles à l'œil nu sur la paroi interne du tube incliné, subissant un lent mouvement rotationnel. L'activité coagulante (U.A.C) est calculée selon l'expression suivante

$$UAC = \frac{100 \times V}{10 \times v \times t}$$

Avec :

V : Volume du lait à coaguler (100ml).

v : Volume de la solution enzymatique (1ml).

t : Temps de floculation en secondes.

100 :100 secondes.

5- Rendement fromager

5-1-Calcul du rendement fromager en frais

Le rendement fromager est généralement exprimé en Kg de fromage obtenu à partir de 100L de lait, il présente un grand intérêt en industrie fromagère car il reflète globalement comment a été réalisé la répartition quantitative des constituants du lait lors de l'égouttage. Il nécessite un taux élevé en extrait

sec et plus précisément en protéines (caséine) et des concentrations élevées en matière grasse (Naoani,2009). Elle s'obtient selon la formule ci-dessous (Vignola, 2002) :

$$R \text{ (kg /100L)} = \frac{\text{Poids du fromage obtenu}}{\text{Nombre de litres de lait mis en œuvre}} \times 100$$

Mode opératoire

Après la coagulation complète du lait, les caillés fromagers de chaque cheptel laitier et pour les deux sortes de coagulation lactique et enzymatique sont mis à égoutter dans des papiers filtre, afin d'éliminer le lactosérum.

Les caillés obtenus sont mis dans une capsule puis pesé à l'aide d'une balance de précision. Les rendements fromagers figurent dans le tableau 28.

5-2- Le rendement en extrait sec R% en sec

Mode opératoire

Une capsule vide est pesée et sa masse sera notée (m₀). Dans cette capsule,

5g de fromage sont ajoutés sa masse est notée (m₁). Le tout est porté dans un four à moufle chauffé à 105°C pendant 3 h. Après refroidissement, la capsule est pesée, sa masse est notée (m₂).

Expression des résultats et mode de calcul

Le résultat est calculé selon la formule :

$$C = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \times 100$$

6- mesure rhéologique à la coagulation des laits (mesure de la viscosité des caillés fromagers)

Autrement dit la mesure de la viscosité des caillés lactique et enzymatique obtenus de la coagulation des deux laits ovin et bovin à l'aide d'un viscosimètre à bille, pour déterminer ce paramètre on fait introduire une quantité suffisante de coagulum dans le tube du cylindre du viscosimètre, on introduit par la suite la bille adéquate, le choix de la bille se fait en fonction de son diamètre et de sa densité, on ferme le cylindre et on chronomètre le temps nécessaire du passage de la bille du repère A au repère B la viscosité est calculée en appliquant la lois citée plus haut.(utilisé auparavant pour calculer la viscosité des laits

(La bille utilisée pour la mesure de la viscosité des laits ovin et bovin était la bille nr 02 la bille en silica de verre dont le diamètre est 15.6mm, avec une densité de 2.2et une constante K=0.09mPa.s.cm³/g. s)

Et la bille utilisée pour la mesure de la viscosité des caillés lactiques ovin et bovin était la bille nr 04 en nickel métallique dont le diamètre est 15.2mm avec une densité de 8.1 et une constante $K=0.7\text{mPa.s.cm}^3/\text{g.s}$.

Chapitre II

Résultats et Discussions

1- Caractérisation des composants biochimiques

Tableau 9 : Composition biochimique des laits bovins et ovins

Composants %	Vache	Brebis
MG	2.67	6.35
P	2.91	4.36
L	4.41	7.12
Sels minéraux	0.63	1.04
EST	9.50	14.33
ESD	6.83	7.98
Taux de cendres	5.01	4.64
Eau	90.13	81.14

Les ESD extraits secs dégraissés = ont été calculés par différence entre le l'extrait sec total EST et le taux de MG de chaque lait.

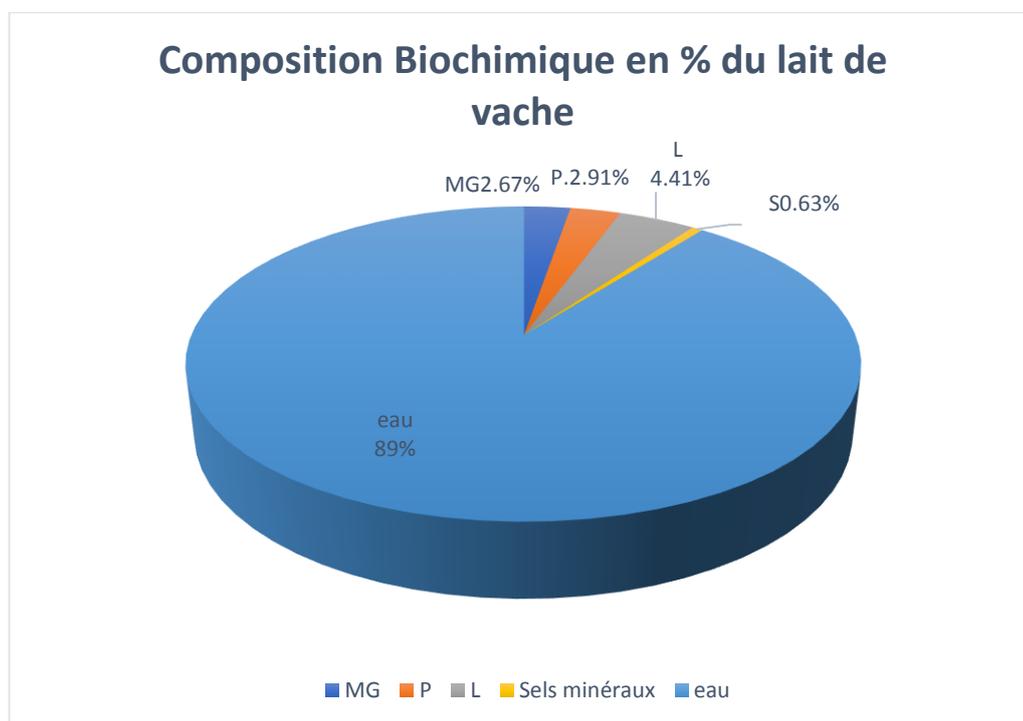


Figure 5 : La composition biochimique du lait de vache

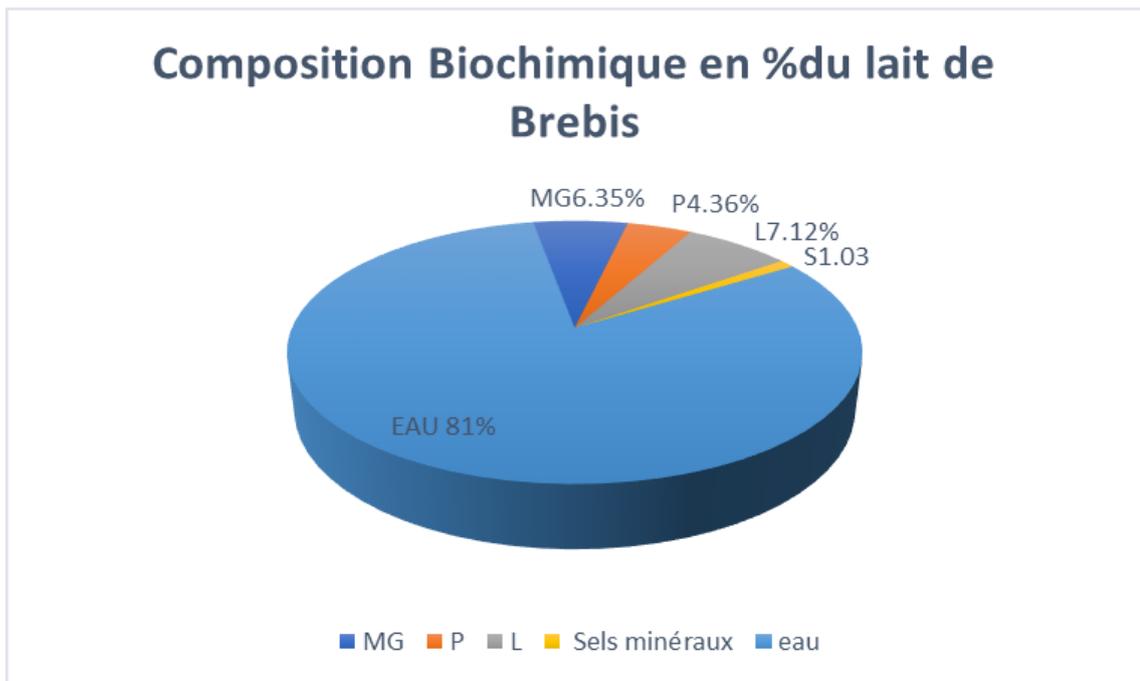


Figure 6 : La composition biochimique du lait de brebis

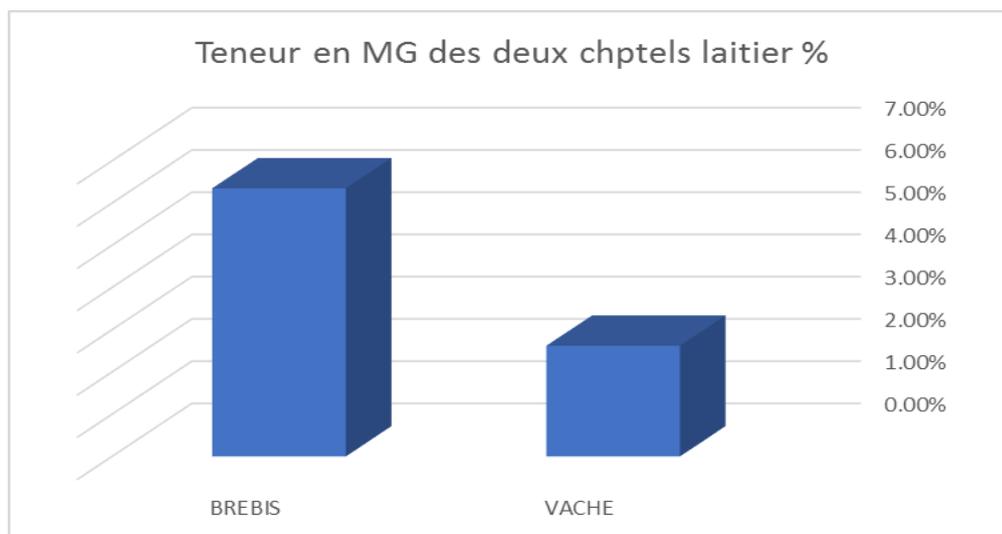


Figure 7 : Teneurs en MG des deux cheptels laitiers ovin et bovin

Tableau 10 : Normes en MG %

	Valeurs (normes)	Références
Vache	3.6-5.8	Meyer et Denis 1999
Brebis	7.0-7.5	Cirad Gret 2002

1-1-Le taux de matière grasse

Selon Alais (1984) Les teneurs en matière grasse varient d'une espèce à une autre, Les résultats de la composition biochimiques des laits de notre études ont montré un taux élevé de la MG pour le lait ovin avec 6.35% contre 2.67% pour le lait bovin ces teneurs sont relativement inférieures à ceux de la norme pour les deux cheptels mais si on les comparer aux résultats obtenus par M. Hamidi 2020 (étude menée dans les régions steppique de Djelfa) avec 4.1% pour le lait de vache et 4.37% pour le lait de brebis(nos teneurs en MG pour le lait ovin sont supérieur à ceux enregistrés chez les brebis des zones steppiques) ainsi que ceux enregistrés par El hachemi Sassi 2018 avec 3.2-3.4% pour le lait de vache (étude menée dans la région de l'ouest algérien) qui sont supérieur à nos résultats .

Les prélèvements de nos échantillons de lait ont été réalisés dans la période fin hiver-début printemps période difficile de l'année avec la rareté de la pluviométrie et des pâturages moins abondants.

Le taux de matière grasse du lait est affecté principalement par l'alimentation, le stade de lactation et la saison, la race et l'âge de l'animal.

D'après Coulon et al,1991, les teneurs élevées des taux de MG ainsi que ceux de MP sont déterminées par le potentiel génétique, c'est pour cela qu'on parle de race laitière qui se distingue par la quantité et la qualité du lait qu'elles produisent.

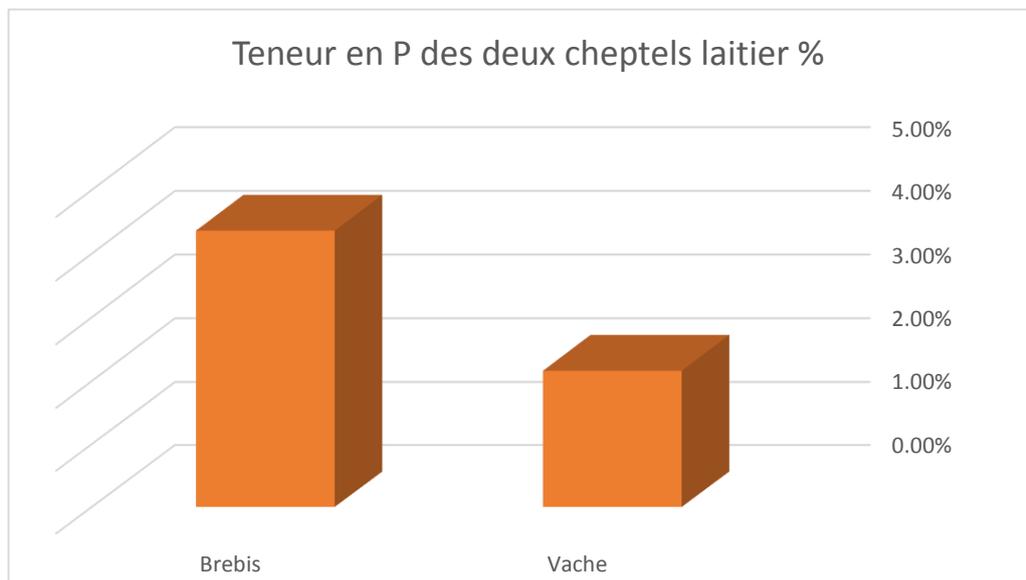


Figure 8 : Teneur en Protéines des laits ovin et bovin

Tableau 11 : Normes MP %

	Valeurs (Normes)	Références
Vache	2.0-4.0	Mayer et Denis 1999
Brebis	4.5-5.0	Cirad Gret 2002

1-2-Le taux de protéines

Le lait de brebis occupe la première place du point de vue taux protéique avec 4.36% contre 2.91% pour le lait de vache (presque deux fois la teneur en protéines du lait bovin), ils sont dans la marge des valeurs de référence tandis qu'ils sont légèrement supérieurs à ceux enregistrés par M Hamidi et *al*, 2020 pour le lait de brebis avec 4.23% par contre ses teneurs pour le lait de vache étaient largement supérieurs à nos résultats. Ces résultats ont été enregistrés lors de la réalisation des analyses biochimiques de nos échantillons de lait. Ce taux protéique est l'un des principaux critères déterminants de la fromageabilité des laits, ainsi un lait riche en protéines présente un caillé ferme avec un bon rendement fromager

Le taux protéique est à son tour affecté par plusieurs facteurs tels que la race, la saison, le stade lactation l'alimentation et la portion de la ration alimentaire ainsi Coulon et *al* 1994 ont montré dans leurs travaux qu'une sous-alimentation énergétique peut être à l'origine d'une baisse notable du taux protéique alors que le taux de matière grasse n'a pas été modifié. Ceci peut provoquer une diminution de la quantité de lait produite avec un taux élevé de MG (par le biais de la mobilisation des réserves lipidiques corporelles) Hoden, 1987. Ceci a été confirmé aussi par Yennek, 2010 que de plus une sous-alimentation azotée entraîne une baisse de la production laitière et la teneur en protéines mais la teneur en MG reste invariable.

On citera aussi les travaux de Grappin et *al*, 1981 qui ont constaté que les taux de MG, MP varient en sens inverse de la quantité de lait produite, les teneurs les plus faibles sont enregistrées lorsque la période de production

1-3-Le taux de lactose

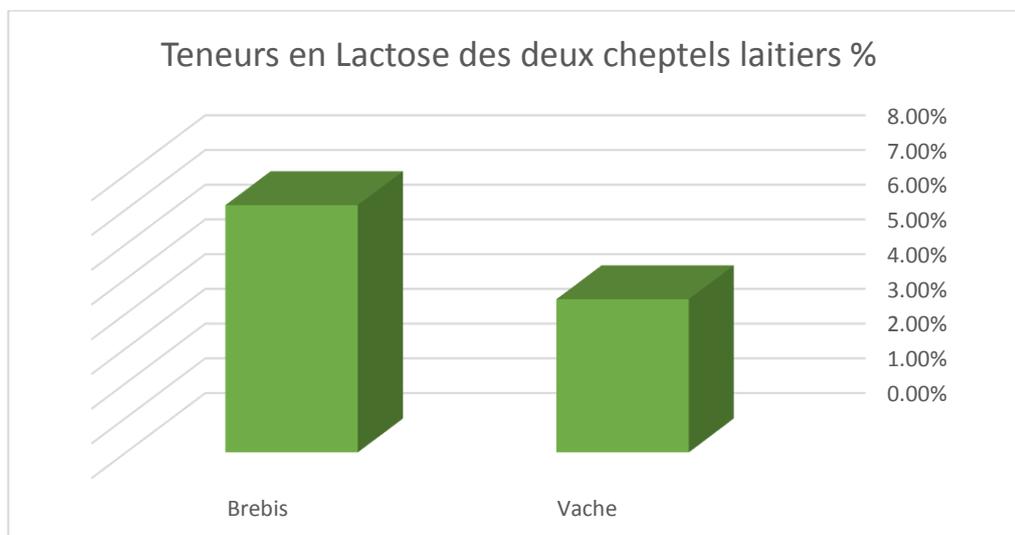


Figure 9 : Teneur en Lactose des laits ovin et bovin

Tableau 12 : Normes en lactose

	Valeurs (Normes)	Références
Vache	4.0-6.0	Mayer et Denis 1999
Brebis	4.5-5.0	Cirad Gret 2002

Avec 7.12% de taux de lactose le lait de brebis sujet de notre étude se place une fois de plus en premier rang en teneurs en lactose en le comparant avec le lait de vache et les autres teneurs de lactose des autres travaux menés dans ce même contexte. Toutefois le taux de lactose de lait de vache avec 4.41%, se situe dans la marge des valeurs de la normes et est légèrement inférieur à celui enregistré par Mathieu 1998 qui était égale à 4.90% ainsi que Hamidi et *al*, 2020 avec qui a lui enregistré 5.27%. Pour le pourcentage de lactose de lait de brebis analysé avec 7.12% représente une valeur supérieure avec une marge d'écart très importante par rapport aux résultats des travaux de M. Hamidi et *al* 2020(région steppique Djelfa) avec 5.27% ainsi que ceux de Baltadjeva et *al*, 1982(en Bulgarie) avec un taux maximum de lactose 5.05% de lactose.

Le taux de lactose des laits dépend non seulement de l'alimentation mais aussi de la saison et du stade de lactation. Ceci dit, comme chez la plupart des ruminants dans le colostrum les taux de lactose dans

le lait de brebis sont faibles au début et à la fin de lactation contrairement aux comportements des teneurs en matière grasse et protéines du lait (Chougrani et *al*, 2006).

Tandis que, les augmentations des taux des différents constituants et plus particulièrement ceux de lactose sont constaté lorsque la ration est à base de foin ou d'ensilage d'herbe ce qui explique que durant la saison du pâturage la composition du lait est remarquablement affectée (Hoden et *al*,1985).Ceci a été démontré par les résultats de la teneur en lactose de laits de brebis enregistré sur le tableau 17 qui ont atteint 8.34% (ceci est justifié sur le tableau en bas de la variation des composants biochimiques des lais ovin et bovin)

1.4-Taux de sels minéraux

Tableau 13 : Normes en sels minéraux %

	Valeurs (Normes)	Références
Vache	(7-10)	Meyer et Denis1999
Brebis	9.0	Ramet 1985

Le lait ovin affiche les teneurs les plus élevées en sels minéraux avec 10.4% contre 9% enregistrés par Ramet 1985, le lait bovin quant lui a enregistré des taux inférieurs avec 6.3% ces valeurs sont inférieures aux normes (7-10) % Meyer et Denis 1999

Les teneurs en sels minéraux varient en fonction de l'espèce animale de la race et de l'alimentation ainsi que du stade de lactation ils ont un rôle tampon lors de l'acidification du lait lors de la transformation fromagère.

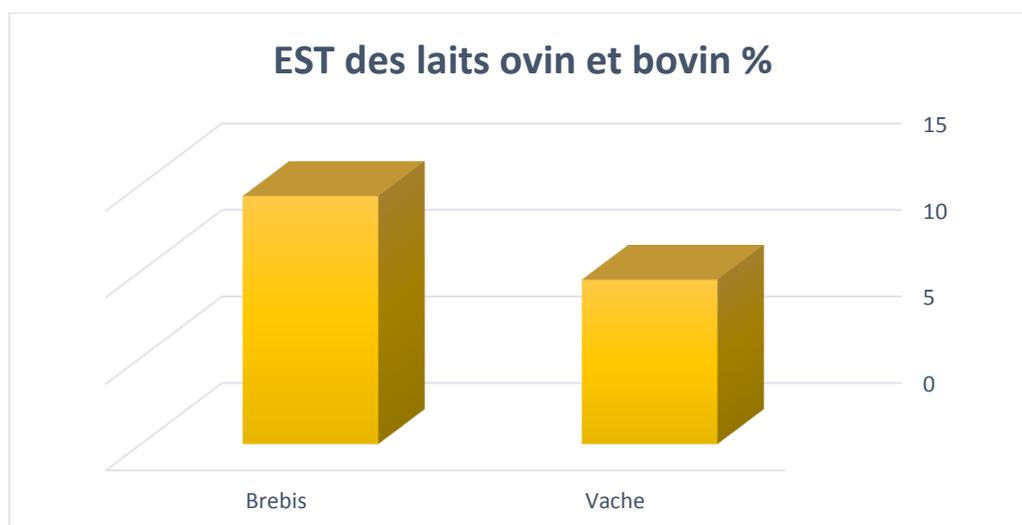


Figure 10 : Les teneurs des Extraits secs totaux des laits ovin et bovin

1-5-Extrait sec total

Le taux de matière sèche du lait de brebis est de 14.33% Il est supérieur à celui du lait de vache avec 9.50%, Ceci est attribué à la richesse du lait ovin en constituants majeurs tels que les matières grasses, les protéines, et le lactose, ainsi les facteurs affectants ces constituants affectent par conséquent la teneur en EST.

Des auteurs tels que Linkmark, Maussion et *al*, 2003 ont montré qu'en pâturage les animaux libres produisent un aliment souvent riche en teneur en MS ce qui explique aussi les taux élevés de MS dans le lait ovin dont l'alimentation est principalement basée sur le pâturage.

2- Caractérisation des paramètres physicochimique

Tableau 14 : Paramètres physicochimiques du lait ovin et bovin

Paramètres	Vache	Brebis
Densité à 20°C	1.031	1.042
FP °C	-0.510	-0.667
T° °C	22.33	20
pH à 20°C	6.52-6.62	6.40-6.53
ACIDITE °D	18-20	20-24
VISCOSITE (Centipoises)	1.26	3.01

2-1- pH

Tableau 15 : Normes de pH

	Valeurs (Normes)	Références
Vache	6.60-6.80	Lublin 1998
Brebis	6.50-6.85	Lublin 1998

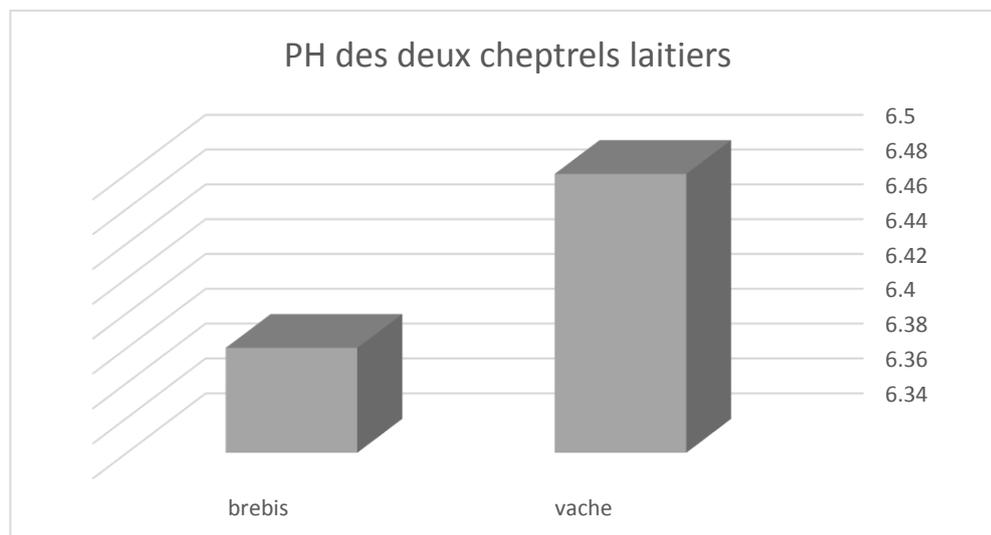


Figure 11 : pH des laits ovin et bovin

Une valeur de pH égale à 6.5 peut être témoin ou indicateur des bonnes conditions de traite et de conservation du lait.

Ainsi avec un pH de 6.40 le lait de brebis analysé inférieur à celui de vache qui a affiché un pH de 6.52, le lait de brebis est acide. On peut attribuer cette infériorité à la différence entre les conditions d'élevage, la race animale ainsi qu'à l'alimentation, Selon Mathieu 1998 le pH varie d'une espèce à une autre et dépend de la richesse de lait en certains constituants et plus particulièrement en phosphate, citrate et caséines ce qui explique la valeur du pH bas du lait de brebis connu par la richesse de ses constituants. On citera aussi que le pH ainsi que goût du lait, peuvent dépendre de la nature des fourrages, du facteur génétique, de l'état sanitaire de l'animal et de la disponibilité de l'eau.

Toutefois le pH du lait conditionne et modifie les équilibres de la flore laitière et vice-versa (Ramet 1985).

Les résultats de notre étude sont inférieurs à ceux de la bibliographie qui sont affichés sur le tableau 15 mais sont en accord avec ceux enregistrés par Sassi E, 2018(6.50-6.78) pour le pH bovin région ouest algérien et ceux de Mansour 2015 avec (6.62-6.64) pH lait bovin pour la région de Sétif par contre le pH de lait de brebis analysé de notre étude est inférieur à celui enregistré par M. Hamidi et al, 2020 avec la valeur de 6.68.

2-2-L'Acidité

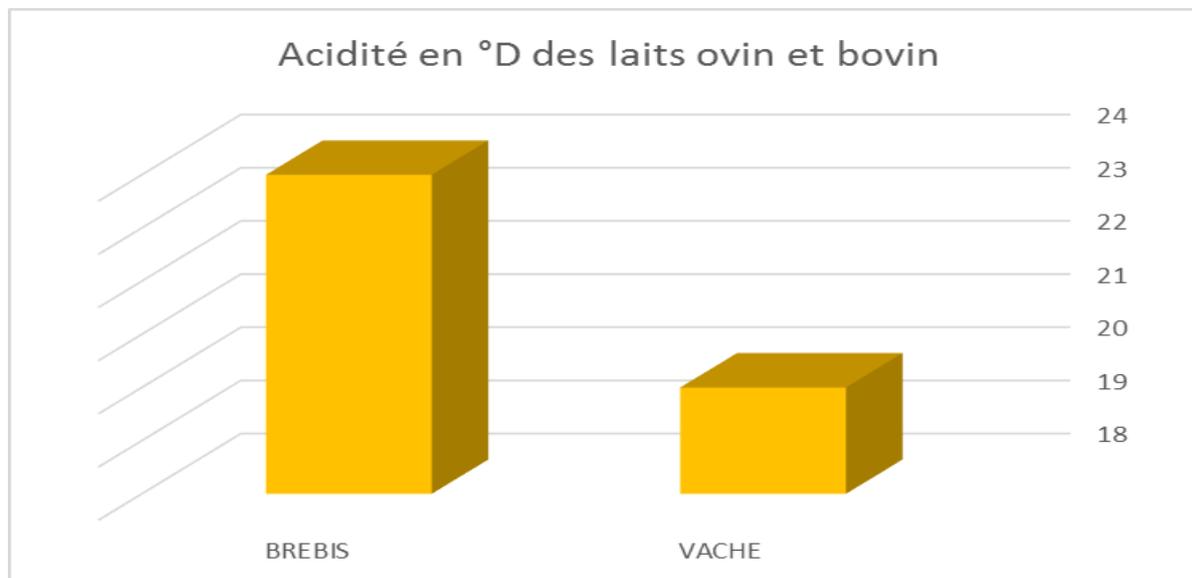


Figure 12 : L'Acidité des laits des deux cheptels laitiers

D'après les résultats des analyses des laits bovin et ovin, enregistrés sur le tableau 14 on a constaté que le lait de brebis a titré 20-24°D il est plus acide que celui de vache avec 18-20°D la norme est comprise entre 16-18°D.

L'acidité du lait dépend en partie de la teneur en caséines et en sel minéraux Alais1984 et notre lait ovin affiche les taux les plus élevés avec 1.04g/l de sels minéraux.

2-3-Le point de congélation (FP)

Le point de congélation du lait bovin est supérieur avec la valeur de -0.510°C à celui ovin avec la valeur de -0.667°C , ceci est due aux concentrations élevées en constituants du lait de brebis ainsi dans leur travaux Neville et Jensen 1995 ont montré que les faibles concentrations en solides solubilisés élèvent le point de congélation vers le 0°C . Ceci dit un point de congélation supérieur à -0.530°C permet de soupçonner un mouillage du lait, mais dans notre étude, les prélèvements des échantillons ont été réalisés directement du pis de la femelle laitière donc l'hypothèse de l'addition d'eau est à écarter car cette valeur élevée du point de congélation du lait bovin est attribuée à la pauvreté de ce lait en constituants utiles si on le compare au lait ovin.

Le mouillage involontaire du lait peut être dû à des anomalies lors des nettoyages des équipements ou à certains défauts de conception de l'installation du lactoduc, qui peuvent être une source inévitable de mouillage de lait Parguel et *al*, 1994

2-4-La Densité

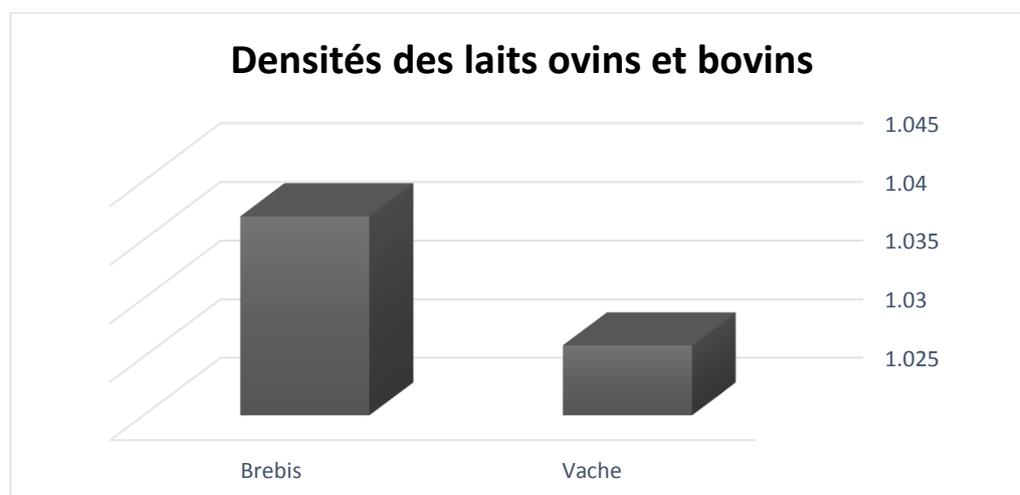


Figure13 : la Densité des laits des deux cheptels laitiers ovin et bovin

Tableau 16 : Normes de la densité

	Valeurs (Normes)	Références
Vacher	1.028-1.033	Alais 1984
Brebis	1.034-1.039	Lublin 1998

La densité est un paramètre recherché en industrie laitière car il permet de détecter l'opération du mouillage et des fraudes.

Les analyses des échantillons de laits ovin et bovin ont montré que Le lait de brebis est plus dense que celui de la vache avec une valeur supérieure de 1.042 le situe en dessus de l'intervalle des valeur enregistrées par Lublin (1998)

Différence significative à cause des quantités des solutés faibles comparativement au constituant majeur des laits qui est l'eau ; ces quantités de solutés n'ont pas influencé la densité du lait puisque la densité dépend directement de la teneur en matière sèche, celle enregistrée pour notre lait ovin a affiché le taux le plus élevé avec 143.3gr/l contre 9.50gr/l pour le lait bovin (plus le lait est mouillé moins il est dense Pointurier, 2003). La différence de la densité du lait entre espèces a été attribuée selon Siboukeur (2007) à la fréquence d'abreuvement qui peut influencer directement ce paramètre. Alors que Alais (1984) a rapporté que la faible densité reflète la richesse en matière grasse du lait. En plus, Frédot (2012) a également confirmé que la densité du lait est influencée par la teneur en matière grasse. Ce qui met nos

résultats en contradiction avec la théorie de Alais et Frédot notre lait ovin dont la densité à augmenter avec l'augmentation des taux de MG.

2-5- La Viscosité des laits ovin et bovin

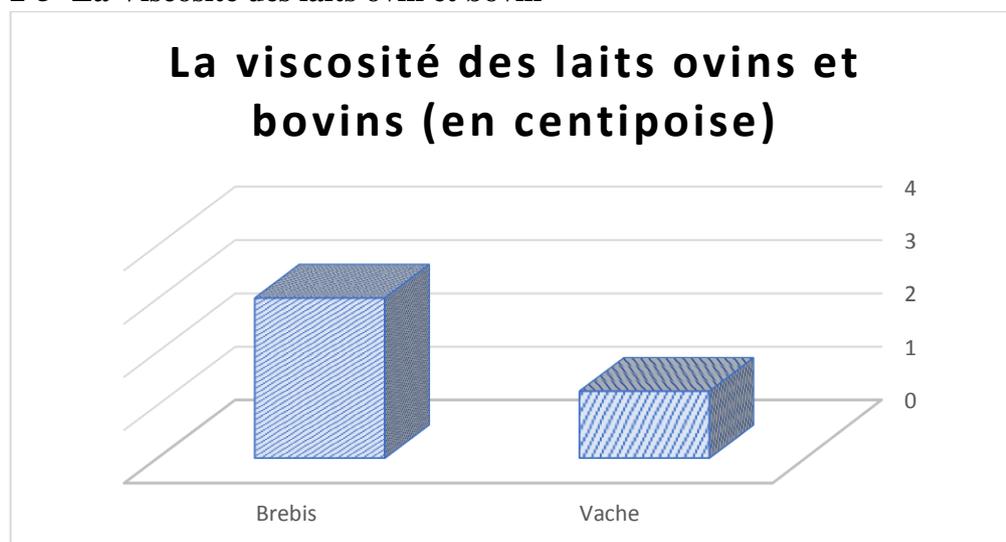


Figure14 : La viscosité des laits des deux cheptels laitiers

En passant les échantillons de laits des laits bovin et ovin dans le viscosimètre à bille afin de connaître leur viscosité on a pu les calculer et les résultats ont montré que le lait ovin était plus visqueux avec une valeur de 3.01centipoises contre la valeur de 1.26centipoises pour le lait bovin qui représente deux fois la valeur, ceci est expliqué par la richesse du lait ovin par les constituants majeurs utiles tels que MG, PR, L et par conséquent EST

Nos résultats s'affichent dans la l'intervalle de la marge des normes de la FAO 1998 avec (2.0-2.2) pour le lait de vache et (2.86-3.93) pour le lait de brebis

2-6-Le taux de cendres

La teneur moyenne en cendres des échantillons analysés pour le lait de brebis est égale à 4.64gr/l, Elle paraît donc plus faible que celle du lait bovin 5.01 g/l. Elle est inférieure et se situe en dessous de la fourchette des travaux rapportés par d'autres auteurs puisqu'elle est comprise entre 8g/l (FAO, 2006) et 9,66 g/l (Alais, 1984).

Contrairement aux autres paramètres le taux de cendres n'est pas affecté par les taux élevés des constituants

NB :

La variation des composants biochimiques des laits tels que le taux de matière grasse, les taux de protéines, le taux de lactose affecte positivement les paramètres physicochimiques tels que le pH, l'acidité, le point de congélation, la densité, le taux de cendres ainsi que la viscosité, les deux groupes sont en corrélation positive.

Tableau 17 : Variation de la composition biochimiques de lait de vache et de brebis prélevés à différentes périodes (effet saison)

Composants %	Vache 16/03/22	Vache 23/05/22	Brebis 16/03/22	Brebis 23/05/22	Brebis 05/06/22
MG	2.67	2.64	2.74	6.35	8.62
P	2.916	2.83	3.85	4.36	4.92
L	4.41	4.29	5.65	7.12	8.34
Sels minéraux	0.63	0.62	0.806	1.04	1.20
EST	9.50	9.21	12.49	14.33	16.24
ESD	6.83	6.57	9.75	7.98	7.62
Taux de cendres	5.01	5.03	3.95	4.64	4.16

Lors de la réalisation de ce travail on a fait des prélèvements d'échantillons de laits ovin et bovin collectés (avec les intervalles enregistrés entre les prises de prélèvements d'échantillons (à différentes périodes ; fin d'hiver, début et fin printemps, début été).c'est un petit plus ne faisant pas partie du Protocole expérimental du travail Après passage au LACTOSAN on a pu enregistré des différences entre les résultats avec des écarts importants et significatifs avec des variations des composants biochimiques pouvant être probablement dues à la saison, le stade de lactation, l'alimentation.

De même, (Pougheon et Goursaud, 2001), ont démontré que Les teneurs du lait en matières grasses et protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2eme mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation

Les teneurs en lactose de lait de brebis ont atteint le maximum avec 8.34% et ceux de la MG 8.62% sans oublier ceux de Protéines avec 4.92% (ces valeurs atteignent des marges supérieures avec des écarts significatifs et importants ne font que valoriser le lait de brebis de point de vue qualité nutritionnelle et aptitude technologique intéressantes, ceci à été constaté durant la période des pâturages.

Ainsi dans ce contexte, Hoden et *al* (1985) ont signalé que des augmentations sensibles des différents constituants du lait notamment le lactose, sont constatées lorsque la ration est à base de foin ou d'ensilage

d'herbe, ce qui explique que durant la saison du pâturage abondance d'herbes dans les pâturages qui ont influencé l'alimentation du bétail.

3- Caractérisation microbiologiques des laits ovin et bovin (étude du profil bactérien)

Tableau 18 : les isolats de souches présumés bactéries lactiques

Isolat 01	Isolat 02	Isolat 03	Isolat04	Isolat05
Présumé Entérocoque lactique (Obtenu sur lait de Brebis)	Présumé Lactocoque (Obtenu sur lait Brebis)	Présumé Leuconostocs (Obtenu sur lait de Brebis)	Présumé Lactobacilles (Obtenu sur lait de Vache)	Présumé Lactocoque (Obtenu sur lait de Vache)

3-1-Identification de la flore lactique

L'étude de la diversité de la flore lactique native des laits ovin et bovin a été par la réalisation de méthodes d'isolement, d'enrichissement et de purification classiques, citées plus haut dans la partie (Matériel et Méthodes) après test de catalase négatif et Gram+, l'observation macroscopique et microscopique a permis de révéler 5souches présumées (entérocoques lactiques, lactocoques, leuconostocs, lactobacilles, et lactocoques) (les résultats sont enregistrés sur le tableau 18.

L'identification des souches purifiées a permis de présumer des bactéries lactiques, ceci a été établie en se basant sur des caractères morphologiques et biochimiques (forme, coloration de Gram, test de catalase, croissance à différentes températures, et ambiances et sur différents milieux sélectifs

L'observation microscopique des isolats a révélé que les forme des bactéries sont des coques, diplocoques, coques en chainettes, coques en tétrades, coques ovales et des petits bacilles et des bacilles filamenteux. Ceci est résumé sur le tableau 19 et des photos des isolat sont sur les figures en bas (15, 16, 17, 18, 19).

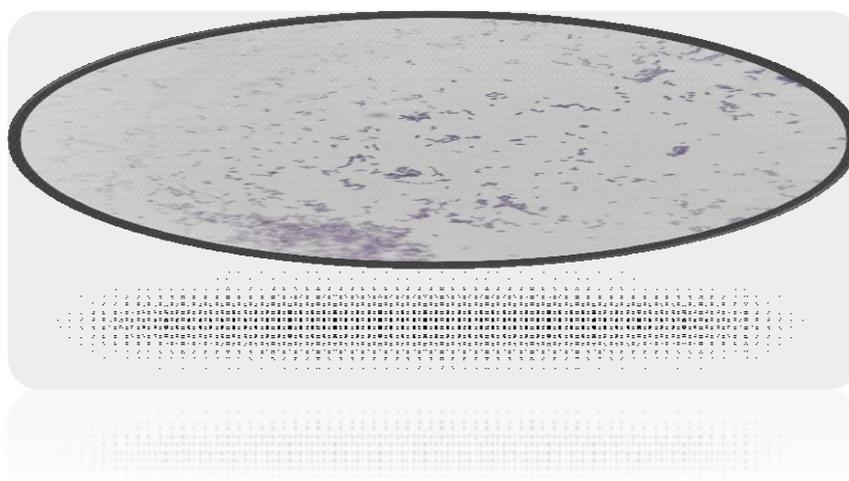


Figure 15 Photo d'isolat présumé entérocoque lactique sur lait de brebis

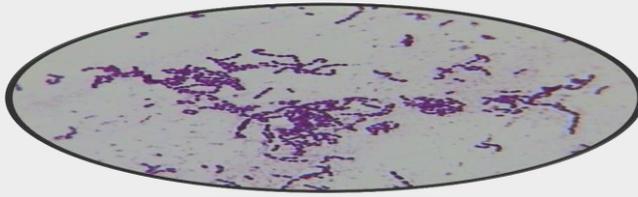


Figure photo d'isolat nr 02 présumé lactococcus sur lait de brebis

Figure photo d'isolat nr 02 présumé lactococcus sur lait de brebis

Figure 16 : Photo d'isolat présumé lactococcus sur lait de brebis

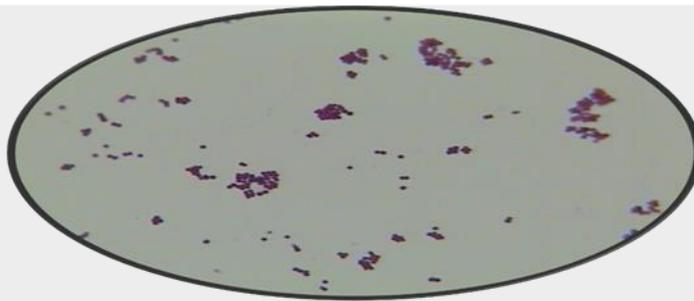


Figure photo d'isolat nr 03 présumé de leuconostoc sur lait de brebis

Figure photo d'isolat nr 03 présumé de leuconostoc sur lait de brebis

Figure 17 : Photo d'isolat présumé leuconostocs sur lait de brebis

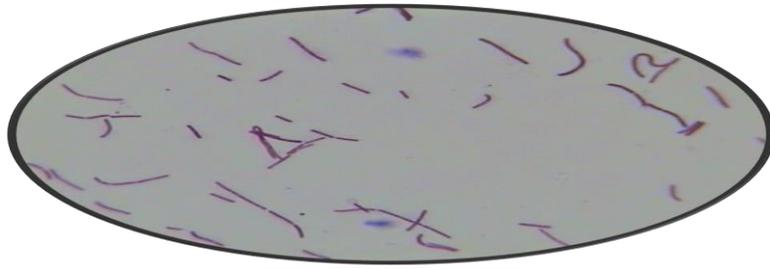


Figure photo d'isolat nr04 présumé de lactobacillus sur lait de vache

Figure 18 : Photo d'isolat présumé lactobacilles sur lait de vache

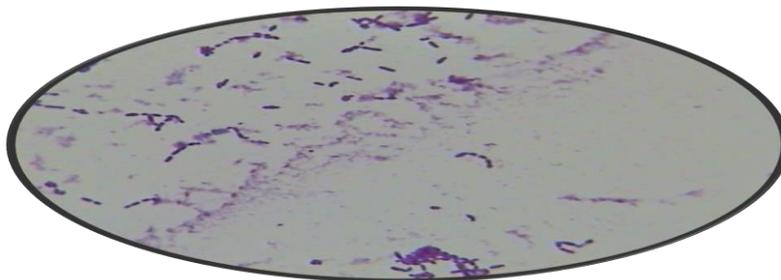


Figure photo d'isolat nr05 présumé lactococcus sur lait de vache

Figure 19 : Photo d'isolat présumé lactococcus sur lait de vache

Tableau 19 : Caractérisation morphologique des isolats présumés lactiques

	Macromorphologie	Micromorphologie
Entérocoques sur M17 pH 6.5	Colonies rondes ou lenticulaires	Coques, diplocoques et en chainettes
Lactocoque Sur M17 pH 6.5	Colonies blanche, rondes ou lenticulaires	Coques, diplocoques et en chainettes
Leuconostocs Sur M17 pH 6.5	Colonies translucides très petites rondes	Coques en tétrades ou coques attachés ou coque en chainettes
Lactobacilles Sur MRS pH 6	Petites colonies blanches bombées rondes ou lenticulaires	Batônnets longs et en chainettes enroulés ou filamenteux

3-2-Résultats de la Numération bactérienne des laits ovin et bovin

Tableau 20 : Numération bactérienne du lait de vache %

Temps De croissance H	Numération Bactérienne sur M17 %	Numération Bactérienne sur MRS %
0H	75	25
32H	90	10

Tableau 21 : Numération bactérienne du lait de brebis %

Temps De croissance H	Numération Bactérienne sur M17 %	Numération Bactérienne sur MRS %
0h	100%	0%
32h	100%	0%

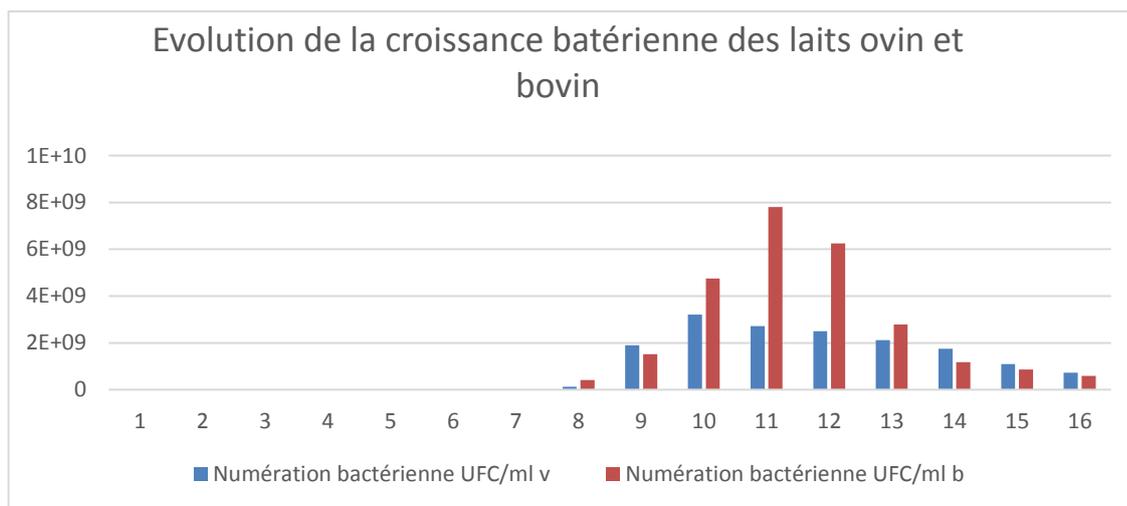


Figure20 : Numération bactérienne des laits ovin et bovin

L'étude microbiologique des laits a révélé la présence d'une flore bactérienne utile riche avec une dominance qui varie avec le temps ce qui concorde avec les résultats de Dahou el amine,2017. On a pu enregistrer des différences entre les deux laits. Le lait ovin a affiché un profil bactérien composé de 100% de coques (renfermant des *lactocoque*, des *entérocoques*, et des *leuconostocs*) depuis le début jusqu'à la fin de l'incubation avec une numération supérieure à celle du lait bovin .nos résultats s'accordent avec les résultats des travaux (Desmasure,1995 ; Labioui et *al.*,2009 ; Mallet et *al.*,2012 ; Montel et *al.*,2003).qui ont montré que Les genres dominants en sont principalement des micro-organismes mésophiles (*Lactobacillus*, ou *Lactococcus*).

En ce qui concerne le lait de vache, les résultats enregistrés sur les tableaux 20, 21, montrent un profil microbien se composant au départ de 75% de coques (identifiés sur M17 Milieu sélectif des coque) et 25% de bacilles (identifiés sur Mrs milieu sélectif des bacilles). Cette numération bactérienne évolue après 32h d'incubation. Elle augmente en affichant 90% pour le dénombrement sur le milieu M17 et baisse sur le milieu Mrs pour atteindre les 10% ceci peut être expliqué par le phénomène de la dominance bactérienne (l'installation de la flore acidifiante). Par contre le lait de brebis affiche un profil bactérien dont la totalité est composée de coques avec 100% de bactéries révélées sur milieu M17 durant toute la période de l'incubation.

Selon Fotou et *al.*, 2011. Le lait contient relativement peu de microorganisme quand il est sécrété partir de la mamelle d'un animal en bonne santé. Il devrait contenir moins de 5000UFC (unités formant colonies). La flore naturelle du lait cru est un facteur essentiel particulièrement à ces propriétés organoleptiques

Au départ de l'incubation le dénombrement bactérien bovin a enregistré 970 d'UFC /ml quant au Lait ovin, qui à lui enregistré 1580UFC/ml ce qui représente presque le double,

D'après les résultats enregistrés sur les tableaux 22, 23 ; le lait de brebis contenait plus de population bactérienne que celui de vache du point de vue quantité et qualité bactériologique, ceci pourrait être probablement en relation avec la différence de la composition biochimique et des facteurs physicochimiques du substrat, le lait. Et qui s'affectent à leur tour par l'espèce et la race animale, l'alimentation, la saison et la période de lactation ou encore par d'autre facteurs tels que des conditions hygiéniques de la traite. (Gill, 2006) (ce qui représente un apport accidentel lors des manipulations de la matière brute, ainsi que les pratiques de traite et de ramassage.

4- Etude de quelques aptitudes technologiques

4.1 Cinétique de croissance

La cinétique de croissance bactérienne établie par numération bactérienne (UFC/ml) à l'aide d'un Bactoscan est l'accroissement ordonné de tous les composants de la flore bactérienne native. Au cours de la croissance, il se produit, d'une part, un appauvrissement du milieu de culture en nutriments et, d'autre part, un enrichissement en sous-produits du métabolisme, éventuellement toxiques (cité dans les travaux de recherche de Dahou en 2017). La cinétique de croissance peut être étudiée en milieu de culture liquide ou solide. Dans notre étude nous avons utilisé un milieu de croissance liquide représenté par le substrat naturel des bactéries lactiques, le lait low-heat stérile à 12% d'EST, avec un contrôle initial, par Bactoscan, d'aucune viabilité cellulaire. Sur la cinétique de croissance, on a obtenu les six (06) phases de la croissance bactérienne (de la flore native), avec comme résultats ce qui suit :

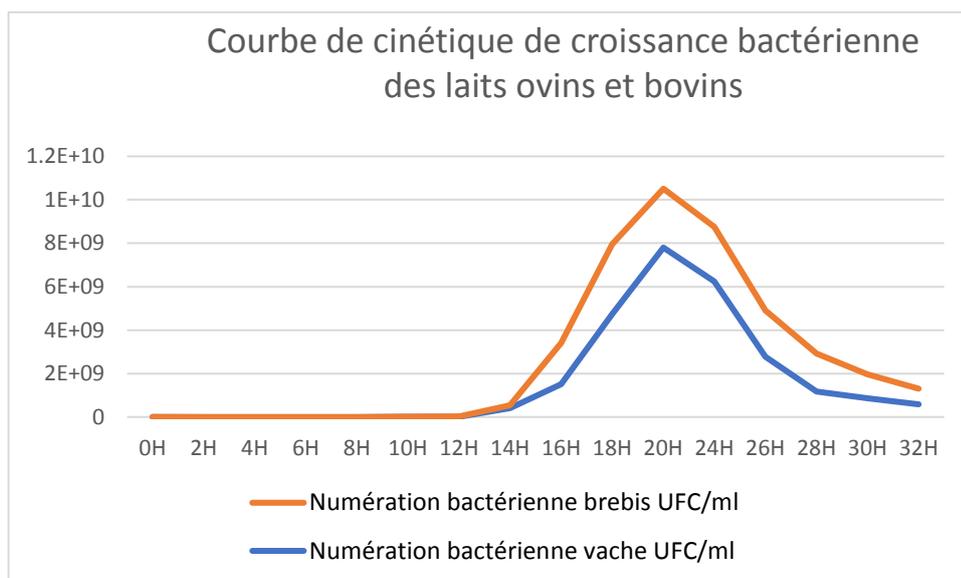


Figure 21 Courbes de la croissance bactérienne des laits ovin et bovin

Tableau 22 : Cinétique d'acidification et de croissance des flores natives de l'échantillon de lait de vache

Temps De croissance H	Numération Bactérienne UFC/ml	PH	Acidité Dornic
0H	970	6.67	18
2H	4760	6.54	20
4H	11520	6.3	22
6H	45600	5.78	33
8H	598700	5.37	38
10H	2695000	5.08	65
12H	9780000	4.78	79
14H	131525000	4.47	92
16H	1892700000	4.28	109
18H	3210000000	4.09	121
20H	2712000000	3.88	131
24H	2500000000	3.72	140
26H	2120000000	3.55	148
28H	1750000000	3.77	139
30H	1100000000	4.09	120
32H	725000000	4.48	93

Tableau 23 : Cinétique d'acidification et de croissance bactérienne de la flore native du lait de brebis

Temps de croissance H	Numération bactérienne UFC/ml	Ph	Acidité ° Dornic
0H	1580	6.52	20
2H	8750	6.44	24
4H	32000	6.1	28
6H	278000	5.68	39
8H	912000	5.35	42
10H	5700000	4.88	75
12H	10150000	4.72	84
14H	410000000	4.25	118
16H	1510000000	4.02	129
18H	4750000000	3.85	137
20H	7800000000	3.56	149
24H	6250000000	3.84	136
26H	2780000000	4.04	128
28H	1175000000	4.29	110
30H	860000000	4.79	89
32H	585000000	4.88	81

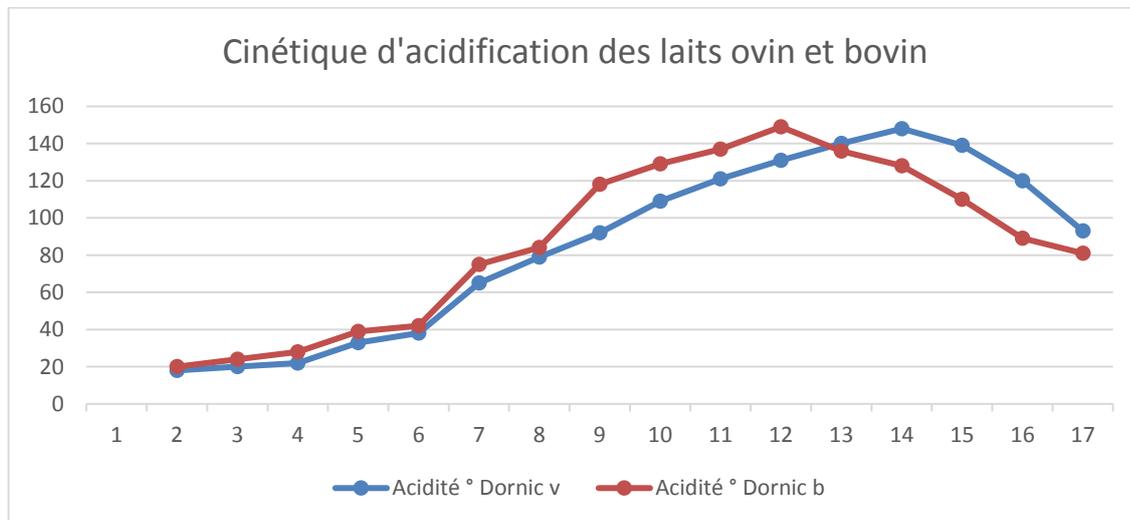


Figure 22 : Courbes de l'évolution d'acidification des laits ovins et bovins

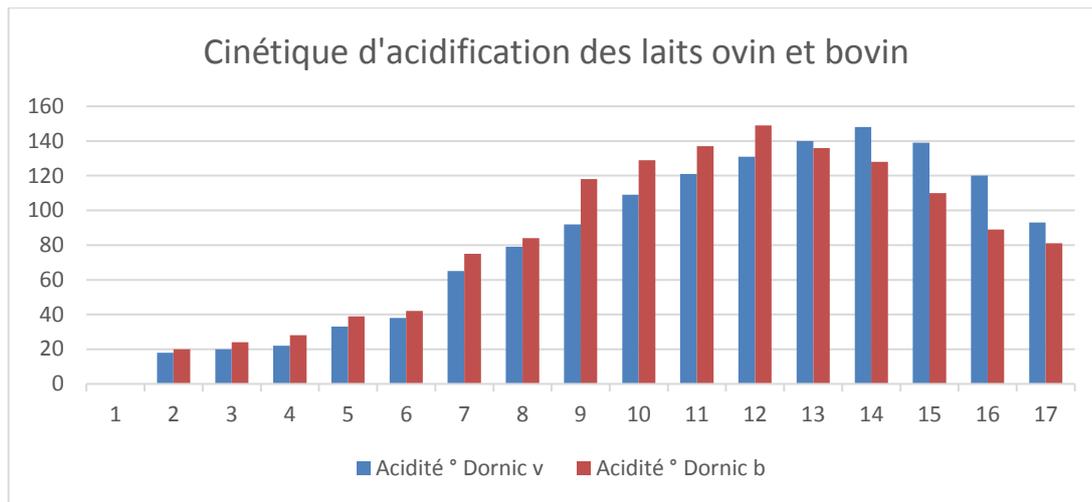


Figure 23 la cinétique d'acidification des laits ovin et bovin

4.2- Pouvoir acidifiant : Cinétique d'acidification

L'acidification est une caractéristique éminente et appréciable des bactéries lactiques, elle est très recherchée en industrie fromagère. Comme l'indiquent les tableaux 22 et 23 ainsi que les figures ci-dessus, on a enregistré une évolution de l'acidité due à une production de l'acide lactique par la flore native acidifiante du lait par la voie fermentaire accompagnée d'un abaissement du pH ce dernier a atteint 4.6 (le pH isoélectrique) après 10h d'incubation pour le lait de brebis avec 7.5g/L d'acide lactique ou 75°D quant au lait de vache qu'il n'a atteint le pH 4.6 qu'après 14h avec 9.2gr/L d'acide lactique ou 92°D

La production d'acide lactique continue en voie croissante jusqu'à atteindre le pic de l'acidification après 20h pour le lait ovin avec 14.9gr/l d'acide lactique avec une croissance bactérienne qui a atteint 475.10^7 UFC , puis après 26h avec 14.8g/L pour le lait bovin. Une phase de déclin de la production de l'acide lactique survient après 24h pour le lait ovin et 28h pour le lait bovin, avec un abaissement du pH qui a atteint 3.55 pour le lait de vache contre 3.85 pour le lait de brebis (suivant une corrélation inverse entre le pH et l'acidité)

Avec 1°D = 0.1g d'acide lactique /L de lait

Le taux de croissance bactérienne a atteint son maximum après 18h d'incubation le pic de la phase exponentielle avec 321.10^7 UFC/ml abaissant par conséquence le PH à 4.09 et élevant l'acidité du milieu 121°D avec une production de 12.1gr d'acide lactique par les bactéries lactiques. Cette

production a atteint son maximum après 28h avec 14.8gr d'acide lactique après 28h d'incubation (pour le lait bovin)

Ainsi, en se basant sur ces résultats, on a pu en déduire que les laits des deux cheptels, sujets de notre étude renferment une flore bactérienne utile diversifiée et acidifiantes.

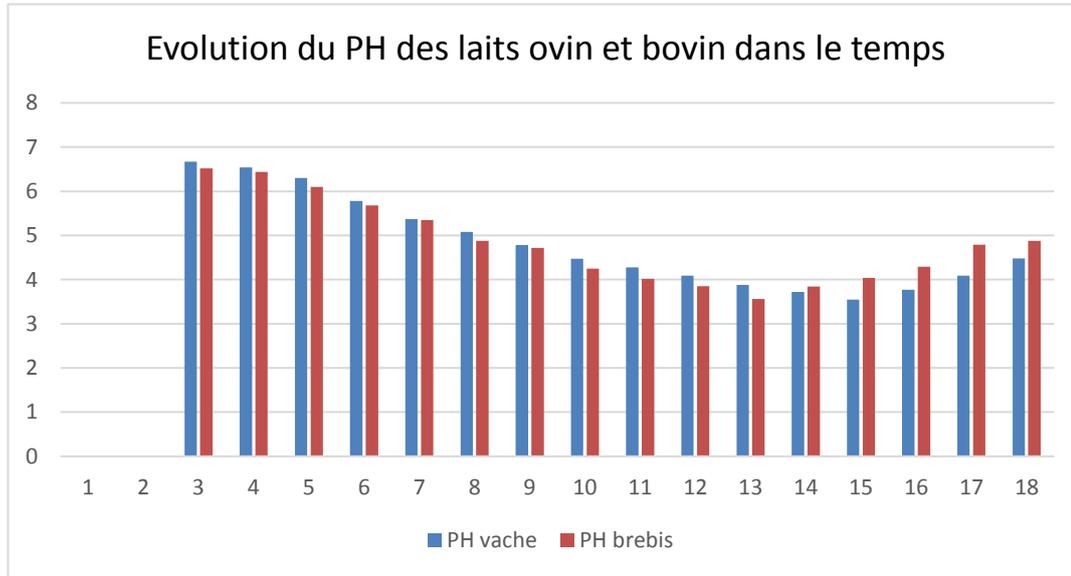


Figure24 : L'Evolution du pH des laits ovin et bovin dans le temps

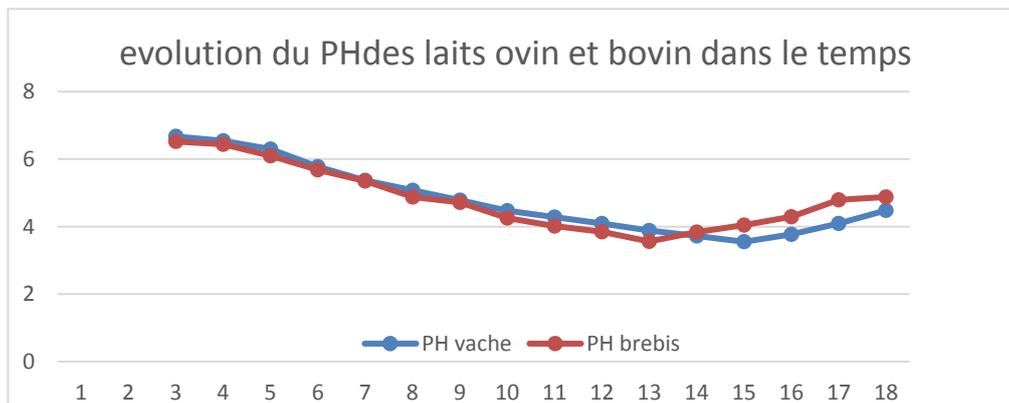


Figure 25 : Courbes de l'Évolution du pH des laits ovin et bovin

4.3- Activité protéolytique

L'activité protéolytique joue un rôle clé dans la fermentation du lait et permet l'obtention des acides aminés à partir des caséines, (les protéines les plus abondantes dans le lait) Moussaoui (2013), elle est essentielle pour la croissance des bactéries lactiques dans le lait ainsi que pour le développement des propriétés organoleptiques nécessaires à la maturation des fromages car elle représente un phénomène important dans le processus de l'affinage.

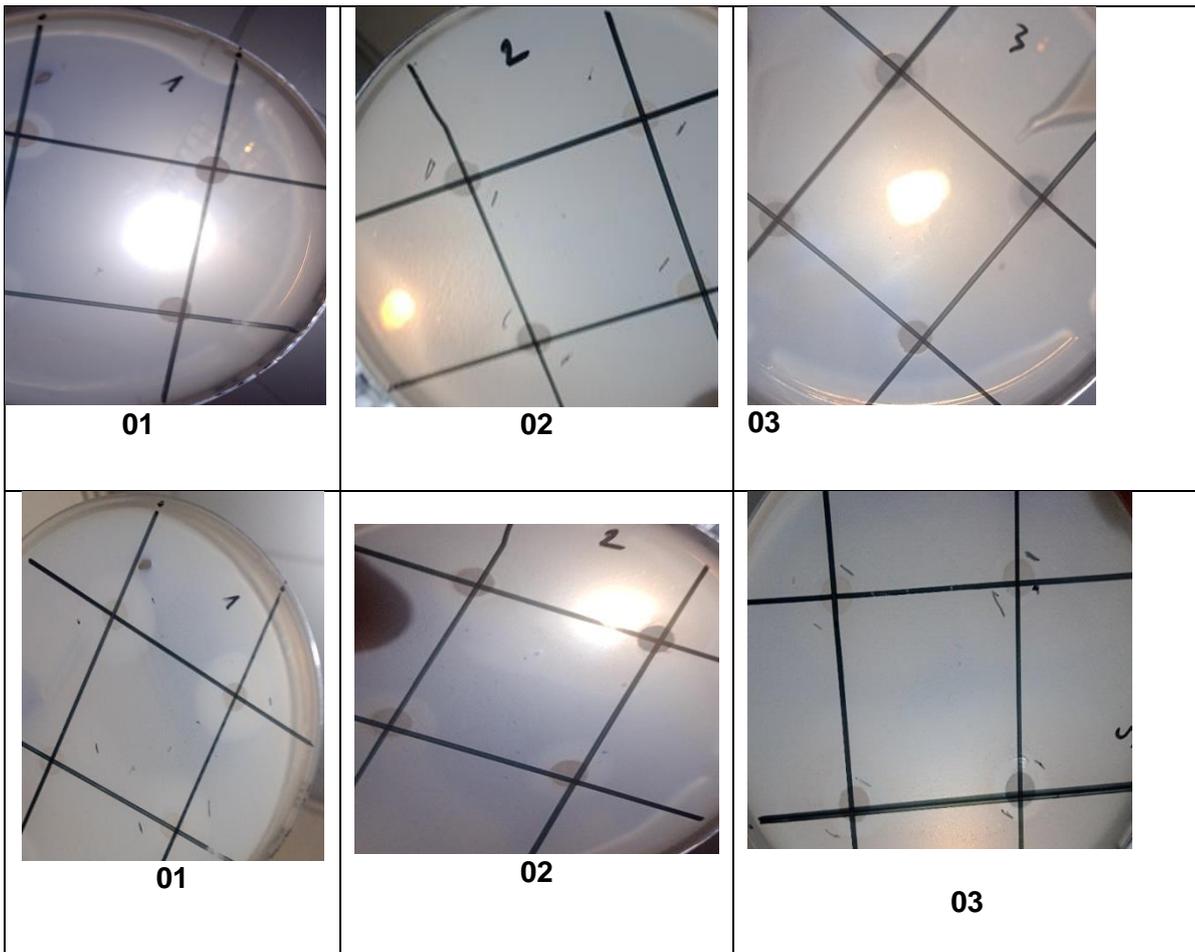
Les résultats de l'étude du pouvoir protéolytique de la flore lactique native des laits ovin et bovin sont affichés sur le tableau 24 renfermant les diamètres en mm de la lyse. Suite à la digestion du substrat protéique par les bactéries lactiques ainsi que les photos illustrant bien cette aptitude sujette de notre étude.

Une souche de bactérie lactique est dite protéolytique lorsque le diamètre du halo de la lyse est compris entre 5 et 15mm, (Veuillemard, 1986).

Tableau 24 : résultats de l'étude de la protéolyse de la flore native des laits ovin et bovin

Isolat Nr	01 Entérocoque lactique	02 Lactocoque	03 Leuconostocs	04 Lactobacilles	05 Lactocoques
Diamètres de la lyse après 24h en mm	8	4.5	5	7	4
Diamètres de la lyse après 48h en mm	15	8	7	14	8

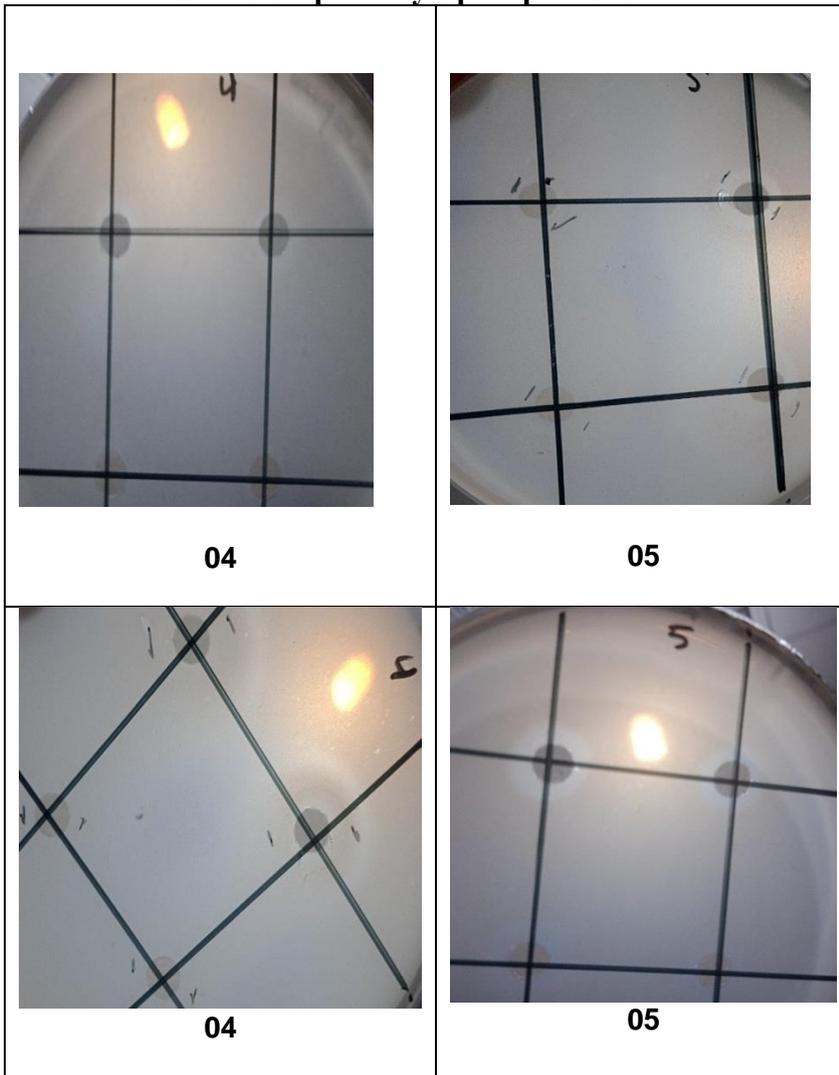
Activité protéolytique après 24h



Activité protéolytique après 48h

Figure 26 : Photos des résultats de l'activité protéolytique des isolats de souches Présumés lactiques

L'activité protéolytique après 24h



Activité protéolytique après 48h

Figure 27 : photos de l'activité protéolytique des souches présumées lactiques

L'ensemble des souches a montré une activité protéolytique avec des différences significatives entre les performances des souches ça va de protéolytiques à fortement protéolytiques plaçant les entérocoques en premier lieu avec 15mm suivi des lactobacilles. Avec 14mm de diamètre tandis que les lactocoques et les leuconostocs qui ont révélé respectivement 8 et 7mm ainsi on qualifiera ces dernières de faiblement protéolytiques.

Les lactobacilles présentent généralement une activité protéolytique plus prononcée que les lactocoques (Donkor et *al.*,2007 ; Monnet et *al.*, 2008 ; Roudj et *al.*,2009).

Le rôle des *Leuconostocs* dans la formation de l'arôme et la texture des fromages est important : ils sont également soit acidifiants (*Leuconostocs. Lactis*) soit aromatisants (*Leuconostocs.cremoris*) (Gerrit et al., 2005).

4-4-L'étude du Pouvoir coagulant

4-4-1-La coagulation acide

Tableau 25 : les temps technologiques de la coagulation lactique des laits ovin et bovin

Lait de brebis	de	Coagulation lactique	Temp de floculation	/
			Temps de prise	/
			Temps de coagulation	/
Lait de vache	de	Coagulation lactique	Temps de floculation	4-5H
			Temps de prise	9-10H
			Temps de coagulation	18-20H

D'après les résultats obtenus basés sur le chronométrage des temps technologiques de coagulation ; il apparaît que le lait de vache coagule plus rapidement et atteint la fermeté maximale en un temps plus court que le lait de brebis pour la coagulation enzymatique.

Pour le gel enzymatique ovin, il semblerait qu'il y'ait une relation entre temps de prise et taux protéique, On peut donc en conclure que ce dernier est sans aucun doute un facteur de variation de la vitesse de raffermissement et de la fermeté du gel.

En fromagerie la faible cohésion du gel lactique peut être à l'origine de pertes de MS sous forme de fines dans le lactosérum et il en résulte un rendement moindre (cas de caillé lactique bovin).

Lors de la réalisation de la coagulation lactique du lait de brebis et malgré la disponibilité de toutes les conditions de coagulation (après une période de maturation et le pH est ramené à 4.8 et après chauffage afin de faire précipiter le caillé lactique l'opération de la coagulation ne se réalise pas. (Ainsi la coagulation lactique dépend de la voie fermentaire de la flore lactique).

Pour le lait de brebis la difficulté à cailler pour la coagulation lactique peut s'expliquer par la forte minéralisation et le taux d'acidité élevé de ce lait, son pouvoir tampon est nettement plus élevé, cette

caractéristique présente donc un avantage certain à sa conservation, mais elle peut devenir un inconvénient si l'on doit traiter ce lait à l'état frais.

Il offre alors une résistance plus marquée à la fermentation lactique (Luquet, 1994). Cependant les gels enzymatiques obtenus ont présenté des caractéristiques avec des différences entre les deux types de lait, celui de brebis est plus ferme, avec une forte élasticité et fort contractible, très peu perméable avec une grande résistance aux traitements mécaniques par rapport au gel enzymatique bovin (les caractéristiques des gels enzymatique et lactiques sont résumés dans le Tableau 26), les différences des caractéristiques entre les deux laits sont dues aux différences des teneurs en constituants majeurs des laits. Toutefois, les paramètres physicochimiques peuvent avoir une incidence importante sur l'aptitude du lait à la coagulation

Tableau 26 : Caractéristiques des coagulums et des caillés fromagers en fonction du mode de coagulation

Caractéristiques	Mode de coagulation	
	Voie enzymatique (présure)	Voie fermentaire (Acide lactique)
Temps de floculation	Cours(10à30min)	Long(6à15h)
PH	6.70à 6.50	Inférieur à 4.5
Minéralisation	Forte	Faible
Structure micellaire	Modifiée	Détruite
Fermeté	Forte	Faible
Friabilité	Faible	Forte
Plasticité	Faible	Forte
Elasticité	Forte	Faible
Perméabilité	Faible	Forte
Contractibilité	Forte	Faible
	Forte	Faible

4-4-2-La coagulation enzymatique

Tableau 27 : les temps technologiques de la coagulation enzymatique des laits Ovin et Bovin

Lait de brebis	Coagulation enzymatique	Temps de floculation	6min12sec
		Temps de prise	12min24sec
		Temps de coagulation	24min48sec
Lait de vache	Coagulation enzymatique	Temps de floculation	3min10sec
		Temps de prise	6min20sec
		Temps de coagulation	12min40sec

Le lait de brebis affiche plus de temps nécessaire à la coagulation par rapport au lait de vache, il représente le double du temps de floculation, du fait de la richesse de ce lait en constituants majeurs et plus particulièrement en protéine (caséines).

Ceci se reflète aussi sur les teneurs des rendements fromager affichés sur les tableaux en bas avec 25% pour le caillé enzymatique ovin contre 18.93% pour le caillé enzymatique bovin ; Le rendement fromager du caillé lactique bovin quant à lui, il affiche un rendement de 19.45%

5- Le rendement fromager

- Les résultats du rendement fromager lactique et enzymatique des deux cheptels laitiers

5.1. Le rendement fromager en frais en %

Les rendements fromagers sont comparés à ceux obtenus suivant la même technique avec les normes avec 18 à 20% pour le lait de brebis et 19 à 22% pour le lait de vache, l'analyse des résultats montre que les rendements fromagers sont satisfaisants mais que pour le lait bovin sont inférieurs à ceux du lait ovin ceci provient autant de la moindre teneur en MS du lait bovin que la plus grande importance des pertes (fines) en extrait sec dans le lactosérum. Toutefois une augmentation du TP est favorable au rendement plus particulièrement celle des caséine (protéines fromagère coagulable), ainsi que les teneurs en matières grasse mais de façon beaucoup moins importante que la teneur en protéines. (En effet les protéines quand elles coagulent forment un réseau

protéique qui emprisonne les autres constituants, et en particulier la matière grasse présente sous forme de globule gras)

Tableau 28 : Le rendement fromager frais en %

R % Caillé lactique	Caillé lactique ovin	/
	Caillé lactique bovin	19.45%
R% Caillé enzymatique	Caillé enzymatique bovin	18.93%
	Caillé enzymatique ovin	25%

Selon Casalta E., (2003), Les caractéristiques physico-chimiques du gel conditionnent l'aptitude à l'égouttage et les caractéristiques finales du fromage, derniers sont résumés dans le tableau 26.

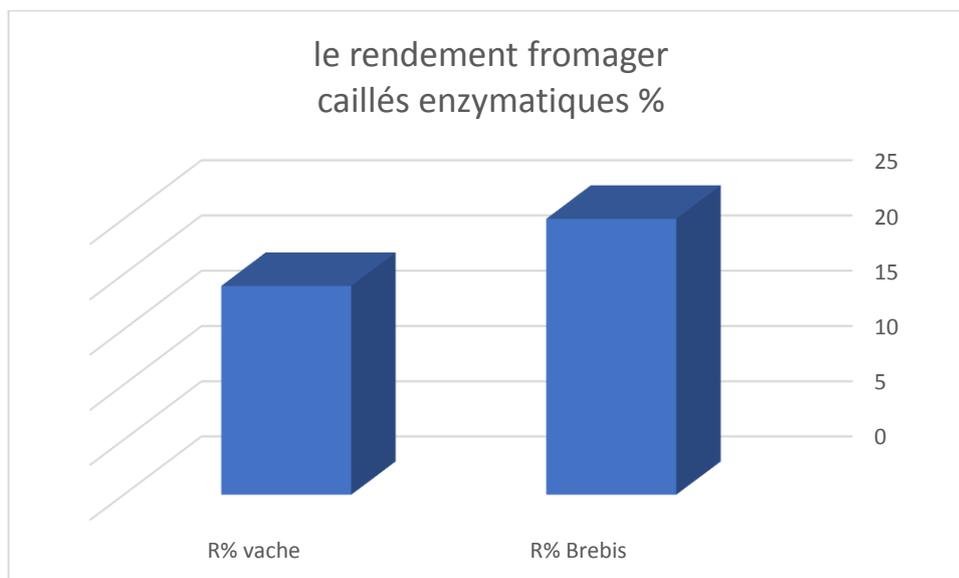


Figure28 : Les rendements fromagers enzymatiques des deux cheptels laitiers

5.2. Le rendement fromager en sec %

Les valeurs des teneurs en % de la matière sèche obtenus suite à la réalisation de la dessiccation des caillés lactiques et enzymatiques des deux cheptels laitiers sont enregistrés sur le Tableau ci-dessous

Tableau 29 : Le rendement fromager en sec %

R % sec Caillé lactique	ES lactique ovin	/
	ES lactique bovin	14.8%
R % sec Caillé enzymatique	ES enzymatique ovin	46%
	ES enzymatique bovin	31.8%

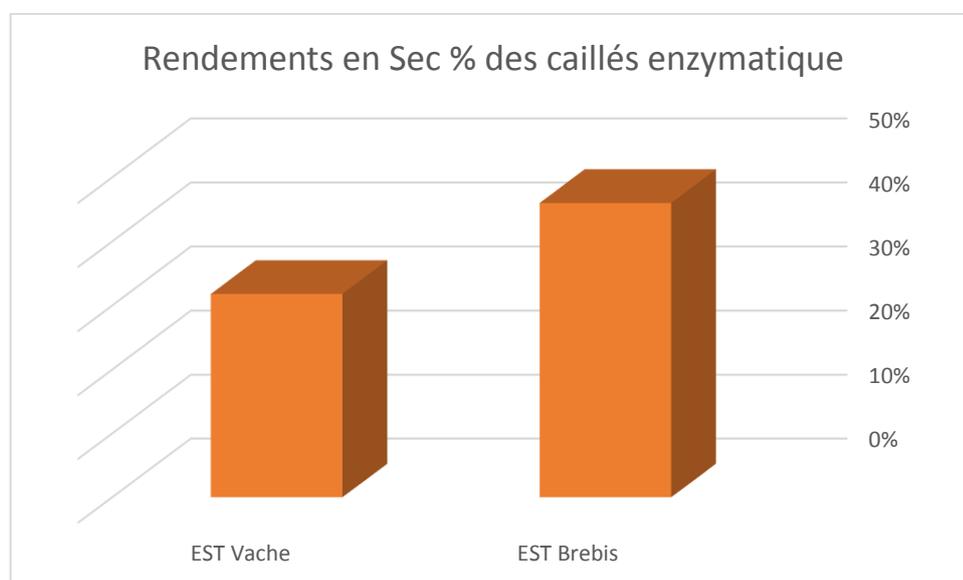


Figure 29 : des rendements en sec de caillés enzymatiques des deux cheptels laitiers

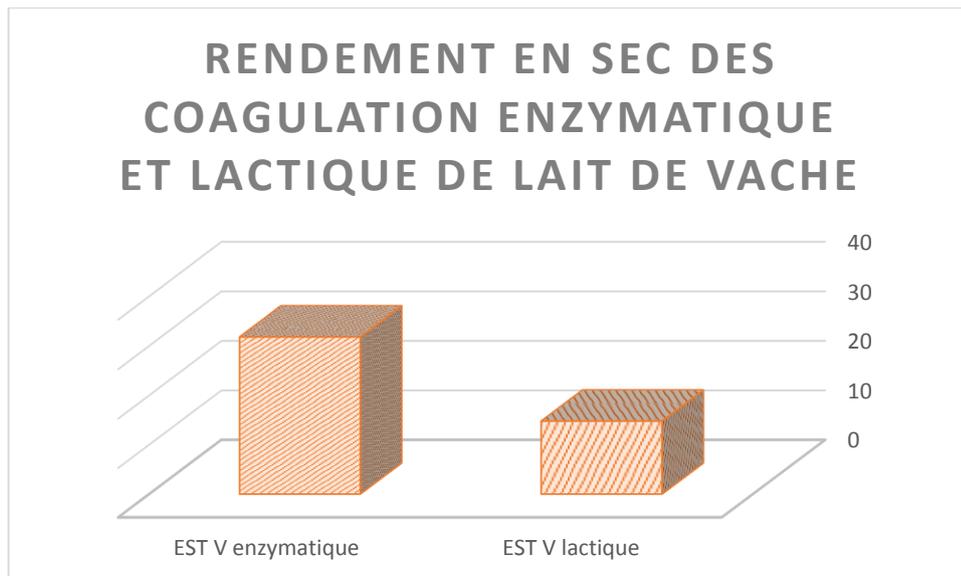


Figure 30 : Les rendements en sec des coagulation enzymatique et lactique de lait de vache

Les résultats obtenus de la présente étude concernant les rendements en sec pour les deux types de coagulation ont montrés qu'il y'a une différence significative entre les taux EST des caillés enzymatiques des deux laits ovin et bovin, le taux de MS du caillé ovin est plus élevé car le taux du rendement fromager en frais de ce lait est à son tour plus élevé. Ceci peut être expliqué par la richesse de ce lait en composant fromager coagulable. Ainsi entre les deux types de coagulation et dans le même cheptel il y'a une différence importante avec 31.8% le rendement en sec de la coagulation enzymatique contre 14.8% pour le rendement en sec pour la coagulation lactique pour la même espèce, ceci est probablement dû aux pertes de protéines solubles dans le lactosérum sous forme de fines

6-Les résultats de l'étude rhéologique des caillés fromagers (La viscosité des caillés fromagers)

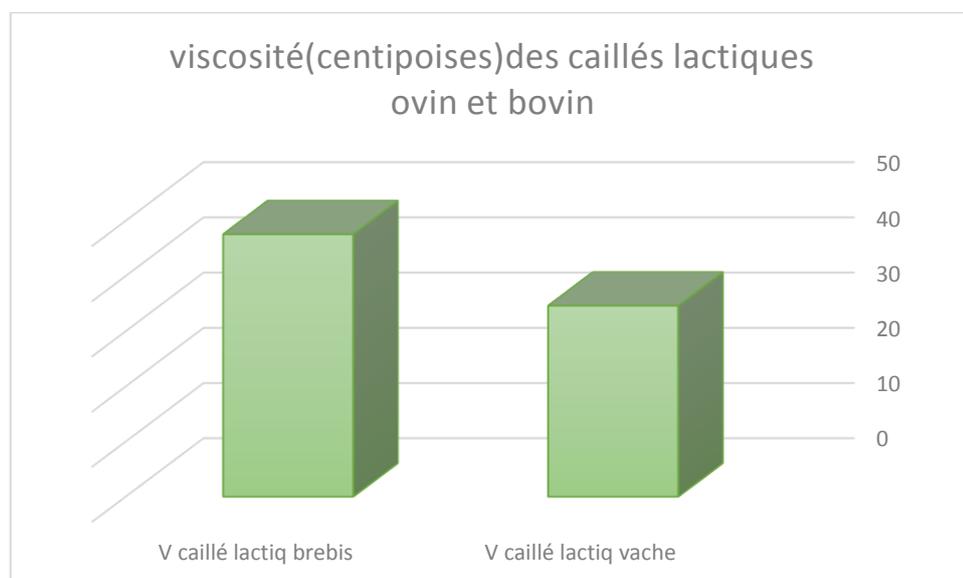


Figure 31 : La viscosité des caillés lactique ovin et bovin

La viscosité des caillés fromagers

Tableau 30 : La viscosité des caillés lactiques ovin et bovin

	Viscosité (centipoises)
Vache	34.63
Brebis	47.57

Les résultats obtenus concernant l'étude de la viscosité des caillés lactiques des deux laits ovin et bovin sont affichés sur le tableau ci- dessus ,celle du lait de brebis est plus élevée avec la valeur de 47.57centipoises contre 34.63 centipoises pour le lait de vache ceci est probablement justifié par la richesse du lait ovin, les viscosité élevées sont plus particulièrement en fonction des teneurs en protéines il s'ajoutera aux autres paramètres qui sont affectés par la variabilité de la composition biochimique du lait .tandis que la viscosité des caillés enzymatique, qui par la fermeté, l'élasticité, la contractilité et la plasticité élevé des caillés des deux cheptels laitier a rendu l'opération de la mesure de la viscosité qu'ais impossible. Cette anomalie constatée à l'application de la coagulation enzymatique est due surtout aux propriétés fonctionnelles des protéines lactières spécifiques aux laits expérimentaux et certainement à la richesse des laits en protéines insolubles (> à 80%) par rapport aux protéines solubles (<à 20%) ce qui engendre une gélification spontanée (non mesurée par le viscosimètre) due à l'action de l'enzyme coagulante qui donne une liaison irréversible de la masse micellaire. Cela concorde avec les travaux sur la fromageabilité des laits du Dr Dahou du laboratoire LSTPA et nous ramène à donner l'approche

suivante que nos laits expérimentaux sont plus orientés vers la technologie fromagère à coagulation lactique par acidification due à une fermentation lactique engendrée par la flore native.

CONCLUSION

Par notre modeste travail et dans le but de faire une étude comparative entre les deux laits bovin et ovin et leur aptitudes aux coagulations, lactique et enzymatique, on a pu constater que le lait ovin est peu étudié par rapport au lait bovin, la rareté des informations et des recherches dans la littérature, le marché du fromage ou de lait de brebis frais est très restreint voire inexistant malgré ses atouts indéniables. (car en Algérie la quantité de lait ovin produite est destinée à l'alimentation des agneaux)

Dans ce contexte, des analyses biochimiques, physicochimiques ainsi que microbiologiques et rhéologiques des lait ovin et bovin, relatives aux comportements technologiques des laits ont été réalisées, par lesquelles on a pu enregistré des résultats satisfaisants, intéressants, du point de vue qualité nutritionnelle et diététique du lait ovin ainsi les aptitudes technologiques de sa flore lactique le plaçant ainsi de loin en premier lieu par rapport au lait bovin avec des valeurs élevées de constituants majeurs du lait (taux protéique, matière grasse et lactose) affectant par conséquent positivement le rendement fromager enzymatique avec des caillés à caractères intéressants.

Cependant le nombre restreint d'échantillon à analyser pourrait être un bémol pour notre travail pour cela, il serait intéressant qu'il y ai une suite et continuité dans la thématique sujette de notre étude par des recherches plus approfondies et sur une échelle plus large sur un plus grand nombre de sujet à étudier et de différentes races, et en fin avant de conclure ce modeste travail,

Ainsi en guise de perspectives, le travail mené n'est évidemment pas exhaustif, compte-tenu du protocole établi nécessitant une application et une implication et du volume des analyses établies dont il a nécessité. Il mérite d'être complété par la caractérisation des protéines insolubles et solubles des laits utilisés, de l'activité caséinolytique et le fractionnement électrophorétique des peptidases et des aminopeptidases ; enzymes intracellulaires élaborées par la flore microbienne native d'intérêt technologique. D'un autre côté il serait judicieux de :

- Valoriser le secteur production laitière ovine et ne pas se limiter qu'à la production de viande).
- Promouvoir le secteur laitier ovin ainsi qu'une bonne exploitation du lait ovin et son profil bactérien en production fromagère.
- En introduisant des races laitières (exemple l'expérience Tunisienne, la Sicilo Sarde) ; race laitière Italienne du bassin méditerranéen introduite en Tunisie dont la production totale de lait est comprise entre 68 et 86 kg pour une durée de lactation moyenne de 225 jours.
- Avec une amélioration des performances de production par (élevage semi intensif, avec un ajustement des apport alimentaires avec un sevrage précoce des agneaux.

ANNEXES

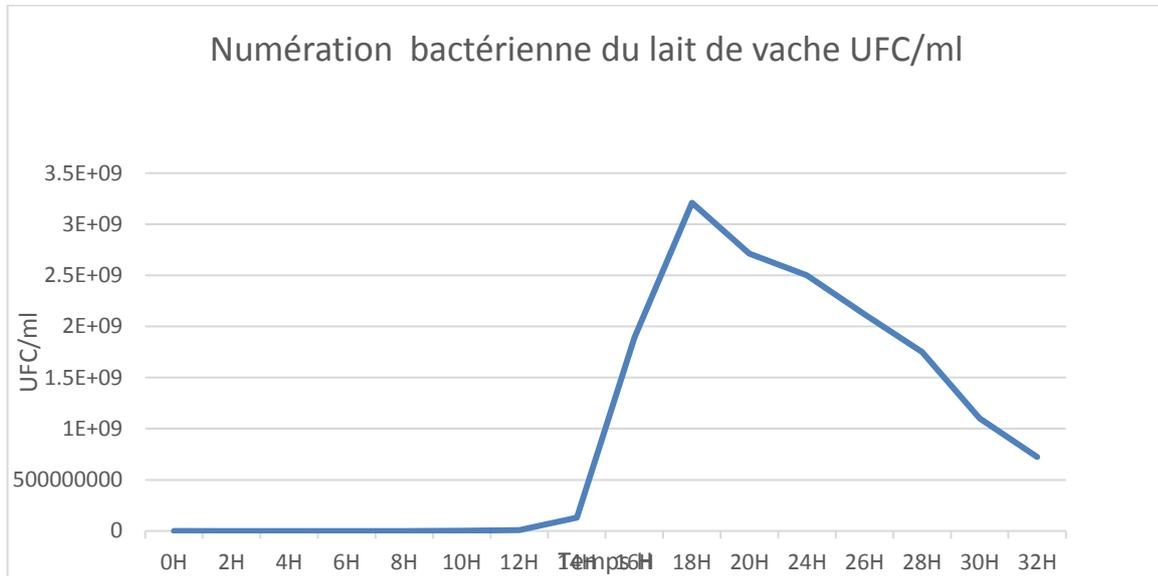
Annexe A

La Coloration de Gram

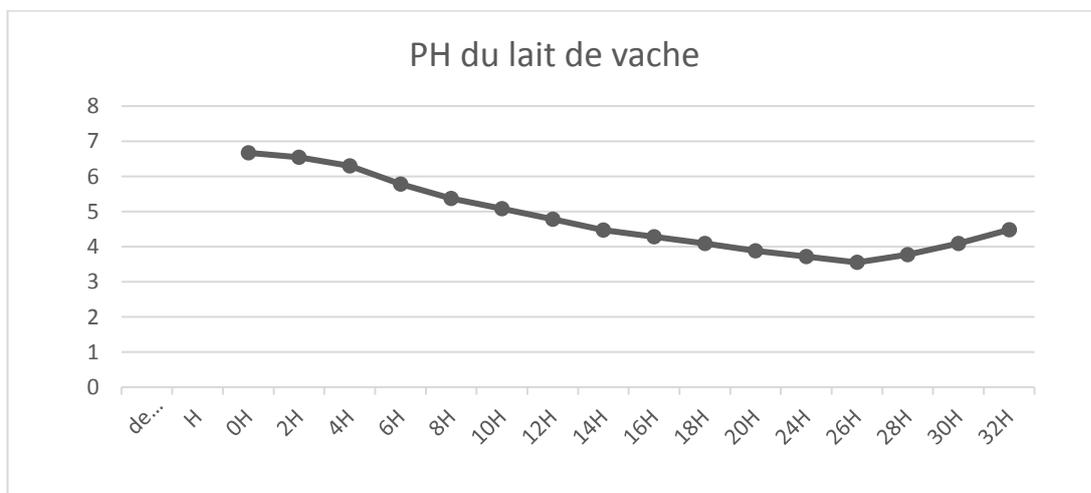
1. Déposer une goutte d'eau physiologique stérile sur une lame bien propre
2. Prélever un échantillon de colonie et mélanger avec la goutte d'eau, strier et sécher par passage rapide sur la flamme d'un bec benzène
3. Couvrir le frottis par du violet de Gentiane pendant 60 secondes 4- Laver l'excès du colorant avec de l'eau distillée
4. Couvrir de Lugol pendant 30 secondes
5. Laver à l'eau distillée pendant 5 secondes
6. Rincer immédiatement le frottis avec le mélange alcool - acétone en inclinant la lame et par Goutte à goutte jusqu'à disparition complète de la coloration violette
7. Laver à l'eau distillée pendant 5 secondes
8. Couvrir avec de la Fuschine pendant 15 secondes 10- Laver à l'eau distillée pendant 10secondes
9. Déposer une goutte d'huile à immersion sur le frottis et observer au microscope à un fort grossissement. Les cellules Gram+ absorbent la couleur du violet de Gentiane et demeurent bleues violettes en apparence, contrairement aux cellules Gram- qui apparaissent distinctement rosâtres.

Annexe B

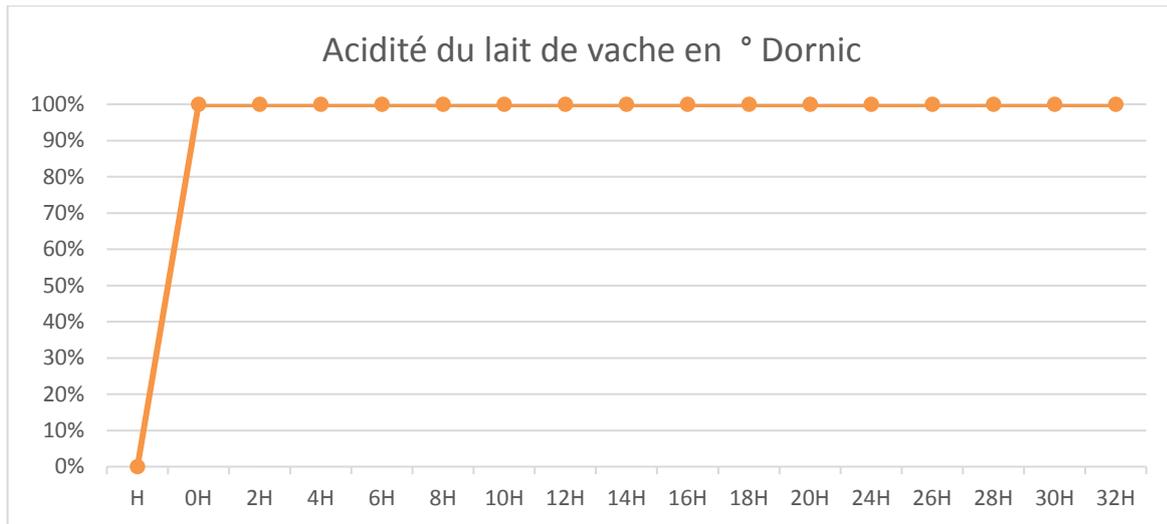
La représentation graphique des résultats des analyses physicochimiques des laits ovin et bovin



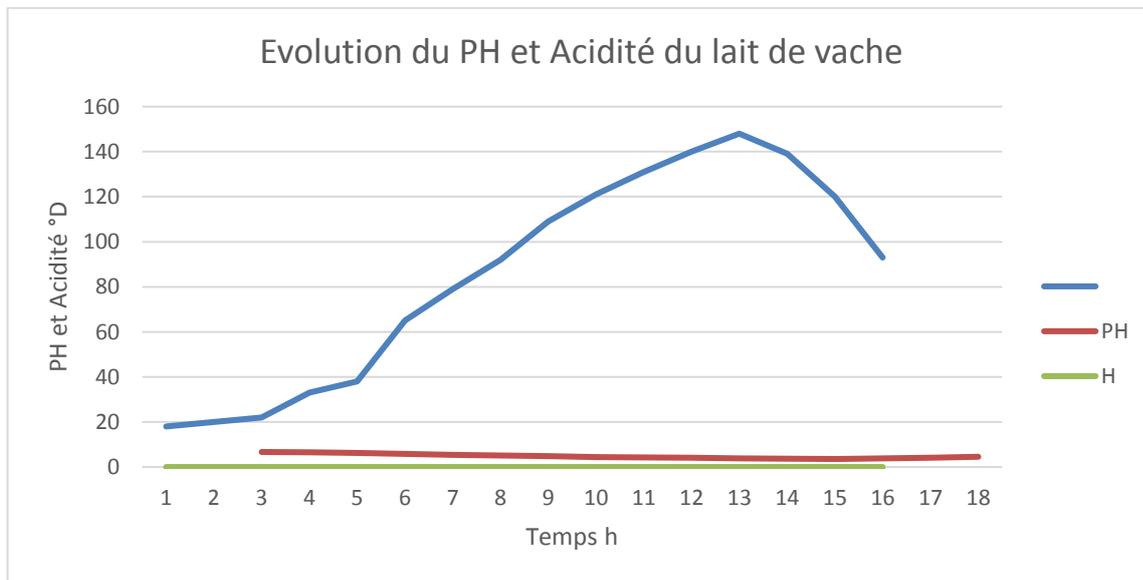
Courbe de l'évolution de la numération bactérienne du lait de vache



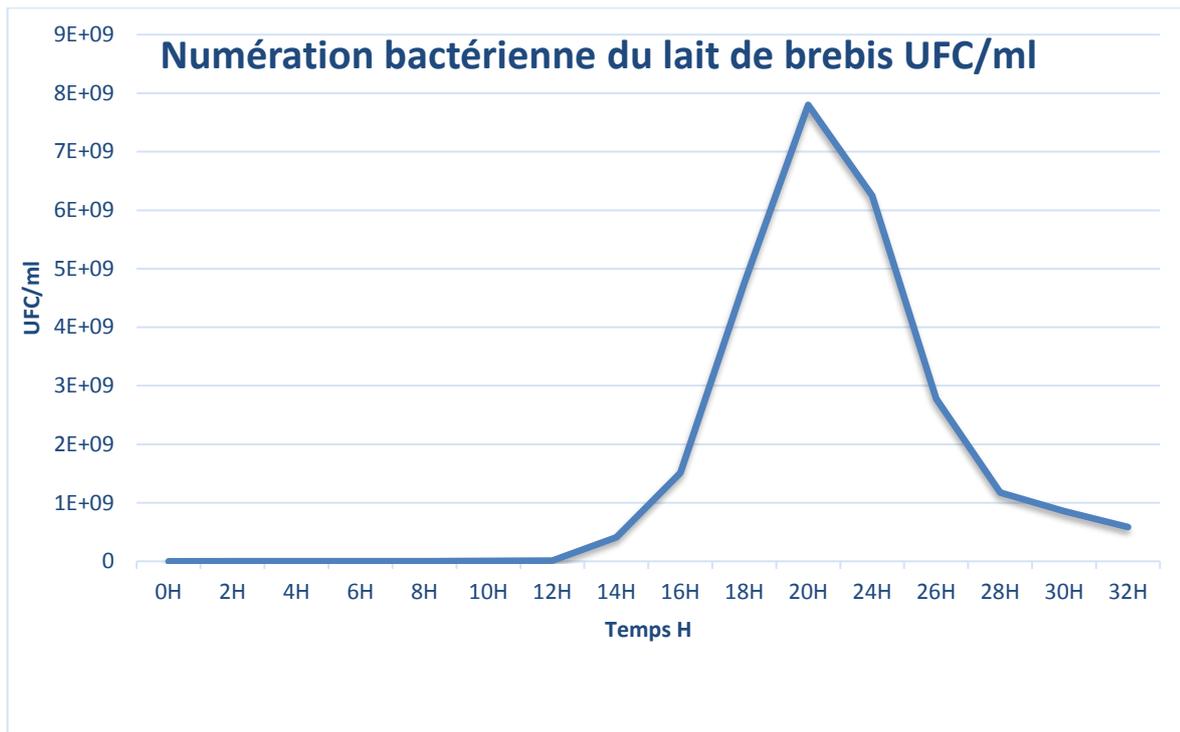
Courbe de l'évolution du PH de lait de vache



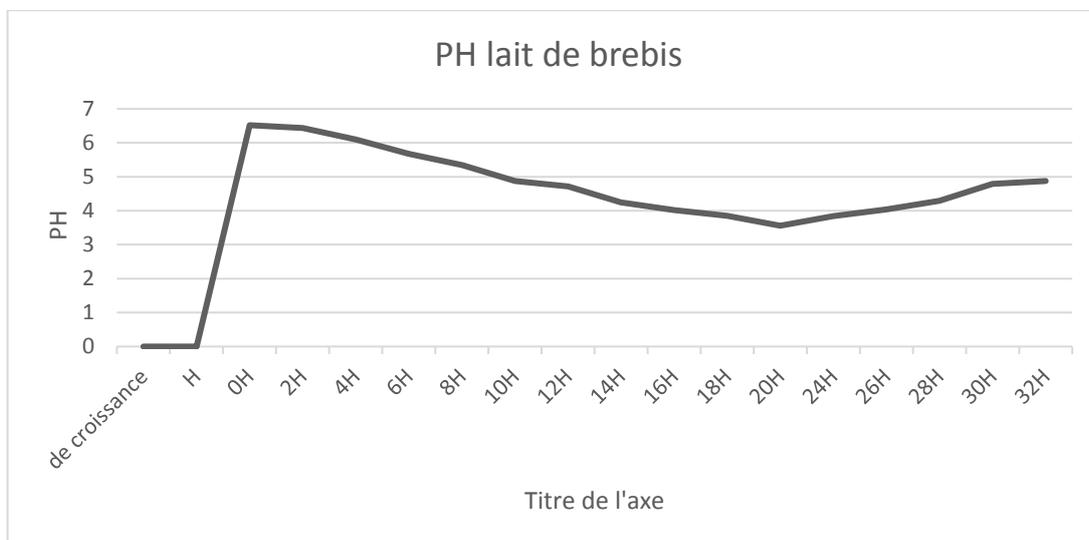
Courbe de l'évolution de l'acidité °D du lait de vache en fonction du temps



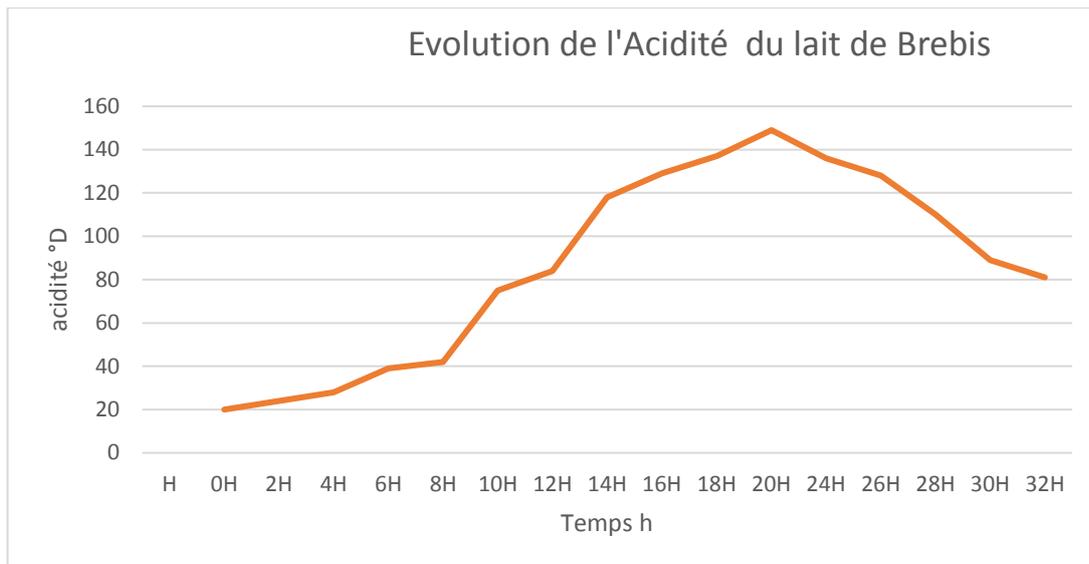
Courbe de Corrélation entre le PH et l'acidité du lait bovin



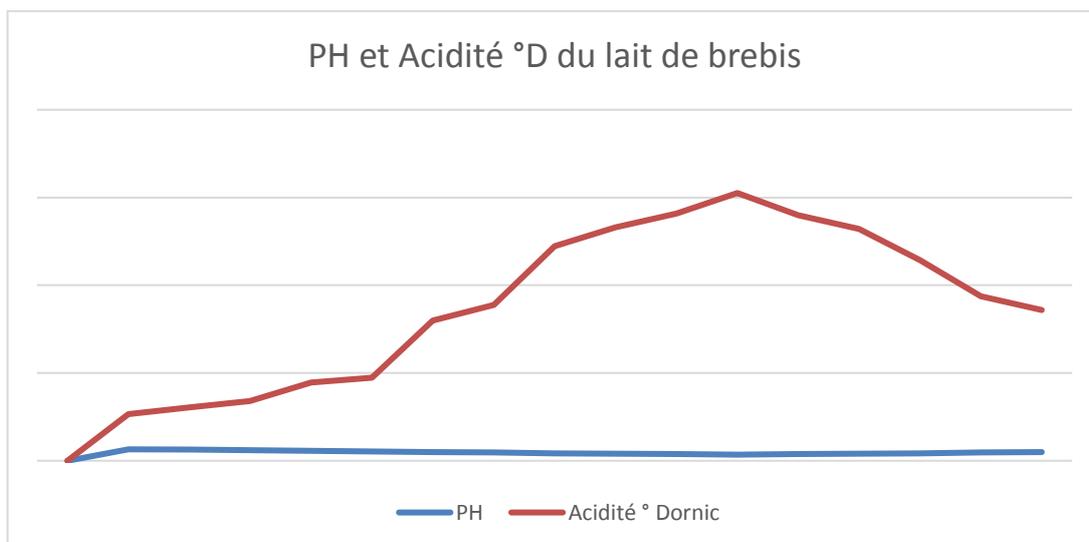
Courbe de la Croissance bactérienne de la flore native du lait de brebis



Courbe de l'évolution du PH lait ovin



Courbe de l'évolution de l'acidité du lait ovin



Courbe de corrélation PH acidité lait ovin

Annexe C

Le manuel du viscosimètre à chute de bille



Photo du viscosimètre à bille

Mode opératoire du viscosimètre à bille

La Mesure des temps de chute

Le tube de la gaine s'enclenche dans une position définie de 10° en bas de l'instrument.

En retournant le tube de chemise, la bille est réglée sur la mesure position de l'anneau. Le temps de chute de la balle se déplaçant de la marque de l'anneau A à la marque de l'anneau B est déterminée à l'aide d'un chronomètre. La période commence lorsque la périphérie inférieure de la balle touche l'anneau marque A, qui doit apparaître comme une ligne droite. Le temps qui tombe se termine lorsque la périphérie inférieure de la balle touche l'anneau la marque B, qui doit à nouveau apparaître sous la forme d'une ligne droite.

Pour les liquides très visqueux, le double du temps de mesure doit être pris en compte.

En tournant à nouveau le tube de la chemise de 180°, la balle revient à son point de position départ. Il est recommandé de retirer la valeur moyenne de plusieurs valeurs de temps de chute (3 à 5).

Lors du test de liquides sombres, il est généralement très difficile de voir la partie inférieure du ballon. Dans ce cas nous vous conseillons de prendre le ballon l'équateur lorsqu'il traverse les marques annulaires.

Sélection des billes

Le jeu de billes standard contient 6 billes, qui traversent

Le tube de mesure d'un diamètre intérieur d'environ $15,94 \pm 0,01$ mm.

nr	Nr de la bille	Fait de	Densité (La norme Valeurs) ρ g/cm ³	Diamètre De la bille	Constante K mPa.s.cm ³ /g.s	Plage de mesure mPa.s
800-0002	1	Bille en verre de silice au bore	2.2	15.81±0.01	0.007	0.6-10
800-0003	2	Bille en verre de silice au bore	2.2	15.6±0.05	0.09	9-140
800-0004	3	Bille alliage nickel-fer	8.1	15.6±0.05	0.09	40-700
	4	Bille alliage nickel-fer	8.1	15.2±1	0.7	150-5000
	5	Bille alliage nickel-fer	8.1	14.0±0.5	7	1500-50000
	6	Bille alliage nickel-fer	8.1	11.0±1	35	>7500

Évaluation des résultats des tests

La viscosité dynamique η (en mPa.s) est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$\eta = K (\rho_1 - \rho_2) \cdot t$$

Où :

K = constante de bille en mPa.s.cm³/g.s (voir le tableau)

ρ_1 = masse volumique de la bille en g/cm³ (voir le tableau)

ρ_2 = masse volumique du liquide à mesurer au point de mesure température en g/cm³

t = temps de chute de la balle en secondes.

Résultats de test :

La viscosité dynamique η est donnée en unités de mPa·s (cP)centipoises et doit être complété en indiquant la température de l'échantillon.

La viscosité dynamique η peut être convertie en viscosité cinématique

La viscosité ν en utilisant l'équation suivante :

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

ρ

ν = viscosité cinématique [mm²/s] [1 mm²/s = 1 cSt]

η = viscosité dynamique [mPa·s]

ρ = densité de l'échantillon liquide [g/cm³]

Annexe D

Les caillés fromagers enzymatiques ovin et bovin



Caillé enzymatique ovin



Caillé bovin enzymatique



REFFERENCES BIBLIOGRAFHIQUES

- 1- Abi Azar, Rania, 2007, Complexation des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus Thèse Doctorat : Sciences alimentaires : Paris, AgroParisTech
- 2- AFNOR. 1980. Lait et produit laitiers : méthodes d'analyse, AFNOR, paris.
- 3- AFNOR. 1985. Contrôle de la qualité des produits laitiers-Analyses physiques et chimiques, *lait et produits laitiers*, 3ème édition.
- 4- AFNOR. (1993): Contrôle de la qualité des produits alimentaires : Lait et produits laitiers : analyses physicochimiques., Paris La Défense., 4e éd., 581 p.
- 5- AFNOR. 1995. Détermination de l'acidité titrable en chimie VII 3 B. Edition : Paris p 7896.
- 6- Alais.C, 1984 : Sciences du lait : Principes des techniques laitières- 4e éd Paris : SEPAIC, 814p. principes des techniques laitières Sujets Rameau Lait – Transformation Lait -- Composition chimique Industrie laitière
- 7- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R., et Turgeon H., 2002. Composition, Propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait dans : *Science et Technologie du lait*, presses internationales, Polytechnique, Montréal, Pp 1-73
- 8-Avagodo, A.2004. Caractérisation biochimique et Moléculaire des bactéries Lactiques productrices d'polysaccharides isolées à partir d'échantillons de lait fermenté du Burkina Faso. Thèse doctorat. Biochimie et Biotechnologie. Université Ouagadougou.
- 9-Baltadjeva M, Veinoglou B, Kandarakis J, Edgaryan M et Stamenova V 1982 La composition du lait de brebis de la région de Plovdiv en Bulgarie et de Ioannina en Grèce. *Le Lait. INRA Editions*, 62 :191-201. Accessible en ligne <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00928922/document>
- 10-Benaissa R 2001 Ministre délégué au développement rural. Rencontre avec les éleveurs de la steppe algérienne. In Deghnouche K 2011 Etude de certains paramètres zootechniques et du ressenti énergétique de la brebis dans les régions arides (Biskra). Thèse de doctorat en nutrition. Université Elhajlakhder-BATNA. 234p).
- 11- Benyoucef M et Ayachi, 1991. Mesure de la production laitière de brebis Hamra durant les phases d'allaitement et de traite. *Ann Zootech Elsevier/ INRA* (1991) 40, p 1-7-Berridge, NJ (1945). *Journal biochimique* 39, 179p
- 12- Brunner J., 1981. Cow milk proteins: twenty-five years of progress. *J dairy Sci*, 64, Pp 1038-1054.
- 13-Casalta E., 2003.*Bases scientifiques de la qualité du Venaco, fromage traditionnel au lait cru. Mise au point de ferments sélectionnés spécifiques*. Thèses, Université de Bourgogne.
- 14- Casu S., Boyazoglu J. 1990. La production ovine laitière méditerranéenne : régions de production, types génétiques utilisés, systèmes d'élevage et perspectives d'avenir. In : *Bougler J. (ed.), Tisserand J.-*

- L. (ed.). Les petits ruminants et leurs productions laitières dans la région méditerranéenne. Montpellier : p. 19-24. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 12). Petits Ruminants et leur Productions Laitières dans la Région Méditerranéenne, 1990/03/05 et 1990/03/09, Paris (France). Accessible en ligne <http://om.ciheam.org/om/pdf/a12/CI910163.pdf>
- 15-Cayot P., Lorient D. 1998. *Structures et techno formations des protéines du lait* Technique & Documentation, Paris, 363p.
- 16-Chougrani F, Cheriguene A, Bensoltane A 2006. Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from Algerian goat's milk. *Pak. J. Biol. Sci.* 9(7): 1242-1249
- 17-Ciheam, 1990, *Les petits ruminants et leurs productions laitières dans la région méditerranéenne* Montpellier : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 12
- 18-Cirad-Gret 2002 *Mémento de l'agronome*. Cirad/Gret/Ministère des Affaires Etrangères, France. p. 1309.
- 19-CNERNA., 1981. Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981, Paris.
- 20- Cniel B. 2006. Produit laitier. *Maison de lait*. P ,221
- 21-CNIS (Centre National de l'Informatique et des Statistiques)., 2015. *Statistiques des douanes algériennes*. Alger : Accessible en ligne, cnis. [Www.douane.gov.dz](http://www.douane.gov.dz) la douane. 2013, 2014 et 2015.
- 22-Codex Alimentarius ; codex Stan 283-1978
- 23-Coulon J B, Chilliard Y et Rémond B 1991 Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). *INRA Productions Animales*, 4 :219-228.p
- 24-Dahou Abdelkader El amine ,2017, Etude de l'évolution de la flore microbienne indigène d'un fromage industriel à pâte molle type camembert au cours de son affinage et évaluation de ses aptitudes technologiques, Thèse Doctorat Sciences Agronomiques Spécialité : Production et Biotechnologie Animales UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM 132p.
- 25- Dellaglio F., De Roissard H., Torriani S., Curk M.C. Et Janssens D., 1994 ;. Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In : bactéries lactiques. 1 : 25-116.
- 26-De Roissart. H.B. (1986). Les bactéries lactiques. Dans : le lait et les produits laitiers. Luquet F. M., 3, Ed. Techniques et Documentations Lavoisier. Paris, pp: 343-407
- 27-De Roissart, H. Et Luquet, F.M. (1994). Les bactéries lactiques. Uriage, Lorica, France, 1: 1-286
- 28- Drouault, S. et Corthier, G. (2001). Effets des bactéries lactiques intégrées avec des laits fermentés.
- 29-Desmaures N., 1995 Étude des laits de haute qualité : caractéristiques et aptitude microbiologique à la transformation en camembert au lait cru. Thèse de doctorat de l'université de Caen, 1

- 30-Desmazeaud M., 1998. Bactéries lactiques et qualité des fromages. Lab. de recherches laitières. *INRA*. 1-3.page. 1 : 25-116.
- 31-Desmazeaud, 1983. L'état des connaissances en matière de nutrition des bactéries lactiques. *Lait*. 63 : 267-316.
- 32- Dieng, M.,2001. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché DAKAROIS. Thèse Docteur Vétérinaire (Ecole Internats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar, Sénégal).P 58 et 122.
- 33- Dillon, J.C.,(2008). Place du lait dans l'alimentation humaine en région chaude. Edition A.P.G (Agro Paris Tech).P 110
- 34-Doleyres Y., 2003. Production en continu de ferments lactiques probiotiques par la technologie des cellules immobilisées. Th7se de Doctorat. Université Laval. Québec.
- 35-Donkor.2007 ; Proteolytic activity of Dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and invitro angiotensin Converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. *Inra, edp sciences*.86: 21-38 Ecole polytechnique de Montréal Canada, pp. 3-284. Montréal : Presses internationales polytechnique.600p.
- 36- Drouault and Corthier, 2001. Habitat des bactéries lactiques Aboutyeb., 2009. Technologie du lait et dérivés laitiers. Source : Accessible en ligne, <http://www.azaquar.com>.
- 37-ECK,1990 Le fromage, paris Ed sepaic
- 38- FarkyeN. Y., (2004). Cheese technology.*INT. j. Dairy.Tech*.57, 91-98.
- 39-FAO 1988 Food and agriculture organization of the united nations Rome
- .
- 40-FAO ,2014 Food and agriculture organization of the united nations Rome 2014
- 41-FAO Food & Agriculture Org., 1995 - 271 pages -*Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine*, Catalogage avant publication de la Bibliothèque David Lubin FAO, Rome (Italie) Collection FAO : Alimentation et nutrition n° 28, ISBN 92-5-20534.
- 42-FAO., 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Catalogage avant publication de la Bibliothèque David Lubin FAO, Rome (Italie), Collection 43-FAO : Alimentation et nutrition n° 28. Accessible en ligne <http://www.fao.org/3/t4280f/T4280F00.htm#Contents>.
- 44-FAO., 1998. Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires. Rome- FAO, Paris, Lavoisier.
- 45-FAO., 2010. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Laites de consommation. Accessible en ligne <http://www.horizon.documentation.ird.fr>.
- 46- FAOSTAT 2014 Élevages et production en Algérie. Extrait en février 2004 de <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QA/F>

- 47-Fayolle L., 2015. Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière. Thèse de doctorat : sciences vétérinaires. Lyon : Campus vétérinaire de Lyon, 2015, 141 p
- 48-FIL Fédération Internationale du Lait, 1996. Lait et produit laitiers, Préparation des échantillons et des dilutions en vue de l'examen, microbiologique. Document 122C.
- 49-FIL 2019 Fédération Internationale du lait,
- 50-Florence C. L., 2010. Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voie d'amélioration par l'alimentation. Thèse de doctorat : Faculté de médecine de Créteil. Créteil,, 128 p.
- 51- Fotou K., Tzorz A., Voidarou Ch., Alexopoulos A., Plessas S., Avgeris I., Bezirtglou E., Akrida-Demertzi K. et Demertzi P G.,2011. Isolation of Microbiol pathogens subclinical mastitis from raw Sheep milk of Epuris (Greece) and their role in its hygiene.
- 52-Frédot E 2012 Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de diététique. Lavoisier TEC et DOC, 3ème édition 614 p.
- 53-FREDOT E. 2005. Connaissance des Aliments – Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Edition
- 54-Fredot E., 2005. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 10-14, 397 p.
- 55-Gaenzle, M. G. 2015. Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, 2, 106-117.
- 56-Gerrit S., Bart A.S. et Wim J.M.E., 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS. Microbiol. Rev.* 29 : 591-610.
- 57- Gilliland Stanley E , 1985, Bacterial Starter Cultures For .B32B33 1985 664' .024 84-15577 ISBN 0-8493-5686-5 Animal Science Department Oklahoma State University Stillwater, Oklahoma.
- 58-Gill J.J., M Sabour P., Gong J., Yu H., Leslie K.E, Griffith M.W, 2006. Characterization of bacterial populations recovered from the teat canals of lactation dairy and beef cattle by 16S rRNA genre sequence analysis. *Int; dairy. journal* (2006) 220-228 - Guiraud J.P., 2003. *Microbiologie Alimentaire*. Tec & Doc, Dunod. Paris. 90-292.
- 59-Grappin R, Jeunet R, Pillet R et Le Toquin A 1981 Etude des laits de chèvre. I. Teneur du lait de chèvre en matière grasse, matière azotée et fractions azotées. *Le Lait*, INRA Editions, 61 :117-133. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00928884/document>
- 60-Guiraud J.P, 1998. *Microbiologie alimentaire*, Edition DUNOD, 79-102-14- G Paris, pp. 94-308.
- 61- Gouk et Jespersen, L., 2010. Identification of lactic acid bacteria isolated during traditional fur processing in Ghana. *Food microbiology*, 32(1), 72-78.

- 62-Hamidi M, Choukri A et Hachi M 2017 Influence de la race cameline sur la production fromagère avec un extrait de kaolin du gésier de poulet en Algérie, étude préliminaire. *Livestock Research for Rural Development*, 29. Accessible en ligne <http://www.lrrd.org/lrrd29/5/med29085.html>
- 63- Hebboul, F.Z., Mazouzi, H., Soltani, S.,2005. Etude comparative de la qualité alimentaire entre trois types de lait frais : bovin, caprin, camelin. Mémoire d'ingénieur, Département de Biologie, Université de Laghouat. 71 pages.
- 64-Hoden A, Coulon J B et Dulphy J. P, 1985 Influence de l'alimentation sur la qualité du lait. Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéiques. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 62 : 69-79.
- 65-Hoden A., et Coulon J.B., 1991. Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod, Anim*, 4 (5), Pp 361-367.
- 66- Holzapfel, W.H., Haberer, P., Geisen, R., Björkroth, J. and Schillinger, U. 2001. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 73(suppl): 365S–73S
- 67- Guiraud ,1998 *Microbiologie alimentaire*. 1e Ed.. Dunod, Paris, 136-144
- 68- JORA Journal officiel de la république algérienne N°35 du 27 mai 1998.
- 69-JORA Journal officiel de la république Algérienne, 2001. Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et produits laitiers.
- 70-JORA nr 69 /1993
- 71- Khelifi Y 1999, Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. Dans : Rubino R. (éd.), Moran d-Fehr P. (éd.). *Systèmes de production ovine et caprine : organisation de l'élevage et rôle des services de vulgarisation*. Saragosse : CIHEAM, 1999. p. 2 45-2 47 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéennes ; n° 38)- LIPSKA. X em congrès mondial de Laiterie, Rome, 1994. Ile Section, p.245.
- 72-Labioui, H., El moualdi, L., Benzakour, A., El yachioui, M., , Berny,E., & Ouhssine, M.. 2009. Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*.7-16.
- 73-Lane et Fox, 1996, Contribution des lactobacilles de départ et d'appoint à la protéolyse du fromage Cheddar au cours de l'affinage, publié dans, *Journal laitier international* Volume 6, numéro 7 juillet 1996 , pages 715-728 [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(95\)00067-4](https://doi.org/10.1016/0958-6946(95)00067-4)
- 74- Laurent, S. 1998. *Manuel de bactériologie alimentaire*. Poly technica Paris. 307p

- 75-Law et Haandrikman.,(1997). Proteolytic enzymes of lactic acide bacteria.int dairy j .7 :1-11.
- 76-Lederer J. 1983. Le lait ; Encyclopédie de l'hygiène alimentaire. Tom 2, 2ème édition. Paris, p132.
- 77-Leveau,J , Bouix,M 1993, Microbiologie industrielle. Les micro-organismes d'interet industriel: Lavoisier Technique et Documentation, ISBN/ISSN/EAN :978-2-85206-850-6612 p.
- 78-Leyral G. & Vierling E. 2007. Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques.87p.
- 79-Libouga DG, Essia Ngang JJ & Halilou H., 2005, Qualités de quelques laits fermentés camerounais. *Sci. Aliments*, 25, 53-66.25. Llorente ÊTRE, Brutti CC & Café□non NON, 2004, Purifiercation et caractérisation de Lait coagulation aspartique
- 80-Lindmark-Mansson, H., R. Fonden and H.E. Pettersson, 2003. Composition of Swedish dairy milk. *Int. Dairy J.*, 13: 409-425.
- 81-Lubin D 1998 Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO 1998 : alimentation et Nutrition n° 28, Rome, Italie. <http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F00.htm>
- 82-Luquet F.M.1985. Laits et produits laitiers ; vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Société Scientifique d'hygiène Alimentaire. Edition : Technologie et documentation-Lavoisier. Paris,139p.
- 83-Majdi, A., 2008. Rapport de stage dans la société Lait et Dérivés SLD Beldi. Disponible sur : <http://www.memoireonline.com>.
- 84-Mahaut .M , Jeantet.R, Brulé.G, Initiation à la technologie fromagère. 5ème Edition TEC et DOC LAVOISIER ,2011. 194 p -Monnet C., Landaud S., Bonnarme P., Swennen D., 2015. Growth and adaptation of
- 85-Mahaut M., 2003. Initiation à la technologie fromagerie techniques et documentation-Lavoisier, Paris, 194p.
- 86-Mahon D.J. & Brown R.J. 1984. Composition structure and integrity of casein micelles : a review of dairy *Sci* 67: 499
- 87-Mallet A., Gueguen M., Kauffmann F., Chesneau C., Sesboue A., Desmasures N
- 88-Mansour L. M. 2015, Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse de doctorat : Production Animale. Sétif : Université de Ferhat Abbas,190 p.
- 89-Mathieu J 1998 Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris. 222 p.
- 90-Mathieu J., 1999. Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 3-190, 220p.

- 91- Mäyrä-Mäkinen et Bigret .2004 Industrial use and production of lactic acid bacteria. In : lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects (salminen s., wright a.v. Et ouwehand a.). 3e ed., marcel dekker, inc. New york, 73-102.
- 92-Meyer C et Denis J-P 1999 Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Cirad (Techniques), Montpellier. p. 74 et 78.
- 93-Meyer C. (2014). Dictionnaire des Sciences Animales. Montpellier, France, Cirad. [21/03/2014]. - Pougheon S. & Goursaud J. (2001). Le lait, caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages) microorganisms on the cheese FEMS Microbial .LEH, 362 (2015) ,1-9 , doi :
- 94- Mietton B., 1995. La typologie des fromages, Symposium organisé par la fondation des Gouverneurs et le centre de recherche et de développement sur les aliments d'agriculture et Agroalimentaire Canada, octobre, 245p.
- 95- Mohammed I 2006 In Saidi M, Ayad A, Boulgaboul A et Benbarek H 2009 Etude prospective du parasitisme interne des ovins dans une région steppique : cas de la région de Ain D'hab, Algérie. *Méd. Vét.*, 2009, 153, 224-230
- 96-Mohammad KAMAL 2016, Contribution à l'étude de la structure-texture du lait de chamelle lors de la coagulation et du traitement thermique : comparaison avec le lait de vache. Thèse de Doctorat publié a NATURE ET TECHNOLOGY à L'UNIVERSITÉ D'ARTOIS Discipline : Ingénierie des Fonctions Biologiques, préparée au Laboratoire Régional en Agroalimentaire et Biotechnologie : Institut Charles Violette.
- 97-Monnet V., Latrille E., Beal C. et Corrieu G., 2008. Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques de la génétique aux ferments (Corrieu G.et Luquet F.M.). Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 512-592.
- 98-Montel M.C , Beuvier E, Hauwuy A , 2003 Pratiques d'élevage , microflore du lait et qualités des produits laitiers093/Fems /Fnu 025 1994. Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques 2012.Quantitative and qualitative microbille analyses of raw milk reveals substantial diversity influenced by management practises.Int.Dairy.Journal (2012) ,13-21
- 99-Neville M.C., et Jensen R.G., 1995. The physical properties of humain and bovine milks, In; Jensen R., Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press, Inc: 82, 919p.
- 100- ONIL 2018 Office national interprofessionnel laitier .
- 101-Orla-Jensen S., 1919. The lactic acid bacteria. A.f. hostand son, koenighichen hofboghamdel, Copenhagen.

- 102-Parguel P, Corrot G, Sauvée O 1994: Variations du point de congélation et principales causes du mouillage du lait de vache. Renc. Rech. Ruminants, (1), 129-132.
- 103-Pellegrini O., Remeuf F. et Rivemole M. (1994). Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et des paramètres de coagulation du lait de brebis collecté dans la région de Roquefort. Le lait .74, 425 - 442.
- 104-Pereira P.C. 2014. Milk composition and its role in human health Nutrition , 30, 619 627. -
- Pointurier H., Adda J.. 1969. Beurrerie industrielle. La Maison Rustique, Paris, 1969.
- 105-Pointurier H, 2003. La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France : 64, 388p.
- 106-Pougheon S .et Goursaud J., 2001. Le lait caractéristique physicochimiques, In ; Debry G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6, 566p.
- 107-Pougheon S., 2001. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 34, 102p.
- 108-Ramet 1997 : La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen, étude FAO Production et sante animales 48. m-26 ISBN 92-5-202169-8.
- 109-Ramet J P 1985 La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO production et santé animales 48, Rome, Italie. <http://www.fao.org/3/x6551f/X6551F00.htm#TOC>
- 110-Rheotest M., 2010. Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>
- 111-Roissard et Luquet. 1985. Les bactéries lactiques édition Lorisa, volume 1, Luquet F. M, lait et produits laitiers, Tec et Doc, édition Lavoisier, Paris, p362-400-402
- 112-Roudj S., Belkheir K., Zadi Karam H. & Karam N.E. 2009. Protéolyse et autolyse chez deux lactobacilles isolés de lait camelin du sud ouest algérien. European journal of scientific research. Vol.34 n°2, pp:218-227.
- 113-Rouissi H, Kammoun M, Rekik B, Tayachi L, Hammami S and Hammami M 2006 Etude de la qualité du lait des ovins laitiers en Tunisie. 2eme Séminaire du Réseau Méditerranéen Elevage, Saragosse, 18- 20 mai. Accessible en ligne, http://www.iamz.ciheam.org/gmed2006/A_78_PDFS/2_24_A-78.pdf
- 114- Samelis S. Stavropoulos A. Kakouri J. Metaxopoulos, 1994, Quantification et caractérisation des populations microbiennes associées au salami sec grec naturellement fermenté, Microbiologie Alimentaire <https://doi.org/10.1006/fmic.1994.1050> Volume 11, numéro 6, pages 447-460
- 115-Sassi El Hachemi, 2019, Etude de la variation saisonnière des paramètres biochimiques et microbiologiques du lait cru de vache à la traite dans l'Ouest Algérien, Thèse Doctorat Sciences

Agronomiques Spécialité : Production et Biotechnologie Animales UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM 221p.

116-S. Mâatoug, A. Aouechri, M. Abidi et M. L. Marzouki Conduite de l'élevage ovin laitier en Tunisie: Contraintes et possibilités d'amélioration

Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. Bull. Soc. Pharm.

117-Siboukeur O 2007 Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse Doctorat en Sciences Agronomique. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, El-Harrach-Alger, 135 p.

118-St-Gelais D, Tirard-Collet P ,2002. Chapitre 6 : Fromage ; Vignola C, editor.

Sujets FMESH Produits laitiers Industrie laitière, ISBN : 2-902899-02-5, p. 797-808. Index, Éditeur Paris : Société d'édition et de promotion agro-alimentaires, industrielles et commerciales 1 vol. (814 p.) Tec & Doc, Lavoisier, pp 38, 43 / 42

118- Veisseyre R., 1979. Technologie du lait, Ed. La maison rustique, Paris, pp.34.

119-Veuillemard.J.C., 1986.Microbiologie des aliments. Evolution de l'activité protéolytique des bactéries lactiques. Tec et Doc. Lavoisier. Paris .3 : 1-65. 120

120-Vierling E., 2003. Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème éd, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine : 11, 270p.

121-Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN : 29-34, 600p

122-Vignola Carole -Gelais ST-D. Tirard-Coller P., Belanger G., Drapeau R., Couture R., 2002 : Le fromage In Science et technologies du lait transformation du lait par L. presse internationale polytechnique. 349-413pp.

123-Yabrir 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 en Sciences Biologiques, Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 105 p.

124-Yennek B. 2010. Effet des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Thèse de magister. Alimentation animale et produits animaux. TiziOuzou. Université de Mouloud Mammeri, 2010, 141 p.

Table des matières

Pages

Remerciements

Dédicaces

Résumé

ملخص

Abstract

Sommaire

Liste des abréviations, sigles et acronymes

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction..... 16

Première partie : Étude Bibliographique.

Chapitre I Lait et Fromageabilité des laits..... 19

1-Généralité sur le lait et Définition..... 19

2-Généralité sur le lait de Brebis et Définition..... 20

3-La production laitière Bovine et Ovine dans le monde 20

4-La composition Biochimique du lait et les critères de la Fromageabilité..... 23

5-La composition Biochimique des laits de différents animaux laitiers..... 23

6-Facteurs influençant la composition du lait 24

6-1 - Variabilité génétique entre individus (effet de la race) 25

6-2-Stade de lactation..... 25

6-3-Age ou Numéro de lactation..... 25

6-4-Facteurs alimentaires..... 25

6-5-Facteurs climatiques et saisonniers..... 26

7-Les caractéristiques physicochimiques du lait..... 26

7-1-Le point de congélation 26

7-2-La Densité 26

7-3-Le PH..... 26

7-4-L'Acidité..... 27

7-5-La Viscosité..... 27

8-Les formes de consommation des lait 27

9-La coagulation du lait..... 28

9-1- La coagulation Acide..... 28

9-2-La coagulation Enzymatique.....	28
9-3-La coagulation Mixte.....	29
10-Le temps de caillage	29
Chapitre II Propriétés technologiques des bactéries lactiques.....	30
1-Généralités sur les Bactéries Lactiques.....	30
2-Rôles des bactérie lactiques.....	31
2-1- Rôle technologique des bactéries lactique.....	31
2-2- Rôle métabolique des bactéries lactiques.....	31
2-2-1-Voie lactique homofermentaire.....	31
2-2-2- Voie lactique hétérofermentaire	32
3- Classification des bactéries lactiques.....	34
4- Quelques aptitudes technologiques des bactéries lactiques.....	35
4-1- Le pouvoir Acidifiant.....	35
4-2- Le pouvoir protéolytique.....	35
Deuxième partie : Etude Expérimentale	
Chapitre I Matériel et Méthodes.....	38
Introduction.....	38
1-1-Echantillonnage	38
1-2-Objectifs.....	38
1-Analyses Biochimiques des éléments des laits.....	40
1-1-pH.....	40
1-2-La mesure de l' Acidité.....	40
1-3-La mesure de la Densité.....	41
1-4-La mesure de l'ESD.....	42
1-5-La mesure de la Viscosité.....	42
2-Analyses Microbiologiques des éléments des laits.....	43
2-1-Préparation des dilutions décimales.....	43
2-2-Recherche de la Flore Native des laits.....	43
2-3- Purification des souches lactiques.....	43
2-4-Etude des caractères morphologiques.....	44
2-4-1- Caractérisation macroscopique.....	44
2-4-2- Caractérisation microscopique.....	44

2-4-3-Test Catalase.....	44
2-4-4-Coloration Gram.....	44
2-5- Conservation des souches lactiques.....	44
3-L'Etude de quelques aptitudes technologiques.....	45
3-1-La cinétique d'acidification.....	45
3-2- La mesure de la Protéolyse.....	46
3-3- Le pouvoir coagulant.....	46
3-3-1- La réalisation de la coagulation lactique.....	46
3-3-2- La réalisation de la coagulation enzymatique.....	47
3-3-3- Calcul des temps technologiques	47
4- Détermination de l'activité coagulante AC.....	48
5-Le rendement fromager	48
5-1- Le rendement fromager en frais.....	48
5-2- Le rendement fromager en sec.....	49
6- Mesure rhéologique à la coagulation des laits.....	49
Chapitre II Résultats et Discussion.....	51
1-Caractérisation des composants biochimiques des laits.....	52
1-1-Taux de MG.....	54
1-2-Taux de protéines.....	55
1-3-Taux de Lactose.....	56
1-4- Taux de sels minéraux.....	57
1-5- EST.....	58
2-Caractérisation des paramètres physicochimiques.....	58
2-1- Le pH.....	59
2-2- L'acidité.....	60
2-3-Le point de congélation	60
2-4-La densité.....	61
2-5-la Viscosité.....	62
2-6-Le taux de cendre.....	62
3-Caractérisation microbiologique des laits Ovin et Bovin (Étude du profil bactérien).....	64

3-1-Identification de la flore lactique.....	64
3-2-Résultats de la numération bactérienne.....	67
4-L'étude de quelques aptitudes technologiques.....	68
4-1-La cinétique de croissance bactérienne.....	68
4-2- La cinétique de l'acidification.....	71
4-3- L'activité protéolytique.....	73
4-4- L'étude du pouvoir coagulant.....	76
4-4-1-La coagulation acide.....	76
4-4-2-La coagulation enzymatique.....	78
5-Le rendement fromager.....	78
5-1-Le rendement fromager en frais.....	78
5-2-Le rendement en sec	80
6-Les résultats de l'étude rhéologique des caillés fromagers (La viscosité)	82
 Conclusion	 84
Annexes	86
Annexe A.....	86
Annexe B	87
Annexe C	91
Annexe D.....	94
Références Bibliographiques.....	95

Table des Matières