

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

en

Médecine vétérinaire

THEME

**Évaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru
produit par quatre races caprines**

Présenté par :

Nouar Nour El Houda

Souidi Amina

Djemai Amira

Soutenu publiquement, le 31 octobre 2021, devant le jury :

Dr SAADI Habiba	MCA (ENSV)	Présidente
Dr ZENAD Wahiba	MAA (ENSV)	Examinatrice
Dr MEZALI Lynda	MCB (ENSV)	Promotrice

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Nous remercions avant tout DIEU de nous avoir donné la force et la patience afin d'accomplir ce modeste travail.

La force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.

Nous exprimons nos remerciements aux membres du jury :

- Dr SAADI Habiba d'avoir accepté de le présider.
- Dr ZENAD Wahiba d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Hommages respectueux

Nous exprimons nos remerciements au Dr MEZALI Lynda d'avoir accepté d'encadrer ce travail, pour sa confiance, pour l'aide qu'elle nous a apportée, et pour ces orientations et conseils sans lesquels ce travail n'aurait pas vu le jour. Qu'elle trouve ici l'expression de notre gratitude.

Nous remercions tous les éleveurs de chèvres laitières qui nous ont permis l'accès à leurs élevages et donné *gratuitement* du lait.

Nous adressons des remerciements particuliers :

Au Dr MIMOUNE Nora et au Dr BAROUDI Djamel, enseignants à l'ENSV, pour leurs interventions respectives.

Au Dr KHETALA Azeddine, à Hamida, Aya, Laila et Amira B.

Pour leur aide très précieuse, nous tenons à remercier madame BOUDJELAL Louiza, ingénieure au laboratoire pédagogique d'HIDAOA - ENSV, monsieur KADDOUR Rachid, ingénieur au laboratoire pédagogique d'anatomie-pathologique - ENSV, monsieur SAADI Ahmed, ingénieur au laboratoire pédagogique de parasitologie - ENSV, ainsi que tout le personnel exerçant au laboratoire de physico-chimie au CACQE d'Alger.

Enfin, nous exprimons notre profonde gratitude à l'ensemble du corps enseignant qui a contribué à notre formation depuis la maternelle jusqu'à ce st

NOUAR N., SOUIDI A., DJEMAI A.

DEDICACE

C'est avec des sentiments sincères que je dédie ce modeste travail :

A mon très cher papa qui m'a quitté mais reste toujours dans mon cœur ; que DIEU lui accorde Sa Miséricorde et lui ouvre les portes de Son Paradis.

A ma très chère mère (Noura), source d'affection, de courage et d'inspiration qui a beaucoup sacrifié pour me voir atteindre ce jour.

A mes sœurs Asma, Amel, leur maris Sofiane et Walid, et tous leurs enfants Louai, Nedjme el dine, Yahia, Rayane, Alaa.

A ma petite sœur Amira qui est mon soutien contre vents et marées.

A mon frère Bilal, sa femme Rania et sa fille Iline.

Au docteur Khetala Azzedine et sa famille.

A mon cousin Abd al-Salam, sa femme Linda et ses enfants.

A mes tantes Mebarka, Fatiha et Chafika.

A mes chères amies : Roma, Arminel, Amira B, Hamida, Yamina, Chaima M, Chaima, Fatima, Aya, Ouafa, Nadjela.

Au Dr maamr.

A tous ceux et celles que j'ai connus et qui m'ont apportés le soutien moral ou matériel.

A tous ceux qui m'ont connus, aimés, appréciés, encouragés de près ou de loin le long de mes études, j'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

Nour El Houda

DEDICACE

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents, mon père **Abdelkader** et ma mère **Mimouna**. Si je suis là aujourd'hui c'est grâce à leur amour, leur soutien et leur patience. Je leur souhaite une longue vie, que DIEU les protège.*

A ma grande sœur Saida ALLAH YARHAMHA et que DIEU lui accorde le Paradis.

A ma petite sœur Khadija que DIEU la protège.

A mes frères Mohamed, Bou Abdellah, Abdelhak et Hamid, vous êtes toujours les piliers sur lesquels je m'appuie et vous resterez toujours la source de ma sécurité et ma tendresse que DIEU vous protège.

A leurs femmes Aicha, Donia et Saliha, je vous considère comme mes grandes sœurs que DIEU vous protège.

A leurs enfants qui me procurent toujours de la joie, Yahia, Nadir, Malek, Ayoub, Adem, Khalil, Rahim, et le petit ange Saida que DIEU les protège.

A tous mes collègues de l'ENSV et spécialement mon binôme des travaux dirigés Farah, je te souhaite une vie pleine de réussite, bonne continuation.

A mes sœurs de la résidence universitaire, Siham, Bouthaina, Sarah, Khaldia, Fadwa, Amel, Hakima, Nesrine et Tassaadit, je vous souhaite toute la réussite, la joie et une longue vie.

A mes camarades Houda et Amira.

Amina

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers :

A mes parents OM EL HOSN et MOHAMMED qui m'ont soutenus et encouragés tout au long de mes études, que DIEU les garde pour moi et leur procure santé et longue vie.

A ma sœur YOUSRA.

A mes tantes ASSIA, HAJIRA, SIHAM et AMEL et à ma grande mère FATIMA ZAHRA.

A mon oncle maternel SID AHMED.

A mon oncle paternel ABD EL KADER.

A ma cousine ROUMAISSA.

A mes cousins et cousines.

A mes camarades AMINA et HOUDA.

A tous mes amis (es).

Amira

Liste des abréviations

AFNOR : association française de normalisation.

CACQE : centre algérien de contrôle de la qualité et de l'emballage.

CMT : californian mastitis test

EST : extrait sec total.

FAMT : flore aérobie mésophile totale.

FAO: food and agriculture organisation.

JORA: journal officiel de la république algérienne.

MG : matière grasse.

TB : taux butyreux.

TP : taux protéique.

UFC : unité formant colonies.

Liste des tableaux

Tableau N° 01. Composition générale du lait en g/100 mL.....	06
Tableau N°02 . Concentration en vitamines du lait (µg/Litre).....	11
Tableau N°03. La flore indigène du lait cru.....	18
Tableau N° 04. Les sources de contamination et de multiplication de la flore pathogène du lait.....	20
Tableau N°05 . Comparaison entre la composition des laits de chèvre, de vache et humain.....	22
Tableau N°06. Teneur en vitamines du lait de chèvre (µg /L).....	22
Tableau N°07 . Caractéristiques physico-chimiques des laits de vache et de chèvre.....	23
Tableau N°08. Répartition des prélèvements de lait cru de chèvre par région et par race.....	25
Tableau N°09 . Résultats du dénombrement de la FAMT et de l'évaluation de la qualité du lait cru de 4 races caprines.....	31
Tableau N° 10 . Résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants et de l'évaluation de la qualité du lait cru de 4 races caprines.....	33
Tableau N°11 . Taux de conformité lié aux coliformes thermotolérants dans le lait cru de 4 races caprines.....	34
Tableau N°12. Résultats du dénombrement des staphylocoques et de l'évaluation de la qualité du lait cru de 4 races caprines.....	36
Tableau N°13 . Taux de conformité lié aux staphylocoques dans le lait cru de 4 races caprines.....	37
Tableau N° 14 . Composition physico-chimique du lait de mélange de 4 races caprines.....	39

Liste des figures

Figure N°01. Représentation de la micelle de caséines.....	07
Figure N°02. Proportions des diverses protéines du lait.....	07
Figure N°03. Composition de la matière grasse du lait.....	08
Figure N°04. Composition minérale du lait.....	09

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Table des matières	
Introduction	1
Partie bibliographique	4
1. Définition.....	5
2. Composition du lait.....	5
2.1. Principaux composants.....	5
2.2. Facteurs de variation de la composition du lait.....	12
3. Propriétés organoleptiques et physico-chimiques du lait.....	15
3.1. Propriétés organoleptiques.....	15
3.2. Propriétés physico-chimiques.....	16
4. Principaux micro-organismes du lait.....	18
4.1. Flore indigène ou originelle.....	18
4.2. Flore de contamination.....	19
5. Le lait de chèvre en Algérie	21
5.1. Les races caprines	21
5.2. Composition, comparaison avec le lait des autres espèces et intérêt nutritionnel..	21
Partie pratique	24
1. Objectifs.....	25
2. Matériel et méthodes.....	25
2.1. Matériel.....	25
2.2. Méthodes.....	26
3. Résultats.....	30
3.1. Résultats des analyses bactériologiques.....	30
3.2. Résultats des analyses physico-chimiques.....	38
4. Discussion.....	40
4.1. Qualité bactériologique du lait cru de chèvre.....	40

4.2. Qualité physico-chimique du lait cru de chèvre.....	43
Conclusion et recommandations.....	45

Références

Annexes

Résumés

Introduction

Introduction

Le lait et ses dérivés sont des aliments de haute valeur nutritionnelle très riche en protéines, en lipides, en glucides ; ils se caractérisent surtout par un apport en différents oligo-éléments tels que le calcium. De ce fait, ils occupent une place importante dans la ration alimentaire humaine dans la plupart des pays ayant un niveau de vie bas, moyen ou élevé (**MEHNOUNE et FERHOUL, 2015**).

Le lait est un aliment nutritif pour les êtres humains, indispensable pour le nouveau-né. Il est destiné à lui fournir les éléments énergétiques, structuraux et immunologiques dont il a besoin dans les premiers stades de la vie (**OUADGHIRI, 2009**).

Dans le monde, le caprin montre une progression de 70% en passant de 462 millions de têtes en 1985 à 786 millions de têtes en 2005 (**FAO, 2006**). En Algérie, son effectif est plus élevé dans les zones montagneuses et surtout broussailleuses (piémonts des montagnes), dans les zones steppiques et le sud saharien (oasis) que dans la zone littorale où l'espèce est faiblement présente (**BADIS et al., 2005**). Le cheptel caprin algérien comprend environ 2,5 millions de chèvres (**FELIACHI, 2003**) ; il représente 14% du cheptel global et vient après le cheptel ovin qui représente 26% (**BADIS et al., 2005**).

Par ailleurs, la production du lait de chèvre se place en troisième position après celle du lait de vache et de bufflonne mais elle est assez irrégulièrement répartie dans le monde selon les zones géographiques et selon les pays (**LE JAOUEN et al., 1990**). Malgré une progression de 4,7% en 2003, la production laitière en Algérie demeure encore insuffisante pour combler un déficit estimé à 3 milliards de litres (**GHOZLANE et al., 2006**), alors que le lait frais collecté (dont 80% issus du bovin) n'atteint pas 1 milliard de litres/an. Dans cette proportion, le lait de chèvre représente environ 5% de cet apport.

En Algérie, le lait de chèvre représente une part négligeable de la production nationale en lait. Bien que l'effectif caprin de race croisée ait doublé au bout de 20 ans (1992-2011), pour atteindre 4 544 000 têtes, la production de lait de chèvre a connu une faible progression en termes de quantité produite. Durant la même période, la quantité de lait produite est passée de 138 800 à 248 400 tonnes (FAO, 2012).

Globalement, les qualités bactériologique et physico-chimique du lait sont toujours irrégulières, en raison de nombreux facteurs, tels que l'alimentation et la saison ainsi que le manque d'hygiène (**LEDERER, 1983**).

La demande nationale en lait de chèvre ne cesse d'augmenter. L'objet de notre projet de fin d'études est la recherche de certains critères microbiologiques avec la détermination des principaux paramètres physico-chimiques du lait cru produit par quatre races caprines : Arabia, Saanen, croisée et Alpine, élevées dans différentes régions du pays.

Les objectifs fixés étant l'évaluation des qualités microbiologique et physico-chimique du lait de chèvre cru au regard des normes règlementaires et la comparaison entre ces qualités selon la race.

Partie bibliographique

1. Définition

Le lait est le liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance (ALAIS, 1984).

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « 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 doit pas contenir de colostrum (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

C'est un aliment complet du point de vue nutritionnel. Il est nécessaire à tous les âges de la vie, non seulement pour sa richesse incontournable en calcium mais également pour sa contribution à la couverture des besoins en protéines de haute valeur biologique, en vitamines, en oligo-éléments et en eau (DEBRY, 2006).

2. Composition du lait

Le lait contient plus de 100 composants différents (WATTIAUX, 1997), dont certains en quantités infimes.

2.1. Principaux composants

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon POUGHEON et GOURSAUD (2001) sont :

- Eau : très majoritaire.
- Glucides : principalement représentés par le lactose.
- Lipides : essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Sels minéraux : à l'état ionique et moléculaire.
- Protéines : caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- Éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines et oligoéléments.

Tableau N° 01. Composition générale du lait en g/100 mL (VIGNOLA, 2002).

Composants majeurs du lait	Valeur moyenne (g /100 mL)
Eau	87,5
Matières grasses	3,7
Protéines	3,2
Glucides	4,6
Minéraux	0,9

2.1.1. Eau

C'est le composant majeur, dans lequel sont dispersés les autres constituants du lait et ceux de la manière sèche. (AMIOT et al., 2002).

2.1.2. Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (AMIOT *et al.*, 2002).

On les classe en deux catégories, d'après leur solubilité dans l'eau :

- a) **Les caséines** : (α S1B, α S2A, β -A2, κ) qui sont en suspension colloïdale, qui se regroupent sous formes de micelles (**figure N°01**).

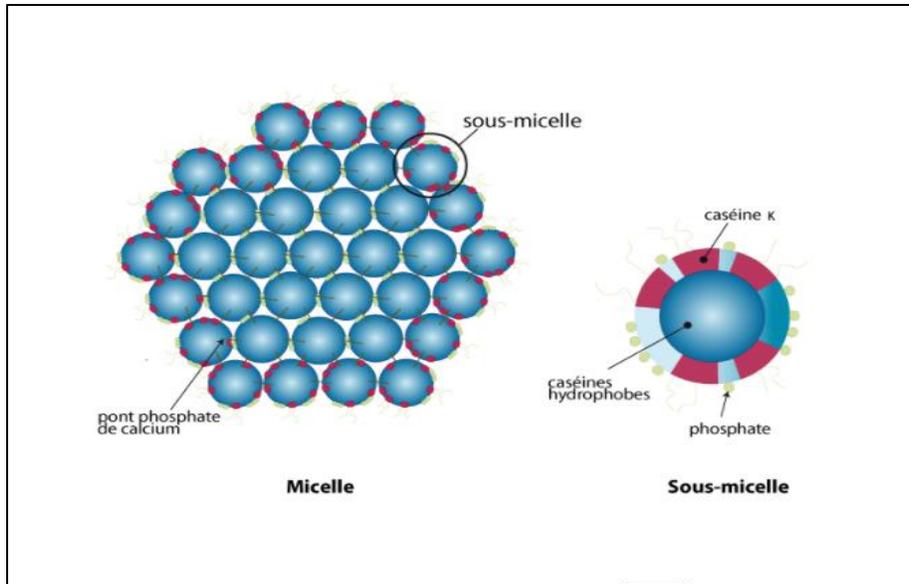


Figure N°01. Représentation de la micelle de caséines (SCHMIDI, 1980)

b) Les protéines du sérum : (bêta- lactoglobuline, alpha-lactalbumine) qui se retrouvent sous forme d'une solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur (AMIOT *et al.*, 2002) (Figure N°02).

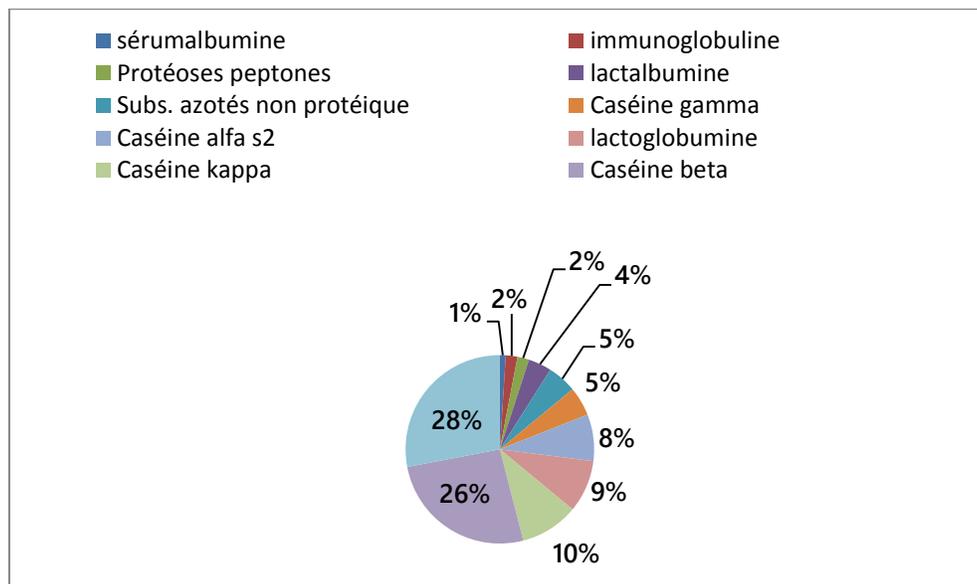


Figure N°02 .Proportions des diverses protéines du lait (ALAIS *et al.*, 2008).

2.1.3. Lactose

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin (**MATHIEU, 1999**). Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait des monogastriques. Sa teneur très stable, est entre 48 et 50 g/L dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (**HODEN et COULON, 1991**). La teneur moyenne en lactose d'un lait normal de chèvre est d'environ 50g/L (**FILQ, 2002**).

2.1.4. Matière grasse

La matière grasse du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène (**FILQ, 2002**) (**Figure N°03**).

La matière grasse est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de triglycérides entourées d'une membrane complexe dans le lait écrémé (**BOUTONNIER, 2008**). La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g/L (**LUQUET, 1985**). Elle est constituée par 98,5% de glycérides (esters d'acide gras et de glycérol), 1% de phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E et K (**GOURSAUD, 1985**).

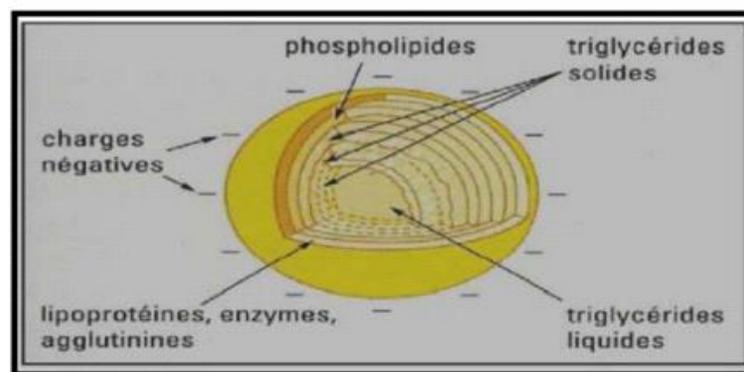


Figure N°03. Composition de la matière grasse du lait (BYLUND, 1995).

2.1.5. Sels minéraux

Un composant mineur du lait. Ils sont très utiles d'un point de vue technologique et nutritionnel. Le calcium joue un rôle important dans la fabrication du fromage, il forme le squelette des micelles de caséines, qui forment le squelette du gel ou du caillé après la présure (REMEUF, 1985).

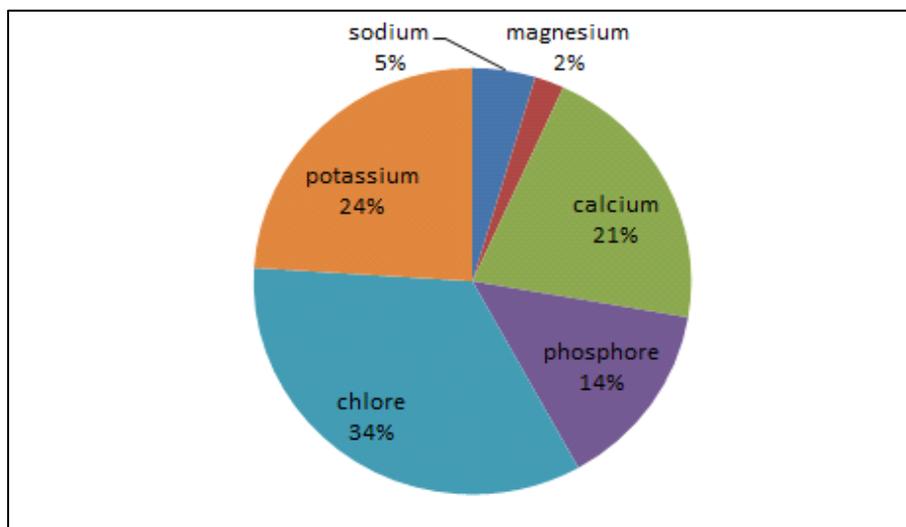


Figure N°04 .Composition minérale du lait (JEANTET *et al.*, 2007).

2.1.6. Vitamines

Selon VIGNOLA (2002), les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme co-facteurs dans les réactions enzymatiques et biocatalyseurs dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. Ce sont donc des nutriments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, du métabolisme et également de la croissance, qui interviennent, entre autres, dans la synthèse des hormones, des substances chimiques des systèmes nerveux et du matériel génétique.

Le lait apporte un complément vitaminique important. Les vitamines sont classées selon leur solubilité dans l'eau ou dans les corps gras, en vitamines hydrosolubles et liposolubles (tableau N°02).

- Les vitamines hydrosolubles sont fixées sur les micelles des caséines ou dispersées dans la phase aqueuse, à l'exemple des vitamines du groupe B (B1, B2, B6, B12), de l'acide pantothénique et de la vitamine C. Ils ne sont pas stockables dans l'organisme et doivent être consommées régulièrement.
- Les vitamines liposolubles sont localisées dans la phase grasse ; il s'agit des vitamines A, D, E et K qui, contrairement aux vitamines hydrosolubles, peuvent être stockées dans des graisses de l'organisme. Par ailleurs, à l'exception de la vitamine D qui peut être synthétisée par l'organisme, toutes les autres proviennent de l'alimentation.

Les carences vitaminiques sont responsables de nombreux dysfonctionnements métaboliques et organiques. Une nourriture équilibrée apporte toutes les vitamines nécessaires et suffit en règle générale à se protéger contre l'effet d'une carence (**HAMZAOUI et KENANE, 2015**).

Tableau N°02 .Concentration en vitamines du lait (µg/Litre) (RENNER, 1989)

Vitamines	Moyennes (µg/L)
Vitamines hydrosolubles	
B1(thiamine)	0,42
B2 (riboflavine)	1,72
B6 (pyridoxine)	0,48
B12 (cobalamine)	0,0045
Acide nicotinique	0,92
Acide folique	0,053
Acide pantothénique	3,6
Inositol	1,60
Biotine	0,036
Choline	1,70
C (acide ascorbique)	8
Vitamines liposolubles	
A	0,37
β-Carotène	0,21
D (cholécalférol)	0,0008
E (tocophérol)	1,1
K	0,03

2.1.7. Enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes ; la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (POUGHEON, 2001).

2.2. Facteurs de variation de la composition du lait

La composition chimique et les caractéristiques technologiques du lait sont liées à l'animal (race, facteur génétique, stade de lactation, état sanitaire, ... etc.) ou aux conditions d'élevage (traite, alimentation, logement ...) et à l'environnement (saison, climat) (**COULINS, 1994 ; POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

2.2.1. Facteurs liés à l'animal

2.2.1.1. Âge

L'âge des animaux influe sur l'aptitude laitière. La sécrétion lactée ne diminue sensiblement qu'un âge avancé (**KOLB, 1975**).

La quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au 5ème, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7ème (**VEISSYRE, 1979**). Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**MATHIEU, 1985**).

2.2.1.2. Race

La race influe sur la composition chimique du lait de chèvre (**PRASAD et al., 2005**) le taux butyreux et protéique sont légèrement plus élevés pour la race Alpine mais cette différence se trouve compensée par une production laitière légèrement supérieure pour la race Saanen (**SORYAL et al., 2004**). La différence de composition en AG entre les races Alpine et Saanen est très faible. La Saanen produit un lait avec moins d'AGS que l'Alpine. (**LEGARTO et al., 2014**). Le lait de la chèvre Kabyle caractérisé par un TP et TB trop élevé (5,68% et 4,82%) (**AMROUN et ZERROUKI, 2014**).

2.2.1.3.Génétique

JAKOB et HÄNNI (2004) notent l'existence de variantes génétiques A et B issus des mutations ponctuelles. Ces dernières donnent des protéines différentes qui ne se distinguent que par l'échange d'un ou de deux acides aminés. Les variantes génétiques des protéines du lait, notamment ceux de la caséine κ (κ -Cn) et de la β -lactoglobuline (β -Lg), influencent la composition du lait et certains critères de productivité des chèvres.

2.2.1.4.Stade de lactation

Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matière azotée et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matière azotée, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (**MEYER et DENIS, 1999**). La production lactée n'atteint son maximum qu'au bout de plusieurs lactations (**KOLB, 1975**).

2.2.1.5.État sanitaire

Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers. Elles sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à sa coagulation et du rendement fromager (**TOUREAU et al., 2004**).

2.2.2. Facteurs liés aux conditions d'élevage

2.2.2.1. Alimentation

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 fourrage à volonté, un niveau d'apport azoté conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matière grasse dans la ration induit le plus souvent une baisse du taux butyreux. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en acides gras de la matière grasse du lait (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

2.2.2.2. Logement

Des bonnes conditions d'habitat sont indispensables afin d'assurer une hygiène satisfaisante de la traite et de la mamelle (**PRADAL, 2012**).

2.2.2.3. Fréquence de la traite

La multiplication des traites augmente la teneur en matière grasse. Dans la pratique on se limite à deux traites quotidiennes, trois, quelque fois, et quatre pour les animaux exceptionnels. Lorsqu'on traite deux fois par jour, le lait des matins est généralement moins gras, s'il y a trois traites c'est celle du midi qui apporte le plus de beurre (**JAQUE et a., 1961**).

2.2.3. Facteurs liés à l'environnement

2.2.3.1.Saison

La saison a une influence importante, de façon immuable. Le TB passe par un minimum en juin-juillet et par un maximum à la fin de l'automne. Deux fois par an, la teneur en protéines passe par un minimum à la fin de l'hiver et en milieu d'été et par maximum à la mise à l'herbe et à la fin de la période du pâturage (**DEBRY, 2001**).

2.2.3.2.Température

Les fortes températures (supérieures à 25°C) provoquent une baisse de la production en réduisant essentiellement la consommation d'aliments, une baisse du TB et une constante concernant le TP. Les très faibles températures (inférieures à 5°C) induisent les mêmes effets (**PRADAL, 2012**).

3. Propriétés organoleptiques et physico-chimiques du lait

3.1.Propriétés organoleptiques

3.1.1. Aspect

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**FREDOT, 2005**). En raison de l'absence de β -carotènes, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache (**CHILLIARD, 1997**).

Le lait est généralement opaque d'un blanc mat, cela est dû à la diffusion de la lumière par les micelles des colloïdes. Une richesse particulière en graisses lui confère parfois une teinte jaunâtre (**JEAN et ROGER, 1961**).

3.1.2. Saveur

Déterminée par son odeur et son goût, la saveur normale d'un bon lait est agréable et légèrement sucrée, en raison principalement de la présence de matière grasse (**VIGNOLA, 2002**).

3.1.3. Odeur

Le lait n'a pas d'odeur propre, il s'en charge facilement au contact de récipients mal odorants, mal lavés. C'est surtout la matière grasse qui réalise fortement ces fixations. Lors de l'acidification du lait, l'odeur devient aigrelette sous l'influence de la formation d'acide lactique (CH ETEOUNE, 1982).

3.1.4. Viscosité

RHEOTEST (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisses et en caséines 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.

3.2. Propriétés physico-chimiques

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité.

3.2.1. pH

Le pH est le co-logarithme de la concentration en ions H^+ d'une solution donnée. Il permet de déterminer « l'acidité actuelle » du lait, qui peut être mesurée soit par le pH-mètre soit par le papier pH (DIOF, 2004). Pour un lait normal, le pH est compris entre 6,6 et 6,8. Cette légère acidité est due aux anions phosphoriques et citriques ainsi que de la caséine (SINA, 1992). Le pH du lait de chèvre, se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 (REMEUF *et al.*, 1989) avec une moyenne de 6,7 différant peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6,6 (REMEUF *et al.*, 1989 ; LEJOAOUEN *et al.*, 1990).

3.2.2. Acidité

L'acidité du titration indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose (**VEILOGLOU *et al.*, 1982**)

L'acidité titrable, exprimé en degrés Dornic (°D) est de 15°D à 18°D. On distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers micro-organismes (**BELARBI, 2015**).

3.2.3. Densité

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. Elle oscille entre 1,028 et 1,034 à 20 °C (**VIERLING, 2008**). La densité du lait d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante.

3.2.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre -0,54 °C et -0,55°C (**MATHIEU, 1998**). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ 0,0055 °C (**GOURSAUD, 1985**).

3.2.5. Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5 °C.

Cette propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (**VIGNOLA, 2002**).

4. Principaux micro-organismes du lait

Plusieurs micro-organismes (bactéries, levures et moisissures) peuvent être présents dans le lait naturellement ou bien accidentellement par manipulation, ils forment ainsi un écosystème microbien complexe (HENNANE, 2011).

On répartit les micro-organismes du lait selon leur importance en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore contaminante.

4.1.Flore indigène ou originelle

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques, il devrait contenir moins de 5000 UFC/mL. La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, ces micro-organismes plus ou moins abondants sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs (VIGNOLA, 2010).

Le lait qui sort du pis est pratiquement stérile et les genres de la flore indigène sont principalement des micro-organismes mésophiles. La composition de la flore originelle du lait cru de la vache est indiquée dans le **tableau 03**, en précisant les proportions correspondant à chaque genre.

Tableau N°03. La flore indigène du lait cru (VIGNOLA, 2010).

Micro-organismes	Pourcentage %
<i>Micrococcus</i> sp.	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus</i> ou <i>lactococcus</i>	<10
Gram négatif	<10

4.2.Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des micro-organismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut être composée d'une flore d'altération qui causera des défauts sensoriels ou réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez le consommateur. Il semble que la contamination à l'étable soit la plus importante (**VIGNOLA, 2010**).

4.2.1. Flore d'altération

Elle causera des défauts de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp., les coliformes, avec principalement les genres *Escherichia coli* et entérobactéries, les sporulés tels que *Bacillus* sp., et certaines levures et moisissures. Parfois certains micro-organismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes, l'un n'exclue pas l'autre (**VIGNOLA, 2010**).

4.2.2. Flore pathogène

La présence de micro-organismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme. Ce lait contaminé peut provoquer plusieurs maladies contagieuses et être à l'origine de toxi-infections alimentaires chez l'homme. Le lait peut être ainsi le vecteur de *Mycobacterium tuberculosis*, de *Brucella abortus*, de *Corynebacterium diphtheriae*, des streptocoques du groupe A, du virus de la poliomyélite, ou encore de *Salmonella*, de *Staphylococcus aureus*, de *Clostridium botulinum*, de *Clostridium perfringens*, de *Bacillus cereus*, de *Yersinia enterocolitica*, de *Listeria monocytogenes*, d'*Escherichia coli*, de *Campylobacter jejuni*, de *Shigella sonnei* et de certaines moisissures (**JEANTET et al., 2008 ; VIGNOLA, 2010**).

4.2.3. Sources de la contamination bactérienne du lait

Les principales sources de contamination du lait par certaines bactéries pathogènes et de leur multiplication, sont résumées et rapportées dans le **tableau 04**.

Tableau N° 04. Les sources de contamination et de multiplication de la flore pathogène du lait (ACTILAIT, 2012).

Facteur	<i>Staphylococcus</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Escherichia coli</i>
<u>Alimentation</u> :			
Aliments et eau contaminés		*	*
<u>Bâtiment</u> :			
Litière contaminée		*	*
Fumier contaminé			
Sols boueux			
<u>Traite</u> :			
Mamelle souillée	*	*	*
Mamelle infectée			
Hygiène et technique de la traite	*	*	*
Machine à traire			
<u>Stockage du lait</u> :			
Température et vitesse de refroidissement	+	+	+
Nettoyage et entretien	*	*	*

* : source de contamination, + : source de multiplication.

5. Le lait de chèvre en Algérie

5.1. Les races caprines

La population caprine algérienne est divisée en quatre races : la race Arabia, la race Makatia, la naine de Kabylie et la chèvre du M'Zab, auxquelles s'ajoute le cheptel importé représenté essentiellement par deux races : l'Alpine et la Saanen, ainsi que et les produits de croisements (**FELIACHI, 2003**).

5.2. Composition, comparaison avec le lait des autres espèces et intérêt nutritionnel

La comparaison entre les principaux composants du lait de chèvre avec les laits de vache et humain est résumée dans le **tableau N°05**.

Le lait de chèvre est constitué de 87% d'eau (**AMIOT *et al.*, 2002**). Il fournit également des minéraux et des oligo-éléments, notamment le calcium, le phosphore, le potassium et le magnésium (**ST-GELAIS *et al.*, 1999**).

Concernant les protéines, la tendance va plutôt vers des taux légèrement inférieurs pour le lait de chèvre que le lait de vache. Toutefois, la teneur en caséines est plus élevée pour les caprins (**PRADAL, 2012**). Les protéines représentent 95 % des matières azotées du lait de chèvre, l'azote non protéique constitue 5 % (**VIERLING, 2003**).

Contrairement à beaucoup d'idées reçues, le lait de chèvre est aussi riche voire plus riche en matière grasse que le lait de vache. Cela dit, étant donné que les molécules de graisses du lait de chèvre sont plus petites que celles du lait de vache, le lait de chèvre est plus digestible. Il est plus riche en acides gras à 10 atomes de carbone et présente un pourcentage plus élevé de petits globules gras ; il ne contient pas d'agglutinines et présente une activité liasique plus faible (**CHILLIARDE, 1996**). Ainsi, la matière grasse dans le lait de chèvre a deux caractéristiques. Elle est principalement composée de 98% de triglycérides, et ses composants de base sont des acides gras à chaîne courte (acide butyrique C4, acide caprylique C6, acide caproïque C8, acide caprique C10). Elle se présente aussi sous forme de globule gras de petit diamètre (65% avec un diamètre inférieur à 3 microns et 43% dans le lait) (**CHRISTEL, 2010**).

Il existe de grandes différences au niveau mondial mais pour les races Alpines et Saanen, la richesse des laits sont voisines avec des niveaux de production équivalente mais toutefois des taux butyreux (TB) et des taux protéiques (TP) légèrement plus faibles pour la race Saanen (PRADAL, 2012).

Tableau N°05. Comparaison entre la composition des laits de chèvre, de vache et humain (DUPUIS, 1989).

Composition pour 100 mL de lait	Unité	Lait de chèvre	Lait de vache	Lait humain
Eau	G	87,5	87,7	87,1
Energie	K cal	71	65	69
Protéines	G	3,3	3,3	1,3
Lipides	G	4,5	3,8	4,1
Glucides	G	4,6	4,7	7,2
Minéraux	G	0,7	0,7	0,2
Azote non protéique	Mg	50	25	0,2
Composition des acides gras (en % de la matière grasse totale)				
Acides gras saturés :				
Caproïque	%	3,2	2,7	0,2
Caprylique	%	3,4	1,2	0,2
Caprique	%	9,8	2,8	1,9

Le lait de chèvre contient une grande quantité de vitamines (tableau N°06) ; il est pauvre en β -carotène et donc, peu coloré par rapport aux laits des autres espèces (CHILLIARDE, 1996).

Tableau N°06. Teneur en vitamines du lait de chèvre ($\mu\text{g/L}$) (FAO, 1990)

Vitamine	B1	B2	B6	B12	Acide nicotinique	Acide folique	C	A	β -Carotène
Teneur ($\mu\text{g/L}$)	0,41	1,38	0,0008	3,28	3,28	0,006	4,20	0,24	< 0,10

Par ailleurs, un lait normal de chèvre à la sortie de la mamelle est proche de la neutralité avec un pH optimal entre 6,5 et 6,7 (DIOF, 2004).

L'acidité du lait de chèvre, tout comme celle du lait de vache, reste assez stable durant la lactation. Elle oscille souvent entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique. La densité moyenne du lait de chèvre est de 1030 (VIERLING, 2008).

Les autres caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre sont mentionnées dans le tableau N°07.

Tableau N°07. Caractéristiques physico-chimiques des laits de vache et de chèvre (AIT AMER MEZIANE, 2008).

Composition	Vache	Chèvre
Energie (kcal/litre)	705	600 – 750
Densité du lait entier à 20°C	1,028 – 1,033	1,027 – 1,035
Point de cogélation (°C)	-0,520 -0550	-0,550 -0,583
pH 20°C	6,60 – 6,80	6,45 – 6,60
Acidité titrable (° Dornic)	15 - 17	14 – 18
Tension superficielle du lait entier à 15°C (Dynes cm)	50	52
Conductivité électrique à 25°C (Siemens)	45×10^{-4}	43 - 56×10^{-4}
Indice de réfraction	1,45 – 1,46	1,35 - 1,46
Viscosité du lait entier à 20°C (Centipoises)	2,0 - 2,2	1,8 – 1,9

Partie pratique

1. Objectifs

À travers la collecte de laits produits par quatre races caprines élevées dans différentes régions du pays, notre étude a pour objectifs :

- ✓ L'évaluation de leurs qualités microbiologique et physico-chimique qui nous permet d'apprécier la conformité.
- ✓ La comparaison de ces qualités en fonction de la race.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Échantillonnage

De juin à juillet 2021, 30 échantillons de lait cru produit par 4 races caprines ont été collectés dans 6 élevages localisés dans 6 communes appartenant à cinq wilayas différentes : Alger (Rouiba et Ouled Chbel), Tipaza (Sidi Rached), Sétif (Guidjel), Batna (Batna) et Tizi Ouzou (Tizi Ghennif). Pour chaque élevage, 3 femelles allaitantes par race existante ont été choisies au hasard. Le nombre final de prélèvements par race était de 6, 15, 6 et 3 pour Arabia, Saanen, croisée et Alpine, respectivement. La répartition de ces prélèvements est détaillée dans le **tableau N°08**

Tableau N°08. Répartition des prélèvements de lait cru de chèvre par région et par race.

Wilaya	Commune / Élevage	No. races	Race	No. de prélèvements
Alger	Rouiba	3	Arabia	3
			Saanen	3
			Croisée	3
	Ouled Chbel	2	Alpine	3
			Saanen	3
Tipaza	Sidi Rached	2	Saanen	3
			Arabia	3
Batna	Batna	1	Saanen	3
Sétif	Guidjel	1	Croisée	3
Tizi Ouzou	Tizi Ghennif	1	Saanen	3

Après séparation des chèvres de leurs petits durant toute une nuit, le lait a été prélevé en matinée par traite manuelle dans des flacons stériles et identifiés, une fois le nettoyage et la désinfection de la mamelle à l'eau javellisée réalisés. Au préalable, les premiers jets ont été éliminés et un test CMT (californian mastitis test ; **annexe N°2**) effectué pour deux élevages, l'un situé à Rouiba (Alger) et l'autre à Sidi Rached (Tipaza).

Les prélèvements ont été directement transportés dans une glacière au laboratoire pédagogique d'HIDAOA de l'école nationale supérieure vétérinaire d'Alger. Le même jour, une prise d'essai a été effectuée pour chaque prélèvement afin de réaliser les analyses microbiologiques. Par la suite, les 3 échantillons prélevés de la même race ont été regroupés afin de constituer le lait de mélange-race ; identifiés de M1 à M10, les laits mélanges-races ont été congelés à des fins d'analyses physico-chimiques qui ont été réalisées au laboratoire de physico-chimie du centre algérien de contrôle de la qualité et de l'emballage d'Alger (CACQE).

2.1.2. Matériel de prélèvement

Le matériel qui nous a permis de réaliser les prélèvements du lait ainsi que les analyses microbiologiques et physico-chimiques est cité en **annexe N°1**.

2.1.3. Milieux et réactifs

Tous les milieux et les réactifs préparés et utilisés sont cités en **annexe N°2**.

2.2. Méthodes

2.2.1. Analyses bactériologiques

L'analyse microbiologique du lait cru consiste en la recherche et/ou en le dénombrement d'un certain nombre de micro-organismes susceptibles de le contaminer et d'influer sur sa qualité. Dans la présente étude, elle a été réalisée selon les recommandations des normes ISO relatives à chaque micro-organisme.

Les bonnes pratiques suivantes ont été respectées lors des manipulations :

- Se laver les mains avant et après manipulation.
- Nettoyer et aseptiser les paillasse avant et après manipulation.
- Travailler le plus près possible du bec bunsen avec du matériel stérile.
- Travailler de façon absolument aseptique.
- Décontaminer les bouillons ensemencés et le matériel souillé (boîtes de Pétri, pipettes, embouts, ...etc.).

Le lait est un produit liquide ; de ce fait, l'échantillon prélevé constitue d'emblée la solution mère. Pour réduire la concentration des bactéries dans cet échantillon, et faciliter le dénombrement éventuel des colonies, 5 dilutions décimales successives ont été réalisées selon les étapes suivantes :

- Répartir 9 mL de TSE dans 5 tubes à essai stériles.
- Homogénéiser convenablement le lait, puis à l'aide d'une micropipette prélever 1 mL (solution mère).
- Introduire aseptiquement le volume prélevé dans chaque tube à essai pour obtenir la dilution au 1/10 ; le tube est ainsi étiqueté 10^{-1} .
- Agiter le tube à l'aide du vortex afin de rendre la dilution homogène.
- Se débarrasser de l'embout dans un récipient contenant de l'eau javellisée.
- À l'aide d'un nouvel embout stérile, prélever 1 mL de la dilution au 1/10 puis l'introduire dans le second tube contenant 9 mL de TSE pour obtenir la dilution au 1/100 ; le tube est ainsi identifié 10^{-2} .
- Répéter les mêmes opérations jusqu'à l'obtention de la dilution 10^{-5} .

Certains critères microbiologiques applicables au lait cru selon la réglementation algérienne (JORA, 2017) ont été vérifiés. Nous avons recherché et dénombré la flore aérobie mésophile totale à 30°C (FAMT), les coliformes thermotolérants (CTT) et les staphylocoques, et nous avons recherché les salmonelles.

Les méthodes de recherche et/ou de dénombrement de ces micro-organismes sont citées en **annexe N°3**.

Expression et interprétation des résultats

La recherche consiste à déterminer l'absence ou la présence des micro-organismes (cas de *Salmonella*). Concernant le dénombrement, la concentration de l'échantillon en bactéries (N) a été calculée en appliquant la formule ci-après.

$$N = \frac{\Sigma c}{1,1d \times v}$$

Où :

- Σc : somme des colonies comptées dans deux boites de dilutions successives.
- 1,1 : constante mathématique.
- d : valeur de la première dilution retenue parmi les deux boites.
- N : nombre de germes par gramme de produit.
- v : volume de l'inoculum.

Les résultats ont été exprimés en UFC/mL puis interprétés selon les limites microbiologiques fixées pour chaque micro-organisme, par la réglementation algérienne (**JORA N°39, 2017**).

2.2.2. Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques recherchés dans les prélèvements de lait cru de chèvre comprennent le pH, la densité, la teneur en matière sèche ou extrait sec total (EST), la teneur en matière grasse (MG) et les protéines.

Les mélanges congelés ont subi une décongélation complète suivie d'une homogénéisation par brassage, avant la prise d'essai.

Expression et interprétation des résultats

Le mode opératoire ainsi que l'expression des résultats pour chaque paramètre sont cités en **annexe N°4**. Les résultats obtenus ont été par la suite interprétés selon les normes fixées par la **FAO (1995)**.

3. Résultats

3.1. Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques effectuées sur le lait cru produit par 4 races caprines différentes sont représentés dans les tableaux numérotés de 09 à 13

3.1.1. La flore aérobie mésophile totale à 30°C

Les résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale à 30°C à partir de 30 échantillons de lait cru de chèvre sont rapportés dans le tableau N°09.

Dans les valeurs dénombrables, la valeur minimale enregistrée était de $3,2 \cdot 10^2$ UFC/mL pour le lait qui provient d'une chèvre de race Saanen élevée à Ouled Chbel (échantillon 15), alors que la valeur maximale était de $1,9 \cdot 10^7$ UFC/mL pour le lait produit par une chèvre de race Alpine du même élevage précédent (échantillon 10). En considérant les limites microbiologiques fixées pour la FAMT (**JORA N°39, 2017**), la qualité des différents laits a été évaluée selon 3 catégories : satisfaisante, acceptable et non satisfaisante.

Tableau N°09. Résultats du dénombrement de la FAMT et de l'évaluation de la qualité du lait cru de 4 races caprines.

Wilaya	Commune	Race	Éch.	Normes (JORA, 2017)		Évaluation de la qualité
				m	M	
				3.10^5 UFC/mL	3.10^6 UFC/mL	
Alger	Rouïba	Arabia	1	>300		Non satisfaisante
			2	>300		Non satisfaisante
			3	>300		Non satisfaisante
		Saanen	4	>300		Non satisfaisante
			5	$1,9.10^3$		Satisfaisante
			6	>300		Non satisfaisante
		Croisée	7	>300		Non satisfaisante
			8	>300		Non satisfaisante
			9	$1,1.10^7$		Non satisfaisante
	Ouled Chbel	Alpine	10	$1,9.10^7$		Non satisfaisante
			11	$1,3.10^6$		Acceptable
			12	$1,7.10^6$		Acceptable
		Saanen	13	$2,8.10^6$		Acceptable
			14	$3,1.10^6$		Non satisfaisante
			15	$3,2.10^2$		Satisfaisante
Tipaza	Sidi Rached	Saanen	16	$2,1.10^4$		Satisfaisante
			17	>300		Non satisfaisante
			18	$1,9.10^6$		Acceptable
		Arabia	19	>300		Non satisfaisante
			20	>300		Non satisfaisante
			21	$1,8.10^5$		Satisfaisante
Batna	Batna	Saanen	22	$3,1.10^6$		Non satisfaisante
			23	5.10^3		Satisfaisante
			24	8.10^6		Non satisfaisante
Sétif	Guidjel	Croisée	25	>300		Non satisfaisante
			26	2.10^6		Acceptable
			27	$5,2.10^6$		Non satisfaisante
Tizi Ouzou	Tizi Ghennif	Saanen	28	$9,6.10^4$		Satisfaisante
			29	$2,4.10^5$		Satisfaisante
			30	$1,4.10^5$		Satisfaisante

Éch. : échantillon.

m : valeur en dessous de laquelle, la qualité du produit est considérée comme satisfaisante.

M : valeur au-dessus de laquelle, la qualité du produit est considérée comme inacceptable ou non satisfaisante.

Les taux de conformité basés sur le dénombrement de la FAMT sont représentés dans le tableau N°09. Toutes races confondues, la qualité de 56,7% (17/30) du lait analysé était inacceptable. Le taux de conformité le plus élevé a été obtenu pour le lait produit par la race Saanen (46,7%) alors que le taux de non-conformité le plus élevé a été enregistré pour les laits produits par les deux races Arabia et croisée (83,3%). Concernant la race Alpine, le lait produit était à 66,7% acceptable.

Tableau N°09. Taux de conformité lié à la FAMT dans le lait cru de 4 races caprines.

Race	Qualité bactériologique					
	Satisfaisante		Acceptable		Non satisfaisante	
	n	%	n	%	n	%
Arabia	1	16,7	0	0	5	83,3
Saanen	7	46,7	2	13,3	6	40
Croisée	0	0	1	16,7	5	83,3
Alpine	0	0	2	66,7	1	33,3
Total	8	26,7	5	16,7	17	56,7

n : nombre d'échantillons.

3.1.2. Les coliformes thermotolérants

Les résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants à partir de 30 échantillons de lait cru de chèvre sont rapportés dans le tableau N°10.

Dans les valeurs dénombrables, la valeur minimale enregistrée était de moins de 1 UFC/mL pour le lait qui provient de deux chèvres de race Saanen, la première élevée à Rouiba (échantillon 5) et la seconde à Ouled Chbel (échantillon 15). La valeur maximale qui était de l'ordre de $6,1.10^6$ UFC/mL a été associée à la race Saanen de l'élevage de Sidi Rached (échantillon 18). En considérant les limites microbiologiques fixées pour les coliformes thermotolérants (**JORA N°39, 2017**), la qualité des différents laits a été évaluée selon 3 catégories : satisfaisante, acceptable et non satisfaisante.

Tableau N° 10. Résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants et de l'évaluation de la qualité du lait cru de 4 races caprines.

Wilaya	Commune	Race	Éch.	Normes (JORA, 2017)		Évaluation de la qualité
				m	M	
				5.10^2 ufc/mL	5.10^3 ufc/mL	
Alger	Rouiba	Arabia	1	$2,1.10^2$		Satisfaisante
			2	>150		Non satisfaisante
			3	1.10^4		Non satisfaisante
		Saanen	4	>150		Non satisfaisante
			5	Moins de 1		Satisfaisante
			6	>150		Non satisfaisante
		Croisée	7	$1,4.10^5$		Non satisfaisante
			8	>150		Non satisfaisante
			9	>150		Non satisfaisante
	Ouled Chbel	Alpine	10	$5,4.10^6$		Non satisfaisante
			11	$2,4.10^5$		Non satisfaisante
			12	$7,2.10^4$		Non satisfaisante
		Saanen	13	$3,8.10^6$		Non satisfaisante
			14	$5,6.10^4$		Non satisfaisante
			15	Moins de 1		Satisfaisante
Tipaza	Saanen	16	>150		Non satisfaisante	
		17	>150		Non satisfaisante	
		18	$6,1.10^6$		Non satisfaisante	
	Arabia	19	$6,3.10^5$		Non satisfaisante	
		20	$3,8.10^6$		Non satisfaisante	
		21	$1,1.10^5$		Non satisfaisante	
Batna	Saanen	22	>150		Non satisfaisante	
		23	>150		Non satisfaisante	
		24	$5,2.10^6$		Non satisfaisante	
Sétif	Guidjel	Croisée	25	$2,2.10^6$		Non satisfaisante
			26	$5,7.10^6$		Non satisfaisante
			27	$5,5.10^5$		Non satisfaisante
Tizi Ouzou	Tizi Ghennif	Saanen	28	2.10^4		Non satisfaisante
			29	$1,9.10^5$		Non satisfaisante
			30	3.10^4		Non satisfaisante

Éch. : échantillon.

m : valeur en dessous de laquelle, la qualité du produit est considérée comme satisfaisante.

M : valeur au-dessus de laquelle, la qualité du produit est considérée comme inacceptable ou non satisfaisante.

Les taux de conformité basés sur le dénombrement des coliformes thermotolérants sont représentés dans le tableau N°11. Toutes races confondues, la qualité de 90% (27/30) du lait analysé était inacceptable. Arabia et Saanen étaient les seules races qui ont produit du lait conforme mais avec des taux faibles : 16,7% et 13,3%, respectivement. Par conséquent, le taux de non-conformité était élevé pour ces deux races, auxquelles s'ajoute l'Alpine et la croisée avec 100% de lait analysé non-conforme, chacune.

Tableau N°11. Taux de conformité lié aux coliformes thermotolérants dans le lait cru de 4 races caprines.

Race	Qualité bactériologique					
	Satisfaisante		Acceptable		Non satisfaisante	
	n	%	n	%	n	%
Arabia	1	16,7	0	0	5	83,3
Saanen	2	13,3	0	0	13	86,7
Croisée	0	0	0	0	6	100
Alpine	0	0	0	0	3	100
Total	3	10	0	0	27	90

n : nombre d'échantillons.

3.1.3. Les staphylocoques

Les résultats du dénombrement des staphylocoques à partir de 30 échantillons de lait cru de chèvre sont rapportés dans le tableau N°12.

Dans les valeurs dénombrables, la valeur minimale enregistrée était de moins de 1 UFC/mL pour le lait qui provient de deux chèvres de race Saanen, la première élevée à Rouiba (échantillon 5) et la seconde à Ouled Chbel (échantillon 15). La valeur maximale qui était de l'ordre de $5,6.10^6$ UFC/mL, est associée à l'élevage de la race croisée dans la commune de Guidjel (échantillon 27). En considérant les limites microbiologiques fixées pour les staphylocoques (**JORA N°39, 2017**), la qualité des différents laits a été évaluée selon 3 catégories : satisfaisante, acceptable et non satisfaisante.

Tableau N°12. Résultats du dénombrement des staphylocoques et de l'évaluation de la qualité du lait cru de 4 races caprines.

Wilaya	Commune	Race	Éch.	Normes (JORA, 2017)		Évaluation de la qualité
				m	M	
				10 ² ufc/mL	10 ³ ufc/mL	
Alger	Rouiba	Arabia	1	>150		Non satisfaisante
			2	>150		Non satisfaisante
			3	>150		Non satisfaisante
		Saanen	4	6,5.10 ⁴		Non satisfaisante
			5	Moins de 1		Satisfaisante
			6	6,5.10 ⁵		Non satisfaisante
		Croisée	7	9,1.10 ⁴		Non satisfaisante
			8	2,6.10 ²		Acceptable
			9	3,8.10 ²		Acceptable
	Ouled Chbel	Alpine	10	1,3.10 ⁵		Non satisfaisante
			11	1,2.10 ³		Non satisfaisante
			12	2,4.10 ²		Acceptable
		Saanen	13	1,5.10 ³		Non satisfaisante
			14	4,8.10 ²		Acceptable
			15	Moins de 1		Satisfaisante
Tipaza	Saanen	16	3,5.10 ⁵		Non satisfaisante	
		17	2,5.10 ⁵		Non satisfaisante	
		18	>150		Non satisfaisante	
	Arabia	19	2,1.10 ⁴		Non satisfaisante	
		20	1,5.10 ⁵		Non satisfaisante	
		21	3.10 ³		Non satisfaisante	
Batna	Saanen	22	1,8.10 ⁴		Non satisfaisante	
		23	6.10 ⁴		Non satisfaisante	
		24	2,4.10 ⁴		Non satisfaisante	
Sétif	Croisée	25	>150		Non satisfaisante	
		26	4,3.10 ⁴		Non satisfaisante	
		27	5,6.10⁶		Non satisfaisante	
Tizi Ouzou	Saanen	28	2,6.10 ⁴		Non satisfaisante	
		29	4.10 ⁴		Non satisfaisante	
		30	1,5.10 ⁴		Non satisfaisante	

Éch. : échantillon.

m : valeur en dessous de laquelle, la qualité du produit est considérée comme satisfaisante.

M : valeur au-dessus de laquelle, la qualité du produit est considérée comme inacceptable ou non satisfaisante.

Les taux de conformité basés sur le dénombrement des staphylocoques sont représentés dans le tableau N°13. Toutes races confondues, la qualité de 80% (24/30) du lait analysé était inacceptable. Saanen était la seule race qui a produit du lait conforme même à un taux estimé faible (13,3%). Le taux de non-conformité était élevé pour les 4 races étudiées parmi lesquelles la race Arabia avait 100% de lait analysé non-conforme. Le taux d'acceptabilité variait de 6,7% pour la race Saanen à 33,3% pour les races croisée et Alpine.

Tableau N°13. Taux de conformité lié aux staphylocoques dans le lait cru de 4 races caprines.

Race	Qualité bactériologique					
	Satisfaisante		Acceptable		Non satisfaisante	
	n	%	n	%	n	%
Arabia	0	0	0	0	6	100
Saanen	2	13,3	1	6,7	12	80
Croisée	0	0	2	33,3	4	66,7
Alpine	0	0	1	33,3	2	66,7
Total	2	6,7	4	13,3	24	80

n : nombre d'échantillons.

3.1.4. Les salmonelles

Les résultats de la recherche des salmonelles dans tous les échantillons de lait prélevés des 4 races caprines étudiées, étaient négatifs. Au regard de ce micro-organisme pathogène, la qualité du lait cru produit par ces 4 races était satisfaisante.

3.2. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les 10 échantillons de lait de mélanges-races sont présentés dans le **tableau N°14**.

Pour les 4 races étudiées, les valeurs de pH des laits analysés étaient relativement inférieures (entre 6,11 et 6,38) aux normes fixées par la **FAO (1995)** ; celles de la densité étaient conformes.

La détermination de la teneur en extrait sec total a révélé des valeurs non conformes dans tous les mélanges ; alors que les échantillons M2, M3, M4, M5, M7 et M9, associés aux 4 races, contenaient peu de matière sèche (entre 112,8 g/L et 128,9 g/L), la teneur en EST était élevée (entre 141,4 g/L et 150,0 g/L) dans les échantillons M1, M8 et M10 représentant les races Arabia et Saanen, voire très élevée (186,9 g/L) dans l'échantillon M6 de la race Saanen de Sidi Rached.

Concernant la matière grasse, le mélange M10 associé à la race Saanen de Tizi Ghennif était le seul échantillon conforme avec une valeur de 43 g/L. La teneur en MG était très élevée (108 g/L) dans l'échantillon M6 associé à la race Saanen de Sidi Rached, et légèrement élevée (45 g/L) dans l'échantillon M1 de la race Arabia de Rouiba. Par contre, les valeurs variaient de faibles à légèrement faibles (entre 33 g/L et 42 g/L) pour les autres échantillons représentant les 4 races étudiées.

La détermination de la teneur en protéines brutes a révélé des valeurs au-dessus de la valeur maximale (35,7 g/L et 37,5 g/L) pour 8 échantillons représentant les 4 races étudiées. Les valeurs étaient conformes uniquement pour l'échantillon M3 de la race croisée de Rouiba (32,2 g/L) et l'échantillon M5 de la race Saanen de Ouled Chbel (33,9 g/L).

Tableau N° 14. Composition physico-chimique du lait de mélange de 4 races caprines.

Wilaya	Commune	Race	Éch.	pH (6,45-6,60)*	Densité (1027-1035)*	EST g/L (136-140)*	MG g/L (43)*	Prot. T g/L (23-35)*
Alger	Rouiba	Arabia	M1	6,11	1031,4	141,7	45	37,5
		Saanen	M2	6,24	1032,8	121,5	33	35,7
		Croisée	M3	6,26	1029,2	119,0	38	32,2
	Ouled Chbel	Alpine	M4	6,33	1029,0	122,7	34	35,7
		Saanen	M5	6,33	1029,4	112,8	34	33,9
Tipaza	Sidi Rached	Saanen	M6	6,34	ND	186,9	108	37,5
		Arabia	M7	6,32	1029,6	121,1	39	35,7
Batna	Batna	Saanen	M8	6,29	1034,6	141,4	40	37,5
Sétif	Guidjel	Croisée	M9	6,26	1033,4	128,9	42	35,7
Tizi Ouzou	Tizi Ghennif	Saanen	M10	6,38	1034,8	150,0	43	35,7

* : normes **FAO (1995)**.

Éch. : échantillon.

ND : non déterminée.

EST : extrait sec total.

MG : matière grasse.

Prot. T : protéines totales.

4. Discussion

4.1. Qualité bactériologique du lait cru de chèvre

La flore aérobie mésophile totale (FAMT) à 30°C

Globalement, la FAMT était présente dans les 30 échantillons de lait cru analysés. Après dénombrement, l'application des limites microbiologiques a révélé 13 échantillons propres à la consommation humaine : 8 de qualité satisfaisante prélevés des races Arabia et Saanen, et 5 de qualité acceptable prélevés des races Saanen, croisée et Alpine.

Il est à rappeler que même le lait produit et manipulé dans les meilleures conditions d'hygiène contient des bactéries qui peuvent provenir de l'animal porteur de germes au niveau de la peau et des trayons de la mamelle, du manipulateur, des installations et du matériel de la traite ainsi que de l'environnement. Selon **GUIRAUD et ROSEC (2004)**, la FAMT est constituée d'un ensemble de micro-organismes divers correspondant aux germes banaux de contamination qui sont capables de se multiplier en présence d'oxygène et d'une température variant entre 20°C et 40°C. Elle renseigne sur la qualité hygiénique globale des élevages, et constitue un indicateur important des conditions d'hygiène lors de la traite, en particulier. Par conséquent, son dénombrement demeure la méthode la plus communément utilisée par les unités de transformation du lait pour évaluer la qualité bactérienne de cette denrée, de manière générale (**MHONE *et al.*, 2011**)

Bien que les opérations de nettoyage et de désinfection du pis aient été réalisées avant la traite pour échantillonnage, les résultats obtenus dans cette étude pourraient refléter la défaillance des mesures d'hygiène globales dans les élevages visités, excepté dans l'élevage de la race Saanen situé à Tizi Ghennif (Tizi Ouzou) ; les échantillons analysés de sa production laitière était entièrement propre à la consommation humaine.

Par race caprine, Arabia était associée au taux de non-conformité le plus élevé (83,3%) ; ce résultat ne concorde pas avec celui de **LAHRECH *et al.*, (2018)**, qui ont évalué d'acceptable, la qualité de 40 prélèvements de lait cru de chèvre Arabia dans la wilaya de Djelfa. Au Sénégal, l'étude menée par **LABA (2004)** sur 45 prélèvements de lait de chèvre cru, a rapporté une moyenne de contamination par la FAMT de l'ordre de $19,2 \cdot 10^7$ UFC/mL, ce qui porte le taux de non-conformité à 84,4%, un résultat comparable à celui que nous avons obtenu.

Les coliformes thermotolérants

Les coliformes thermotolérants avaient aussi contaminés l'ensemble des échantillons de lait cru analysés. Après dénombrement, l'application des limites microbiologiques a révélé uniquement 3 échantillons propres à la consommation humaine de qualité satisfaisante prélevés des races Arabia ((n= 1) et Saanen (n= 2). La totalité des échantillons de lait produit par la croisée et la race Alpine n'était pas conforme au vu de la réglementation.

La détection des coliformes thermotolérants, appelés également coliformes fécaux, révèle une contamination d'origine intestinale (fécale) ; leur nombre est généralement proportionnel au degré de pollution produite par les matières fécales (**AGGAD *et al.*, 2010**). Ces micro-organismes indicateurs de la pollution fécale sont généralement en nombre inférieur aux coliformes totaux qui indiquent une contamination récente ou constante ; leur origine peut être humaine ou animale (**BROSSARD *et al.*, 2003**).

Le taux de non-conformité enregistré (90%) était supérieur à celui obtenu au Sénégal ; il a été évalué à 77,8% avec une moyenne de contamination par les coliformes fécaux de l'ordre de $32,7.10^4$ UFC/mL (**LABA, 2004**).

Les staphylocoques

Globalement, les staphylocoques étaient présents dans les 30 échantillons de lait cru analysés. Après dénombrement, l'application des limites microbiologiques a révélé uniquement 6 échantillons propres à la consommation humaine : 2 de qualité satisfaisante prélevés de la race Saanen, et 4 de qualité acceptable prélevés des races Saanen, croisée et Alpine. Aucun prélèvement de lait produit par la race Arabia n'était conforme selon la réglementation.

Le taux de non-conformité obtenu (80%) était supérieur à celui estimé par LABA (2004) à 2,2% avec une moyenne de contamination à *S. aureus* de l'ordre de 4,9 UFC/mL.

Selon **SRAIRI et HAMAMA (2006)**, les pratiques de tétées préalables à la traite auraient pour incidence une chute de la contamination du lait par les staphylocoques car il est considéré que les premiers jets soient plus fortement contaminés en micro-organismes présumés pathogènes surtout en cas de mammites.

Les infections mammaires à staphylocoques représentent la principale source de contamination du lait à la production (**THIEULON, 2005**). Dans les élevages visités, nous n'avons pas détecté des signes de mammites mais le CMT était positif pour les chèvres des races Arabia, Saanen et croisée (échantillons 3, 5, 9, 11, 12, 14,15) prélevées dans l'élevage de Rouiba et les chèvres des races Arabia et Saanen (échantillons 18 et 19) prélevées dans l'élevage de Sidi Rached ; les seuls élevages où nous avons pu appliquer ce test.

Les salmonelles

La recherche des salmonelles dans les 30 échantillons de lait cru était négative. Par conséquent, la production laitière prélevée des 4 races caprines étudiées était propre à la consommation humaine au regard de ce pathogène.

Notre résultat concorde à celui rapporté par **LABA (2004)**. En Algérie, **TIR *et al.*, (2015)** ont également obtenu un résultat négatif après analyse de lait cru prélevé dans deux fermes de vaches laitières à Tissemsilt.

Selon **AFFIF *et al.*, (2008)**, les salmonelles sont difficiles à mettre en évidence dans cette denrée alimentaire ;

Par ailleurs, si les salmonelles sont détectées dans le lait cru, la contamination est le plus souvent d'origine externe (**VLAEMYNCK, 1994**). La principale source serait l'excrétion fécale ; une fois disséminées dans l'environnement, elles contaminent la peau de la mamelle et le matériel de la traite (**GUY, 2006**). **MORISSE *et al.*, (1992)** précisent que le portage et l'excrétion fécale ne sont pas systématiquement liés à des antécédents de salmonelloses cliniques dans les troupeaux, en effet, des pourcentages de caprins excréteurs comparables, de l'ordre de 7% à 9% par troupeau, avaient été observés dans des élevages avec ou sans antécédents de salmonelloses.

4.2. Qualité physico-chimique du lait cru de chèvre

Selon la **FAO (1995)**, le pH du lait de chèvre varie entre 6,45 et 6,60. Les valeurs de pH obtenues étaient comprises entre 6,11 et 6,38, ce qui signifie que les laits crus produits par les quatre races étudiées étaient relativement acides.

Globalement, la variation du pH du lait dépend de la flore microbienne totale et de son activité métabolique (**LABIOUI, 2009**) ; son abaissement est dû en grande partie à la synthèse de l'acide lactique par les bactéries lactiques. La variation dépend également des facteurs génétiques (**REMEUF *et al.*, 1998**), de la présence de caséines et d'anions phosphoriques et citriques (**AMIOT *et al.*, 2002**), et des variabilités liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire et à l'apport hydrique (**MATHIEU, 1998**). L'état de santé général, les infections mammaires en particulier ainsi que les conditions d'hygiène lors de la traite peuvent influencer sur le pH du lait (**MATHIEU, 1998 ; MORGAN, 2001 ; LABIOUI, 2009**).

La densité des laits analysés était conforme (1027 – 1035, **FAO, 1995**). Ce paramètre dépend de la teneur en matière sèche, de la teneur en matière grasse, de la température et des disponibilités alimentaires (**MATHIEU, 1998**). Il augmente avec l'augmentation des solides non gras et diminue avec l'augmentation de la matière grasse (**FILIPOVITCH, 1954**). Globalement, il varie approximativement en sens inverse de la qualité du lait produit, c'est à dire qu'il sera maximal en décembre/janvier et minimal en mai/juin (**PASCALE, 1992**).

L'extrait sec total est un critère qui renseigne sur l'alimentation ; ce sont les rations peu énergétiques qui réduisent son taux et qui peuvent expliquer nos résultats concernant 6 échantillons. Par conséquent, la teneur élevée en EST dans les autres échantillons serait due à une alimentation fortement énergétique.

La variation de l'EST est en relation directe avec la variation, notamment, du taux protéique et du taux butyreux (**Croguennec *et al.*, 2008**). Les races caprines laitières comme la Saanen et l'Alpine donnent un lait pauvre en matière sèche (110 à 135 g / kg), souvent en raison de faibles niveaux de matières grasses (30 g/Kg à 40 g/kg) et de protéines brutes (27 g/Kg à 35g /kg) (**Morand-Fehr *et al.*, 1991**).

Les taux butyreux et protéique varient en sens inverse de la quantité de lait produite (**GRAPPIN *et al.*, 1981**), Il est probable que les chèvres Saanen arrivent à compenser partiellement leur faible production laitière par des concentrations lipidique et protéique élevées ; c'est probablement le cas de l'élevage Saanen à Sidi Rached et, à un moindre degré, de l'élevage Arabia à Rouiba.

Le taux butyreux dépend à la fois de la part de l'aliment concentré dans la ration (et, quand celle-ci est élevée, de la nature de ces aliments concentrés) et du mode de présentation et de distribution de la ration (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments). Il peut être sensiblement augmenté par l'utilisation de certains aliments (ensilage de maïs, betteraves, lactosérum) ou additifs (substances tampons, monopropylène glycol). Il est donc possible de modifier sensiblement et dans des sens opposés le taux butyreux et le taux protéique (**HODEN et COULON, 1991**).

Hormis deux échantillons (M3 et M5), les valeurs obtenues pour les autres laits concernant la teneur en protéines brutes, étaient élevées au vu de la norme (**FAO, 1995**). Nos résultats étaient supérieurs aux résultats enregistrés par **BOUMENDJEL *et al.*, (2017)** ; l'analyse de lait de chèvre collecté à Guelma, Souk-Ahras, Annaba et El-Tarf a révélé une teneur en protéines conforme qui variait entre 28 g/L et 31 g/L.

Dans une autre étude réalisée sur le lait caprin à Oran, la teneur en protéines était non conforme avec 20,85 g/L (**ROUDJ *et al.*, 2005**), une valeur qui était en dessous de la minimale de la norme (23 g/L à 35 g/L) mais aussi inférieure aux valeurs que nous avons enregistrées.

Conclusion et recommandations

Conclusion et recommandations

Le lait est un aliment indispensable à tout âge de la vie. Sa qualité nutritionnelle vient de sa composition particulière en lactose, lipides, protéines, vitamines et minéraux.

L'étude réalisée a été orientée vers l'appréciation puis la comparaison entre les critères bactériologiques et les paramètres physico-chimiques du lait cru produit par quatre races caprines (Arabia, Saanen, croisée et Alpine) élevées dans 5 wilayas : Alger, Tipaza, Sétif, Batna et Tizi Ouzou.

Sur le plan bactériologique, les résultats ont révélé que la flore aérobie mésophiles totale (FAMT), les coliformes thermotolérants et les staphylocoques étaient présents dans tous les échantillons testés ; la qualité de 56,7% (17/30), de 80% (24/30) et 80% (24/30) du lait analysé était inacceptable respectivement pour la FAMT, les coliformes thermotolérants et les staphylocoques. Par ailleurs, nous avons constaté que tous les résultats de la recherche des salmonelles étaient négatifs d'où une qualité satisfaisante concernant ce critère.

Sur le plan physico-chimique, les résultats obtenus montrent que le lait testé était acide avec des valeurs de pH variant de 6,11 à 6,38. Sa densité, conforme, était comprise entre 1029,0 et 1034,8. Les teneurs en extrait sec total (entre 112,8 g/L et 186,9 g/L), en matière grasse (entre 33g/L et 108 g/L) et en protéines totales (32,2 g/L et 37,5 g/L) étaient globalement non conformes, quel que soit la race.

Les qualités bactériologique et physico-chimique du lait cru de chèvre que nous avons analysé étaient non satisfaisantes chez les 4 races prélevées. Nous recommandons la mise en œuvre, de manière correcte, des bonnes pratiques d'élevage et d'hygiène.

Références

Références bibliographiques

- **AFIF A., FAID M., NAJIMI M., (2008).** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology, BioAlliance CanadaMorocco*, 7, 2-7.
- **AFNOR., (1985).** Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3ème édition : 107-121-125-167-251(321 pages).
- **AGGAD H., MAHOUZ F., AHMED AMMAR Y., KIHAL M., (2009).** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l’ouest algérien, *Revue Méd.* V, N° 16012, Oran: 591-593p.
- **ALAIS (1984).** science du lait, principes des technique laitière. Paris, 4^{ème} édition SEPAIC, Paris, 500, 814p.
- **AMIOT A., FOURNIER S., LEBEUF Y., PAQUET P., Simpson R., (2002) :** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et Techniques d'analyse du lait. In : **VIGNOLA C.L.,** Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).
- **AMROUNE T. et ZERROUKI N., (2014).** Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Rencontres Recherche Ruminants* 21: 293.
- **BADIS A., AOUABDIA-SELLAMI N., GUETAMI D., KIHAL M., OUZROT R., (2005).** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales « ARABIA ET KABYLE ». *Sciences et technologie*, 23, 30-37
- **BELARBI M., (2015).** Etude comparative entre la qualité microbiologique de lait crus de vache et le lait de chèvre. Mémoire de master. Université Abou Baker BelkaidTlemcen. 75p.
- **BOUMENDJEL M., FEKNOUS N., MEKIDECHE F., DALICHAUCHE N., FEKNOUS I., TOUAFCHIA L., METALAOUI N. & ZENKI R, (2017).** Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products*, 5:2, 492-506,<https://doi.org/10.5281/zenodo.1098265>
- **BROSSARD D. et SHANAHAN J., (2003).** Do citizens want to have their say.media,agricultural biotechnology and authoritaria views of democratic processes in science. *Mass communication and society*, 3, 291-312 pages.

- **BYLUND G., (1995).** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems. Lun Swed en, 436 p.
- **CHETOUNE S, (1982).** Amélioration de la qualité bactériologique du lait cru, thèse d'ingénieur en agronomie. Mostaganem : ITA, 88p.
- **CROGUENEC T., JEANTET R., BRULE G, (2008).** Les Fondements Physico-chimiques de la Technologie Laitière. Ed. Tec et Doc Lavoisier : Paris ; 135 p.
- **DEBRY , (2006) :** Lait, nutrition et santé, Edition TEC et DOC 11, rue Lavoisier 75008 Paris, Londres, new tork pg4
- **DIOF L., (2004).** Étude de la production et de la transformation du lait de chèvre dans les Niayes (Sénégal). Mémoire d'études approfondies de productions animales. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 45 p. 30.
- **FAO, (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 3 : laits d'animaux laitier. Collection FAO /alimentation et nutrition p 38-257.
- **FELIACHI K., (2003) :** Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie. Commission Nationale, Point focal Algérien pour les ressources génétiques, Octobre, 1-46.
- **FILIPOVITCH D., (1954).** Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. International dairy journal. pp : 333-334.
- **FREDOT E., (2005) .**Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, lavoisier : 25(397 page).
- **FTLQ, (2002).** Science et Technologie du lait. Fondation de Technologie Laitière du Québec Inc. Ed. Presses Internationales Polytechnique. Québec, Canada.28-44p
- **GHOZLANE F., YAKHLEF H., ZIKI B., (2006) :** Performances zootechniques et Caractérisation des élevages bovins laitiers dans la région de Annaba (Algérie). Rencontres Recherches Ruminants, 13, 386.
- **GOURSAUD J., (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. In : LUQUET F.M., Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. 1ère éd. Paris : Technique et documentation Lavoisier. Vol.1, 1-90. P15, P 3-4, P164, P171.
- **GRAPPINR., JEUNETR., BROCHETM., LE TOQUIN A., (1981).**Méthodes de routine de dosage de la matière grasse et des protéines des laits de chèvre et de brebis. In : La production laitière dans les espèces ovine et caprine, 351- 364, Ed. Itovic-Speoc, Paris.

- **GUIRAUD J.P et ROSEC J.P., (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Ed. AFNOR. 298p.
- **GUIRAUD J.P., (1998).** Microbiologie alimentaire. Paris : Dunod, 651p.
- **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, 361-367
- **JAKOB E. et HÄNNI J.P., (2004).** Fromageabilité du lait. Ed. Agroscope Liebefeld Posieux. Groupe de discussions N° 17F.
- **JAQUE J., THEVENOT R ., YOURT N., (1961).** Le lait et le froid. Paris : édition Billiere
- **JORA N° 39. du 7 novembre 2017-**rendant obligatoire une méthode de préparation des échantillons pour l’essai et les dilutions en vue de l’examen microbiologique. 32 pages
- **KOLB E., (1975).** Physiologie des animaux domestique. Paris.
- **LABIOUI H., ELMOUALDI L., EL YACHIOUI M., OUHSSINE M., (2009).** Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. - Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2005, 144(3-4), 237-250.
- **LABIOUI H., (2009).** Etude physico-chimique et microbiologique de lait cru , bull, soc.phrm.bordeaux .(148) p7-16.
- **LAHRECH M., HAMIDI A., CHOUKRI., ANCER B., (2018).** Qualité microbiologique du lait et du fromage de chèvres Arabia: coagulation par *Cynara cardunculus* , école nationale supérieur d’agriculture ENSA, El Harrach. Algérie.
- **LEDERER J, (1983).** Le lait ; l’encyclopedie moderne de l’hygiène et alimentaire tome : hygiène des aliments Edition naune laerts et maloine paris. P132.
- **LEGARTO J., GELE M., FERLAY A ., HURTAUD C., LAGRIFFOUL C., PALHIERE I., PEYRAUD J.L., ROUILLE L ., BRUNSCHWIG P., (2014).** Effets des conduites d’élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre.
- **MATHIEU J., (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Paris : Lavoisier, « Tec et Doc », 220 p. 215p187-245
- **MEYER C. et DENIS J.P, (1999).** Élevage de la vache laitière en zone tropicale. Ed : Cirad, 314 P.

- **MHONE T. A., MATOPE G., SAIDI P .T., (2011).** Aerobic bacterial, coliform, Escherichia coli and Staphylococcus aureus counts of raw and processed milk from selected smallholder dairy farms of Zimbabwe. International Journal of Food Microbiology, 151, 223e228.
- **MORGAN F., (2001).** The typical flavour of goat milk products: technological aspects, Int. J. Dairy Technol. 54 (2001) 38–40
- **MORNAD-FEHR P., BAS P., BLANCHART R., DACCORD R., GIGER-REVERDIN S., GIHAD E.A., HAJIPANAYIOTOU M., MOWLEM A., REMEUF F., SAUVANT D., (1991).** Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics. In: Goat Nutrition. Morand-Fehr P., (Ed), Pudoc, Wageningen, Pays-Bas, 209-224.
- **PASCALE G., (1992).** Les acides gras trans : origine, impact santé, évolution de leur teneur dans les aliments en France au cours des dernières années, Les mises au point de l'IFN (Institut Français pour la Nutrition), p 1-8.
- **POINTURIER, H., (2003).** La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).
- **POUGHEON S. et GOURSAUD. (2001) :** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6 (566pages).
- **POUGHEON S., (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France.
- **PRASAD H., TEWARI H.A., SENGHA O.P.S, (2005).** Milk yield and composition of the beetal breed and their crosses with Jamunapari, Barbari and Black Bengal breeds of goat. Small Ruminant Research 58: 195199.
- **REMEUF, LE NOIR et DUBY, (1985) :** Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. Lait, 69, 499,518.
- **RENNER E., (1989).** Micronutrients in milk and milk-based food products. london elsvier appleid science.311 pages.
- **RHEOTEST, (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire. Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

- **ROUDJ S., A. BESSADAT A., KARAM N.E., (2005).** Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien.
- **SCHMID D., (1980).** Colloïdal aspects of casein. Netherl and Milk Dairy Journal, 34, 42-64.
- **SORYAL K.A., ZENG S.S., MIN B.R., HART S.P., BEYENE F.A., (2004).** Effect of feeding systems on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. Small Rumin. Res. 54 (1- 2).p.p. 121-129.
- **SRAIRI M.T., HAMAMA A, (2006).** Qualité globale du lait cru de vache au Maroc concept, état des lieux et perspectives d'amélioration. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin réalisé à l'institut agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, N°137.
- **THIEULON M., (2005).** Lait pathogènes staphylocoques. Revue de la chambre d'agriculture du Cantal. pp : 1-2.
- **VEISSEYERE A., (1975).** Technologie de lait, 3eme édition. Paris : La maison rustique, 714p.
- **VEISSEYRE R., (1979).** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3éme édition. Edition la maison rustique. Paris. 83p. 714 p.
- **VIERLING E.R., (2008).** Aliments et boissons filières et produits. 3éme édition Biosciences et techniques.Paris.pp :15-16
- **VIGNOLA C., (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Ed. Lavoisier, Science et technologie de lait. Ecole polytechnique de Monterial, Paris, P70, 600p. 141.
- **WATTIAUX, (1997).** Dairy essentiels (1st édition) : Nutrition and feeding he Babcock Institute Publications, University of Wisconsin-Madison, 1-28.

Annexes

Annexe N°1

Matériel de prélèvement et d'analyses

Matériel de prélèvement

- Flacons en verre stériles de 250 mL et 500 mL.
- Eau javellisée.
- Chiffonnettes.
- Glacière.

Matériel d'analyses bactériologiques

- Tubes à essai stériles.
- Étuves réglées à : 30°C, 37°C et 44°C.
- Matériel de stérilisation : autoclave, bec bunsen.
- Bain-Marie.
- Vortex.
- Anses de platine.
- Appareil lumineux de comptage de colonies.
- Consommable usuel de laboratoire de microbiologie : pipettes Pasteur, micropipettes, embouts stériles en plastique, seringues, boîtes de pétri stériles.

Matériel d'analyses physico-chimiques

- pH-mètre.
- Thermolactodensimètre.
- Balance analytique.
- Capsules en verre ou creusets.
- Dessiccateur.
- Etuve réglée à $103 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Bain-Marie avec thermomètre réglé à $65 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Butyromètre à lait.
- Centrifugeuse Gerber.
- Minéralisateur et tubes à minéralisation.
- Distillateur d'azote.
- Instruments et verrerie courante de laboratoire de physico-chimie : éprouvette, spatule, fioles jaugées, fioles d'Erlenmeyer, burette hydrométrique et différentes pipettes.

Annexe N°2

Milieux et réactifs

Analyses microbiologiques

- Solution EPT (eau peptonée tamponnée).
- Bouillon TSE (tryptone sel).
- Gélose PCA (plate count agar).
- Gélose VRBG (violet red bile glucose agar).
- Gélose BP (Baird-Parker).
- Jaune d'œuf.
- Tellurite de potassium.
- Bouillon sélénite cysteine.
- Disques SFB (selenite F broth).
- Bouillon RV (Rapaport-Vassiliadis).
- Gélose XLD (xylose-lysine-desoxycholate).
- Gélose HK (Hektoen).
- Gélose Nutritive (GN).
- Gélose TSI (triple sugar iron)
- Eau oxygénée.

Analyses physico-chimiques

- Eau distillée.
- Acide sulfurique à 62% (H₂SO₄).
- Alcool iso amylique.
- Sulfate de potassium (K₂SO₄) et sulfate de cuivre (CuSO₄).
- Acide sulfurique concentré.
- Acide borique.
- Mélange rouge de méthyle et bleu de méthylène.
- Phénophtaléine.
- NaOH aqueuse.
- Acide sulfurique 0,1 N.

Californian mastitis test (CMT)

Le test de mammite de Californie a été réalisé sur place au début de la traite, après élimination des 1^{ers} jets. C'est une technique rapide, simple et économique de détecter les infections subcliniques dans un quartier.

Le réactif est composé d'un détergent et d'un indicateur de pH.

Lorsqu'il est mélangé avec le lait, il réagit avec les cellules somatiques pour former un gel visqueux. Le CMT donne uniquement une indication sur la quantité des cellules somatiques présentes dans le lait car il ne réagira de façon visible qu'à partir d'un nombre seuil de 400 000 cellules ; plus il y a de cellules dans le lait, plus le mélange sera épais et visqueux.

Par ailleurs, le changement de couleur indique la variation du pH du lait et donc le degré de l'inflammation.

Annexe N°3

Méthodes d'analyses bactériologiques (mode opératoire)

Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale à 30°C (FAMT) selon la norme NF EN ISO 4833 : 2003

- Transférer, avec une pipette, 1 mL de chaque dilution dans une boîte de pétri stérile, préalablement identifiée (travailler avec le même embout car nous procédons de la dilution la moins concentrée à la dilution la plus concentrée).
- Verser environ 15 mL de gélose PCA, refroidie et maintenue à 47±2°C.
- Mélanger soigneusement le milieu et l'inoculum puis laisser le mélange se solidifier sur une paillasse horizontale.
- Incuber pendant 24 à 72 h à 30°C.

❖ *Identification et comptage*

Avec le milieu PCA, les colonies caractéristiques de la FAMT sont blanchâtres et lenticulaires qui poussent en profondeur.

- Placer les boîtes de pétri de manière à ce que le couvercle repose sur la surface lumineuse d'un compteur de colonies.
- Compter uniquement les colonies de deux dilutions successives présentant entre 15 et 300 colonies.

Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants selon la norme NF V08-060/2009

- Ensemencer en profondeur une gélose VRBG en suivant le même mode opératoire du dénombrement de la FAMT.
- Incuber les boîtes de Pétriensemencées 24 à 48h à 44 °C.

❖ *Identification et comptage*

Avec le milieu VRBG, les colonies caractéristiques des coliformes thermotolérants sont petites, violettes et fluorescentes, poussant en masse.

Le comptage des colonies des coliformes fécaux s'effectue de la même manière réalisée pour celles de la FAMT.

Recherche et dénombrement des staphylocoques selon la norme NF EN ISO -1 :2004

❖ Préparation du milieu d'ensemencement

- Faire fondre un flacon contenant 225 mL de gélose BP puis le refroidir à $47\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Ajouter 15 mL d'une solution de jaune d'œuf et 5 mL de tellurite de potassium.
- Mélanger soigneusement puis répartir le milieu préparé dans des boîtes de Pétri pré-identifiées.
- Laisser solidifier la gélose sur une paillasse horizontale puis faire sécher les boîtes dans une étuve réglée pendant quelques minutes à 45°C - 55°C .

❖ Ensemencement

- Ensemencer en surface le milieu préparé en étalant 0,1 mL de chaque dilution dans une boîte de pétri.
- Incuber les boîtes ensemencées pendant 24-48h à 37°C .

❖ Identification et comptage

Sur milieu BP, les colonies caractéristiques des staphylocoques apparaissent particulièrement noires, brillantes et bombées, entourées d'une zone transparente ou translucide.

Le comptage des colonies des staphylocoques s'effectue de la même manière réalisée pour celles de la FAMT et des coliformes thermotolérants.

Recherche des salmonelles selon la norme NF V 08-052

❖ Pré-enrichissement non sélectif

- Répartir 25 mL de lait dans 225 mL d'EPT.
- Incuber pendant 18-20 heures à 37°C .

❖ Enrichissement sélectif

- Ensemencer 10 mL de bouillon RV avec 0,1 mL de la solution pré-enrichie puis incubé pendant 18-20h à 42°C .
- Ensemencer 10 mL de bouillon sélénite cystéine additionné d'un disque SFB avec 1 mL de la solution pré-enrichie puis incubé pendant 18-20h à 37°C .

❖ Isolement sélectif

- Ensemencer en surface par la technique des stries, deux boîtes de gélose XLD ; la première avec la solution d'enrichissement dans le milieu RV et la seconde avec la solution d'enrichissement dans le milieu sélénite cystéine.

- Ensemencer en surface par la technique des stries, deux boîtes de gélose HK ; la première avec la solution d'enrichissement dans le milieu RV et la seconde avec la solution d'enrichissement dans le milieu sélénite cystéine.
- Incuber toutes les boîtes pendant 18-20h à 37°C.

❖ **Identification**

Sur milieu XLD, les colonies présomptives des salmonelles sont rouges avec éventuellement un centre noir.

Sur milieu HK, les colonies présomptives des salmonelles sont bleues ou vertes avec généralement un centre noir.

L'identification des souches de salmonelles se fait par des tests biochimiques (TSI, urée-indole, ...etc.) qui exigent la préparation d'une suspension bactérienne préparée à partir d'une culture jeune d'une colonie suspecte purifiée sur GN. Une caractérisation sérotypique est réalisée afin de déterminer le sérotype.

Annexe N°4

Méthodes d'analyses physico-chimiques

Mesure du pH

❖ *Principe*

Cette mesure nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. Elle a été réalisée par trempage du pH-mètre dans un bécher contenant quelques millilitres de lait.

❖ *Mode opératoire*

- Etalonner le pH-mètre à l'aide des solutions tampons à pH= 7.
- Introduire l'électrode dans le récipient contenant le lait.
- Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

❖ *Lecture*

Lire le résultat directement à partir de l'affichage sur le cadran du pH-mètre.

Détermination de la densité

❖ *Principe*

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait et la masse du même volume d'eau ; les deux masses étant mesurées à 20 °C (**POINTURIER, 2003**).

❖ *Mode opératoire*

- Verser le lait dans une éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau de telle sorte à que le volume restant soit inférieur à celui de la carène du lactodensimètre (il est commode de repérer ce niveau par un trait de jauge sur l'éprouvette).
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain à 20 °C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18 °C et 22 °C.
- Introduire le thermolactodensimètre jusqu'à débordement du lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette ; ce débordement, nécessaire, débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Attendre 5 à 10 min, le temps de stabilisation, avant de lire directement la température et la densité à l'extrémité supérieure du ménisque.

❖ *Lecture*

Si $T^{\circ} \text{lue} < 20^{\circ}\text{C}$, $D = D \text{lue} - 0,2 (20 - T^{\circ} \text{lue})$.

Si $T^{\circ} \text{lue} > 20^{\circ}\text{C}$, $D = D \text{lue} + 0,2 (T^{\circ} \text{lue} - 20)$.

0,2 représente le coefficient de correction.

Détermination de la teneur en extrait sec total (EST)

❖ *Principe*

La matière sèche d'un lait est le produit résultant de la dessiccation par évaporation d'une certaine quantité d'eau de ce lait (AFNOR, 1985).

❖ *Mode opératoire*

- Sécher les capsules (creusets) vides à l'étuve réglée à $103 \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 30 min.
- Refroidir et peser les creusets vides puis tarer.
- Dans les creusets séchés et tarés, introduire 5 mL de lait à l'aide d'une pipette puis peser.
- Mettre les creusets dans l'étuve pendant 24h pour séchage.
- Refroidir les creusets dans le dessiccateur jusqu'à atteindre la température ambiante (30 min) puis les peser.

❖ *Expression des résultats*

La matière sèche totale du lait exprimée en pourcentage de masse, est égale à :

$$M\% = \frac{M_1 - M_0}{M} \times 100$$

Où :

M_1 : masse, en grammes, de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M_0 : masse, en grammes, de la capsule vide.

M : masse, en grammes, de la prise d'essai.

Détermination de la teneur en matière grasse (MG) par la méthode acido-butyrométrique dite de Gerber

❖ *Principe*

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, la séparation de la matière grasse du lait se fait par centrifugation dans un butyromètre ; la séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique. La teneur en matière grasse, exprimée en grammes pour 100 g ou 100 mL de lait, étant obtenue par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

❖ *Mode opératoire* : consiste en 3 étapes successives.

Préparation du butyromètre à la prise d'essai

- Mesurer 10 mL d'acide sulfurique à l'aide d'une pipette puis les introduire dans le butyromètre.
- Homogénéiser le lait par retournement délicat du contenant.
- Prélever à la pipette 11 mL de lait et les introduire dans le butyromètre sans mouiller son col, de façon à ce que le lait forme une couche au-dessus de l'acide.
- Mesurer 1 mL d'alcool iso-amylique à l'aide d'une pipette puis l'introduire dans le butyromètre sans mouiller son col ni mélanger les liquides.
- Bien boucher le butyromètre sans perturber le contenu.

Dissolution des protéines

- Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

Centrifugation

- Placer le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER en l'amenant à la vitesse requise (1200 tr/mn).
- Centrifuger pendant 2 minutes.

❖ *Lecture*

- Placer le butyromètre dans un bain d'eau à 65 ± 2 °C pendant 2 à 3 minutes.
- Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours orienté vers le bas.
- Ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse devant le repère le plus près de la zone de l'échelle, en exerçant le minimum de mouvements sur cette colonne et en maintenant le butyromètre en position verticale.

- Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis, aussi rapidement que possible et avec soins, le trait de repère à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse correspondant au point le plus bas du ménisque.

❖ *Expression des résultats*

La teneur en matière grasse du lait est égale à :

$$B - A$$

Où :

A : lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

B : lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

Détermination de la teneur en protéines totales par la méthode indirecte de KJELDAHL

❖ *Principe*

En déterminant la teneur en azote total, cette méthode est basée sur deux phases, une phase de digestion ou minéralisation et une phase de distillation.

❖ *Mode opératoire*

- Prélever à la pipette 10 mL de lait.
- Introduire dans le tube à minéralisation, la prise d'essai, 10g de sulfate de potassium, 1g de sulfate de cuivre et 20 mL d'acide sulfurique concentré.
- Placer le tube au niveau du minéralisateur puis chauffer en augmentant la température graduellement, jusqu'à obtention d'une couleur verdâtre (couleur de l'ammonium).
- Laisser refroidir à la température ambiante.
- Introduire 10 mL du produit de digestion dans un tube à minéralisation et ajouter quelques gouttes de phénophtaléine.
- Transvaser le produit de digestion dans une fiole jaugée à 100 mL puis ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- verser 20 mL d'acide borique et quelques gouttes d'un mélange constitué de rouge de méthyle et de bleu de méthylène, dans une fiole d'Erlenmeyer de 500 mL.

- Placer la fiole d'Erlenmeyer et le tube au niveau du distillateur d'azote ; une lessive de soude aqueuse est introduite dans le système afin de volatiliser l'ammoniac du produit de digestion. Le distillat est recueilli dans la solution d'acide borique.
- Titrer le distillat avec de l'acide sulfurique, en utilisant une burette. Le virage est obtenu lorsque la couleur passe du vert au rose persistant.

❖ **Expression des résultats**

Pour pouvoir calculer la teneur en azote total, un essai à blanc est réalisé avec l'eau distillée. Ensuite, appliquer la formule suivante :

$$\text{Azote total \%} = \frac{(V1 - V0) \times 14 \times N \times 100}{V \times 10 \times 1000} \times 100$$

Où :

V1 : volume de la chute de burette de la prise d'essai.

V0 : volume de la chute de burette d'essai à blanc.

14 : masse de l'azote.

N : normalité de l'acide sulfurique.

V : prise d'essai.

Une fois la teneur en azote total déterminée, le taux des protéines brutes est estimé en appliquant l'équation suivante :

$$\text{Protéines brutes \%} = \text{Azote total \%} \times C$$

Où :

C : coefficient (lait et produits laitiers, C = 6,38).

Résumés

Résumé

La demande nationale en lait de chèvre est de plus en plus forte. Notre étude consiste à comparer entre les qualités microbiologique et physico-chimique du lait cru produit par quatre races caprines (Arabia, Saanen, croisée et Alpine) dans six régions situées à Alger, Tipaza, Sétif, Batna et Tizi Ouzou.

À partir de chaque élevage, 3 chèvres par race existante ont été prélevées. Les analyses bactériologiques ont été réalisées sur 30 échantillons au total, alors que les paramètres physico-chimiques ont été déterminés pour 10 laits de mélanges-races.

La qualité bactériologique était dans l'ensemble inacceptable avec des taux de non-conformité de l'ordre de 56,7% pour la FAMT, et de 80% pour les coliformes thermotolérants et pour les staphylocoques. La recherche des salmonelles était négative dans tous les échantillons.

Concernant les paramètres physico-chimiques, les laits analysés avaient une densité conforme mais un pH non-conforme ; la teneur en extrait sec total était aux normes pour les races croisée et Alpine et variait selon l'élevage pour les races Arabia et Saanen ; la teneur en matière grasse était non conforme sauf dans le mélange M10 associé à la race Saanen ; la teneur en protéines totales était aussi non conformes sauf dans les mélanges M3 et M5 associées aux races croisée et Saanen, respectivement.

Les bonnes pratiques d'hygiène et d'élevage doivent être instaurées afin d'améliorer la qualité du lait de chèvre.

Mots clés : lait, chèvre, race, qualité bactériologique, qualité physico-chimique.

Abstract

The national demand for goat's milk is growing. Our study aimed to compare the microbiological and physicochemical qualities of raw milk produced by four goat breeds (Arabia, Saanen, croisée and Alpine) in six regions of Algeria: Algiers, Tipaza, Sétif, Batna and Tizi Ouzou.

From each breeding, 3 lactating goats per breed were taken. Bacteriological analyzes were carried out on a total of 30 samples, while the physicochemical parameters were determined for 10 mixed-breed milks.

The bacteriological quality was overall unacceptable with non-compliance rates of 56.7% for FAMT, and 80% for each thermotolerant coliforms and staphylococci. All samples were Salmonella-negative.

Regarding the physicochemical parameters, the analyzed milk had a compliant density but a non-compliant pH. The total solid content was up to standards for the croisée and Alpine breeds and varied according to the breeding for Arabia and Saanen. The fat content was non-compliant except in mixture M10 associated with the Saanen breed; the total protein content was also non-compliant except in M3 and M5 mixtures associated with croisée and Saanen breeds, respectively.

Good hygiene and husbandry practices must be established in order to improve the quality of goat's milk.

Key words: milk, goat, breed, bacteriological quality, physicochemical quality.

الملخص

يتزايد الطلب الوطني على حليب الماعز. تهدف دراستنا إلى مقارنة الصفات الميكروبيولوجية و الفيزيو-كيميائية للحليب الخام الذي تنتجه اربع سلالات من الماعز (العربية و السانين و الهجينة و الالبين) تربي في ست مناطق من الوطن : الجزائر العاصمة , تيبازة , سطيف , باتنة و تيزي وزو .

في كل مزرعة، تم اختيار 3 ماعز حلوب من كل سلالة. اجريت التحاليل البكتريولوجية على 30 عينة , بينما تم اجراء التحاليل الفيزيو-كيميائية لعشرة عينات حليب تكونت بعد مزج الثلاث عينات من كل سلالة في المزرعة.

تبين من النتائج المحصل عليها ان الجودة البكتريولوجية غير مقبولة بشكل عام حيث بلغت نسب عدم المطابقة نحو 56.7% لل FAMT و 80% للبكتيريا القولونية المقاومة للحرارة و البكتيريا العنقودية بينما كانت نتائج السالمونيلا سلبية في جميع العينات.

بينت نتائج التحليل الفيزيو-كيميائي مطابقة بالنسبة للكثافة على عكس أرقام pH. محتوى المواد الصلبة الكلي كان مطابقا للمعايير بالنسبة للسلالتين الهجينة و الالبين و نسبي بالنسبة للسلالتين العربية و السانين. محتوى المواد الدهنية كان غير مطابقا باستثناء في المزيج M 10 المنسب لسلالة السانين، أما محتوى البروتينات الكلية كان غير مطابقا للمعيار الدولي باستثناء في M3 و M5 اللذان ينسبان للسلالتين الهجينة و السانين على التوالي.

من اجل تحسين نوعية حليب الماعز يجب ممارسة النظافة و التربية الجيدة.

الكلمات المفتاحية: الحليب ، الماعز ، السلالة ، الجودة البكتريولوجية، الجودة الفيزيو-كيميائية.