

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique Université
Chadli Bendjedid



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

ElTarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences Vétérinaires

جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم العلوم البيطرية



Projet de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Docteur
Vétérinaire

**Etude physico-chimique et bactériologique du lait de
chèvre colleté de trois régions de la wilaya de Mila.**

Présenté Par:

BOUKRIA Malek

Née le : 01/12/1996 à Mila

Président :	BOUCHEIKHCHOUKH Mehdi	MCB	Université'ElTarf
Examineur :	HANNANI Hania	MAA	Université'ElTarf
Promoteur :	SAHI Sameh	MCB	Université'ElTarf

Année universitaire 2019-2020

جامعة الشاذلي بن جديد الطارف - برقم 37 الطارف - 70333 الجزائر
Téléphone : +213 38 60 09 43 Fax : +213 38 60 14 17 :+213 38 60 1893:الهاتف
<http://www.univ-eltarf.dz>

Remerciement

Nous souhaitons au terme de ce travail, qui a été réalisé grâce à Dieu qui nous a donné le courage, la persévérance, la puissance ainsi que la volonté pour avoir réalisé ce travail, nos remerciement sont adressés à:

A madame SAHI S. notre encadrante, pour sa compétence scientifique et sa direction rigoureuse, que se soit sur le plan théorique ou pratique le long de notre parcours scientifique, nous a été d' un grand apport. Nous tenons à lui exprimer notre reconnaissance et gratitude et nos respectueux sentiments et nous la remercions vivement pour son aide.

Nous remercions très sincèrement les membres de jury « Dr BOUCHEIKHCHOUKH M. et Dr HANNANI H. » d'avoir Consenté à évaluer notre travail.

A tous les eleveurs, à tous le personnel du DSA de la wilaya de Mila particulièrement à monsieur Boukria Yassin pour ses encouragements.

A monsieur Bouchmelle Amine pour leur gentillesse et ses précieux conseils et a monsieur Bouchmelle Mamer qui m' aide et m'as donné tout las informations nécessaires. Également nous tenons remerciées tous les personnels de laboratoire du service de santé et de prévention de la municipalité de la W. de Mila.

Dédicace

"Langue Allah qui avec sa grâce s'accomplissent les bonnes œuvres.<<Saigneux, parfois notre lumière et pardonne nous.Car tu es amnipotent>>.A tous ceux que je porte dans mon cœur et ceux qui me portent dans les leurs :

A mon père et ma mère

Une réserve inépuisable de courage vous a permis d'accomplir votre devoir tous les jours de vous fier au bon Dieu pour le lendemain.

C'est que vous avez toujours compris que toute réussite déguisée une abdication. Puisse ce travail récompenser votre patience et persévérance et tous les sacrifices que vous avez consentis au nom de la famille.

*A mes frères " **Darredji** et mon jumeau **Youssef**" et mes sœurs "**Amína**, **Zineb** et **Meriem**"*

Demain ne sera pas comme hier, il sera nouveau et il dépendra de nous.

Notre avenir comme notre passé doit être solidaire. C'est la plus belle chose qui nous est donnée naturellement. Notre force résidera toujours dans notre sincère entente et notre esprit de fraternité.

*A les petits enfants " la princesse **Aïcha**, **Moustapha**, **Mahdi**, **Mouhammed**, **Ayoub** et **Yakoub**".*

*A mes amies : **Djihan**, **Nour**, **Inessaf** et **Dounia***

Rien au monde, n' a peu ébranler notre amitié.

A tous mes amis,

*Pour notre amitié et tous les bons moments passés et a venir,
Pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires partagés
Un très grand merci à tous et a toutes.*

*A mon collègue **Ali Guehef** qui m'ont aidé lors de la réalisation de ce travail.*

merci à tous.

Malak, B

Résumé

En Algérie, le lait de chèvre malgré son importance de l'industrie alimentaire demeure un produit relativement moins consommé et moins transformé localement. L'objectif de cette étude est l'évaluation des caractères physico-chimiques et microbiologiques de 12 échantillons de lait cru de chèvre dans toutes les régions différentes à Mila "Chalghoum Laid, AïnTinn et Grareme Gouga" en Algérie. L'examen microbiologique a impliqué le dénombrement de certains microorganismes par exemple "FTAM et des coliformes fécaux ", mais aucun agent pathogène pour l'homme (l'absence totale des staphylococcus aureus, salmonella et clostridium sulfite-réducteurs). Les résultats de cette étude indiquent que le lait de chèvre est de qualité acceptable et conforme aux normes du journal officiel Algérien pour les différentes régions.

Concernant l'analyse des paramètres physico-chimiques les résultats qui ont été réalisés en mesure de la densité moyenne est 1,0345, 75 tous sont compris dans des intervalles qui respectent les normes de J. O. E. A. Donc l'absence de ces germes ne cause aucune intoxication alimentaire et aucun danger pour la santé de l'homme.

Mots clés :

Lait de chèvre, Mila, Qualité microbiologique, Caractères physico-chimiques.

Abstract

In Algeria, goat's milk despite its importance in the food industry remains a product that is relatively less consumed and less processed locally. The objective of this study is the evaluation of the physico-chemical and microbiological characteristics of 12 samples of raw goat's milk in all different regions in Mila "Chalghoum Laid, AïnTinn and GraremeGouga" in Algeria. The microbiological examination involved the enumeration of certain microorganisms, for example "FTAM and fecal coliforms", but no pathogenic agent for humans, the total absence of the authors staphylococcus, salmonella and sulfite-reducing clostridium). The results of this study indicate that the goat's milk is of acceptable quality and complies with the standards of the Algerian official journal for the different regions.

Concerning the analysis of the physicochemical parameters, the results which is carried out in measurement of the average density is 345.75 all are included in intervals which respect the standards of JOEA. Therefore the absence of these germs does not cause any food poisoning and no danger to human health.

Keywords :

Goat's milk, Mila, Microbiological quality, Physico-chemical character.

المخلص

في الجزائر ، لا يزال حليب الماعز ، على الرغم من أهميته في صناعة الأغذية ، منتجًا أقل استهلاكًا نسبيًا وأقل معالجة محليًا. الهدف من ذلك هو تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لـ 12 عينة من حليب الماعز الخام في جميع المناطق المختلفة في ميلا "شلعوم ليد وعين تين وغرريمقوجا" بالجزائر. اشتمل الفحص الميكروبيولوجي على تعداد بعض الكائنات الحية الدقيقة ، على سبيل المثال "FTAM والقولون البرازي" ، ولكن لا يوجد عامل مُمرض للبشر ، والغياب التام للمؤلفين المكورات العنقودية ، والسالمونيلا ، والمطثيات المختزلة بالكبريت). تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن حليب الماعز من النوعية المقبولة ويتوافق مع معايير الجريدة الرسمية الجزائرية للمناطق المختلفة.

فيما يتعلق بتحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية ، فإن النتائج التي تم إجراؤها بقياس متوسط الكثافة هي 345.75 كلها مدرجة في فترات تحترم معايير JOEA وبالتالي فإن عدم وجود هذه الجراثيم لا يسبب أي تسمم غذائي ولا خطر على صحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية:

حليب الماعز ، ميلا ، جودة ميكروبيولوجية ، طابع فيزيائي-كيميائي.

LISTE DES ABREVIATIONS

FAO	Food and Agriculture Organisation.
L/ J	Litre par jours.
Mds	Milliards
ONIL	L'Office National Interprofessionnel du Lait et des produits laitiers.
MG	Matière Grasses.
AA	Acide Aminé.
Ha	hectare.
Ca / P	Calcium par potassium.
Kcal / L	Calorie par Litre.
C	carbone.
°D	Degré Donic.
°C	Degré Celsius.
UFC	Unité Formant Colonie.
PL	Production Laitières.
TB	Taux Butyreux.
TP	Taux Protéique.
pH	Le potentiel d'hydrogène.
MS	Matière Sèche.
H	heure.
Min	minute.
%	Pour cent .
MI	Millilitre.
FAMT	Flore Aérobie Mesophile Totale.
PCA	Plate Count Agar.
BLBVB	La Bouillon Lactose à la Bile à 2% au vert Brillant.
NPP	Nombre Plus Probable.
EPT	Eau Peptonee Tamponnée.
g/l	Gramme par Litre.
UFC / ml	Unité Formant Volonie par Millilitre.
J.O.R.A	Journal Officiel de la République Algérienne.

LISTE DES TABLEAUX

n°	Titre	Page
01	Estimation du cheptel en Algérie.	05
02	Les principales caractéristiques des races locales de chèvre en Algérie.	09
03	Composition moyenne du lait de différentes espèces animales.	13
04	Caractéristique physico-chimiques du lait de chèvre.	18
05	Différents troubles infectieux et leurs fréquences et pourcentages	18
06	Différents troubles digestifs et leurs fréquences et pourcentages	29
07	Différents troubles respiratoires et leurs fréquences et pourcentages	33

LISTE DES FIGURES

n°	Titre	Page
01	Production de Caprins dans le monde	02
02	Proportion de la production mondiale du lait de Chèvre par rapport aux autres et sa répartition dans les différents continents	03
03	Production de la viande Caprine dans le monde .	04
04	Évolution de cheptel Caprin en Algérie.	05
05	L'évolution des productions Caprins en Algérie	06
06	La chèvre "Arbia"	10
07	La chèvre "Makatia"	10
08	La chèvre " Naine de Kabylie"	10
09	La chèvre " M'Zabite"	10
10	Évolution de la production mondiale du lait de chèvre entre 2000 et 2017.	11
11	Les bactéries lactiques.	20
12	La situation géographique de la commune Chalghoum Laid	23
13	La situation géographique de la commune Aïn Tinn	23
14	La situation géographique de la commune Grarem Gouga	24
15	La localisation de trois régions étudiées sur la carte géographique de la w. Mila	24
16	Les dilutions décimales préparées	27
17	La teneur en MG (%) du lait cru de chèvre dans les 3 régions de la w. de Mila	29
18	La densité "mg / L" du lait cru de chèvre dans les 3 régions de la w. de Mila .	30
19	L' acidité (%) du lait cru de chèvre dans les 3 régions de W.Mila.	30
20	Le pH du lait cru de chèvre dans les 3 régions de la W. Mila	32
21	La teneur en cendres (g/ l) du lait cru de chèvre dans les 3 régions de la W. Mila	32
22	Dénombrement des Germes totaux aérobies.	33
23	Dénombrement des Clostridium sulfito-reducters.	33
24	Dénombrement des Staphylococcus auteurs.	33
25	Dénombrement des Coliformes fécaux	33

SOMMAIRE

Premier partie: Partie bibliographique

INTRODUCTION	01
---------------------	----

Chapitre I:Situation de l'élevage Caprin dans le monde

I.1. Situation de l'élevage Caprin dans le monde.....	02
--	----

I.1.1. La production de lait de chèvre dans le monde.....	02
---	----

I.2. Situation de l'élevage caprin en Algérie.....	05
---	----

II.2.1. Le cheptel Caprin en Algérie.....	05
---	----

II.2.2. Évolution de cheptel Caprin en Algérie.....	05
---	----

II.2.3. Les principales races Caprins en Algérie.....	07
---	----

II.2.4. Importance de la production du lait de chèvre en Algérie.....	10
---	----

II.2.4.1. La production de lait Cru en Algérie.....	10
---	----

II.2.4.2. La politique de développement de la filière lait en Algérie....	11
---	----

Chapitre II:Caractéristique du lait de chèvre

I. Caractéristique du lait de chèvre.....	13
--	----

I.1. Caractéristique organoleptiques.....	13
---	----

I.2. Composition biochimique de lait de chèvre.....	13
---	----

I.2.1. Eau.....	14
-----------------	----

I.2.2. Glucides.....	14
----------------------	----

I.2.3. Lipides.....	14
---------------------	----

I.2.4. Protéines.....	15
-----------------------	----

I.2.5. Minéraux.....	15
----------------------	----

I.2.6. Vitamines.....	15
-----------------------	----

II. Qualité du lait de chèvre.....	16
---	----

II.1. Qualité nutritionnelle.....	16
-----------------------------------	----

II.2. Activité lipolytique.....	16
---------------------------------	----

II.3. Les caractéristiques physico-chimiques.....	16
---	----

II.3.1. La densité.....	16
-------------------------	----

II.3.2. Le pH "potentiel hydrogène ".....	16
---	----

II.3.3. L'acidité du lait.....	17
--------------------------------	----

II.3.4. La conductivité électrique.....	17
---	----

II.3.5. Le point de congélation.....	17
--------------------------------------	----

II.3.6. Le point d'ébullition.....	17
------------------------------------	----

II.3.7. Extrait sec.....	18
II.3.8. Masse volumique.....	18
II.4. Les caractéristiques microbiologiques du lait	19
III. Facteurs de variation de la production et la composition du lait	21

Deuxième Partie : Partie expérimentale

I. Objectif.....	23
II. Zone d'étude..	23
II.1. La situation géographique de la commune de Chalhoun Laid.....	23
II.2. La situation de la commune AïnTinn...	23
II.3. La situation géographique de la commune Grarem Gouga.....	24
III. Matériels et méthode.....	25
III.1. Choix des fermes.....	25
III.2. Les prélèvements des échantillons.....	25
III.3. Les analyses pratiques.....	25
III.3.1. Les analyses physico-chimiques.....	25
III.3.2. Les analyses bactériologiques.....	26
III.3.2.1. Préparation des dilution.....	26
III.3.2.2. Dénombrement de la flore mesophile aérobies totale.....	27
III.3.2.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	27
III.3.2.4. Dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs.....	28
III.3.2.5. La recherche de Staphylococcus aureus.....	28
III.3.2.6. La recherche des salmonelles.....	28
IV. Résultats et discussion.....	29
IV.1. Caractéristique physico-chimiques.....	29
IV.2. Les analyses bactériologiques.....	33
IV.2.1. Germes totaux aérobies.....	34
IV.2.1.1. La flore mesophile aérobies totale.....	34
IV.2.1.2. Les Clostridium sulfito-réducteurs.....	34
IV.2.1.3. Les Staphylococcus aureus.....	34
IV.2.1.4. Les coliformes totaux fécaux.....	35
IV.2.1.5. Les salmonelles.....	35
Conclusion et recommandations.....	36
Références bibliographiques.	



Partie bibliographique

Introduction

De nos jours, la croissance démographique, les changements dans les habitudes alimentaires, ainsi que le degré de développement économique, occasionnent un accroissement de la demande en protéines animales (essentiellement viandes, lait et œufs). Pour répondre à cette demande la production laitière occupe la part la plus importante.

Dans l'agriculture de montagne, le caprin, réputé pour sa rusticité et son adaptation à ce relief particulier a toujours constitué une solution tout indiquée aux populations locales qui tiraient pratiquement l'ensemble de leurs besoins en lait de cet animal. Selon **Alaryet al. (2011)**, l'élevage caprin est un moyen pour atteindre la sécurité alimentaire des populations vivant dans des zones extrêmes comme les montagnes.

Dans le monde une grande importance est donnée à cet élevage, où la chèvre reste l'animal qui joue un rôle primordial dans l'alimentation des populations et la valeur de la chèvre s'est avérée capitale, lors des grandes famines qui ont sévi dans le monde et particulier le continent Africain (**Gourine, 1989**). Elle est élevée essentiellement pour son lait, sa viande, et ses poils. Cependant l'Algérie est un pays en voie de développement dans lequel l'agriculture constitue une composante principale, de l'économie nationale c'est un secteur qui assure un revenu de la population active algérienne (**Ghedhaiifi, 1991**).

En Algérie, le lait de chèvre malgré son importance pour l'industrie laitière demeure un produit relativement moins consommé et moins transformé localement. Si l'effort de développement dans notre pays se poursuit, les tonnages en lait caprin, seront revus à la hausse, ce qui donnera des perspectives intéressantes pour la vente et la consommation de ce lait à l'état frais ou sa transformation, notamment en fromages.

L'objectif de notre travail est une contribution à l'étude physicochimique et bactériologique du lait de chèvre collecté de trois régions de la wilaya de Mila.

Chapitre I :

Situation de l'élevage caprin dans le monde

I.1. Situation de l'élevage caprin dans le monde

La chèvre, « parent pauvre » des ruminants domestiques (Naderiet *al.*, 2008) étant l'un des premiers animaux domestiqués par l'homme, il y a 12 000 ans, dans la région qui correspond aujourd'hui à l'est de l'Anatolie et au nord-ouest de l'Iran (Haenlein, 2007). Les données de la génétique ont révélé la présence de trois lignées maternelles principales bien distinctes (plus trois secondaires), et qu'il y a eu au moins trois événements de domestication (Luikart *et al.*, 2001). Toutefois, de l'étude et la compréhension du phénomène de la domestication animale découlent des résultats régulièrement apportés par l'archéozoologie et ils sont loin d'être terminés la chèvre (*Capra hircus*) est probablement le premier ongulé à avoir été domestiquée (Vigne et Taberlet, 2008 ; Moutou et Pastoret, 2010).

I.1.1. La production de lait de chèvre dans le monde

Il y avait environ 1,034 milliard de caprins dans le monde en 2017 (FAO, 2019). Les plus grandes populations caprines se trouvent en Asie (Inde, Pakistan, moitié est de la Chine, Indonésie, ex-pays de l'URSS : Turkménistan, Ouzbékistan, Tadjikistan et Kirghizstan), au Proche-Orient, au Sahel et en Afrique de l'Est, au Mexique, dans les Caraïbes, dans le nord de l'Amérique du Sud et au nord-est du Brésil (figure 1) (FAO, 2019). Son accroissement suit celle de la population humaine dans les pays du Sud et répond à leurs besoins croissants en viande et lait.

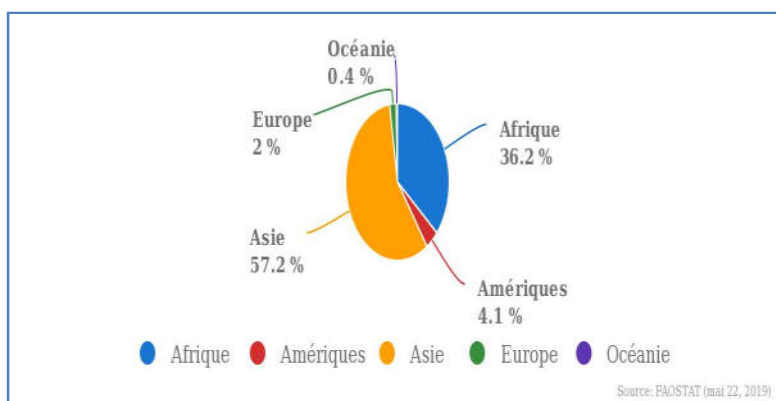


Figure 1 : Production de Caprins dans le monde (FAO, 2019).

La plupart des caprins dans le monde sont élevés dans des systèmes d'élevage traditionnels extensifs ou semi-extensifs avec un faible niveau d'intrants. Les systèmes d'élevage intensifs, minoritaires et principalement réservés aux chèvres laitières, se trouvent en Europe et en Amérique du nord (Peacock et Sherman, 2010). Le nombre de races caprines est mal connu, car beaucoup ne sont pas caractérisées, au nord comme au Sud (Dubeuf et Boyazoglu, 2009). Ces derniers auteurs comptent 136 races bien identifiées, tandis que Galal (2005) rapporte un total de 115 races caprines différentes recensées par la FAO.

La production mondiale du lait de chèvre est estimée à 18.656.727 tonnes en 2017 ; 53.2 % du lait était produit en Asie (Inde, Pakistan et Bangladesh), 25.3 % dans les pays du Sahel et d'Afrique de l'Est, 16.9 % en Europe (figure 2) (FAO, 2019). La production en Asie et en Afrique est assurée par des races caprines mixtes (lait – viande) tandis qu'elle est le fait de races laitières spécialisées dans les pays méditerranéens (Dubeufet al., 2004). Le lait de chèvre est accessible à la majorité des populations dans le monde, mais généralement en dehors de circuits de commercialisation organisés. Le lait est le plus souvent consommé ou vendu au niveau local (Dubeufet al.,2004).

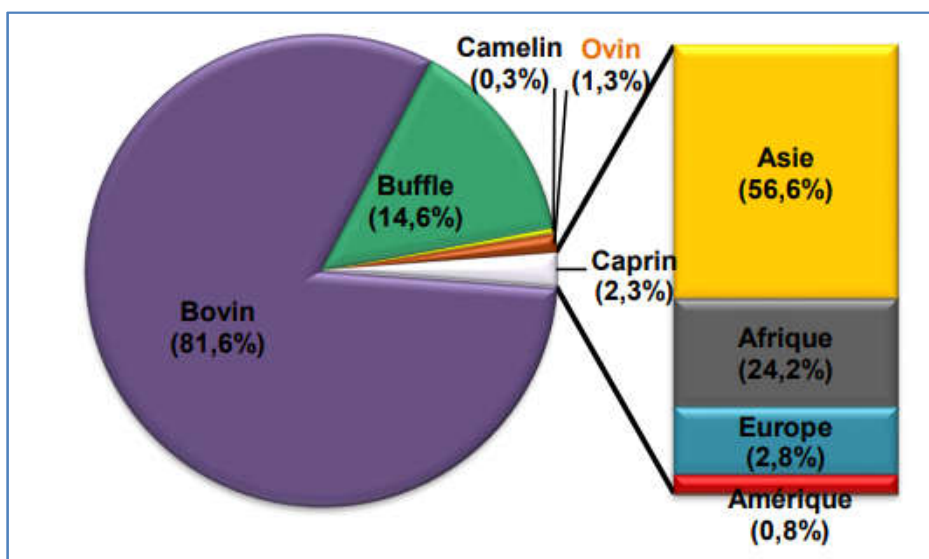


Figure 2. Proportion de la production mondiale du lait de chèvre par rapport aux autres espèces et sa répartition dans les différents continents (FAO, 2019).

En revanche, l'Europe présente une spécialisation laitière très marquée : avec seulement 2 % de cheptel mondial, elle produirait près de 14 % des 18 milliards de litres de lait de chèvre produits dans le monde. Au sein de l'Union européenne, Eurostat compte près de 12,5 millions de caprins. Le premier cheptel européen est détenu par la Grèce avec 4,3 millions de têtes, suivie par l'Espagne avec 2,7 millions de têtes et la Roumanie avec 1,4 millions de têtes. La France arrive en quatrième place avec 1,3 millions de têtes devant l'Italie (900000) et les Pays-Bas (400000). Sur les 2,1 million de tonnes de lait produit dans l'UE à 28 en 2013, 60 % sont collectés et 40 % sont transformés à l'autoconsommation dans les fermes, notamment en Grèce et Roumanie. La France, l'Espagne et les Pays-Bas pèsent pour 60 % la production européenne de lait de chèvre et 80 % de lait collecté.

En Europe, les fabrications industrielles de fromage pur chèvre sont assurées à 62 % par les laiteries françaises. L'Espagne, produit plutôt des fromages au mélange de lait (chèvre, brebis, vache) et le développement récent de son élevage caprin s'est fait au travers d'envois de produit de reports caprins vers la France. La Néerlandaise est plus récente, et tournée vers l'export.

À l'échelle mondiale, l'élevage caprin s'oriente en grande partie vers la consommation de viande. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, environ 60 % de la viande rouge consommée à travers le monde proviendrait de la chèvre. Aussi, cette viande ferait partie du régime alimentaire de 70 % de la population mondiale. Il faut dire que la viande caprine échappe aux interdits religieux, contrairement aux viandes de porc, de cheval, de bœuf, de lapin et même aux fruits de mer (FAO, 2019).

La production mondiale de viande de chèvre avait progressé en 10 ans. En 2010, elle était de 5,1 millions de tonnes, contre 5.8 millions de tonnes en 2017. Cette production est assurée à 71 % par l'Asie, à 23.9 % par les pays du Sahel et d'Afrique de l'est (figure 3) (FAO, 2019).

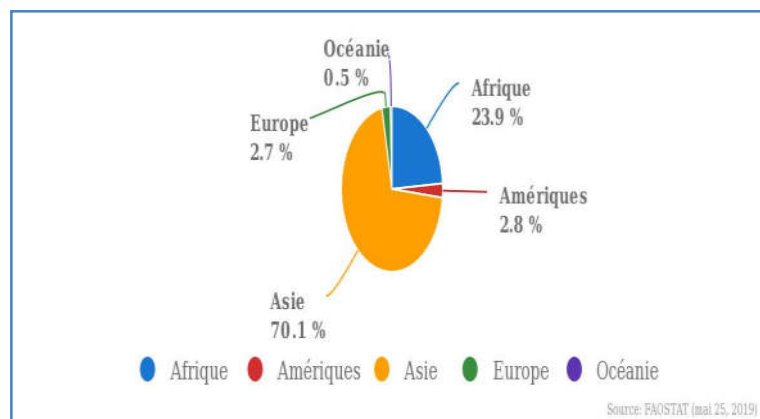


Figure 3. Production de la viande caprine dans le monde (FAO, 2019)

Bien que la demande en viande caprine augmente fortement en Asie et en Afrique, les filières de production de viande caprine sont très peu organisées et les ventes à l'international ne représentent que 0,5 % de la production mondiale. L'Australie est de loin le premier exportateur de viande caprine, avec 218 762 tonnes de viande exportée en 2019. Elle est suivie par l'Éthiopie (90 176 tonnes) et le Pakistan (25 948 tonnes) (FAO, 2019).

En Asie et en Afrique, les caprins sont généralement destinés à la production de viande, plus marginalement de lait, très souvent dans des systèmes vivriers ou l'autoconsommation domine. L'Inde premier producteur de lait de chèvre dans le monde avec près de 28 % de la production, ferait guère d'exception du fait d'un végétarisme religieux très important.

Les principaux pays importateurs sont : les États-Unis d'Amérique, avec 116 090 tonnes importées en 2019 (FAO, 2019), l'Émirat arabe uni et l'Arabie Saoudite, avec 75 814 tonnes et 35 747 tonnes respectivement. La viande de chèvre est généralement consommée par le producteur ou vendue localement, l'augmentation de la consommation de viande caprine en zone urbaine (due à l'augmentation de la population dans les villes) n'a pas changé radicalement, l'organisation des filières dans lesquelles la vente de viande passe toujours par des circuits informels. L'inadéquation entre l'offre et la demande ; a conduit à l'augmentation du prix de la viande et à une dépendance croissante vis-à-vis de l'importation (Alexandre *et al.*, 2008).

I.2 . Situation de l'élevage caprin en Algérie

II.2.1 Le cheptel caprin en Algérie

En Algérie, la chèvre occupe la 3^{ème} place après la vache et la brebis avec une proportion de 14% de l'effectif du cheptel national (FAO, 2017). Elle est répartie majoritairement dans les zones montagneuses, steppiques et sahariennes et dans une moindre proportion dans les zones littorales. Actuellement, il est estimé de 5,007 millions de têtes (tableau1)(FAO, 2019), concentré dans les zones difficiles qu'elle exploite dans le cadre de systèmes d'élevage à caractère pastoral et/ou sylvo pastorale. La répartition de ce cheptel à travers le territoire national dépend de la nature de la région, du mode d'élevage, et de l'importance donnée à la chèvre (Hafid, 2006).

Tableau 1. Estimation du cheptel en Algérie (FAO, 2019).

Produit (Année 2017)	Effectif (en têtes)
Bovins	1 895 126
Camélidés	381 882
Caprins	5 007 894
Ovins	28 993 602

II. 2. 2. Évolution de cheptel caprin en Algérie

L'évolution du cheptel caprin en Algérie est représentée dans la figure 4 , une remarque importante se dégage de ce graphe, c'est que l'élevage des caprins connaît un essor de plus en plus rapide, retiré de la dynamique de l'évolution des effectifs, surtout ces dernières années, à l'issue des nouvelles orientations de la politique agricole, et plus particulièrement, aux essais d'intensification, par l'introduction des races améliorées, en particulier; l'alpine et la Saanen, vu les divers types de climats, de végétation assez distincte et des sols aussi caractéristiques et favorables pour l'élevage de cette espèce (MADR, 2018).

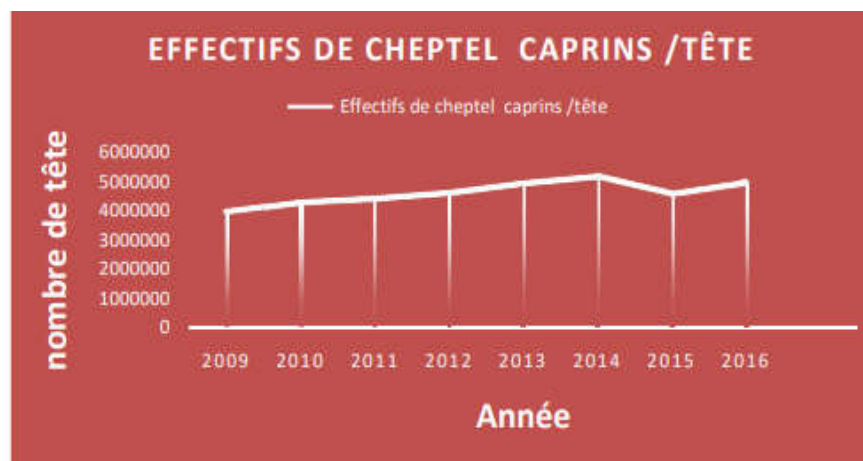


Figure 4 : Évolution de cheptel caprin en Algérie (MADR, 2018)

En effet, plus de 90 % de l'effectif est localisé 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 (**Badiset al., 2005 ; Habbi, 2014**). Cette distribution sur tout le territoire algérien a créé une gamme largement hétérogène des races caprines, qui, par absence d'une stratégie de sélection et de développement des performances zootechniques, font face à un certain nombre de contraintes qui handicapent leur bonne exploitation.

En Algérie, l'élevage caprin est essentiellement à vocation viande avec en 2017 : 250 651 tonnes de viande et 369 184 700 tonnes de lait produit. Le lait caprin est très peu consommé en Algérie, il existe cependant une filière produisant des peaux fraîches, mais celle-ci reste anecdotique avec 2887.50 tonnes (figure 5) (**FAO, 2019**).

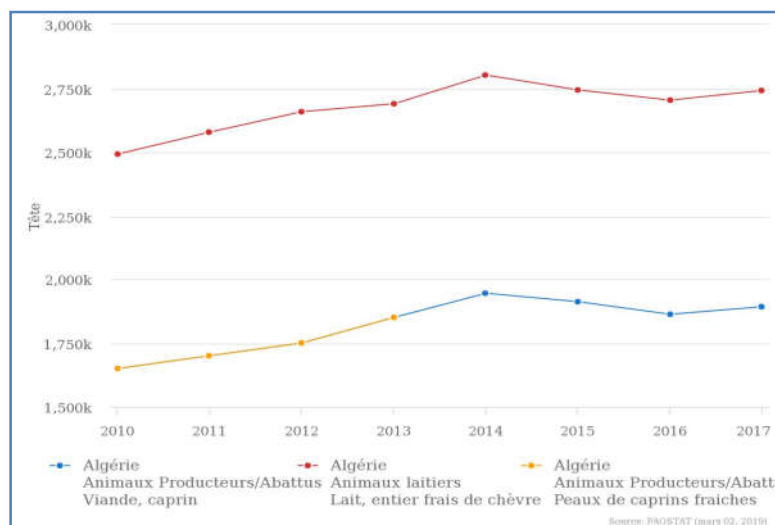


Figure 5 : L'évolution des productions caprines en Algérie (FAO, 2019).

La conduite du troupeau est traditionnelle, dans les conditions optimales, la charge pastorale en caprin est généralement de 4 à 5 têtes par ha (**Moustari, 2008**). Par son pouvoir d'adaptation aux différents étages climatiques et ses exigences alimentaires supportables en plus de la capacité physiologique en matière de transformation et d'utilisation des parcours maigres, en un produit hautement spécialisé et utile pour l'alimentation de l'homme qui est la viande, la chèvre a pris depuis longtemps sa position comme animal de rente pour l'éleveur algérien.

Dans les zones montagneuses de l'Algérie, à l'instar des pays de l'Afrique du Nord et du Sahel, les petits ruminants contribuent substantiellement à la sécurité alimentaire et économique des ménages montagnards (**Alaryet al., 2011 ; Bengoumiet al., 2013**). Cependant, certains changements de l'environnement des élevages (perturbations climatiques, accroissement de la pression démographique, emprise du marché, internationalisation des échanges) ont affecté les systèmes de production des petits ruminants, notamment la production de lait de chèvre (**Alaryet al., 2011 ; Chentouf, 2013**).

Nous pouvons dire qu'en Algérie, où les caprins sont essentiellement utilisés pour la consommation locale, il y a peu de programmes de sélection qui se soient implantés sur le long terme. L'absence de programmes de sélection est généralement due au manque de caractérisation des races locales et au désintérêt des gouvernements. Les races de caprins indigènes sont très bien adaptées pour produire dans des zones marginales dans des conditions étendues. La perte de leur diversité génétique pourrait avoir d'importantes implications économiques, écologiques et scientifiques ainsi que des conséquences sociales.

Depuis les années 1970, plusieurs programmes de développement de l'élevage caprin ont été mis en œuvre dans les zones montagneuses en Algérie. L'objectif était d'accroître la production de lait pour sécuriser l'approvisionnement des populations en lait et de constituer une source de revenus pour les ménages montagnards en vue de les fixer (**Chiche, 2004**).

Depuis 1997, à l'issue du « Premier Salon National sur les Caprins » tenus au niveau de la wilaya de Laghouat, son élevage s'intensifie et ses performances zootechniques s'améliorent, les tentatives de développement de programmes de sélection et les profondes mutations s'accrochent pour devenir une production entière à part, de plus en plus technique, intensive et économiquement viable, malgré les différentes crises qu'elle a traversées, et surtout extrêmement diversifiées depuis les nouvelles orientations de la politique agricole (**Hafid, 2006**).

À partir de 2008, les politiques de subventions à la production de lait destinées initialement aux élevages bovins laitiers se sont étendues à d'autres espèces notamment l'élevage caprin laitier. L'objectif étant la diversification des sources de production de lait dans le but d'augmenter les quantités produites et collectées. En plus, les caprins produisent également une viande, qui ces dernières années ne cesse de prendre de l'importance du point de vue de la consommation ; de bonne qualité protéique, et maigre comparativement aux plus courantes ; par ailleurs, son taux de matière grasse contient peu d'acides gras saturés et son taux de cholestérol est plus bas que pour les autres viandes, la rendant intéressante pour les personnes soucieuses de régime hypocalorique et hypocholestérolémique (**Sahi, 2020**).

II.2.3. Les principales races caprines en Algérie

En Algérie, l'espèce « *Capra hircus* » fut introduite depuis le néolithique (**Trouette, 1930 ; Esperandieu, 1975**). D'après **Camps (1976)**, les débuts de la domestication sur le littoral et dans le Tell algérien, ont débuté durant le néolithique. Cette espèce se présente sous la forme d'une mosaïque de populations très variées appartenant toutes à des populations traditionnelles (Tableau 2). Elle comprend en plus de ces populations locales, à sang généralement nubien, des animaux mélangés aux sangs issus de races standardisées.

La population caprine d'Algérie renferme quatre types majeurs (**Benyoubet al., 2018**), elle représente le rameau nord-africain proche du type kurde et Nubiosyrien, les animaux se caractérisent par de longs poils, le plus souvent de couleur noire ou gris foncé, et par sa rusticité et son adaptation à la diversité pédo climatique algérienne.

Ce groupe comprend la race Arbia, localisée principalement dans la région de Laghouat ; la race kabyle, occupant les montagnes de Kabylie et des Aurès ; la race Makatia, localisée dans les hauts plateaux et dans certaines zones du Nord ; et enfin la race M'Zabia, localisée dans la partie septentrionale du Sahara. L'élevage de ces races adaptées est orienté vers une production mixte (viande et lait) (**Takoucht, 1998**).

- ✦ la chèvre « *Arbia* » : C'est la population la plus dominante qui se rattache à la race nubienne. Elle est localisée surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques. Elle se caractérise par une taille basse de (50-70) cm, une tête dépourvue de cornes avec des oreilles longues, larges et pendantes. Sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs de (12- 15) cm. La chèvre Arbia a une production laitière moyenne de 1,5 litre par jour.
- ✦ la chèvre « *Makatia* » : elle est originaire d'Oued Nail. On la trouve dans la région de *Laghouat*. Elle est sans doute le résultat du croisement entre l'*Arabia* et la Cherkia, généralement elle est conduite en association avec la chèvre « *arabia* » sédentaire.

Selon **Hellal (1986)**, la chèvre « *Makatia* » présente un corps allongé à dessus droit, chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets, robe variée de couleur grise, beige, blanche et brune à poils ras et fin, longueur entre 3-5 cm. La tête est forte chez le mâle. Et chez la femelle elle porte des cornes dirigées vers l'arrière, possède d'une barbiche et, deux pendeloques (moins fréquente) et de longues oreilles tombantes qui peuvent atteindre 16 cm. Le poids est de 60 kg pour le mâle et 40 kg pour la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 72 cm et 63 cm. La mamelle est bien équilibrée du type carrée, haute et bien attachée et les 2/3 des femelles ont de gros trayons. La production laitière est de 1 à 2 litre par jour.

- ✦ la chèvre *Kabyle* « *Naine de Kabylie* » : autochtone qui peuple les massifs montagneux de la Kabylie et des Aurès. Elle est robuste, massive, de petite taille (66 cm pour le mâle, et 62 cm pour la femelle) d'où son nom,

La longueur du corps est de 65-80 cm, avec des poids respectifs de 60 kg et 47- 80 cm, avec des poids respectifs de 60 kg et 47 kg. Le corps est allongé avec en dessus droit et rectiligne. La dirigées vers l'arrière. La couleur de la robe varie le beige, le roux, le blanc, la pie rouge, en dessus droit et rectiligne. La tête est fine, porte des cornes. Les oreilles sont petites et pointues pour les sujets à robe blanche, et moyennement longues. Sa production laitière est mauvaise 1 L/j (**Aoun, 2008**), elle est élevée généralement pour la production de viande qui est de qualité appréciable. Le poil est long (46 % des sujets entre 3-9 cm).

- ★ La chèvre du “*M'zabite*” : Dénommée aussi «la chèvre rouge des oasis». Elle est originaire de Metlili ou Berriane caractérisée par un corps allongé, droit et rectiligne, la taille est de 68 cm pour le mâle et pour la femelle, avec des poids respectifs de 50 kg et 35 kg. La robe est de trois couleurs : le chamois qui domine, le brun et le noir, le poil est court (37cm) chez la majorité des individus, la tête est fine, porte des cornes lorsqu'elles existent, le chanfrein est convexe, les oreilles sont longues et tombantes (15cm) (**Hellal, 1986**). La race *M'zabite* est très intéressante du point de vue production laitière (2,56 Kg/j).

Tableau 2. Les principales caractéristiques des races locales de chèvres d'Algérie (**Sahi et al., 2018**).

Races locales / Caractéristiques	Kabyle, Naine de Kabylie	Arabe, Arabia, Arabo-Maghrebine	du M'Zab, M'Zabite, chèvre rouge des oasis	Makatia, sahélienne
Taille	Petite	Petite	petite	Grande
Cornes	+	0	+ ou 0	+
Poils	Longs	Longs	courts > longs	Courts
Couleurs principales	noirâtre, gris foncé, fauve, roux, pie rouge,	brun foncé, noir, fauve...	chamois, noir, brun, fauve...	fauve, gris foncé, brun, blanc, blond...
Aptitudes	viande > lait	viande > lait	lait > viande	lait > viande
Lieux principaux en Algérie	monts de Kabylie et Aurès	hauts plateaux, steppes	sud de l'Algérie	région de Laghouat
Effectifs	-	la plus abondante	-	-

Les caractères d'adaptation des races locales doivent être pris en compte dans l'objectif de sélection pour offrir une amélioration génétique durable (**Alexandre et Mandonnet, 2005**). Les races locales sont en effet extrêmement résilientes et bien adaptées aux conditions difficiles rencontrées dans leurs pays d'origine (températures, sous-alimentation, parasitisme). Ces chèvres ont la capacité de marcher sur de longues distances et de survivre aux sécheresses (**Boyazoglu et al., 2005**). Elles ont souvent des caractéristiques uniques particulièrement intéressantes (**Baker et Gray, 2004**), comme leur prolificité, leur fertilité, leur résistance à la chaleur et leur résistance au parasitisme (**Kosgey et al., 2006 ; Amazougrene, 2007**).



Figure 06: chèvre "Arbia" (Benyoub, 2018).



Figure 07: chèvre "Makatia" (Benyoub, 2018).



Figure 08: «Naine de Kabylie » (Benyoub, 2018).



Figure 09: "M'zabite" (Benyoub, 2018).

II.2. 4. Importance de la production du lait de chèvre en Algérie

II.2.4.1 La production de lait cru en Algérie

La production du lait de chèvre en Algérie est classée en 6^{ème} position en Afrique après celle du Soudan, du Mali, de la Somalie, du Niger et du Kenya (FAO, 2017). En effet, de l'an 2000 à 2017, elle est passée de 153 à 231,7 mille tonnes (FAO, 2017), ce qui représente une croissance de 51,4% soulignant son importance pour l'économie du pays (figure 10).

Cependant, une grande partie du lait de chèvre, pas seulement en Algérie mais aussi à l'échelle mondiale, est destinée à l'autoconsommation et la vente informelle. En effet, selon Dubeuf et Boyazoglu (2009), seulement 5% du lait de chèvre mondial entre dans les circuits commerciaux ce qui rend les informations disponibles loin de refléter la situation réelle de cette filière.

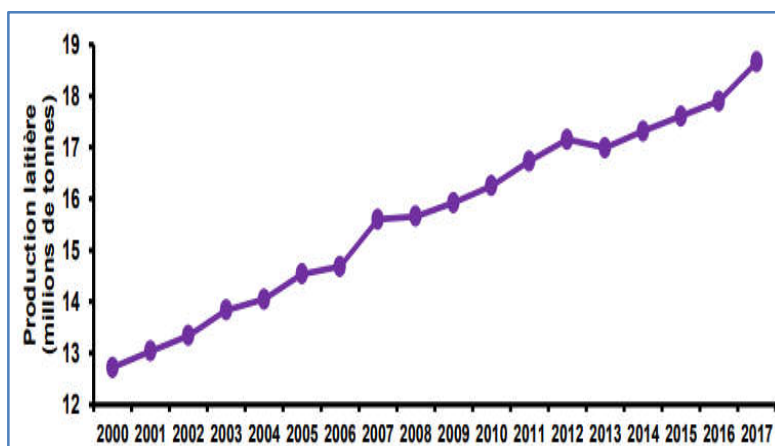


Figure 10 : Evolution de la production mondiale du lait de chèvre entre 2000 et 2017 (FAO, 2017)

Les besoins algériens en lait et produits laitiers sont également considérables avec une consommation moyenne de 35 litres/an/habitant en 1967 à plus de 147 litres/an/habitant en 2012 (Makhlouf, 2015), ce qui fait de l'Algérie le premier consommateur de lait en Maghreb (Kacimi-EL Hassani, 2013). L'Algérien est un des plus importants consommateurs de lait cru au sein de Maghreb et l'un des plus grands consommateurs au monde avec des besoins en croissance et actuellement estimés à 3 milliards de litres par an, la production nationale étant limitée à 2,2 Mds de litre, c'est donc près d'1 Mds de litres de lait qui est ainsi importé chaque année, majoritairement sous forme de poudre de lait ((FAO, 2017).

La production laitière en Algérie est évaluée en 2000 à 1,38 milliards de litres, contre une demande de 3,3 milliard de litre. Évaluation en 2003 à 1,6 milliards de litre (MADR, 2004). En 2012, la production laitière a été évaluée à 3,14 milliards de litres (Bneder, 2016).

En 2015, la production nationale du lait cru est estimée 3,6 milliards de litres, dont 2,7 milliards de litres sont essentiellement bovine (Bneder, 2016). Cette production globale est fournie à 73 % par un cheptel bovin et seulement 1/3 de cette production est valorisé sur un circuit industriel (Bneder, 2016). La quasi-totalité de la production ovine, caprine et cameline est autoconsommée (Bekhouche, 2011). La production laitière concentrée à 89 % dans le nord du pays et cette production ne couvre que 40 %des besoins. Le déficit est couvert par l'importation (Ghouzlaneet al., 2003). Le Sud, algérien ne participe qu'avec 11 % dans la production laitière nationale (Benyoucef, 2005).

Pour le lait de chèvre, 70 % de la production est autoconsommée (40 % dans les zones rurales et Sarah) alors que 30 % sont à la fois orienté vers la transformation laitière (yaourt, fromage, camembert).

II.2.4. 2.La politique de développement de la filière lait en Algérie

La politique laitière en Algérie cherche toujours des solutions à satisfaire les besoins alimentaires croissantes de la population à un coût raisonnable pour diminuer, voir annuler à long terme l'importation de la matière lait et d'améliorer le niveau de l'autosuffisance et le niveau de consommation de la population en matière de lait et ses dérivées.

L'Algérie a mis en œuvre plusieurs stratégies visant :

- ✦ L'amélioration génétique de cheptel par l'importation d'animaux à haute potentialité.
- ✦ l'intensification de la production fourragère en développant les cultures en irrigué.
- ✦ l'amélioration de la santé des animaux.
- ✦ l'incitation à l'investissement (à la ferme, à la collecte et la transformation) (plan national de développement agricole et rural (PNDA en 2001).
- ✦ l'aide à l'investissement nécessaire à la production laitière, la collecte, des aides aux prix de la production (**Boussliman, 2002**).

Selon L'ONIL et le ministre de l'Agriculture et de Développement rural, l'aide au investissement consiste en ;

- ✦ Une subvention de 30 % de l'investissement concernant le matériel de récolte, de conservation, de conditionnement des fourrages et le matériel laitier.
- ✦ Une subvention de 50 % de l'investissement relatif à l'abreuvoir automatique, équipement d'irrigation pour les cultures fourragères.
- ✦ Une subvention varie de 40 % à 60 % est accordée à la création de centre de collecte et de mini laiterie.
- ✦ Des primes sont versées aux producteurs, aux collecteurs et aux usines de transformation pour encourager la collecte du lait et sa transformation.
- ✦ Une subvention de 75 % pour l'insémination artificielle.

L'état algérien a indéniablement mis des moyens colossaux sur la table pour stimuler la production laitière, mais ces moyens sont insuffisants pour améliorer la production, car les filières laitières locales sont exposées à des nombres défis ;

- ✦ Le niveau insuffisant de coordination entre acteurs et la difficulté de mise sur le marché.
- ✦ les crémeries, les ventes directes par l'éleveur et le colportage sont des modes de commercialisation qui contribuent à la stimulation de l'offre, ce qui explique l'existence d'un large circuit informel de commercialisation (**Mamine, 2011**). L'importance de ce circuit rend difficile toute mise en place d'une politique de qualité efficace, et entraîne des enjeux de la santé publique et économique important.
- ✦ la gestion de la qualité dans la filière lait distingue deux principales étapes, celle de lait cru et celle des produits transformés. Toutefois, l'appréciation de ces normes est difficile, en raison de l'importance du secteur informel échappant à tous les contrôles.
- ✦ la difficulté de transfert des informations relative à la qualité entre les différents acteurs, à cause du manque d'un dispositif performant tel que la traçabilité (**Aggad et al., 2009 ; Ghazi et Niar, 2011 ; Ameuret et al., 2012**).

Faute des relations bien établies entre les différents acteurs de la filière lait et faute d'un dispositif d'information et de guidage à long terme, la filière connue des déséquilibres et des perturbations. La filière lait reste déstructurée avec un taux de collecte très marginale, qui ne dépasse pas le 10 % (**Kacimi-El Hassani, 2013**), elle fonctionne exclusivement avec de la poudre du lait importé.

Chapitre II :

Caractéristiques du lait de chèvre

I. Caractéristiques du lait de chèvre

I.1. Caractéristiques organoleptiques

Le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse (sérum) comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéines du lactosérum ... etc.), les autres sous forme colloïdale (caséines) (**Doyon, 2005**), riche en acide gras, en calcium, en potassium et en vitamine A et contient des protéines facile à digérer comparable au lait maternel.

En raison de l'absence de β -carotènes, le lait de chèvre est plus blanc, blancheur se répercutant sur les produits laitiers caprins. Le lait caprin a un goût légèrement sucré (**Duteurtreet al., 2005**). Il est caractérisé par une saveur particulière. Cette saveur, en grande partie due à certains acides gras libres, est accentuée par la lipolyse (**Morgan et al., 2001**).

I.2. Composition biochimique du lait de chèvre

Le lait est un milieu très complexe constitué de 3 phases ; un mélange d'une émulsion de matière grasse (MG) constituée de globules gras, une suspension colloïdale formée par les micelles de caséines et une solution contenant des éléments solubles dans l'eau à savoir le lactose, les protéines hydrosolubles et les sels minéraux (**Fredot, 2009**). Le tableau 3 donne la composition moyenne du lait de chèvre ainsi que d'autres espèces animales.

Tableau 3 : Composition moyenne du lait de différentes espèces animales (Vignola, 2002)

Animaux	Eau (%)	Matière grasse (%)	Protéines	Glucides (%)	Minéraux (%)
Vache	87,5	3,7	3,2	4,6	0,8
Brebis	81,5	7,4	5,3	4,8	1,0
Chèvre	87,0	3,8	2,9	4,4	0,9
Chamelle	87,6	5,4	3,0	3,3	0,7
Jument	88,9	1,9	2,5	6,2	0,5

Les constituants du lait ont une double origine, la majorité, représentant 92% de la matière sèche, sont synthétisés par les cellules lactogènes à partir de substances puisées dans le sang ; les autres dérivent directement de la filtration sélective des constituants sanguins par le tissu mammairement irrigué (**Debry, 2001**). Ainsi, le lactose est fabriqué par la mamelle à partir du glucose prélevé dans le sang qui est utilisé aussi comme source d'énergie pour la synthèse des autres constituants. De même, les triglycérides, constituant principal des globules gras, et les caséines, protéines majeures du lait, sont synthétisés par la mamelle à partir des AG et des acides aminés (Aa) d'origine sanguine (**Cauty et Perreau, 2009**).

I.2.1 Eau

L'eau est quantitativement le composé le plus important du lait avec une teneur moyenne de 87% chez la chèvre. Elle joue le rôle de dispersant des autres constituants du lait (**Vignola, 2002**). Il se trouve sous deux formes : l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée à la matière sèche (4 %).

- ✦ *L'eau libre* ; par sa mobilité est très réactive, elle autorise l'état de solution du lactose et d'une partie des minéraux et rend le milieu très favorable au développement des microorganismes.
- ✦ *L'eau liée* ; est fortement associée aux protéines, à la membrane des globules gras et à certains sels minéraux ; elle n'est pas affectée par les procédés classiques de transformation et n'intervient pas dans les réactions chimiques, physiques et enzymatiques (**Vignola et al., 2002**).

I.2.2 Glucides

Les glucides constituent environ 4,4% du lait de chèvre. Ils comprennent plusieurs substances dont le plus important, représentant 97%, est le lactose ; la synthèse du lactose est déterminante pour la production du lait ; ainsi, la quantité du lait produite est proportionnelle à la quantité de lactose synthétisée (**Cauty et Perreau, 2009**). Le lactose participe avec les éléments minéraux au maintien de la pression osmotique dans la mamelle (**Croguennec et al., 2008**). De plus, sa dégradation par les bactéries lactiques le transforme en acide lactique qui, produit en quantité suffisante, peut coaguler le lait plus rapidement si la température s'élève, ce qui constitue un intérêt pour la fabrication des produits laitiers (**Corcye et al., 1991**). En plus du lactose, plus de 50 types de glucides sont dénombrés dans le lait dont des monosaccharides, des oligosaccharides et des glucides liés aux protéines (**Dupouy, 1993**).

I.2.3 Lipides

Chez la chèvre, le taux de la MG du lait représente en moyenne 3,8%. Ces lipides sont organisés en globules gras, gouttelettes microscopiques de diamètre moyen de 2 μm chez la chèvre (**Vignola, 2002**), constituées d'un corps de lipides hydrophobes formé essentiellement de triglycérides et entouré d'une membrane lipoprotéique, constituée en grande partie de lipides polaires (des phospholipides essentiellement) mais aussi de protéines à propriété amphiphile (des lipoprotéines et des enzymes) jouant un rôle émulsifiant (**Croguennec et al., 2008**).

Après la tétée ou la traite, les cellules mammaires commencent à sécréter la partie aqueuse et les protéines du lait puis elles produisent les globules gras qui passent dans la lumière des alvéoles par rupture de la membrane plasmique du pôle apical. La pression à l'intérieur de la mamelle augmente au fur et à mesure que les alvéoles se remplissent de lait empêchant ainsi la libération des globules gras ; seuls l'eau et les composants de petite taille peuvent être libérés. Il en résulte un lait pauvre en MG au début de la traite. Les globules gras retenus dans les cellules acineuses ne seront libérés qu'à la fin de la traite quand la pression intra-mammaire diminue (**Mathieu, 1998**).

I.2.4 Protéines

La matière azotée du lait de chèvre a une proportion de 2,8-3,7%. Elle est représentée par les protéines (96%) et la matière azotée non protéique (4%). Cette dernière est constituée principalement de l'urée (le plus abondant), l'acide urique, la créatine, la créatinine, l'ammoniaque, les AA libres et les nucléotides (**Fredot, 2009**). Les protéines du lait de chèvre ont un taux moyen de 2,9 %. Elles sont divisées en 2 classes selon leur solubilité et leur stabilité à la chaleur (**Apfelbaumet al., 2009**) :

- ✦ *Les caséines* ; représentant la fraction majoritaire (72- 80%), sont des phosphoprotéines qui peuvent former des sels avec le calcium (phosphocasinat de calcium). Elles se coagulent à pH 0,46 ou sous l'action d'un agent coagulant (présure) et elles ne sont pas dénaturées par la chaleur.
- ✦ *Les protéines solubles*; appelées aussi protéines du lactosérum, fixent peu les ions, restent solubles après acidification ou action de la présure et se coagulent sous l'effet de la chaleur.

I.2.5 Minéraux

Le taux des minéraux est relativement fixe dans le lait ; il a une moyenne de 0,9% chez la chèvre (**Vignola, 2002**). Le tableau 5 montre la composition minérale moyenne du lait de chèvre comparé à celui de la vache, et l'humain. Les macroéléments du lait sont sous forme soluble ou insoluble dans les micelles de caséines (**Croguennec et al., 2008**). Le calcium et le phosphore, les principaux minéraux du lait, ont des taux de 1260 mg.L-1 et de 970 mg.L-1 respectivement et un rapport Ca/P de 1.3 chez la chèvre (**Guéguen, 2001**). Ils se retrouvent principalement liés aux micelles de caséines (2/3). Un tiers de magnésium est lié aux micelles et 2/3 sont en solution sous forme de citrate de magnésium et d'ions Mg²⁺.

Le *potassium*, le *sodium* et le *chlore* sont en solution (**Croguennec et al., 2008**). La plupart des oligo- éléments du lait sont sous forme organique ; ils sont liés aux globules lipidiques (zinc, fer, cuivre, manganèse), aux micelles de caséine (zinc) ou aux immunoglobulines (zinc). Seul le sélénium est sous forme inorganique (**Mahé, 1997**).

I.2.6 Vitamines

Les vitamines du lait sont de 2 types ; les vitamines liposolubles (A, D, E) dont le taux varie avec celui de la MG et les vitamines hydrosolubles (B et C) dont le taux est peu sensible aux changements de la MG (**Apfelbaumet al., 2009**). Elles présentent une activité biologique importante par leur participation aux échanges membranaires et aux activités enzymatiques en jouant le rôle de coenzyme ou en entrant dans leur composition (**Vignola, 2002**). Le lait de chèvre est très pauvre en tocophérol et dépourvu de β -carotène ce qui explique sa couleur blanche caractéristique (**Chilliard, 1997**).

II. Qualités du lait de chèvre

II.1 Qualité nutritionnelle

D'un point de vue énergétique, avec 710 contre 650 *kcal/l* pour le lait de vache, le lait de chèvre constitue une source importante d'énergie, expliquant ainsi de nombreuses observations de gain de poids chez l'enfant malade (**De la torreet al., 2008**). De plus, celui-ci est d'une biodisponibilité supérieure au lait de vache. La fraction lipidique du lait caprin est pauvre en acides gras polyinsaturés nécessaires au métabolisme humain, mais riches en acides gras à chaînes courtes et moyennes (C4 à C 10) favorisant la digestibilité (**Barrionuevoet al., 2001**). Cette dernière est importante pour les protéines du lait de chèvre et dépasse celles du lait de vache (**Ramos et al., 2005 ; Heinlein et Caccese, 2006**).

II.2 Activité lipolytique

La lipolyse, dégradation enzymatique de la matière grasse du lait, conduit à la libération d'acides gras libres, ayant pour conséquence le développement de la flaveur particulière type "chèvre " mais peut aussi engendrer des défauts de flaveur à des niveaux de lipolyse trop élevées (**Lauret, 2002**). La lipolyse peut être induite et accentuée par des traitements mécaniques ou thermiques lors de la traite ou de la manipulation des laits (**Morgan et al., 2001 ; Lauret, 2002; Deharengel et al., 2004**). Ces facteurs permettent aux lipases d'avoir un plus large accès aux triglycérides après que la membrane du globule gras assurant la dispersion de la matière grasse du lait ait été endommagée.

II.3 Les caractéristiques physico-chimiques

II.3.1 La 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. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C. La densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C. La densité des laits écrémés est supérieure à 1,035. Un lait à la fois écrémé et mouillé peut avoir une densité normale (**Vierling, 2008**). La densité du lait de chèvre est relativement stable (**Veinoglouet al., 1982**). La densité moyenne est de 1.030 pour la chèvre.

II.3.2 Le pH (*potentiel hydrogène*)

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (HR3ROP+P) et donc une diminution du pH. Le pH de lait de chèvre, se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 avec une moyenne de 7.6 différant peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6.6. 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**).

II.3.3 L'acidité du lait

L'acidité de titration indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. L'acidité du lait de chèvre reste assez stable durant la lactation. Elle oscille entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique (**Veinoglouet *al.*, 1982**). L'acidité titrable, exprimé en degrés Dornic (°D) est de 15 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 microorganismes.

II.3.4 La conductivité électrique

C'est la mesure de l'aptitude du lait à conduire le courant. La conductivité électrique du lait est de 43 à 56.10⁻⁴ *Siemens/cm* lorsque la température est de 25°C. Elle est due à la présence d'électrolytes minéraux (chlorures, phosphates, citrates) qui abaissent la résistance au passage du courant (**Fall, 1997**). D'une certaine manière, cette mesure permet une estimation de la quantité des sels dissouts dans le lait.

II.3.5 Le point de congélation

Il se définit comme étant la température à laquelle il y'a un équilibre entre le pourcentage de lait congelé (constituant la phase solide) et celui du lait toujours liquide. Le point de congélation du lait de chèvre se situe entre -0.550°C et -0.583°C. Il est utilisé pour la détection des fraudes de mouillage du lait. En effet, plus le lait est sujet au mouillage plus son point de congélation s'élève (tableau 4).

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. Le lait se congèle à -0.55°C. C'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est utilisée pour déceler le mouillage. Si le point de congélation est supérieur à -0.53°C on suspectera une addition d'eau (**Mahaut *et al.*, 2000**).

II.3.6 Le point d'ébullition

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau, soit : 100.5°C (**Jean *etal.*, 2002**). D'après **Vignola (2002)**, c'est la température à laquelle la pression de la vapeur du lait est égale à la pression appliquée. En terme simplifié, c'est la température où le lait passe de l'état liquide à l'état gazeux. Il joue un rôle essentiel dans l'industrie laitière notamment lors des traitements thermiques du lait.

Tableau 4. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre (Ait amer, 2008).

Composition	Lait de chèvre
Energie	600 - 750
Densité du lait entier à 20 c°	1.027 - 1.035
Point de congélation (c°)	-0.550 - 0.583
PH -20 c°	6.45 - 6.60
Acidité titrable (° dornic)	14 - 18
Tension on superficielle du lait entier à 15°c (dynes cm)	52
Conductivité électrique à 25°c (siement)	43 - 56x10 ⁻⁴
Indice de réfraction	1.35 - 1.46
Viscosité du lait entier à 20° c (centipoise)	1.8 - 1.9

II.3.7 Extrait sec

Il est aussi appelé « résidu sec » ou « matière sèche » ; désigne l'ensemble des autres éléments du lait en dehors de l'eau. Cet extrait est dépendant de facteurs commel'espèce, et surtout la matière grasse du lait. On parle d'extrait sec dégraissé lorsque les éléments en question n'incluent pas la matière grasse.

Tableau 5 : Quelques caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre en comparaison au lait de vache et de femme (Ait amer, 2008).

Caractéristiques	Lait de chèvre	Lait de vache	Lait humain
Densité à 20°C	1.027 – 1.035	1.028 – 1.033	1,026 – 1,037
pH à 20°C	6.45 – 6.60	6.60 – 6.80	6,13 – 7,24
Acidité titrable en °D	14 – 18	15 – 17	2 – 12,5
Conductivité électrique à 25°C en Siemens/cm	49.10 ⁻⁴	48,70.10 ⁻⁴	13 – 18,9.10 ⁻⁴
Point de congélation en °C	-0.583 – (-0.550)	-0.550 – (-0.520)	-0,519 – (-0,550)
Point d'ébullition en °C	---	100.15 – 100.17	---

II.3.8 Masse volumique

Le lait contient différents éléments dispersés (micro-organismes) globules gras, micelle de caséine qui peuvent être séparés selon leur masse volumique. Selon (Pointurier, 2003), la masse volumique du lait et définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de lait divisée par son volume.5 501La masse volumique, le plus souvent exprimé en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre, une propriété physique qui varie selon la température, puisque le volume d'une solution varie selon la température (Vignola, 2002).

II.4 Les caractéristiques microbiologiques du lait

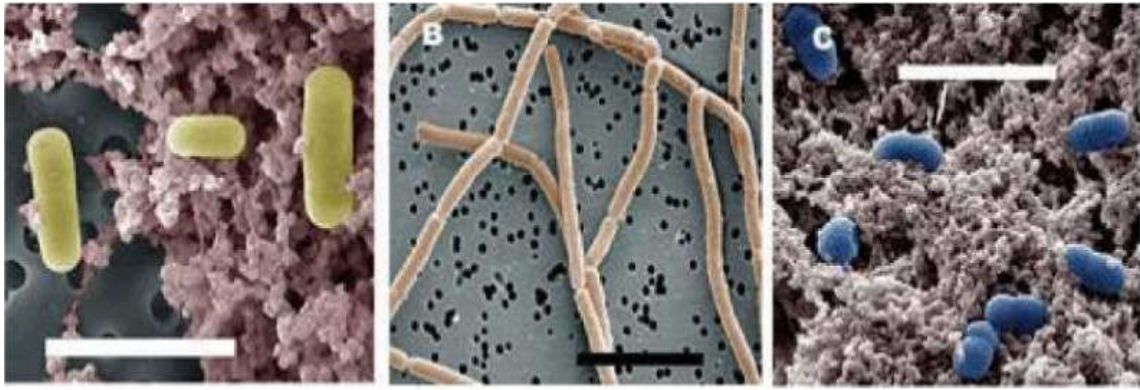
D'un point de vue microbiologique, la majorité des espèces de bactéries lactiques sont présentes dans le lait cru de chèvre. Le lait ovin et caprin constitue néanmoins un danger en tant que vecteur potentiel de la brucellose (**Dumoulin et Peretz, 1993**). Les mammites sont les troubles sanitaires les plus fréquentes en élevage laitier. Ce sont des infections microbiennes de la mamelle, à l'origine d'une forte augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait (**Coulonet al., 2005**). Pour le lait caprin, ces mammites sont sujettes à des variations saisonnières, avec de faibles concentrations en avril et de fortes concentrations en cellules somatiques en septembre (**Guilherme et al., 2009**).

Toutefois, le contenu en cellules somatiques d'un lait prélevé sur une chèvre saine est nettement plus important que celui provenant d'une vache saine (**Sanchez et al., 2005**). En plus de l'impact sur la qualité microbiologique du lait, l'augmentation du nombre de cellules somatique dans celui-ci modifie la composition physico-chimique (**Ceboet al., 2009**). C'est ainsi qu'on note une diminution du pH, des teneurs en lactose et en caséines, une augmentation de la lipolyse et une forte variation des équilibres salins (**Leitneret al., 2004**).

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : La flore indigène ou originelle et la flore contaminant. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène (**Vignola, 2002**).

- ✦ *Flore originelle ou indigène* : Le lait contient relativement peu de microorganisme quand il est sécrété partir de la mamelle d'un animal en bonne santé. Il devrait contenir moins de 5000UFC (unités formant colonies). La flore naturelle du lait cru est un facteur essentiel particulièrement à ces propriétés organoleptiques (**Fotouet al., 2011**). Le Lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées «lacténines» mais leur action est de très courte durée environ 1 heure (**Guiraud, 2003**).

D'autres microorganismes peuvent se retrouver dans le lait cru issus d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire «les bactéries lactiques» lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques, dont les vertus se ressemblent, et qui produisent de l'acide lactique comme produit final du processus de fermentation. Elles sont partout dans la nature, et se trouvent aussi dans le système digestif de l'homme. Si elles sont surtout connues pour le rôle qu'elles jouent dans la préparation des laitages fermentés, elles sont utilisées également dans le saumurage des légumes, la boulangerie, la fabrication du vin, le saurissage des poissons, des viandes et des salaisons.



(A): *Lactobacillus helveticus* (B): *Lactobacillus delbrueckii* (C) : *Lactococcus lactis*

Figure 11 : Les bactéries lactiques (Prescott et al., 2010).

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

Le lait se contamine par des microbes d'origines diverses :

- Fèces et téguments de l'animal : Coliformes, Clostridies, et éventuellement des Entéobactéries pathogènes (salmonella).
- Sol : Streptomyces, bactéries sporulées, spores fongiques, listéria.
- Litière et aliments : flore banale variée, en particuliers, Lactobacilles, Clostridiumbutyriques (Ensilages).
- Air et eau : flore diverse dont pseudomonas, bactérie sporulées, etc.
- Équipements de traite et de stockage du lait : flore lactique, microcoque, Lactobacilles, Streptocoques, Leuconostoc, levure, cette flore sera souvent spécifique d'une usine à une autre.
- Manipulateurs : *Staphylocoques* dans le cas de traite manuelle.
- Vecteurs divers : insectes en particulier, flore de contamination fécale (**Guiraud, 1998**).

III. Facteurs de variations de la production et la composition du lait

La production laitière et la composition du lait sont influencées par plusieurs facteurs liés à l'animal et à son environnement. Certains sont incontournables et d'autres dépendent de l'intervention de l'éleveur (Corcye *et al.*, 1991).

- La génétique est un facteur qui explique une grande partie des variations de la PL et des taux, aussi bien entre les races qu'à l'intérieur d'une même race, cependant la sélection permet leur amélioration génétique (Cauty et Perreau, 2009), notamment celui des protéines (Corcye *et al.*, 1991).
- Le stade de lactation est un facteur de variation de la composition du lait, en raison de l'effet de dilution ; le stade où la quantité de lait est maximale sera aussi celui où les taux seront les plus faibles (Croguennec *et al.*, 2008 ; Cauty et Perreau, 2009).
- Le rang de lactation et l'âge de la chèvre sont aussi des facteurs de variation de la production du lait et donc de sa composition (Ahuyaet *et al.*, 2009). En effet, Mourad (1986) a montré que la chèvre Alpine atteint un maximum de PL à sa 5^{ème} lactation. De plus, plusieurs auteurs ont rapporté l'effet de la taille de portée sur la PL (Mourad, 1992 ; Cissé *et al.*, 2002 ; Ahuyaet *et al.*, 2009).
- La durée de jour agit sur la synthèse de la prolactine ; les jours longs tendent à faire augmenter (Garcia-Hernandez *et al.*, 2007 ; Cauty et Perreau, 2009). Ainsi, les femelles produisent moins de lait en hiver qui sera plus riche en lipides et en protéines que celui produit en été (Apfelbaumet *et al.*, 2009 ; Fredot, 2009).
- L'influence de la température est ressentie lorsqu'on s'éloigne des valeurs du confort ; les températures négatives font chuter la PL et les valeurs trop élevées, supérieures à 30°C, font chuter la production et les taux butyreux et protéique (Cauty et Perreau, 2009).
- La quantité et la qualité du lait, dépendent en grande partie de l'alimentation ; sa composition ne doit pas être en excès ou en déficit (Corcye *et al.*, 1991). En effet, la diminution de l'apport énergétique provoque une chute importante de la PL et une augmentation du TB, à l'opposé, un apport énergétique élevé a un effet favorable sur la PL, le taux du lactose et le TP mais défavorable sur le TB (Debry, 2001 ; Croguennec *et al.*, 2008). De même, une supplémentation en MG entraîne l'augmentation du TB et une légère baisse du TP (Charron, 1986).
- Les conditions de traite sont un facteur de variation des taux. En effet, la traite incomplète entraîne la baisse du TB étant donné que le lait alvéolaire, traite en dernier, est le plus riche en MG. Egalement, un intervalle prolongé entre 2 traites (15 h ou plus) diminue le TB alors que le TP est peu affecté. Aussi, le moment de la traite avec un niveau plus important enregistré le matin (Ilahiet *et al.*, 1999).

- L'état sanitaire de la femelle ; sa dégradation provoque une destruction des cellules lactogènes et une augmentation de la perméabilité vasculaire et tissulaire de la mamelle ce qui entraîne une diminution de la PL et de la concentration des constituants qu'elle synthétise et une augmentation de la concentration des constituants qu'elle prélève du sang.

Ainsi, l'augmentation du passage des protéines à activité protéolytique ou lipolytique dans le lait affecte l'intégrité de ses composants, ce qui fait qu'une mammite se traduit par la chute des taux. Aussi, le taux de lactose est diminué par élévation de la teneur en Na⁺ et Cl⁻ qui augmentent la pression osmotique. De plus, la diminution des caséines au profit des protéines solubles diminue la stabilité thermique et l'aptitude fromagère du lait (**Croguennec et al., 2008; Cauty et Perreau, 2009**).



Partie expérimentale

I. Objectif

Le but de notre travail est d'évaluer la qualité microbiologique et physicochimique du lait de chèvre cru de différents échantillons, prélevés dans t régions de la wilaya de Mila.

II. Zone d'étude

II. 1 Situation géographique de la commune de *Chalghoum Laid* (Wilaya de Mila)

Est une commune Algérienne située dans la Wilaya de Mila.Elle se trouve à 50 Km au sud- ouest de Constantine. La commune et traversée par l'oued «Rhhmel » et de son affluent l'oued « Dekri » .Sont territoire cominal constitue une plaine un peu cassée à ses limitrophe par DjebelGrouz et le Mont de Tikoua.Le climat méditerranéen avec été chaud "*Classification de Köppen : Csa* ".

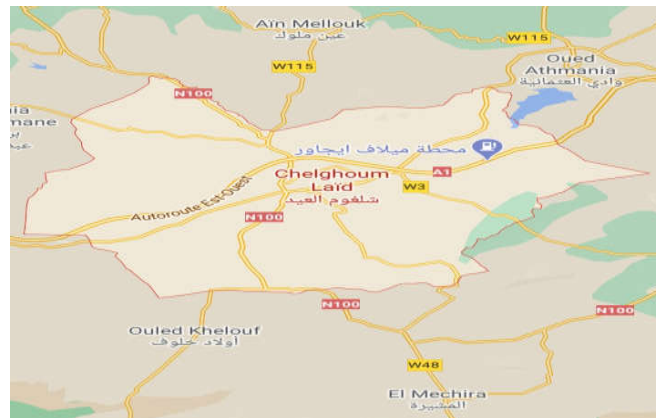


Figure 12 : La situation géographique de la commune Chalghoum Laid (Classification de Köppen, 2020).

II.2 Situation géographique de la commune d'AïnTinn (Wilaya de Mila)

Ou également Typographie Ain Tine est une commune déclarée Wilaya de Mila en Algérie le territoire de la commune est situé à l'Est de la wilaya deMila à 12 Km de la ville de Mila .Le village de AïnTinn situé à 680 mètres d'altitude est sur plombé par Djebllakhal sui culmine à 1266 mètres. Le climatde AïnTinn est méditerranéen avec un été chaud.

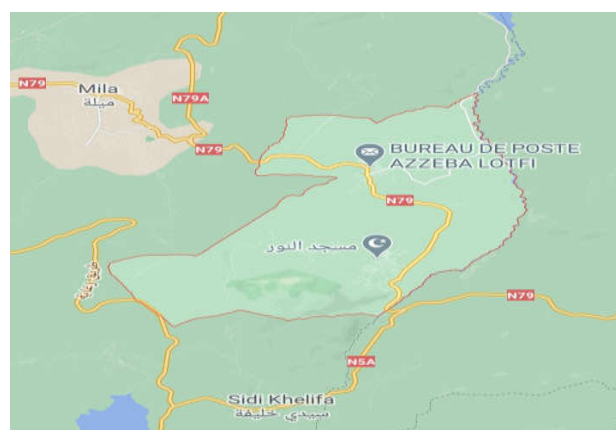


Figure 13 : La situation géographique de la commune AïnTinn (Classification de Köppen ; 2020).

II.3 Situation géographique de la commune Grarem Gouga (Wilaya de Mila)

La commune est située au Nord de la wilaya de Mila. Le village s'étend sur 142,14 km² et compte 42062 habitants en 2008. La densité de population est de 298 habitants par km² sur la ville. Elle abrite 2 forêts : _ forêt des Mouis _ forêt de Tadrar. Le climat est similaire à ceux des deux régions précédentes.



Figure 14 : La situation géographique de la commune Grarem Gouga (Classification de Köppen, 2020).

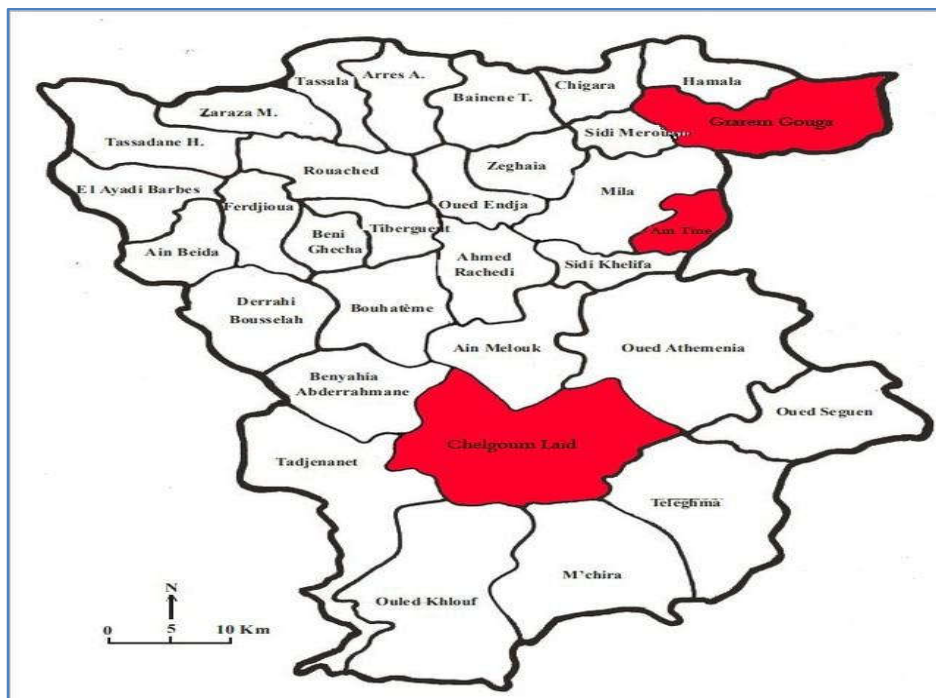


Figure 15 : Localisation de la trois régions étudiées sur la carte géographique de la Wilaya de Mila .

III. Matériels et méthode

III.1 Choix des fermes

Le lait utilisé dans notre étude est le lait cru de chèvres, chaque échantillon correspond à un mélange de lait de trois chèvres différentes. Au total 12 échantillons ont été prélevés dans 3 régions (Chalghoum Laid, AïnTinn, et Grarem Gouga) comme suit:

- ✦ 4 échantillons de la commune de Chalghoum Laid.
- ✦ 4 échantillons de la commune de AïnTinn .
- ✦ 4 échantillons de la commune de Grarem Gouga.

III.2 Le prélèvement des échantillons

Les échantillons ont été prélevés aseptiquement sur des femelles caprines locales élevées en système extensif, la traite est manuelle : cela s'effectue simultanément sur deux quartiers diagonalement opposés. Les échantillons de lait prélevés sont recueillis dans des flacons stériles, refroidis à 4°C et acheminés dans une boîte isotherme avec réfrigérant. Ils ont été transportés des sites de prélèvement au laboratoire d'analyses du service de santé et prévention de la municipalité de la Wilaya de Mila ,où les analyses et les expériences se sont tenues) dans des flacons stériles de 500 ml contenus dans des glacières.

III.3 Les analyses pratiquées

III.3.1. Les analyses physico-chimiques

Les paramètres physicochimiques concernés sont : le pH, l'acidité titrable, la densité, l'extrait sec total, et les cendres.

✦ **Le pH:** Sa détermination est effectuée en versant dans un bécher une quantité suffisante de lait capable de submerger l'électrode du pH-mètre. La valeur correspond à celle affichée par l'appareil après stabilisation.

✦ **L'acidité titrable :** Le principe de cette technique est basé sur le titrage d'hydroxyde de soude (NaOH) à $0.1 \text{ mol} \times \text{L}^{-1}$ dans 10 ml de lait en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.

Dans un bécher contenant 10 ml de lait, (3-4) gouttes de phénolphthaléine sont ajoutées. Puis le titrage avec la solution de NaOH est réalisé jusqu'à l'apparition de la coloration rose qui persiste durant une 10^{aine} de secondes. C'est alors qu'on procède à la lecture de la quantité d'hydroxyde utilisée. Le résultat est exprimé en degré Dornic (°D) de la manière suivante :

$$\text{Acidité titrable} = V \times 10 \quad (V : \text{la quantité de NaOH}).$$

✦ **La densité** ; Son principe est fondé sur l'usage d'un appareil spécifique « le lactodensimètre » à 20°C (muni de graduations). Une éprouvette de 250 ml est remplie de lait en évitant toute formation de mousse puis l'appareil est plongé. Après la stabilisation du lactodensimètre, la lecture se fait directement suivant ses différentes graduations.

✦ **L'extrait sec total ou matière sèche** : Il consiste en une évaporation de l'eau d'une quantité de lait (5 ml) dans une étuve à 105°C durant 3 h de temps. Les capsules contenant les échantillons sont pesées, en un premier temps à vide, puis à nouveau avec les échantillons avant évaporation et enfin, après séjour dans l'étuve avec les contenus. Le taux de matière sèche exprimé en % est obtenu de la manière suivante :

$$\text{Taux de MS} = \frac{P2 - P0}{P1 - P0} \times 100$$

P0 : poids de la capsule vide, P1 : poids de la capsule avec l'échantillon de lait, P2 : poids de la capsule avec la matière sèche après évaporation dans l'étuve.

✦ **Les cendres** ; La détermination du taux de cendres est effectuée de la même façon que pour celle du taux de la matière sèche à quelques détails près. Son principe repose sur la dessiccation de 5 ml de lait dans un four Pasteur à 550°C pendant 4 heures de temps. Le mode opératoire est identique à celui du taux de la MS et les résultats sont obtenus et exprimés pareillement.

III.3.2. Les analyses bactériologiques

Elles concernent la flore mésophile aérobie totale, les coliformes totaux et fécaux, les staphylocoques pathogènes, les clostridies et les salmonelles.

III.3.2.1 Préparation des dilutions décimales

Afin d'obtenir des solutions de moins en moins riches en microorganismes, une série de dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) est préparée à partir de chaque échantillon du lait. Après avoir homogénéisé soigneusement la solution mère, 1 ml est aspiré à l'aide d'une pipette graduée et introduit dans un tube stérile contenant 9 ml d'eau physiologique en évitant le contact avec le diluant ou avec la paroi de tube, ainsi s'obtient la dilution au 1/10 de ml ou la dilution (10^{-1}). Le tube est ensuite homogénéisé manuellement par agitation contre la paume de la main gauche pour obtenir une dilution homogène.

Avec une nouvelle pipette, 1 ml du tube (10^{-1}) est ensemencé dans un nouveau tube contenant 9 ml de diluant pour obtenir la dilution -2 (au 1/100). On procède de la même manière pour préparer une dilution -3 (au 1/1000) (**Petransxiene et Lapied, 1981 ; Guiraud et Rosec, 2004**).



Figure 16: Les dilutions décimales préparées.

III.3.2.2 Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) dite aussi revivifiable (FAMR) permet d'apprécier le degré de contamination du lait cru. Il est basé sur le fait que les microorganismes aérobies et anaérobies facultatifs se développent dans le milieu gélosé nutritif non sélectif PCA (Plate Count Agar) incubé à 30 °C pendant 48h et apparaissent sous forme de colonies de tailles et de formes différentes.

Le développement des levures et des moisissures est aussi examiné après 5 jours de culture. Les levures présentent des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates et sont souvent pigmentées et opaques. Les moisissures sont toujours pigmentées avec un aspect velouté plus ou moins proéminent (**Petransxiene et Lapid, 1981**).

Ce dénombrement est fait en profondeur sur milieu solide (milieu PCA). A partir des dilutions décimales réalisées, 1 ml de chaque dilution décimale est introduit dans une boîte de pétri (préalablement étiquetée) y compris la suspension mère. Puis la gélose PCA liquéfiée et ramené à la température de 45°C est versée dessus en raison de 15 ml dans chaque boîte. L'ensemble est homogénéisé par des mouvements en forme de 8.

Après solidification, une seconde couche de gélose est appliquée dans un but de protection contre les contaminations. Les boîtes sont ensuite incubées à 30°C pour une durée de 72 h. Les colonies se présentent sous formes lenticulaires en masse.

III.3.2.3 Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Le dénombrement-ci est opéré en milieu liquide (BLBVB) pour la présomption et en milieu liquide Schubert pour la confirmation. Le principe repose sur la capacité des coliformes à causer un trouble du milieu (fermentation du lactose avec la production de gaz dans les cloches de Durham). La photo 5 en est une illustration.

* *Pour les coliformes totaux*, des séries de tubes contenant le milieu BLBVB et des cloches de Durham sontensemencées avec 1 ml de l'échantillon (de la suspension mère jusqu'à la 6^e dilution décimale : 3 tubes par dilution). Une incubation pendant 48 h à 37°C est pratiquée.

Les tubes considérés positifs sont ceux présentant un trouble du milieu (dégagement gazeux observé dans les cloches de *Durham*). En se référant sur le tableau de Mac Grady, le nombre le plus probable (NPP) de coliformes totaux est déterminé.

* *Pour les coliformes fécaux*, leur particularité à supporter des températures élevées (44°C) est la base du principe de ce dénombrement. Après la lecture des tubes BLBVB pour les coliformes totaux, les tubes retenus comme positifs sont repiqués dans les tubes au milieu *Schubert* en raison de 3 tubes pour chaque tube BLBVB positif.

Après incubation à 44°C pendant 24 h, les tubes renfermant du gaz dans les cloches sont additionnés de (2-3) gouttes du réactif de *Kovacs*. Les tubes positifs sont ceux montrant la formation d'un anneau rouge. Tout comme pour les coliformes totaux, la détermination du NPP des coliformes fécaux se fait en utilisant le tableau de Mac Grady.

III.3.2.4 Dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs

On peut affirmer qu'il s'agit d'un dénombrement des spores de ces clostridium puisque les formes végétatives sont éliminées par un traitement thermique. Le principe repose sur la capacité qu'ont ces bactéries de réduire le sulfite de sodium en sulfure en présence de fer donnant lieu à une coloration noire. 5 ml de lait et de certaines de ses dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^3 et 10^{-4}) ont été pris dans des tubes et portés à la température de 80°C durant 10 mn.

Après refroidissement, 4 gouttes de sulfite de sodium et 2 gouttes d'alun de fer sont ajoutées avant de compléter les tubes avec de la gélose viande-foie tout en minimisant l'exposition à l'air pour permettre l'anaérobiose (qui peut être instaurée en appliquant une couche d'huile de vaseline dans les tubes). Les préparations sont ensuite incubées pendant 24 à 48 h à 37°C. Les colonies sont caractérisées par une couleur noire.

III.3.2.5 La recherche de *Staphylococcus aureus*

Il faut procéder un enrichissement qui est pratiqué à l'aide de bouillon de L'EPT en mettant 1 ml de chaque dilution dans 9 ml de bouillon d'enrichissement. Après 24 h d'incubation à 37°C, un isolement est réalisé en ensemençant en râteau 0.1 ml sur la gélose de Baird-Parker, pour favoriser le dénombrement des staphes (**Lebres, 2002**). L'incubation est réalisée pendant 24 h à 37°C. Les *Staphylococcus aureus* cultive facilement sur milieu solide, il forme des colonies bombées, luisantes et plus ou moins pigmentées en jaune (**Guiraud et Riosec, 2004**).

III.3.2.6 La recherche des Salmonelles

Un pré-enrichissement est réalisé en incubant pendant 24 h à 37°C la solution mère préparée. En suite 1 ml de ce mélange sert à ensemencher 9 ml du milieu d'enrichissement (bouillon Sélénite - Cystéine), après l'enrichissement, il sert à ensemencher en trois cadrans le milieu solide d'isolement : la gélose désoxycholate 1%. Colonies sont identifiées. L'enrichissement est réalisé en incubant pendant 24 h à 37°C la solution mère préparée. En suite 1 ml de ce mélange sert à ensemencher 9 ml du milieu d'enrichissement Cystéine, celui-ci est incubé pendant 24 h à 37°C.

Après l'enrichissement, il sert à ensemercer en 3 cadrans le milieu solide désoxycholate 1%. Les boîtes sont incubées 24 h à 37°C et les salmonelles apparaissent incolores et transparentes de petite taille.

IV. Résultats et discussion

IV.1. Caractéristiques physico-chimiques

Les analyses des paramètres physico-chimiques du lait de chèvre des 3 régions sont illustrées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Composition biochimique et physico-chimique du lait des chèvres suivies des 3 régions.

Paramètre	Moyenne \pm SEM				Min	Max
	Chalghoum Laid	Ain Tine	Grarem Gouga	Total		
T (°C)	16.8	22.4	22.7	19.6	15,7	23,1
pH	06.43	06.32	6.84	6.45	5.6	7.52
MG (%)	04.28	03.73	02.66	03.41	2.51	04.86
Lipides (g/l)	39,6 \pm 2,9	31,7 \pm 1,6	30,3 \pm 1,4	34,9 \pm 1,8	15,5	142,1
Protéines (g/l)	40,5 \pm 0,8	37,9 \pm 0,7	38,1 \pm 0,7	38,9 \pm 0,6	28,7	57,7
Lactose (g/l)	50,7 \pm 1,0	47,5 \pm 0,9	47,7 \pm 0,9	48,8 \pm 0,8	36,4	72,4
ESD (g/l)	111,0 \pm 2,1	104,5 \pm 1,7	104,9 \pm 1,6	107,1 \pm 1,5	82,9	156,6
Cendres (g/l)	6,4 \pm 0,3	6,8 \pm 0,2	6,9 \pm 0,3	6,7 \pm 0,2	4,4	11,5
Acidité (°D)	20,2 \pm 0,9	18,0 \pm 1,0	17,9 \pm 0,7	17,8 \pm 0,7	10,0	32,0
Densité (mg/l)	1038,2 \pm 0,9	1036,5 \pm 0,7	1036,9 \pm 0,7	1037,2 \pm 0,6	1025,7	1056,5
Point de congélation (-°C)	0,54 \pm 0,5	0,55 \pm 0,07	0,59 \pm 0,07	0,52 \pm 0,03	0,63	0,45

Nous observons que la valeur de la MG est plus remarquable à la région 1 Chalghoum Laid avec 4,28% puis la région de AinTinn avec 03,73 %.

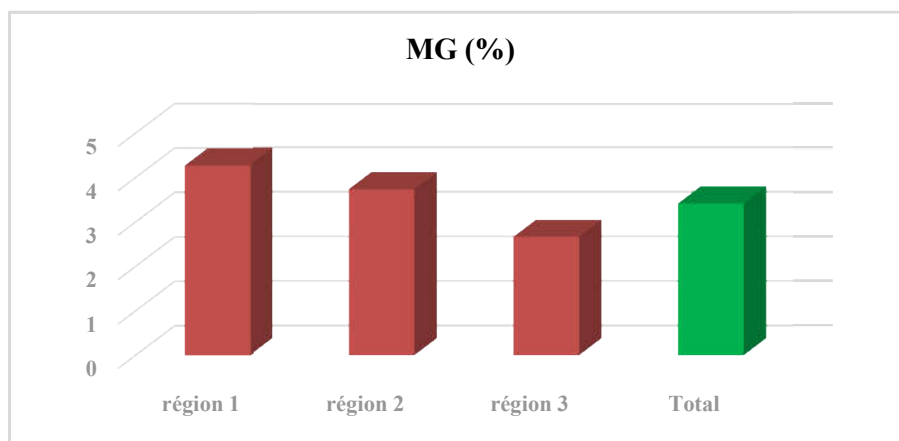


Figure 17: la teneur en MG (%) du lait cru de lait de chèvre dans les 3 régions de Mila.

Le type d'aliment fourni influence la composition du lait, ainsi, les rations énergétiques ne permettent pas la production des composés acétyles ce qui contribue à une diminution de la teneur du lait en MG (Morel *et al.*, 2006). Les lipides sont les composants les plus importants de lait en matière de coût, de la nutrition, les caractéristiques physiques et sensorielles qu'elles confèrent aux produits laitiers (Park *et al.*, 2007).

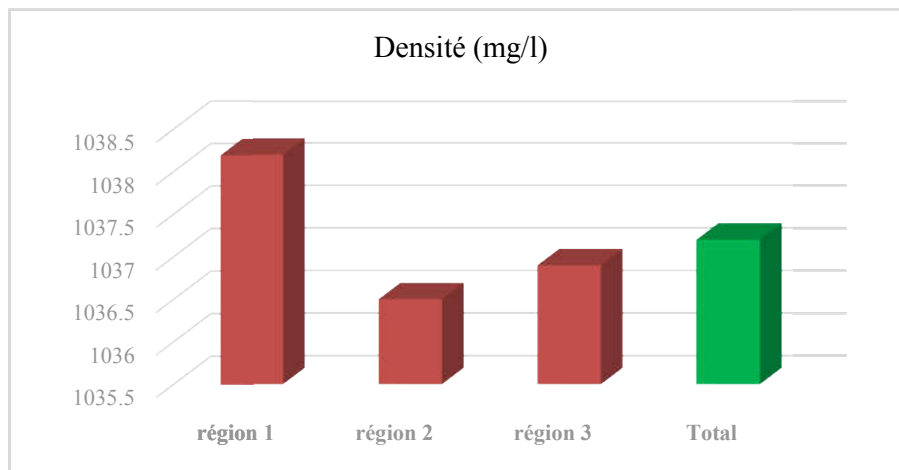


Figure 18 : la densité (mg/l) du lait cru de lait de chevre dans les 3 régions de Mila.

La densité varie entre $1036,5 \pm 0,7$ et $1038,2 \pm 0,9$. Ce paramètre (pour les laits étudiés) s'éloigne des valeurs de référence de la FAO (1995) évoquées qui sont entre 1,027 et 1,035. Les valeurs de la densité sont plus élevées que celles du lait étudié par Labiouiet *al.* (2009) qu'est de 1,028. La valeur de la MG est plus élevée par rapport à celle trouvée par Roudjet *al.* (2005) qui est de 1 % dans la région d'Oran à l'Ouest algérien, mais reste faible à celle trouvée par Boubezari (2010) pour la race locale à Jijel (4,63 %) et Benyoub (2016) qu'est de 5,25 % chez les chèvres de la région Chouli.

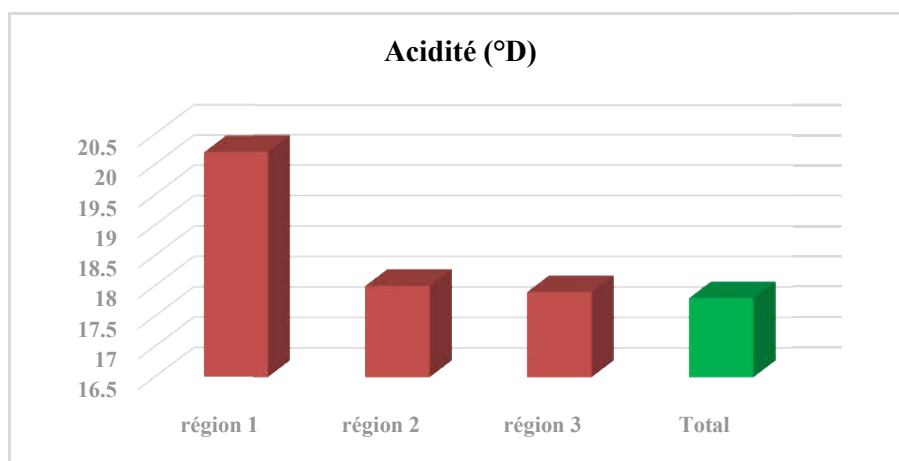


Figure 19 : l'acidité(%) du lait cru de lait de chèvre dans les 3 régions de Mila.

L'acidité titrable est très proche pour les deux régions 2 et 3 qu'est de $17,9 \pm 0,7$ °D et $18,0 \pm 1,0$ °D, la moyenne de $17,8 \pm 0,7$ °D reste néanmoins dans l'intervalle de $15 - 17,5$ °D d'un lait cru selon la **FAO (2010)**. D'après **Aboutayeb (2009)**, un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18 °D, On rappelle que l'acidité titrable = acidité naturelle+acidité développée.

Les constituants du lait qui contribuent à l'acidité naturel sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05 - 0,08 %), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%). À cette acidité naturelle s'ajoute l'acidité développée qui est la résultante d'un développement des bactéries lactiques qui forment de l'acide lactique par fermentation du lactose **Ghaoues (2010)**.

Les variabilités sont liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des chèvres et aux conditions de traite. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique de la manutention du lait.

En revanche, nos résultats sont identiques à ceux trouvés par **Noutfiaet al. (2011)**, comparables à ceux trouvées par **Labiouiet al. (2009)**. Par contre, l'acidité de la des échantillons de la région 1 augmente à celle du lait de chèvre de système extensif qui s'élevait à $20,4$ °D d'après l'étude faite par **Arroumet al.(2016)** sur le lait de chèvre de différents systèmes d'élevage.

La teneur moyenne en protéine et lactose de lait de chèvre est de $38,9 \pm 0,6$ (g/l) et $48,8 \pm 0,8$ (g/l) respectivement. L'extrait sec dégraissé variedans les 3 régions avec une moyenne de $107,1 \pm 1,5$ g/l. les taux obtenus sont proches de 13% (sauf pour la ferme 1) qui est le pourcentage de référence pour de nombreux auteurs : **Arroumet al. (2016)** ; **Vignolaet al. (2002)** et **Mahaut et al. 2000)**.

Les valeurs de protéine sont inférieurs par apport à celle trouvé par **Benyoub (2016)** qui est de 4,3 %. Par rapport à d'autres études sur le lait de chèvre, **Remeuf et Lenoir (1985)** avec 2.7 % et **Raynal-Ljutovac et al. (2008)** avec 2.6 %, marque la supériorité des teneurs en protéines totales de nos échantillons. Alors des moyennes telles que 3.5 % (**Decandiaet al., 2007**), 3.7 % (**Berger et al., 2004**) et 3.84 g % (**Zahraddeen et al., 2007**) confirment légèrement nos résultats en matière protéique.

Le taux de matière sèche étant une estimation des constituants du lait, une hausse de ce dernier est juste une richesse du lait en ces constituants. La teneur en matière sèche du lait de chèvre des régions d'études est nettement plus élevée par rapport à des teneurs de 11.5 % et 10.2 % enregistrées par **Moualek (2013)** pour le lait de chèvre de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le lait issu des élevages visités est caractérisé par un point de congélation se varie entre $0,54 \pm 0,5$ et $0,59 \pm 0,07$.ces valeurs montrent que le point de congélation de nos échantillons est fortement supérieurs aux moyennes enregistrées chez les autres races caprines, ceci peut être expliqué par le taux élevé de la matière grasse et de la protéique.

L'augmentation de la valeur de point de congélation est un indice de mouillage une élévation de 0,005 °C correspond à environ 1% d'eau étrangère (Rosenman et Garry, 2010).

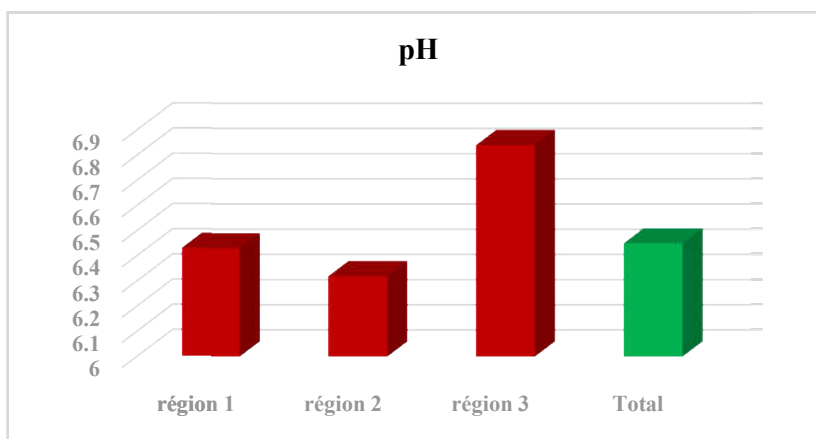


Figure 20: le pH du lait cru de lait de chèvre dans les 3 régions de Mila.

Les échantillons de lait analysés ont eu des valeurs de pH parsemées avec une moyenne de 6.45. La valeur maximale est (7.52) et la minimale (5.6). Ces résultats restent dans la plage de pH obtenue (6,45 à 6,60) énoncées par les données de la FAO (1995). Par contre, ils sont supérieurs aux valeurs de pH caprin par l'étude de Serhan (2008) sur des chèvres locales du Liban (6,69 à 6,89). Cette légère augmentation peut être expliquée par des infections dans les élevages.

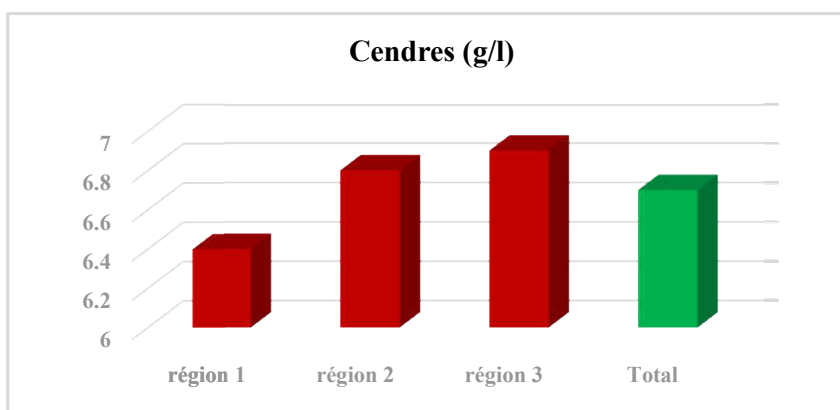


Figure 21: la teneur en cendres (g/l) du lait cru de lait de chèvre dans les 3 régions de Mila.

Le taux moyen de cendres pour l'étude est de $(6,7 \pm 0,2)$ g/l ; le taux le plus élevé de 11,5 g/l pour le lait de la région 1 et le taux minimal de cendres s'est trouvé dans la région 3 (4,4 g/l). Les valeurs de ce paramètre sont éloignées de celle rapportée par Mahaut *et al.* (2000) qui est de 0,86 %. Le taux moyen quant à lui est très proche de celui énoncé par les travaux d'Arroumet *et al.* (2016) pour le système extensif (0,7%) et de Serhan (2008) pour des chèvres locales du Liban (0,69 – 0,72%). Ces faibles taux de observés en élevage extensif pourraient être justifiés par une absence de compléments minéraux dans l'alimentation.

IV.2. Les analyses bactériologiques

Les résultats des analyses microbiologiques obtenues sur les échantillons des laits sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Résultats des analyses microbiologiques.

Germes	Région 1 (UFC/ml)	Région 2 (UFC/ml)	total (UFC/ml)	Norme J.O.A (UFC/ml)
<i>Germe totaux aérobies</i>	$1,5 \cdot 10^4$	$0,3 \cdot 10^4$	$20,4 \cdot 10^4$	10^5
<i>Clostridium</i>	00	00	00	50
<i>Staphylococcus aureus</i>	00	00	00	Absence
<i>Coliforme totaux</i>	$2 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^6$	Absence
<i>Coliforme fécaux</i>	00	00	00	10^3
<i>Selmonelles</i>	00	00	00	Absence



Figure 22: Dénombrement des Germes totaux aérobies.



Figure 23: Dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs.



Figure 24: Dénombrement des *staphylococcus aureus*



Figure 25: Dénombrement des Coliformes fécaux

IV.2.1 Germe totaux aérobies

IV.2.1.1. La flore mésophile aérobie totale

Les valeurs observées dans les échantillons sont de $1,5.10^4$ *ufc/ml* pour la région 1 et de $0,3.10^4$ *ufc/ml* pour la deuxième région et de $20,4.10^4$ en moyenne. Selon les normes du JORA n°39 du 2 juillet 2017, le nombre de cette flore doit être inférieur à 3.10^6 *ufc/ml* de lait cru. Ce seuil est respecté dans notre échantillon. Selon **Farris (2009)** ; un lait de chèvre est de très bonne qualité microbiologique contiens moins de 10^5 *germes/ml* du lait. Les résultats obtenus pour les germes totaux aérobies de lait cru de la chèvre de notre étude reste inférieur aux limites trouvé par les différents auteurs, donc la valeur de la contamination du lait sont négligeables, cela est due probablement à la principale méthode d'hygiène respectée à savoir le nettoyage des mains, de la mamelle et des flacons.

IV.2.1.2. Les Clostridium sulfito-réducteurs

Les laits de chèvre analysé sont dépourvus de *clostridium sulfito-réducteur* donc ils sont conformes à la norme selon le journal officiel de la république algérienne (1998) qui est égale à 50 *UFC/ml*, et **Guiraud (1998)** (< 50 *UFC/ml*).

Les *Clostridium sulfito-réducteur* se sont des germes responsables de gastroentérites, se retrouve dans le sol, les eaux et dans l'intestin de l'homme et des animaux. Les *clostridium*s sont donc capables de survivre dans l'environnement et de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées (**Lebres, 2002**). Leur absence dans le lait est le signe de pratiques hygiéniques au sein de l'étable.

IV.2.1.3. Les staphylococcus aureus

Pour les *staphylococcus aureus*, on note que les résultats de laits de chèvres sont négatives ce qui signifie l'absence totale de *staphylococcus aureus*. Ce qui est de la norme dans le lait cru. Selon **Dodd et Booth (2000)**, le *Staphylococcus aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait.

Les principales sources de contamination sont, en premier lieu la mamelle. Les infections mammaires à staphylocoques représentent la principale source de contamination du lait à la production, d'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que la machine à traire. (**Thieulon, 2005**).

Sur les laits de chèvres analysés, on observe une absence de ces germes, ce résultat montre la bonne conduite d'hygiène au moment du prélèvement ainsi que la bonne santé de l'animale (la mamelle), car l'origine de la contamination est dû à la mamelle.

IV.2.1.4. Les coliformes totaux et fécaux

L'analyse microbiologique a révélé une absence des coliformes fécaux, ce qui est de la norme dans le lait cru. Selon **J.O.A (1998)** ($10^3 UFC/ml$). Cela exclut le fait qu'il existe un problème de salubrité. La présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, il s'agit donc plutôt de marqueurs de mauvaise maîtrise d'hygiène ainsi qu'une mauvaise manipulation (**Guiraud et Rosec., 2004**).

Pour les Coliformes totaux, on observe que l'ensemble des échantillons des laits chèvres sont négatives, ceci indique que le lait a été collecté dans de bonnes conditions d'hygiène. Selon **Larpent (1990)**, la présence des coliformes totaux n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale. Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.

D'après **Magnussonet al. (2007)**, les litières fortement souillées contiennent plus de coliformes et la prévalence de mammites, dans ce cas, augmente, suggérant une contamination des trayons et du lait plus importante. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite. Nos résultats pour les coliformes totaux restent inférieurs à ceux obtenus par **Imane et Saliha (2016)** qui s'élevaient à $1,1.10^8 ufc/ml$.

IV.2.1.5. Les Salmonelles

Son absence totale dans tous les échantillons répond aux normes, ce qui indique que nos laits sont de bonne qualité microbiologique et hygiénique, il démontre que l'élevage, la traite, le transport, la conservation et le stockage ont été réalisés dans des conditions favorables. Le bien respect de ces facteurs nous a offrir des laits seins, qui ne renferme aucune bactérie pathogène nuisible à la santé du consommateur.

Conclusion et Recommandations

Conclusion et recommandations

L'excellente qualité nutritive du lait n'est pas uniquement appréciée par l'homme mais aussi par des microorganismes dont certains sont bénéfiques et d'autres indésirables voire même pathogènes. En plus, les techniques de fabrication du fromage ont des répercussions sur les qualités de ce dernier tant sur ses composants mineurs (surtout les minéraux) que majeurs (principalement les protéines et les lipides).

A travers cette étude, nous avons pu évaluer la qualité physicochimique et microbiologique de lait de chèvre provenant de 3 régions de Mila. Les résultats des analyses physicochimiques sont compris dans des intervalles qui respectent les normes J.O.R.A, avec une densité moyenne de 345,73 un taux d'extrait sec total de 35,7g/l et une acidité de 5,99 °D (valeurs moyennes). Il a été relevé que le taux de la MG, l'extrait sec total et les protéines sont plus élevés dans le camembert au lait de chèvre que dans celui de vache.

La qualité microbiologique lors de l'analyse est en général acceptable, les échantillons de lait contenaient des FTAM et des coliformes fécaux, mais aucun agent pathogène pour l'homme n'a été trouvé (absence totale des staphylococcus aureus, salmonella et clostridium sulfite-réducteurs), il ressort que le lait analysé dans les deux régions sont de qualité acceptable et conformes aux normes du journal officiel algérien.

Comme perspectives, ce travail pourrait être approfondi de plusieurs manières en faisant:

- ✦ Une étude sur les faisabilités de l'intensification de l'élevage caprin en Afrique tout en évaluant ses avantages et ses inconvénients.
- ✦ Une étude comparée des qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait de chèvre en systèmes extensif et intensif.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aggad H., Mahouzi F., Ahmed Ammar Y., Kihald M. 2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét.*, 160, 12, 590-595
2. **Ahuya C.O., Ojango J.M.K., Mosi R.O., Peacock C.P., Okeyo A.M., 2009.** Performance of Toggenburg dairy goats in smallholder production systems of the eastern highlands of Kenya. *Small Rumin. Res.* 83, 7-13.
3. **Ait Amer Meziane L. 2008.** Aptitude des laits de chèvres et berbis à la coagulation par des protéases d'origine avicole. Thèse de Magister en science Agronomiques. pp.10-14.
Alary V., Duteurtre G., Faye B. 2011. Élevages et sociétés : les rôles multiples de l'élevage dans les pays tropicaux. In : Elevage en régions chaudes. Coulon J.B., Lecomte P., Boval M., Perez J.M. (Eds). INRA- *Productions Animales*, 24, 145-156.
4. **Alexandre G. et Mandonnet N. 2005.** Goat meat production in harsh environments. *Small Ruminant Research*, 60, 53-66.
5. **Alexandre G., Limea L., Bocage B., Mahieu M. et Mandonnet N. 2008.** Découpe et mensurations des carcasses de caprins Créoles élevés en conditions intensives. INRA.UR 143. Unité de Recherches Zootechniques, domaine Duclos, 97170, Petit Bourg, Guadeloupe. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 16.
6. **Amazougrene S. 2007.** Etude des performances zootechniques et caractérisation des populations et races caprines en région saharienne. IN.R.A. and copper in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Science*, 85, 657-664.
7. **Ameur Adam, Enroth Stefan, saJohansson A, Zaboli Ghazal, Ig Wilmar, Johansson Anna C.V., Rivas Manuel A., Mark J. Daly, Gerd Schmitz, Andrew A. Hicks, Thomas Meitinger, Lars Feuk and Gyllensten U.L.F. 2012.** Genetic Adaptation of Fatty-Acid Metabolism: A Human-Specific Haplotype Increasing the Biosynthesis of Long-Chain Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids. *The American Journal of Human Genetics* 90, 809-820.
8. **Aoun Fatima zohra. 2008.** Situation de l'élevage des ruminants (caprins, ovins et bovins) dans la station INRAA (Touggourt). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur D'état en agronomie saharienne. université Kasdi Merbah. Ouargla.
9. **Apfelbaum M., Romon M., Dubus M., 2009.** Diététique et nutrition, *Elsevier Masson* (7^eEd.), Paris, France, 516 p.
10. **Apfelbaum M., Romon M., Dubus M., 2005.** Diététique et nutrition, *Elsevier Masson* (7^eEd.), Paris, France, 516 p.
11. **Arroum S., Zmouli K., Gaddour A., Fguiri I., Naziha A., Khorchani T, 2016.** Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait caprin en fonction du mode d'élevage. *CIHEAM*, p. 429-433 (*Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens* ; n. 115).
12. **Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M. et Ouzrout 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.

13. **Baker R.L. et Gray G.D. 2004.** Appropriate breeds and breeding schemes for sheep and goats in the tropics. *Worm control for small ruminants in tropical Asia*, 63-95.
14. **Bekhouche-Guendouz N. 2011.** Evaluation de la durabilité des exploitations bovines laitières des bassins de Mitidja et d'Annaba. Thèse de Doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger (ENSA). Algérie. Pp : 49-58.
15. **Bengoumi M., Ameziane El Hassani T., 2013.** Evolution and efficacy of transfer of technologies in small ruminant production systems in North Africa. In: Chentouf M. (Ed), Lopez-Francos (Ed), Gabina M. (Ed). 8th International Seminar FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats "Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations." Tangier, Morocco, 11 to 13 June 2013. Options Méditerranéennes : Série A. n. 108, pp. 15-24..
16. **Benyoub K., AmeerAmeur .A. et Gaouar S.B.S. 2018.** Phenotypic characterization of local goat's populations in western Algerian: morphometric measurements and milk quality. *Genetics and Biodiversity Journal*: 2(1), 73-80.
17. **BenyoubKhouloodQamar. 2016.** caractérisation morphométrique, typologie de l'élevage caprin et etude physico- chimique de son lait au niveau de la wilaya de Tlemcen. Master académique. Spécialité : Génétique Intitulé: Gestion et Amélioration des Ressources Biologiques. Université Abu-Bakr Belkaied. Tlemcen.
18. **Benyoucef M. T., Madani T., Abbas K. 2005.** Sheep production systems and *Biocommunication*, 16, 01-04.
19. **Berger S.M., Grawe F., Busse B., Johnson K., Knust E. 2004.** A role for Stardust in light-dependent retinal degeneration? *A. Dros. Res. Conf. 45 Suppl.* : 936C.
20. **Bneder A. 2016.** Bureau National d'Etude et de Développement Rural Ministère d'Agriculture et de Développement Rural (MADR).DATA non publié.
21. **Boubezari MT, 2010.** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines.Thèse de magister en médecine vétérinaire.(Batna), 60p.
22. **Boyazoglu J., Hatziminaoglou I., Morand-Fehr P., 2008.** The role of the goat in society: past, present and perspectives for the future. *Small Rumin. Res.* 60, 13-23.
23. **Camps G. 1976.** Les origines de la domestication dans le nord de l'Afrique. Trav. Du LAPÉMO, ronéo : Colloque d'élevage en Méditerranée occidentale. Paris. CNRS. p 49-66.
24. **Cauty I., Perreau J.-M., 2009.** La conduite du troupeau bovin laitier, Editions France Agricole (2^e Ed.), Paris, France 334 p.
25. **Cebo C., Caillat H., Bouvier F., Martin P., Rupp R. 2009,** Composition de la fraction protéique de la membrane du globule gras et résistance aux mammites chez les caprins Protein composition of the milk fat globule membrane and mastitisresistance in dairygoats*Renc. Rech. Ruminants*, 16.
26. **Charron G., 1986.** Les productions laitières, Editions Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, France, 347 p.

27. **Chentouf M. 2013.** Systèmes de production caprine au nord du Maroc. Contraintes et propositions d'amélioration. In: Chentouf M (Ed), Lopez Francos (Ed) and Gabina M. (Ed). 8th International Seminar FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats. Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations." Tangier, Morocco, 11 to 13 June 2013. *Options Méditerranéennes : Série A. séminaires méditerranéens ; n° 108*, pp. 25-32.
28. **Chiche J. 2004.** L'élevage des ovins et des caprins au Maroc entre la spéculation et la rusticité. In : Dubeuf J.-P. (ed.). L'évolution des systèmes de production ovine et caprine: avenir des systèmes extensifs face aux changements de la société. Zaragoza : CIHEAM. *Options Méditerranéennes : Série A. n° 61*, pp. 263-270.
29. **Chilliard Y., 1997.** Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre - Comparaison avec les laits de vache et humain In: Freund G. (Ed.), Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre, INRA éditions, Paris, France, pp. 51-65.
30. **Cissé M., Ly I., Nianogo A.J., Sané I., Sawadogo J.G., N'Diaye M., Awad C., Fall Y., 2002.** Grazing behavior and milk yield of Senegalese Sahel goat. *Small Rumin. Res.* 43, 85-95.
31. **Corcy J.-C., Germain H., Martin C., 1991.** La chèvre, La Maison rustique, Paris, France, 253 p.
32. **Coulon J.B., Delacroix-Buchet A., Martin B. et Pirisi A. 2005.** Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. *INRA Productions Animal* 18 (1), 49-62..
33. **Croguennec T., Jeantet R., Brulé G., 2008.** Fondements physicochimiques de technologie laitière, Editions Technique- Documentation-Lavoisier, Paris, France, 176p
34. **Debry G., 2001.** Lait, nutrition et santé, Editions Technique et Documentation, Paris, France, 566 p.
35. **Decandia M., Cabiddu A., Molle G., Branca A., Epifani G., Pintus S., Travera F., Piredda G., Pinna G. and Addis M. 2007.** Effect of different feeding determination of bovine albumin in milk. *Lait*, 85, 237-248.
36. **Dehareng F., Fernandez Pierna j A et Jadoul T. 2004.** Facteu de variation du taux de lipolyse du lait. *Rencontres Recherches Ruminants.* 11, 109.
37. **De La Torre G., Serradilla J M., Gil Extremera F. and Sanz Ampelazo M.R. 2008.** Nutritional utilization in malaguena dairy goats differing in genotypes for the content of α S1-casein in milk. *Journal of Dairy Science*, 91, 2443-2448.
38. **Dodd F.H., Booth J. 2000.** Mastitis and milk production. Dans the healthy of dairy cattle. Edition Andrews A.H, London, pp. 21 3-255.
39. **Doyon A. 2005.** Une révolution à sa mesure. Diversité des pratiques environnementales communautaires à Cuba". Un article publié dans la revue *Anthropologie et sociétés*, vol. 29, no 1, 2005, pp. 121-143. Québec: Département d'anthropologie, Université Laval, 2005, 258 pp.
40. **DSA Mila, 2020.** Direction des services agricoles de la wilaya de Mila. Les statistiques de la production et l'effectif caprin dans la région de Mila.

41. **Dubeuf J.-P., Boyazoglu J., 2009.** An international panorama of goat selection and breeds. *Livest. Sci.* 120, 225-231.
42. **Dubeuf J.P., Morand-Fehr P. et Rubino R. 2004.** Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research*, 51, 165-173.
43. **Dumoulin E. et Peretz G. 1993.** Qualité bactériologique du lait cru de chèvre. France. *Lait*. 73, 475-483.
44. **Dupouy J.-P., 1993.** Hormones et grandes fonctions, Tome II, Editions Ellipses, Paris, France, 512 p44.
45. **Duteurtre G., Oudanang M.K, et Ngaba S.H. 2005.** Les bars laitier de n'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte de colloques, Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad: 20-22 novembre, Paris X-Nanterre.
46. **Esperandieu. 1975.** Art animalier dans l'Afrique antique. Imprimerie Officiel 7 et 9, Rue Toller Alger, pp 10-12.
47. **F.A.O. 2019.** Sur le site web : <http://www.fao.org/news/archive/newsbydate/2019/fr>
48. **Fall Coudou Latyr. 1997.** Etude des fraudes du lait cru : Mouillage et écrémage, Thèse de l'Ecole Inter- Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV) de Dakar, 80 pages.
49. **FAO. 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.
50. **FAO, 2010.** Etat des Ressources Génétiques Forestières dans le Monde, Rapport National, Algérie. pp. 1-58.
51. **FAOSTAT, 2017.** Statistical databases, Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/faostat/en/.
52. **Farris M. 2009.** Connaissance des aliments : base alimentaires et nutritionnelles de la diététique, 2^{ème} édition Lavoisier Tec & Doc, pp. 18-22.
53. **Fotou k., Tzorz A, VoidarouCh, Alexopoulos A., Plessas S, Avgeris I, Bezirtglou E., Akrida-Demertzi K, Demertzi P-G. 2011.** Isolation of Microbiol pathogens subclinical mastitis from raw sheep's milk of Epuris (Greece) and their role in its hygiene. *Anaerobe* 17, 315, 319.
54. **Fredot E., 2009.** Connaissance des aliments : Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Editions Technique et Documentation, Editions Médicales internationales-Lavoisier (2^e Ed.), Paris/Cachan, France, 400 p.
55. **Galal S. 2005.** Biodiversity in goats. *Small Ruminant Research*, 60, 75-81.
56. **Garcia-Hernandez R., Newton G., Horner S., Nuti L.C., 2007.** Effect of photoperiod on milk yield and quality, and reproduction in dairy goats. *Livest. Sci.* 110, 214-220.

57. **Ghaoues S. 2010.** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire, I.N.A.T.A.A, Constantine.
58. **Ghazi K., Niar A. 2011.** Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie), p. 193-196.vol. 29 n° 4.
59. **Ghozlane F., Yakhlef H., Yaici S. 2003.** Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitières en Algérie. Annales de l'institut national agronomique -El Harrach-Vol. 24, N°1 et 2, 2003, 55-68.
60. **Guéguen L., 2001.** Minéraux et oligoéléments. In: Debry G. (Ed.), Lait, nutrition et santé, Editions Technique et Documentation, Paris, France, pp. 125-149.
61. **Guilherme Nures De Souza., Jose Renal Di Feitosa Brit Maria Aparecida., Vasconcelos Paiva Brito Carla Lang Cristiano Gomes De Farira Luciano Castro Dutra De Moraes and Rafael Guedes Fonseca Yuri De Almeida Silva. 2009.** Composition and bulk tank somatic cell counts of milk from dairy goat herds southeastern Brazil. Brazilian Journal Research Animal Science, 46, 19-23.
62. **Guiraud J.-P., 1998.** Microbiologie alimentaire, Edition Dunod, Paris, p136-137.
63. **Guiraud J.-P., 2003.** Microbiologie alimentaire, Dunod, Paris, France, 651 p.
64. **Guiraud J.-P., Rosec J.-P., 2004.** Pratique des normes en microbiologie alimentaire, AFNOR, Lyon/Paris, France, 298 p.
65. **Habbi W. 2014.** Caractérisation phénotypique de la population caprine de la région de Ghardaïa. Thèse ingénieur d'état (Agronomie saharien). Université d'Ouargla. p 43.
66. **Hady J. 1996.** L'activité de l'eau et le salage. In le fromage. Paris, Lavoisier Tec & Doc: 62-84.
67. **Haenlein G.F.W. 2007.** About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Ruminant Research*, 68, 3-6.
68. **Heinlein G. F. W. and Caccese R. 2006.** Goat milk versus cow milk. *Dairy Goat Journal*, 3, 1-5.
69. **Hellal F. 1986.** Contribution à la connaissance des races caprines algériennes: Etude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord, Thèse d'ingénieur en agronomie. Institut National de l'Agronomie. El Harrach. Alger.
70. **Ilahi H., Chastin P., Bouvier F., Arhainx J., Ricard E., Manfredi E., 1999.** Milking characteristics of dairy goats. *Small Rumin. Res.* 34, 97-102.

71. **Imane Khémis, Saliha Bachi**, 2016. Contrôle de la qualité microbiologique d'un produit laitier fermenté traditionnel (j'ben), mémoire Univ-Ourgla, p 32.
72. **Kacimi el-Hassanis**. 2013. La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale, quelle évaluation *Méditerranéen Journal of social sciences*. Vol4, N°11, 152-158.
73. **Kosgey I.S., van Arendonk J.A.M., et Baker R.L.**, 2006. Economic values for traits of meat sheep in medium to high production potential areas of the tropics. *Small Ruminant Research*. 50, 187-202.
74. **Labioui J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R.** 2002. Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait, in : « Science et Technologie du Lait » Ed. Presses Internationales Polytechnique. Canada.
75. **Larpent J.-P.**, 1997. Microbiologie alimentaire : Techniques de laboratoire, Editions Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, France, 1073 p
76. **Lauret A.** 2002. Lipolyse du lait de chèvre. Compte Rendu des Activités de l'ITPLC, Rencontres Recherches Ruminants, 16, 139-143.
77. **Leitner, G., Merin, U., Silanikove, N.**, 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. *J. Dairy Sci.* 87, 1719–1726.
78. **Lebres**. 2002. Manuel des travaux pratiques, cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments, unité microbiologie des laits et des produits, laitiers, institut pasteur d'Algérie, pp. 21-27.
79. **Luikart Gordon., Gielly Ludovic., Excoffier Laurent., Vigne Jean-Denis., Bouvet Jean. and Taberlet Pierre.** 2001. Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *PNAS*. May 8, 98 (10) 5927-5932.
80. **MADR**. 2004. Statistique du Ministère d'Agriculture et de Développement Rural Direction de production animale DATA non publié.
81. **MADR**. 2018. Statistiques agricoles. L'évaluation de l'effectif et de la production nationale de cheptel caprin en Algérie. Ministère d'agriculture et de développement durable.
82. **Magnusson M., Christiansson et Svensson B.** 2007. *Bacillus cereus* spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. *journal of dairy science*. n° 90. pp: 2745-2754.
83. **Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P.** 2008. Les produits industriels laitiers. 2^{ème} édition, Tec & Doc, Lavoisier, Paris: 183p.

84. **Mahé S., 1997.** Valeur nutritionnelle du lait en alimentation humaine. In: Freund G. (Ed.), Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre, INRA éditions, Paris, France, pp. 9-26.
85. **Makhlouf T. 2015.** Impact de nouvelle politique laitière algérienne sur la viabilité des exploitations laitières. <http://hal.archives-ouvertes.fr>.
86. **MamineD. 2011.** La politique laitière en Algérie : Qualité et stratégies de valorisation Centre de recherche, www.cread.dz.
87. **Mathieu J., 1998.** Initiation à la physicochimie du lait, Editions Technique et DocumentationLavoisier, Paris, France, 220 p.
88. **Morgan, J.W., Walker, R.J., Brandon, A.D. and Horan, M.F. 2001.** Siderophile elements in Earth's upper mantle and lunar breccias: data synthesis suggests manifestations of the same late influx. *Meteoritics and Planetary Science* 36: 1,257-1,275.
89. **Mourad M., 1986.** Contribution à la connaissance des populations caprines dans les systèmes sylvopastoraux méditerranéens. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences d'Orsay, Université Paris-Sud, Orsay, France, 157 p.
90. **Mourad M., 1992.** Effects of month of kidding, parity and litter size on milk yield of Alpine goats in Egypt. *Small Rumin. Res.* 8, 41-46.
91. **Moustari A. 2008.** Identification des races caprines des zones arides en Algérie. *Revue des régions arides*, n° 21, 5p.
92. **Naderi S., Rezaei H.R., Pompanon F., Blum M.G., Negrini R., Naghash H.R., Balkiz O., Mashkour M., Gaggiotti O.E., Ajmone-Marsan P., Kence A., Vigne J. D., Taberlet P. 2008.** The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(46), 17659-64.
93. **Noutfia Y., Ibnelbachyr M. et Zantar S. 2011.** Aperçu sur le secteur de fabrication de fromage e chèvre dans la région d'Ouarzazate. *Options Méditerranéennes*. n°100, Economic, social and environmental sustainability in sheep and goat production systems.
94. **Park Y.W., Juárez M., Ramos M., Haenlein G.F.W., 2007.** Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68, 88-113.
95. **Peacock C. and Sherman D.M. 2010.** Sustainable goat production-Some global perspectives. *Small Ruminant Research*, 89: 70-80.
96. **Petransxiene D., Lapied L., 1981.** La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers: analyses et tests, Editions Technique et Documentation-Lavoisier (2e Ed.), Paris, France, 228 p.

97. **Pointurier H., 2003.** La gestion matières dans l'industrie laitière, Editions Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, France, 388 p.
98. **Prescott LM., Harley J., Klein DA. 2010.** Microbiologie 2ème édition. De Boeck, paris, p. 979.
99. **Ramos, L.F. Lourenço, P.B. and Costa, A.C. 2005.** Operational modal analysis for damage detection of a masonry construction,” Proceeding in International Operational Modal Analysis Conference, 1, Copenhagen, Aalborg, Aalborg University, 495-502.
100. **Raynal-Ljutovac K., Lagriffoul G., Paccard P., Guillet I., Chilliard Y., 2008.** Composition of goat and sheep milk products. *Small Rumin. Res.* 79, 57-72.
101. **Remeuf F., Le noir J. 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.
102. **Rosenman, J. et E. Garry. 2010.** Base Freezing Point Values of Untainted Goat, Sheep, and Water Buffalo Milk Advanced Instruments, Inc., Norwood, MA. Presented at AOA in Orlando, FL. <http://www.aicompanies.com/>.
103. **Roudj S., Bessadat A. et Karam N-E. 2005.** Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, 400.
104. **Sahi S. 2020.** Les performances de production et de reproduction chez les caprins. En Algérie. Mémoire de Doctorat en sciences vétérinaires. Intitulé : Biotechnologies et productions animales. Université Mohamed Chérif Messaidia- Souk Ahras.
105. **Sanchez A., Sierra D., Luengo C., Corrales J.C., Morales C T., Contreras A. and Gonzalo C. 2005.** Influence of storage and preservation on somatic cell count and composition of goat milk. *Journal of Dairy Science*, 88, 3095-3100.
106. **Serhan Mireille. 2008.** Valorisation durable des laits de chèvre de la région du nord Liban. Transformation en fromage Darfiyeh et établissement des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques en vue de la création d'une appellation d'origine, Thèse de l'institut national polytechnique de Lorraine, p 101.
107. **Sina Laurent, 1992,** Contrôle de qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA, Thèse de l'EISMV de Dakar, p 09.
108. **Takoucht A. 1998.** Essai d'identification de la variabilité génétique visible des populations caprines de la Vallée de M'zab et des Montagnes de l'AHAGGAR. *Thèse Ing. Etat. Inst. Agro Blida*, 52 p.
109. **Thieulon M. 2005.** Lait pathogènes staphylocoques. *Revue de la chambre d'agriculture du Cantal*, pp. 21-28.

- 110.Trouette G. 1930.** L'élevage indigène en Algérie. Doc. Anonyme, 50 p.
- 111.Veinglou B., Baltadjieva M., Kalatzopoulos G., Stamenova V.et Papadopoulou E. 1982.**La composition de lait de chèvre de la région de Plovidiv et de Ioninna en Grèce. Lait, 65, 155-165.
- 112.Vierling E., 2008.** Aliments et boissons : filières et produits, 3emeEdition, Doin, Welters Kluwer, France.
- 113.Vigne J.D. et Taberlet P. 2008.** Nouveau scénario pour la domestication de la chèvre. revue PNAS, 1-3 p.
- 114.Vignola C.L., 2002.**Science et technologie du lait : Transformation du lait, Presses internationales Polytechnique, Québec, Canada, 600 p.
- 115.Zahraddeen D, Butswat I.S.R etMbap S.T. 2007.** Evaluation of some factors affecting milk composition of indigenous goats in Nigeria. *Livestock Research for Rural Development. Volume 19, Article #166,*
<http://www.lrrd.org/lrrd19/11/zahr19166.htm>