

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique



Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbas
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de biologie

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V)

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie de la nutrition

Intitulé du thème :

Étude comparative de Lait de chèvres et de chamelles de différentes
régions de l'ouest Algérien.

Présenté par : M^r KORT Abdelkader et M^r MEGROUS Bahaous

Devant le jury composé de :

Présidente: DEMMOUCHE. A	Professeur	UDL Sidi Bel Abbas
Examinatrice: MEZIANI. S	MCA	UDL Sidi Bel Abbas
Encadreur: MEHIDA. H	MCA	UDL Sidi Bel Abbas
Co-encadreur: TARFAOUI. L	Doctorante	UDL Sidi Bel Abbas

Année universitaire : 2019 -2020

« Session : Septembre »

Remerciements

*Avant tout nous remercions **DIEU** « **Tout Puissant** » qui nous a donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.*

*A l'âme du professeur **M Benali M.** puisse Dieu Le Tout Puissant lui accorde Sa Sainte et l'accueillir en Son Vaste Paradis.*

« A Dieu nous appartenons, à Lui nous retournons »

*Nos remerciement s'adresse à tous les **membres du jury** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptent de juger ce travail.*

*Nous remercions notre encadreur, Madame **Mehida H** ; pour nous avoir aide à réaliser ce mémoire et pour son encadrement éclairé.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à Mlle **Tarfaoui L** ; co-promotrice de notre mémoire pour sa présence, son aide et ses orientations*

En fin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



DÉDICACE

Je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et

la patience pour aller jusqu'au bout du parcours de mes études.

Je dédie du plus profond de mon Cœur ce manuscrit:

A mon cher père qui ma toujours soutenu et conseille dans ma vie.

*A ma chère mère qui a toujours été la pour moi, je la remercie pour
ses*

encouragements et son soutien.

Que dieu leurs accorde une longue vie.

A mes frères chacun a son nom.

A mes soeurs

*A mon binôme Kort AEK; je le remercie d'avoir était présent à
chaque moment de notre parcours.*

A tous mes chères amis

Bahaous

DÉDICACES

*Tous d'abord, je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage et la patience
pour
accomplir ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que j'aime et en particulier;
A mon cher père qui m'a soutenue et encourager toute au long de mon parcours
ces conseils
non était d'un grand secours.*

*A ma chère mère qui m'a apporté beaucoup d'amour et d'affection, je la
remercie de ça
présence dans les meilleurs moments comme les mauvais.*

Que dieu leurs accorde une longue vie.

A mes frères chacun a son nom.

A mes soeurs

*A mon binôme Bahaous Mergous; je le remercie d'avoir était présent à
chaque moment de notre parcours.*

A tous mes chères amis

Abdelkader



Résumé

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs (protéines, lipides, sels minéraux, lactoses et vitamines). Malgré la consommation mondiale de lait bovin, les produits laitiers comme le lait de chèvre et de chamelle, sont de plus en plus intéressés par la Zone méditerranéenne. La composition physicochimique du lait de chamelle et du lait de la chèvre sont variables selon l'alimentation des animaux, les conditions environnementales et la période de lactation.

L'objectif de ce travail était de comparer le lait camelin de la région El Bayadh à celui de la région d'Adrar sur le plan physicochimique et organoleptique, de même pour le lait de chèvre qui a été comparé selon les trois régions. Ensuite nous devrions réaliser une autre comparaison entre les deux espèces étudiées.

Le choix des espèces (caprine et camelin) est basé sur le fait que ce sont les deux types de lait les plus exploités après le lait bovin et destinés à la consommation humaine en Algérie.

Mots-clés : Lait de chamelle, Lait de chèvre, composition physicochimique, alimentation.

Abstract

Milk is considered a complete and balanced food due to its richness in several nutrients (proteins, lipids, mineral salts, lactoses and vitamins). In spite of the world consumption of bovine milk, dairy products such as goat and camel milk, are more and more interested in the Mediterranean area. The physico-chemical composition of camel milk and goat's milk varies according to the animals' diet, environmental conditions and the period of lactation.

The aim of this work was to compare camel milk from the El Bayadh region with that from the Adrar region on the physicochemical and organoleptic level, as well as goat's milk, which was compared according to the three regions studied. We will then have to carry out another comparison between the two species studied.

The choice of species (goat and camel) is based on the fact that they are the two most exploited types of milk after bovine milk and intended for human consumption in Algeria.

Keywords : Camel milk, Goat milk, physicochemical composition, feed.

مُلخَص

يُعتبر الحليب غذاء متكامل ومتوازن لغناه بالعديد من العناصر الغذائية (البروتينات والدهون والأملاح المعدنية واللاكتوز والفيتامينات). على الرغم من الاستهلاك العالمي لحليب الأبقار ، فإن منتجات الألبان مثل حليب الماعز والإبل ، تهتم أكثر وأكثر بمنطقة البحر الأبيض المتوسط. تختلف التركيبة الفيزيائية والكيميائية لحليب الإبل وحليب الماعز باختلاف النظام الغذائي للحيوانات والظروف البيئية وفترة الرضاعة.

الهدف من هذا العمل هو مقارنة حليب الإبل من منطقة البيض مع حليب منطقة أدرار على المستوى الفيزيائي والكيميائي ، وكذلك حليب الماعز الذي تم مقارنته حسب المناطق الثلاث المدروسة. سيتعين علينا بعد ذلك إجراء مقارنة أخرى بين النوعين المدروسين.

يعتمد اختيار الأنواع (الماعز والإبل) على حقيقة أنهما النوعان الأكثر استغلالاً بعد حليب الأبقار والمخصص للاستهلاك البشري في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: حليب الإبل ، حليب الماعز ، التركيب الفيزيائي ، النظام الغذائي.

Table des matières

Remerciements	2
Dédicaces.....	3
Dédicaces	4
Résumé	5
Abstract	6
مُلخَص	7
Table des matières	8
Liste des abréviations.....	10
Liste des figures.....	12
Liste des tableaux	13
Introduction	13
Chapitre I Généralité sur le lait de chèvre	
I.1. Définition du lait	18
I.2. Définition du lait de chèvre	18
I.2.1. Origine.....	18
I.2.3. Importance de la production du lait de chèvre dans le monde et en Algérie.....	19
I.3.1. Répartition géographique des grands bassins laitiers	21
I.4. Physiologie de la reproduction	23
I.4.1. La lactation chez la chèvre	23
I.4.2. La traite et la qualité du lait.....	23
I.5. Composition du lait de chèvre.....	24
I.5.1. Eau	24
I.5.2. Glucide	24
I.5.3. Matières grasses	25
I.5.4. Protéines	25
I.5.5. Minéraux	27
I.5.6. Vitamines.....	28
I.5.8. Substances antibactériennes	29
I.6. Caractéristiques organoleptiques.....	30
I.7. Facteurs de variations de la production et la composition du lait	30
I.8. Caractéristiques physico-chimiques	32
I.8.1. Le pH.....	32
I.8.2. La densité	32
I.8.3. Masse volumique.....	32
I.8.4. Viscosité	33
I.8.5. Point de congélation	33
I.8.6. Point d'ébullition.....	33
I.8.7. Conductivité	34
I.9. Caractéristiques nutritionnelles/santé.....	34
Chapitre II Généralité sur le lait de chamelle	

II.2. Production du lait camélien En Algérie	38
II.2.2.Présentation de lait de la chamelle	40
II.3.Caractéristiques du lait.....	41
II.3.1. Caractéristiques organoleptiques	41
II.3.2.Caractéristiques physico-chimiques.....	41
II.3.2.1. Acidité.....	41
II.3.2.2.La densité	41
II.3.2.3. Matière sèche total	41
II.3.2.5. Le Point de congélation.....	42
II.3.3.Caractéristiques biochimique	42
II.3.3.1.Teneur en eau	42
II.3.3.2. Glucides	42
II.3.3.3.Les lipides	42
II.3.3.4. Les minéraux.....	43
II.3.3.5.La vitamine C.....	43
II.3.3.6. Les protéines	43
II.4.Propriété thérapeutiques.....	43
II.4.1 Contre le diabète	43
II.4.2.La lactoferrine contre le cancer (<i>in-vitro</i>)	44
II.4.3.L'effet du lait de chamelle sur les fonctions hépatiques et rénales	44

Chapitre III Matériel et méthodes

III.1.Prélèvement du lait.....	46
III.2 Analyses physico-chimiques du lait.....	47
III.2.1. Mesure du pH	47
III.2.2. Détermination de la densité du lait.....	47
III.2.3. Détermination de l'acidité titrable dans le lait.....	48
III.2.4. Détermination de la matière sèche	49
III.2.5.Détermination des cendres.....	49
III.2.6. Identification du lactose du lait	50
III.2.8. Électrophorèse des protéines de lactosérum de lait	54
III.3.Analyse statistique.....	54

Chapitre V Résultats et discussion

V.1 Résultat des analyses physicochimique du lait de chèvre.....	57
V.1.1 pH du lait de chèvre	57
V.1.2.La densité du lait de chèvre	57
V.1.3. L'acidité titrable dans le lait de chèvre	57
V.1.4.Taux de matière sèche du lait de chèvre	57
V.1.5. Taux du lactose présent dans le lait de chèvre	57
V.1.6. Taux de matière grasse du lait de chèvre.....	58

V.1.7. Taux de protéine du lait de chèvre	58
V.2. Résultat des analyses physicochimique du lait camélien.....	59
V.2.1. pH du lait camélien	59
V.2.2. Acidité titrable du lait camélien	59
V.2.3. La densité du lait camélien	59
V.2.4. Taux du lactose présent dans le lait camélien	59
V.2.5Taux de matière grasse du lait camélien	59
V.2.6. Taux de protéine du lait camélien	59
Conclusion	60
Références bibliographiques	62

Liste des abréviations

AFNORE	Association française de normalisation
AG	Acide gras
AGS	Acide gras saturé
BCP	13TBromocresol Purple (Pourpre de Bromocrésol)
BEA	Bile Esculine Azide
BSA	Bovin Sérum d'Albumine
β.LG	β. Lactoglobuline
DO	Densité optique
FAO	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
GBPH	Guide de Bonne Pratique Hygienne
Ins	Insaturé
MG	Matière grasse
MS	Matière sèche
MO	Matière organique
PCA	Plate Count Agar
TPPS	Tetra Pak Processing Système
VRBL	Violet Red Bile Lactose Agar
SDA	Sabouraus Dextrose

Liste des figures

Figure 1:	Evolution de la production mondiale du lait de chèvre entre l'année 2000.....	19
Figure 2:	Proportion de la production mondiale du lait de chèvre par rapport aux autres espèces et sa répartition dans les différents continents.....	20
Figure3:	Evolution de la production du lait de chèvre en Algérie entre l'année 2000 et 2017.....	20
Figure 4:	Triglycérides et acides gras.....	25
Figure5:	Classification de la famille des Camélidés.....	37
Figure 6:	Evolution de l'effectif des dromadaires en Algérie.....	38

Liste des tableaux

Tableau 1:	Répartition géographique de la production du lait en Algérie	21
Tableau 2:	Composition moyenne du lait de chèvre..	23
Tableau 3:	Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de chèvre.....	26
Tableau 4:	Teneur en minéraux et en oligo-élément du lait de chèvre (g/l)	26
Tableau 5:	Teneur en vitamines du lait de chèvre (g/l)	27
Tableau 6:	Caractéristiques des principaux enzymes du lait de chèvre.....	28
Tableau 7:	Evolution de la production national de l'élevage des camélidés.....	39
Tableau 8:	Tableau récapitulatif des races des différentes zones étudiées.....	47
Tableau 9:	Dosage du lactose dans le lait par méthode enzymatique en point final avec un étalon unique	54

Introduction

Le lait occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme par sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides) et sa richesse en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire. De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, et aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés.

Le lait est un aliment indispensable pour la vie. Il constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérienne. Malgré cela, la production laitière algérienne ne permet pas l'autosuffisance, car l'accroissement du cheptel arrive à peine à suivre l'évolution de la population. L'Algérie représente ainsi, le deuxième pays importateur de lait et produits dérivés, après le Mexique, il représente environ 20 % des importations alimentaires totales du pays (SIBOUKEUR.2007). Une élévation de la croissance des importations laitières estimée à 57 % en moyenne par an, a été enregistrée entre 1996 et 2004 (SOUKI H 2009) à cause de la croissance démographique et l'insuffisance de la production nationale. Pour toutes ces raisons, l'Algérie a besoin de la moindre ressource en lait, en l'occurrence celle de la chèvre, de la brebis et de la chamelle particulièrement adaptée aux rudes conditions agro-climatiques du Sahara.

Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les peuples nomades qui le consomment habituellement à l'état cru ou fermenté. Il est considéré comme aliment de base pour une période annuelle prolongée, dans la plupart de ces zones pastorales sahariennes. Même s'il présente une composition physico-chimique relativement similaire à celle du lait bovin, ce lait se distingue néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en Lysozyme, en Lactopéroxydase, en Lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques. (Elalamy et al., 1996 ; Diarra et al., 2002 ; Haddon et al., 2008). Par ailleurs, même si ce lait suscite un engouement de plus en plus important dans le monde pour les aspects singuliers établis qui relèvent son intérêt, il n'en demeure pas moins que notre production

nationale en lait de chamelle a été très peu caractérisée sur le plan physicochimique et microbien.

L'objectif de notre présent travail consiste à mener une étude comparative entre le lait de chamelle et celui de la chèvre dans différentes régions ouest Algériennes selon leurs caractéristiques organoleptiques et physicochimiques.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I Généralité sur le lait de **chèvre**

I.1. Définition du lait

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Pougeon et Goursaud, 2001**). Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femelle et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**Fredot, 2006 ; Jenet et al. 2008**) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires.

Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune. Il s'agit d'un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre selon la teneur en B carotène, de sa matière grasse, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6.6 à 6.8) légèrement acide, proche de la neutralité (**ALAIS,1984**).

Cette définition à caractère général est applicable au lait de vache, de chèvre, de brebis, et bien qu'ancienne, reste valable d'autres définitions réglementaires et scientifiques ont été proposées, mais étant donné l'évolution des technologies et l'acquisition des connaissances, une définition satisfaisante du lait est toujours sujette à discussion.

I.2. Définition du lait de chèvre

I.2.1. Origine

La chèvre (*Capra hircus*), animal domestiqué depuis plus de 10000 ans avant Jésus-Christ (**Ensminger et Parker, 1986**), a été exploitée pour sa viande, son poil et surtout son lait. Son adaptation à différents environnements et différents régimes alimentaires, sa grande production et son coût d'élevage faible a fait du secteur caprin une clé du développement économique et social (**Boyazoglu et al. 2005**).

I.2.2. Le lait de chèvre

Le lait de chèvre se présente comme un liquide opaque de couleur blanchâtre mate, dû à l'absence de β -carotène. Il est légèrement sucré, d'une saveur particulière et une odeur assez neutre (Alais, 1984). Le lait de chèvre frais a un léger goût de chèvre dû à la présence d'acide gras caprique, caprylique et caproïque (Jaubert, 1997). Le goût fort du lait de chèvre est dû à une traite non hygiénique, à certaines sortes d'aliments pour bétail, à un traitement inadéquat ou à un mauvais stockage du lait (Boyaval *et al.* 1999). Le goût dépend aussi de la race caprine ; l'une donne un lait au goût plus prononcé que d'autres (Juillard *et al.* 1996).

Le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache à cause de l'absence de β -carotène, (Chilliard, 1997). Il est caractérisé par une flaveur particulière et un goût plus relevé que celui du lait de vache, en grande partie due à certains acides gras libres et à la lipolyse du lait (Chilliard, 1997; Jaubert, 1997; Morgan *et al.*, 2001). Ce goût disparaît après avoir fait bouillir le lait.

I.2.3. Importance de la production du lait de chèvre dans le monde et en Algérie

La production mondiale du lait de chèvre, occupant la 3^{ème} place après celle de la vache et la bufflonne, est passée de 12,7 à 18,7 millions de tonnes entre 2000 et 2017 (FAOSTAT, 2017), ce qui correspond à une augmentation de 47,2% (figures 1 et 2). Cette croissance active est expliquée d'une part par l'importance de ce lait en tant qu'aliment de base pour les populations rurales des pays sous-développés et en voie de développement et d'autre part par l'augmentation de la demande sur les produits laitiers des caprins dans les pays développés où leur consommation, et surtout celle des fromages considérés comme des articles gourmands, est une tradition culinaire. La production du lait de chèvre est toutefois irrégulièrement répartie dans le monde. L'Asie et l'Afrique occupent la 1^{ère} et la 2^{ème} place avec une production de 10,6 et 4,5 millions de tonnes correspondant respectivement à 56,6% et 24,2% de la production caprine mondiale (figure 2). L'Europe et l'Amérique produisent respectivement 2,8 et

0,8 millions de tonnes (15,1% et 4,1% du total mondial). L'Océanie est en dernière position avec une production de 44 tonnes seulement (FAOSTAT, 2017).

En Algérie, la chèvre occupe la 3ème place après la vache et la brebis avec une proportion de 14% de l'effectif du cheptel national (FAOSTAT, 2017). Elle est répartie majoritairement dans les zones montagneuses, steppiques et sahariennes et dans une moindre proportion dans les zones littorales. L'élevage caprin est représenté principalement par les races locales Arbia, Makatia, naine de Kabylie, M'Zabite et Bédouine en plus des races importées, essentiellement les races laitières Saanen et Alpine, et les produits des croisements (FAO, 2012).

La production du lait de chèvre en Algérie est classée en 6ème position en Afrique après celle du Soudan, du Mali, de la Somalie, du Niger et du Kenya (FAOSTAT, 2017). En effet, de l'an 2000 à 2017, elle est passée de 153 à 231,7 mille tonnes (FAOSTAT, 2017), ce qui représente une croissance de 51,4% soulignant son importance pour l'économie du pays (figure 3). 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.

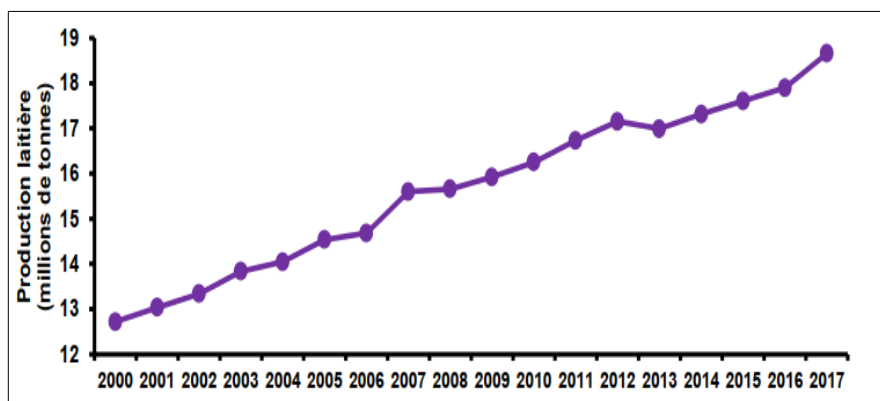


Figure 1: Evolution de la production mondiale du lait de chèvre entre l'année 2000 et 2017. D'après FAOSTAT (2017).

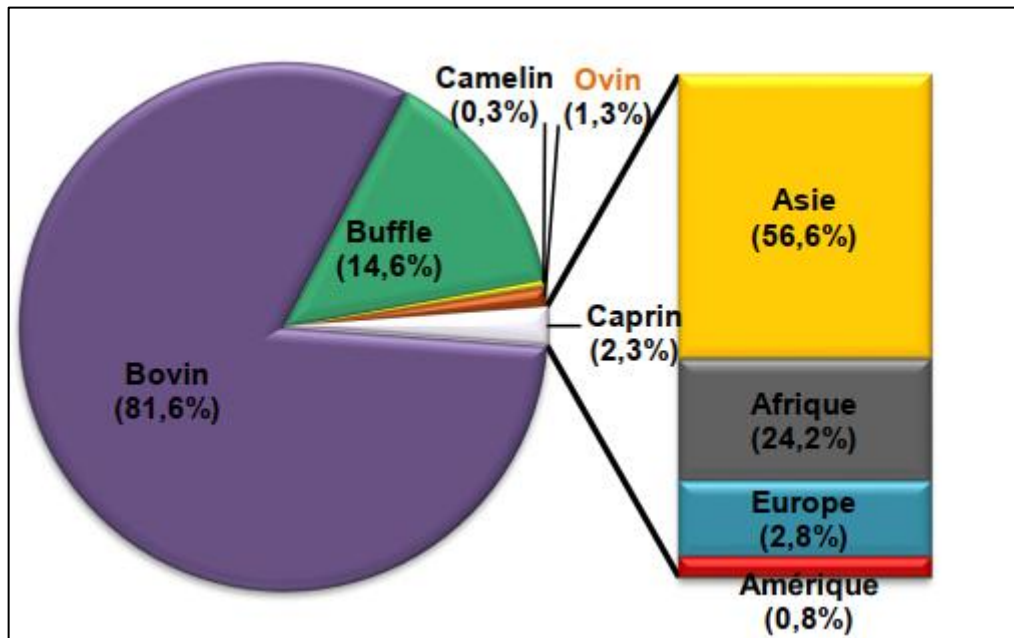


Figure 2: Proportion de la production mondiale du lait de chèvre par rapport aux autres espèces et sa répartition dans les différents continents D'après FAOSTAT (2017).

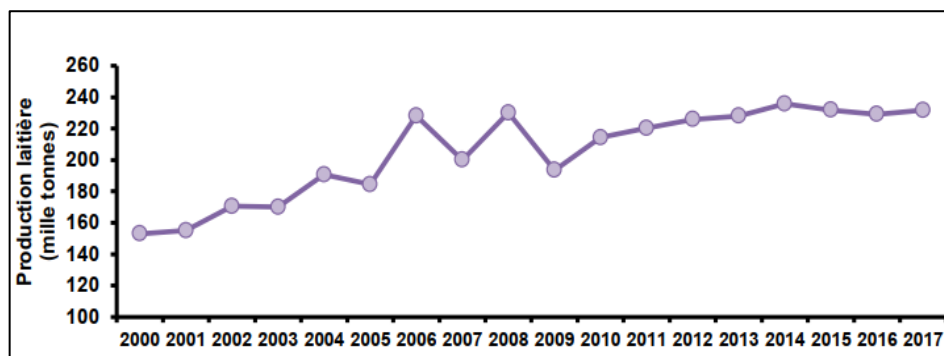


Figure 3: Evolution de la production du lait de chèvre en Algérie entre l'année 2000 et 2017.D'après FAOSTAT (2017).

I.3.1. Répartition géographique des grands bassins laitiers

L'Algérie couvre une superficie de 2 381 741 Km². Elle est subdivisée en 48 Wilayets. Deux chaînes montagneuses importantes, l'Atlas Tellien au Nord et le Hoggar au Sud distinguent trois zones de production laitière déterminées sur la base des conditions du milieu, principalement le climat, du Nord vers le Sud représentés dans le tableau 01

Tableau 1: Répartition géographique de la production du lait en Algérie (Nedjraoui, 2003)

Zone	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Production	Elle est représentée par le littoral et le sublittoral caractérisés par un climat humide et subhumide. Cette zone regroupe 60% de l'effectif bovin laitier et 63% de la production de lait. Elle est fortement liée à la production fourragère qui couvre une superficie fourragère de 60,90%.	C'est une zone agropastorale et pastorale à climat semi-aride et aride. Elle regroupe 26% de l'effectif bovin laitier et 26% de la production de lait cru, avec une superficie fourragère de 31,8%.	C'est une zone saharienne à climat désertique. Elle représente 14% de l'effectif de bovin laitier, et 11% de la production de lait cru, avec une superficie fourragère de 7,3%

L'élevage est constitué principalement par les ovins, les bovins, les caprins, et les camelins. Il est inégalement réparti d'Est à Ouest, en fonction de la richesse des pâturages. L'élevage bovin domine à l'Est tandis qu'à l'Ouest c'est l'élevage ovin associé au caprin qui est privilégié (Belhadia *et al.* 2009 ; Amellal, 1995).

Le cheptel bovin est localisé dans la frange Nord du pays et particulièrement dans la région de l'Est, qui dispose de 53 % des effectifs, alors que les régions Centre et Ouest ne totalisent que 24,5 % et 22,5 % des effectifs bovins, respectivement. Une plus grande disponibilité de prairies dans les wilayets de l'Est, due à une meilleure pluviométrie, explique cette concentration (Amellal, 1995).

L'élevage algérien se caractérise par des pratiques et des systèmes de production extensifs, des cultures fourragères peu développées et l'exploitation des races locales (MADR, 2012). L'essentiel de l'alimentation du cheptel est assuré par les milieux naturels (steppes, parcours, maquis ...etc.) et cultivés (jachères, prairies ...etc.) notamment en hiver et au printemps (Kali *et al.* 2011).

Les superficies fourragères sont estimées à 785000 hectares, elles ne représentent que 9,2 % de la SAU nationale (Feliachi, 2003). En outre, les superficies de fourrages artificiels (69 % du total) représentent la part la plus importante avec 542202 hectares

(Fourrages en sec, 51,6 % et fourrages en vert ou ensilés, 17,4 %), celles des prairies naturelles n'étant que de 241854 hectares (30 %). La production fourragère irriguée occupe une superficie de 57651 hectares, soit 6 % des cultures irriguées qui restent dominées par l'arboriculture fruitière (45,2 %) et le maraîchage (32,3 %) (**Soukehal, 2013**).

I.4. Physiologie de la reproduction

Chez la chèvre, la puberté s'installe à un âge de 6 à 8 mois (**Mouffok, 1998**). En étant une espèce polyœstrienne à reproduction saisonnière, elle présente plusieurs cycles sexuels, ayant une durée moyenne de 21 j, pendant la saison de reproduction qui coïncide avec la photopériode courte et s'étale de fin juillet à mi février ; l'anoestrus saisonnier coïncide donc avec les jours longs (**Charallah et al.1993 ; Charallah, 1994**). Le cycle sexuel est subdivisé en 4 phases à savoir le pro œstrus qui dure 3 à 4 j et au cours duquel se produit la maturation folliculaire, l'œstrus, phase des chaleurs qui dure 36 h et le met œstrus et le di œstrus durant 17 j et correspondant respectivement aux périodes du fonctionnement et de la lyse du corps jaune (**Charallah, 2010**). La gestation dure 151 j en moyenne et les mises-bas de novembre à avril (**Charallah,2010**).

I.4.1. La lactation chez la chèvre

La lactation est la dernière étape du cycle de reproduction des mammifères qui permet l'alimentation du nouveau-né pendant une période plus ou moins longue, selon le degré de sa maturité à la naissance (**Dupouy, 1993**). Chez la chèvre, elle a une durée très variable selon la race avec une moyenne de 3-7 mois (**Ahuya et al.2009 ; Boujenane et al.2010**).

I.4.2.La traite et la qualité du lait

La traite mécanique est le meilleur moyen d'avoir une bonne hygiène de traite. Les installations avec pots trayeurs (pour des troupeaux jusqu'à 30 chèvres) sont avantageuses (**Alain, 2005**).

La salle de traite doit être suffisamment éclairée (au moins 500 lux) pour permettre de déceler les altérations du lait et les éventuelles blessures de la peau des mamelles. Pour

éviter les ombres, les lampes doivent se trouver au-dessus de la zone de travail du trayeur (Alain, 2005).

La conception de l'aire d'attente devant la salle de traite ne fait jusqu'ici pas l'objet de recommandations précises, mais elle ne devrait en tout cas pas être exiguë (au moins 0,5 m² par chèvre) (Alain, 2005).

Contrairement à celles des vaches, les citernes de la mamelle des chèvres sont très grosses et stockent le lait entre les traites (jusqu'à 80 % de la quantité totale de lait), ce qui permet de passer de toute stimulation (à la main ou à la machine) avant la traite. Tirer les premiers jets, nettoyer la mamelle et placer le faisceau trayeur agissant déjà sur les récepteurs des trayons et suffisant à libérer le lait.

I.5. Composition 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 lait de chèvre est composé de lipides en émulsion sous forme de globules, de caséines en suspension colloïdale, de protéines du sérum en solution colloïdale, de lactose et de minéraux en solution. Le **tableau 2** décrit sa composition.

Tableau 2: Composition moyenne du lait de chèvre (St-Gelais et al.1999).

Constituants	%
Eau	87,1
Matière sèche totale	12,9
Matières grasses	4,1
Matières azotées	3,5
Lactose	4,5
Minéraux	0,8

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 mammaire richement irrigué (Corcy *et al.*1991 ; 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 (Corcy *et al.*1991 ; Cauty et Perreau, 2009).

I.5.1. Eau

L'eau est quantitativement le composé le plus important du lait avec une teneur moyenne de 87% chez la chèvre (Vignola, 2002). Elle joue le rôle de dispersant des autres constituants du lait (Debry, 2001).

L'eau est le constituant le plus important du lait (FAO, 2002). Il se trouve sous deux formes: l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée à la matière sèche (4%).

I.5.2. Glucides

Les glucides constituent environ 4,4% du lait de chèvre (Vignola, 2002). Ils comprennent plusieurs substances dont le plus important, représentant 97%, est le lactose ; un disaccharide spécifique du lait, de formule chimique C₁₂H₂₂O₁₁, synthétisé par la mamelle à partir d'une molécule de glucose associée à une molécule de galactose en présence de la galactosyl-transférase (Dupouy, 1993 ; Apfelbaum *et al.*2009). 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 (Corcy *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.5.3. Matières grasses

Les matières grasses du lait de chèvre sont constituées de triglycérides et d'acides gras (**Figure 4**) et sont sous une forme globulaire dont le diamètre moyen est d'environ

3 μm tandis que dans le lait de vache, le diamètre moyen est d'environ 6 μm (**Wolff et Fabien, 1998**).

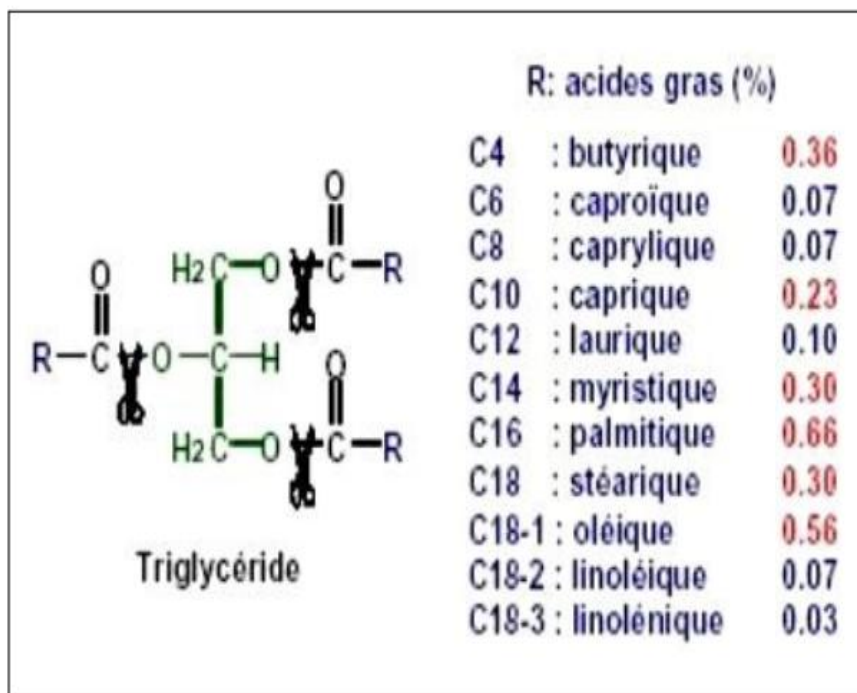


Figure 4 : Triglycérides et acides gras (Wolff et Fabien, 1998)

I.5.4. Protéines

Le profil en acides aminés totaux du lait de chèvre est proche de celui du lait humain. Par comparaison avec le lait de vache, les protéines du lait de chèvre contiennent proportionnellement moins de caséines (**Tableau 3**) et davantage d'azote non protéique (**Brûlé et al.1997**).

Le lait de chèvre de consommation contient 30 à 35 g par litre de protéines dont 80% de caséine, 19% de protéines solubles et 1% d'enzymes.

La valeur nutritionnelle des protéines caprines est excellente car elle contient tous les acides aminés indispensables à l'organisme en proportions satisfaisantes (**Soustre, 2007**)

Tableau 3: Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de chèvre (Jouan, 2002)

Protéines	Concentration g/l
Total des protéines solubles (22%)	7,5
α lactalbumine	2,0
β lacto globuline	4,4
Albumine sérique	0,6
Immunoglobulines	0,5
Total des caséines (71%)	24,3
Caséine α -S1	3,5
Caséine α -S2	4,8
Caséine α	3,4
Caséine β	12,6
Azote non protéique (7%)	2,3
Protides totaux	34,1

La fraction d'azote non protéique (en particulier l'urée) dans le lait de chèvre, représente, comme dans le lait de femme, une proportion bien plus élevée que chez la vache (Daviau *et al.*2000).

I.5.5. Minéraux

Le lait de chèvre renferme globalement plus de calcium, magnésium, potassium et phosphore que le lait de vache (Patel et Reuter, 1996). Toutes les matières minérales (Tableau 4) ne sont pas en solution, une partie d'entre elles est associée aux protéines. Ces deux formes sont dans un état d'équilibre (Daviau *et al.*2000).

Tableau 4 : Teneur en minéraux et en oligo-élément du lait de chèvre (g/l)

Minéraux et oligoéléments	Concentration g/l
Sodium	0.37
Potassium	1,55
Calcium	1,35
Magnésium	0,14
Phosphore	0,92
Chlore	2.20
Acide citrique	1,10
Fer	0,55
Cuivre	0,40
Zinc	3.20
Manganèse	0,06

I.5.6. 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 (Apfelbaum *et 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 (Mathieu, 1998 ; 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). La Teneur en vitamines du lait de chèvre représentait dans le tableau 5

. **Tableau 5:** Teneur en vitamines du lait de chèvre (g/l) (FAO, 2002)

Vitamines	Concentration g/l
Vitamine A	0,24
β -carotènes	<0,10
Vitamine E	2 ,3
Vitamine C	4,20
Vitamine B1	0,41
Vitamine B2	1,38
Vitamine B6	0,60
Vitamine B12	0,0008
Acide nicotinique	3,28
Acide folique	0,006

I.5.7. Système enzymatique

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (Vignola *et al.* 2002). Le **tableau 6** résume les principales classes d'enzymes du lait ainsi que leur pH et leur température d'activité maximale.

Tableau 6: Caractéristiques des principaux enzymes du lait de chèvre (Vignola et al, 2002).

Groupe d'enzymes	Classes d'enzymes
Hydrolases	Estérase : Lipases Phosphatase alcaline Phosphatase acide Protéase: Lysosome Plasmide
Oxydase	Sulphydryloxydase Xanthine oxydase

Ces enzymes sont donc des facteurs de dégradation des constituants originaux du lait. Elles induisent des modifications sur le plan technologique (Visser, 1993), et certaines jouent un rôle antibactérien et assurent une protection limite au lait (Alais, 1984).

I.5.8. Substances antibactériennes

Le lait possède des propriétés bactéricides vis-à-vis de nombreux microorganismes de contamination (Bourgeois et al.1996).

➤ Lactopéroxydase-thiocynate

C'est une enzyme qui est présente dans tous les laits à une teneur de 30 mg/l (Gautier et al.1999). Elle catalyse, en présence d'eau oxygénée, l'oxydation du thionate en donnant un système lactoperoxydaseHR2ROR2R-thiocynase qui inhibe temporairement quelques streptocoques et tue d'autres (Le Graet et Brule, 1993).

➤ Les agglutinines

Ces immunoglobulines qui représentent 18,3 % des protéines du lait de chèvre, sont douées de propriétés antigéniques et sont capables d'agglutiner certaines souches de bactéries lactiques : streptocoques du groupe N (Debry, 2001).

➤ Lysozyme

Sa teneur dans le lait de chèvre est très faible. C'est une protéine basique stable à pH acide même à température relativement élevée (Bergere, 1984). Le lysozyme est

important grâce à son rôle immunologique dans la conservation de la qualité du lait (**St-Gelais et Savoie, 1993**).

I.6. Caractéristiques organoleptiques

En raison de l'absence de β -carotènes, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache (**Chilliard, 1997**) ; blancheur se répercutant sur les produit laitiers caprins. Le lait caprin a un goût légèrement sucré (**Duteurtrte et al, 2005**). Il est caractérisé par une flaveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (**Zeller, 2005 ; Jouyandeh et Abroumand, 2010**). Cette flaveur, en grande partie due à certains acides gras libres (**Jaubert et al.2001**), est accentuée par la lipolyse (**Jaubert, 1997**).

I.7. 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 (**Corcy 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 (**Corcy et al.1991**).

Le stade de lactation, facteur de variation de la PL, influence également 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 (**Mourad, 1992 ; Montaldo et al.1997 ; Ahuya et al.2009**). En effet, **Mourad (1986)** a montré que la chèvre Alpine atteint un maximum de PL à sa 5ème lactation. De plus, plusieurs auteurs ont rapporté l'effet de la taille de portée sur la PL (**Mourad, 1992 ; Cissé et al 2002 ; Ahuya et al.2009**).

La durée de jour agit sur la synthèse de la PRL, hormone de la sécrétion lactée, et donc sur la PL ; les jours longs tendent à la 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 (**Apfelbaum 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, dont les composants sont synthétisés à partir des produits de ladigestion ou des réserves corporelles de la femelle, dépendent en grande partie de l'alimentation ; sa composition ne doit pas être en excès ou en déficit (**Corcy et al. 1991**). En effet, la diminution de l'apport énergétique provoque une chute importante de la PL et une augmentation du taux butyreux et de la part des AG à chaîne longue par mobilisation des lipides corporels. A l'opposé, un apport énergétique élevé a un effet favorable sur la PL, le taux du lactose et le taux protéique mais défavorable sur le taux butyreux (**Corcy et al. 1991 ; Debry, 2001 ; Croguennec et al. 2008**). De même, une supplémentation en MG entraîne l'augmentation du taux butyreux et une légère baisse du taux protéique (**Charron, 1986**). D'autre part, une sous-alimentation azotée provoque une baisse de la PL et du taux protéique alors qu'une suralimentation azotée entraîne une faible augmentation de la PL sans augmentation des taux (**Charron, 1986**).

Les conditions de traite sont un facteur de variation des taux. En effet, la traite incomplète entraîne la baisse du taux butyreux 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 taux butyreux alors que le taux protéique est peu affecté (**Corcy et al. 1991**). Aussi, le moment de la traite influence la PL avec un niveau plus important enregistré le matin (**Ilahi et al. 1999**).

L'état sanitaire de la femelle influence directement la qualité du lait. En effet, 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**).

I.8. Caractéristiques physico-chimiques

I.8.1. Le pH

Le pH est le cologarithme de la concentration en ions H^+ d'une solution donnée. Il permet de déterminer « l'acidité actuelle » du lait, qui peut être mesurée soit par le pH-mètre soit par le papier pH. Un lait normal de chèvre à la sortie de la mamelle est proche de la neutralité et a un pH de 6,5 qui peut varier jusqu'à 6,7. Toute valeur située en dehors de cet intervalle traduit une anomalie (**Diof, 2004**).

I.8.2. La densité

La densité du lait de chèvre est relativement stable (**Veinoglouet al.1982**) et se situe à 1,022 inférieure à celle du lait de vache(1,036). En générale, la densité du lait à 15°C varie de 1.028 à 1.035 (**Amiot et al.2002**). Deux facteurs de variation opposés déterminent la densité du lait :

- La concentration des éléments dissous et en suspension (solides non gras) ; la densité varie proportionnellement à cette concentration. - La proportion de matière grasse, celle-ci ayant une densité inférieure à 1.

La densité globale du lait varie de façon inverse à la teneur en graisse ainsi, un écrémage augmentera la densité et un mouillage ou une addition d'eau la diminuera (**Amiot et al.2002**).

I.8.3. Masse volumique

La masse volumique d'un liquide est le rapport entre la masse d'une certaine quantité de ce liquide et son volume. Elle diminue lorsque la température augmente à cause du phénomène de dilatation, d'où la nécessité de préciser à quelle température elle est calculée. L'effet de la température sur la masse volumique du lait dépend de sa composition, en particulier de l'eau, son principal constituant et de sa teneur en MG,

possédant un coefficient de dilatation important. La masse volumique moyenne du lait entier à 20 °C est de 1030 kg.m⁻³ (**Pointurier, 2003 ; Croguennec et al. 2008**).

I.8.4. Viscosité

La viscosité d'un liquide est sa résistance à l'écoulement. La viscosité du lait est influencée par sa composition en MG, en caséines, en protéines sériques et en lactose. Elle augmente lorsque la température s'abaisse, à cause de l'accroissement de la viscosité de l'eau et du volume hydrodynamique des micelles de caséines, ou lorsque le pH augmente, par augmentation du volume micellaire. Elle a une moyenne de 2,12 cP chez la chèvre (**Juàrez et Ramos, 1986**).

I.8.5. Point de congélation

Le point de congélation d'un liquide, ou point cryoscopique, est la température à laquelle l'eau liquide et la glace sont en équilibre. Le point de congélation du lait est inférieur à celui de l'eau pur (0 °C pour une pression de 1 bar) du fait des interactions entre les molécules d'eau et les solutés. Cette différence, appelée abaissement cryoscopique, augmente avec le nombre de particules dispersées. Ainsi, les particules les plus nombreuses, seront les principaux responsables de cet abaissement ; le lactose est responsable de 55%, les sels et les petites molécules contribuent à 45% (**Pointurier, 2003**).

Le point de congélation du lait de chèvre varie entre -0,540 et -0,573 °C (**Juàrez et Ramos, 1986**). Le point de congélation est considéré comme le paramètre physico-chimique le plus constant. Cependant, les facteurs de variation de la composition du lait, tel que le stade de lactation, la saison, l'alimentation et les pratiques d'élevages, peuvent induire de légères fluctuations (**Pointurier, 2003**).

I.8.6. Point d'ébullition

Le lait boue au dessus de 100°C ; entre 100°17 et 100°15 (LARPENT, 1990). Mais, au cours du chauffage, il se produit des changements dans l'équilibre qui influent sur le résultat : Ions molécules micelles.

I.8.7. Conductivité

La conductivité est une propriété électrique définie par la capacité d'un corps à conduire le courant. Le lait est un système binaire constitué de deux phases ; l'une est conductrice, représentée par la solution aqueuse des protéines et des sels minéraux, l'autre est non conductrice, représentée par les globules gras (**Curt, 1997**). La conductivité du lait de chèvre varie entre 4,3 à 13,9 mS.cm⁻¹ (**Juàrez et Ramos, 1986**). Elle dépend de sa composition (surtout en ions sodium, potassium et chlorure) (**Webb et al.1974**), de la température et de l'acidité (**Prentice, 1962 ; Pointurier, 2003**).

I.9. Caractéristiques nutritionnelles/santé

D'après Park, (2006), le lait de chèvre joue un rôle éminent dans l'alimentation infantile dans de nombreux pays, en particulier les pays méditerranéens et du Moyen-Orient. En particulier, le lait de chèvre est consommé dans les régions où il n'est pas concurrencé par le lait de vache, que les populations jugent supérieur. Il est vrai que dans certains de ces pays il est plus facile d'élever des chèvres que des vaches (**Haenlein, 2004 ; Park, 2006**).

Le lait de chèvre présente des teneurs intéressantes pour de nombreux nutriments, excepté pour la vitamine B12 et l'acide folique, pour lesquels il est recommandé une supplémentation du lait pour les nourrissons. Il présente des avantages par rapport au lait de vache du fait de sa plus grande digestibilité (en particulier de la matière grasse et des protéines), de sa meilleure capacité tampon (utile en cas d'ulcère de l'estomac), et de la plus grande disponibilité de ses nutriments (exemple : le fer). Il est ainsi recommandé en médecine et nutrition humaine (**Park et al, 2006**).

Des études ont montré que d'une manière générale le lait de chèvre est moins allergisant que le lait de vache. La consommation de lait de chèvre au lieu de lait de vache a réduit de 30 à 40 % le nombre d'enfants allergiques d'après la plupart des études (**Haenlein, 2004**). Il y a un besoin de recherches médicales robustes pour valider les nombreux effets bénéfiques décrits pour le lait de chèvre. En particulier, les teneurs particulières du lait de chèvre en acides gras à courte et moyenne chaînes n'ont pas encore fait l'objet d'études, malgré leurs vertus reconnues pour le traitement de

nombreuses maladies (**Haenlein, 2004**). Sur la base des caractéristiques biologiques, nutritionnelles et métaboliques

Chapitre II Généralités sur le lait **de chamelle**

Généralité

Le dromadaire occupe une place prépondérante dans la vie économique et sociale des communautés de la wilaya d'Adrar en matière de transport, production de viande et du lait et aussi en fantasia.

Le lait de chamelle a une couleur blanc-mat, conséquence de sa composition pauvre en matière grasse et en caroténoïde (Mal et Pathak, 2010). Ces aspects dépendent souvent de physiologie des pâturages et de la disponibilité de l'eau (El Imam Abdalla, 2012). En milieu désertique, il est difficile, voire impossible de recueillir des données chiffrées fiables sur la production du lait camelin. Autres facteurs, y compris la race, la durée de lactation, l'alimentation et les conditions de gestion des cheptels jouent un rôle important dans l'inconsistance des données (Cardellino *et al.* 2004). Les dromadaires soumis à un élevage traditionnel type extensif (communément suivi, pratiqué dans des parcours et des vastes superficies et qui se base sur la végétation naturelle), dont la production varie de 4 à 14 kg avec un maximum de 19 kg par femelle laitière et par jour (Medjour, 2014), Tandis que (Siboukeur, 2007) notent que les populations camelines Algériennes, tel que (population Sahraoui, en l'occurrence) peuvent être considérées comme bonnes laitières (6 à 9 l/j) vu la pauvreté de leur alimentation.

II.1. L'origine

Le nom « dromadaire » dérive du terme grecque « dromados » qui veut dire course (ZEUNER, 1963). Il existe deux espèces: la première est *Camelus dromedarius*: elle est donnée à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des *Camelidae* et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius*; la deuxième est *camelus bactrianus* (deux bosses) (siboukeur, 2007).

Les dromadaires d'Algérie appartiennent à la famille des *camélidés*, qui sont des mammifères artiodactyles d'origine l'Américaine du Nord, mais ils ont disparu de ce continent alors qu'ils se répandaient en Amérique du Sud, en Asie, puis en Afrique, continents où ils ont survécu pour donner naissance aux espèces modernes (siboukeur, 2007).

II.1. 1. Classification

Le dromadaire appartient à la famille des *Camélidés*, qui sont des *Artiodactyles* (pieds à deux doigts). C'est au cours de l'Éocène que les *Artiodactyles* vont se décomposer en trois familles, dont les *Tylopodes*, sous-ordre auquel appartiennent les *Camélidés* (OuladBelkhir, 2018). Figure 5.

Chez les *Camélidés*, seul l'avant du sabot touche le sol. Ils possèdent des doigts élargis et un coussinet plantaire charnu. C'est grâce à ces caractéristiques que les dromadaires se déplacent avec une telle facilité sur le sable mou du désert (Oulad Belkhir, 2018).

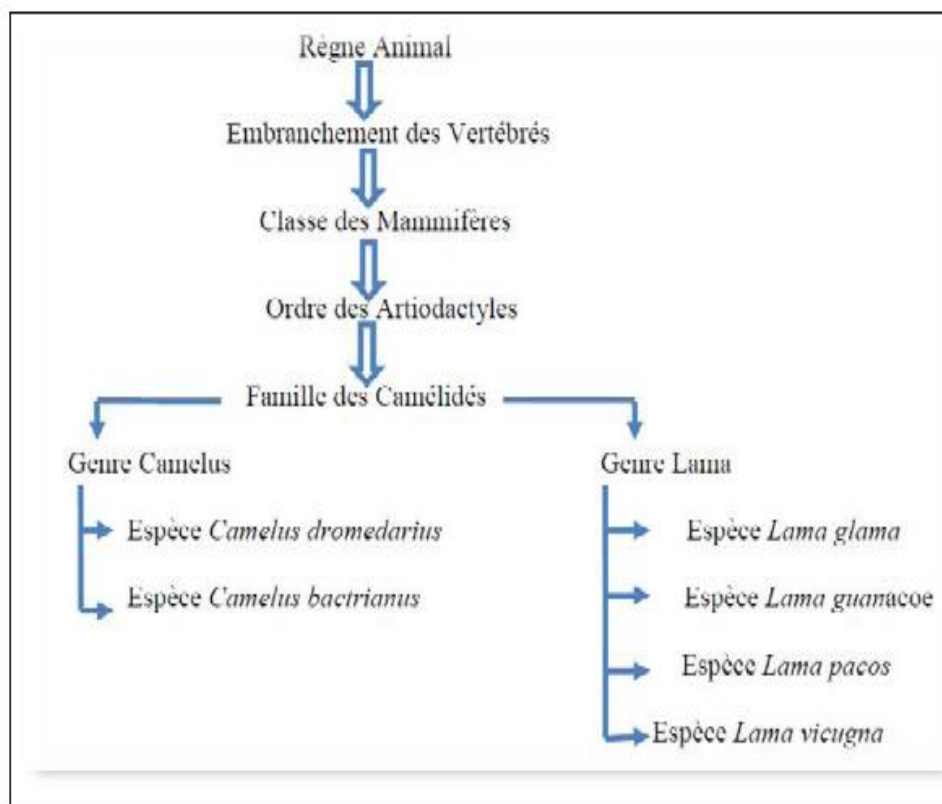


Figure 5: Classification de la famille des Camélidés (Faye, 1997 ; Mazouzi, 2018).

II.2. Production du lait camélien En Algérie

Selon Meguellati et ses collaborateurs (2018), les évolutions fondamentales qui se sont amorcées ou poursuivies dans le domaine des productions camelines au niveau National, territorial et régional (Adrar et, El-Bayad). Les tendances constatées sont dans l'ensemble suffisamment nette. Elles montrent dans quel sens au cours des années qui

s'échelonnent depuis 2000 à 2015 se sont orienté les évolutions des effectifs camelins en Algérie. D'une façon générale, on peut conclure que :

- Le cheptel camelin national a connu une augmentation en nombre au cours de la période 2000-2015 ;
- L'évolution des effectifs varie entre les étages bioclimatiques et les diverses wilayas du pays ;
- Au terme de cette recherche il s'avère que la connaissance de l'évolution des effectifs est indispensable pour pouvoir répondre aux besoins d'une population de plus en plus urbanisée (Faye *et al.*, 2014) ; sachant bien que dans ces espaces désertiques, le dromadaire est l'unique animal capable de fournir la ressource protéique ;
- Par ailleurs des enquêtes approfondies sur la structure des troupeaux et des exploitations (auprès des éleveurs, et des réseaux d'information comptable) méritent d'être poursuivis et amplifiés. En Algérie selon FAO (2018), une bonne évolution des effectifs camelins a 379094 têtes en 2016 comme il indique cette évolution à la figure 6 ci-dessous :

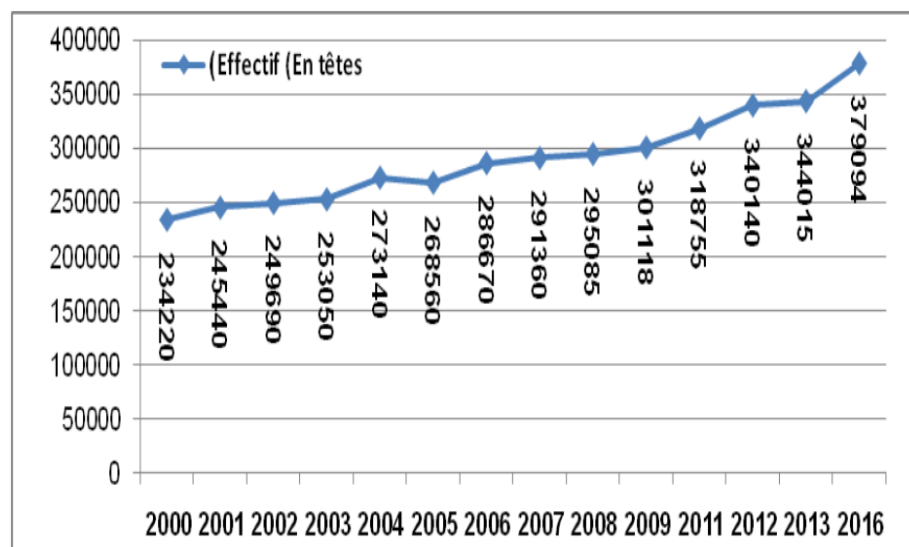


Figure 6: Evolution de l'effectif des dromadaires en Algérie (FAO, 2018 ; M.A.D.R.P ,2015)

Vue d'ensemble, le graphique qui représente la production de l'élevage des camélidés en Algérie, on montre une très nette progression entre 2010 et 2014. Sachant qu'on

2010 la production étant de 314 mille têtes et qu'on 2014 elle représentait plus de 350 mille têtes.(**Tableau 7**)

Tableau 7: Evolution de la production national de l'élevage des camélidés (Fao, 2014)

Année	2010	2011	2012	2013	2014
Nombre de tête	313990	318755	340140	344015	354465

II.2.2.Présentation de lait de la chamelle

Le lait, de par sa composition, est un aliment de choix : il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87% d'eau. Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les nomades où sa richesse en vitamine C (dont la quantité se trouvant dans un litre de lait couvrant 40% des besoins) constituant un apport nutritionnel important dans les régions arides où les fruits et les végétaux contenant cette vitamine sont rare (**Siboukeur, 2007**), il ressemble un peu à celui de vache et est plus proche de celui de femme (**Lasnami, 1986**).

Il est apprécié traditionnellement pour ses propriétés antiinfectieux, anti-cancéreuse, antidiabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents,

(**Kanaspayeva, 2007**).

La teneur élevée du lait de chamelle en facteurs antibactériens (Lactoferrine, Lactopéroxydase et Lysozyme) confère au lait de chamelle une capacité particulière à se conserver quelques jours à des températures relativement élevées (de l'ordre de 25 °C). De ce fait, (**YAGIL Et Al ,1994**) déduisent que la pasteurisation du lait de chamelle n'est pas indispensable si tous les dromadaires du troupeau sont en bonne santé.

La pasteurisation du lait est une technique qui consiste à le faire chauffer à une température suffisante pendant un temps suffisant pour détruire les micro-organismes pathogènes qu'il contient.

Ce procédé à double objectif permet d'obtenir un lait sain et de prolonger sa conservation (Carol, 2002). De ce fait, nous nous sommes proposés de réaliser ce travail qui vise essentiellement l'étude de l'effet de la pasteurisation sur les qualités, biochimique du lait de chamelle.

II.3. Caractéristiques du lait

II.3.1. Caractéristiques organoleptiques

Le lait de chamelle est de couleur blanche mate, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en bêta-carotène (Saada Et Al, 1984). Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé (Abdel-Rahim, 1987) .et d'un aspect moins visqueux que celui du lait de vache (Farah, 1993). Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau (Yagil Et Etzion, 1980 ; Wangoh Et Al, 1998).

II.3.2. Caractéristiques physico-chimiques

II.3.2.1. Acidité

L'acidité naturelle du lait est due d'une part à ses constituants tels que la caséine, l'albumine, les citrates, les phosphates et le dioxyde de carbone. Et d'autre part, est due à la formation d'acide lactique à partir du lactose par l'activité microbienne (Bhavbhutiet al. 2014).

Le lait camelin cru, présente une acidité titrable de l'ordre de $18^{\circ}\text{D} \pm 0,79$, est plus basse que celui du lait de vache (Chethouna, 2011).

II.3.2.2. La densité

La valeur de la densité des échantillons de lait camelin est égale à $1,028 \pm 0,002$. Il Est moins dense que le lait de vache dont la densité est égale à $1,03 \pm 0,001$ (Farah Et Bachman, 1987).

II.3.2.3. Matière sèche total

La teneur en matière sèche totale d'échantillons de lait camelin cru analysée est égale à 130 g/l. Cette valeur est proche à celle du lait de bovin (128 g/l) (Kamoun, 1995).

II.3.2.4. pH (potentiel d'hydrogène)

La valeur moyenne du pH du lait de chamelle cru analysé, est égale à $6,37 \pm 0,06$. Est plus bas que celui du lait de vache (6.8) (**Chethouna, 2011**).

II.3.2.5. Le Point de congélation

Sa valeur moyenne pour le lait camelin varie de $-0,53$ à $-0,61^{\circ}\text{C}$ contre (**Siboukeur, 2007**), et selon (**Faye, 1997**), ce point varie entre $-0,55$ à $-0,60^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne de $-0,58^{\circ}\text{C}$. Le point de congélation du lait est l'une de ses propriétés physiques les plus constantes (**Mathieu, 1998**).

II.3.3. Caractéristiques biochimique

II.3.3.1. Teneur en eau

La teneur en eau varie en fonction de sa disponibilité dans l'alimentation. Pendant la période de sécheresse, elle atteint sa valeur maximale. D'une manière générale, elle est présente dans le lait en quantité suffisante pour couvrir les besoins du chamelon (**Siboukeur, 2011**).

II.3.3.2. Glucides

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

Le taux moyen de lactose contenu dans le lait de chamelle est de 4,62% contre 4,80% dans le lait de bovin (**Ramet, 1993**).

II.3.3.3. Les lipides

La matière grasse du lait se compose principalement de triglycérides, phospholipides et une fraction insaponifiable riche en cholestérol, bêta-carotène et antioxydant (**Filq, 2002**). Le lait de chamelle est en moyenne plus faible en matière grasse que le lait de vache. Cependant, les globules gras du lait de chamelle sont de très petites tailles ($1,2$ à $4,2 \mu$ de diamètre) et restent donc en suspension même après 24 heures de

repos, contrairement au lait de vache dans lequel ces globules constituent une couche grasse en surface au bout de quelques heures. Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparaît liée aux protéines, tout ceci explique la difficulté à baratter le lait de chamelle pour en extraire le beurre (Chethouna, 2011).

II.3.3.4. Les minéraux

Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache (Siboukeur, 2007). Le lait de chamelle est une riche source en chlorure en raison des fourrages broutés par le dromadaire, tels qu'Atriplex et Acacia qui contiennent habituellement une forte teneur en sel (Al haj et al kanhal, 2010).

La teneur en minéraux du lait de chamelle exprimée les cendres vont entrer 6,7g/l (Abdounet al, 2007) et 10,5g/l (El-Hatmiet al, 2006)

II.3.3.5. La vitamine C

La teneur moyenne en vitamine C est égale trois fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l (Mathieu, 1998) Lait camelin contient des teneurs plus faibles en vitamines A et E et en certaines vitamines du groupe B (vitamine B2, B5 et B9) par rapport au lait bovin (Farah, 1993).

II.3.3.6. Les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels du lait et des produits laitiers (JeanAmiot et al, 2002). Elles se répartissent, en deux fractions : les caséines et les protéines du lactosérum (Wangohet al, 1998).

II.4. Propriété thérapeutiques

Des plusieurs études ont été effectués sur l'effet thérapeutique de lait de la chamelle parmi lesquelles :

II.4.1 Contre le diabète

Selon Agrawal et ses collaborateurs (2003), Sur un échantillon aléatoire de 24 diabétiques atteint du diabète de type I (insulinodépendants), par ailleurs sans troubles cliniques associés. Ils ont traité, 12 d'entre eux avec du lait de chamelle avec une

consommation d'un demi-litre par jour L/J pendant 3 mois. Tous les patients étaient tenus de respecter le même régime et d'avoir une activité physique comparable entre les deux groupes ainsi qu'un traitement insulinique comparable. Après 3 mois de traitement, les patients buvant du lait de chamelle ont vu une amélioration de leur glycémie moyenne à jeun passant de 115 à 100 mg/100ml.

II.4.2.La lactoferrine contre le cancer (in-vitro)

La lactoferrine est une protéine classique de tous les laits, connue pour ses propriétés antibactériennes, d'après (**Habib et al, 2013**), évalué le potentiel de la lactoferrine cameline à inhiber la prolifération des cellules cancéreuses du colon. Les essais in-vitro ont porté sur des lignées cellulaires HCT-116, et les mesures ont porté sur les dommages concernant l'ADN et les activités anti-oxydantes. Les résultats montrent que la lactoferrine cameline a un effet inhibiteur avéré sur les cellules cancéreuses.

II.4.3.L'effet du lait de chamelle sur les fonctions hépatiques et rénales

Selon **Hamad** et ses collaborateurs (**2011**), comparant lait de vache, lait de buffle et lait de chamelle, sur des rats (une trentaine) divisés en 5 groupes : un groupe restait témoin, étaient rendus diabétiques par l'injection de streptozotocin. Un des groupes diabétiques était également un témoin « diabétique » alors que les 3 autres ont reçu respectivement du lait de vache, du lait de buffle et du lait de chamelle pendant 6 semaines. Premier constat semble, la quantité d'insuline dans le lait de chamelle serait 3 fois plus importante (58,7 UI/l) que dans les laits de buffle (17,0 UI/l) et de vache (16,2 UI/l). Le lait de chamelle avait un effet hypoglycémiant nettement plus fort (de 49,2% par rapport au témoin diabétique) que les autres (11,1% pour le buffle et 11,6% pour la vache). Au niveau du foie, une meilleure activité enzymatique avec le lait de chamelle (meilleure activité), et au niveau des fonctions rénales, une diminution significative de l'acide uréique, de l'urée et de la créatinine dans le sang, plus importante avec le lait de chamelle qu'avec le lait des autres espèces. Les auteurs en concluent un effet marqué du lait de chamelle sur les fonctions hépatiques et rénales des rats diabétiques.

PARTIE

EXPERIMENTALE

Chapitre III Matériels et Méthodes

III. Matériel et Méthodes

L'objectif de cette étude était de comparer le lait camelin de la région El Bayadh à celui de la région d'Adrar sur le plan physicochimique, de même pour le lait de chèvre qui devait être comparé selon les trois régions étudiées « Sidi Bel Abbas, El Bayadh et Adrar » ensuite nous devrions réaliser une autre comparaison des laits entre les deux espèces étudiées.

III.1. Prélèvement du lait

La collecte du lait devait être réalisée durant la période s'étalant du mois d'avril au mois de mai 2020, obtenu auprès de certaines fermes du nord et sud-ouest de l'Algérie dans les trois wilayas :

- ❖ Sidi Belabbes
- ❖ El Bayadh
- ❖ Adrar

Les laits de chèvres sont issus d'élevages de la même race et les laits de chamelles issus de la même race représentées dans le tableau 8, conduites avec un mode d'alimentation extensif, naturel en pâturage, de femelles adultes en bonne santé (tranche d'âge de 3 à 8 ans), variant le temps de lactation de 30 à 98 jours.

Le lait cru est traité manuellement avec un grand soin, afin d'éviter toute contamination qui peut influencer la flore lactique. Pour cette raison, les mains du fermier et les mamelons sont désinfectés. Le lait est recueilli dans des flacons stériles de 1000ml et placés tout près du mamelon.

Tous les échantillons de lait sont soigneusement étiquetés (espèce, lieu, date) et transportés dans des conditions adéquates à 4°C et acheminés au laboratoire à des fins d'analyses physicochimiques. Tous les tests sont réalisés en deux fois.

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des races des différentes zones étudiées.

La wilaya	La Race de chamelle	La Race de chèvre
SIDI BELABBES	/	Chèvre Alpine
ADRAR	Le Targui Sahraoui Le Chameau de l'Aftouh	Chèvre Bédouine Chèvre Africain
EI-BAYADH	L'Ouled SidiCheikh Berberi	Mekatia Chèvre Bédouine

III.2 Analyses physico-chimiques du lait

III.2 1. Mesure du pH

Principe

Les mesures de pH sont effectuées selon les méthodes standards avec un pH-mètre de paillasse étalonné avec des solutions tampons pH4 et pH7.

Mode opératoire

- ❖ Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.
- ❖ Introduire l'électrode dans le bécher contenant le lait à analyser.
- ❖ A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher

III.2.2. Détermination de la densité du lait

Principe

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

Mode opératoire

- ❖ Homogénéiser l'échantillon à la température de 37-40°C puis le refroidir et le laisser au repos pendant 30min environ dans une enceinte à 20°C afin de permettre à la température de se stabiliser.
- ❖ Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée pour éviter la formation de mousse. La remplir complètement.
- ❖ Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en maintenant l'appareil dans l'axe de l'éprouvette et en la retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre
- ❖ Imprimer un léger mouvement de rotation
- ❖ Après une minute, noter la température et lire la densité au sommet du ménisque, l'oeil étant placé perpendiculairement à l'axe du densimètre et au niveau du sommet du ménisque pour éviter toute erreur.
- ❖ Calculer la densité corrigée par la formule: $d = \text{densité brute à } t^{\circ}\text{C} + 0.0002$ (si $t < -20^{\circ}\text{C}$)

III.2.3. Détermination de l'acidité titrable dans le lait

Selon JEAN et DIJON (1993), l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D). $1^{\circ}\text{D} = 0.1\text{g}$ d'acide lactique par litre de lait.

Principe

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur

Mode opératoire

- ❖ Dans un bécher de 100ml, introduire 10ml de l'échantillon pour essai.
- ❖ Ajouter dans le bécher 4 gouttes de solution de phénolphtaléine.
- ❖ Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début du virage au Rose. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.

L'acidité exprimée en acide lactique est donnée par la relation suivante :

Acidité (en gramme par litre) = $V \times 0.9$

V : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1N versée.

Acidité en degré Dornic = $v \times 10$

III.2.4. Détermination de la matière sèche

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1985).

Principe

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu.

Mode opératoire

- ❖ Peser la capsule en verre séchée et refroidie
- ❖ Introduire 5ml de lait dans la capsule
- ❖ Mettre dans l'étuve réglée à 103-105°C pendant 3 heures
- ❖ Retirer la capsule de l'étuve et la mettre dans le dessiccateur
- ❖ Laisser refroidir jusqu'à température ambiante
- ❖ Peser à 0.001 g près

Calculer le taux de matière sèche la formule :

$$\text{Taux de matière sèche} = (M_1 - M_0) \times 100 / (M_2 - M_0)$$

M1 : Masse en g de capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement

M0 : Masse en g de la capsule vide

M2 : Masse en g de la capsule et de la prise d'essai

III.2.5. Détermination des cendres

Les cendres totales sont le résidu de composés minéraux qui reste après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique. Les cendres représentent environ 1 à 5% de la masse d'un aliment sur une base humide

Principe

On pèse l'échantillon. On le sèche puis on le pèse de nouveau si la teneur en cendres doit être déclarée sur une base sèche. On incinère l'échantillon à haute température, puis on pèse le résidu, c'est-à-dire les minéraux. Le % de cendres totales est calculé sur une base humide, mais le plus souvent sur une base sèche pour plus de reproductibilité dans les résultats.

Mode opératoire

- ❖ Peser la capsule séchée et refroidie
- ❖ Introduire 5ml de lait dans la capsule
- ❖ Mettre dans le four pendant 3heures
- ❖ Retirer la capsule du four et la mettre dans le dessiccateur
- ❖ Laisser refroidir jusqu'à température ambiante
- ❖ Peser à 0.001g près

Calculer le taux de matière sèche la formule :

$$\text{Taux de cendre} = (M1-M0) \times 100 / V$$

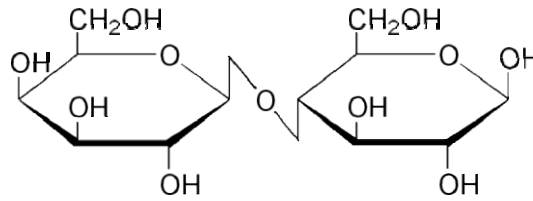
M1 : Masse en g de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement

Mo : Masse en g de la capsule vide

V : Volume de la prise d'essai

III.2.6. Identification du lactose du lait

La concentration massique normale en lactose du lait représente environ 50 g/L. Ce glucide est un diholoside, de formule développée suivante (représentation de Haworth):



Deux contrôles biochimiques seront réalisés pour vérifier la présence du lactose :

- une caractérisation du lactose par chromatographie sur couche mince.
- un dosage du lactose par méthode spectrophotométrique.

NB : Dégélation préliminaire

La couleur blanche opaque du lait empêche d’y mesurer une absorbance. Cette opacité provient des grosses protéines lactiques (caséines) et d’émulsions de matières grasses : on élimine donc au préalable ces composés parasites par précipitation + centrifugation (= défaturation).

Protocole

Introduire dans un tube centrifugeable,

-5 mL de lait cru (préalablement stérilisé pour éliminer les micro-organismes),

-5 mL de solution défatante (solution de sulfate de cuivre et de zinc)

Laisser agir au moins 5 minutes pour précipiter les protéines et les matières grasses, puis centrifuger à 4500 rpm pendant 5 min.

Récupérer le filtrat.

La préparation de ce tube a été réalisée à partir du lait cru du J1 : le filtrat est fourni prêt à l’emploi.

III.2.7.a. Caractérisation du lactose du lait par chromatographie sur couche mince

- Système chromatographique utilisé

- **Une phase fixe (= phase stationnaire)**, constituée par un adsorbant, le gel de silice, qui est solide et polaire. Le gel de silice est étalé sur un support inerte constitué d’une couche mince de plastique.

- **Une phase mobile** constituée d'un mélange de 3 solvants : butan 2-one / acide acétique / méthanol, plus apolaire que la phase fixe.
- La phase fixe étant de nature solide, il s'agit d'une chromatographie d'adsorption.

1- Révélation

Après migration, les spots obtenus sont révélés par une réaction colorée spécifique des glucides. On utilise comme révélateur le **réactif de Molish** qui donne une **coloration bleu-violette** en présence de glucides.

2- Mode opératoire

➤ **Préparation de la cuve**

- Tapisser les parois de la cuve avec du papier filtre.
- Introduire dans la cuve environ 1 cm de mélange de solvants : butan 2-one / acide acétique / méthanol dans les proportions 3V/1V/1V).
- Laisser l'atmosphère de la cuve se saturer en vapeurs de solvants pendant 15 minutes.

➤ **Réalisation des dépôts**

- Matérialiser la ligne de dépôts en traçant, très légèrement au crayon de papier, une ligne horizontale à environ 3 cm du bord inférieur de la plaque.
- Marquer les emplacements des dépôts, régulièrement espacés, en laissant une marge de chaque côté pour limiter les effets de bord.
- A l'aide d'un capillaire calibré de 3 μL , déposer la solution de sucres pour chaque dépôt. On surcharge chaque dépôt 3 fois (sécher immédiatement entre chaque dépôt au séchoir électrique, pour éviter l'étalement de la tache qui ne doit pas excéder 3 mm de diamètre).

Déposer sur la plaque :

- 3 solutions témoins (à choisir par parmi les solutions suivantes disponibles : saccharose, glucose, arginine, galactose, tyrosine, lactose).

- deux essais du filtrat du lait cru après défécation.

➤ **Migration**

-Introduire la plaque dans la cuve en évitant les mouvements du solvant et en vérifiant que la ligne de dépôt se trouve au dessus du niveau du solvant.

-Laisser migrer jusqu'à ce que la phase mobile ait parcouru au moins les 4/5 de la hauteur de la plaque.

➤ **Révélation**

-Sortir la plaque de la cuve (sous hotte ventilée).

-Noter immédiatement, et à main levée, à l'aide d'un crayon le front du solvant.

-Laisser sécher la plaque sous hotte, en s'aidant éventuellement du séchoir électrique.

-Lorsque la plaque est sèche, sous hotte ventilée, appliquer le réactif de Molisch à l'aide d'un pinceau, de la façon la plus homogène possible, sans appuyer sur le pinceau pour éviter de rayer le gel de silice.

-Laisser la coloration se développer en plaçant la plaque à l'étuve à 100°C pendant 15 min.

III.2.7.b. Dosage du lactose dans le lait par méthode enzymatique en point final avec un étalon unique

L'échantillon utilisé pour réaliser le dosage est le filtrat du lait cru après défécation.

1- Réflexion préliminaire autour du protocole

-Estimer la concentration massique approximative en lactose du filtrat.

-La limite de validité de la méthode de dosage spectrophotométrique qui sera utilisée est de 3 g/L de lactose. Proposer la dilution du filtrat à prévoir pour réaliser le dosage dans de bonnes conditions (volume maximal de filtrat dilué à préparer = 50 mL).

2- Mode opératoire

On dispose : -d'une solution étalon de lactose à 2 g/L,

-du filtrat préalablement dilué.

Réaliser le dosage selon le protocole suivant (cuves spectrophotométriques standards) :

Tableau09 Dosage du lactose dans le lait par méthode enzymatique en point final avec un étalon unique

	Etalon	Essai (x2)
Echantillon (□L)	100	100
Tampon acétate pH 4,5 (□L)	200	200
Solution de □ galactosidase (□L)	100	100
Incuber 30 min à 37 °C		
Tampon phosphate pH 7 - 1 mol/L (□L)	200	200
Solution réactionnelle à la glucose oxydase / peroxydase (mL)	2	2
Incuber 15 min à 37°C		
Lire l'absorbance à 505 nm contre un blanc adapté (la composition est à prévoir)		

III.2.8. Électrophorèse des protéines de lactosérum de lait

Principe

Les particules ayant une charge électrique nette, soumises à l'action d'un champ électrique se déplacent dans la direction du champ vers le pôle de signe opposé à leur charge, à une vitesse proportionnelle à leur charge globale et inversement proportionnelle à leur poids moléculaire. Les protéines majeures du lait, en raison de leur caractère amphotère sont solubilisées dans un tampon de pH supérieur à leur pHi, (pH alcalin). Il en résulte leur acquisition d'une charge négative et leur migration sous l'effet du champ électrique appliqué vers le pôle positif.

Mode opératoire

- ❖ Une portion de chaque échantillon de lait (10 ml) a été centrifugée à 5000 x g pendant 20 min. à 4 ° C et la graisse a été soigneusement enlevée.
- ❖ La précipitation des caséines a été réalisée en ajoutant quelques millilitres d'acide acétique à 10% (v / v) jusqu'à pH 4,5, suivi d'une centrifugation à 7000 x g pendant 20 min à 4°C. Le surnageant a été collecté pour une analyse plus approfondie.

- ❖ A 10% de SDS-PAGE a été réalisée selon la méthode de Harris et Angal (1989), des bandes de protéines ont été observées après coloration pendant 12 h au bleu de Coomassie R-250 (0,1%).
- ❖ Lait de colostrum de vache a été utilisé comme référence.

III.2.9.Extraction de la matière grasse du lait

La matière grasse du lait est en grande majorité sous forme d'émulsion de globules gras, qui est stable du type "huile dans l'eau". La surface des globules gras est couverte par une couche adsorbée communément dénommée "membrane de globule gras". Cette membrane contient des phospholipides et des protéines sous forme d'un complexe. En plus de son rôle de stabilisation de l'émulsion de la matière grasse, le complexe de phospholipides - protéines joue un rôle important dans de nombreux procédés. L'extraction des lipides du lait et de ses produits peut se faire par des procédés différents comme la méthode d'acido-butyrique de Gerber.

Définition de la Méthode de dosage de Gerber

L'acide sulfurique dissout la caséine pour libérer la matière grasse.

Principe

Les constituants du lait autres que la matière grasse sont dissous par l'acide sulfurique (H₂SO₄). Et grâce à la force centrifuge et l'ajout d'une petite quantité d'alcool amylique (C₅H₁₁OH) qui dissout la matière grasse, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre (AFNOR, 1985).

III.3.Analyse statistique

Tous les échantillons de lait ont été mesurés par doublons et les résultats ont été exprimés en moyenne ± écart type (SD). Toutes les variables dépendantes mesurées à partir du lait SAC (analyse biochimique, protéines de lactosérum et acides gras) ont été soumises à une ANOVA à sens unique, erreur de type III, à $\alpha = 0,05$, afin de trouver une éventuelle différence sur la composition du lait entre les espèces. Ensuite, un test HSD de Tukey ($\alpha = 0,05$) a été effectué pour Comparaison des moyennes

Chapitre V Résultats et discussion

V. Résultats et discussion

En raison des exigences de la pandémie du COVID-19 et du confinement y associé, notre étude a été interrompue le 01 Avril 2020 au stade de la récolte du lait, de ce fait nous présentons des résultats basées sur la littérature.

V.1 Résultat des analyses physicochimique du lait de chèvre

V.1.1 pH du lait de chèvre

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur des laits. Le pH du lait de chèvre obtenu lors des analyses est de l'ordre de 7.14 contre la valeur de 6.88 pour le lait de vache. Le pH du lait de chèvre se caractérise par des valeurs allant de 6.45 à 6.90 (**Remeuf et al 1989**) avec une moyenne de 6.7, légèrement différent du pH moyen du lait bovin qui est de 6.6 (**Remeuf et al 1989 ; Lejaouen et al 1990**).

V.1.2. La densité du lait de chèvre

Selon la **FAO (1990)** la densité du lait de chèvre oscille entre 1027 et 1035.

V.1.3. L'acidité titrable dans le lait de chèvre

L'acidité du lait de chèvre et de vache reste assez stable durant la lactation. Elle oscille généralement entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique (**Veinoglou et al 1982**).

V.1.4. Taux de matière sèche du lait de chèvre

La valeur maximale de 156,5 g/l citée par différents auteurs (**Cassinello et Pereira 2001**). L'eau est quantitativement le composé le plus important du lait avec une teneur moyenne de 87% chez la chèvre (**Vignola, 2002**).

V.1.5. Taux du lactose présent dans le lait de chèvre

Les glucides constituent environ 4,4% du lait de chèvre (**Vignola, 2002**). Ils comprennent plusieurs substances dont le plus important, représentant 97%, est le lactose.

V.1.6. Taux de matière grasse du lait de chèvre

Les matières grasses du lait de chèvre sont constituées de triglycérides et d'acides gras 4,1 % (St-Gelais et al.1999).

V.1.7. Taux de protéine du lait de chèvre

Le lait de chèvre de consommation contient 30 à 35 g par litre de protéines dont 80% de caséine, 19% de protéines solubles et 1% d'enzymes. La valeur nutritionnelle des protéines caprines est excellente car elle contient tous les acides aminés indispensables à l'organisme en proportions satisfaisantes (Soustre, 2007).

Tableau 10: Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de chèvre (Jouan, 2002).

Protéines	Concentration g/l
Total des protéines solubles (22%)	7,5
α lactalbumine	2,0
β lacto globuline	4,4
Albumine sérique	0,6
Immunoglobulines	0,5
Total des caséines (71%)	24,3
Caséine α -S1	3,5
Caséine α -S2	4,8
Caséine α	3,4
Caséine β	12,6
Azote non protéique (7%)	2,3
Protides totaux	34,1

V.2. Résultat des analyses physicochimique du lait camélien

V.2.1. pH du lait camélien

Les valeurs du pH rapportées par certains auteurs tels que **CHETHOUNA (2011)** qui a enregistré un pH égal à 6.37 ± 0.06 et **SIBOUKEUR (2007)** qui a enregistré un pH égal à 6.31 ± 0.15 .

V.2.2. Acidité titrable du lait camélien

Le lait camelin cru, présente une acidité titrable de l'ordre de $18^{\circ}D \pm 0,79$, est plus basse que celui du lait de vache (**Chethouna, 2011**).

V.2.3. La densité du lait camélien

En fait, le lait de chamelle à l'état frais est plus acide et moins dense que le lait bovin, La valeur de la densité des échantillons de lait camelin est égale à $1,028 \pm 0,002$.

V.2.4. Taux du lactose présent dans le lait camélien

La teneur en lactose du lait camelin semble dépendre non seulement de la race mais aussi du stade de lactation et de l'état d'hydratation.

Elle est faible pendant les premières heures qui suivent le vêlage et subit une augmentation de 36 % de la teneur initiale, 24 heures après. Une diminution de 37 % de la teneur initiale est constatée en cas de déshydratation des chamelles (**CHETHOUNA, 2011**).

IV.2.5. Taux de matière grasse du lait camélien

Les lipides sont les composants du lait les plus variables quantitativement et qualitativement, ils dépendent de la race, le rang de la traite, qui influe sur le taux de matière grasse. Les normes obtenues se situent dans la fourchette des travaux rapportés par **SIBOUKEUR (2007)** pour le lait de chamelle 28g/l.

V.2.6. Taux de protéine du lait camélien

La concentration des protéines laitières varie selon la saison, le stade de lactation et le nombre de mises en bas. Le lait camelin contient 28.1 ± 0.1 g de protéines /l

Conclusion

Cette étude, envisageait une meilleure connaissance du lait caprin et camélien collecter dans les régions de Sidi Bel Abbés, El Bayadh et Adrar en se basant sur les caractéristiques physico-chimiques du lait, visant ainsi une meilleure exploitation de celui-ci en industrie.

Le lait de chèvre, comme celui des autres mammifères, est un milieu de composition chimique et physique complexe. Ce milieu est toutefois éminemment périssable par suite de sa teneur en eau, minéraux, matière grasse, de son acidité qui représente l'état de fraîcheur du lait et de sa richesse en lactose .Sa composition chimique est caractérisée par sa teneur importante en matière protéique ainsi qu'en vitamines C. Toutefois ces concentrations varient selon l'alimentation, le stade de lactation ainsi que les conditions environnementales **(Chunleau, 1995)**.

Le lait de chamelle est un aliment spécifique par son aspect, sa composition et son comportement vis-à-vis aux changements des conditions du milieu. Malgré tous ses avantages et sa richesse en molécules antibactériennes (lysozymes, protéines de reconnaissance du peptidoglycane, lactoperoxydase, lactoferrine et etc.) par rapport à son analogue le lait bovin, il est loin d'être aussi populaire.

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

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Amellal R. (1995) La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In Allaya M (Ed.) Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000 Montpellier : *CIHEAM - Options Méditerranéennes, Série B*, Etudes et recherches 14. pp : 230-238
- Adda J., Gripon J. C. et Vassel L, (1982). The chemistry of flavor and texture generation in cheese. *Food chem.*, 9, 115 - 129.
- Adrian J, (1987). Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPL-INRA, paris, 113-119.
- AFNOR, (1980) ; Association française de normalisation, lait et produits laitiers, méthodes d'analyse.
- AFNOR. (1985) Contrôle de la qualité des produits laitiers. Analyses physiques et chimiques, 3 ème ed. Paris : AFNOR, 1985, p. 107-121-125-167-251(321 pages).
- Agnihotri M. K. and Rajkumar V, (2007). Effect of breed and stage of lactation on milk composition of western region goats of India. *International Journal of Dairy Science*, 2 (2), 172-177.
- Alais C, (1984). Science du lait : principes des techniques laitières, 4^{ème} édition Paris, 814 p. Réf.
- Alais C et Linden G, (1994). *Abrégé biochimie alimentaire* . Ed Masson, paris, 172-182.
- Belhadia M., Saadoud M., Yakhlef H. et Bourbouze A. (2009) La production laitière bovine en Algérie : Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du Moyen Cheliff. *Revue Nature et Technologie* N° 01. pp : 54-62.
- Ben Salem H., Nefzaoui A., Ben Salem L., (2000). Sheep and goat preferences of Mediterranean fodder shrubs. Relationship with the nutritive characteristics.
- Bylund G, (1995). Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86 , Lund ,Sweden : 18-23-381(436 pages)

Références bibliographiques

- Boubekri D. 2008. Situation de l'élevage caprin dans la région de Touggourt et perspectives de développement. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Université Kasdi Merbah Ouargla. 95p.
- Belaid D. L'élevage caprin en Algérie. Collection Dossiers Agronomiques. (2016).16-17p.
- Borut A., Dmi'el R., Shkolnik A., (1979) – Heat balance of resting and walking goats: comparison of climatic chamber and exposure in the desert. *Physiol. Zool.* 52, 105-112.
- CHETHOUNA F. (2011).-Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru ; mémoire de magister, université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, p7, 26.
- Chellig R. (1992) Les races ovines algériennes. OPU, Alger, Algérie. 80p
- Chilliard. Y, (1997). Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêt nutritionnel du lait de chèvre. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 59, 1, 5
- Daviau C., Famelart M.H., Pierre A., Gouedranche H. et Maurois J.L., (2000). Rennet coagulation of skin milk and curd drainage: Effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. *Lait*, 80 (4): 397-415.
- Drackova M., Hadra L., Janstova B., Navratilova P., Pridalova H. and VorlovaL. (2008). Analysis of goat milk by near-infrared spectroscopy. *Acta Veterinaria*, 77, 415-422.
- FAO, (1990). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. *Collection FAO/Alimentation et Nutrition*, 2, 23 p.
- FAO, (2002). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 5: laits fermentés. *Collection FAO / Alimentation et Nutrition*. 28,7p.
- F.A.O 2013 : Données statistique sur l'élevage
- FAOSTAT, 2017 - Statistical databases, Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/faostat/en/Fernandez G., Alvarez P., San Primitivo F., De La Fuente L.F., 1995 – Factors affecting variation of udder traits of dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 78, 842-849.

Références bibliographiques

- FAO, 2012 – Etat des Ressources Génétiques Forestières dans le Monde, Rapport National, Algérie. pp. 1-58
- FAO/OCDE (2016) Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025 Chapitre spécial : Afrique subsaharienne, Éditions OCDE, Paris. 141 P. <http://www.fao.org/3/a-i5778f.pdf>
- F.I.L (22-23 mars 2011) Variation géographique de la production de lait en 2010. Communication de la FIL-IDF. Situation mondiale de l'industrie laitière. Canada.
- ITLEV (2012) dynamiques de développement de la filière lait en Algérie. Repères chronologiques des politiques laitières En Algérie Infos Elevages, 4P. http://www.minagri.dz/pdf/BMI/ITELV/Bulletin_Infos_Elevage_n06.pdf
- Habbi W. 2014. Caractérisation phénotypique de la population caprine de la région de Ghardaïa. Mémoire d'ingénieur. Agronomie Saharienne. Option : élevage dans les zones aride. 93p.
- Jaubert G, (1997). Biochemical characteristics and quality of goat milk. *CIHEAM*, Options Méditerranéennes, 25, 71-74.
- Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G, (2008). Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).
- Jouan P, (2002). Lactoprotéines et lactipeptides: propriétés biologiques. Ed. INRA. 128 p.
- Juillard U., Foucaud C., Desmazeaud M. et Richard J, (1996). *Le lait*, 79 : 13-24.
- Kouniba A,(2007). Caractérisation physico-chimique du lait de chèvre comparée à celles du lait de vache et de dromadaire et étude de son aptitude fromagère. *Bulletin de l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II*.
- Kali S., Benidir M., Belkheir B. et Bousbia A. (2011) Eléments d'analyse de la filière lait dans la wilaya de Guelma (Algérie). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 23, Article #113
- Lopez-Aliaga, I., Diaz-Castro, J., Alférez, M.J.M., Barrionuevo, M., et Campos, M.S., 2010. A review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. *Dairy Sciences and Technology* 90: 611-622.

Références bibliographiques

- Makhlouf M., Montaigne E. et Tessa A. (2015) « La politique laitière algérienne : entre sécurité alimentaire et soutien différentiel de la consommation », NEW MEDIT, Vol 14, n°1, pp.12-23
- MADR (2012) (Ministère de l'Agriculture et du développement rural) Le Renouveau Agricole et Rural en marche. Revue et Perspectives. http://www.minagri.dz/pdf/Divers/Juillet/LE_RAR-FR.pdf
- Ramet (J.P.), (1984) Les enzymes coagulantes in.Le Fromage, Ed. Sepaic PARIS-F.
- Remeuf F, Lenoir J and Duby C 1989 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
- Sawaya W N., Khalil JK and AL-Shalhat AF. (1984a). Mineral and vitamin content of goat's milk. *Journal of American Diet Association*, 84(4), 433- 435.
- Sawaya W N., Safi W J., Al-Shalhat A F., and Al-Mohammad M M. (1984b). Chemical composition and nutritive value of goat milk. *Journal of Dairy Science*, 67, 1655-1659.
- SIBOUKEUR O., (2007) .-Etude du lait camelin collecte localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes a la coagulation, thèse de doctorat, institut national agronomique El-Harrach-Algérie, p 22
- SIBOUKEUR A., SIBOUKEUR O., 2012.-Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecte localement en comparaison avec le lait bovin, Annales des Sciences et Technologie, université Kasdi Merbah, novembre, Vol 4(2), Ouargla, Algérie, p104.
- ST-Gelais D.D., Ould-Baba A.M. ET Turcot S.M., (1999). Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation. *Agriculture et Agroalimentaire*, Canada, 1-33.
- Vignola C L 2002 Science et Technologie du Lait. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris
- Yabrir b. (2014) Etude de la qualité du lait de brebis collecté dans la region de Djelfa : effets des facteurs de production sur ses caractéristiques, evolution au cours de l'entreposage réfrigéré, aptitudes technologiques. Thèse de Doctorat en Biochimie, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 130 P.