



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Thème

**Etude comparative des caractéristiques physico-
chimiques, microbiologiques et nutritionnelles
des différents laits collectés en Algérie**

Présenté par :

SHRAOUI Assia Besma

BOULARIAH Khaoula

Devant le jury :

Président :	Menouari	Professeur	ISV Blida
Examineur :	LAFRI S	M.C.A	ISV Blida
Examineur :	BOUMAHDHI Z	M.C.A	ISV Blida
Promotrice :	MEKRI M	M.C.B	CRAPC Bousmail
Co-promoteur :	SALHI O	M.A.A	ISV Blida

Année universitaire: 2016/2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Un vieux proverbe Arabe disait « Un homme sans science est semblable à un fleuve sans eau ». Ce qui s'avère vrai avec le temps, car pendant ces longues années, si les études nous ont rendus plus savant, nous avons pu constater que seule la réflexion pouvait nous rendre plus sage.

Au début de cette aventure, nous avons été confrontés à une étude de terrain pénible et longue, mais qui est devenu au fil du temps une source abondante de connaissances et de jouissances de découvertes. Nous avons alors compris que le mérite de la connaissance et de la science ne pouvait s'acquérir que par le travail et l'assiduité.

Ce qui nous emmène à dire que la pratique de la recherche scientifique nous place souvent face à une réflexion intellectuelle profonde, due certainement aux obstacles techniques que nous rencontrons lors de nos multiples observations. Les réponses que nous attendions se sont imposées à nous par le fruit de multiples prospections et contacts que nous avons eu l'occasion d'initier avec des personnes passionnées par le sujet de nos recherches.

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la persévérance pour faire aboutir ce travail.

*Nous remercions notre promotrice **Mme Mekri Meriem**, et la prions de bien vouloir recevoir nos plus sincères remerciements pour le grand honneur qu'elle nous a fait, en nous donnant l'opportunité de nous lancer dans cette aventure de la recherche scientifique.*

Nous saisissons cette occasion pour lui exprimer notre profonde Gratitude tout en lui témoignant notre respect.

Aux membres du jury Professeur Menouari. A, Docteur Lafri. I, Docteur Boumahdi. Z vous nous faites un grand honneur en acceptant de lire et de juger ce travail.

*Nous tenons également à remercier le personnel au niveau des laboratoires d'analyses physicochimiques et microbiologiques de l'entreprise national Colaital - Filiale de Groupe **GIPLAIT** Birkhadem - Alger, de l'entreprise national SARL **GIGILAIT** Chiffa; et des laboratoire de recherche du Centre Scientifique et technique et Analyses Physico-chimiques (**CRAPC**), nous ne saurions les nommer de peur d'en oublier quelques un. Vous avez été tous des équipes formidables avec laquelle on a partagé des moments extraordinaires et riches en apprentissage.*

Un tout grand merci aux élèves des différentes Wilayas (Timimoun, Blida, Tizi-Ouzou), et à la confiance qu'ils nous ont accordée, et d'avoir partagé avec nous leurs petites anecdotes.

Un grand merci à tous les enseignants de notre institut d'avoir partagé leurs connaissances et leurs savoirs.

DEDICACE

□□ *Je dédie cette thèse à ...* □□

*Mes chers parents, ma mère **Tsouria Benchehida**, à qui je dois ma réussite, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce qu'elle mérite pour tous les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Ce travail est le fruit des sacrifices qu'elle a consenti pour mon éducation et ma formation qu'elle n'a cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Je lui souhaite ainsi qu'à mon cher papa **Faouzi Sahraoui** que je remercie pour son encouragement son aide précieuse et sa persévérance et ses conseils tout au long de mon projet, une vie pleine de joie, bonheur, santé et de sérénité, Que dieu les garde pour moi je vous aime.*

*Ma sœur, **Salima** à qui je dois ma réussite en deuxième lieu, aucun amour n'est plus beau, plus grand, plus sincère que celui d'une sœur.*

*Mes petites sœurs **Sherine, Celia** et **Tara** c'est de tout cœur que je vous souhaite une vie pleine de joie et de succès.*

*Ma Binôme : **Boulariah Khaoula***

*Pour terminer je remercie mes amies : **Zebiri Rachida, Boukaroun Nelia** et **Sophia, Bersali Inaam, Mejadi Nour el houda, Soufi Majd** et **Azouaou Mokrane**,... pour leurs soutiens durant la réalisation de ce travail. Je remercie tous ceux qui par leurs encouragements, leurs aides, leurs conseils ou leurs critiques, m'ont accompagné pendant la réalisation de ce travail" un ami et un frère que nous avons choisi ".*

À toutes et tous, un grand merci !

À toute personne qui m'aime

À toute personne que j'aime

À tous ceux qui cherchent le savoir

ASSIA BESMA

Quand il y a le souci de réaliser un dessein

Tout devient facile pour arriver à nos fins

□□ *Je dédie cette thèse à ...* □

MON TRÈS CHER PÈRE

Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Je te dédie ce modeste travail pour tes encouragements, ta présence, tu étais ma motivation et mon idole. Merci d'être papa.

MA TRÈS CHÈRE MÈRE

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté.

En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour vous, recevez ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime et je te dis que tu es la lueur d'espoir qui éclaire mon chemin, sans toi je ne serais jamais DR. Boulariah Khaoula. Merci d'être maman

MES TRÈS CHÈRES FRÈRES SOHEIB ET OUAFIK

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'amour et l'affection que je porte pour vous... Mon abri et ma sécurité, Mon fidèle accompagnant dans tous les moments.

MA TRÈS CHÈRE SOEUR FEDOUA

Présentait dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées.

A TOUTES MES TANTES ET TOUTE MA FAMILLE SANS EXCEPTION

A MA TRÈS CHÈRE BINOMESAHRAOUI BESSMA ASSIA

Pour l'entente et la complicité pour la réussite de se travailler.

A MON AMIE HOUALI LOUIZETTE

Tu as toujours été pour moi un exemple dans tout ce que tu faisais aucun mot ne saurait exprimer ma gratitude, mon amour et mon profond respect.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnait durant mon chemin d'études supérieures (ROUBI .M, DR : DAHMANI .R, DR : BOUGHRISSI .A, DR : CHARIF .T, DR : HASNAOUI .W) A mes aimables amis, (IMAN, INAAM, SARA, SONIA, HAYAT, YASMINE, HIBA, KATIA, RACA HAD, TISSANY, YANIS, YUCEF, OUSSAMA, AYMEN, WALID) A mes chères cousines, (AICHA, ZOLA, WAFI, IMANE, LAMISSE, ISLAH)

KHAOULA

Résumé

La composition physicochimique du lait est variable selon la race, l'alimentation des animaux, les conditions environnementales ainsi que la période de lactation. Dans le but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques, la qualité microbiologique et la composition nutritionnelle de différents lait bovin, camelin et caprin collecté localement, ces laits ont été comparé au même stade de lactation. Ainsi nous avons procédé à la détermination du pH, de l'acidité titrable, de la densité, de l'extrait sec total, des teneurs en matière grasse, en acides gras et en sels minéraux. Et de la qualité microbiologique de ces différents laits.

Les résultats obtenus montrent que le pH du lait caprin collecté pendant cette période de lactation est légèrement plus faible ($\text{pH}=6.4\pm 0,12$) par rapport aux laits bovin ($6,5\pm 0,05$) et camelin ($6,6\pm 0,14$) au même stade de lactation. Son acidité Dornic est égale à $16,45\pm 0,79$ °D, Elle est relativement faible par rapport aux laits bovin $17,2\pm 0,78$ °D et camelin $17,72\pm 0,5$ °D. $29,7\pm 0,5$ g/l, Elle semble plus faible que celles des laits bovin $35.07\pm 1,9$ g/l et caprin $48,39 \pm 4,9$ g/l.

La densité du lait camelin ($1025,2\pm 1,68$) est inférieure à celle relevée pour le lait bovin ($1028,2\pm 2,08$) et caprin ($1034 \pm 1,69$). Parallèlement, La teneur en matière sèche totale de ce lait est égale à ($112,37\pm 4,7$ g/l). Elle semble plus faible par rapport à celles des laits bovin et caprin. La qualité microbiologique des laits analysés est relativement satisfaisante, dû en grande partie à l'hygiène des animaux et aux bonnes conditions de la traite.

L'analyse de la fraction lipidique a montré que les acides gras a chaîne longue (C14-C20) sont majoritaires. Les acides gras polyinsaturés sont en minorités. Les résultats montrent que le lait camelin contient la plus grande proportion en acide gras polyinsaturés. L'analyse de la composition minérale a montré que le lait de chamelle est plus riche en éléments minéraux majeurs (Ca, Mg, Na, et K) que celle du lait de vache et du lait de chèvre avec une différence significative $P\leq 5\%$.

Mot clés : mi- lactation, lait camelin, bovin, caprin, physico-chimiques, microbiologique, nutritionnelle.

Abstract

The physicochemical composition of milk varies according to the animals' breed and feed, environmental conditions and lactation period. In order to determine the physicochemical characteristics, microbiological quality and nutritional composition of different locally collected milks; bovine, camel and caprine. These milks were compared at the same stage of lactation. Thus, the pH, the titratable acidity, the density, the total dry extract, the fat content, fatty acid and mineral salts were determined. We have also proceeded to the microbiological quality of these different milks.

The results generated show that the pH of the goat milk collected during the lactation period is slightly lower ($\text{pH} = 6.4 \pm 0.12$) than bovine (6.5 ± 0.05) and camel (6.6 ± 0.14) at the same stage of lactation. Its Dornic acidity is 16.45 ± 0.79 ° D. It is relatively high compared to bovine milks 17.2 ± 0.78 ° D and camel 17.72 ± 0.5 ° D. 29.7 ± 0.5 g / l, seems to be lower than those of bovine milks 35.07 ± 1.9 g / l and goat 48.39 ± 4.9 g / l. The density of camel milk (1025.2 ± 1.68) is lower than that of bovine milk (1028.2 ± 2.08) and goat (1034 ± 1.69). At the same time, the total dry matter content of this milk is equal to (112.37 ± 4.7 g / l). It appears to be weaker than those of bovine and caprine milks.

The microbiological quality of the milks analyzed is relatively satisfactory, due in large part to the animal hygiene and good milking conditions. The analysis of the lipid fraction showed that long-chain fatty acids (C14-C20) are predominant (have the majority). Polyunsaturated fatty acids are in minority. The results show that camel milk contains the highest proportion of polyunsaturated fatty acids. The analysis of the mineral composition showed that camel milk is richer in major mineral elements (Ca, Mg, Na, and K) than that of cow's milk and goat's milk with a significant difference $P \leq 5\%$.

Key words: mid-lactation, milk camel, bovine, goat, physico-chemical, microbiological, nutritional.

ملخص

تتنوع مكونات الفيزوكيماوية للحليب حسب العرق، أعلاف الحيوانات، الظروف المناخية ومرحلة الرضاعة. وبهدف تحديد الخصائص الفيزوكيماوية، والنوعية الميكروبيولوجية والتركيبية الغذائية المختلفة لحليب البقر، الناقة والماعز التي تجمع محليا، كما تم مقارنة هذه الأنواع من الحليب في نفس مرحلة الرضاعة. كما قمننا بعملية تحديد درجة الحموضة (pH)، الحموضة المعايرة و الكثافة، و الخالص الجاف الاجمالي، درجات المواد الدسمة، الأحماض الدهنية والأملاح المعدنية. والنوعية الميكروبيولوجية لمختلف هذه الأنواع من الحليب.

تظهر النتائج المتحصل عليها أن درجة الحموضة في حليب الماعز الذي تم جمعه خلال فترة الرضاعة أضعف بقليل ($pH=6.4 \pm 0.12$) مقارنة بحليب البقر (6.5 ± 0.05) وحليب الناقة (6.6 ± 0.14)، في نفس فترة الرضاعة. وتساوي حموضته $D^{\circ} 0.79 \pm 16.45$ ، مرتفعة نسبيا مقارنة بحليب البقر $D^{\circ} 0.78 \pm 17.2$ و الناقة $17.72 \pm D^{\circ} 0.5$. أما $g/l 0.5 \pm 29.7$ تبدو أضعف من نظيرها في حليب البقر $g/l 1.9 \pm 35.07$ و الماعز $g/l 4.9 \pm 48.39$.

أما بخصوص كثافة حليب الناقة (1.68 ± 1025.2) أقل من حليب البقر (2.08 ± 1028.2) و الماعز (1034 ± 1.69). و في المقابل، بلغ المحتوى الإجمالي للمادة الجافة (4.7 ± 112.37) g/l . و تبدو أقل في حليب البقر و الماعز. و يحتوي حليب الناقة كذلك مادة دسمة ($g/l 10.5 \pm 29.7$) أقل نسبيا بالموجودة في حليب البقر ($g/l 1.9 \pm 35.07$) و حليب الماعز ($g/l 4.9 \pm 48.39$).

كما تعتبر النوعية الميكروبيولوجية المتحصل عليه من تحاليل الحليب مرضية، والمرتبطة بشكل كبير لنظافة الحيوانات والظروف الجيدة لعملية الاتجار.

كما أظهرت تحاليل الجزء الذهني أن الأحماض الدهنية طويلة المدى (C14-C20) هي الغالبة. أما الأحماض ... قليلة جدا. كما تظهر نتائج التحاليل أن حليب الناقة يحتوي على أكبر نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة ... وأظهرت تحاليل المكونات المعدنية أن حليب الناقة غني بالعناصر المعدنية (Ca, Mg, Na, et K) مقارنة بحليب البقر و الماعز بفرق كبير $P \leq 5\%$.

كلمات البحث: رضاعة، حليب الناقة، البقر، الماعز، فيزو كيماوية، ميكروبيولوجية، التغذية.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
------------------------------------	----------

Partie bibliographique

I. L'élevage en Algérie.....	3
-------------------------------------	----------

I.1 Définition de l'élevage.....	3
----------------------------------	---

I.2. Caprin	3
-------------------	---

I.2.1. Localisation et effectif	3
---------------------------------------	---

I.2.2. Les productions caprines.....	5
--------------------------------------	---

I.3. Bovin.....	5
-----------------	---

I.3.1. L'importance de l'élevage bovin	5
--	---

I.3.2. Répartition géographique des effectifs bovins	6
--	---

I.2.3. Les systèmes de production	8
---	---

I.2.4. Importance de suivi du troupeau	8
--	---

I .3. Camelin.....	9
--------------------	---

I.3.1. Origine du dromadaire	9
------------------------------------	---

I .3.2. Importance du dromadaire dans les régions arides.....	9
---	---

I.3.3. Répartition géographique et effectif.....	10
--	----

II. Le lait	14
--------------------------	-----------

II.1. Définition.....	14
-----------------------	----

II.1.1. Définition du lait cru.....	14
-------------------------------------	----

II.2. Composition	15
-------------------------	----

II.2-1 Eau.....	16
-----------------	----

II.2.2 Matière grasse.....	17
----------------------------	----

II.2 .3 .Protéines.....	18
-------------------------	----

II.2.4 .Lactose.....	20
----------------------	----

II.2.5 .Minéraux	21
II.2.6 . Vitamine	21
II.2.7. Enzymes.....	22
II.3. Propriétés physico-chimiques du lait	23
II.3.1 .Masse volumique	23
II.3.2. Point de congélation.....	24
II.3 .4 .Point d'ébullition	24
II.3 .5. Acidité du lait.....	24
II.4. Qualité organoleptique du lait	25
II.4 .1.La couleur	25
II.4 .2 .L'odeur.....	25
II.4.3 .La saveur.....	26
II.4.4 La viscosité.....	26
II.5. Facteur influant sur la composition du lait.....	26
II.5.1. Variabilité génétique entre individus	27
II.5 .2. Stade de lactation	27
II.5.3. Age ou numéro de lactation	27
II.5.4 .Facteurs alimentaires	27
II.5.5. Facteurs climatiques et saisonniers	28
II.6. Facteurs de variation de la production laitière	28
II.6.1 .Variations quantitatives	28
II.6.2 .Variations qualitatives.....	30

Partie expérimentale

III.1. Objectif.....	31
III.2. Lieu et durée de l'expérimentation	31
III.3. Matériel et méthodes	31

III.1. Matériels.....	31
III.1.1. Matière première	31
III.1.2. Matériels pour analyses Physicochimiques.....	32
III.1.3. Matériels pour analyses microbiologiques.....	33
III .2. Analyse microbiologique des prélèvements effectués.....	34
III.2.1. Flore mésophile aérobie totale	34
III .2.2. Les coliformes.....	35
III.2.3. Les clostridium sulfitoréducteurs	35
III.2.4. Les salmonelles.....	35
III.2.5. Recherche des streptocoques fécaux.....	36
III.2.6. Recherche des Staphylococcus.....	36
III.3. Méthodes Analyse physico- chimique.....	38
III.3.1. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » :.....	38
III.3.2. Détermination de la température	38
III.3.3. Détermination de la teneur en matière grasse	39
III.3.4. Détermination de l'Acidité titrable.....	41
III.3.5. Détermination de la densité.....	42
III.3.6. Détermination de l'extrait sec total (EST)	43
III.4.Méthodes d'Analyses nutritionnelles.....	44
III.4.1. Analyse de la teneur en acides gras	44
III.4.2. Dosage des sels minéraux	46
III.5. Analyse statistique	46
IV. Résultats et discussions	47
IV.1. Analyses physico-chimiques.....	47
IV.1.1. Mesure du pH.....	47
IV.1.2. Acidité titrable.....	48

IV.1.3.Extrait sec total	49
IV.1.4. Matière grasse.....	50
IV.1.5. Densité	51
IV.2. Analyse microbiologique	52
IV.3. Analyse nutritionnelle	53
IV.3.1. analyse des acides gras	53
IV.3.2. Dosage des sels minéraux	56
Conclusion générale	58

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableau 1. Répartition du cheptel caprin en Algérie	5
Tableau 2. La production mondiale et en Algérie des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon FAO 2014.....	12
Tableau 3. Composition moyenne du lait entier	16
Tableau 4. Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre Erreur ! Signet non défini.	
Tableau 5. Classification des protéines.....	20
Tableau 6. Composition minérale du lait de vache	21
Tableau 7. Composition vitaminique moyenne du lait cru($\mu\text{g}/100\text{ml}$)	22
Tableau 8. Composition vitaminique moyenne du lait cru($\mu\text{g}/100\text{ml}$).....	23
Tableau 9. Précision d'échantillonnage	32
Tableau 10. Composition en acide gras (%) des échantillons des laits bovin, caprin et camelin analysés par GC/MS	55
Tableau 11. Moyenne de la composition et éléments minéraux des laits bovin, camelin et ovin (mg /L)	56

Liste des figures

Figure 1. Répartition des effectifs par espèce	06
Figure 2. L'évolution du cheptel bovin laitier en Algérie 2010-2013	07
Figure 3. Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde	11
Figure 4. Les cinq pays qui possèdent la plus grande production du dromadaire (nombre de tête).....	11
Figure 5. Aires de distribution du dromadaire en Algérie.....	13
Figure 6. Composition de la matière grasse du lait.....	17
Figure 7. Structure d'une sub-micelle caséique	18
Figure 8. Etude de la qualité microbiologique du lait	37
Figure 9. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH ».....	38
Figure 10. Détermination de la teneur en matière grasse du lait (méthode Acido-butylrométrique).....	40
Figure 11. Détermination de l'acidité titrable.....	42
Figure 12. Détermination de la Densité du lait	43
Figure 13. Détermination de l'extrait sec total (EST)	43
Figure 14. Extraction des lipides	45
Figure 15. Moyenne des valeurs de pH des trois groupes de lait : camelin, bovin et caprin.	47
Figure 16. Moyenne de l'acidité dornic des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin.....	49
Figure 17. Moyenne des taux de l'extrait sec total des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin.....	50
Figure 18. Moyenne des teneurs en matière grasse des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin.....	51
Figure 19. Moyenne des taux de densité des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin...	52

Liste des abréviations

BLA : Le Bovin Laitier Amélioré

BLL : Le Bovin Laitier Local

BLM : Le Bovin laitier de race importée

C° : Degré Celsius

CRAPC : Centre Scientifique et technique des Analyses Physico-chimiques

°D : Degré Dornic

D/C : Double Concentration

ESD : Extrait sec dégraissé

EST : Extrait sec total

FAO: Food and Agriculture Organization

GC: Chromatographie

MG : Matière Grasse

LCH : Lait de Chamelle

LCV : Lait de Chèvre

LV : Lait de Vache

m : La masse

MS : spectrométrie de masse

PH : Potentiel d'hydrogène

ρ : Masse volumique

PCA: Plate Count Agar

S/C: Simple Concentration

TB : taux butyreux

v : Le volume

V F : Viande Foie

Introduction générale :

L'intérêt nutritionnel du lait réside dans sa richesse en nutriments de base (protides, lipides et glucides) mais aussi en calcium, en vitamines et en oligo-éléments. C'est l'un des rares aliments qui convient pour les différentes tranches d'âge où il peut être consommé tel quel à l'état frais ou sous forme de produit transformé, notamment en fromages et yaourt.

C'est précisément pour ces raisons que les besoins en cette matière ne cessent de s'accroître dans le monde alors que la production mondiale du lait n'arrive pas à suivre cette tendance. Ainsi, au cours de ce dernier quart de siècle, la consommation en lait de la population mondiale a augmenté de 32% tandis que la production par habitant a reculé de 9%.

Dans ces rapports, le lait de vache occupe la plus grande proportion (environ 80 %), le reste est constitué de lait de bufflonne, de chèvre, de brebis et de chamelle.

Cette situation de déficit en lait produit est encore plus accentuée quand on s'intéresse de près au cas de notre pays qui est considéré à juste titre comme le premier consommateur maghrébin de lait (100 l/an/habitant) mais dont la production laitière (1 milliard de l/an) ne permet pas de couvrir les besoins estimés à plus de 3 milliards de l/an. Là-aussi, les autres espèces laitières (chèvre, brebis, chamelle) ne couvrent qu'environ 10% des besoins et sont confrontées à plusieurs contraintes. L'une des principales contraintes rencontrées dans les pays du Maghreb, est le tabou sur la vente de ces bioproduits. Autrefois, ils n'étaient pas vendus mais offerts à des fins thérapeutiques. Actuellement on assiste à regain d'intérêt de ces produits par le consommateur et à une vente non réglementaire, à l'issue des services de contrôles.

Dans cette perspective, la présente étude a comme objectif, d'une part, d'évaluer sur le plan physico-chimique les différents laits bovin, caprin et camelin collecté dans 3 trois régions de l'Algérie (Blida ; Tizi-Ouzou et Adrar) et, d'autre part, de procéder à l'évaluation de la qualité microbiologique de ces laits avant de les caractériser sur le plan nutritionnel par la suite.

Dans ce manuscrit, nous présenterons dans un premier temps, une partie bibliographique rappelant des généralités sur l'élevage et sur le lait, et une partie expérimentale comprendra le matériel et les méthodes mis en œuvre pour la réalisation de ce travail, ainsi que les résultats obtenus. Enfin, nous terminerons par une discussion générale qui permettra de faire une synthèse des résultats et de proposer les recommandations.

Chapitre I : Généralités sur l'élevage

I.1. L'élevage en Algérie

I.1.1 Définition de l'élevage

Un élevage peut être défini de façon générale comme étant : « La combinaison des ressources, des espèces animales et des techniques et pratiques mises en œuvre par une communauté ou par un éleveur, pour satisfaire ses besoins en valorisant des ressources naturelles par des animaux » d'après **(Lhoste, 2001)**.

Ou encore de façon exhaustive : « Un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques » selon **(Landais et al, 1987)**.

I.1.2 Caprin

Le caprin est animal adapté aux conditions rudes et à la sécheresse **(Shkolniket al. 1980)**, contrairement aux bovins et aux ovins selon **(Ghadouret al., 2007)**.

La population caprine algérienne est divisée en quatre races :

- La race Arabia,
- La race Makatia,
- La naine de Kabylie
- La chèvre du M'Zab

Auxquelles s'ajoutent le cheptel importé (notamment les races Alpine et Saanen) et les produits de croisements rapporte **(Feliachi, 2003)**.

I.1.2.1 Localisation et effectif

Les laits de mammifères ayant une importance économique et nutritionnelle sont les laits de vache, de bufflonne, de chèvre et de brebis. Dans certaines régions spécifiques, le lait d'autres mammifères est également exploité : C'est le cas par exemple du lait de chamelle (Afrique et Asie) ou du lait de lama (Amérique du nord), de yak (Asie centrale) ou de renne (Europe du nord) **(Chau et al., 2008)**.

La production du lait de chèvre se place en troisième position après celle du lait de vache et de bufflonne mais elle est irrégulièrement répartie dans le monde selon les zones géographiques et selon les pays d'après **(Le jaouenet al., 1990)**.

Selon les statistiques de la FAO, en l'an 2000, l'Asie détenait 453 millions de caprins, soit 63% de l'ensemble du cheptel caprin mondial « 786 millions de têtes en 2005 ». La Chine et l'Inde, se partagent à eux seuls respectivement 21 et 17% du cheptel mondial. En seconde position, vient le continent Africain avec 29% du cheptel mondial. L'Amérique et l'Europe viennent clore ce classement avec respectivement 5 et 3%.

Le caprin dans le monde montre une progression de 70% en passant de 462 millions de têtes en 1985 à 786 millions de têtes en 2005 **(Fao, 2006)**.

Concernant les caprins en Algérie, leur effectif est plus élevé dans les zones montagneuses et surtout broussailleuses (piémonts des montagnes), dans les zones steppiques et le sud saharien (oasis) que dans la zone littorale où l'espèce est faiblement présente **(Badiset al., 2005)**(tableau1).

Pour les trois pays du Maghreb, l'élevage caprin est pratiqué par la quasi-totalité des foyers ruraux, les chiffres suggèrent que plus d'un tiers des foyers tunisiens, la moitié des foyers marocains et trois quarts des foyers algériens sont concernés **(Chiche, 1999)**.

Cet élevage constitue 26% du produit brut agricole du Maroc, 30% celui de la Tunisie et 50% celui de l'Algérie **(Chiche, 1999)**.

Le cheptel caprin algérien comprend environ 2,5 Millions de chèvres **(Feliachi, 2003)**. Il représente 14% du cheptel global et vient après le cheptel ovin qui représente 26% **(Badiset al., 2005)**.

Malgré une progression de 4,7% en 2003, la production laitière en Algérie demeure encore insuffisante pour combler un déficit estimé à 3 milliards de litres **(Ghozlaneet al., 2006)**, alors que le lait frais collecté (dont 80% issus du bovin) n'atteint pas 1 milliard de l/an. Dans cette proportion, le lait de chèvre représente environ 5% de cet apport.

Tableau 1. Répartition du cheptel caprin en Algérie (Feliachi, 2003)

Zone	Effectif	%
Littoral et sub-littoral	212,801	8,26
Atlas tellien	462,831	8,75
Haute plaines telliennes	439,611	17,81
Haute plaines steppiques	531,495	21,54
Atlas saharien et Sahara	820,726	33,26

I.1.2.2 Les productions caprines

Le fromage est le principal produit de transformation du lait caprin. Néanmoins, d'autres produits existent comme le yaourt, lait acidifié, Kéfir, huile de beurre, crème, beurre clarifié (Inde et Iran), laits infantiles (Taiwan, Nouvelle Zélande, Australie), glaces et même bonbons fabriqués à base de lait caramélisé sucré (Mexique, Norvège, Inde) selon (Soutre, 2007).

En 2003, la production mondiale de fromages atteint 17,5 millions de tonnes. La production française compte 1,82 million de tonnes dont 72 348 tonnes au lait de chèvre avec 12 fromages AOC (Chabichou, Charolais, Chevrotin, Crottin de Chavignol...) selon (Foucaud- Scheunemann, 2005).

En Algérie, contrastant avec l'essor de la filière caprine en France, la transformation du lait de chèvre reste faible malgré la rusticité et l'adaptation de la chèvre aux conditions qu'offre notre pays. Les produits dérivés sont la plupart du temps des laits fermentés (Raïb, Lben et Jben), le plus souvent de qualité sensorielle variée selon (Badiset *al.*, 2005).

I.1.3. Bovin

I.1.3.1. L'importance de l'élevage bovin

L'élevage bovin est fortement combiné avec l'agriculture, son évolution dépend du développement de l'agriculture (Benabdeli, 1997), en outre, selon (Skouri, 1993), il ya une grande association entre l'agriculture, l'élevage et les forêts, cette association permet d'une part de créer les postes d'emplois (Srairiet *al.*, 2007), et d'autre part d'augmenter le rendement agricole par la fumure animale (D'aquinopet *al.*, 1995).

En Algérie, l'élevage ovin prédomine, il représente 78% du total des effectifs (Figure2), suivi par les caprins 14%, puis l'élevage bovin qui représente seulement 6% de l'effectif globale dont 58% sont des vaches laitières soit 801780 vaches laitières(Nadjraoui, 2001). Selon (Auriol, 1989), l'élevage des bovins est exploité principalement pour la traction animale que la viande et le fumier.

Les zones de production laitière bovin est concentré essentiellement dans la partie nord du pays principalement dans le littoral et les plaines intérieures.

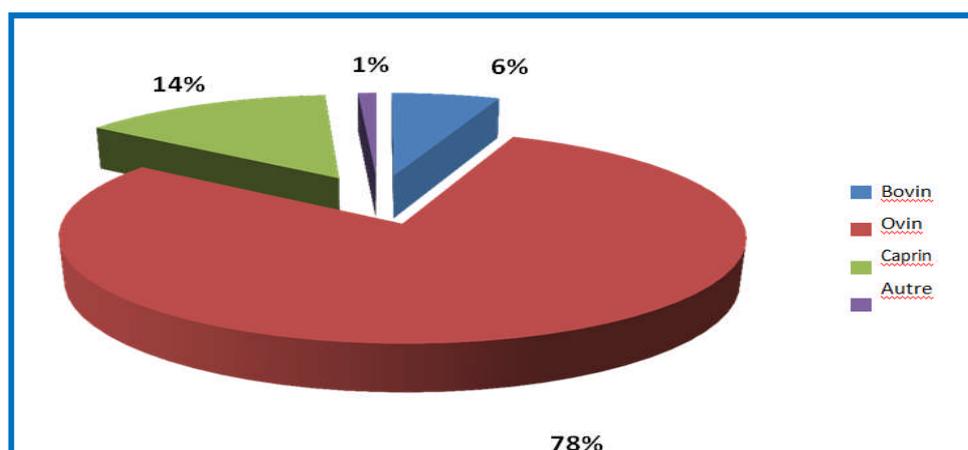


Figure 1. Répartition des effectifs par espèce (Nadjraoui, 2001)

I.1.3.2. Répartition géographique des effectifs bovins

La répartition de l'élevage bovin est fonction de l'altitude. Il prédomine jusqu'à 1500m dans les plaines et les vallées. Au-delà de 1500 m, on rencontre des ovins, des caprins et rarement des bovins en saison hivernale car ces bovins transhument vers les piedmonts à la fonte des neiges selon (Nadjraoui, 2001).

En effet, cet élevage est cantonné dans le nord du pays il est particulièrement intégré avec le système de production «céréales-fourrages ».

Il représente 53% des effectifs dans le nord du pays, par contre il ne représente que 24,5% et 22,5% dans les régions centre et ouest (Figure3). Cela est expliqué par la richesse des régions d'est par les prairies dues à une forte pluviométrie d'après (Amellal, 1995).

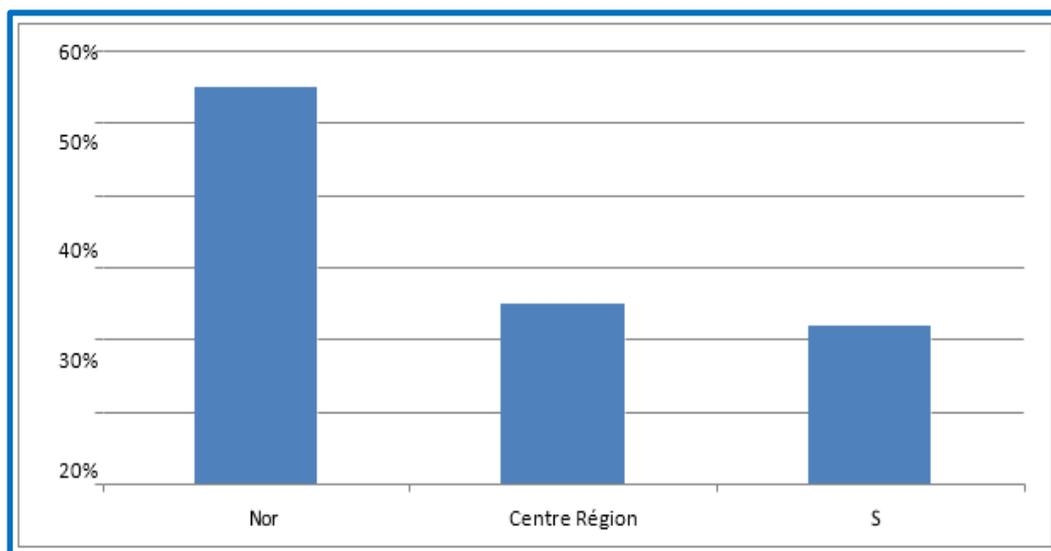


Figure 2. L'évolution du cheptel bovin laitier en Algérie 2010-2013 (Najraoui, 2001)

L'implantation du cheptel laitier en Algérie est caractérisée par ses exigences en matière de climat et besoins alimentaires.

L'essentiel de la production laitière nationale est issu de l'élevage bovin, les autres laits (ovin, caprin et camelin) occupent une proportion infime.

Le cheptel bovin algérien se divise en trois groupes ou types distincts, à savoir :

- **Le bovin laitier de race importée (BLM) :**

Caractérisé par un haut potentiel génétique et productif, conduit en intensif dans les exploitations ayant des surfaces fourragères suffisantes, dans les zones de plaines, dans les périmètres irrigués. « Il comprend essentiellement les races Montbéliard, Frisonne Pie Noire, Pie Rouge de l'Est, Tarentaise et Holstein » (Kherzat, b. 2006).

- **Le Bovin Laitier Amélioré (BLA) :**

Ce type est issu des différents croisements (non contrôlés en général) entre les races locales et les races introduites. Le BLA est localisé dans les zones montagneuses et forestières.

- **Le Bovin Laitier Local (BLL) :**

Ce type est caractérisé par son orientation viande à défaut de sa faible production laitière. Il se trouve surtout dans les élevages familiaux où sa production en lait est laissée aux veaux qui seront destinés à la vente.

I.1.3.3. Les systèmes de production

L'élevage bovin est caractérisé par l'existence de deux systèmes productifs, l'un intensif basé sur des races importées à haut potentiel génétique et l'autre extensif comportant des races locales. Entre les deux systèmes, nous pouvons trouver des chevauchements et de ce fait nous pouvons parler du mode semi-intensif et semi-extensif.

- **Le système intensif** : se situe dans les zones potentielles de production fourragère, au niveau des plaines et des périmètres irrigués. Cet élevage détenu dans sa majorité par le secteur public, est constitué de diverses races bovines importées, qui est spécialisé principalement dans la production laitière.
- **Le système extensif** : se localise dans les collines et les zones de montagne ; il renferme la race locale dénommée « brune de l'Atlas » et les croisements de cette race avec les races d'importations. Il est pratiqué par le secteur privé assurant une production mixte (lait et viande).
- **Semi-intensif** : quand le troupeau est conduit en extensif dans une courte période de l'année (printemps généralement) vue l'abondance de l'alimentation à l'extérieur ;
- **Semi-extensif** : quand le troupeau est conduit en intensif dans une période de l'année à cause des mauvaises conditions climatiques (l'hiver généralement).

La « brune de l'Atlas » a subi des modifications suivant le milieu dans lequel elle vit, elle a donné naissance à des rameaux telles que la Guelmoise, la Cheurfa, la Sétifienne, la Chélifienne.

En général, nous remarquons la concentration du cheptel bovin à l'est du pays. Sur une moyenne des effectifs relative à la période 1990-2004 qui avoisine les 22,566 970 millions de têtes, toutes espèces confondues, l'élevage bovin représente 6,26% avec un effectif de 1,413 231 millions de têtes dont 801780 vaches laitières. (**Far. z, 2007**).

I.1.3.4. Importance de suivi du troupeau

Le suivi du troupeau est l'ensemble des actes intégrant à l'ensemble des productions et de leurs moyens zootechniques et sanitaires dans l'élevage selon (**Badinandet al., 2000**) Celui-ci nécessite une bonne maîtrise de :

- L'alimentation
- La reproduction du cheptel

- La surveillance sanitaire et de la traite

De même qu'une conduite plus attentionnée du troupeau permet d'accroître la productivité (**Wiener et Rouvie, 2009**).

I.1.3 Camelin

I.1.3.1 Origine du dromadaire

Le nom « dromadaire » dérive du terme grecque « dromados » qui veut dire course pour son utilisation dans le transport d'après (**Souilem et bbahroumi, 2009**). Il est donné 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*.

Les dromadaires d'Algérie appartiennent à la famille des camélidés, qui sont des mammifères artiodactyles d'origine nord-américaine, ils ont disparu de ce continent par contre ils se répandaient en Amérique du Sud, en Asie, puis en Afrique, continents où ils ont survécu pour donner naissance aux espèces modernes.

I.1.3.2 Importance du dromadaire dans les régions arides

Le dromadaire est utilisé à des fins multiples d'où son rôle essentiel; il est exploité principalement pour le transport des marchandises, des personnes et pour la fourniture essentiellement le lait; celui-ci représente souvent la seule ressource alimentaire régulière. Sa viande, sa laine et son cuir sont également largement utilisés. Ce rôle majeur du dromadaire découle directement de sa remarquable adaptation aux conditions de milieu très difficiles; elle lui permet de prospérer là où aucun autre animal domestique ne peut simplement survivre. Cette exceptionnelle résistance résulte de plusieurs particularités anatomiques et physiologiques (**Skidmore, 2005**).

Ainsi lorsque l'animal dispose de fourrages verts, il peut rester en saison tempérée plusieurs mois sans s'abreuver; en période très chaude, ne pas boire pendant 8 à 10 jours et perdre jusqu'à 30 % de sa masse corporelle par déshydratation selon (**Yagil et Etzion, 1980; Yagil, 1982; Wilson, 1984; Yagil, 1985; Ramet, 1987**).

Cette sobriété remarquable résulte de l'existence d'un métabolisme de base très lent ainsi que de plusieurs mécanismes assurant une économie en eau. Les pertes par la respiration et la transpiration sont très réduites en raison de la possibilité que possède le dromadaire de supporter, sans difficulté apparente, une variation de sa température

interne de l'ordre de 6 degrés Celsius. Ainsi la chaleur excédentaire, accumulée en période très chaude pendant le jour ou à la suite d'un travail musculaire intense, est restituée ultérieurement par rayonnement, conduction et convection lorsque l'animal est au repos et lorsque l'atmosphère se refroidit pendant la nuit. Par ailleurs, ses pertes en eau par respiration et transpiration sont très faibles en proportion de la masse de l'animal; l'excrétion d'eau par voies fécale et urinaire est également très limitée (**Wilson, 1984; Yagil, 1986**).

La morphologie de l'animal caractérisée par la longueur des membres et du cou et par la forme cylindro-conique de l'abdomen, crée une grande surface favorable aux échanges thermiques, la conductivité thermique générale du corps semble également être favorisée par la localisation des réserves adipeuses au niveau de la bosse (**Wilson, 1984; Yagil, 1986**). Une seconde contrainte imposée par le milieu aride est la rareté et la médiocre qualité alimentaire de la flore végétale rencontrée sur les parcours. Le dromadaire se caractérise parmi les autres ruminants par la variété de son régime alimentaire : il peut indifféremment se nourrir de plantes herbacées, d'arbustes, de pousses d'arbres et même de cactées et de noyaux de dattes. Pendant la saison sèche, il ne dispose le plus souvent que de plantes desséchées ou épineuses, pauvres en protéines mais très riches en fibres et en cellulose (Peyer de Frabreguez, 1989).

I.1.3.3 Répartition géographique et effectif

L'aire de répartition géographique du dromadaire, se situe, aux niveaux des zones tropicales et subtropicales et s'étend, des régions arides et semi-arides du nord de l'Afrique (Mauritanie) jusqu'au nord-ouest du continent asiatique (Chine). (Karray et al., 2005; Correa, 2006) (**Figure 4**).

Selon les statistiques de la **FAO (2009)**, la population cameline mondiale s'élève à environ 20 millions de têtes dont plus de 15 millions sont recensées en Afrique (Tableau 2), le grand cheptel est réservé à la Somalie et Kenya qui vient en deuxième position d'après (**Correa, 2006 ; anonyme 2, 2009 ; al Haj et al Kanhal, 2010**) et 3,6 millions en Asie. La grande majorité de cette population (84%) sont des dromadaires (*Camelusdromedarius*) qui vivent dans les régions arides du nord et du nord-est de l'Afrique (Figure 4). Le reste (6%) est des « bactriens » (*Camelusbactrianus*) qui sont des

chameaux à deux bosses peuplant les régions froides de l'Asie. Ce nom leur a été attribué, par référence à la région de "Baktriane", située au nord de l'Afghanistan, où cette espèce était initialement implantée (Farah, 1993 ; Ould Ahmed, 2009).

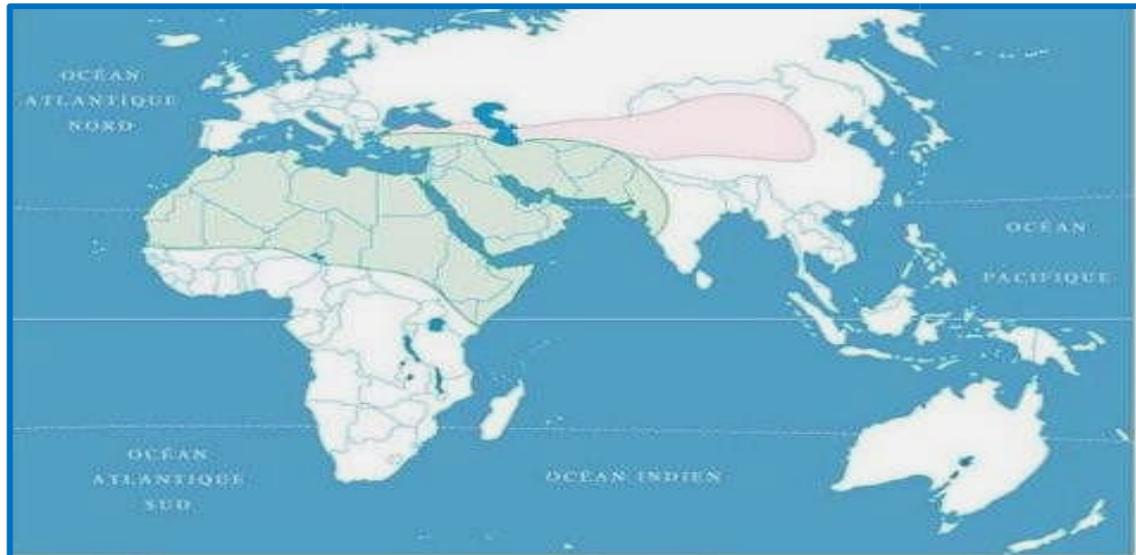


Figure 3. Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (Shuiep et al, 2013). (Zones vertes Camelus dromedarius et zones rouges Camelus bactrianus)

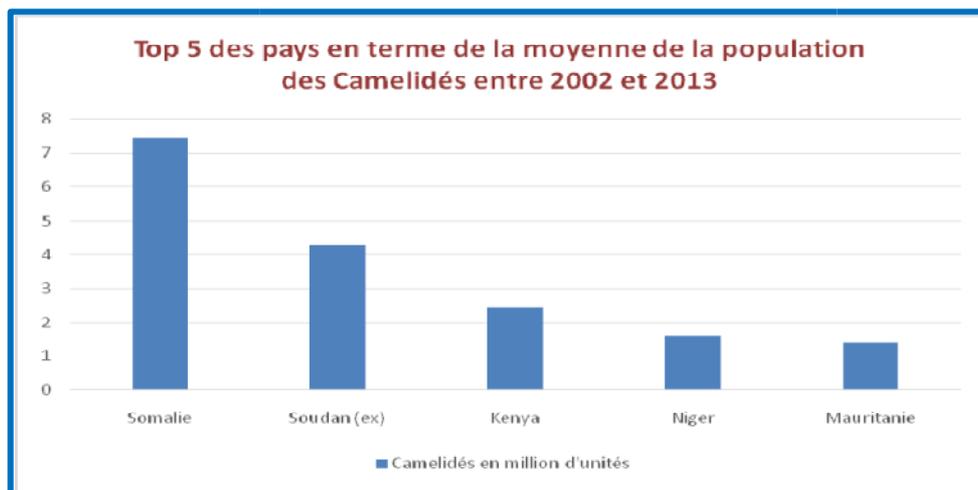


Figure 4. Les cinq pays qui possèdent la plus grande production du dromadaire (nombre de tête). (Anonyme 1, 2006)

L'effectif camelin Algérien est estimé à 268.560 têtes en 2005 (Anonyme 1, 2006), cet effectif a connu une évolution de 9.15 % soit 344.015 têtes en 2013 (Fao, 2014). L'effectif est réparti sur 17 wilayat, avec 75% du cheptel dans huit wilayat sahariennes : Ouargla, Ghardaia, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar ; et 25% du cheptel dans neuf wilayat steppiques : Biskra, Tébessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayad, Naâma, Laghouat et Msila (Ben Aissa, 1989).

Tableau 2. La production mondiale et en Algérie des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon FAO 2014

Année	Production mondiale (million)	Production en Algérie (million)
2003	21.557.235	249.975
2004	22.363.297	273.200
2005	22.317.980	268.600
2006	22.481.647	286.670
2007	25.399.057	291.360
2008	26.327.920	295.085
2009	25.853.961	301.120
2010	26.331.535	313.990
2011	26.768.690	318.755
2012	26.980.376	340.140
2013	26.989.193	344.015

Au-delà des limites administratives on constate 3 grandes aires de distribution (**Figure 5**).

- **La première aire de distribution est le sud-est :**

Elle comprend environ 75.400 têtes soit 58% des effectifs et se subdivise en deux zones:

a) La zone sud-est proprement dite avec 49.000 têtes comprenant:

Les Wilayat Sahariennes d'El-Oued 34.000 de Biskra: 6.500 et les Wilayat Steppiques de Msila: 5.000, de Tébessa: 1.300, de Batna et Khenchela: 1.800

Outre l'élevage sédentaire situé particulièrement dans la Wilaya de Msila autour du chott el-hodna, nous constatons des mouvements de transhumance en été souvent liés à ceux des ovins, et qui vont des Wilayat Sahariennes vers les Wilayat agro-pastorales de l'Est du pays (Khenchela - Tébessa - Oum-El-Bouaghi - Constantine - Sétif - Bordj-Bou-Arredj).

b) La zone centre avec 26.400 têtes comprend:

Les Wilayat Sahariennes de Ouargla: 10.000, de Ghardaia: 4.000 et Les Wilayat Steppiques de Laghouat: 4.000, de Djelfa:7.000.

A travers un couloir de transhumance El-Goléa - Ghardaia - Laghouat - Djelfa ou Aflou, les camelins passent la période estivale dans les Wilayat céréalières de Tiaret - Tissemsilt et Médéa.

- **La deuxième aire de distribution est le sud-ouest :**

Avec 22.700 têtes le Sud-ouest possède 15% de l'effectif total et comprend :

Les Wilayat Sahariennes de Bechar: 6.500, de Tindouf: 4.200 et le Nord-Adrar: 5.000 Les Wilayat Steppiques de Naama: 3.400, d'El-Bayadh: 3.600

Dans les Wilayat Sahariennes, les zones de pâturages des camelins sont essentiellement constituées par les lits d'Oueds : Oued Guir et Saoura, Oued Namous, Gharbi et Segier.

En période estivale une partie du cheptel transhume jusque dans les Wilayat agro-pastorales de Tiaret et Saïda.

- **La troisième aire de distribution est l'extrême sud :**

Avec 43.000 têtes l'extrême Sud possède 27% de l'effectif total et comprend : Les Wilayat de Tamanrasset: 35.000, d'Illizi: 3.000 et le Sud-d'Adrar:5.000

Les zones de pâturages sont constituées par les lits d'Oued descendant des massifs du Hoggar et du Tassili n'ajjer. Les mouvements de transhumance se font vers le Sud y compris dans certaines zones de pâturages des pays voisins Mali, Niger et Lybie (**Ben Aïssa, 1989**).

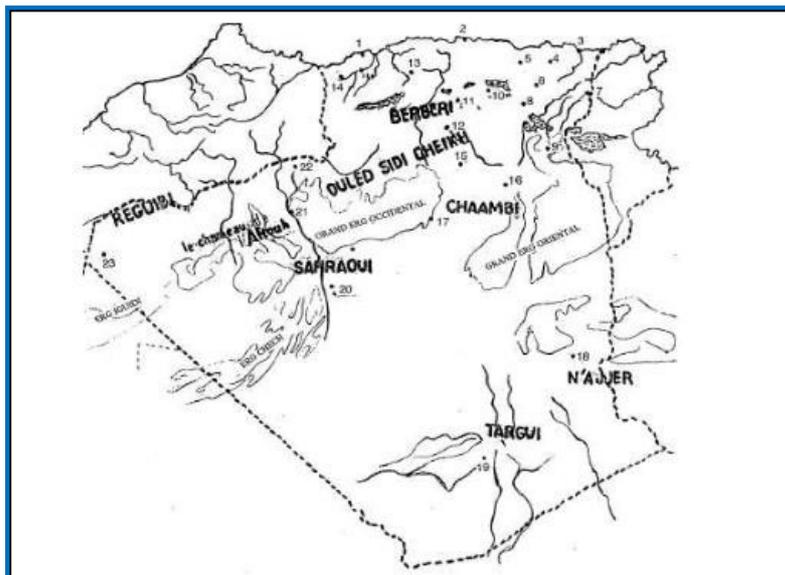


Figure 5. Aires de distribution du dromadaire en Algérie (Ben Aïssa, 1989)

Chapitre II : Le lait

II.1. Définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégrale 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 » (**Pougheon 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 femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

Jeantet et coll. (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements

Franworth et Mainville (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à la race qu'il permet de développer (**Mittaine, 1980**).

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

II.1.1. Définition du lait de vache

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation mis à part la réfrigération à la ferme. Il doit être porté à ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes) non chauffé au-delà de 40 °C ni soumis à un traitement d'effet équivalent pour conserver toutes ses qualités nutritionnelles. Il doit être conservé au

réfrigérateur et être consommé dans les 24h suivant la traite.

II.2. Composition

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon **Pougheon** et **Goursaud (2001)** Sont :

- L'eau, très majoritaire,
- Les glucides principalement représentés par le lactose,
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait entier est représentée dans le tableau 3.

Fredot (2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

- Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
- Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.
- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

Tableau 1. Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006)

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Derives azotes	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines soluble	0.56
Azote non protéique	0.17
Matières grasses	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	<0.05
Composés liposolubles	<0.05
Glucides	4.8
Lactose	4.7
Gazdissous	5%du volume de lait
Extrait sec total	12.8g

Tableau 2. Composition chimique en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (Jensen, 1995)

Composant	Vache	Femme	Brebis	Chèvre
<i>Protéine</i>	3.4	1.0	2.9	5.5
<i>Caséines</i>	2.8	0.4	2.5	4.6
<i>Lipides</i>	3.7	3.8	4.5	7.4
<i>Lactose</i>	4.6	7.0	4.1	4.8
<i>Minéraux</i>	0.7	0.2	0.8	1.0

II.2-1 Eau

D'après **Amiot et al. (2002)**, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non

polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

II.2.2 Matière grasse

Jeant et al. (2008) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés.

Elle renferme:

- une très grande variété d'acides gras (150 différents) ;
- une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- une teneur élevée en acide oléique (C_{18:1}) et palmitique (C_{16:0});
- une teneur moyenne en acide stéarique (C_{18:0}) ;

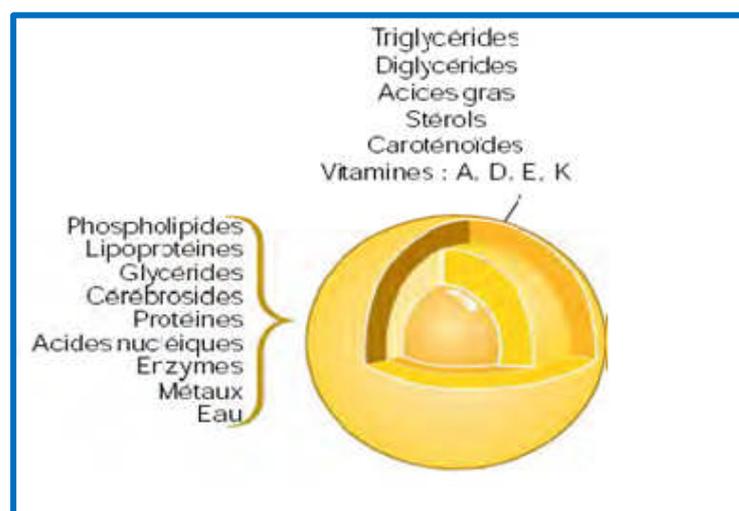


Figure 1. Composition de la matière grasse du lait (Bylund, 1995)

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C_{18:2} et acide linoléique C_{18:3}) par rapport au lait de femme (1.6% contre 8.5% en moyenne) (Jeantet et Coll., 2008).

La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles (sucre de betterave). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (*STOLL, 2003*).

II.2 .3 .Protéines

Selon *Jeantet et al (2007)*, le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes:

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

La classification des protéines est illustrée dans le tableau 5.

II.2.3.1 Caséines

Jean et Dijon (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol^{-1} , forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de $0,1 \mu\text{m}$ (Figure8).

La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (*Adrian et Coll., 2004*).

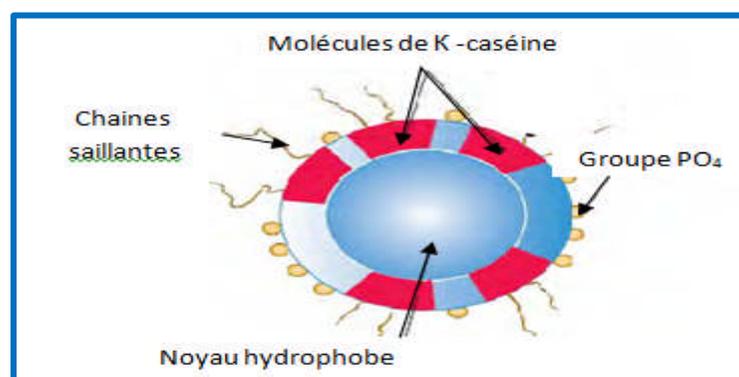


Figure 2. Structure d'une sub-micelle caséique (Bylund, 1995)

II.2.3.2. Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (DEBRY, 2001).

Thapon (2005), définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

α -lactalbumine

L' α -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum (Vignola, 2002).

β -lactoglobuline

La β -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Son point isoélectrique est 5.1 la-lactoglobuline est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G). Lors du chauffage la fixation d'une molécule de caséine K et d'une β -lactoglobuline se fasse également par un pont disulfure (DEBRY, 2001).

sérum-albumine

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine (Vignola, 2002).

immunes globulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines : IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (Thapon, 2005).

Protéases-peptones

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4.6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (**Debry, 2001**).

Tableau 3.Classification des protéines (Brunner, 1981 cité par Pougheon, 2001)

Protéines	%	Nombre d'acides aminés
Caséines :	75-85	-
.Caséine α s1	39-46	199
.Caséine α s2	8-11	207
.Caséine β	25-35	209
.Caséine K	8-15	1
.Caséine Y	3-7	-
Protéines du lactosérum :	15-22	-
. β -lactoglobuline	7-12	169
. α -lactalbumine	2-5	123
. Sérum albumine	0.7-1.3	582
.Immunoglobulines	1.9-3.3	-
.Protéases-peptones	2-4	-

II.2.4 .Lactose

Mathieu(1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (**Hoden et Coulon, 1991**).

II.2.5 .Minéraux

Selon **Gaucheron(2004)**, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Tableau 6).

Tableau 4. Composition minérale du lait de vache (Jeantet., 2007)

<i>Eléments minéraux</i>	<i>Concentration (mg.kg⁻¹)</i>
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

II.2.6. Vitamine

Selon **Vignola (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Tableau 7).

On distingue :

- 1- Les vitamines hydrosolubles en quantité constante
 - * vitamine du groupe B
 - * vitamine C
- 2- Les vitamines liposolubles
 - * (A, D, E et K) selon (**Jeantet et Coll.,2008**).

Tableau 5.Composition vitaminique moyenne du lait cru ($\mu\text{g}/100\text{ml}$)
(Amiot et Coll., 2002)

Vitamines	Teneur moyenne
<i>Vitamines liposolubles</i>	
Vitamine A (+carotènes)	40
Vitamine D	2.4
Vitamine E	100
Vitamine K	5
<i>Vitamines hydrosolubles</i>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2
Vitamine B1 (thiamine)	45
Vitamine B2 (riboflavine)	175
Vitamine B6 (pyridoxine)	50
Vitamine B12 cyanocobalamine)	0.45
Niacine et niacinamide	90
Acide pantothénique	350
Acidefolique	5.5
Vitamine H (biotine)	3.5

II.2.7. Enzymes

Pougheon (2001) définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs.

Tableau 6. Composition vitaminique moyenne du lait cru ($\mu\text{g}/100\text{ml}$) (Amiot et Coll., 2002)

Groupe d'enzyme	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	Substrats
Hydrolases	Estérases			
	Lipases	8	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	-	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	5	37	Esters phosphoriques
	Acide	9	-	
		-	-	
	Protéases			
	Lysozyme	7		
	Plasmine	-	37	Paroiscellulairemicr
		5	37	obienneCaséines
	8			
Déshydrogénésoxydases	Sulfhydrileoxydase	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8	37	Bases puriques
		-		
		3		
Oxygénases	Lactoperoxydase	6	20	Composésréducteurs
	Catalase	-	20	+H ₂ O ₂ H ₂ O ₂
		8		
		7		

II.3. Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Amiot et Coll., 2002).

II.3.1.Masse volumique

La Masse volumique Le lait contient différents éléments dispersés (micro-organismes) globules gras, micelle de caséine qui peuvent être séparés selon leur masse volumique.

Selon **Pointure, (2003)**, La masse volumique du lait est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de lait divisée par son volume. La masse volumique, le plus souvent exprimé en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre, est une propriété physique qui varie selon la température, puisque le volume d'une solution varie selon la température.

Calcul d'une masse volumique : La masse volumique (ρ) d'une espèce peut être calculée en divisant la masse (m) son unité est "kg" de cette espèce par le volume (V) son unité est "ml" qu'elle occupe.

Ce qui peut se traduire par la formule : $\rho = m/V$

II.3.2. Point de congélation

Selon **Neville et Jensen (1995)** le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait.

Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de - 0.530 à - 0.575°C. Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (**Mathieu, 1999**).

II.3 .4. Point d'ébullition

D'après **Amiot et Coll., (2002)**, on définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

II.3 .5. Acidité du 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.

L'acidité triturable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine. 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 Doronic (°D).

$1^{\circ}D = 0.1g$ d'acide lactique par litre de lait.

- Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité $\leq 21^{\circ}D$.
- Un lait dont l'acidité est $\geq 27^{\circ}D$ coagule au chauffage
- Un lait dont l'acidité est $\geq 70^{\circ}D$ coagule à froid.

II.4. Qualité organoleptique du lait

Vierling (2003) rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

II.4 .1. couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait) (**Fredot, 2005**).

Reumont (2009) explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

II.4.2. odeur

Selon **Vierling (2003)**, l'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales.

Elles sont liées à :

- L'ambiance de la traite

- L'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur)
- La conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

II.4.3. saveur

La saveur du lait normal frais est agréable, celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes extra mammaire selon **(Thieulin et Vuillaume, 1967)**.

II.4.4. viscosité

Rheotest (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes.

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur.

II.5. Facteur influant sur la composition du lait

Selon **Coulon (1994)** cité par **Pougheon(2001)**, la composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs.

Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à :

- L'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire...).
- Au milieu.
- La conduite d'élevage (saison, climat, alimentation).

Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter.

La composition du lait est variable elle dépend :

- Du génotype de la femelle laitière (race, espèce).
- de l'âge.
- de la saison.
- du stade de lactation.
- de l'alimentation.

Ce sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait.

II.5.1. Variabilité génétique entre individus

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

II.5.2. Stade de lactation

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

II.5.3. Age ou numéro de lactation

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

II.5.4. Facteurs alimentaires

L'alimentation joue un rôle important elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. Quant au taux butyreux, il dépend

à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments). Dans les conditions pratiques l'ensilage de maïs permet de produire un lait plus riche en matières grasses (de 3 à 4g par kg) et en protéines (de 1 à 2g par kg).

II.5.5. Facteurs climatiques et saisonniers

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)**, la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) On notera que :

- Le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne.
- La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâture.
- Une teneur en calcium minimale en été et maximal au printemps.

II.6. Facteurs de variation de la production laitière

La production laitière est influencée par des facteurs :

- Intrinsèques (l'espèce, la race, l'âge, la période de lactation)
- Extrinsèques (la saison, l'alimentation).
- La variation peut être quantitative ou qualitative.

II.6.1. Variations quantitatives

II.6.1.1 Influence des facteurs extrinsèques

a) Influence de l'alimentation

Dans la plupart des cas, l'alimentation est le principal facteur de variation quantitative de la production laitière. Son effet commence depuis la période post pubérale notamment pendant le dernier tiers de la gestation (un mois avant la mise-bas) et se poursuit pendant la lactation.

Lorsque la préparation au vêlage est insuffisante, le pic de production sera tardif et aura un niveau faible. Les aliments permettent en effet de couvrir les besoins d'entretien et de production de la vache. Ainsi, une ration globalement inadaptée aux besoins de cette dernière (besoins azotés et énergétiques) se traduira par une chute rapide de la lactation. Ces facteurs alimentaires expliquent en outre les variations annuelles et saisonnières. Ces dernières devant conduire les éleveurs à programmer les mise-bas en fonction du

calendrier fourrager, à constituer des réserves fourragères et à compléter l'alimentation.

b) Effet de la traite

La traite doit respecter la physiologie de l'éjection du lait résultant d'un réflexe neuro hormonal. Les facteurs inhibant l'éjection du lait (stress, douleur, émotion) réduisent considérablement la quantité de lait.

La traite doit obéir à certaines règles :

- Traire dans le calme.
- Assurer une bonne préparation de la mamelle.
- Traire rapidement.

Le nombre de traite par jour a également une incidence sur la quantité de lait produite. En effet on note une augmentation de 40% si l'on passe de deux à trois traites par jour (**Vaitchafa, 2000**).

II.6.1.2. Facteurs liés aux animaux

Suivant les races, on distingue des animaux spécialisés dans la production laitière, c'est le cas de la Holstein. Il existe aussi des animaux dits mixtes parce qu'elles sont exploitées pour la production de lait et de viande c'est le cas de la Normande ou de la Montbéliarde ; il y a enfin des races simplement allaitantes comme la N'Dama, le Gobra etc. Au sein d'une même race, il existe des différences individuelles. Ces différences sont à la base de la sélection.

Le rang de lactation a un impact sur la quantité de lait produite. Il a été signalé que les premières lactations sont toujours inférieures aux lactations suivantes (**Millogo, 2010**). Cet effet s'atténue cependant à partir de la troisième lactation, laquelle correspond à la lactation adulte. L'effet du rang de lactation justifie le recours à la lactation corrigée, opération qui consiste à ramener la lactation d'une jeune vache à celle d'une vache adulte. Celle-ci équivaut à 1,3 fois la première lactation ou bien 1,12 fois la deuxième lactation. Cette évolution trouve son explication dans le développement des tissus mammaires dont le maximum est atteint à partir de la troisième lactation. Par la suite, chez les vaches âgées, il y a une sorte de vieillissement de ce même tissu, le rendant moins efficace à la production laitière.

II.6.2. Variations qualitatives

Les principales variations qualitatives concernent le taux de matières grasses et de protéines du lait. Leur teneur plus ou moins grande s'explique par des facteurs aussi variés que l'hérédité, l'alimentation, le niveau de lactation et le moment de la traite.

II.6.2.1. Héritéité

Les éléments du lait ont une bonne héritabilité. Elle est de 0,5 et 0,6 respectivement pour les protéines et les matières grasses (**Craplet, 1970**).

II.6.2.2. Alimentation

L'alimentation intervient par la qualité de ses nutriments. C'est ainsi que des rations pauvres en cellulose s'accompagnent d'une chute de taux butyreux. Cette dernière entraînerait celle du taux protéique. En effet, il existe une corrélation positive entre le taux de matière grasse et la teneur en protéines du lait produit.

II.6.2.3. Niveau de lactation

Le niveau de lactation agit sur l'évolution de la matière grasse. Pendant la même lactation, le taux butyreux varie en sens inverse de la production de lait.

Craplet (1970) a constaté chez un groupe de vaches, trois phases successives:

- Une baisse du taux butyreux au cours du premier mois de lactation;
- Un palier plus ou moins accusé après quelques mois;
- Une remontée plus nette vers le sixième mois jusqu'au tarissement.

II.6.2.4. Effet du moment de la traite

La teneur en protéines est quasi-constante du début à la fin d'une même traite alors que le taux butyreux augmente. Pour un lait total dosant 40g/l de matière grasse, le taux butyreux passe de 20g dans les premiers jets à 120 g dans les derniers (**Vaitchafa, 2000**).

II.6.2.5. Effet du niveau de la production

Le niveau de production du lait a un effet sur la qualité du lait. Plus, le niveau de production est élevé, plus le taux de matières utiles dans le lait est faible.

Le taux de matières utiles est inversement proportionnel au niveau de production. La Holstein par exemple, reconnue comme vache laitière haute productrice, produit une quantité importante de lait avec une faible teneur en matières utiles (**Vaitchafa, 2000**).

III.1. Objectif :

Dans cette perspective, la présente étude a comme objectif, d'une part, d'évaluer sur le plan physico-chimique les différents laits bovin, caprin et camelin collecté dans 3 trois régions de l'Algérie (Blida ; Tizi-Ouzou et Adrar) et, d'autre part, de procéder à l'évaluation de la qualité microbiologique de ces laits avant de les caractériser sur le plan nutritionnel par la suite.

III.2. Lieu et durée de l'expérimentation :

Les différentes analyses réalisées dans cette étude, ont été menées au niveau des laboratoires des Analyses physicochimiques et microbiologiques de l'entreprise national *Colaital*- Filiale de Groupe *GIPLAIT* Birkhadem - Alger de l'entreprise national *SARL GIGILAIT* ; et des laboratoires de recherche du Centre Scientifique et technique et Analyses Physico-chimiques (CRAPC). Cette étude a été réalisée durant une période de dix mois qui s'étale de mois d'Octobre jusqu'au mois de Juillet 2017.

III.3 Matériel et méthodes

III.1. Matériels

III.1.1. Matière première

Les échantillons de lait analysés, sont des laits frais,(acheminés au laboratoire dans des glassières) issus de troupeaux de vaches (Montbéliard), chammelles (Azawad) et chèvres (*Capraaegagrushircus*) saines, localisées dans les régions suivantes: Blida; Timimoun et Tizi-ouzou. Tous les échantillons sont en stade mi- lactation.

Les précisions quant aux dates et les lieux d'échantillonnage sont rapportés sur le tableau 9.

Tableau 1. Précision d'échantillonnage

Lait	Echantillon	Date de prélèvement	Région de collecte
Lait de Chèvre	LCV1- LCV10	Avril 2017	AzazgaTizi-Ouzou
Lait de Vache	LV1-LV10	Novembre 2016	Oued El elayeg Blida
Lait de chamelle	LCH1-LCH10	Décembre 2016	Timimoun

Les échantillons de lait ont été prélevés à partir de vaches ; chèvres et chèvres saines. Le lait est mis proprement dans des flacons en verre stérilisé, afin d'éviter tout développement microbien. Les échantillons sont acheminés dans une glacière au laboratoire où ils sont aussitôt analysés.

A l'arrivage, une mesure de pH est immédiatement effectuée, suivant le lait est fractionné. Une partie est destinée aux analyses physico- chimiques et une autre aux analyses microbiologiques. Pour le reste, il est reparti en petites fractions et congelé ainsi pour l'extraction de la matière grasse et le dosage des sels minéraux.

Matériel de laboratoire

III.1.2. Matériels pour analyses Physicochimiques

III.1.2.1. Appareillage

- Centrifugeuse (GERBER)
- pH mètre ;(checker by hanna)
- Acidimètre (Dornic)
- Réfrigérateur
- Thermomètre
- Thermo-laco-densimètre (GERBER)

II.1.2.2. Verrerie

- Butyromètres à lait (4 %) (GERBER)
- Éprouvette
- Spatule métallique
- Bécher, Pipettes graduées (10ml, 11ml)
- Flacons stériles avec fermeture hermétique, fioles jaugées

III.1.3. Matériels pour analyses microbiologiques

III.1.3.1. Appareillage

- Balance de précision
- Autoclave
- Etuves d'incubation 37 °C, 44 °C, 46 °C, 30 °C
- Bain marie (GERBER)
- Bec Bunsen
- Thermo-laco-densimètre (GERBER)
- Réfrigérateur
- Portoir
- Thermomètre

III.1.3.2. Verrerie

- Pipettes graduées
- Pipettes pasteurs
- Boîtes de pétri
- Tubes à essai
- Butyromètres à lait (4 %)(GERBER)
- Éprouvette

III .1.3.3. Milieux de culture

➤ Bouillons et milieux de culture

- Milieu VBL : pour la recherche et dénombrement des coliformes Totaux et fécaux ;
- Milieu Rothe (simple et double concentration) : Pour la recherche des streptocoques ;
- Milieu Eva litsky : pour l'isolement des Streptocoques ;
- Bouillon Giolitti cantonii : Pour les staphylocoques ;
- Bouillon T.S.E : Pour le pré enrichissement de la salmonella

➤ **Milieu de culture solide (gélose)**

Les milieux de culture hydratés prêts à l'emploi conditionnés en flacon de 250ml utilisés sont :

- Gélose Chapman : Pour l'isolement des Staphylocoques ;
- Gélose Hektöen : Pour l'identification des salmonella ;
- Gélose PCA : Pour la recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux ;
- Gélose au désoxycholate 1‰ : Pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux ;

➤ **Les additifs**

- Additif Hektöen : On additionne à la gélose Hektöen un rapport d'une ampoule de 5 ml par flacon de 250 ml, qui par son action rend le milieu sélectif aux salmonelles ;
- Tellurite de potassium : enrichissement du milieu Giolitticononii.

Methode

III .2. Analyse microbiologique des prélèvements effectués

Pour chaque prélèvement :

1 ml d'échantillon à analyser a été ajouté dans un 9 ml Tryptone dilué en eau physiologique stérile. On obtient ainsi une dilution mère de 10⁻¹ à partir de laquelle on réalise des dilutions décimales jusqu'à 10⁻⁷.

Identifier les boites de pétrie (, N° de dilution, date de l'analyse)

III.2.1. Flore mésophile aérobie totale

Mettre 1 ml des dilutions dans une boite de pétri vide

*Couler 15ml la gélose PCA (plate count Agar) et faire des mouvements en 8

*Laisser refroidir

* Incuber à 30°C pendant 72 h

III .2.2. Les coliformes

Sont recherchés sur gélose lactosée et citratée au désoxycolate (DCL) incubée 24 heures à :

- 37°C pour les coliformes totaux
- 44°C pour les coliformes fécaux.
- Après incubation, la lecture des boîtes.

III.2.3. Les clostridiums sulfitoréducteurs

Sont dénombrés sur le milieu de culture viande foie (V F) en tubes pour favoriser les conditions d'anaérobiose, avec un traitement thermique 10 min à 80°C afin d'activer les spores des clostridies : elles peuvent persister sous forme latente dans le lait, germer dès que les conditions sont favorables et sécréter des substances toxiques. Les tubes sont incubés 48 h à 37°C. Seules les colonies noires sont comptées.

III.2.4. Les salmonelles

Dans 10 ml de bouillon de Rappaport de Vassiliadis contenus dans chaque tube à vis stérile, nous mettons 0,1 ml de subculture à l'aide d'une pipette stérile. Les bouillons sont ensuite incubés à l'étuve à 42°C pendant un temps de 18 à 24 heures. La sélectivité du bouillon et la température d'incubation relativement élevée entraînent l'élimination d'une grande partie de la flore d'accompagnement et favorisent la croissance des salmonelles.

Deux géloses sélectives ont été utilisées : les géloses SS et Hektoen. Elles sont ensemencées par technique de stries d'épuisement à partir d'un même bouillon d'enrichissement et mis en incubation à l'étuve 37°C, après 24 heures, les colonies isolées sur les géloses présentant les caractéristiques macroscopiques des salmonelles (colonies incolores à centre noir sur SS et colonies verdâtre ou bleuâtres à centre noir sur Hektoen) sont repiquées sur gélose ordinaire pour être soumises à une identification plus fine. Pour chacune des deux géloses cinq colonies caractéristiques sont prélevées pour l'identification.

III.2.5. Recherche des streptocoques fécaux

Les streptococcaceae sont des coques gram positif, a sporulées généralement groupées en paires ou surtout en chaîne de longueur variable, généralement immobiles. Ils sont lactiques).

Principe

Leur recherche utilise un milieu de présomption de Roth et un autre de confirmation de l'Eva Litsky en cas d'obtention d'un résultat positif dans le premier test.

Mode opératoire

- Ensemencement d'une série de tubes contenant le milieu de Rothe 3tubes de Rothe D/C avec 10ml de lait.
- 3 tubes de Rothe S/C avec 1ml de lait.
- 3 tubes de Rothe S/C avec 0,1ml de lait.
- Incubation 37°C/48h (présomption).
- La confirmation à partir des tubes positifs. **(Virage, trouble du milieu).**
- Repiquage sur EVA Litsky à 37°C/24h.

Expression des résultats

- Les tubes de Rothe présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs (présence de streptocoques).
- Présence d'une pastille violette au fond de tube.

III.2.6.Recherche des Staphylococcus

Méthode de Giolitti Cantoni

Se fait sur milieu d'enrichissement de Giolitti Cantoni au quelle est additionnée une ampoulede jaune d'œuf au tellurite de potassium.15 ml de GC sont ensemencé avec 1 ml de chaque dilution.L'incubation se fait à 37°C pendant 24-48h.Les tubes positifs sont ceux qui ont viré au noir, ces tubes feront l'objet d'une confirmation d'un isolement sur gélose Chapman, qui sera incubé à 37°C pendant 24h.Les colonies suspecte sont lisse, pigmenté en jaune avec un halo jaune diffuse.

Méthode Chapman :

Cette méthode utilise un enrichissement dans un milieu Chapman liquide suivie par un isolement sur gélose Chapman. A partir des dilutions sont ensemencés des tubes de Chapman liquide et sont incubé à 37°C pendant 24h. Les tubes ayant présenté un trouble feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman et incubé à 37°C pendant 24h. Les colonies caractéristiques (lisse, pigmenté en jaune avec un halo jaune diffuse) subiront une recherche de la catalase (pour les différencier des Streptocoque) et une recherche de la coagulase.

Pour confirmer que c'est bien un *Staphylococcus aureus*, on recherche la présence de la coagulase qui est caractéristique de *S.aureus*. Pour la recherche de la coagulase, un fragment de colonie est ensemencé dans un bouillon cœur-cerveille à 37°C pendant 24h. 0,5 ml de ce bouillon est mélanger avec 0,5 ml de plasma de lapin et incubé à 37°C. On peut réaliser une lecture après 4 heures d'incubation. Un résultat positif se traduit par une prise en masse des 2/3 du mélange.



Figure 1. Etude de la qualité microbiologique du lait

III.3. Méthodes Analyse physico- chimique

III.3.1. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » :

Définition et principe :

- Le pH indique la teneur d'une solution en ion H_3O^+ , il est mesuré directement avec un pH mètre.

Mode opératoire :

- La détermination du pH se fait directement en plongeant l'électrode dans un bécher contenant la solution à analyser.

Lecture :

- Faire la lecture de la valeur du pH en attendant jusqu'à la stabilité de l'affichage sur l'écran du pHmètre.



Figure 2. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH »

III.3.2. Détermination de la température

But :

C'est un signe d'alerte qui dans des valeurs au-delà ou au-dessous, le produit cours des modifications de texture et éventuellement risque sanitaire.

Mode opératoire :

La détermination de la température se fait en introduisant soit le thermomètre ou bien le Thermo-laco-densimètre dans les produits à analyser.

Lecture :

Au moment de la lecture, l'œil doit être au niveau du point de lecture d'une façon horizontale, en attendant jusqu'à la stabilité du niveau du mercure. Elle doit être comprise entre +06°C et +04°C.

**III.3.3. Détermination de la teneur en matière grasse
(Méthode acido-butylrométrique de Gerber)**

Principe :

Dissolution des éléments du lait sec, matière grasse exceptée par l'acide sulfurique sous l'influence de la force centrifuge et grâce à l'adjonction de l'alcool iso-amylique, la matière grasse se sépare.

Mode opératoire :

Mettre 10 ml d'acide sulfurique (densité = 1,820-1,830) dans le butylromètre en évitant de mouiller le col, Verser ensuite 9 ml d'eau distillée puis ajouter 11 ml de lait dans le butylromètre en évitant le contact avec le col.

Introduire 1 ml de l'alcool isoamylique. Bien boucher les butylromètres sans bouleverser leur contenu. Maintenir le bouchon en place. Retourner les butylromètres. Lorsque les ampoules terminales se sont vidées, les retourner à nouveau jusqu'à ce que le mélange ait rempli les ampoules. Vider à nouveau les ampoules par un troisième retournement et secouer fortement les butylromètres pendant 30 secondes.

Placer les butylromètres symétriquement dans la centrifugeuse, pointes vers le centre, bouchons vers l'extérieur. Amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1020 tours /mn) pendant 5 mn porté à 65 °C (point de fusion de la matière grasse).

Faire sortir les butylromètres avec précaution, la pointe vers le haut pour éviter une émulsion de la matière grasse.

La colonne de la matière grasse est jaune et lipide et se distingue bien du reste du mélange de couleur brune.

Lecture :

Enlever le butyromètre de la centrifugeuse et ajuster soigneusement le bouchon du col pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse, en déplaçant au minimum la colonne, devant un trait-repère chiffré.

Opérer en tirant légèrement sur le bouchon, et non en l'enfonçant à force dans le col.

Noter le trait-repère (A) coïncidant avec l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis, en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, noter aussi rapidement que possible (en moins de dix secondes) le trait-repère (B) coïncidant avec le point le plus bas du ménisque en haut de la colonne grasse.

Pendant les lectures, le butyromètre doit être tenu verticalement, et si l'on ne dispose pas d'un appareil de lecture automatique, l'œil doit être au niveau du point de lecture.

Expression des résultats :

La teneur en matière grasse, exprimée en gramme pour cent grammes de poudre de lait, est égale à :

$$MG \% = (B - A)$$

Où

B – A est le volume lu,

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

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



Figure 3. Détermination de la teneur en matière grasse du lait (méthode Acido-butyrométrique).

III.3.4. Détermination de l'Acidité titrable

Définition :

La détermination de l'acidité dans le lait et les produits laitiers est la détermination volumétrique de l'acidité titrable. Elle est exprimée conventionnellement en gramme d'acide lactique dans 1 litre de produit.

Principe :

Titration de l'acidité Par une solution alcaline en présence de phénophtaléine.

Mode opératoire :

Dans un bécher de 100ml poser $2 \pm 0,002$ g de l'échantillon, ajouter lentement 20 ml d'eau distillée, en agitant le bécher. Bien mélanger et laisser reposer pendant une vingtaine de minutes, (ou bien prendre 10 ml cas de Lait et Produits Laitiers à savoir LFC, Raib et Yaourt) Ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur Phénophtaléine (1%).

Titration par la solution sodique (0,111M) jusqu'au virage au rose, faiblement ; perceptible par comparaison avec un témoin.

On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de Secondes. Après le virage, la teinte rose disparaît progressivement.

Expression des résultats :

- 1 ml de solution titrée à 0,111mol/l correspond à 0,01 g d'acide lactique.
- L'acidité titrable, exprimée en grammes d'acide lactique pour 100 g d'échantillon, est donnée par la formule :

$$\frac{0,01 \text{ g} \times V \times 100}{2} V$$

Où

V : représente le volume, en millilitres, de solution sodique à 0,111mol/l utilisé pour le titrage. Si l'on utilise la solution sodique à 0,100mol/l multiplier le résultat obtenu par 0,9.



Figure 4. Détermination de l'acidité titrable.

III.3.5. Détermination de la densité

Principe :

C'est le rapport entre la masse volumique du lait et celle d'un même volume d'eau, elle dépend de la teneur en matière sèche et en matière grasse.

Mode opératoire :

Remplir l'éprouvette de l'échantillon à analyser puis plonger le thermo-lacto-densimètre en laissant se stabiliser.

Lecture :

Si la température est de 20 °C, le niveau de flottement correspond à la graduation de la lecture de densité, dans le cas contraire deux cas se présentent :

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

Si la $T^{\circ} \text{lue} > 20^{\circ}\text{C} \rightarrow D = D \text{ lue} - 0,2 (T^{\circ} \text{lue})$ Dont 0,2 correspondre au coefficient de correction.

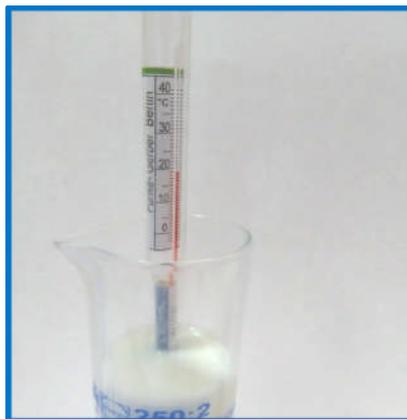


Figure 5. Détermination de la Densité du lait

II.3.6. Détermination de l'extrait sec total (EST)

Principe

Sous la dénomination d'extrait sec total ou matière sèche d'un aliment, on désigne la totalité de ses éléments constitutifs non volatils après dessiccation par évaporation.

Mode opératoire :

Le principe de la méthode utilisée consiste en une dessiccation à l'étuve pendant 3 heures à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Lecture :

Faire la lecture de la valeur de l'extrait sec en attendant jusqu'à la stabilité de l'affichage sur l'écran du dessiccateur.



Figure 6. Détermination de l'extrait sec total (EST)

III.4.Méthodes d'Analyses nutritionnelles

III.4.1. Analyse de la teneur en acides gras

III.4.1.1. Extraction des lipides

La nature du lait de chamelle et du lait de chèvre étant plus complexe que celle du lait de vache, des essais préalables ont été nécessaires. Le choix s'est porté sur la méthode d'extraction des lipides de **Rose-Gottlieb (Contarini, 2002)**, basée sur la méthode d'homogénéisation des prises d'essai de lait et des produits laitiers de la norme **IDF/ISO 172:1995**.

L'échantillon de lait est porté à 40°C, puis soumis aux ultrasons pendant 10 minutes pour l'homogénéiser. 10 ml d'échantillon de lait sont mélangés à 2 ml d'ammoniaque et 10 ml d'éthanol dans un tube à bouché à vis. Le mélange est homogénéisé 10 minutes.

Dans une ampoule à décanter de 500 ml, 10 ml de lait sont mélangés par retournement (en laissant s'échapper les gaz de temps en temps) à 1 ml d'ammoniaque à 30% (en NH₃) et 10 ml d'éthanol à 95% (v/v). 20 ml d'éther-éthylique sont ajoutés et l'ampoule est agitée vigoureusement par retournement, pendant 1 min. 20 ml d'hexane sont ajoutés et l'ampoule est agitée par retournement. L'ampoule est laissée au repos jusqu'à la séparation complète des deux phases.

La phase inférieure (aqueuse) est récupérée et la phase supérieure (organique) est transvasée dans une ampoule à décanter de 250 ml. L'extraction est répétée deux fois avec 20 ml d'hexane sur la phase aqueuse.

Le filtrat est récupéré dans un ballon taré, séché au préalable 30 minutes à l'étuve (100°C), puis refroidi 30 minutes dans un dessiccateur à température ambiante. L'hexane est évaporé dans un rotavapeur à 50°C, et le ballon est séché 30 minutes à l'étuve à 100°C puis refroidi 45 minutes au dessiccateur avant d'être pesé.

Pour chaque échantillon, l'extraction des lipides a été répétée trois fois. Les matières grasses extraites sont conservées dans de l'hexane à 4°C, pour l'analyse de la composition en acides gras.

II.4.1.2. Étude de la composition en acides gras

La méthode utilisée est la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS). Les acides gras libres sont difficiles à analyser par GC/MS du fait de leur faible volatilité et de leur tendance à s'adsorber. Ainsi les acides gras sont analysés sous la forme d'esters méthyliques.

Préparation des esters méthyliques

0.5g de lipides extraits sont introduites dans un tube. Sont ajoutés : 5 ml d'heptane et 0.25 ml de KOH Méthanolique. Après agitation ; la couche supérieure qui contient les esters méthylique est récupérée et analysée par GC/MS.

Conditions chromatographiques en GC/MS

Le chromatographe utilisé est un GC "HewelttPakard.Co ; model 6890" SM (HewelttPackard.Co ; model 5973), équipé d'une colonne capillaire de type Restek Co ; Stabilwax-DA, d'une longueur de 60 m, d'un diamètre de 0,32 mm, et d'une épaisseur de 0,25 μ m. Le gaz vecteur est de l'hélium avec un débit de 1mL/min. La détection est assurée par un détecteur à ionisation de flamme (FID). Le logiciel utilisé pour l'intégration des pics est Chemstation.

La température de l'injecteur splitless est de 245°C, du détecteur, de 250°C, et celle de la colonne est de 50°C/5 min, 14°C/min jusqu'à 165°C, 1 min à 165°C, 2°C/min jusqu'à 225°C, 15 min à 225°C. Ces valeurs sont celles décrites par **Collomb et Bühler (2000)**.

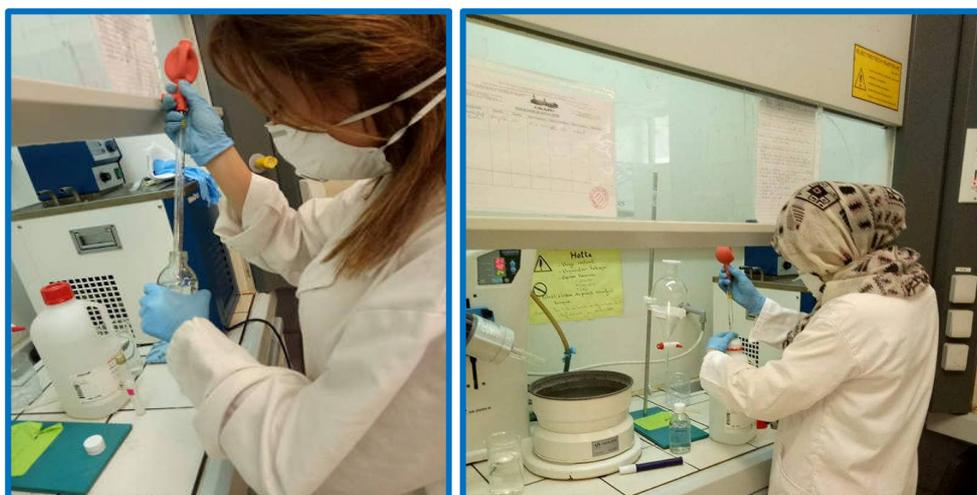


Figure 7. Extraction des lipides

III.4.2. Dosage des sels minéraux

Le dosage des sels minéraux commence par une minéralisation par voie humide qui correspond à la destruction de la matière organique par oxydation en présence d'acides concentrés. A 500 ml de surnageant du lait, sont ajoutés 10 ml de l'acide nitrique concentré à 65% de pureté (Carlo Erba Reagents SA). Puis le mélange est complètement évaporé sur la plaque chauffante à 90°C ; jusqu'à la destruction totale de la matière organique. On complète à 20 ml avec de l'eau ultra pure. Les solutions minéralisées sont ensuite analysées à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique de type **Agilent 240 FS/240 ZAA**, en présence du chlorure de lanthane pour le dosage du Calcium (Ca) et Magnésium (Mg) (Sigma Chemical Co ; St Louis USA) et du chlorure de césium (Merck) pour le Sodium (Na) et Potassium (K).

III.5. Analyse statistique

Pour comparer l'effet des différents facteurs étudiés sur les échantillons de laits utilisés on a eu recours au test ANOVA sur Excel 2013 ($p \leq 0,05$).

Toutes les analyses sont faites en triplicata pour chaque échantillon et les valeurs représentées dans les tableaux et les Histogrammes sont les moyennes des résultats obtenus pour chaque échantillon déjà décrits.

IV. Résultats et discussions

IV.1. Analyses physico-chimiques

IV.1.1. Mesure du pH

Les moyennes des valeurs recueillies lors de cette mesure pour chaque groupe de lait sont représentées dans la **figure 10**.

L'analyse statistique a montrés qu'à un $P \leq 5\%$, les valeurs du pH sont significativement différentes entre les laits : camelin, bovin et caprin, et il apparaît que le lait caprin présente le pH le plus bas ($6,4 \pm 0,12$), alors que le pH du lait camelin ($6,6 \pm 0,14$) est plus proches du lait bovin ($6,5 \pm 0,05$).

Les pH inférieurs du lait à la traite peuvent résulter de l'infection de la mamelle de l'animal (**Morgan, 1999**), mais aussi du facteur génétique qui, à lui seul, a une grande influence sur les variations du pH du lait caprin (**Remeuf, 1993 ; Remeuf et al, 2001**).

Il est aussi connu que le pH du lait camelin est plus bas comparativement au lait bovin (pH : 6,6) et au lait humain (pH : 7,01) (**Siboukeur, 2007**).

Gorban et Izzeldin (1997) signalent que le pH et le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau. Par ailleurs, la forte concentration en acides gras volatiles (**Yagil, 1985**) et la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire font diminuer le pH de celui-ci (**Yagil, 1985 ; Farah et al., 1992 ; Saley, 1993 ; Haddadin et al., 2007**). **Vignola (2002)** signale que le pH du lait dépend principalement de la présence de caséines et des anions phosphorique et citrique.

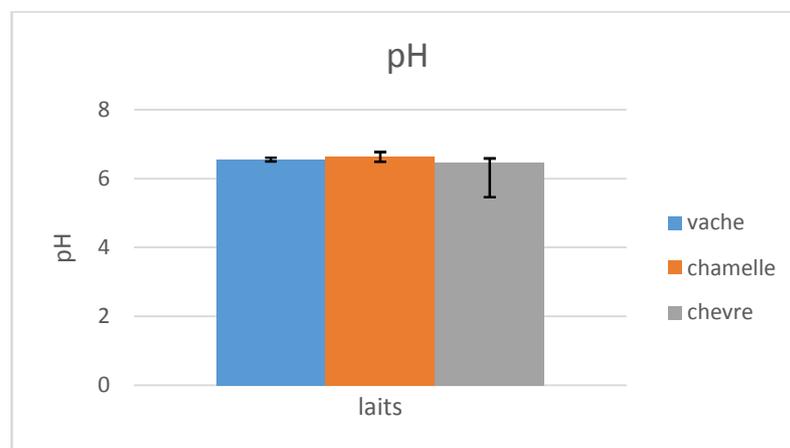


Figure 8. Moyenne des valeurs de pH des trois groupes de lait : camelin, bovin et caprin.

IV.1.2. Acidité titrable

L'acidité titrable est un indicateur de la qualité de conservation du lait (CASSINELLOC et PEREIRA, 2001) et ne peut résulter que d'un développement conséquent de la flore lactique influencé par le jeu combiné de l'augmentation de la température ainsi que de la durée de conservation du lait.

Les échantillons de lait analysés dans cette présente étude, avec des moyenne d'acidité de $17,72 \pm 0,5$; $17,2 \pm 0,78$ et $16,45 \pm 0,79$ °D pour les trois groupes du lait camelin, bovin et caprin respectivement (**Figure11**), représentent une différence significative avec $P \leq 5\%$.

Le lait caprin représente la moyenne la plus basse par rapport au lait camelin et bovin ces résultants se concordant avec ceux rapportés par **Cassinelloc et Pereira (2001)**, **Mahmut et al (2004)**, **Agnihotri et Rajkumar (2007)**, cette valeur peut être tenue pour une acidité caractéristique du lait de chèvre.

Les valeurs de l'acidité Dornic obtenues pour le lait camelin se situent dans la fourchette des travaux rapportés par certains auteurs soit 18°D (**Siboukeur, 2007**), 18 °D **Khaskheliet al. (2005)** en Inde. D'autres auteurs rapportent des valeurs plus élevées ou plus basses. Ainsi **Konuspayeva (2007)** ; **Faye et al. (2008)** au Kazakhstan signalent des valeurs plus élevées (26 et 24,04 °D respectivement). En revanche, les valeurs évoquées par **SBOUI et al. (2009)** (17,2 °D), **MEILOUD et al. (2011)** en Mauritanie (16 °D), **Elamin et Wilcox (1992)** en Arabie Saoudite (15°D), **Abu-Lehia (1994)** en Arabie Saoudite (15°D) et **Kamoun (1994)** en Tunisie (15,6°D) sont plus faibles.

Il est important de préciser que le lait camelin est caractérisé par un effet tampon plus élevé par rapport au lait bovin (**Kamoun Et Ramet, 1989** ; **Abutarbousch, 1996**), c'est-à-dire que le pH arrive à se maintenir approximativement au même niveau malgré l'élévation de l'acidité Dornic.

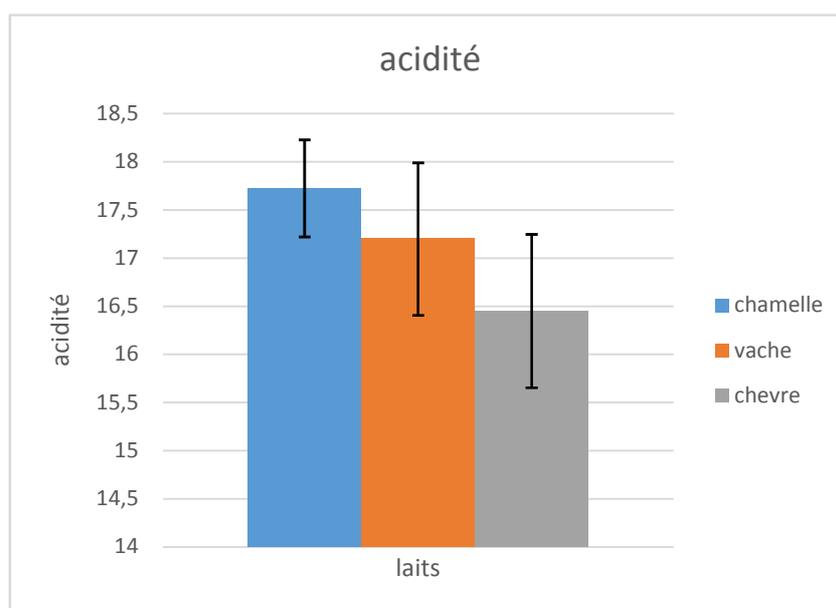


Figure 9. Moyenne de l'acidité dornic des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin.

IV.1.3.Extrait sec total

La moyenne de la teneur en extrait sec totale des échantillons des différents groupes du lait camelin, bovin et caprin analysés varie entre $112,37 \pm 4,7$ g/l et $151,87 \pm 6,3$ g/l. Le taux en matière sèche totale des échantillons du lait camelin analysés ($112,37 \pm 4,7$ g/l) semblent les plus faibles par rapport à celui des laits bovins ($126,35 \pm 9,93$ g/l) et caprin ($151,87 \pm 6,3$ g/l).

Les différences enregistrées entre les groupes sont significatives ($P < 5\%$) (**Figure 14**).

Ces résultats se concordent avec ceux rapportés par **Benguettaia et al., 2013**. L'une des principales caractéristiques du lait camelin est en effet, sa teneur en matière sèche réduite par rapport à celle des laits d'autres espèces (**Ramet, 1994**).

Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total était dû à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux (**Khaskheli et al., 2005**). En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique. **Haddadin et al. (2008)** ont trouvé que le taux de matière sèche totale atteignait son maximum en mi-hiver et son minimum en été. De même, **Yagil et Etzion (1980)** avaient montré bien avant que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau faisait chuter très sensiblement le taux de matière

sèche totale de 14,3 à 8,8 %. Ce phénomène est naturel, car il permet d'assurer la survie du chamelon et de lui fournir un produit de valeur nutritive suffisante et une quantité importante d'eau en période de sécheresse. La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation (**BengoumiEt Al., 1994 ; Khaskheliet al., 2005**), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation, du nombre de vêlages (**Yagil, 1982 ;KhaskheliEt Al., 2005**). Des variabilités génétiques (**Ereifejetal., 2011**) et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait (**KonuspayevaEt al., 2009**) ont été également rapportés.

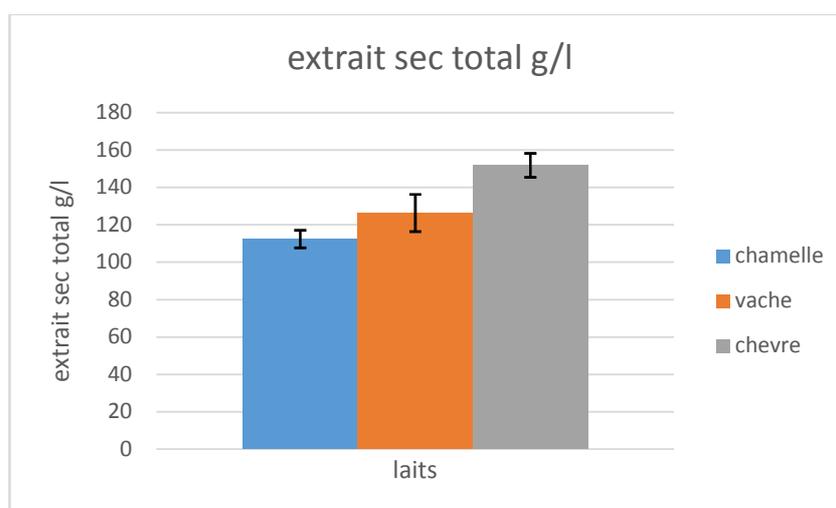


Figure 10. Moyenne des taux de l'extrait sec total des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin

IV.1.4. Matière grasse

La teneur moyenne en matière grasse des laits camelin, bovin et caprin analysés est représentée sur (**Figure 11**), la différence est significative $P \leq 5\%$. La moyenne de la teneur en matière grasse du lait camelin est égale à $29,7 \pm 0,5$ g/l, Elle semble plus faible que celles des laits bovin $35,07 \pm 1,9$ g/l et caprin $48,39 \pm 4,9$ g/l.

Cette valeur du lait camelin peut atteindre 32 à 35g/l (**Ellouze et Kamoun, 1989 ; Gorban et Izzeldin, 2001**) et voire 37,8 g/l (**Kamal et al, 2007**).

Les valeurs du lait camelin de de la présente étude sont similaires aux valeurs rapportées par **Siboukeur en 2007** ($28\text{g/l} \pm 6$) et **Chethouna en 2011**($29,33\text{g/l} \pm 0,51$).

Pour le lait caprin, des valeurs différentes de celles obtenues sont enregistrées par Kennedy *et al* (1981), Bocquier *et al* (1998), Pizarro *et al* (2007) ; Jaubert G (1997) ; Agnihotri Et Rajkumar (2007) avec les taux respectifs suivants 6,3; 30,8; 31,9; 33 et 36,1g/l.

Néanmoins nous retrouvons des valeurs très éloignées avec 56.1 et 22,2 g/l enregistrées respectivement par Drackova *et al* (2008) Et Pierre *et al* (1998), celles-ci reflètent la forte variabilité du taux de matière grasse pour le lait caprin.

Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de matière grasse.

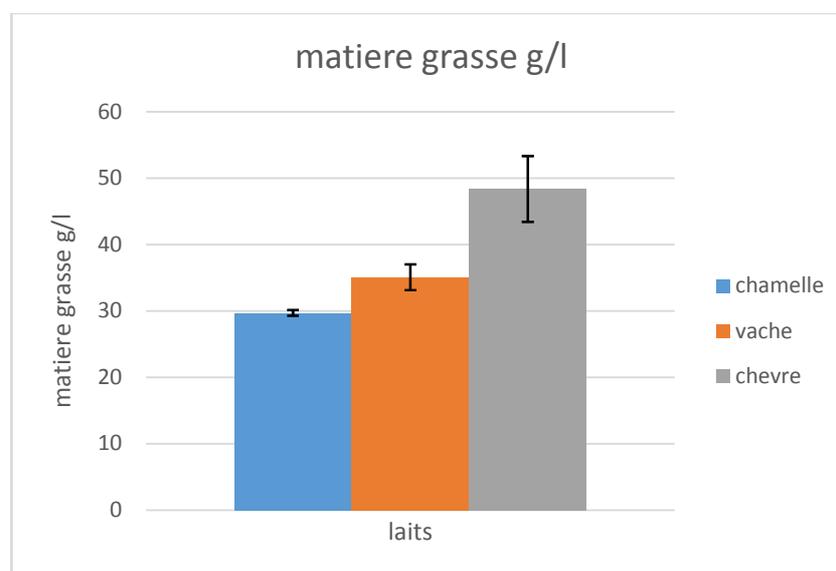


Figure 11. Moyenne des teneurs en matière grasse des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin

IV.1.5. Densité

Les densités mesurées se situent entre $1025 \pm 1,68$ à $1034 \pm 1,69$. La densité du lait camelin ($1025,2 \pm 1,68$) est inférieure à celle relevée pour le lait bovin ($1028,2 \pm 2,08$) et caprin ($1034 \pm 1,69$). Les différences enregistrées sont significatives ($P < 5\%$) (Figure13).

Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par la FAO (1995) d'après une compilation de diverses sources (1025-1038). De même qu'elles se rapprochent des valeurs signalées par Iqbal *et al.* (2001), El-Erian *et al.*, (1979) en Arabie Saoudite et celle de Alloui-Lombarkia *et al.*, (2007), respectivement égales à 1029-1032 ; 1028-1038 et 1029. D'autre

part elles différent de celles rapportées par **Saboui et al. (2009)** (1020) et **Siboukeur (2007)** (1021).

La densité du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) (**Mosbah, 2012**). Ceci est bien visible dans le cas du lait camelin qui enregistre le taux de matière sèche le plus faible corrélé à une densité la plus faible.

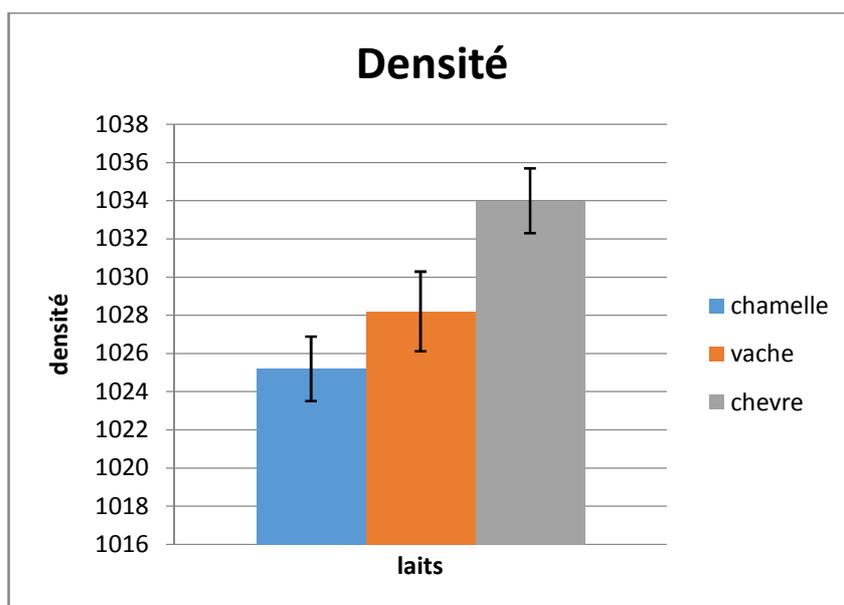


Figure 12. Moyenne des taux de densité des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin

IV.2. Analyse microbiologique

Le lait est un produit naturellement périssable du fait de sa teneur élevée en eau, son pH voisin de la neutralité, et de sa composition en éléments nutritifs. Le lait renferme inévitablement une microflore dont la nature et l'importance sont conditionnées par l'état sanitaire de l'animal, les conditions de traite, la température, la durée de conservation... etc. Sous des conditions rigoureuses de collecte, sa charge ne dépasse cependant pas 5.10³ germes /ml (**Larpent et al, 1997**).

Les résultats des analyses microbiologiques des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin sont représentés dans l'annexe I.

En s'appuyant sur la numération de Cinque groupes de micro-organismes (la flore aérobie totale, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les staphylocoques et les

levures et moisissures) on déduit que la qualité hygiénique des différents laits camelin, bovin et caprin est satisfaisante.

Ces résultats sont conformes avec ceux rapportés par **Barbour et al (1984)** qui mettent en évidence l'inhibition des bactéries pathogènes par le lait camelin. **Al-Mohizea et al (1994)**, **(Yagil et al, 1994)** soutiennent que la pasteurisation du lait de chamelle n'est pas indispensable si tous les dromadaires du troupeau sont en bonne santé .L'activité antimicrobienne du lait, due à la présence des protéines protectrices (Lysozyme, lactopéroxydase, lactoferrine...), serait responsable de cet état (**Barbour et al, 1984**). Dans ce contexte, d'autres auteurs ont montré l'effet inhibiteur du lysozyme extrait et purifié à partir du lait camelin, sur *Escherichia coli* et *Micrococcus lysodeikticus*.

IV.3. Analyse nutritionnelle

IV.3.1. analyse des acides gras

Le profil moyen en acides gras des échantillons des différents laits bovin, camelin et ovin est illustré dans le tableau 10. Les chromatogrammes de quelques échantillons du lait sont rassemblés en Annexe.

Les concentrations en acides gras des différents groupes de lait camelin, bovin et caprin varie significativement $P \leq 5\%$. La lecture des chromatogrammes nous a permis d'identifier 24 pics dont six sont les plus représentés : acide palmétique, acide oléique, acide palmetoleic, acide stéarique, acide myristique et acide caprique.

Les acides gras saturés s'imposent par rapport aux acides gras insaturés, aussi bien pour le lait de vache (69,85%vs 27 ,5%) que pour le lait de chèvre (76,87vs 24,45%). Ces résultats sont similaires de ceux rapportés par **Carta et al.,2008**. Parmi les acides gras saturés du lait de chèvre, ceux dont la chaine hydrocarbonné est supérieure ou égale à 14C sont les majoritaire (62,11% des acides gras saturés totaux) avec prédominance de l'acide palmitique (23,86±0.21%) suivie des acides oléique et stéarique avec des taux respectifs de 15,17±0.12% et 10,39±0.73% par rapport aux acides gras saturés totaux.

Les acides gras a courte (C4-C6) et moyenne (C8-C12) chaine totalisent des pourcentages respectifs de 4,17% et 33,19%. Dans ce groupe, l'acide caprique est le

constituant majoritaire avec un taux de $12,03 \pm 0.26\%$ par rapport au total des AG, suivi des acides laurique, caprylique et butyrique. Cette tendance confirme celle d'autres études sur le lait de chèvre (**Zhang et al., 2006 ; Carta et al., 2008**). l'acide caprique emporte par rapport à l'acide butyrique ($12,03 \pm 0.26\%$ vs $1,64 \pm 0.67$), ceci est en accord avec la confirmation émise par **Barlowska et al., 20011**, selon laquelle la teneur élevée en acide caprique est l'une des caractéristiques du lait de chèvre par rapport au lait de vache ou de brebis . les acides capriques et capryliques sont utilisés comme traitement spécifique des patients souffrants de divers problèmes de malabsorption, insuffisance pancréatique ou de déficit ou absence de sels biliaires (**Sanz-Sampelayo et al., 2007**).

Bien que les acides gras saturés n'aient pas une importance nutritionnelle (**Gnadig et al., 2001**), les teneurs plus ou moins importantes des acides à chaîne courte et moyenne, d'une part une matière grasse très digestible (**Paccalin et Galantier, 1986**) et d'autre part un moyen pour déceler une éventuelle pratique frauduleuse consistant en l'ajout de graisses étrangères au beurre (**Veisseyre, 1979**) si l'on sait que ces dernières sont très pauvre en ce type d'acides gras. En outre ils participent à l'arôme des produits laitiers du fait de leur libération sous l'action des lipases, naturelles ou microbiennes (**Jeantet et al., 2007**).

Pour ce qui est des acides gras insaturés, les mono insaturés 20,27% l'emportent sur les polyinsaturés 4,18%, cette tendance se trouve confirmé aussi bien pour le lait de chèvre que pour celui de la vache.

En comparaison avec le lait de vache, la matière grasse du lait de chamelle contient de petites quantités d'acides gras à chaîne courte ($0,75\%$ vs $2,94\%$) et des teneurs plus élevées d'acides gras à chaîne longue ($82,02\%$ vs $70,34\%$), ces résultats sont similaires à ceux rapportés par **Abu-Lehia, 1989**.

Dans le lait camelin, les acides gras saturés 60,32% prédominent sur les insaturés 40,78% qui sont représentés principalement par les acides palmitique $31,5 \pm 0.09\%$ et stéarique $10,33 \pm 0.76$ alors que les acides gras à courtes chaînes sont relativement peu présents. Cette distribution particulière expliquerait pour une grande part la richesse de ce lait en lipides à haut point de fusion, donc en corps gras solides à température ambiante 25°C , comme cela est rapporté par (**Rüegg Et Farah ,1991**).

Selon nos résultats, la matière grasse cameline est plus riche que celle du bovin en acides linoléiques et palmitoléique, ce qui est conforme aux résultats de **Siboukeur, 2007**.

Le lait camelin est riche en acides gras polyinsaturés contrairement au lait de vache qui est riche en acides gras saturés. Le lait de chamelle est unique dans sa composition en acides gras polyinsaturés à longue chaîne, comme l'acide arachidonique, qui sont dérivés des acides gras essentiels, acide linoléique (18 : 2n-6) et acide α -linoléique (18:3n-3). Les Acides Gras PolyInsaturé Longue Chaîne sont des constituants majeurs des membranes des cellules neuronales. Ils augmentent la fluidité de ces membranes (**Tackoen, 2012**).

Tableau 2. Composition en acide gras (%) des échantillons des laits bovin, caprin et camelin analysés par GC/MS

Acides Gras	Formule chimique	Vache	chamelle	chèvre
Butyric	C4:0	1,57±0.37	0,37±0.09	1,64±0.67
Caproic	C6:0	1,37±0.16	0,38±0.00	2,53±0.34
Caprylic	C8:0	2,54±0.23	0,4±0.09	3,49±0.32
Capric	C10:0	2,7±0.52	0,35±0.065	12,03±0.26
Hendecanoic	C11:0	1,09±1.60	0,85±0.67	0,7±1.68
Lauric	C12:0	3,48±0.22	1,01±0.45	4,3±0.65
Tridecoic	C13:0	0,11±0.07	0,07±0.71	0,1±0.45
Myristic	C14:0	11,55±0.12	12,83±0.53	10,75±0.18
Myristoleic	C14:1	2,02±3.53	0,73±1.5	1,82±4.34
pentadecylic	C15:0	2,15±3.53	1,3±0.67	1,03±0.67
pentadecenoic	C15:1		0,79±0.98	0,8±0.09
Palmitic	C16:0	32,08±0.38	31,5±0.09	23,86±0.21
Palmitoleic	C16:1	1,67±0.21	10,93±0.34	2,19±0.45
Margaric	C17:0	0,46±0.34	0,63±0.45	1,3±0.11
heptadecenoic	C17:1	0,23±5.11	0,98±0.89	0,29±2.67
Stearic	C18:0	9,92±2.11	10,33±0.76	10,39±0.73
Oleic	C18:1n9	20,63±0.22	22,4±0.65	15,17±0.12
Linolelaidic	C18:2n6t	2,54±0.15	0,4±0.45	2,83±0.45
Linoleic	C18:2n6c	0,36±0.04	1,96±0.78	1,17±0.34
c-Linolenic	C18:3-n6	0,02±5.75	1,3±0.08	1,9±0.13
α -Linolenic	C18:3-n3	0,03±0.34	1,29±0.53	1,28±3.78
Arachidic	C20:0	2,21±0.68	0,2±0.05	1,3±0.45
Behenic	C22:0	0,19±0.88	0,1±0.08	0,43±0.75

	Vache	chamelle	chèvre
AGCC ^a	2,94	0,75	4,17

AGCM^b	21,49	16,24	33,19
AGCL^c	70,34	82,02	62,11
AGS^d	69,85	60,32	76,85
AGI^e	27,5	40,78	24,45
AGPI^f	2,95	4,95	4,18
AGMI^g	24,55	35,83	20,27

a : Acides Gras à Chaîne courte.

b : Acides Gras à Chaîne Moyenne.

c : Acides Gras à Chaîne longue.

d : somme des Acides Gras Saturés.

e : somme des Acides Gras Insaturés.

f : somme des Acide Gras Polyinsaturés.

g : somme des Acides Gras Monoinsaturés.

IV.3.2. Dosage des sels minéraux

Classiquement on distingue les constituants salins majeurs (calcium, phosphore, potassium, sodium, magnésium) dont la teneur est supérieure à 0.1 g/l (1000ppm) de ceux que le lait contient à l'état de traces qui sont présents à des taux voisins du mg voire du µg par litre, les uns dont qualifiés de normaux ou naturels (zinc, cuivre, fer, manganèse, chrome) (Mathieu, 1998).

L'étude de la fraction minérale du lait présente un intérêt aussi bien nutritionnel que technologique.

Les teneurs moyennes des différents laits camelin, bovin et caprin en éléments minéraux sont rassemblées dans le tableau 11.

Tableau 3. Moyenne de la composition et éléments minéraux des laits bovin, camelin et ovin (mg /L)

Elément minéral	Lait de vache	Lait de chamelle	Lait de chèvre
Ca	1086,6± 80,05	1598,3±33,22	2116,3±11,25
K	1413,9±75,04	1584,9±28,67	1031,6±37,55
Na	497,3±58,33	595±10	401,9±8,30
Mg	77,9±8,97	130,2±7,40	182,4±17,13

Fe	2±0,26	2,92±0,64	1,01±0,28
-----------	--------	-----------	-----------

La composition minérale du lait de chamelle est plus riche en éléments minéraux majeurs (Ca, Mg, Na, et K) que celle du lait de vache avec une différence significative $P \leq 5\%$; comme a été reporté par d'autres travaux (**Mehaia, 1995 ; Yasin et Wahid, 1997**). Mais montrent toujours des différences entre les études effectuées par (**Abu-lehia, 1989 ; Ghorban et Izeldin, 1997**) concernant la concentration en ces minéraux. La fraction minérale du lait caprin, ne représente qu'une faible portion de celui-ci, en moyenne 8% de la matière sèche contre 7% pour le lait de vache (**Kern, 1954**). Elle Joue un rôle important dans la structure et la stabilité des micelles de caséine (**Bloomfield et Mead, 1974 ; Gaucheron, 2005**).

Dans cette étude, les résultats montrent que Le lait de chèvre est plus riche en calcium, magnésium et potassium que le lait de vache mais moins riche en sodium, ces résultats sont similaires de ceux rapportées par (**Mahieu et al, 1977 ; Jenness, 1980 ; Sawaya et al, 1984a**).

Dans la littérature, ce sont beaucoup plus les éléments Ca, P et un degré moindre Mg qui sont les plus renseignées. Ceci est probablement dû à l'importance que jouent ces éléments dans la structure et l'organisation de la micelle de caséine et dans le phénomène de coagulation (**Mahaut et al., 2003**).

Pour les ions monovalents, le potassium est plus abondant que le sodium ; cette tendance confirme la majorité des données bibliographiques bien que nos échantillons présentent des teneurs faibles en potassium et élevé en sodium par rapport à ceux rapportés par **Mietton et al., 1994; Attia et al., 2000**.

Conclusion générale

Plusieurs paramètres sont responsables de plusieurs changements dans la composition du lait. Pour ces raisons, nous avons tenté d'apporter cette contribution visant une meilleure connaissance de différents laits bovin, camelin et caprin collecté dans différentes régions en Algérie. A cet effet nous avons étudié les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et nutritionnelles de ces différents laits prélevés en milactation.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le pH du lait caprin collecté pendant cette période de lactation est légèrement plus faible ($\text{pH}=6.4\pm 0,12$) par rapport aux laits bovin ($6,5\pm 0,05$) et camelin ($6,6\pm 0,14$) au même stade de lactation. Son acidité Dornic est égale à $16,45\pm 0,79$ °D, Elle est relativement élevée par rapport aux laits bovin $17,2\pm 0,78$ °D et camelin $17,72\pm 0,5$ °D. $29,7\pm 0,5$ g/l, Elle semble plus faible que celles des laits bovin $35.07\pm 1,9$ g/l et caprin $48.39 \pm 4,9$ g/l.

La densité du lait camelin ($1025,2\pm 1,68$) est inférieure à celle relevée pour le lait bovin ($1028,2\pm 2,08$) et caprin ($1034 \pm 1,69$). Parallèlement, La teneur en matière sèche totale de ce lait est égale à ($112,37\pm 4,7$ g/l). Elle semble plus faible par rapport à celles des laits bovin et caprin.

La qualité microbiologique des laits analysés est relativement satisfaisante, dû en grande partie à l'hygiène des animaux et aux bonnes conditions de la traite.

L'analyse de la fraction lipidique a montré que les acides gras à chaîne longue (C14-C20) sont majoritaires. Les acides gras polyinsaturés sont en minorités. Les résultats montrent que le lait camelin contient la plus grande proportion en acide gras polyinsaturés. L'analyse de la composition minérale a montré que le lait de chamelle est plus riche en éléments minéraux majeurs (Ca, Mg, Na, et K) que celle du lait de vache et du lait de chèvre avec une différence significative $P\leq 5\%$.

De ce qui précède, nous pouvons dire que les laits camelin, bovin et caprin produit en mi- lactation collectés dans différentes régions en Algérie présentent des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et nutritionnelles différentes.

A l'avenir, nous préconisons d'approfondir cette étude en réalisant les mêmes analyses en fonction des différents stades de lactation, saisons de l'année et types d'alimentation.

Références Bibliographiques

1. **ABOUTAYEB. (2009)** .Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
2. **ABU-LEHIA I.H. (1989)**. Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. *Food Chem.*, 34, p. 261-272.
3. **ABU-TARBOUSH H. M. (1996)**. Comparison of growth and proteolytic activity of yogourt starters in whole milk from camels and cows. *J. Dairy Sci.*, **79**, p. 366-371.
4. **ADRIAN ET COLL. (2004)**. La science alimentaire de A à Z ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79, p. 477.
5. **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), p. 172-177.
6. **AMELLAL. (1995)**. La filière lait en Algérie -entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance Département Economie Rurale, INA El Harrach, Alger (Algérie) :p.231.
7. **Attia H., Kherouatou N., Nasri M and Khorchani T. (2000)**. Characterization of the dromedary milk casein micelle and study of its changes during acidification, *Lait.*, 80. p. 503- 515.
8. **BADINANDET., BADINAND F., BEDOUET J., COSSON JP. HANZEN CH. (2000)** .Lexique des termes de physiologie et pathologie et performances de reproduction chez les bovins. *Ann. Med.*
9. **BADIS A., LAOUABDIA-SELLAMI N., GUETARNID., KIHAL M., ET OUZROUTR. (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, p. 30-37.
10. **BARBOUR E.K., NABBUT N.H., FRERICHS W.N. and AL NAKHLI H.M. (1984)**. Inhibition of pathogenic bacteria by camel's milk; relation to whey lysozyme and stage of lactation. *J. Food Protect.*, **47**, p. 838-840.
11. **BARILLET F. (2008)**. Investigating the genetic component of fatty acid content in sheep milk. *Small Ruminant Research*, 79, p. 22-28.
12. **BARLOWSKA J., SZWAJKOWSKA M., LITWINCZUKA Z., and KROL J. (2011)**. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10,p. 291-302.
13. **BENABDEL. (1997)**. Evaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique: Cas de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes - Algérie).
14. **BENAÏSSA. (1989)**. Le dromadaire en Algérie, CIHEAM- options méditerranéennes série séminaires- n°2, p.19-28.
15. **BENGOUMI M., FAYE B. et TRESSOL J-C. (1994)**. Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-

octobre, Nouakchott, Mauritanie.

16. **BLOOMFIELDVA. And MEADJR R J. (1974).** Structure and stability of casein micelles. *Journal of Dairy Science*, 58 (4), p. 592-601.
17. **BOCQUIERF., ROUEIJ., DOMALAINA. And CHILLIARDY. (1998).** Effect of concentrate / dehydrated alfalfa ratio on milk yield and composition in alpine dairy goats fed hay based diets. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, 52, p. 99-101.
18. **BRUNNER. (1981).** Cow milk proteins: twenty five years of progress. *J dairy Sci*, 1981,64 : 1038-1054. In **POUGHEON S.**, Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France:p. 31.
19. **BYLUND. (1995).** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden : 18, p. 23-381.
20. **CARTA A., CASU S., USAI M. G., ADDIS M., FIORI M., FRAGHI A., MIARI S., MURA L., PIREDDA G., SCIBLER L., SECHI T., ELSEN J.M., Barillet F. (2008).** Investigating the genetic component of fatty acid content in sheep milk. *Small Ruminant Res.* 2008; 79:22–28. doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.07.015.
21. **CASSINELLOC J. et PEREIRA S. (2001).** La qualité du lait et du fromage dans cinq exploitations caprines de la serra do caldeirao. *CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, séminaires méditerranéens*, 46, p. 157-161.
22. **CHAU DANG VAN., DESWYSEN D., FOCANT M. et LARONDELLE Y. (2008).** Le lait, un terme générique qui recouvre une grande diversité d'aliments avec des propriétés nutritives variées. *Carrefour Productions Animales.* 30-33.
23. **CHETHOUNA FATMA. (2011)** thèse magistère étude physico-chimique et microbiologique de lait cru camelin.
24. **COULON. (1994).** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod.Anim.*,4(4) : 303-309 In **POUGHEON S.**, Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: . p.59.
25. **CRAPLET. (1970).** La vache laitière : reproduction, génétique, alimentation, habitat, grandes maladies. Paris : VIGOT, Frères, 34p
26. **D'AQUINOP ET AL. (1995).** Interaction entre les systèmes de production, d'élevage et l'environnement, perspectives globales et futures. Systèmes de réduction mixtes agriculture pluviale et élevage en zone humide d'Afrique. Maison Alfort, CIRAD-IEMVT, 95p.
27. **DEBRY. (2001).** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : P. 21.
28. **DRACKOVA M., HADRA L., JANSTOVA B., NAVRATILOVA P., PRIDALOVA H. and VORLOVA L. (2008).** Analysis of goat milk by near-infrared spectroscopy. *Acta Veterinaria*, 77, p. 415-422.
29. **EAN ET DIJON. (1993).** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
30. **EREIFEJ K.I., ALU'DATT M.H., ALKHALIDY H.A., ALLI I. et RABABAH T. (2011).** Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian

locations. Food Chemistry 127, p. 282-289.

31. **ELLOUZE S. et KAMOUN M. (1989)**. Evolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de lactation. *Options Méd.*, 6, p.307-323.
32. **FAO. (2006)**:- Food and Agriculture Organization of the United Nations
33. **FAO. (2014)**: Camel milk .Retrieved from. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.
34. **FARAH Z., RETTENMAIER R. and ATKINS D. (1992)**. Vitamin content of camel milk. *Internat. J. Vitam. Nutr. Res.*, 62, p.30-33.
35. **FAR Z. (2007)** .Évaluation de la durabilité des systèmes agro-pastoraux bovins dans le contexte de la zone semi-aride de Sétif. Thèse de Magister, INA Alger 138p.
36. **FAVIER J.C. (1985)**. Composition du lait de vache-Laits de consommation, <http://www.horizon.documentation>
37. **FAYE B., KONUSPAYEVA G., MESSAD S. ET LOISEAU G. (2008)**. Discriminant milk components of Bactrian camel (*Camelusbactrianus*), dromedary (*Camelusdromedarius*) and hybrids.*Dairy Science and Technology*, 88. P. 607-617.
38. **FELIACHI. (2003)**. Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie. *Commission Nationale*, Point focal Algérien pour les ressources génétiques, Octobre, 1-46.
39. **FOUCAUD- SCHEUNEMANN. (2005)**. La fabrication du fromage, les connaissances. *INRA*, Mission communication.
40. **FRANWORTH E. et MAINVILLE I. (2010)**. Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>.
41. **FREDOT. (2005)**. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier, p. 10-14.
42. **FREDOT. (2006)**. Connaissance des Aliments – Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Edition Tec & Doc, Lavoisier, p. 38,
43. **GAUCHERON. (2004)**. Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier: p. 783.
44. **GAUCHERON F. (2005)**. The minerals of milk. *Reproduction Nutrition and Development*, 45, p. 473-483.
45. **GHADOUR ET AL. (2007)**. Dairy performance of the goat genetic groups in the southern Tunisian. *Agricultural Journal*, 2 (2), p.248-253.
46. **GHOZLANE F., YAKHLEF H., ALLANE M. ET BOUZIDA S. (2006)**. Evaluation de la durabilité des exploitations bovines laitières de la wilaya de Tizi Ouzou (Algérie). *New Medit* 2006 ; 4 : p. 48-52.
47. **GNÄDIG S., CHARDIGNY J.-M et SEBEDIO J.-L. (2001)**. Lipides; in : « Lait, Nutrition et Santé » Ed.Tec.et Doc., Lovoisier, Paris.
48. **GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M. (1997)**. Mineral content of camel milk and colostrum.*J. Dairy Techn.*, 64, p. 471-474
49. **GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M. (1999)**. Study on cholesteryl ester fatty acids in camel milk lipid. *International J. Food Sci. Techn.* 34, P. 229-234

- 50. GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M. (2001).** Fatty and Lipids of Camel Milk and Colostrum. *International J. Food Sci. Nutr.*, **52**, p. 283-287.
- 51. HADDADIN M.S.Y., GAMMOH S.I. et ROBINSON R.K. (2008).** Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research* 75 (1), p. 8-12.
- 52. HODEN ET COULON. (1991).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:p.783.
- 53. JENSEN. (1995).** Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press, Inc: p. 3.
- 54. JEANTETR., CROGUENNECT., SCHUCKP., BRULEG. (2007).** Science des Aliments ; Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. Ed. Tec.et Doc., Lavoisier, Paris.
- 55. 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.
- 56. JENNESS R. (1980).** Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. *Journal of Dairy Science*, 63, p. 1605-1630.
- 57. CORREA N., LOPEZ C., OLLIVON M., ATTIA H. (2005) :** La matière grasse du lait de dromadaire : Composition, microstructure et polymorphisme. 12 N°5-6, p. 439 – 446.
- 58. KAMOUN M. (1990).** La production de fromage à partir du lait de dromadaire. CIHEAMIAMM. Options méditerranéennes. Séries séminaires n°12, p. 119-124.
- 59. KAMOUN M. (1995).** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes, Séries séminaires. n°13. P. 81- 103.
- 60. KAMOUN M. et RAMET J. P. (1989).** Conservation et transformation du lait de
- 61. dromadaire.** CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes. Séries séminaires n° 6, p. 229-231.
- 62. KENNEDY B.W., FINLEY C.M., POLLAK E.J. and BRADFORD G.E. (1981).**Joint effects of parity, age, and season of kidding on milk and fat yields in goats. *Journal of Dairy Science* 64, p.1707-1712.
- 63. KERN A. (1954).** Utilisation du lait de brebis en Israël. *Lait*, 34, P.408-422.
- 64. KHASKHELI M., ARAIN M. A., CHAUDHRY S., SOOMRO A. H. et QURESHI T. A. (2005).** Physico-chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, (2). P. 164-166.
- 65. KHERZAT, B. (2006).** Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'Organisation Mondiale du Commerce et à la zone de Libre Echange avec L'Union Européenne. Mémoire de Magister. INA. Alger
- 66. KONUSPAYEVA G., LOISEAU G. et FAYE B. (2004).** La plus-value « santé » du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan. *Rencontre Recherche Ruminants*, 11, p. 47-50.
- 67. KONUSPAYEVA G., LOISEAU G., LEVIEUX D. et FAYE B. (2008).** Lactoferrin and immunoglobulin content in camel milk from bacterian, dromedary and hybrids in Kazakhstan. *Journal of Camelid Sciences*, 1. P. 54-62.
- 68. KONUSPAYEVA G., FAYE B. et LOISEAU G. (2009).** The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis* 22, p. 95- 101.

- 69. KONUSPAYEVA G., FAYE B. et LOISEAU G. (2011).** Variability of vitamin C content in camel milk from Kazakhstan. *Journal of Camelid Science* 4, p. 63-69.
- 70. LE JAOUEN J C., REMEUF F. et LENOIR J. (1990).** Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications de produits laitiers caprins. *XXIII International Dairy Congress*, Octobre, 8-12, Montréal, Québec.
- 71. MAHAUT M., JEANTET R. et BRULE G. (2003).** Initiation à la Technologie Fromagère. 2^e Ed., Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- 72. MAHIEUH., LEJAOUENJC., LUQUETMF.et MOUILLET L. (1977).** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *Lait*, 568, p. 561-571.
- 73. MAHMUTKESKIN., YAHYAKEMALAVSAR. And OSMANBICER. (2004).** A comparative study on the milk yield and milk composition of two different goat genotypes under the climate of eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 28, p. 531-536.
- 74. MATHIEU. (1999).** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris:p. 3-190.
- 75. MEHAIA M. A., HABLAS M. A., ABDEL-RAHMAN K. M. and EL-MOUGY S. A. (1995).** Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, 52, p. 115-122.
- 76. MILLOGO. (2010).** Milk production of hand-milked dairy cattle in Burkina Faso. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Sueciae, 4.
- 77. MITTAINE. (1980).** Les laits autres que le lait de vache, [http://whqlibdoc.who.int/monograph/ who mono](http://whqlibdoc.who.int/monograph/who_mono).
- 78. MORGAN F. (1999).** Cellules somatiques du lait de chèvre : conséquences sur la composition du lait et la technologie. *L'égide*, n° 17, décembre.
- 79. NEVILLE M.C ET JENSEN R.G. (1995)** .The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R., *Handbook of milk composition-General description of milks*, Academic Press, Inc: P. 82.
- 80. NADJRAOUI, (2001).** FAO Country pasture / Forage resource Profiles: Algeria <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria.htm>.
- 81. OULDAHMED. (2009).** Composition and characteristics of camel milk. *J.Dairy.Res.*, 60: p. 603-626.
- 82. PACCALIN J. et GALANTIER M. (1986).** Valeur nutritionnelle du lait et des produits laitiers ; in « Lait et Produits Laitiers, Vache-Brebis-Chèvre» Ed. Tec.etDoc., Lavoisier, Paris.
- 83. PEYRE DE FABREGUES.B. (1989).** Le dromadaire dans son milieu naturel. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 42 : 127-132. Oulad Belkhir, A.
- 84. PIERRE A., JEAN-LUC Le QUERE., RIAUBLANC A., YVON LeGRAET., DEMAIZERES D. and MICHEL F. (1998).** Composition and physico-chemical characteristics of goat milks containing the A or O α S1 casein variants. *Lait*, 78, p. 191-202.
- 85. PIERRE A., MICHEL F. and Le GRAET Y. (1995).** Variation in size of goat milk casein micelles

related to casein genotype. *Lait*, 75, p. 489-502.

86. **PIERRE A., MOLLE D., MOLLE D. and ZAHOUTE L. (2001).** Characterisation of the casein variants in goat bulk milks using on-line RP-HPLC/ESI-MS. *Lait*, 81, p. 667-678.
87. **PIZZARRO BORGES C H., CORDEIRO P R C. and BRESSLAN S. (2007).** Seasonal variation of goat milk composition and somatic cell count in southeastern Brazil. *International symposium*, ZARAGOZA, 28 and 30 October, SPAIN.
88. **POINTURIER. (2003).** La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: p. 64.
89. **POUGHEON. (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34.
90. **RAMET J.P. (1993).** La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelusdromedarius*). In étude FAO: Production et Sante Animales n°113. Rome, FAO, 123p.
91. **RAMET J.P. (1994).** Les aspects scientifiques et technologiques particuliers de la fabrication de fromage au lait de dromadaire. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
92. **RAMET J. P. (2001).** The technology of making cheese from camel milk (*Camelus dromedary*). Animal Production and Health Paper. No. 113. Rome, Italy: F.A.O.
93. **REMEUF F. (1993).** Influence du polymorphisme génétique de la caséine α S1 caprine sur les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du lait. *Lait*, 73, p. 549-557.
94. **REMEUFF., COSSINV., DERVINC., LENOIRJ. Et TOMASSONER. (1991).** Relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits et leur aptitude fromagère. *Lait*, 71, p. 397-421.
95. **REMEUF F., GUY R., BRIGNON G. et GROSCLAUDE F. (2001).** Influence de la teneur en caséine β sur les caractéristiques physico-chimiques et l'aptitude à la coagulation enzymatique du lait de chèvre. *Lait*, 81, p. 731-742.
96. **REMEUF F. et LENOIR J. (1985).** Caractéristiques physico-chimiques de lait de chèvre. *Revue Laitière Française*, p. 446, 32-40.
97. **REUMONT. (2009).** Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>
98. **RHEOTEST M. (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.
99. **RÜEGG M. W. et FARAH Z. (1991).** Melting curves of camel milk fat. *Milchwissenschaft*, 46 (6), p.361-362. **SALEY M. (1993).** La Production Laitière du Dromadaire. CIRAD, Ed Maison-Alfort, Paris.
100. **SANZSAMPELAYOM. R., CHILLIARDY., SCHMIDELYPh., BOZAJ. (2007).** Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, p. 42-63.
101. **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), p. 433-435.

- 102. SAWAYAWN., SAFIWIJ., AL-SHALHATAF., and AL-MOHAMMADM M. (1984b).** Chemical composition and nutritive value of goat milk. *Journal of Dairy Science*, 67, p. 1655-1659.
- 103. SBOUI A., KHORCHANI T., DJEGHAM M. et BELHADJO. (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. In *Afrique Science* 05 (2). P. 293-304.
- 104. SHKOLNIK ET AL. (1980).** Desert conditions and goat milk production. *Journal of Dairy Science*, 63, p. 1749-1754.
- 105. SHUIP E. S., EL-ZUBEIR I. E. M., EL-OWNI O. A. E., MUSA H. H. (2008).** Influence of season and management on composition of raw camel (*Camelus dromedarius*) milk in Khartoum state, Sudan. *Tropical Subtropical Agroecosystems*, 8
- 106. SIBOUKEUR O. (2007).** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Mémoire de Doctorat de l'institut national agronomique El-Harrach-Alger. Algérie.
- 107. SKOURI. (1993).** la désertification dans le bassin Méditerranéen : Etat actuel et tendance. in : Etat de l'agriculture en Méditerranée. Les sols dans la région méditerranéenne : utilisation gestion et perspective d'évolution. *Cahiers Options Mediterranean's*, v 1(2), 23-37.
- 108. STOLL. (2003).** Vaches laitières -L'alimentation influence la composition du lait, vol 9, [http:// www.db- alp- admin- ch/ fr/ publication en / docs/ 2612.pdf](http://www.db-alp-admin.ch/fr/publication/en/docs/2612.pdf).
- 109. SOUILEM ET BBAHROUMI. (2009).** Physiological Particularities of Dromedary (*Camelus dromedarius*) and Experimental Implications. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* **36**, 19-29.
- 110. SOUSTRE. (2007).** Questions sur les qualités nutritionnelles des protéines laitières. *Biocommunication*, 16, 01-04.
- 111. SRAIRI MT., BEN SALEM M., BOURBOUZE A., ELLOUMI M., FAYE B., SRAIRI MT. (2007).** Perspectives de durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune des défis futur : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements. Colloque international
- 112. THIEULIN G. ET VUILLAUME R. (1967).** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).
- VAITCHAFA. (2000).** Etude de la production laitière sur les paramètres de reproduction chez la femelle zébu dans les petits élevages traditionnels en zone peri-urbaine. Thèse : Méd. Vét. Dakar, 36.
- 113. VEISSEYRE R. (1979).** Technologie du Lait : Constitution, Récolte, Traitement et Transformation du Lait. 3^e Ed. La Maison Rustique, Paris.
- 114. VIERLING E. (2003).** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).
- 115. VIGNOLA. (2002).** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34. P. 600.
- 116. WIENER ET ROUVIER. (2009).** Gerald Wiener, Roger Rouvier L'amélioration génétique animale.

- 117. WILSON R.T., (1984).** The camel: self-sufficiency in animal protein in drought stricken areas. *World Animal Rev.*, 57, p. 2–10.
- 118. YAGIL R. (1982).** Camels and camel milk. In *Animal production and health paper n° 26*. P. 1- 69. Publication FAO. Rome.
- 119. YAGIL R. (1985).** The Desert camel; comparative physiological adaptation. Ed KARGER, p. 109-120.
- 120. YAGIL R. et ETZION Z. (1980).** Effect of drought conditions on the quality of camel milk. *J. Dairy. Res.*, 47, 159-166.
- 121. YAGIL R., ZAGORSKY O. and VAN CREVELD C. (1994).** Science and camel's milk production. *Actes du Colloque "dromadaires et chameaux animaux laitiers"*, 24-26 Octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- 122. YASIN and WAHID. (1957).** Pakistan camels, a preliminary survey. *Agric.*, 8, p. 298.
- 123. HANG R. H., MUSTAFA A. F., NG-KWAI-HANG K. F. and ZHAO X. (2006).** Effects of freezing on composition and fatty acid profiles of sheep milk and cheese. *Small Ruminant Research*, 64,p. 203-210

ANNEXE II : Profil chromatographique de quelques échantillons du lait camelin, caprin et bovin.

