



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire N série:.....

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences

biologiques

Spécialité : Toxicologie fondamentale

THEME

**Etude physico-chimique et caractérisation de
l'état de l'entreposage et de conservation
frigorifique du lait camelin entre deux système
d'élevage (extensif et semi-intensif)**

Présenté Par :

M^{elle} FERHAT Islam

M^{elle} MESSAI BOUBAKER Hanane

Devant le jury composé de :

Grade : Université:

Présidente: M^{me} BOURAS Biya

M.A.B

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Examinatrice : M^{me} BOUTELIS Safia

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Promoteur : Mr MEDJOUR Abdelhak

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Année universitaire: 2018/2019

Remerciement

Abu Hurayra a rapporté que le Prophète, qu'Allah le bénisse et lui accorde la paix, a dit:« Celui qui n'est pas reconnaissant au gens, il n'est pas reconnaissant à Allah» (Jamiat-Tirmidhi 1954).

Avant tout, nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir accordé la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous voilà arrivé au bout d'une expérience enrichissante, pleine de rebondissement,mais avant tout inoubliable partagé avec une personne chère de qualité et de valeur. Et après ce qui a été un parcours d'acharnement et de persévérance, nous voici avec l'accomplissement d'un travail qui n'aurait pas eu lieu sans la présence et l'encouragement de moult personnes.

On tient à exprimer nos sincères remerciements à la personne qui nous a fait confiance, a eu foi en nous et a nos capacités, notre enseignant et cher encadreur Mr. MEDJOUR Abdelhak.Merci de nous avoir transmis votre énergie, idées et conseils précieux et vos discussions constructives. Vous aviez été un guide sans faille et une source d'encouragement et d'inspiration tout le long de notre travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mme BOUTELIS et à Mme BOURAS pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail et beaucoup plus Mme Bouras pour sa confiance à donner un matériel personnel auquel nous avons profité durant ce travail.

En guise de reconnaissance, je veux remercier toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien moral et leur amitié, ont contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail et surtout notre amie GHERBI Khaoula pour ses aides. Nous lui souhaitons plein de bonheur.

Nous adressons aussi nos remerciements aux personnels de laboratoire de FATILAB et les éleveurs des camelins pour leur accueil chaleureux.

A tous les enseignants qui ont veillé à notre formation et qui ont améliorés nos connaissances théorique et pratique.



Merci

DÉDICACE

A Mes Très Chers Parents

Toute ma gratitude, mon amour et ma reconnaissance à mes parents, le rayon de soleil auquel je m'accroche tous les jours, de m'appréciation pour tout le soutien, les encouragements que j'ai reçus tout au long de ma carrière universitaire. Que Dieu vous protège et vous garde en bonne santé.

À ma grand-mère

Que dieu vous protège et vous réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A Me Frère et Mes Sœurs

Vous m'avez toujours aidé et soutenu, ces lignes ne me permettent pas à reconnaître tous vos services, superviseur, que Dieu vous bénisse et vous protège

A mes chers oncles et chères tantes

Qui sont toujours à ma coté dans les bons et les mauvais moments.

A Mon Mari

Tous mes remerciements et ma gratitude pour tout votre soutien envers moi. Dieu vous préserve.

A Ma Grande Famille

En témoignage de mon respect et de mon amour. Mes amis pour l'amour qui nous regroupe et à mes collègues de la Promotion de toxicologie fondamentale 2019. En souvenir des agréables moments partagés

A mon binôme : ISLAME. Merci beaucoup pour tout

HANANE

Dédicace

*« Louange à Dieu de nous avoir éclairé sur le droit chemin de nous
avoir accordé la connaissance de la science »*

Je dédie ce travail qui est le fruit de tout un long chemin d'études

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, source de joie et de
bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon
père.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon
cœur, mon soutien moral, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore*

A mes frères : El Aiche, Fathi, Rabie, Khalifa

A mes sœurs

A mes oncles et tantes chacun son nom

A toute la famille Ferhat

*A toute la promotion de la 2ème Master et à tous mes
chères amies*

*Enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi,
intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui
m'ont accompagné*

Et tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

ISLAM

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste d'abréviation

Liste de Figure

Liste de tableau

List d'annexes

Introduction1

Partie I :Synthèse bibliographique

Chapitre I : aperçu sur le dromadaire

I.1. Généralité.....	3
1.2.Taxonomie.....	4
1.3.Origine des camélidés.....	5
1.4.Domestication des camélidés.....	6
1.5.Importance socioéconomique du dromadaire.....	6
I.6. Répartition géographique et effectif camelin.....	6
1.7.. Evolution des effectifs camelines en Algérie.....	8
1.8. Répartition du dromadaire en Algérie.....	8.
1.9. Les races Algériennes.....	10
1.10. Système d'élevage camelin.....	11
I.10.1.Systèmes pastoraux.....	11
I.10.2. Système d'élevages agro-pastoraux.....	13
I.11. Les factures influençant la production laitière.....	13

Chapitre II :caractérisation de lait camelin

II.1. Généralités sur le lait.....	15
II.1.1..Définitions du lait	15
II.1.2. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de lait camelin.....	15
II.1.3. Composition chimique et biochimique.....	16
II.1.4. Propriétés thérapeutiques et médicinales.....	21
II.1.5. Aptitude à la transformation technologique.....	22
II.1.6. Conservation du lait.....	22
II.1.6.1 Conservation par le froid.....	22

II.1.6.1.1 Réfrigération.....	22
II.1.6.1.2. Congélation.....	22
II.1.6.2.Conservation par chaleur.....	23
II.1.6.2.1. Stérilisation.....	23
II.1.6.2.2.Pasteurisation.....	23
Partie II :Etude expérimentale	
Chapitre I :Matériel et méthodes	
I. Matériel et méthodes.....	25
I.1.Matériel.....	25
I.1.1.Description de la zone d'étude.....	25
I.1.2. Echantillonnage.....	25
I.1.3.Appareillage.....	26
I.1.4.Petits matériels	26
I.1.5. Réactifs et solvants chimiques et matériel biologique.....	27
I.2.Méthodes.....	27
I.2.1. Analyses physico-chimiques.....	28
I.2.1.1.Détermination du pH	28
I.2.1.2.Détermination de l'acidité titrable (Dornic).....	28
I.2.1.3.Détermination de la densité.....	28
I.2.2.Analyses biochimiques	29
I.2.2.1. Détermination de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique (norme AFNOR, 1980).....	29
I.2.2.2 .Détermination de l'extrait sec total (EST)	29
I.2.2.3.Détermination du taux de cendre.....	29
I.2.2.4.Détermination du lactose.....	29
I.2.2.5.Détermination la teneur en protéines.....	29
I.2.3.Analyses statistiques.....	30
Chapitre II. Résultat et discussion	
II.1. Qualité physico chimique du lait de chamelle collecté.....	32
II.2.Variations du pH et de l'acidité du lait au cours de l'entreposage	37
Conclusion.....	43
Références bibliographiques.....	45
Annexes	

Liste d'abréviations

Abréviation	Désignation
AFNOR	Association Française de Normalisation
Aw	Activité de l'eau
BSA	Albumine Sérique Bovine
C°	Degré Celsius
Cn	Caséine
D°	Dégrée Dornic
DLC	Date Limite de Consommation
DO	Densité Optique
ESD	Extrait Sec Dégraissé
EST	Extrait Sec total
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
HTST	High Température, Short Time
J.-C	Jésus-Christ
LTLT	Low Temperature Long Time
mPa.s	Milli pascal second
m.c	Micelle de caséines
NF	Norme française
pH	Potentiel d'hydrogène

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
01	Classification de la famille des Camélidés	5
02	Effectifs des grands camélidés dans le monde	7
03	Taux de croissance des dromadaires dans le monde	8
04	Evolution des effectifs camelins en Algérie	9
05	Répartition du dromadaire en Algérie	9
06	Représentation de la micelle de caséine selon le modèle de SCHMIDT (1980).	19
07	Procédure experimental.	27
08	Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY <i>et al.</i> , (1951). L'albumine sérique bovine (BSA) est utilisée comme protéine étalon ; R= coefficient de corrélation.	30
09	Protocole d'isolement des caséines et des protéines du lactosérum à partir du lait camelin et bovin	31
10	Evolution de l'acidité titrable durant l'entreposage à température ambiante (25°C).	38
11	Evolution de pH durant l'entreposage à température ambiante (25°C).	38
12	Variations de l'acidité des échantillons de lait, étudiés à 4°C.	40
13	Variations de pH des échantillons de lait, étudiés à 4°C	40
14	Variations de l'acidité titrable des échantillons de lait, étudiés à -18°C	41
15	Variations de pH des échantillons de lait à -18°C	42

List des tableaux

Tableau	Titre	page
I	Production laitière moyenne (l/j) selon le stade de lactation et le pic de lactation .	14
II	Indications sur la variation de la composition chimique du lait camelin (g/kg); valeurs rapportées par différents auteurs pour le même paramètre mesuré. .	16
III	Les concentrations moyennes des vitamines dans le lait de chamelle, de vache, et de femme(mg /kg) .	20
IV	Différentes études entreprises sur les effets thérapeutiques du lait de chamelle.	21
V	Echantillons de laits de chameaux collectés.	26
VI	Résultats des analyses effectuées sur les laits collectés : camelin(provenant des élevages semi-intensif et extensif) et bovin (sert de référence).	32

Liste des annexes

N°	Intitulé
Annexe 1	Mesure de pH
Annexe 2	Mesure de la densité (thermo-lactodensimètre marque Nathia))(NA1832 : 1991)
Annexe 3	Détermination de l'acidité Dornic
Annexe 4	Détermination de la teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée
Annexe 5	Détermination de la teneur en cendres
Annexe 6	Dosage de la matière grasse (méthode de GERBER, acido-butyrométrie)
Annexe 7	Détermination de la teneur en lactose par la méthode de la liqueur de Fehling
Annexe 8	Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY 1951.

Résumé

Le lait camelin est un aliment un peu oublié dans des différents pays, bien qu'il est riche en éléments nutritifs, notamment en protéines protectives et en vitamine C comparativement aux autres types de lait. Par ailleurs, il est très reconnu par ses vertus thérapeutiques grâce à ses capacités de minimiser le besoin des diabétiques à l'insuline, de protéger contre les microorganismes pathogènes via sa composition, très riche en molécules antimicrobiennes (lysozymes, protéines de reconnaissance du peptidoglycane, lactoperoxydase, lactoferrine et etc.). Comme, il est, aussi, une source de fer pour les personnes atteints d'anémie et est un aliment très utile pour les autistes.

Vu ses propriétés, précédemment citées, certains chameliers et dans le but d'améliorer la production laitière cameline, commencent à pratiquer depuis quelques années un élevage semi-intensif (semi-stabulation / introduction d'une alimentation« artificielle »).

Cette transition de système d'élevage n'affecte-t-il l'aptitude à la conservation de ce lait ? Cette étude a été envisagée pour répondre à cette question.

L'analyse physico-chimique des échantillons de lait provenant de chamelles des deux élevages a été réalisée en mesurant le pH, l'acidité, la densité, l'extrait sec total, l'extrait sec dégraissé, les taux de cendres, la teneur en lactose, en protéines et en matière grasse.

Le suivi de la variation du pH et de l'acidité (en fonction du temps) du lait camelin a été, également, effectué.

Des modifications touchant l'acidité du lait, qui devient moins important dans le système d'élevage semi-intensif ont été relevés. En revanche, la valeur de pH et en extrait sec total et en extrait sec dégraissé deviennent plus importants alors que les autres composants du lait ne semblent pas affectés.

Vu le suivi de la variation du pH et de l'acidité du lait camelin, il est à noter que l'état de stabilité du lait camelin à l'entreposage a été amélioré avec la transition de système d'élevage extensif au système semi-intensif.

Mots clés : lait, *Camelus dromedarius*, température, système d'élevage, conservation, entreposage.

Summary

Camel milk is a little forgotten food in different countries, although it is rich in nutrients, including protective proteins and vitamin C compared to other types of milk. Furthermore, it is very recognized by its therapeutic virtues as an advantage to its capacities to minimize the need of diabetics for insulin, to protect against pathogenic microorganisms by its composition, and very rich antimicrobial molecules (lysozymes, peptidoglycan recognition proteins, lactoperoxidase, lactoferrin etc.). Similarly, it is, also, a source of iron for people with anemia and it is a very useful food for autistics.

Given its properties, mentioned above, some camel drivers and in order to improve camel milk production, began to practice a few years ago a semi-intensive breeding (semi-stabling / introduction of an "artificial" diet). Practically, does this transition of the rearing system affect the ability of this milk to be preserved? This study was considered to answer this question.

The physicochemical analysis of the milk samples from camels of both farms was carried out by measuring the pH, the acidity, the density, the total dry extract, the defatted dry extract, the ash levels, the content lactose, protein and fat.

The monitoring of the variation in pH and acidity (as a function of time) of camel milk was also carried out. Changes affecting the acidity of the milk, less important in the semi-intensive livestock system have been identified. On the other hand, the value of pH and total dry extract and defatted dry extract become more important whereas the other components of the milk does not seem affected.

In view of the monitoring of the pH and acidity of camel milk, it should be noted that the stability status of camel milk in storage has been improved with the transition from an extensive farming system to a semi-intensive system.

Key words: Camel, milk, *Camelus dromedarius*, temperature, rearing system, storage.

Introduction

« La chamelle connaît son chemin, laissez-la partir, elle a reçu des ordres ». Ces paroles saintes, c'est au prophète Mohammed que le salut et la prière soient sur lui , lors de son arrivé à Médine.

Grâce à la chamelle du messenger de dieu, l'emplacement de la mosquée fut décidé, Elle s'arrêta sur un terrain et s'y agenouilla : c'est là que fut construite la première mosquée de Médine en islam. Ainsi que le dromadaire est un animal mentionné à plusieurs reprises dans le Coran et dans la Sunna(MEGHELLI I et KAOUADJI Z,2016).

Le lait de chamelle (*Camelus dromedarius*) est un produit fortement identitaire pour les populations élevant des dromadaires. Il joue un rôle important dans l'alimentation des nomades et les populations du sud algérien, il était peu connu dans les autres régions du pays (ALLOUI-LOMBARKIA *et al.*, 2002). En Algérie, l'importation de lait en poudre a augmenté ces derniers temps, à cause de la croissance démographique et l'insuffisance de la production nationale. Même si un effort non négligeable est déployé pour endiguer cette importation en encourageant le développement du cheptel bovin laitier, il n'en est pas de même des autres productions provenant des espèces laitières telles la chèvre, la brebis, et la chamelle qui sont particulièrement adaptées et rustiques dans nos rudes conditions agro-climatiques (CHETHOUNA, 2011). Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les peuplades nomades où sa richesse en vitamine C (dont la quantité se trouvant dans un litre de lait couvre 40% des besoins) constituant un apport nutritionnel important dans les régions arides où les fruits et les végétaux contenant cette vitamine sont rares (SIBOUKEUR, 2007), il ressemble un peu à celui de vache et est plus proche de celui de femme (LASNAMI, 1986). Il est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuse, anti-cancéreuse, anti-diabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents, (KANASPAYEVA, 2007). Le lait de chamelle, comme celui des autres mammifères, est un milieu de composition chimique et physique complexe qui permet au jeune chamelon de couvrir ses besoins énergétiques et nutritionnels pendant la première étape de son existence. Le lait camelin possédait un certain nombre de particularités de composition chimique et physique qui peuvent influencer son aptitude à la conservation (SBOUI *et al.*, 2009).

Le recours au froid pour la conservation de lait est un processus controversé, du fait que des nombreuses études ont montré que l'incidence du froid sur les constituant du lait est loin d'être négligeable. En effet, refroidissement et maintien prolongé au froid sont à l'origine des modifications d'ordre physico-chimiques, biochimiques et bactériologiques. Ces modifications se traduisent par l'apparition d'une nouvelle flore adaptée au froid « flore psychrotrophe » (ALLOUI LOBARKIA *et al.*, 2002).

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

Cette particularité, répondu, du lait camelin est dans la plupart des cas originaire des plantes spontanées du parcours, broutées par le dromadaire (MEDJOUR, 2014).

Dans notre pays et depuis des années, la gestion de l'élevage camelin a beaucoup changé. Certains éleveurs, de cet animal, à El-Oued, ont adopté un nouveau mode d'élevage camelin que l'on effectue en zones péri-urbain, il s'agit de mettre le troupeau en stabilité pendant une moitié de la journée en leurs fournissant de l'eau et d'une alimentation (nouvelle pour cette espèce « son, orge, blé... ») et pendant l'autre moitié de la journée, on laisse l'animal se promener dans le parcours saharien, accompagné avec un pasteur, afin qu'il puisse brouter des plantes spontanées de parcours (mode alimentaire habituel pour cet animal), ce nouveau système d'élevage est dite « semi-intensif ».

Ce nouveau mode d'élevage peut-il avoir un impact positif ou négatif sur la composition de lait en facteurs conservatifs (facteurs antibactériens en l'occurrence) et donc sur l'aptitude à la conservation de ce lait ? Dans ce contexte, notre travail va contribuer à l'étude de conservation du lait camelin et sa corrélation avec la transition dans le mode d'élevage, de l'élevage extensif « système d'élevage naturel » à l'élevage semi-intensif.

Les possibilités de conservation de ce lait en liaison avec différent température

La présente étude s'articule autour de deux volets d'investigations complémentaires :

- Etude comparative de la composition biochimique et les caractéristiques physico-chimiques de lait camelin entre les deux système d'élevages camelins (extensif, semi -intensif).
- Comparaison de l'état de l'entreposage et la conservation frigorifique, toujours, entre ces deux systèmes d'élevages précédemment cités.

Première partie

Synthèse bibliographie

Chapitre I :

Aperçu sur le dromadaire

Partie I :Synthèse bibliographique**Chapitre I :Aperçu sur le dromadaire****I.1-Généralité :**

Le nom « dromadaire » est dérivé du dromos (route ou chemin en grec) pour ce qui concerne son utilisation dans le transport ou course selon le dictionnaire étymologique de la langue Française (1829) (MEDJOUR,2014). Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des Camelidés et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius*.

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 du lait; celui-ci représente souvent la seule ressource alimentaire régulière. Sa viande, ses poils et son cuir sont également largement utilisés. Ce rôle majeur du dromadaire découle directement de sa remarquable adaptation aux conditions de milieux 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 ;RAHLI,2015).Ainsi lorsque l'animal dispose de fourrages verts, il peut rester en saison tempérée plusieurs mois sans s'abreuver; en période très chaude, il peut ne pas boire pendant 8 à 10 jours et perdre jusqu'à 30 % de sa masse corporelle par déshydratation (YAGIL et ETZION,1980; YAGIL, 1982; 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 (RAHLI,2015).

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 (RAHLI,2015).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 FRABREGUES, 1989). Il semble que le dromadaire digère mieux la cellulose et utilise mieux l'azote que tous les autres mammifères (AICHOUNI, 2011 ; GERARD et RICHARD, 1989).

Cette efficacité accrue dans la digestion de la cellulose apparaît consécutive à un processus de mastication spécifique qui entraîne une meilleure imprégnation de la salive dans le bol alimentaire; la présence au niveau de l'estomac de cellules aquifères permet à la fois une meilleure humidification de l'aliment lors de la rumination et une absorption améliorée de certains éléments solubles.

L'estomac semble par ailleurs capable de retenir les particules grossières et de ne laisser migrer vers l'intestin que les éléments les plus fins d'où un rendement digestif accru (YAGIL, 1985 ; AICHOUNI, 2011). Une autre particularité du dromadaire est constituée par son système très performant de recyclage de l'urée pour couvrir ses besoins en azote et compenser la faible teneur des plantes du désert en cet élément. Contrairement aux autres mammifères, le dromadaire possède des structures anatomiques très particulières au niveau du rein qui limitent considérablement l'élimination d'urée par les urines; l'élimination de l'urée sanguine est assurée par perméabilité sélective au niveau des parois de l'estomac et de l'intestin; cette urée est ensuite assimilée par la microflore de ces cavités pour assurer la synthèse protéique (YAGIL *et al.*, 1984; YAGIL, 1985).

I.2. Taxonomie

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

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

Le dromadaire, le chameau ; ainsi que la girafe sont les seuls animaux qui marchent l'amble, c'est-à-dire que les pattes avant et arrière du même côté avancent en même temps. Une étude cytologique menée par SAMMAN *et al.* (1993) a montré qu'il n'y a pas de différences sur le plan génétique entre toutes les espèces camelines, elles ont toutes 37 paires

de chromosomes ; c'est-à-dire $2n = 74$. Les différences entre ces espèces se situent au niveau des formes de ces chromosomes, avec trois groupes de formes chez les dromadaires (WARDEH et DAWA, 2005 ; OULD AHMED, 2009 ; MEDJOUR, 2014).

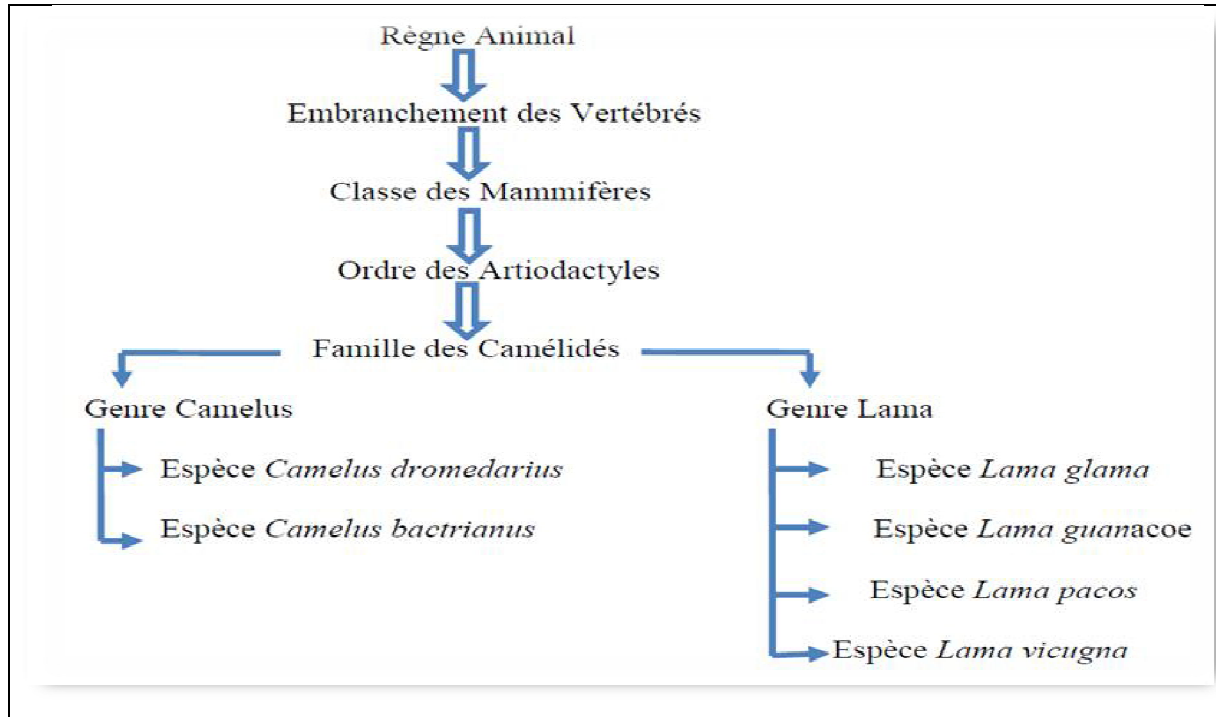


Figure 01 : Classification de la famille des Camélidés (FAYE, 1997 ; MAZOUZI, 2018).

1.3. Origine des camélidés

L'histoire des camélidés remonte à l'Eocène moyen. Cependant, le genre considéré comme l'ancêtre en ligne directe des Camélidés actuels est le *Protomeryx* apparu à l'Oligocène supérieur dans ce qui est aujourd'hui l'Amérique du Nord. Aujourd'hui, il est admis que l'ancêtre des Camélidés actuels existe depuis le Pléistocène supérieur, au début de la période glaciaire (OULD AHMED, 2009).

Les Camélidés occupèrent rapidement les zones arides de l'hémisphère Nord et plusieurs représentants du genre *Camelus* sont répertoriés en divers points de l'Ancien Monde. Ainsi, ont pu être identifiés un *C. knoblochi* dans le Sud de la Russie et un *C. alutensis* en Roumanie. L'espèce apparemment la plus répandue à l'époque en Europe et en Asie semble être cependant la *C. thomasi*. Dans le Nord de l'Inde, dès le Pliocène, on trouve un *C. siwalensis* et un *C. antiquus*. Ce sont ces deux dernières espèces qui sont considérées comme étant les plus proches des espèces actuelles.

Le dromadaire aurait pénétré en Afrique par le Sinaï jusqu'au Corne de l'Afrique, puis en Afrique du Nord jusqu'à l'Atlantique, il y a 2 ou 3 millions d'années. Cependant, d'après les données actuelles, il aurait disparu du continent africain pour n'y être réintroduit que beaucoup plus tard, à la faveur de la domestication (OULD AHMED,2009 ; MEDJOUR,2014).

I.4.Domestication des camélidés

L'histoire de la domestication du dromadaire reste à élucider. Toutefois, elle apparaît fort récente au regard de l'apparition plus ancienne des autres espèces actuellement domestiques.

Les arguments s'accumulent d'ailleurs en faveur d'un scénario de domestication unique (OULD AHMED,2009). En effet, il est probable que le dromadaire fut domestiqué par l'homme dans le Sud de la péninsule arabique environ 2000 ans avant J.-C à partir d'une population sauvage occupant les vallées arides de l'actuel Hadramaout (JIANLIN *et al.*,1999).

La première utilisation du dromadaire relève de l'activité de bât et demeure sans doute associée au commerce des épices, fort florissant à cette époque entre le Sud de la péninsule arabique et le pourtour méditerranéen. Ce commerce caravanier a permis de fait la naissance de quelques glorieuses civilisations. L'histoire retient d'ailleurs que la visite de la reine de Saba au roi Salomon (955 avant J.-C.) se fit grâce à une imposante caravane de dromadaires portant les effets de la suite royale à travers du désert d'Arabie (MEDJOUR,2014).

I.5.Importance socioéconomique du dromadaire

Le dromadaire est un animal polyvalent, car il fournit des ressources alimentaires appréciables par sa viande, sa graisse, son lait. Son urine sert au traitement de certaines maladies. Sa peau, ses poils, ses excréments sont également utiles aux populations nomades (LHOTE, 1987 ;DIALLO, 1989).Mais son emploi essentiel est de servir de monture (selle) de tracter des charrues plus particulièrement sur les terrains sablonneux sa force est aussi mise à profit pour puiser l'eau des puits, et pour le bât (DIALLO, 1989).Aucun autre animal domestique n'est en mesure de fournir autant de services variables que le dromadaire aux êtres humains(BOUSSOUAR,2017).

I.6.Répartition géographique et effectif camelin :

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).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, le

grand cheptel est réservé à la Somalie et Kenya qui vient en deuxième position (CORREA, 2006 ; Al HAJ et Al KANHALL, 2010) et 3,6 millions en Asie(Figure 02). La grande majorité de cette population (84%) sont des dromadaires (*Camelus dromedarius*) qui vivent dans les régions arides du nord et du nord-est de l'Afrique. Le reste (6%) est des « bactriens » (*Camelus bactrianus*) 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).

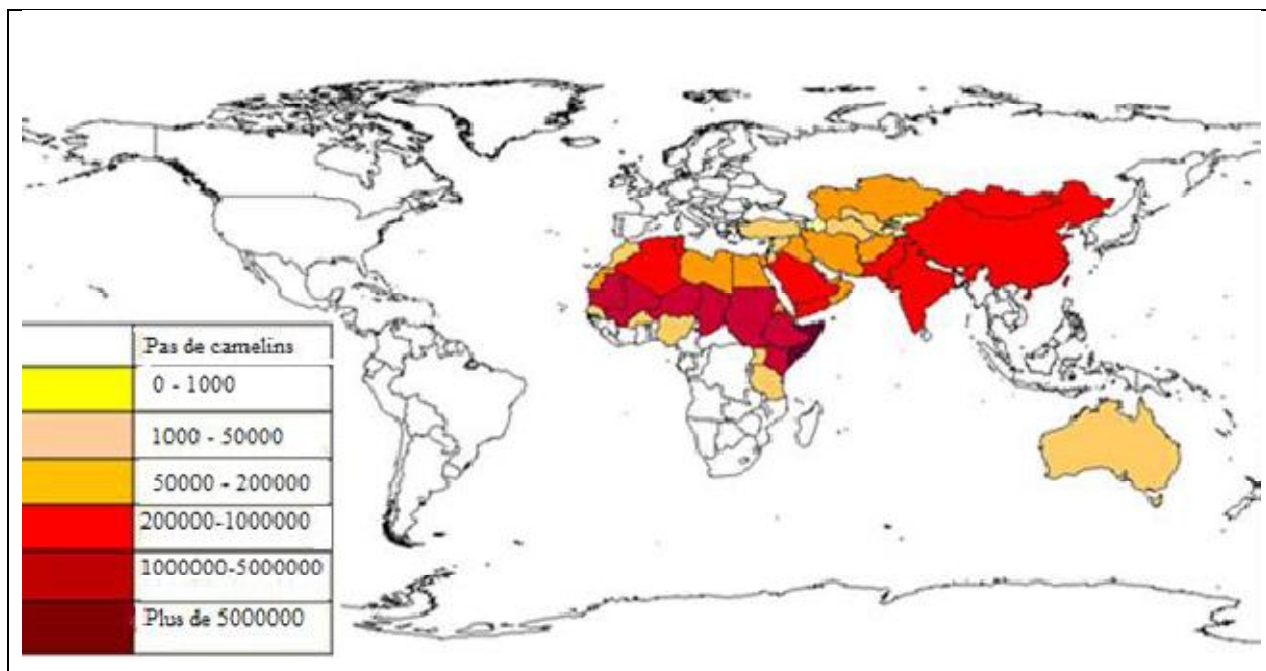


Figure 02 : Effectifs des grands camélidés dans le monde (OULAD BELKHIR,2018).

Selon FAYE (2015), la croissance des effectifs camelin n'est pas uniforme dans tous les pays.

On peut distinguer cinq (5) types de tendances :

- 🐪 Pays à forte croissance récente (Algérie, Tchad, Mali, Mauritanie, Oman, Qatar, Syrie, Émirats arabes unis, Yémen, Ethiopie et Erythrée).
- 🐪 Les pays à croissance régulière (Bahreïn, Burkina Faso, Djibouti, Egypte, Iran, Kenya, Niger, Nigéria, Pakistan, Arabie saoudite, Somalie, Soudan, Tunisie et Sahara occidental).
- 🐪 Pays ayant un nombre stable (Liban, Libye et Sénégal).
- 🐪 Pays avec une diminution du nombre de dromadaires (Afghanistan, Chine, Inde, Jordanie, Mongolie et ex-URSS).
- 🐪 Pays, à haut déclin du nombre de dromadaires (Irak, Maroc et Turquie).

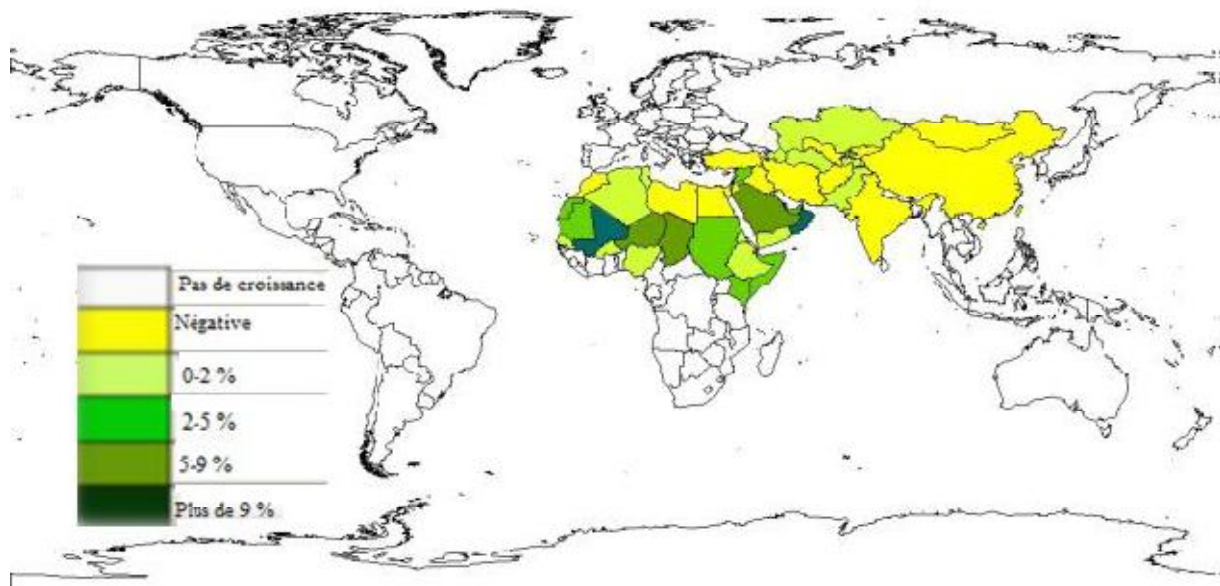


Figure 03 : Taux de croissance des dromadaires dans le monde (FAO. 2011)

I.7. Evolution des effectifs camelins en Algérie

Durant ces dernières années, les effectifs camelins en Algérie ont connu une évolution très nette allant jusqu'au 379094 têtes en 2016 (OULAD BELKHIR, 2018). La plus grande concentration se trouve dans les wilayas frontalières du Sahara central (Illizi, Tindouf, Tamanrasset, Adrar).

L'évolution de l'effectif camelin par an, en Algérie, est mentionnée dans la figure 4.

I.8. Répartition du dromadaire en Algérie

Le dromadaire est présent dans 17 Wilayas (8 sahariennes et 9 steppiques). L'effectif camelin algérien a été estimé par la FAO à 345000 têtes jusqu'à l'année 2013, ce chiffre situe tout de même l'Algérie au 14^{ème} rang mondial et au 6^{ème} rang du monde arabe.

Le cheptel camelin est réparti sur trois principales zones d'élevage (Figure 5) : le sud-est, le sud-ouest et l'extrême sud avec respectivement 52%, 18% et 30% de l'effectif total. (ABDELGUERFI et RAMDANE, 2003 ; FAO, 2013 ; BOUSSOUAR, 2017).

Au-delà des limites administratives on constate 3 grandes aires de distribution selon BEN AISSA (1989).

A. Première aire de distribution est le sud-est

Elle comprend plus de 58% des effectifs avec deux zones :

🐪 La zone Sud-est proprement dite comprend :

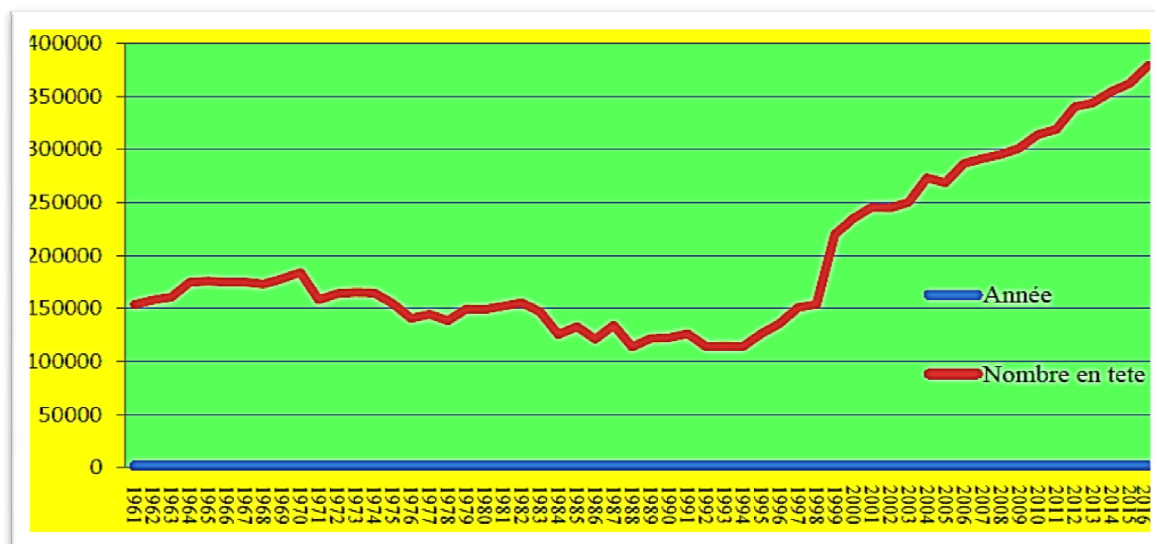


Figure 04 : Evolution des effectifs camélins en Algérie (OULAD BELKHIR,2018).

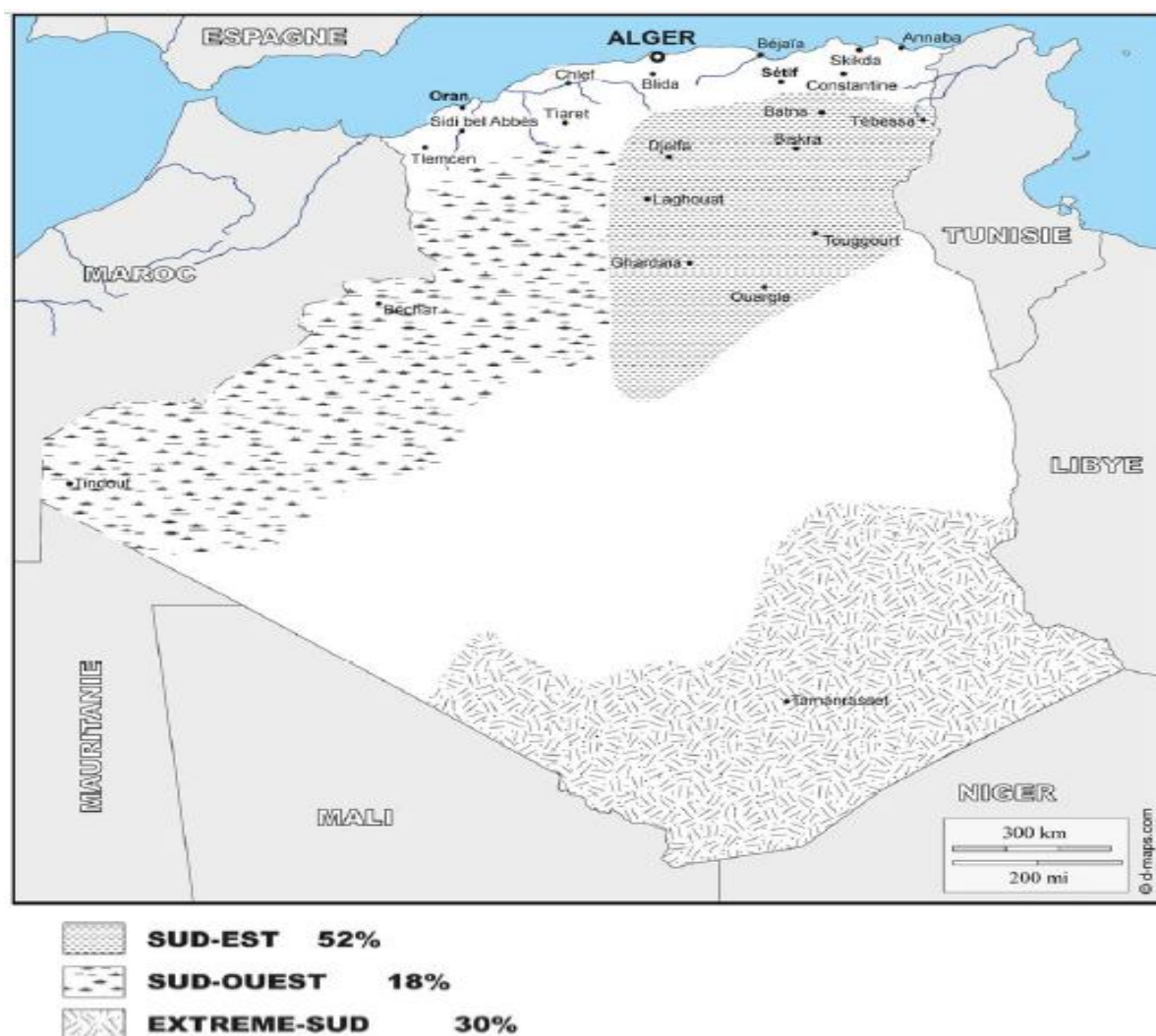


Figure 05 : Répartition du dromadaire en Algérie (BOUSSOUAR, 2017)

- Les Wilayate Sahariennes : El-Oued et Biskra.
- Les Wilayate Steppiques : M'sila, Tebessa, Batna et Khenchela.



La zone Centre comprend :

- Les Wilayate Sahariennes : Ouargla et Ghardaia.
- Les Wilayate Steppiques : Laghouat et Djelfa.

A travers un couloir de transhumance El-Golée - Ghardaia - Laghouat - Djelfa ou Aflou.

B. Deuxième aire de distribution est le sud-ouest



Le Sud-Ouest possède 15% de l'effectif total et comprend :

- Les Wilayates Sahariennes : Bechar, Tindouf et le Nord-Adrar
- Les Wilayates Steppiques : Naama et El-Bayadh

C. Troisième aire de distribution est l'extrême sud :



L'extrême Sud possède 28,6% de l'effectif total et comprend :

- Les Wilayates de : Tamanrasset, Illiziet et le Sud-d'Adrar
- 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.

I.9. Races Algériennes :

D'après RAHLI,2015, Les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent dans les trois pays d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie); ce sont des races de selle, de bât et de traite. Il s'agit des races suivantes :

➤ **Le Chaambi:** Animal médialigne, musclé, il se caractérise par diverses variantes de taille et de pelage. C'est une race fortement croisée avec du sang de dromadaire arabe. Il est utilisé à double fin (bât et selle) et se trouve répandu du grand erg occidental au grand erg oriental (lieu de prédilection : Metlili des Chaamba) (RAHLI,2015) ;

➤ **L'Ouled Sidi Cheikh:**C'est un animal adapté aussi bien à la pierre qu'au sable. C'est un animal de selle ou de bât, il est assez grand. On le trouve dans les hauts plateaux du grand ERG Occidental (RAHLI,2015);

➤ **Le Saharaoui:** C'est le résultat du croisement de la race Chaambi avec celle de l'Ouled Sidi Cheikh. Animal médialigne robuste, a pelage foncé, mi-long, c'est un excellent Méhari de troupe quivitdu grand erg occidental au centre du Sahara(RAHLI,2015) ;

➤ **L'Ait Khebbach:** Est un animal bréviligne de taille moyenne. C'est un puissant animal de bât. On le trouve dans l'aire Sud-ouest (RAHLI,2015) ;

- **Le Chameau de la Steppe:** c'est un dromadaire commun, petit bréviligne. Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites Sud de la steppe(RAHLI,2015) ;
- **Le Targui ou race des Touaregs du Nord :**Les dromadaires Targuis sont des animaux habitués aussi bien aux rudes escarpements du Tassili et du Massif central du Hoggar, qu'aux sables. Excellent Méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur(RAHLI,2015) ;
- **Le Berberi :**Animal de forme fine, avec une arrière main bien musclée, rencontré surtout entre la zone saharienne et tellienne. Il est très proche du Chaambi et de l'Ouled Sidi Cheikh(RAHLI,2015) ;
- **L'Ajjer :** Dromadaire bréviligne de petite taille, bon marcheur et porteur, se trouve dans le Tassili n'Ajjer (RAHLI,2015) ;
- **Le Reguibi :** Animale longiligne, taille 2 m habituellement, robe généralement claire couleur de café au lait et le poil est ras. C'est un animal de selle par excellence, réputé dans tout l'Ouest saharien comme bon race. Qui vit notamment au Sahara occidentale et dans le sud oranais (Bechar,Tindouf) (RAHLI,2015) ;
- **Le Chameau de l'Aftouh :**Dromadaire bréviligne trapu, c'est un bon porteur et rencontré chez les Reguibets (Tindouf et Bechar) (Ben Aissa, 1989) ;

I.10.Systèmes d'élevage camelin

Selon OULAD BELKHAIR, 2008(cité par GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017) les systèmes d'élevage camelin en Algérie sont :

I.10.1. Systèmes pastoraux

I.10.1.1. Systèmes pastoraux extensifs : Ce système est le plus répandu, il comprend trois systèmes à savoir:

I.10.1.1.1. Système Masrouh ou Mahrous (extensif)

Ce système est pratiqué par les nomades et les grands éleveurs. Les nomades nous les trouvons dans un mouvement continu en quête de pâturages et de l'eau. Les utilisateurs de ce système sont très peu.

Ce système fournit les meilleurs soins pour l'animal, nous trouvons toujours des éleveurs avec leurs animaux en recherche d'un bon pâturage. Ce système est constitué de grands troupeaux allant de (10 à 120 têtes) une moyenne de 45 ± 5 têtes dans le cas d'un troupeau de femelles, et de moyenne de 70 ± 10 dans le cas de l'engraissement des mâles. Parmi les avantages de ce système est que c'est l'éleveur qui dirige son troupeau vers les sources d'aliments et les points d'eau pendant les périodes de sécheresse, il choisit les meilleurs reproducteurs pour améliorer la descendance de son cheptel, aide les femelles à la

mise bas, soigne ses animaux sur place, et identifie les nouveaux chamelons afin de les protéger contre les prédateurs. Ce système a plusieurs avantages, notamment: la réduction de la propagation des maladies en particulier l'infectieuse (djerb, gale...), éviter les conflits entre les mâles et facilité de gestion du troupeau. (GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017)

I.10.1.1.2. Système semi Masrouh (semi-extensif)

Plus de la moitié des utilisateurs de ce système sont des nomades qui ont des maisons dans les villages où se trouvent la plupart des exigences de la vie moderne.(GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017)

Le pâturage sera de septembre à mars, et dans cette période de reproduction du dromadaire et de la mise bas et de l'identification, où l'éleveur prend les soins afin d'assurer le bon fonctionnement de la période à venir. Le nombre, de troupeau est estimé entre (10 et 50 têtes). Dans le reste du temps les animaux restants sans éleveur, et sont appelés dans ce cas H'mil, où ils sont contrôlés dans les points d'eau dans la fin d'été pour être recueillie du nouveau. L'avantage de ce système est que l'investissement est faible, et l'éleveur peut passer simultanément aux autres activités comme le commerce et d'autres travaux (GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017).

I.10.1.1.3. Système H'mil (libre)

Dans ce système, laissez les animaux pâturer sans berger. La plupart des utilisateurs de ce système sont des éleveurs sédentaires qui ont des travaux différents comme le commerce tout au long de l'année. L'éleveur vérifie son troupeau dans les marchés de bétail. Ce système donne la liberté absolue à l'animal. Laissant le dromadaire libre hors bergerie tout au long de l'année où il est surveillé dans les points d'eau en saison chaude (GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017). La taille du troupeau peut aller jusqu'à 60 têtes. Le troupeau se compose de mâles et de femelles qui traversent de longues distances afin de tirer profit des vastes parcours, parfois même se dirigent vers les pays voisins en passant les frontières à la recherche de bon pâturages, en particulier le territoire tunisien et libyen. Ce système est le plus répandue dans la région à cause de la facilité d'application, n'ont pas besoin des soins constants pour les animaux, et compter sur l'expérience des éleveurs sur les point d'existence de leurs troupeaux (GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017)

Ce système conduit à l'apparition d'obstacles, y compris:

-  La mort des chamelons par les maladies ou bien par les prédateurs ;
-  Propagation des maladies parasitaires, les tiques, les poux ... ;
-  L'exposition continue à des accidents de la route ;
-  Ne pas exploiter les divers produits du dromadaire ;

 La mort des chamelles dans le cas des mise-bas difficiles ;

Nous rappelons également des avantages qui sont quelques-uns :

 L'exploitation des vastes parcours ;

 Réduction d'investissement soit pour l'alimentation, soit pour la main d'œuvres (GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017).

I.10.2. Systèmes d'élevage agro-pastoraux

I.10.2.1. Système semi-intensif

Connu chez les agriculteurs des palmiers dattiers et des cultures maraichères, ou les céréaliculteurs, de sorte à laisser une partie de leurs troupeaux pâturer sur les résidus de récolte et ceci pendant l'été(GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017).

I.10.2.2. Système agro-pastoraux intensif :

Appliqué seulement par les éleveurs de Méharis qui ont besoins de rations supplémentaires d'orge ou de rebuts de dattes. Outre, le Système d'engraissement est pratiqué par certains commerçants et bouchers à court terme. Dans le Sahara central, ils obtiennent plus d'importance en comparaison avec le Sahara septentrional en raison des délégations des animaux maigres des pays voisins.(GUERRIDA F et TOBCHI M ,2017)

I.11. Facteurs influençant la production laitière

La variabilité des rendements laitiers observés est liée à celle de divers facteurs : rang et stade de lactation, race, type d'élevage, saison...etc. Toutefois et, comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant (RAMET, 1993 ; MEHAIA *et al.*, 1995 ; WANGOH *et al.*, 1998). En effet, selon plusieurs auteurs (RICHARD et GERARD, 1989 ; MOSLAH, 1994) l'amélioration des conditions alimentaires(régimes riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou) prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produite jusqu'à atteindre parfois le double. Par ailleurs, la disponibilité ou non de l'eau n'influence presque pas cette production qui n'est que faiblement diminuée en période de sécheresse. Une privation d'eau de 7 jours reste sans effet sur le niveau de production du lait (YAGIL et ETZION, 1980; FARAH, 1993).

Le stade de lactation est aussi prépondérant. En effet, une fluctuation de la production laitière est observée entre le début et la fin de la lactation. La plus grande partie du lait est produite durant les sept premiers mois(Tableau I) (RICHARD et GERARD, 1989).A côté de ces facteurs, d'autres travaux signalent que la pratique et la fréquence de la traite ainsi que le nombre de mises bas ne sont pas sans répercussions sur la variabilité des rendements laitiers (RAMET, 1993 ; BEKELE *et al.*,2002 ; SIBOUKEUR,2008).

Concernant l'effet de race, il est rapporté une production annuelle moyenne 2,6 fois plus élevée chez les races asiatiques que chez celles provenant du continent africain (RAMET, 1993). Parmi les races africaines, nous pouvons citer à titre d'exemple la race Hoor (somalienne) capable de produire en moyenne 8 litres par jour pour une lactation de 8 à 16 mois. Les races asiatiques, Malhah et Wadhah peuvent produire, respectivement jusqu'à 18.3 et 14 kg de lait par jour. BEN-AISSA (1989) note que les populations camelines algériennes, (population Sahraoui, en l'occurrence) peuvent être considérées comme bonnes laitières (6 à 9 l/j).

Tableau I: Production laitière moyenne (l/j) selon le stade de lactation et le pic de lactation (SIBOUKEUR, 2011).

Stade de lactation	Quantité de lait (en l/j)	Nombre d'éleveurs (en %)
Début-lactation	5,66 $\pm$ 2,99	86.63
Mi-lactation	5,22 $\pm$ 3,07	99.97
Fin-lactation	1,5 $\pm$ 0,79	93.32
Pic de lactation	6,14 $\pm$ 2,41	99.98

Chapitre II :

Caractérisation de lait camelin

Chapitre II : Caractérisation de lait camelin

II.1. Généralités sur le lait

II.1.1. Définitions du lait

Le lait a été défini en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (ALAIS, 1975).

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

Selon DEFORGES et *al.* en 1999, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

II.1.2. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de lait camelin

Le lait de chamelle est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en β -carotène (BADIDJA et DJELLABI, 2014). Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé (ABDELRAHIM, 1987) et/ou amère (RAMET, 2003). Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage comme la luzerne, donne un goût sucré, certaines plantes halophytes le rendent salé (SBOUI *et al.*, 2009), ainsi qu'à la disponibilité en eau (YAGIL et ETZION, 1980 ; WANGOH *et al.*, 1998). Il peut se présenter sous forme crémeux quand il est légèrement agité (SHALASH, 1979).

La viscosité du lait de chamelle à 20° C est de 1,72 mPa.s, tandis que la viscosité du lait de vache sous les mêmes conditions est de 2,04 mPa.s (OMAR *et al.*, 2010). Le pH du lait camelin se situe autour de $6,68 \pm 0,12$ et l'acidité est de l'ordre de 15° Dornic (GHENNAM *et al.*, 2007).

La densité moyenne de lait de chamelle est $1,028 \pm 0,002$ g.cm⁻³ (BOUSSOUAR, 2017), et son point de congélation varie entre -0,53 °C à -0,61°C (HASSAN *et al.*, 1987). Comme la vache, la chamelle a une mamelle à quatre quartiers. La période de lactation varie de 9 à 18 mois, et les rendements laitiers calculés varient de 735 à 1675 kg par 305 jours, en fonction de l'individu, la race, le stade de lactation, et l'alimentation... (YAGIL, 1982). La valeur calorique du lait de chamelle (665 kcal / L) est presque similaire à celle du lait de vache (701 kcal / L) (BOUSSOUAR, 2017).

II.1.3. Composition chimique et biochimique

Les laits ont des caractéristiques communes (composés de l'eau, des matières grasses, du lactose des caséines et autres protéines, des sels minéraux, notamment du calcium et des vitamines), Mais leur composition varie, qualitativement et quantitativement, selon les espèces.

Tableau II : Indications sur la variation de la composition chimique du lait camelin (g/kg) ; valeurs rapportées par différents auteurs pour le même paramètre mesuré (BOUDJENAH-HAROUN, 2012)

Extrait sec total	Matière grasse	Matière azotée totale	Cendres	Références
144	55	34	9	KNOESS (1977)
98	32	42	6	DESAL <i>et al.</i> (1982)
119	36	44	8	SAWAYA <i>et al.</i> (1984)
130	33	56	8	GNAN et SHERIHA (1986)
134	32	48	7	ABDEL-RAHIM (1987)
113	33	47	9	ABU-LEHIA (1987)
110	35	39	8	HASSAN <i>et al.</i> (1987)
142	38	55	8	ABU-LEHIA (1989)
122	32	52	8	FARAH et RÜEGG (1989)
119	32	45	8	MEHAÏA et AL-KANHAL (1989)
134	36	55	8	BAYOUMI (1990)
109,5	31,5	28,1	8,3	ELAMIN et WILCOX (1992)
113,5	32,2	29,1	7,9	MEHAÏA <i>et al.</i> (1995)
128	34,5	31,5	9,5	ATTIA <i>et al.</i> (2000)

II.1.3.1. Energie

Sont très riches en énergie (665 kcal/l) à cause de leur richesse en lipides et en protéines (EL AGAMY, 2006).

II.1.3.2. Eau

La teneur en eau de lait de chamelle varie selon le degré de sécheresse de l'environnement extérieur (91% d'eau en saison sèche contre 86% en saison d'abondance alimentaire). Ces variations d'humidité du lait affectent de façon directe les teneurs de ses autres composés.

L'eau est le constituant le plus important du lait. La présence d'un dipôle et de double d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substitutions polaires telle que les glucides, les minéraux et une solution colloïde avec les protéines (VIGNOLA, 2002).

La teneur en eau du lait camelin, qui varie selon son apport dans l'alimentation, atteint son maximum pendant la période de sécheresse. En effet, il a été montré que la restriction en eau alimentaire des chamelles se traduit par une dilution du lait : un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86%, alors que dans un régime déficient, celui-ci s'élève à 91% (YAGIL, 1980, FAYE, 1991). Cette dilution pourrait être l'effet d'un mécanisme d'adaptation naturelle pourvoyant en eau les chamelons durant la période de sécheresse.

II.1.3.3.Glucides

Le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin (MATI, 2012). C'est le constituant le plus rapidement attaqué par une action microbienne. Les bactéries transforment le lactose en acide lactique. Le lait contient près de 4,8% de lactose, sa teneur fluctue entre 2,5 et 5,6%, dans le lait de camelin, sa teneur varie légèrement avec la période de lactation (MATI, 2012).

II.1.3.4.Matière grasse

La matière grasse laitière qui représente une source importante d'énergie, est constituée essentiellement des lipides et des substances lipoïdiques. Le lait de chamelle est en moyenne plus faible en matière grasse que le lait de vache. Cependant, les globules gras du lait de chamelle sont de très petite tailles (1,2 à 4,2 μ de diamètre) et restent donc en suspension même après 24 heures de repos, contrairement au lait de vache dans lequel ces globules constituent une couche grasse en surface au bout de quelques heures.

Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparaît liée aux protéines, tout ceci explique la difficulté à baratter le lait de chamelle pour en extraire le beurre. Comparée au lait de vache, la matière grasse du lait de chamelle contient moins d'acides gras à courtes chaînes (SIBOUKEUR,2007).Cependant sa teneur en acide gras volatils et en acides gras non saturés est importante.

II.1.3.5. Matière protéique

Le taux de caséine est un peu plus faible dans le lait de dromadaire que dans le lait de vache; il représente 75 à 79 pour cent de la matière protéique contre 77 à 82 pour cent pour le lait de vache (JENNESS et SLOAN, 1963; MEHAIA, 1987). De plus l'équilibre entre les différentes fractions caséiniques est très différent et se caractérise par une proportion limitée à 5 pour cent

de caséine Kappa alors qu'elle est de 13,6 pour cent dans le lait de vache (JARDALI, 1988; JARDALI et RAMET, 1991).

La composition en acides aminés de ces fractions caséiniques n'est pas non plus la même que pour le lait de vache (SAWAYA, 1984 ; LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, 1986; FARAH et RÜEGG, 1989; MOHAMED, 1990). Une autre particularité de la caséine du lait de dromadaire est qu'elle est distribuée sous forme de micelles ayant un diamètre double de celui du lait de vache (FARAH et BACHMANN, 1987; JARDALI, 1988; FARAH et RÜEGG, 1989; JARDALI et RAMET, 1991).

Ces protéines se répartissent comme pour les laits d'autre espèces en deux fractions : les caséines et les protéines de lactosérum (SIBOUKEUR, 2007).

II.1.3.5.1. Caséines

Les caséines du lait camelin sont des phosphoprotéines élaborées dans les cellules lactogènes mammaires et déterminent une concentration de 72 à 76% des protéines totales (CHIBEH, 2011).

Ce sont des phosphoprotéines présentant une très forte affinité vis-à-vis du calcium (JEANTET *et al.*, 2008).

Le taux de caséine totale est un peu plus faible dans le lait de dromadaire. Il représente 75 à 79% de la matière protéique. (CHETOUNA, 2010). Les caséines (CN) constituent la fraction protéinique majeure du lait. Elle varie entre 52 et 87 % des protéines totales du lait de chamelle (KHASKHELI *et al.*, 2005). Une particularité des caséines camelines est qu'elles sont distribuées sous forme de micelles. (SOUID, 2010). Les quatre principales protéines contenues dans les micelles de caséine sont les caséines : $\alpha s1$, $\alpha s2$, β et κ (VIGNOLA, 2002). La glycine et la cystéine représentent les acides aminés du lait camelin, significativement les moins fréquents

dans la composition des caséines camelines.(SOUID,2010).

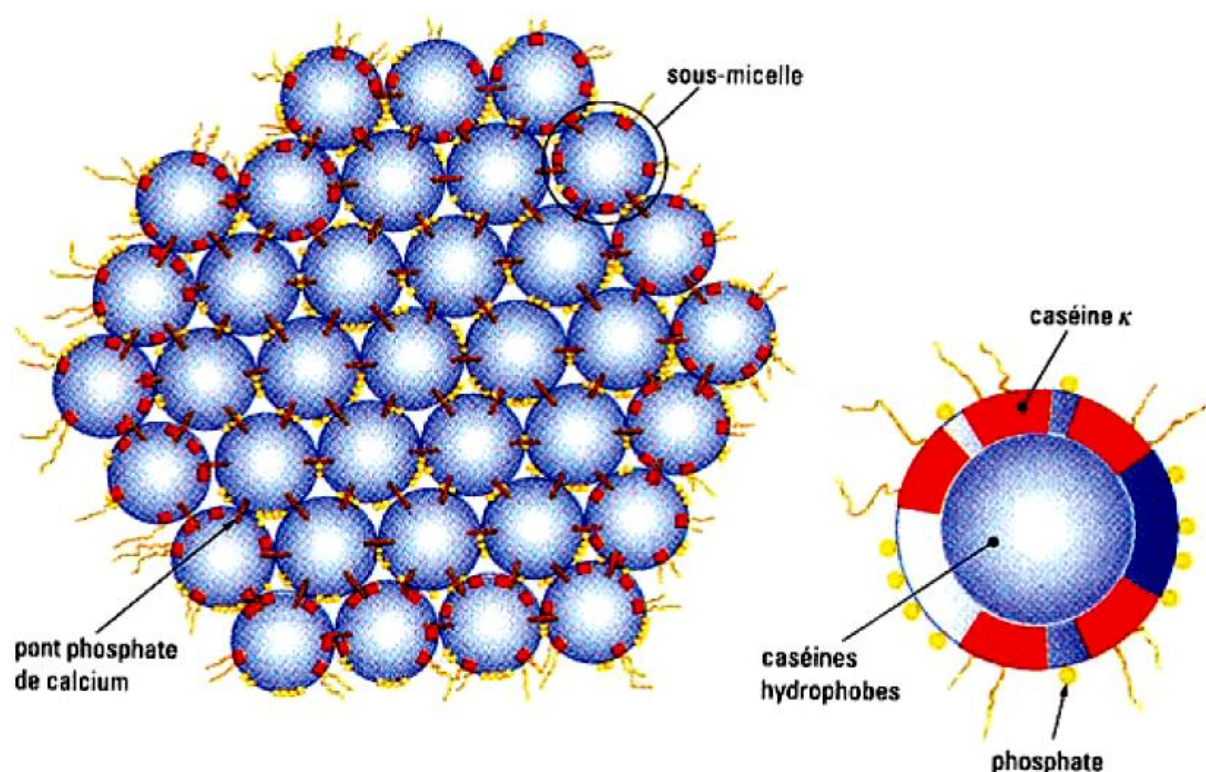


Figure 06 : Représentation de la micelle de caséine selon le modèle de SCHMIDT (1980)

II.1.3.5.2. Protéines de lactosérum :

Les protéines de lactosérum sont les deuxièmes composantes principales des protéines du lait de chamelle et constituent 20-25% des protéines totales.

Le sérum du lait camelin contient composants importants tels que les immunoglobulines, le sérum albumine, la lactoferrine, la lactopéroxydase, l' α -lactalbumine le composant 3 des protéose-peptones...(KAPPELER *et al.*, 2004; MERIN *et al.*, 2001).

La composition des protéines solubles du lait de dromadaire est également différente de celle du lait de vache; leur quantité est supérieure (0,9 à 1 pour cent contre 0,7 à 0,8 pour cent). Deux types d' α -lactalbumine (CONTI *et al.*, 1985) et une protéine originale (BEG *et al.*, 1987) y ont été décelés; de plus la présence de β -lactoglobuline est controversée.

II.1.3.6. Vitamines

Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C. Même si des variations importantes (de 25 à 60 mg/l) de la teneur de cette dernière dans le lait camelin sont rapportés (FARAH, 1993), il n'en demeure pas moins que la teneur signalées (autour de 36 mg/l selon FARAH *et al.*, 1992) sont en moyenne 3 fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l selon MATHIEU(1998).

Cette caractéristique est particulièrement intéressante, car elle permet au lait de cette espèce, par son apport important en cette vitamine, de répondre aux besoins nutritionnels, aussi bien du jeune chamelon que des populations locales, qui vivent dans un environnement où l'apport en ce type de vitamine est particulièrement limité (SIBOUKEUR, 2007).

Tableau III : Les concentrations moyennes des vitamines dans le lait de chamelle, de vache et de femme (mg/kg)(BOUSSOUAR,2017).

Vitamines	Chamelle	Vache	Femme
A	0,21	0,28	0,55
B1 (thiamine)	0,41	0,59	0,15
B2 (riboflavine)	1,1	1,6	0,38
B3 (niacine)	0,78	0,7	1,7
B5(acide pantothénique)	2,3	3,8	2,7
B6 (pyridoxine)	0,54	0,5	0,14
B7 (biotine)	ND	0,04	0,01
B9(acide folique)	0,0046	0,055	0,042
B12	0,0053	0,009	0,0005
C	140	13	40
D	0,003	0,009	0,014
E	0,18	0,6	8

II.1.3.7.Minéraux

La teneur totale en minéraux est généralement exprimée en cendres totales(KONUSPAYEVA *et al.*, 2009). Elle varie de 0,60 à 1,05 % dans le lait de chamelle. Bien que les sels représentent dans la plupart du temps moins de 1% du lait, ils influent sur l'état physique et la stabilité des protéines du lait, en particulier le complexe phosphocaséinates(FARAH, 2004). Les variations de la teneur en minéraux ont été attribuées à la race, l'alimentation, les procédures analytiques (AL HAJ et AL KANHAL, 2010), l'apport en eau (HADDADIN *et al.*, 2008 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010), l'état sanitaire de l'animal et le stade de la lactation (FARAH, 2004).

Le lait de chamelle est une source riche en chlorure(MEDJOUR,2014) en raison des fourrages consommés par les dromadaires, comme Atriplex et Acacia, qui contiennent

généralement une forte teneur en sel (YAGIL, 1982). La réduction des principaux composants du lait et l'augmentation de la teneur en chlorure du lait des chamelles déshydratées pourrait être une autre cause pour le goût salé dans le lait de chamelle (AL HAJ et AL KANHALL, 2010). Les minéraux : Na, K, Fe, Cu et Mn dans le lait de chamelle sont sensiblement plus élevés que ceux rapportés pour le lait de vache (AL HAJ et AL KANHALL, 2010).

II.1.4. Propriétés thérapeutiques et médicinales

Le lait de chamelle est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuse, anti-cancéreuse, anti-diabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents. Ces propriétés relèvent cependant le plus souvent d'observations empiriques dont les fondements scientifiques mériteraient d'être précisés. Ces observations, bien qu'empiriques, peuvent être reliées à la composition du lait de chamelle. Certains des composants tant sur le plan quantitatif que qualitatif pourraient être associés à ces propriétés particulièrement les facteurs anti-bactériens, l'insuline et la vitamine C. A cela s'ajoutent les propriétés probiotiques des bactéries lactiques présentes dans les produits fermentés camelins (RAHLI, 2015).

Tableau IV: Différentes études entreprises sur les effets thérapeutiques du lait de chamelle (BOUSSOUAR, 2017).

Aspect étudié	Effet observé et interprétations	Auteur
Diabète	Hypoglycémie (teneurs élevées d'insuline dans le lait).	(SBOUI <i>et al.</i> , 2009)
Complications du diabète	Diminution du stress oxydatif et prévention des néphropathologies (teneurs élevées en antioxydants).	(SENOUSSI, 2011)
Allergies au lait	Effet hypoallergique (absence de la β -lactoglobuline et présence d'une caséine α S différente de la caséine bovine).	(KONUSPAYEVA, 2007)
Infections	Effet anti-infectieux (activité antibactérienne et antivirale).	(VIGNOLA, 2003)
Tumeur	Effet anti-tumoral (contrôle des processus tumoraux par stimulation de la défense immunitaire).	(KONUSPAYEVA <i>et al.</i> , 2004).
Toxicité aux métaux lourds	Effet protecteur contre la toxicité aux : aluminium et cadmium.	(SENOUSSI, 2011)

II.1.5. Aptitude à la transformation technologique

Le lait de chamelle, du fait de sa composition et de la structure particulière de certains de ses nutriments, est connu à l'origine pour avoir des aptitudes technologiques assez limitées, notamment dans la fabrication du fromage et du beurre. Pendant ces dernières décennies, les travaux menés sur ce lait ont permis de mieux cerner les difficultés et de les contourner en usant de quelques modifications des procédés utilisés. C'est ainsi que des essais concluants de transformation du lait de chamelle en produits dérivés ont été rapportés par plusieurs auteurs, notamment pour la fabrication du lait en poudre (ABU-LEHIA, 1994), beurre (FARAH *et al.*, 1989 ; FARAH et RÜEGG, 1991 ; RÜEGG et FARAH, 1991), fromage (KAMOUN et BERGAOUI, 1989 ; MOHAMED *et al.*, 1990 ; KAMOUN, 1990 et 1995 ; MEHAIA, 1993 ; RAMET, 1993 et 1994 ; MEHAIA, 1994), yaourt ainsi que le lait fermenté (FARAH *et al.*, 1990 ; ABU-TARBOUSH, 1996 et 1998) et crème glacée (ABULEHIA *et al.*, 1989). Dans certains pays comme le Kenya (FARAH et STREIFF, 1994), la Mauritanie (LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, 1994) et la Mongolie (INDRA et ERDENEBAATAR, 1994), le lait de chamelle, qui est commercialisé à l'état frais ou pasteurisé, est utilisé au niveau industriel dans la fabrication fromagère.

II.1.6. Conservation du lait

II.1.6.1. Conservation par le froid

Un lait réfrigéré à basse température présente quelques caractéristiques qui le distinguent du lait frais :



Accroissement de la stabilité du lait par ralentissement des réactions biochimiques ;



Ralentissement du développement microbien (flore de contamination) ;



Modification de la nature des espèces microbiennes qui se développent (sélection des psychotropes et psychrophiles aux dépens de la flore mésophiles) ce qui peut entraîner l'apparition d'altérations particulières aux basses températures. L'action bactéricide du froid est discrète ou nulle (AHMED BELHALILI *et al.*, 2014).

II.1.6.1.1. Réfrigération

Selon ROZIER (1982), c'est un procédé de conservation à court terme faisant appel à des températures situées au-dessus du point cryoscopique de la phase aqueuse de denrées alimentaires généralement voisines de 0° C.

II.1.6.1.2. Congélation

La congélation est une technique de conservation des aliments qui maintient la température de la denrée jusqu' à -18°C . Ce procédé provoque la cristallisation en glace de l'eau contenue dans les aliments. On assiste alors à une diminution importante de l'eau disponible, soit à une baisse de l'activité de l'eau (A_w), ce qui ralentit ou stoppe l'activité microbienne et enzymatique (DARINMOUB, 2009).

Selon le même auteur, la congélation permet donc la conservation des aliments à plus long terme que la réfrigération.

II.1.6.2. Conservation par chaleur

La stabilisation des aliments par la chaleur est un moyen largement répandu dans le secteur alimentaire et répond à plusieurs objectifs :



Elle vise à détruire partiellement ou totalement les flores d'altération (*Micrococcus*, *Bacillus*, flore psychotrope, flore lactique et etc.) et les flores pathogènes ou toxigènes (*Salmonella*, *Staphylococcus*, *Clostridium perfringens* et *botulinum*) pour améliorer la qualité hygiénique des produits.



Elle permet d'inactiver certaines enzymes (lipoxygénase, polyphénoloxydase) des produits au cours de leurs stockages.

On distingue fondamentalement deux catégories de traitement : la pasteurisation et la stérilisation (JEANTET et *al.*, 2006).

II.1.6.2.1. Stérilisation

Les laits ont subi un traitement thermique de type stérilisation dont l'objectif est de détruire tous les micro-organismes. Ce sont des laits de moyenne bonne qualité organoleptique et nutritionnelle que les laits pasteurisés. Leur durée de conservation est limitée par l'évolution physicochimique plus ou moins lente du produit susceptible d'altérer leur stabilité (JEANTET et *al.*, 2008).

II.1.6.2.2. Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique modéré et suffisant permettant la destruction des microorganismes pathogènes et d'un grand nombre de microorganismes d'altération. Ce traitement permet d'une part, d'assurer la salubrité du produit et d'autre part, d'améliorer sa conservation. Cette étape est utilisée pour fabriquer plusieurs produits comme le lait pasteurisé.

La conception des lignes de traitement du lait pasteurisé du commerce varie beaucoup d'un pays à l'autre, et même d'une laiterie à l'autre, en fonction de la législation et de la réglementation locale. La rapidité de ce traitement (quelque secondes) permet de conserver la qualité organoleptique et nutritionnelle du lait (AHMED BEHALIL, 2014).

Par des couples température/temps, donc l'importance des changements provoqués augmente avec la durée et la température du traitement thermique, mais dépend également de la sensibilité spécifique à la chaleur de chacune des composantes du lait (VIGNOLA,2002).

D'après JEANTET *etal.*, (2008) on distingue trois types de traitement :

☀ **Pasteurisation basse (62-65°C/30 min) :** Ce type de traitement thermique était un procédé discontinu consistant à chauffer le lait à 63°C en cuves et à le maintenir à cette température pendant 30 minutes. Cette méthode est appelée aussi « Holder Process » ou méthode LTLT (Low Température Long Time).

☀ **Pasteurisation haute (71-72°C/15-40 s) :** Elle est réservée aux laits crus de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active, la DLC (date limite de consommation) des laits ayant subi une pasteurisation haute est de 7 jours après le conditionnement (bouteille en verre ou carton, polyéthylène ou aluminium). Cette méthode est appelée aussi « HTST » (High température, short time).

☀ **Flash pasteurisation (85 - 90°C/1-6 s) :** Le lait est chauffé à une température comprise entre 85°C et 95°C pendant 1-2 secondes soit directement par contact direct avec la vapeur soit souvent, pour des raisons énergétiques, indirectement en flux continu (transmission de la chaleur entre les liquides chauffants et le lait) par des échangeurs de chaleur tubulaires ou à plaque. Elle est pratiquée sur les laits crus de mauvaise qualité. La phosphatase et la peroxydase sont détruites pendant ce traitement.

Deuxième partie :

Etude expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthodes

I. Matériel et méthodes

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire de Biochimie Appliquée de la Faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Echahid Hamma Lakhder et le laboratoire d'analyses et de contrôle de la qualité et de la conformité FATILAB à EL-OUED. Elles ont été sous tendue par le matériel énuméré ci-dessous.

I.1. Matériel

I.1.1. Description de la zone d'étude

La Wilaya d'El-Oued est située au Sud-est de l'Algérie, elle a une superficie de 54 573 km². Elle est couverte par le grand Erg Oriental sur les 2/3 de son territoire. La wilaya d'El-Oued est délimitée: au nord, par les wilayas de Tébessa et Khenchela, au nord et au nord-ouest par la wilaya de Biskra, au sud et au sud-ouest par la wilaya de Ouargla et, à l'est par la Tunisie. Elle est caractérisée par une implantation importante de l'élevage de dromadaires et notamment, au Taleb El Arbi, Hassi Khelifa, Hamraia, Douar El Ma et Ben Guecha.

I.1.2. Echantillonnage

I.1.2.1. Choix des échantillons

Dans le cadre de la comparaison des caractéristiques physico-chimiques du lait de chamelle, le choix des échantillons du lait a été effectué, tout en pris attention, aux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif) et au rang de lactation (tous les échantillons appartenant à la même période de lactation).

I.1.2.2. Prélèvement de lait

Le total de 24 échantillons du lait cru utilisés provenant des chamelles (*Camelus dromedarius*) de la population sahraouie. Ils ont été collectés dans la période qui s'étale de Mars à Avril et dans des conditions hygiéniques. Les échantillons sont recueillis proprement dans des bouteilles en plastique propres et placés dans une glacière contenant des blocs de glace et transportés vers le laboratoire où ils sont aussitôt subis aux analyses préliminaires (pH, densité et acidité titrable). Ils sont ensuite repartis en aliquotes et congelé pour en faire la caractérisation physico-chimiques et biochimiques nécessaires. Une autre partie de ces mêmes échantillons, a été entreposée dans différentes conditions (à la température ambiante, +4°C et -18°C) et qui vont servir à l'étude de l'entreposage ultérieure.

Le lait de vache qui est utilisé comme référence dans cette étude est un mélange du lait qui a été collecté à partir de 6 vaches laitières dans une ferme qui se situe près de la Daïra de Guemar.

Tableau V: Echantillons du lait de chamelle collecté.

N° de l'échantillon	Nombre des chameaux	Période de collecte	Région	Population	Mode d'élevage	Nutrition
E 1	9	Mars 2019	Route de Touggouret El-Oued	Sahraoui	Semi-intensif	Son, blé, maïs
E 2	9	Fin de mars 2019	Hassi Khelifa El-Oued	Sahraoui	Extensif	Fourrage naturel.

I.1.3.Appareillage

- Centrifugeuse(Marque SIGMA, modèle 2-6E, Allemagne);
- Centrifugeuse (Marque FUNKE GERBER, Allemagne) ;
- Etuve (Marque MEMMERT, Allemagne) ;
- Agitateurs magnétiques de paillasse, chauffants et non chauffants (Marque LABTECH, modèle LMS-1003;Corée);
- pH-mètre (Marque HANNA, modèle, Roumanie);
- Spectrophotomètre UV-visible (Marque JENWAY; modèle 7300) ;
- Balance analytique avec une précision de 0,1mg (Marque Pologne, modèle AS 220.R2,Allemagne) ;
- Bain marie (Marque MEMMERT, Allemagne) ;
- Lactodensimètre (Marque Nathia) ;
- Butyromètre de GERBER ;
- Hotte (Marque BOF) ;
- Four à moufle (Marque NABERTHERM, plus que chaleur 30 -3000 C °, Allemagne) ;
- Réfrigérateur (IRIS, France) ;
- Congélateur (IRIS, France).

I.1.4.Petits matériels

Micropipettes, pipettes graduées, Poire d'aspiration, béchers, erlenmeyers, fioles jaugées, papiers filtres, coupelles en porcelaine, tubes à hémolyse, burettes, éprouvettes, entonnoirs, entonnoir Büchner, spatules, gants et masques, flacons bouchon, boîtes stérile (60 ml) ...etc.

I.1.5. Réactifs et solvants chimiques et matériel biologique

- 📌 **Solvants** (acide chlorhydrique, acide sulfurique, éthanol, alcool iso-amylque, eau distillée...);
- 📌 **Sels et tampons** (hydroxyde de sodium, acétate de zinc, carbonate de sodium, Hydroxyde de sodium, hexacyanoferrate de potassium (II), sulfate de cuivre, tartrate double de sodium et potassium, phénolphtaléine);
- 📌 **Réactifs spécifiques** (réactif de Folin-Ciocalteu);
- 📌 **Matériel biologique** : protéines étalons (BSA), lactose.

I.2.Méthodes

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la **figure 07** comme suit :

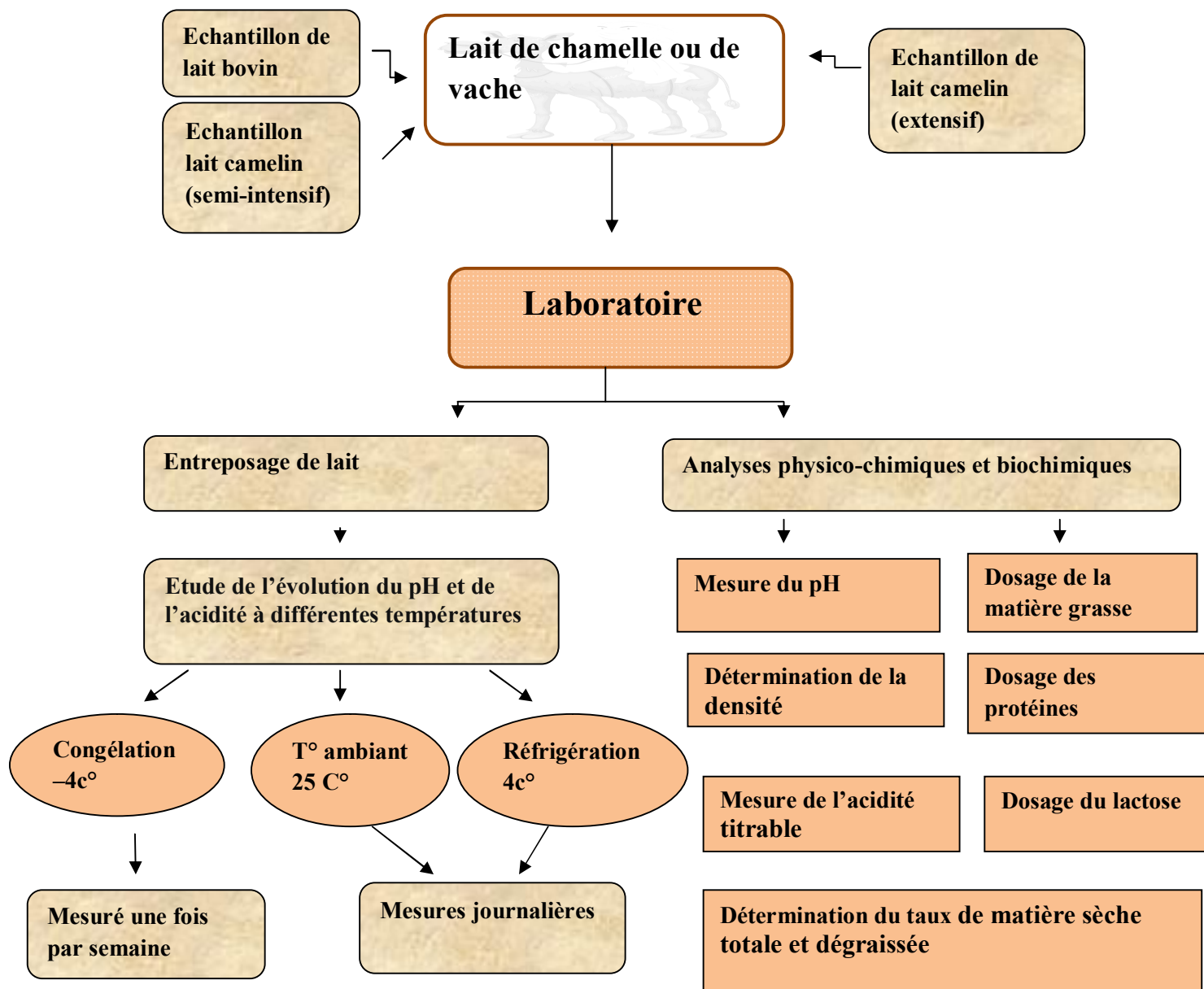


Figure 07 :Procédure expérimental

I.2.1. Analyses physico-chimiques

Le contrôle physico-chimique permet d'évaluer la stabilité et la consistance du produit.

Toutes les mesures sont réalisées sur le lait entier en 3 essais.

I.2.1.1.Détermination du pH

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait en certains de ses constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (MATHIEU, 1998). Le pH est déterminé par la méthode potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre. Les mesures sont précédées d'une étape d'étalonnage qui consiste à étalonner le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7) et ensuite plonger l'électrode dans le lait à analyser et lire la valeur de pH stabilisée, retirer l'électrode et le rincer avec de l'eau distillée et séchée avec du papier buvard. La lecture se fait directement sur l'afficheur de pH- mètre (annexe 1).

I.2.1.2.Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

Elle est réalisée selon la Norme Française 04-206 (Janvier 1969).

Elle correspond à la neutralisation de l'acidité totale par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de titre N/9, en présence d'un indicateur coloré la phénolphthaléine (solution à 1% dans l'éthanol à 95%).

Un échantillon de 10ml de lait est placé dans un bécher de 100 ml en présence de 3 gouttes de phénolphthaléine, comme indicateur coloré indiquant la limite de la neutralisation. La soude est ajoutée à la burette ;on agiter jusqu'au virage au rose de l'échantillon (rose pâle). 1 °D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (annexe 3).

I.2.1.3.Détermination de la densité

La densité nous renseigne sur le taux de matières solides et sur la viscosité de la solution. La densité du lait dépend de tous ses constituants. Elle varie avec le taux butyreux et la teneur en matière sèche dégraissée. Diminuant lorsque le taux butyreux augmente et augmentant en même temps que la teneur en matière séchée dégraissée. La densité permet de soupçonner un mouillage ou un écrémage du lait puisque celui-ci l'augmente et l'addition d'eau a un effet inverse. (GHALEM,2016).

Homogénéiser l'échantillon de lait à analyser, le verser dans une éprouvette de 100 ml (en verre), plonger le thermo-lacto-densimètre avec un moment de rotation, attendre la stabilité de lactodensimètre. Lire la valeur de la densité sur le point où il se croise le front supérieur du lait avec l'échelle de l'instrument et en fonction de la température. Rincer les matériels après chaque essai (annexe 3).

I.2.2. Analyses biochimiques

I.2.2.1. Détermination de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique (norme AFNOR, 1980)

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution du produit à doser (excepté la matière grasse) par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux (annexe 6).

I.2.2.2. Détermination de l'extrait sec total (EST)

La détermination de la matière sèche est basée sur la perte d'eau suite à une dessiccation. Elle est déterminée par étuvage à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ jusqu'à l'obtention d'un poids constant (BOUSSOUAR, 2017) (annexe 4).

I.2.2.3. Détermination du taux de cendre

Le taux de cendre du lait est obtenu par incinération d'une prise d'essai dans un four à moufle à régler à $525 \pm 25^\circ\text{C}$ durant 5 heures (AFNOR, 1980), jusqu'à la combustion totale de la matière organique, et l'obtention d'une cendre blanchâtre d'un poids constant (annexe 5).

I.2.2.4. Détermination du lactose

Le lait est déféqué par l'hexacyanoferrate (II) de zinc ; une solution cupro-alcaline est réduite à chaud par le filtrat obtenu ; Le précipité d'oxyde cuivreux formé est dissous par une solution de sulfate ferrique et le sulfate ferreux formé est dosé par manganimétrie en présence d'orthophénantroline ferreuse comme indicateur. (Norme NF V 04-213 de janvier 1971). La méthode est décrite dans l'annexe 7.

I.2.2.5. Détermination la teneur en protéines

Le taux des protéines (protéines totales et caséines) dans le lait est dosé par l'emploi de méthode colorimétrique de LOWRY *et al.* (1951), en utilisant l'albumine sérique bovine comme protéine de référence. Le principe est basé sur l'obtention d'un composé chromogène par une réaction d'oxydoréduction. Cette dernière a lieu entre, d'une part, des groupements de la protéine notamment les groupements phénoliques du tryptophane, de la tyrosine, et le réactif de folin-ciocalteu dont l'acide phosphomolybdo-tungstique est le constituant actif. Cette réaction donne à un complexe coloré : le bleu de molybdène (couleur bleu foncée) dont l'intensité est mesurée à 750nm. Ainsi les différentes densités optiques obtenues à cette longueur d'onde permettent de déterminer les concentrations des échantillons analysés en faisant une projection sur une courbe d'étalonnage $DO = f(C)$ (figure 2).

La séparation des protéines sérique et caséines s'effectue selon les étapes récapitulées sur la figure 9.

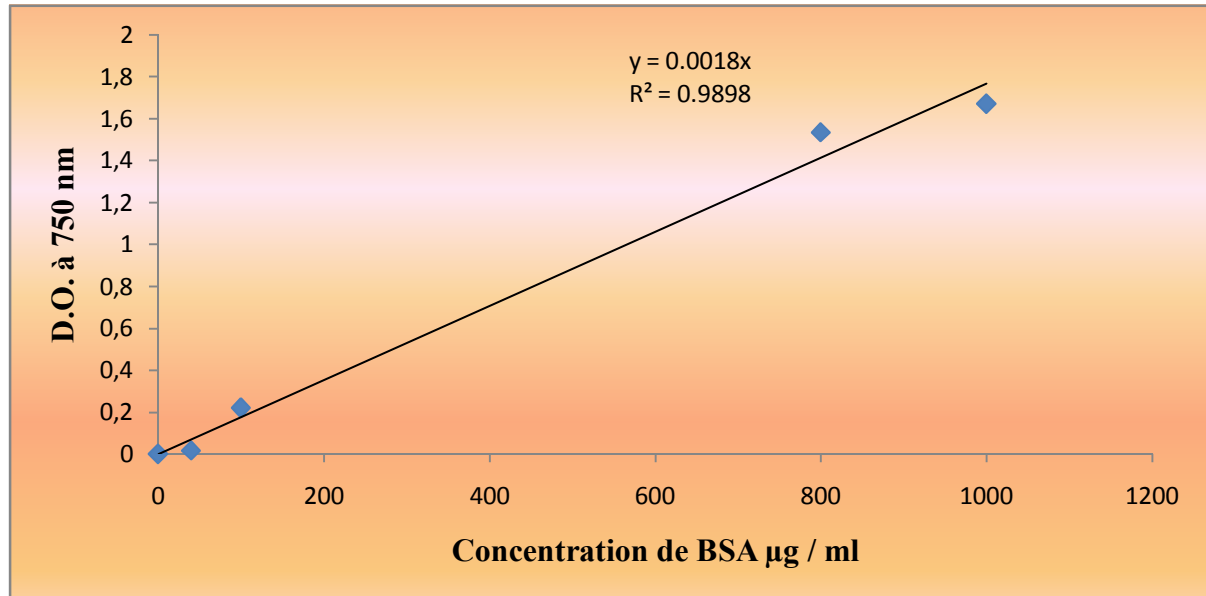


Figure 08: Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY *et al.*, (1951). L'albumine sérique bovine (BSA) est utilisée comme protéine étalon ; R= coefficient de corrélation.

I.2.3. Analyses statistiques

Des analyses statistiques sont réalisées par le logiciel SAS (SAS Institute, 2008) et qui ont été menés par le programme GLM (general linear model ou multivariate regression model) et qui exécute une chaîne de tests : test de Fisher (F théorique = 5%), la variance et des matrices de corrélation, test de Duncan...

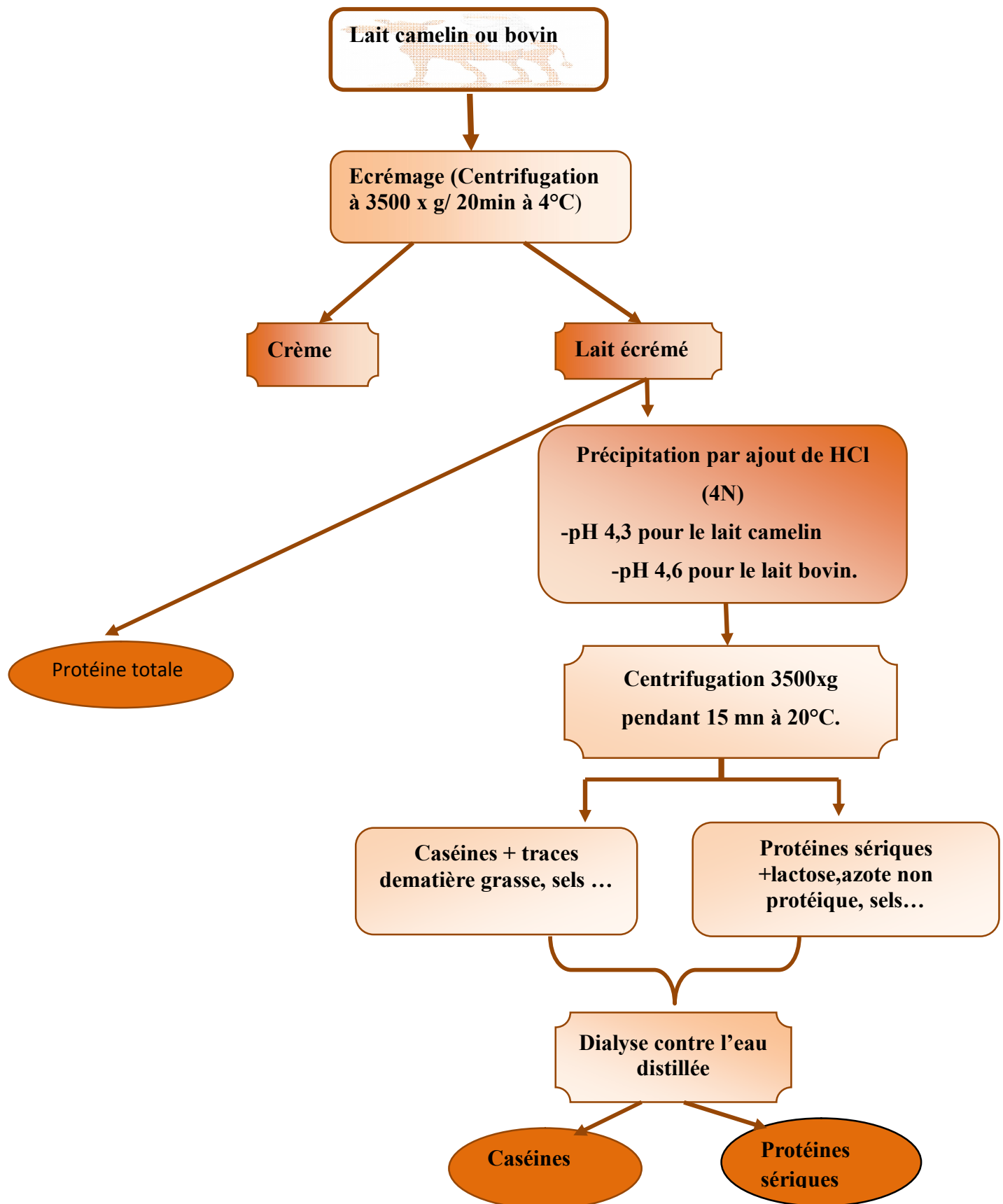


Figure 09 : Protocole de séparation des caséines et des protéines du lactosérum à partir du lait camelin et bovin (MEDJOUR,2014).

Chapitre II:

Résultats et discussions

II. Résultat et discussion

Les résultats des paramètres physicochimiques sur les échantillons du lait sont mentionnés dans le tableau VI.

Tableau VI : Résultats des analyses effectuées sur les laits collectés : camelin(provenant des élevages semi-intensif et extensif) et bovin (sert de référence).

Echantillon Paramètres physico- chimiques	Lait de chamelle		Lait de vache	Valeur de <i>P</i>
	Echantillon 1 (Semi-intensif)	Echantillon 2 (Extensif)		
pH	6,58 ^a ± 0,026	6,37 ^b ± 0,026	6,57 ^a ± 0,046	<0,0001***
Densité	1,029 ^a ± 0,001	1,026 ^b ± 0,0006	1,031 ^a ± 0,001	<0,0523*
Acidité dornic (°D)	16,33 ^b ± 0,33	19,67 ^a ± 0,33	17,34 ^b ± 0,33	<0,0011*
Extrait sec total (g/l)	127,10 ^a ± 1,76	115,63 ^b ± 2,53	108,5 ^b ± 2,84	<0,0046*
Extrait sec dégraissé (g/l)	77,43 ^a ± 0,76	63,17 ^b ± 2,05	53,50 ^c ± 2,83	<0,0005*
Cendre (g/l)	7,17 ^a ± 0,31	7,47 ^a ± 0,12	6,90 ^a ± 0,20	<0,2866ns
Matière grasse (g/l)	53,33 ^a ± 0,67	53 ^a ± 0,57	55,67 ^b ± 0,66	<0,0493*
Lactose (g/l)	56,28 ^a ± 1,25	52,54 ^a ± 1,07	36,58 ^b ± 1,46	<0,0001***
Protéines totales (g/l)	38,02 ^a ± 1,16	32,89 ^a ± 3,33	38,62 ^a ± 0,68	<0,1813ns
Protéines caséiniques (g/l)	21,95 ^a ± 1,06	18,64 ^a ± 3,37	22,15 ^a ± 1,44	<0,4910ns
Protéines lactosériques (g/l)	15,74 ^a ± 0,24	14,26 ^b ± 0,07	16,47 ^a ± 0,85	<0,0559ns

*: (différence significative) $P < 0,05$; *** : (différence très significative) $P < 0,001$; ns: (différence non significative) ($P > 0,05$) ; a, b, c, d, e, moyennes dans la même ligne, affectées de lettres différentes sont significativement distincts ($P < 0,05$).

II.1. Qualité physico-chimique des laits camelins collectés

II.1.1. pH

Le lait camelin serait légèrement plus acide que les laits humain et bovin qui ont des pH respectifs égaux à 7.01 et 6.6. Ceci peut être dû à une forte concentration en acides gras volatiles (YAGIL, 1985) et à la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire (SALEY, 1993). Le lait camelin issu d'un élevage extensif paraît avoir une valeur de pH plus important que celle du lait camelin venant de l'élevage en semi-intensif avec une différence significative (tableau VI).

La valeur de pH obtenue du lait camelin venant de l'élevage en semi-intensif semble en parfait accord avec celles citées des travaux : LOMBARKIA *et al.* (2007) et BOUSSOUAR

en 2017 qu'ont signalé une valeur de pH se situant dans la même gamme 6,51 et 6,69 pour un lait de chamelle d'un système semi-intensif.

La valeur de pH pour le lait issu de l'élevage extensif (6,37) est proche des pH signalés par MEDJOUR en 2014 en deux régions de sud algérien (Biskra et El-Oued) (6,40) pour un élevage extensif, SBOUI *et al.* (2009) en Tunisie (6,41). Mais il est inférieur aux valeurs de pH apportés par certains auteurs pour le même système d'élevage : KHASKHELI en 2005 au Pakistan (6,77), FAYE *et al.* (2008) au Kazakhstan (6,46).

II.1.2. Acidité Dornic

L'acidité totale du lait cru est exprimée en degré Dornic (D°). L'acidité du lait camelin issu de l'élevage extensif est plus importante que celle du lait de camelle appartenant à l'élevage semi-intensif (la différence est significative), la valeur de cette dernière semble plutôt plus proche au lait camelin bovin analysé (tableau VI).

La valeur de l'acidité titrable, obtenue pour l'échantillon camelin semi-intensif est inférieure à celles citées par ADJAINÉ et AMIRI (2013) 18,7 D°, SIBOUKEUR (2007) 18,2 D°. Par contre la valeur du même paramètre pour l'échantillon camelin semi-intensif qui est 19,67 D° est trop proche de celui rapporté par BEZZALLA et GOUTTAYA (2015) 20 D°. D'autre part, il semble que les deux valeurs enregistrées demeurent beaucoup plus inférieures que les résultats rapportés par KONUSPAYEVA (2007) et FAYE *et al.* (2008) au Kazakhstan (26 et 24,04 °D, respectivement).

Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, des sels minéraux et des ions (ALAIS, 1984), des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique (MATHIEU, 1998) et de la manutention du lait.

L'étude réalisée par AGGAD *et al.*, (2009) dans l'ouest algérien, a donné lieu à des acidités titrables des laits de mélange du même ordre de grandeur. Selon ce même auteur, ces similarités et différences peuvent être liées au climat, au stade de lactation, à la saison (même période d'étude ou non) et à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique.

II.1.3. Densité

Il n'y a pas de différence significative enregistrée entre la densité de lait camelin de pour les deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). Par ailleurs, il semble qu'il y a une différence significative entre les deux valeurs de la densité, enregistrées pour le lait camelin (issu de l'élevage extensif) et le lait de vache (utilisé dans cette étude), alors que la densité de ce dernier se rapproche beaucoup de celle de lait camelin pour l'élevage semi-intensif (tableau VI).

La valeur enregistrée pour le lait camelin (élevage semi-intensif) qui est 1,029 se retrouve dans la fourchette signalée par (IQBAL *et al.*, 2001) 1,029-1,032. D'autre toutes les valeurs de la densité qu'on a retrouvées (tableau VI) sont largement grandes que celles rapportées par : (SABOUI *et al.*, 2009) 1,020 et (SIBOUKEUR, 2007) 1,023.

La densité dépend directement de la teneur en matière sèche, liée fortement à la fréquence d'abreuvement (MOSBAH, 2012).

II.1.4. Extrait sec total

D'après le tableau VI, la valeur moyenne pour l'extrait sec total (EST) de lait camelin venant de l'élevage semi-intensif est plus grande que celle de lait camelin issu de l'élevage extensif avec une différence significative.

La teneur de l'EST du lait camelin pour le système semi-intensif (127,10 g/l) se rapproche de celle rapportée par ALLOUI-LOMBARKIA *et al.* (2007) sur du lait provenant des régions steppiques de notre pays (129,98 g/l). Pour la deuxième échantillon (lait camelin extensif) semble proche de la fourchette rapportée par certains auteurs en Tunisie (ELLOUZE et KAMOUN, 1989 ; KAMOUN, 1995 et ATTIA *et al.*, 2001) dont les taux varient entre 96 et 116 g/l.

Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total était due à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux (KHASKHELI *et al.*, 2005). 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 (BENGLOUMI *et al.*, 1994 ; KHASKHELI *et al.*, 2005), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation, du nombre de vêlages (YAGIL, 1982 ; KHASKHELI *et al.*, 2005). Des variabilités génétiques (EREIFEJ *et al.*, 2011) et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait de chamelle (KONUSPAYEVA *et al.*, 2009) ont été également rapportés.

II.1.5. Extrait sec dégraissé (ESD)

Les valeurs retrouvées de l'ESD se comportent de la même façon que celles de l'EST avec une différence très significative entre les trois types du lait (tableau VI). L'extrait sec dégraissé pour le bovin est inférieur à celui cité par LUQUET *et al.*, (1985) qui est égal à 91g/l dans tous les mois. Des résultats, comparablement, très proches à ceux-ci et avec ces trois types du lait ont été rapportés par MEDJOUR en 2014.

II.1.6. Teneur en Cendres

Les teneurs en cendres des échantillons analysés sont légèrement différentes (tableau VI) pour les trois types du lait, alors qu'il n'y a pas de différence significative entre ces dernières ($p>0,05$).

Les teneurs en cendres obtenues dans cette étude se situent dans la fourchette des travaux rapportés par certains auteurs LARSSON-RAZNIKIEWWICZ et MOHAMED (1994) 6 g/l, BADAoui (2000) 7,22g/l, MEDJOUR (2014) entre 6,26 et 8,05 g/l, SIBOUKEUR (2007) 7,28 g/l SBOUI *et al.* (2009) en Tunisie avec 7,5 g/l. Mais elles sont inférieures à ceux obtenues par HADDADIN *et al.* (2008) en Jordanie avec 8,2 g/l, 8,6 g/l (KARUE, 1994), DAILLO (1989) en Mauritanie (8,83 g/l) et 9,39 g/l (BOUDJENAH, 2012).

La teneur en cendres du lait camelin diminue en cas de privation d'eau (YAGIL, 1985). Elle varie également en fonction du stade de lactation (FARAH, 1993) et serait fonction des quantités de lait produites (EL-AMIN et WILCOX, 1992).

Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache. On y dénombre en effet des macros et des oligo-éléments qui se trouvent sous forme de sels (phosphates, chlorures et citrates) ou de métaux divers (sodium, potassium, magnésium, calcium, fer, cuivre, zinc...etc.).

II.1.7. Matière grasse

D'après le tableau VI, la teneur en matière grasse est similaire entre les deux types du lait camelin.

La teneur en matière grasse de lait camelin peut atteindre 20 à 60g/l (MITTIANE, 1962). Les teneurs qu'on retrouve sont supérieures à celles qui sont signalées par plusieurs auteurs à savoir :30g/l (BOUDJENAH-HAROUN, 2012), 45g/l (FAO, 1995) et pour la race Somali 56 g/l (KARUE, 1994),BADIDJA et DJELLABI (2014)50 g/l, SIBOUKEUR (2007) pour la race Sahraoui (28g/l), MEHAIA *et al.*, (1995) pour la race Hamra (28,5 g/l), KAMOUN (1995) 35g/l et SBOUI(2005) 37,5 g/l.

Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de la matière grasse. En effet, la traite du matin donne un lait relativement pauvre en matière grasse par rapport à celle des autres traites (KAMOUN, 1994).

La matière grasse du lait camelin renferme des acides gras essentiels tels que l'acide linoléique contrairement à celle du lait bovin dans laquelle les acides gras à courte chaînes non saturée prédominante (SIBOUKEUR, 2007).

II.1.8. Teneur en lactose

D'après les résultats consignés dans le tableau VI, L'analyse de variance de la teneur en lactose montre qu'il y a une différence significative entre le lait camelin des deux systèmes d'élevage et le lait de vache, mais qu'il n'y a pas de différence entre les deux types du lait camelin, l'un avec l'autre (les deux sont affectés avec la même lettre « a »).

La teneur en lactose du lait camelin, signalée par cette étude est proche de celles rapportées par des nombreux auteurs à savoir : GNAN et SHEREHA, (1986) avec 56.1 g/l pour les six premiers mois de lactation, KIHAL *et al.* (1999) avec (45.1 g/l) et MEHAIA *et al.* (1995) (44 g/l). Elle est toutefois supérieure à celle rapportée par GORBAN et IZZELDIN, (1997) avec 25,6 g/l.

La teneur en lactose du lait camelin semble dépendre non seulement de la race mais aussi du stade de lactation et de l'état d'hydratation. Elle est faible pendant les premières heures qui suivent le vêlage et subit une augmentation de 36 % de la teneur initiale, 24 heures après. Une diminution de 37 % de la teneur initiale a été constatée en cas de déshydratation des chamelles (YAGIL et ETZION, 1980). Ces modifications dans la teneur en lactose sont à l'origine des variations dans la saveur du lait camelin.

II.1.9. Teneur en protéines totales

Le tableau VI montre que les valeurs de la concentration en protéines totales sont attribuées toutes avec la même lettre « a », d'après le test de Duncan (Il n'y a pas de différence significative enregistrée entre les trois types du lait).

Les références signalent que le taux protéique peut varier entre 21.5 g/l (GNAN *et al.*, 1994) et 46g/l (MOHAMED *et al* (1989).

Ces résultats rejoignent ceux obtenus par SBOUI *et al.* (2009), 34,15 g/l ; KAMOUN (1994), 34.3 g/l ; 30,72 g/l (ATTIA *et al.*, 2001) ; 30,8 g/l et 33,1 g/l (WANGO, 1997) ; 33 g/l (KAMAL *et al.*, 2007) ; 34,6 g/l (SHAMSIA, 2009) et 35,6 g/l (SIBOUKEUR, 2005) sur de lait des chamelles élevées en extensif.

Cependant, ils semblent supérieurs à celles rapportés par MEHAIA *et al.*, (1995) pour les races Majaheem et Hamra (29.1 g/l et 25.2 g/l), 22,26 g/l (ELLOUZE et KAMOUN, 1989) ; 25,4 g/l (KHASKHELI *et al.*, 2005) ; 28,0 g/l (ELAMINE et WILCOX, 1992).

Concernant la variation de la teneur protéique, YAGIL et ETZION, (1980) signalent qu'elle est maximale juste après la parturition et arrive à atteindre 11.6 %, puis elle diminue et atteint des valeurs comprises entre 4.6 et 5.7 % en régime hydraté ou entre 2.5 et 3.3 % en régime peu hydraté. Quant à sa composition, elle varie en fonction des stades de lactation. Selon KAMOUN, (1994), les deux premiers mois de lactation se caractérisent par une

diminution des taux, protéinique et butyreux du lait camelin. Ces derniers atteignent une valeur minimale coïncidant avec le pic de lactation, puis retrouvent, en fin de lactation, un niveau comparable à celui de départ.

II.1.10. Teneur en caséines

Malgré qu'il y a une légère variation dans le taux protéique ; alors que celle-ci n'est pas significative ($P > 0,05$) (tableau VI).

Des teneurs similaires ont été évoquées par KHASKHELI *et al.* (2005) (22,1 g/l) ; ATTIA *et al.* (2001) (20,60 g/l) ; ALLOUILOMBARKIA *et al.* (2007) (21,3 g/l). Alors que KAMOUN, (1994) a signalé un taux plus important (28,15 g/l).

Il est admis que, comparativement au lait bovin, le lait de dromadaire est pauvre en caséines, protéines responsables de la consistance du lait coagulé et son équilibre minéral, ce qui amplifie son inaptitude à la coagulation (KAMOUN, 1995).

En plus, de l'effet saison qui constitue un facteur déterminant dans la variation de la composition physico-chimique du lait de chamelle, les variations enregistrées reflètent également, des différences de race, de stade de lactation, d'échantillonnage ainsi que des méthodes analytiques utilisées.

II.1.11. Teneur en protéines sériques

D'après les résultats enregistrés sur le tableau VI, L'analyse de variance de la teneur en lactose montre qu'il y a une différence significative entre le lait camelin des deux systèmes d'élevage et le lait de vache, mais qu'il n'y a pas de différence entre ces deux types du lait camelin, l'un avec l'autre (les deux sont affectés avec la même lettre « b » d'après le test de Duncan).

Les taux en protéines lactosériques du lait camelin (provenant des deux systèmes d'élevage) semblent être légèrement inférieurs à ceux obtenus par KIHAL *et al.* (1999) (8,59 g/l) ; FARAH (1993) (7 g/l) ; 9 g/l selon ABU-LEHIA (1987) ; 10 g/l selon BAYOUMI (1990) et ABU-LEHIA (1994) pour la race Majaheem (11,2 g/l).

Ce taux important en protéines sériques du lait camelin est d'un grand intérêt du fait que c'est dans cette fraction qu'on retrouve des facteurs antibactériens particulièrement puissants (lysozyme, lactoferrine et immunoglobulines...) (ELAGAMY, 2000).

II.2. Variations du pH et de l'acidité du lait au cours de l'entreposage

Dans le but d'étudier le comportement du pH et de l'acidité (paramètres indispensables pour le suivi de la conservation du lait) des échantillons de lait déjà décrit, on a essayé de suivre l'évolution de ces deux paramètres sous trois différentes températures : température ambiante, à 4 et à -18°C.

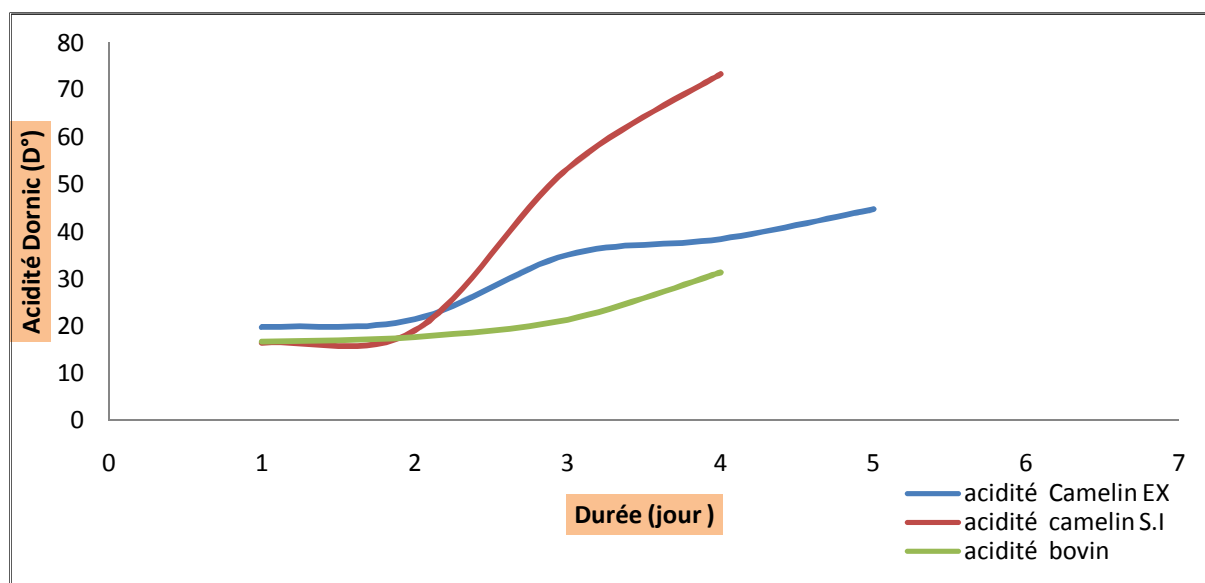
II.2.1. Evolution du pH et de l'acidité Dornic au cours de l'entreposage à la température ambiante (25°C)

Figure 10: Evolution de l'acidité titrable durant l'entreposage à la température ambiante (25°C).

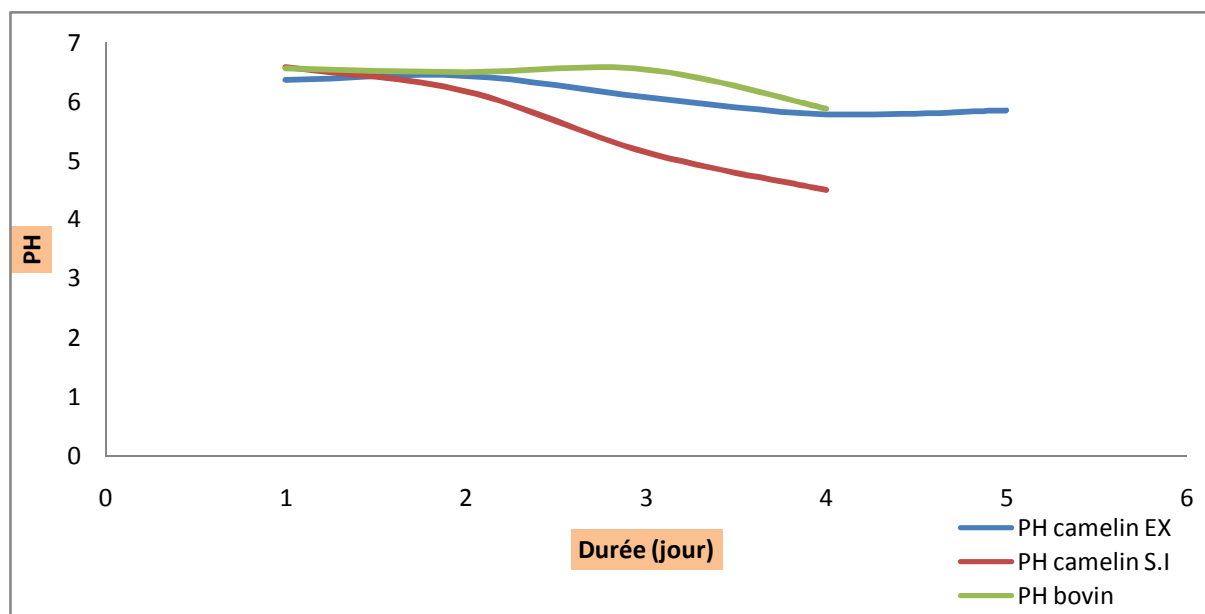


Figure 11 : Evolution de pH durant l'entreposage à la température ambiante (25°C).

Les échantillons de lait frais sont mis à température du laboratoire ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) après détermination du pH et de l'acidité à l'état frais. Ces deux paramètres sont mesurés de façon journalière jusqu'à lorsqu'on remarque une modification de l'aspect du lait : coagulation et odeur désagréable. Les résultats sont illustrés dans la figure 10 et 11.

L'acidité titrable, qui témoigne de l'état de fraîcheur du lait et de sa richesse relative en caséines, phosphates, citrate, hydrogéo-carbonate et lactates, varie en sens inverse avec le pH.

Notons que l'acidité du lait a peu d'influence sur le pH. Cette constatation expérimentale, signalée par de nombreux auteurs, est due à l'effet du pouvoir tampon du lait camelin, relativement plus important par rapport aux laits d'autres espèces (FARAH *et al.*, 1989 ; RAMET, 1994).

L'analyse de la figure 10 montre une stabilité entre le premier et le deuxième jour d'entreposage pour les trois types du lait, au bout du deuxième jour l'acidité commence à augmenter cette augmentation est brusquement remarquable pour le lait camelin de l'élevage semi-intensif. Cette augmentation continue jusqu'au 4^{ème} jour, où le lait camelin issu de l'élevage semi-intensif est complètement instable. Il semble que ce dernier type du lait est le moins stable et le plus affecté par l'entreposage à cette température.

Les variations de pH (figure 11), à la même température (température ambiante), pour les trois types du lait, montrent que celles-ci se comportent de la même façon que celles de l'acidité, une exception faite pour le lait bovin qui garde presque sa valeur initiale jusqu'au 3^{ème} jour, puis elle descend rapidement. La meilleure stabilité de pH semble celle de lait camelin de l'élevage extensif car sa valeur se baisse plus lentement que les autres laits au cours de la durée globale de l'entreposage. Le lait camelin de l'élevage semi-intensif est celui qui fournit la plus mauvaise qualité de conservation, car il arrive à passer au-dessous du pH 4,3 (pH de coagulation pour le lait camelin) au bout du 4^{ème} jour. La valeur du pH doit son importance aux indications qu'elle fournit, sur l'état de fraîcheur du lait ou sur sa stabilité. Elle est dépendante de la teneur en citrates et en caséines ainsi que de l'état sanitaire de la mamelle (MATHIEU, 1998). Elle est également influencée par la force des acides présents dans le lait. Ce paramètre pourrait être affecté par l'alimentation et la disponibilité de l'eau (GORBEN et IZZELDIN, 1997 ; YAGIL *et al.*, 1998). En raison de la nature du fourrage et de la disponibilité de l'eau potable, le lait de dromadaire frais a généralement un pH élevé (KHASKHELI *et al.*, 2005), qui est situé entre 6,5 à 6,7 (SHALASH, 1979).

II.2.2. Evolution du pH et l'acidité titrable des échantillons entreposés à 4°C (réfrigération)

Les échantillons du lait sont conservés au réfrigérateur à 4°C pour suivre l'évolution du pH et l'acidité d'une façon journalière. Le suivi est arrêté lorsqu'on remarque une modification de l'aspect du lait : coagulation et odeur désagréable. Les résultats obtenus sont illustrés dans les figures 12 et 13.

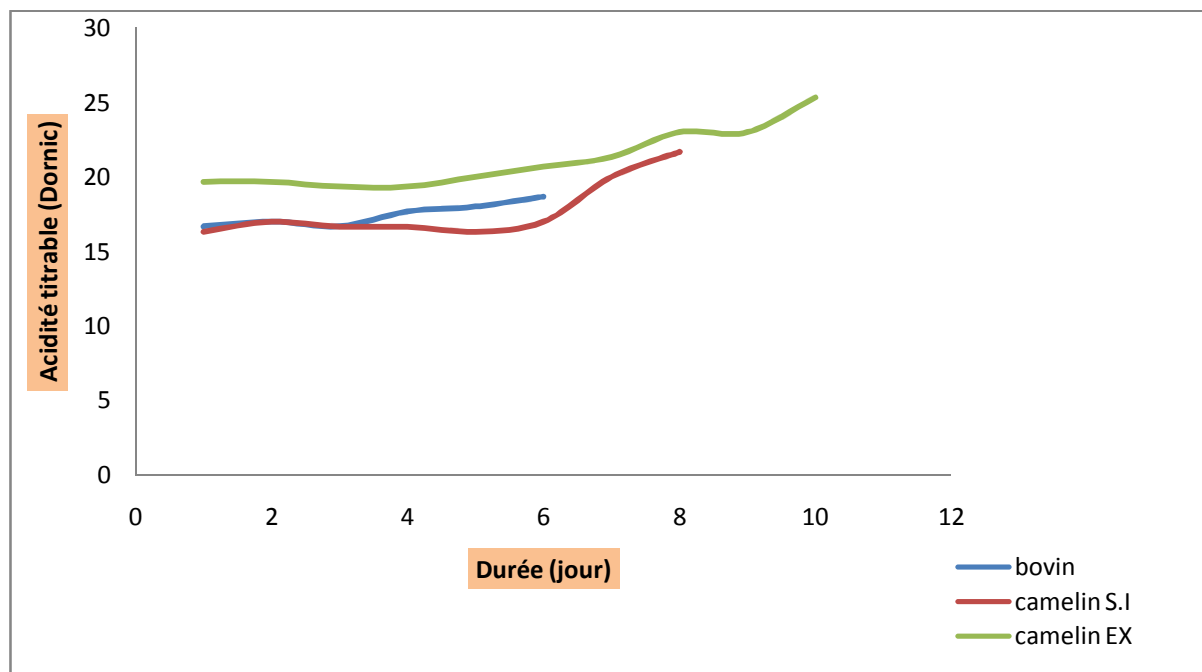


Figure 12 : Variations de l'acidité des échantillons de lait, étudiés à 4°C

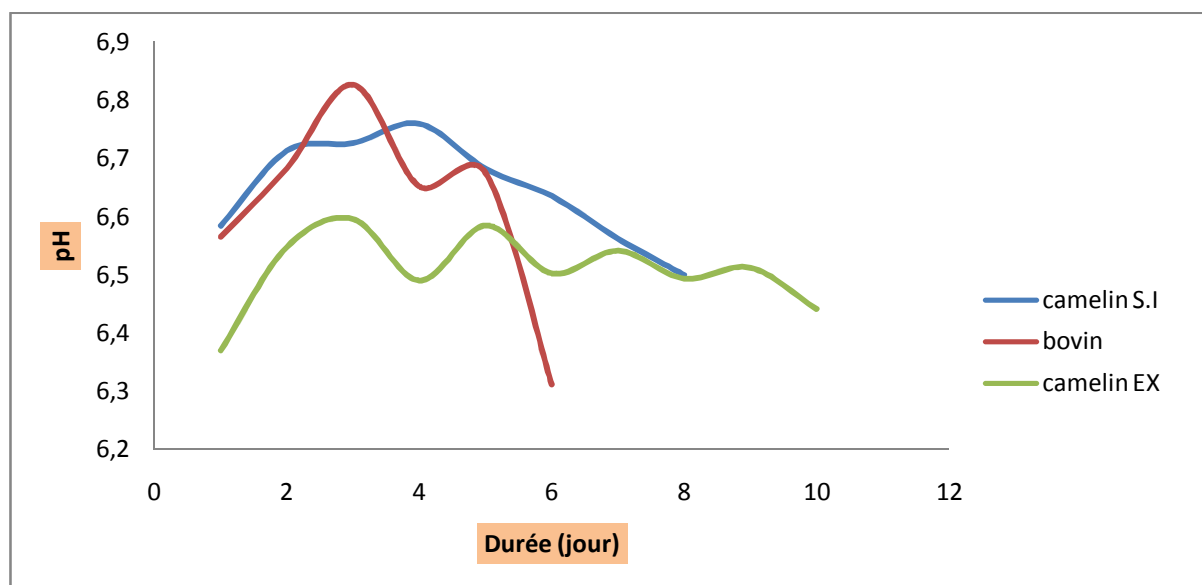


Figure 13 : Variations de pH des échantillons de lait, étudiés à 4°C

Les figures 12 et 13 montrent que jusqu'au 2ème et 3ème jour de conservation à 4 °C, le pH et l'acidité titrable des échantillons du lait camelin restent conformes aux normes. Puis, nous constatons une phase d'acidification qui commence à partir du 4ème jour et continue jusqu'au 6ème jour pour arriver à un pH compris entre 6,50 et 6,63 et à une acidité titrable varie entre ; (20 et 18 °D). Après le 6ème jour, les résultats du pH et de l'acidité varient

lentement jusqu'au 10 jour .L'acidité du lait de vache commence à s'élever d'une façon remarquable dès le 3^{ème} jour (17°D) avec un pH égale à 6,66.

Cette lente acidification du lait de chamelle peut être expliquée par l'émulsion de sa matière grasse (particularité des globules gras) ainsi qu'à la suspension colloïdale des protéines(ATTIA *et al.*, 2000 : KHEROUATOU,2000).

L'activité antimicrobienne du lait de chamelle est supérieure à celle du lait de vache (richesse en lysozyme et en peroxydase) ce qui peut maintenir sa stabilité et ralentir sa fermentation (El AGAMY, 1992). Ces résultats montrent que même à 4°C, le lait de chamelle peut se conserver plus longtemps (au moins 10 jours) que le lait de vache qui perd son aspect naturel après 5 jours (Figure 12 et 13).Ces résultats sont concordés par ceux rapportés par (SABOUI *et al.*, 2009)(au moins 7 jours).

D'autre part, il semble que le lait le plus stable à la réfrigération est le lait camelin issu de l'élevage extensif.

II.2.3.Evolution du pH et l'acidité titrable des échantillons entreposés à -18°C (congélation)

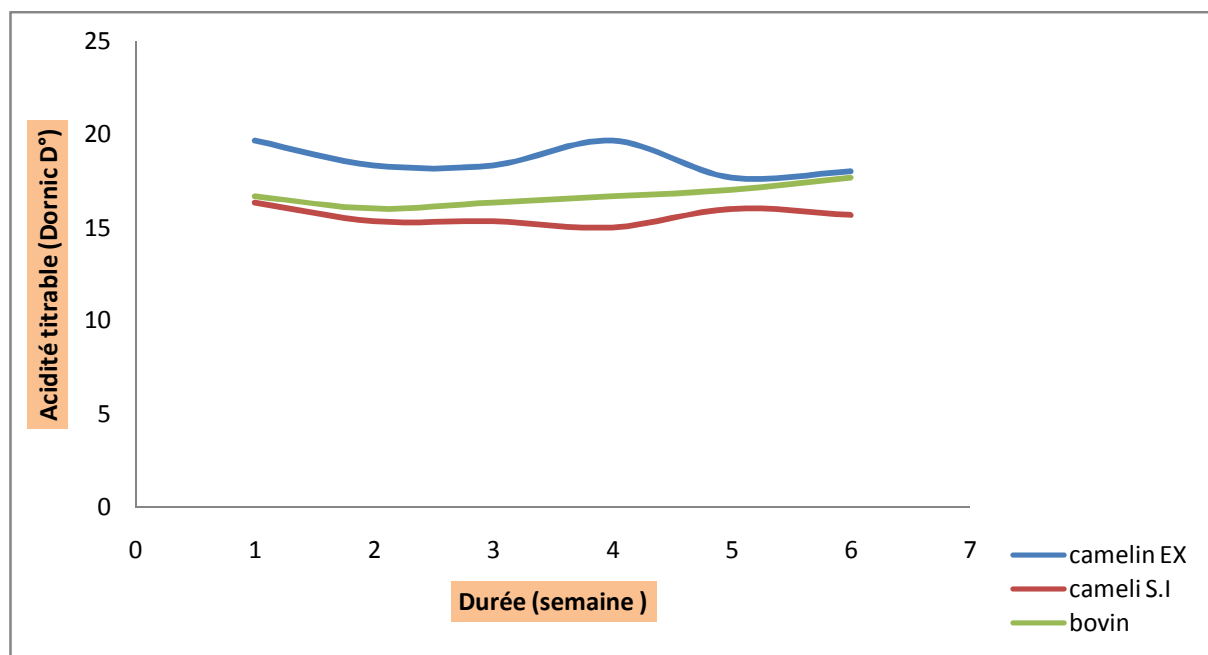


Figure 14 : Variations de l'acidité titrable des échantillons de lait, étudiés à -18°C

Le lait analysé est congelé à -18°C, les deux paramètres (acidité Dornic et pH) sont mesurés pendant six semaines à partir du jour de prélèvement (une fois par semaine et dans le même jour), pour étudier la stabilité du lait à cette température. Les résultats sont représentés dans les figures 14 et 15.

La figure 14 montre que l'acidité est presque stable à la température de congélation pour les 3 types de lait. D'autre part, la figure 15 montre que le pH diminue lentement pendant la durée 6 semaines, cela peut être dû à l'altération de certains composants du lait par l'effet de la congélation.

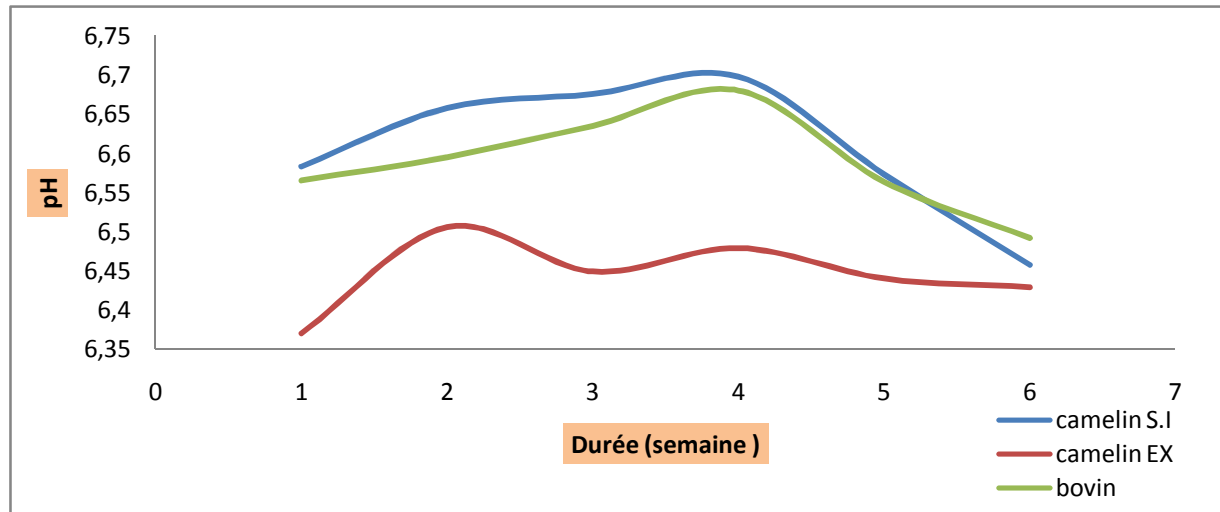


Figure 15 : Variations de pH des échantillons de lait à -18°C

La congélation peut donc être utilisée comme méthode efficace pour la conservation du lait (de chamelle), permettant ainsi sa consommation même après plusieurs jours de la traite de l'animal. D'après cette étude, le lait peut être conservé jusqu'au 6 semaines (soit 1 mois et demi sans être altéré).

Cette résistance aux facteurs externes du lait de chamelle, se traduisant par une acidification lente à différentes températures, peut être expliquée par le pouvoir tampon, ainsi que par la composition particulière en protéines (teneur très faible en caséines Kappa) et en facteurs antimicrobiens de ce lait (FARAH, 1993).

La Congélation provoque une diminution importante de l'eau disponible dans le lait, soit à une baisse de l'activité de l'eau (A_w), ce qui ralentit ou stoppe l'activité microbienne et enzymatique (DARINMOUB, 2009).

Conclusion

Il est reconnu par les gens depuis longtemps que le lait de chamelle est un aliment nutritif, riche en vitamine C et en matière protéique avec une quantité très suffisante en matière grasse. Il a été prouvé que le lait et l'urine de chamelle présente beaucoup d'avantages pour la santé humaine.

L'objectif de la présente étude est de savoir si la transition du système d'élevage camelin de l'extensif (système d'élevage traditionnel et naturel) au système d'élevage semi-intensif (stabulation et notamment l'introduction de nouvelle alimentation) peut avoir un impact sur la qualité de conservation et d'entreposage du lait camelin, et secondairement de voir les changements qui peuvent avoir lieu au niveau de la composition physico-chimique du lait camelin en réponse à cette transition.

Les analyses physico-chimiques de départ sur les échantillons de lait camelin appartenant aux deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif) ont montré que :

- Le pH du lait camelin a augmenté, significativement, en passant au système semi-intensif ;
- Son acidité devient plus réduite ;
- Son taux en matière sèche totale et matière dégraissée ont, d'avantage, augmenté et d'une manière significative ;

Par ailleurs, l'étude de l'entreposage et conservation de lait camelin des deux modes d'élevage (extensif et semi-intensif) à 3 différentes températures a montré que l'échantillon du lait camelin venant de l'élevage extensif est meilleur de point de vue de sa stabilité et indifféremment à travers toutes les températures de stockage examinées (ambiante, + 4 °C et - 4°C). D'après cette étude, ce lait peut être stocké 2-3 jours (à 25 °C), au moins 10 jours (à +4 °C) et au moins 1 mois et demi (à -18 °C) sans altération sur la phase physico-chimique.

Ce travail a été entravé par certaines limites y compris et le plus important est la durée insuffisante allouée aux investigations et aux expérimentations. D'autre part et toujours dans ce contexte, il nécessite d'autres investigations plus approfondies pour comprendre certains points qui demeurent insuffisamment élucidés. Des analyses physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle doivent être réalisées sur un échantillon plus large comportant des laits individuels, et des laits de mélange collectés dans des régions différentes où les deux types d'élevage coexistent. Par ailleurs, le recours à des techniques de séparation et d'analyses plus sophistiquées tels que la spectrophotométrie à flamme, l'HPLC, la

CPG...etc., permettra de caractériser d'une manière plus complète et fiable ce champs de d'étude.

Références bibliographiques

- **ABDEL-RAHIM A.G. (1987).** The chemical composition and nutritional value of camel (*Cameus dromedarius*) and goat (*Capra bircus*) milk. *World Revue of Animal Production*, **23** (1), 9-11.
- **ABU-LEHIA I. H. (1987).** Composition of camel milk. *Milchwissenschaft*, **42**, 368-371.
- **ABU-LEHIA I. H. (1989).** Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. *Food Chemistry*, **34**, 261-271.
- **AGRAWAL R.P., SWAMI S.C., BENIWAL R., KOCHAR D.K., SAHANI M.S., TUTEJAF.C., et GHOURI S.K., 2003.** Effect of camel milk on glycemic control risk factors and diabetes quality of life in type-1 diabetes: a randomised prospective controlled study *Camel. Res. Pract.*, 10, 45-50.
- **AHMED BELHALILI A., BARKACHE N., ZIADI A., 2014.** Evaluation de la qualité du lait cru et transformé au cours de la conservation. Mémoire de Master. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers. Université 08 Mai 1945 Guelma. 77 pages.
- **AL HAJ O.A., AL KANHAL H.A. (2010).** Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk – review. *International Dairy Journal* xxx. P. 1-11.
- **ALAIS C. (1975).** Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic, Paris.
- **ALLOUI-LOMBARKIA O, LACHKHAB S, YUCEF L ., (2002)** .Influence de taux de réfrigération sur la qualité bactériologique et biochimique du lait ; département agronomie, faculté des sciences , Université de Batna Aust. *J. Dairy Techn.*, 41, 33-35
- **ATTIA H., KHEROUATOU N. and DHOUIB A. (2001).** Dromedary milk lactic acid fermentation: microbiological and rheological characteristics. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, **26**, 263-270.
- **ATTIA H., KHEROUATOU N., FAKHFAKH N., KHORCHANI T. and TRIGUI N. (2000a).** Dromedary milk fat : biochemical, microscopic and rheological characteristics. *Journal of Food Lipids*, **7**, 95-112.
- **BADAoui D. (2000).** Contribution à la connaissance de lait de chamelle : Essai de caractérisation de protéines par l'électrophorèse sur GEL de polyacrylamide, mémoire d'ingénieur, IAS, université de Ouargla. p 65.
- **BADIDJA,S DJELLABI,F (2014).** Etude comparative de la composition physicochimique de lait camelin et humain. Mémoire de MASTER, Université KASDI MERBAH Ouargla, Algérie.

- **BAYOUMI S. (1990).** Studies on composition and rennet coagulation of camel milk. *Kieler Milchwirtschaft Forschungberichte*, **42**, 3-8.
- **BEKELE T., ZEKELE M. and BAARS R.M.T. (2002).** Milk production performance of the one humped camel (*Camelus dromedarius*) under pastoral management in semi-arid eastern Ethiopia. *Livestock Prod. Sci.*, **76**, 37-44
- **BEN-AISSA, M., (1989).** Le dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes – Série Séminaires (02), 19-28.
- **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", 24-26octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **BENNEDJMA I, ROUIDJAA I.(2015).** Evaluation de la qualité physico-chimique et biochimique et suivie de l'activité protéolytique du lait camelin (collecté localement) durant sa transformation en fromage. Mémoire de master .69p
- **BEZZALLA., GOUTTAYA (2013).** Etude de la qualité microbiologique du lait camelin collecté localement en mi-lactation, mémoire de master, université KASDI MERBAH, Ouargla, Algérie.
- **BORNAZ S., SAHLI A., ATTALAH1 A. et ATTIA H. (2009).** Physicochemical characteristics and renneting properties of camels' milk: A comparison with goats', ewes' and cows' milks. *International Journal of Dairy Technology* 62, N°4, p. 505-515.
- **BOUDJENAH H.S, LALEYE S., LOUIS C. S. C., MOULTI-MATI F., SI AHMED S. et MATI A. (2012).**Coagulation of Calllel Milk using Dromedary Gastric Enzymes as a Substitute of the Commercial Rennet. *American Journal of Food Technology* 7 (7), p. 409- 419.
- **BOUDJENAH-HAROUN S, (2012).** Aptitudes à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires. Mémoire doctorat. Faculté des sciences biologiques et de la science agronomique, département de Biochimie. Université Mouloud Mammeri TIZI OUZOU
- **BOUSSOUAR,N.(2017).** caractérisation technologique et sanitaire des entérocoques isolés à partir de lait de chamelle du sud-ouest algérien.thèse de doctorat.238p
- **CHETHOUNA F, (2011).** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de magister. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des

Sciences de la Terre et de l'Univers, département des sciences de la nature et de la vie (option : microbiologie appliquée). Université Kasdi Merbah Ouargla.

- **CODEX ALIMENTARIUS. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. pp :1-4.
- **CONTE S.,2008** –Evolution des caractéristique organoleptiques ,physico-chimique et microbiologique de lait caillé traditionnel ,mémoire de diplôme .université Cheikh Anta Diop de Daka Sénégal ,p 2,3
- **CORRERA A.,** 2006. Thèse de doctorat en écologie et gestion de la biodiversité. Muséum national d'histoire naturelle Paris.
- **DARINMOUB, 2009.** Conseils pour le consommateur. Laboratoire de contrôle la qualité et de conformité, Atakor pub. En line : <http://www.darinmoub.com/>
- **DEBOUZA A.,GUERGUER L.,HAMID OUDJDANA A.,HADJ SEYD AEK.** faculté des science de la nature et de la vie et des science de la terre .département de biologie .université de Ghardaïa .revue EL Wahat pour les recherches et les Etude vol.7n°2 (2014) :10-17
- **DEFORGES J., DERENS E., ROSSET R. ET SERRAND M. (1999).** Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec et Doc, Paris.
- **DESAL H.K., PATEL J.N. and PANDYA A.J. (1982).** Composition of camel milk. *Gujarat Agricultural University Research Journal*, **2**, 131-132.
- **DIALLO B.C. (1989).** L'élevage du dromadaire en Mauritanie. CIHEAM-IAMM. Options Méditerranéennes. Série Séminaires- n° 2. p. 29- 32.
- **DIARRA M.S., PETITCLERC D. et LACASSE P.,** 2002. Effect of lactoferrin in combination with Penicillin on the Morphology and the Physiology of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis. *J. of Dairy Sci.* **85**, 1141-1149.
- **EI. EL AGAMY.** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *J.Dairy. Res.*, **59** (1992) 169-175 rich, Switzerland
- **EI AGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P.et ASSAF R.,** 1996. Purification and characterization of lactoferrin, lactoperoxidase, lysozyme and immunoglobulins from camel's milk. *Int. Dairy J.*, **6**, 129-145.
- **-EL-AGAMY E, (2006).** Camel milk. In: Park YW et Haenlein GF (Eds), *Handbook of milk of non-bovine mammals*. pp 297-344. Blackwell Publishing, Iowa, USA.
- **EL-AGAMY E.I., 2000.** Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors : a comparison with cow's and buffalo. *Food Chem.*, **68**, 227-232.

- **EL-AMIN F.M. and WILCOX C.J. (1992).** Milk Composition of Majaheim camels. *Journal of Dairy Science*, **75**, 3155-3157.
- **ELKHIDIR H.E., 2002.** Vitamin C status in Sudanese camels. PhD Thesis, University of Utrecht (The Netherlands), 98 p.
- **ELLOUZE S. and KAMOUN M. (1989).** Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de la lactation. *Options Méditerranéennes-Série Séminaires-*, **6**, 307-311.
- **EREIFEJ K.I., ALU'DATT M.H., ALKHALIDY H.A., ALLI I. et RABABAH T., 2011.** Comparison and characterization of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. *Food Chemistry* **127**, p. 282-289.
- **FAO, (1995).** Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome
- **FAO., 2009.** Camel milk. Retrieved from. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.
- **FARAH Z. (1993).** Composition and Characteristics of Camel Milk ; review. *J. Dairy Res.*, **60**, 603-626.
- **FARAH Z. (2004).** Milk. In Z. Farah, A. Fisher (Eds), Milk and meat from the camel. Han book on products and processing. P. 25-28. Zurich. Switzer-land. Swiss Federal Institute of Technology.
- **FARAH Z. and RÜEGG M. W. (1989).** The size distribution of casein micelles in camel milk. *Food Microstructure*, **8**, 211-216.
- **FARAH Z. et RÜEGG M.W.,. 1991.** The creaming properties and size distribution of Fat globules in camel milk. *J. Dairy Sci.*, **74**, 2901-2904.
- **FARAH Z., RETTENMAIER R. et ATTKINS D. (1992).** Vitamin content of camel milk. *International Journal of Vitamins and Nutrition Research* (**62**), p. 30-33.
- **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.
- **FAYE, B. 1997.** Guide de l'élevage du dromadaire. CIRAD-EMVT, Montpellier, première édition, 126 p.
- **GHALEM R.(2016).** Etude des caractéristiques physico-chimiques, Biochimiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de master .Université Abou Baker Belkaid-Tlemcen.99p

- **GHENNAM .E.H., ALLOUI .L.O.,&GHENNAM .A., (2007).** Evolution de quelques caractères physico-chimiques et flore microbienne du lait de dromadaire conservé aux températures ambiante et de réfrigération. Laboratoire de Technologie Alimentaire, Université de Batna, Renc. Rech. Ruminants, 109.
- **GNAN S.O. and SHERIHA A.M. (1986).** Composition of Libyan camel milk. *Australian Journal of Dairy Technology*, **41**, 33-35.
- **GUERRIDA, F ;et TOBCHI ,M.(2017).** Variation de la qualité physico-chimique du lait camelin issu du système d'élevage extensif de deux saisons différentes. Mémoire master .87p
- **H ATTIA , N. KHEROUATOU, N. FAKHFAKH, T.KHORCHANI AND N. TRIGUI.** Dromedary milk fat:biochemical, microscopic and rheological characteristics. *J. food Lipids.*, 07 (2000a) 95- 112.
- **H. ATTIA, N. KHEROUATOU, NASRI M AND T. KHORCHANI.** Characterization of the dromedary milk casein micelle and study of its changes during acidification, *Lait.*,80 (2000b) 503- 515.
- **HADDADIN M. S. Y., GAMMOH S. I. and ROBINSON R. K. (2007).** Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research*, **75**, 8-12.
- **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.
- **HASSAN A.A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A. and EL SHABRAWY S.A. (1987).** Physico-chemical Properties of camel milk during lactation period in Egypt. *Egyptian Journal of Food Science*, **15** (1), 1-14.
- **HASSAN, A.H., HAGRASS, A.I., SORYAL, K.A. & EL-SHABRAWY, S.A. (1987).** Physicochemical properties of camel milk during lactation period in Egypt. *Egyptian Journal of Food Science* 15, 1–14.
- **HULSEBUS C., 1999.** Cité par **RAHLI F. 2015**
- **IQBAL A., GILL R.A., YOUNAS M., 2001.** Milk composition of Pakistani camel (*Camelus dromedarius*) kept under station/farmer's conditions. *Emir. J.Aric.Sci.* (13): 07-10.
- **JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. ET BRULE G., 2008.** Les produits laitiers. 2ème édition .Tec et Doc. Lavoisier. 185 pages.

- **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. ET BRULE G., 2006.** Sciences des aliments. Tome 1. Stabilisation biologique et physico-chimique. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 381 pages
- **JIANLIN, H., J. QUAU, Z. MEN, Y. ZHANG AND W. WANG. 1999.** Three unique restriction fragment length polymorphisms of *EcoR* I, *Pvu* II and *Sca* I digested mitochondrial DNA of wild Bactrian camel (*Camelus bactrianus ferus*) in China. Journal of Animal Science. 77: 2315–2316
- **JOFFIN C ET JOFFIN JN., 1999.** Microbiologie alimentaire. Collection biologie et technique. 5ème édition, p 11.
- **JOUAN P., 2002.** Lactoprotéines et lactopeptides. Propriétés biologiques. INRA publ., Versailles, 127 p.
- **KAMOUN M. (1995).** Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. *CIHEAM- IMAZ, Séminaires Zaragoza*. Spain
- **KANUSPAYEVA G., FAYE B. et SERIKBAEVA A., 2003.** Les produits laitiers traditionnels à base de lait de chamelle en Asie centrale. Workshop on camel milk in Africa. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey (Niger), 5-8/11/03 (in press).
- **KARRAY N., LOPEZ C., LESEIR P. and OLLIVON M., 2004.** Dromadary milk fat : thermal and structural properties ; 1. crystalline forms obtained by slow cooling. *Lait*, **84**, 399-416.
- **KARUE C.N. (1998).** The dairy characteristics of the Kenyan camel. In Dromadaires e tchameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994. Collection Colloques. CIRAD. Montpellier. France. P. 55-60.
- **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.
- **KIHAL M., CHEKROUN A., BENSOLTANE A., KHEROUA O. and SAIDI D. (1999).** Characterization of Algeria raw camels' milk : proteins content and native lactic acid bacteria, 1ères Journées sur la Recherche Cameline, 25 au 27 mai, ITAS, Ouargla, Algérie
- **KNOESS K. H. (1977).** Le chameau producteur de viande et de lait. *Revue mondiale de zootechnie*. 22, 39-44.

- **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.
- **KONUSPAYEVA, G., FAYE, B., LOISEAU, G. & LEVIEUX, D., (2007).** Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *Enterocamelus dromedarius*, and Hybrids) from Kazakhstan. *Journal of Dairy Science* 90, 38– 46.
- **KONUSPAYEVA, G., LOISEAU, G. & FAYE, B., (2004).** The health added value of raw and fermented camel milk: the case of Kazakhstan. *Rencontres Autour des Recherches sur les Ruminants* 11, 47–50.
- **LARSSON-RAZNIKIEWICZ M., MOHAMED M. A., (1994).** Camel's (*Camelus dromedarius*) Milk: properties important for processing procedures and nutritional value. Actes du Colloque : « Dromadaires et chameaux animaux laitiers », 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **LASNAMI K., (1986):** Le dromadaire en Algérie. Perspective de développement. Thèse. Magis. Agro. I.N.A. El Harrach. Algérie. 185P.
- **LEYMAROIS F.C.,2010-** qualité nutritionnelle du lait de vache et de lait de chèvre. Voies d'amélioration par l'alimentation ,thèse pour doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort .Paris ,France ,p15
- **LHOTE, H., (1987).** Chameau et dromadaire en Afrique du Nord et au Sahara : recherches sur leurs origines. Alger : ONAPSA. - 161 p.
- **LOISEAU G., FAYE B., SERIKBAEVA A., MONTET D., 2001.** Enzymes ability to serve as markers of pasteurized camel milk. Int. Conf. On new horizons in biotechnology, 1821 avril 2001, Trivandrum, Inde.
- **-LUQUET .F.M ET BONJEAN-LINCZOWSKI. Y, 1985.** Le lait de la mamelle à la laiterie in lait et produits laitiers Vache- Brebis- Chèvre. Tec et Doc- Lavoisier, 1985, 1-15p.
- **M. AICHOUNI A ;2011.** Etude du potentiel reproductif et exploration de certains paramètres hématologiques et histologiques chez le dromadaire (*camelus dromedarius*) du sud ouest de l'algérie,thèse doctorat ,université d'oran,201p
- **MAZOUZI, M.(2018).** Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques sanguins chez le dromadaire dans la région de Biskra.mémoire master.Université Mohamed Khider de Biskra.54p

- **MEDJOUR ,A.(2014)** . Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif),thèse magister, UNIVERSITE MOHAMED KHIDER DE BISKRA,125p.
- **MEGHELLI .I et KAOUDJI .Z (2016)**. Caractérisation morphométrique, biotech d'ADN et typologie de l'élevage Camelin en Algérie et application bioinformatique en génétique, diplôme de master. université de Tlemcen,113
- **MEHAIA M.A. and AL-KANHAI M.A. (1989)**. Studies on camel and goat milk proteins: Nitrogen distribution and amino acid composition. *Nutrition Reports International*, **39**, 351-357.
- **MEHAÏA M.A., HABLAS M.A., ABDEL-RAHIM K.M. and MOUGY S.A. (1995)**. Milk composition, Wada and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food chemistry*, **52**, 115-122.
- **MEKROUDH.,2011**. effet de la température sur la production laitière dans la région de sétif . diplôme de magister en sciences agronomiques. universite ferhat abbas- setif.p138
- **MITTAIN J, (1962)**. Milk other than cows' Milk. In: Milk Hygiene. WHO/FAO, p. 681-694.
- **MOSLAH M. (1994)**. La production laitière du dromadaire en Tunisie. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **N. KHEROUATOU**. La micelle du lait camelin : Caractérisation physicochimique, rhéologique, biochimique et techno fonctionnelle. Thèse de Doctorat, Ecole National des Ingénieurs de Sfax, Tunisie., (2000) 201p.
- **OMAR, A.A., & HAMAD, A.A., (2010)**. Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. *International Dairy Journal* 20. pp : 811-821
- **OULAD BELKHIR, A.(2018)**. Caractérisation des populations camelines du sahara septentrional algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits. Doctorat es sciences. Université kasdi merbah – ouargla.137p
- **OULD AHMED M. (2009)**. Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelusdromedarius*) en Tunisie. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Institut national agronomique de tunisie 172p.
- **RAHLI,F.(2015)**. Valorisation du lait de chamelle par l'exploitation des potentialités technologique des bactéries lactiques isolées localement,thèse doctorat , Université

D'Oran -1-,165p

- **RAMET J.P., 1993.** La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude F.A.O., Production et santé animales, 113. *Sci. Technol.* **18** : 191-196
- **RICHARD D. et GERALD D. (1989).** La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trp.*, **42**, 97-103.
- **SALEY M. (1993).** La Production Laitière du Dromadaire. CIRAD, Ed Maison-Alfort, Paris.
- **SAMMAN M.A., AI-SALEH A.A. et SHETHK. (1993).** The Karyotype of the Arabian Camel, *Camelus dromedaries*. J. King Saud Univ., 5, Science (1), p. 57-64.
- **SAWAYA W. N., KHALIL J. K., AL-SHALHAT A. and AL-MOHAMMAD H. (1984).** Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *Journal of Food Science*, **49**, 744-747.
- **SBOUI .A., KHORCHANI .T., DJEGHAM .M., AGREBI .M., ELHATMI .H., &BELHADJ .O., (2009).** Anti-diabetic effect of camel milk in alloxan-induced diabetic dogs: a doseresponse experiment. *Journal of Animal physiology and animal nutrition*. Tunisia.
- **SBOUI A, KHORCHANI T, DJEGHAM M et BELHADJ O. (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes température s ; *Afrique SCIENCE* 05 (2), 293 – 304.
- **SENOUSSI, C., (2011).** Les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du sud algérien : essais de séparation et caractérisation de la fraction protéose peptone, thèse de magister, université mouloud Mammeri de TIZI Ouzo, Alger.
- **SHAMSIA S. M. (2009).** Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks. *International Journal of Genetics and Molecular Biology* Vol. 1 (2), p. 052-058.
- **SIBOUKEUR , O.(2007).** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques.135p
- **SIBOUKEUR,2011** « L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb » Université KASDI MERBAH - Ouargla- Algérie, du 21 au 24 Novembre 2011.p69
- **SKIDMORE J.A., 2005.** Reproduction in dromedary camels: an update. *Anim. Reprod.*,2, N°3, p.161-171.

- **VIGNOLA C. L., 2002.** Science et technologie du lait. Ed. Ecole polytechnique de Montréal. Canada. 600 pages
- **WANGO J. (1997).** Chemical and Technological Properties of Camel (*Camelus dromedarius*) Milk. Diss. ETH Nr. 12295, Swiss Federal Institute of Technology,
- **WANGO J., FARAH Z. and PUHAN Z. (1998a).** Iso-electric focusing of camel milk proteins. *Int. Dairy J.*, **8**, 617-621.
- **WARDEH, M. F. DAWA M. (1995).** Camels and dromedaries: general perspectives. ICAR Technical Series n°11. p. 1-9.
- **YAGIL R. (1982).** Camels and camel milk. In Animal production and health paper n° 26. P. 1- 69. Publication FAO. Rome.
- **YAGIL R. (1985).** The Desert camel; comparative physiological adaptation. Ed Karger, Basal.
- **YAGIL R. ET ETIZION Z., (1984).** Enhanced reproduction in Camel. *Comp. Biochem. Physio.* 79a: 201-204.
- **YAGIL R. et ETZION Z., 1980a.** Effect of drought conditions on the quality of camel milk. *J. Dairy. Res.*, 47, 159-166.
- **YAGIL R., (1985).** The desert camel: comparative physiological adaptation. Comparative animal nutrition. Basel : éd. Karger, ; 163 p.
- **YAGIL, R. (1982).** Camels and camel milk. FAO Animal Production and Health Paper 26, pp. 1–67. FAO, Rome.
- **Z. FARAH AND M.R. Bachmann.** Rennet coagulation properties of camel milk. *Milch wissenschafte.*, 42 (1987) 689- 692.
- **Z. FARAH;** Composition and characteristics of camel milk. *J. Dairy. Res.*, 60 (1993) 603-626.
- **ZAGULKI T., LIPINSKI P., ZAGULSKA A., BRONIEK S., JARZABEK Z., 1989.** Lactoferrin can protect mice against a lethal dose of Escherichia coli in experimental infection in vivo. *Br.J.Exp.Pathol.* 70697-704Br. *J. Exp. Pathol.*, 70, 697-704.

المراجع بالعربية :

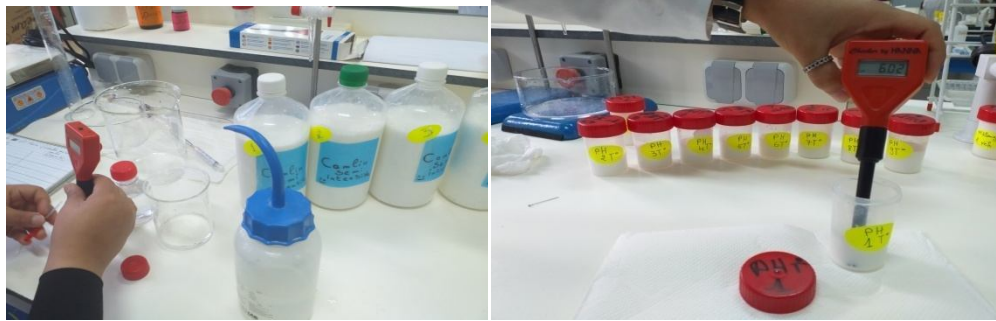
- **أولاد بالخير عمر (2008) :** نظم تربية الإبل في الجزائر عند قبائل الشعانبية والتوارق . مذكرة من أجل نيل شهادة الماجستير . جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

Annexes

Annexe 1 : Mesure de pH (Photo personnelle, 2019)

1-Mode opératoire :

- Introduction de l'électrode du pH-mètre, préalablement, étalonné dans un bécher contenant 100 ml de lait de chamelle à 25°C.
- La valeur affichée sur l'écran de l'appareil correspond au pH.



Annexe 02 : Mesure de la densité

Par thermo-lactodensimètre (marque Nathia)(NA1832 : 1991)

Protocole

1-Matériels

- Thermo-lactodensimètre;
- Une éprouvette ;
- Un cristalliseur.

2-Principe

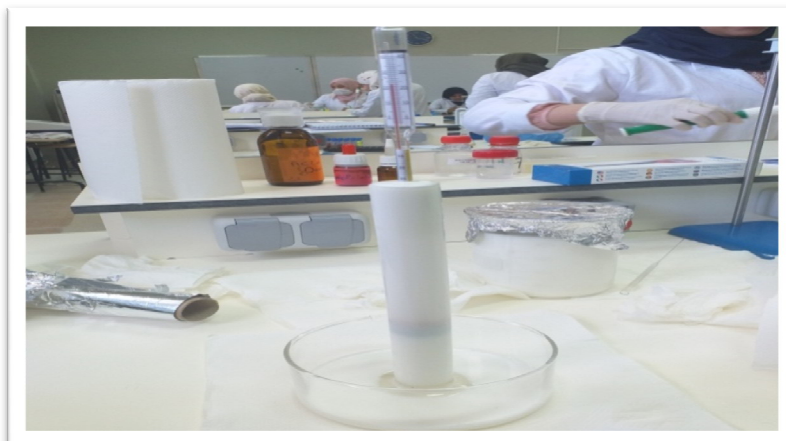
- La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

3-Mode opératoire

Homogénéiser l'échantillon de lait à analyser en versant dans une éprouvette de 100 ml (en verre) et plonger le thermo-lactodensimètre avec un moment de rotation en attendant la stabilité de lactodensimètre. On lit la valeur de la densité qui est déterminée par le bord supérieur du lait et en fonction de la température.

Rincer les matériels après chaque essai.

4-Expression des résultats : La densité est lue directement sur le densimètre.



Annexe 03 : Détermination de l'acidité Dornic

1-Réactifs :

- 10 ml de lait de chamelle cru.
- 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 1%.
- Solution de (NaOH : N/9).

2-Appareillage :

- Pipettes de 10 ml et de 1 ml.
- Bécher de 50 ml.

3-Mode opératoire :

- Dans un bécher de 50 ml, introduire.
- 10 ml du lait.
- Y ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 1%.
- Titrer avec une solution sodique (NaOH, N/9) à l'aide d'une burette jusqu'au virage au rose pâle.
- Lire le volume sur la burette (en millilitre de NaOH titré).

La valeur en acidité titrable exprimée en degré Dornic (°D), est donnée par l'expression suivante : $1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ ml de NaOH à N/9, donc (chut de burette X ml} \cdot 10 = \text{Y } ^{\circ}\text{D)}$



Annexe 04 : Détermination de la teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée

Protocole

1- Principe

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

2- Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et notamment :

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai, de (formecylindrique, à fond bien plat, de 55 à 60 mm de diamètre et de 20-25 mm de hauteur de préférence avec couvercle) ;
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des ouvertures circulaires, d'un diamètre inférieur de 5 mm à celui des capsules employées

;celles-ci sont posées d'une manière à obturer entièrement les ouvertures. La distance entre les couvercles et le niveau de l'eau doit être de 5 à 6 cm;

- Etuve préréglée à $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Appareil de refroidissement en atmosphère ne permettant pas de reprise d'humidité, par exemple dessiccateur, contenant un agent déshydratant efficace (silice) ;
- Balance analytique;
- Eventuellement : Pipettes à lait de 5 ml.

3- Mode opératoire

Prise d'essai

Dans la capsule séchée et tarée à 0,1mg près, introduire à la pipette 5 ml de lait ou peser 5g de lait. Dans ce dernier cas, utiliser, de préférence, une capsule avec couvercle.

Détermination

Placer la capsule, découverte, pendant 30 minutes sur le bain-marie bouillant puis l'introduire dans l'étuve réglée à $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ et l'y laisser 3 heures. Mettre ensuite la capsule dans l'appareil de refroidissement et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante. Peser à 0,1 mg près. Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.



Annexe 05 : Détermination de la teneur en cendres

1- Principe

Incinération de la matière sèche à $525\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ dans un lent courant d'air pendant 5 heures et peser les cendres obtenues.

2- Appareillage

Matériel courant de laboratoire et notamment :

- Balance analytique;

- Capsule en silice ou en platine d'environ 50 à 70 mm de diamètre et de 20 à 25 mm de profondeur;
- Four électrique, à circulation d'air, réglable à $525\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Dessiccateur, garni d'un agent déshydratant efficace;
- Bain d'eau bouillante, muni d'ouvertures de dimensions réglables.

3- Mode opératoire

Préparation de la capsule

Chauffer la capsule dans le four électrique réglé à $525\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ durant 5 heure. Placer la capsule dans le dessiccateur et l'y laisser refroidir à la température de la salle de la balance. Peser à 0,1 mg près.

Prise d'essai

Peser à 0,1 mg près directement ou par différence, dans la capsule ainsi préparée, environ 5 gde l'échantillon pour essai.

Amener à dessiccation complète au bain d'eau bouillante.

4- Expression des résultats

Mode de calcul et formule

Les cendres de l'échantillon, exprimées en pourcentage en masse, sont égales à :

$M2-M0 \times 100 / M1-M0$ (résultat en %) ou $M2-M0 \times 1000 / M1-M0$ (résultat exprimé en g/l).

Où

M0 est la masse, en grammes, de la capsule vide préparée.

M1 est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai.

M2 est la masse, en grammes, de la capsule et des cendres obtenues.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des résultats obtenus lors des déterminations si les conditions de répétitions sont remplies. Dans cas contraire, effectuer à nouveau les déterminations.



Annexe 06 : Dosage de la matière grasse (méthode de GERBER, acido-butyrométrie)

Mode opératoire :

- Introduire dans le butyromètre de GERBER ;
- 10ml d'acide sulfurique
- 11ml de l'échantillon
- 1ml d'alcool isoamylique
- Fermer le butyromètre à l'aide d'un bouchon ;
- Mélanger jusqu'à la dissolution totale du mélange puis centrifuger pendant 6 minutes à 1200 tours/min. le résultat est exprimé en g/l et la lecture se fait directement sur le butyromètre.



Annexe 07 : Détermination de la teneur en lactose par la méthode de la liqueur de Fehling

1-Solutions

Solution aqueuse d'hexacyanoferrate II de potassium hydraté

- $(K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O)$150g
- Eau distillée (qsp).....1000ml

Solution aqueuse d'acétate de zinc hydraté

- $(Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O)$300g
- Eau distillée (qsp).....1000ml

Solution cuivrique

- Sulfate de cuivre II hydraté $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$ à 4% 5 P/V.....40g
- Acide sulfurique (d (20) = 1,83).....2ml
- Eau distillée (qsp).....1000ml

Solution tartro-alkaline

- Tartre double de sodium et de potassium (Na K (H₄C₄O₆), 4H₂O).....200g
- Hydroxyde de sodium (NaOH).....150g
- Eau distillée (qsp).....1000ml

Solution étalon lactose

- Lactose.....5g
- Eau distillée (qsp).....1000ml

2-mode opératoire**Défécation**

Dans une fiole jaugée de 50 ml, introduire successivement :

- 5ml de lait ;
- 0,4ml de solution d'hexacyanoferrate II de potassium, agiter ;
- 0,4ml de solution d'acétate de zinc, agiter ;
- compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée tout en mélangeant ;
- Ajouter 0,4ml d'eau distillée pour tenir compte du volume du précipité, agiter ;
- Laisser reposer 15min puis filtrer puis filtrer ;
- Introduire ce filtrat (solution S) dans une burette.

Réduction de la liqueur de Fehling

Dans une fiole Erlenmeyer, introduire :

- 10ml de solution cuivrique ;
- 10ml de solution tartro-alkaline ;
- Agiter et porter à ébullition ;
- Verser ensuite, goutte à goutte le filtrat (solution S) à l'aide d'une burette en maintenant à l'ébullition jusqu'à l'apparition d'un précipité rouge brique ;
- Lire le volume sur la burette (chute de burette), soit V₂ en ml.

Étalonnage de liqueur de Fehling

L'étalonnage est fait à l'aide d'une solution étalon de lactose de concentration C₁ = 5g/l. Elle correspond à une chute de burette V₁ (ml).

3- Expression des résultats

La concentration en lactose inconnue C₂, est donnée par la relation suivante :

$C_2 = (C_1 \times V_1 / V_2) \times d$. Où **d** est le coefficient de dilution.

Annexe 08 : Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY 1951

1-Solutions

1. Réactif formant un complexe: Préparer immédiatement avant utilisation en mélangeant les trois solutions mères suivantes A, B et C dans la proportion de 100/1/1 (v/v/v), respectivement.

Solution A: Na_2CO_3 à 2% (p / v) dans de l'eau distillée.

Solution B : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ à 1% (p / v) dans de l'eau distillée.

Solution C: 2% (p / v) de tartrate de sodium et de potassium dans de l'eau distillée.

2. Solution de NaOH (2N).

3. Réactif de Folin (disponible dans le commerce): Utiliser à une concentration de 1N.

Gamme d'étalon

Standards: Utilisez une solution mère de protéine standard (fraction V d'albumine de sérum bovin, par exemple) contenant 4 mg / ml de protéine dans de l'eau distillée conservée congelée à -20 °C. Préparez les standards en diluant la solution mère avec de l'eau distillée comme suit:

Numéro de dilution	1	2	3	4	5	6	7
Solution mère de BSA μl	0	20	50	100	200	400	500
Eau distillée	500	480	450	400	300	100	0
Concentration en BSA $\mu\text{g/ml}$	0	40	100	200	400	800	1000

2-Méthode

1- A 0,1 ml d'échantillon ou d'étalon, ajouter 0,1 ml de NaOH. Hydrolyser à 100°C pendant 10 min dans un bloc chauffant ou un bain-marie bouillant.

2- Refroidissez l'hydrolysate à la température ambiante et ajoutez 1 ml de réactif formant un complexe fraîchement mélangé. Laisser la solution reposer à température ambiante pendant 10 min.

La réaction est très dépendante du pH et il est donc important de maintenir le pH entre 10 et 10,5. Faites donc attention lorsque vous analysez des échantillons qui se trouvent dans une zone tampon forte en dehors de cette plage.

La période d'incubation n'est pas critique et peut varier de 10 min à plusieurs heures sans affecter l'absorbance finale.

3- Ajoutez 0,1 ml de réactif de Folin à l'aide d'un mélangeur vortex et laissez le mélange reposer à température ambiante pendant 30 à 60 minutes (ne dépassez pas 60 minutes). L'agitation par vortex est essentielle dans cette étape pour obtenir des résultats reproductibles. Le réactif de Folin ne réagit que brièvement dans ces conditions alcalines, étant instable en milieu alcalin, il convient donc de veiller à ce que le mélange soit complet.

4- Lire l'absorbance à 750 nm si la concentration en protéine était inférieure à 500 µg/ml ou à 550 nm si la concentration en protéine était comprise entre 100 et 2000 µg / ml.

3- Expression des résultats :

Une courbe d'étalonnage d'absorbance, en fonction de la concentration en protéines initiale, est tracée. Puis les concentrations en protéines inconnues sont déterminées.