



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
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

**Impact de la méthode de pasteurisation sur
les protéines du lait camelin entre deux
systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif)**

Présenté Par :

M^{elle} MEDJOUR Soumaia

M^{elle} GHRIB Halima

Devant le jury composé de :

Grade :

Université:

Présidente: M^{me} BOUTELIS Safia

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Examineur : Mr SAADI Hamza

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Promoteur : Mr MEDJOUR Abdelhak

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

*Nous remercions avant tout **Allah le tout puissant** de nous avoir donné la force et le courage de faire ce travail.*

*Au terme de ce travail, nous tenons tout particulièrement à exprimer nos sincères remerciements à la personne qui nous a fait confiance, a cru en nous et en nos capacités, notre cher professeur et encadreur **Mr MEDJOUR Abdelhak**, Merci de nous aider, pour vos précieux conseils qui ont fait avancer ce travail, et nous ont beaucoup facilité la tâche.*

Vous avez été un guide indéfectible, une source d'encouragement et d'inspiration tout au long de notre travail.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur coopération ou leur soutien éthique et amitié, ont contribué à la réalisation de ce travail.

*Nos remerciements s'adressent aussi à **Mme BOUTELIS Safia** et **Mr Saadi Hamza** d'avoir bien accepté de juger notre travail.*

*Nous tenons à remercier également **tous les professeurs de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Echahid Hamma LAKHADAR d'El Oued**.*

Et surtout tous ceux qui ont veillé à notre formation et qui ont amélioré nos connaissances théoriques et pratiques.

Dédicace

Avant tout, **louanges à Dieu**, par la grâce du quel les bonnes actions sont accomplies.

Louange et merci à Dieu, en premier lieu, pour m'avoir accordé le succès et illuminé mon chemin vers la connaissance et le succès.

.... Je dédie ce travail, qui est le fruit d'un long voyage d'études, aux personnes chères à mon cœur, à ceux qui m'ont ouvert la voie du succès, à ceux qui, s'ils ne l'avaient pas fait, je n'aurais pas atteint ce que je suis maintenant tout d'abord pour **mes chers parents** :

Au cœur aimant, celle qui a tant sacrifié pour nous, à la bien-aimée de mon cœur, à la plus grande femme de ma vie, à **ma mère bien-aimée**.

Et au plus grand homme de ma vie, à mon dos, mon soutien et la source de ma force, **mon cher père**.

À la bien-aimée de mon cœur et un morceau de moi à mon fils **Mohamed**.

Aux plus beaux compagnons du chemin dans cette vie, à **mes frères et mes sœurs**.

A tous mes neveux.

A toute ma famille.

A tous les étudiants de Master Toxicologie surtout mon binôme.

A tous les maitres et les professeurs durant tout mon cursus d'études de primaire au supérieur.

A tous qui m'ont aidé du près ou du loin.

SOUMALA

Dédicace

Dieu soit loué, et que la prière et la paix sur son Noble Messenger Mohammed.

Mais après :

Alhamdulillah qui m'a permis de bien accomplir cette étape de ma carrière universitaire.

Le fruit d'efforts et succès dédiés aux :

Honorables parents les rayons de soleil, clair de lune

*A la bougie de ma vie, à ma source de tendresse et de mes efforts, à mon amour et mon bonheur, mon soutien moral ; **ma chère mère.***

*, à mon super héros qui a tout sacrifié pour nous, à ma joie ; **mon cher père.***

A mon cher mari et ma moitié, qui m'a encouragé à poursuivre ma carrière, vous m'avez longuement soutenu

*Ainsi que notre fille **Eline.***

A mes sœurs aimantes qui m'ont toujours soutenu et encouragé :

Khaoula, Rahma, Noussaiba et Ibtihal.

*A mes chers frères qui se tenaient avec moi : **Belgacem, Bilal, Mohammed***

Saleh, Miloud, Abdelhamid, Mouattez billah.

*A **ma deuxième famille**, la famille de mon mari qui m'ont fourni l'aide et le soutien.*

A mes oncles et tantes.

*A mon binôme **Soumaia** merci beaucoup pour tous.*

*A tous **mes amies** chacun à son nom.*

HALIMA

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Sommaire

Liste d'abréviations

Liste de figures

Liste de tableaux

Liste d'annexes

Résumé

Introduction.....1

Partie I : Synthèse bibliographique

1.1. Aperçu sur le dromadaire.....3

1.1. Taxonomie des camélidés.....3

1.2. Répartition géographique et effectif4

1.3. Elevage du dromadaire et production laitière.....5

2.1. Caractères physiques et organoleptiques.....9

2.2. Composition chimique et biochimique.....9

2.3. Propriétés thérapeutiques et médicinales.....14

2.4. Aptitude à la transformation technologique.....15

Partie II : Matériel et méthodes

1. Matériel.....19

1.1. Echantillons de lait.....19

1.2. Appareillage.....19

1.3. Petits matériels20

1.5. Réactifs, solvants chimiques et matériel biologique.....20

2. Méthodes.....20

2.1. Analyses physico-chimiques.....21

2.2. Analyses biochimiques.....21

2.3. Pasteurisation.....23

2.4. Analyses statistiques.....24

Partie III : Résultats et discussions

1. Qualité physico chimique et biochimique du lait de chamelle collecté.....25

1.1. pH25

1.2. Acidité Dornic.....	26
1.3. Densité.....	26
1.4. Teneur en protéines totales.....	27
1.5. Teneur en caséines.....	28
1.6. Teneur en protéines lactosériques.....	28
2. Impact des différents types de pasteurisation (65°C et 73°C), étudiés, sur la contenance en protéines.....	29
2.1. Teneur en protéines totales de lait pasteurisé à 65 °C.....	29
2.2. Teneur en protéines totales de lait pasteurisé à 73 °C.....	30
2.3. Teneur en protéines lactosériques de lait pasteurisé à 65 °C.....	30
2.4. Teneur en protéines lactosériques de lait pasteurisé à 73 °C.....	31
Conclusion.....	32
Références bibliographiques.....	34
Annexes	

Liste d'abréviations

Abréviation	Désignation
AFNOR	Association Française de Normalisation
BSA	Albumine Sérique Bovine
C°	Degré Celsius
D°	Dégréé Dornic
DLC	Date Limite de Consommation
Do	Densité Optique
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
HTST	High Temperature, Short Time
MADR	Ministère d'Agriculture et de Développement Rural
LTLT	Low Temperature Long Time
pH	Potentiel d'hydrogène
Aw	L'activité de l'eau

Listes des figures

N°	Intitulé	Page
01	Evolution des effectifs camelins en Algérie (FAO, 2018).	05
02	Représentation de la micelle de caséine selon le modèle de SCHMIDT (1982).	12
03	Procédure expérimentale.	20
04	Courbe d'étalonnage pour estimation et dosage des protéines des échantillons du lait camelin collecté (en utilisant la BSA comme étalon). R^2 représente le coefficient de régression.	22
05	Protocole d'isolements des caséines et des protéines du lactosérum à partir du lait camelin pasteurisé.	22

Liste tableaux

N°	Intitulé	Page
01	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).	10
02	Composition en vitamines (µg/kg) du lait de chamelle, (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache (SIBOUKEUR, 2007).	14
03	Différentes études entreprises sur les effets thérapeutiques du lait de chamelle) (BOUSSOUAR, 2017).	15
04	Echantillons de laits de chammelles collectés.	19
05	Paramètres physico-chimiques et biochimiques étudiés pour les deux types d'échantillons du lait prélevé (provenant d'élevage : extensif et semi-intensif).	25
06	Effet des différents types de pasteurisation (65°C et 73°C) sur la contenance en protéines totales de deux types d'échantillons du lait camelin prélevé (le cru pour chaque échantillon s'est servi comme référence « témoin ») (l'analyse a été réalisé par le test ANOVA).	29
07	Tableau 07 : Effet des différents types de pasteurisation (65°C et 73°C) sur la contenance en protéines lactoséiques de deux types d'échantillons du lait camelin prélevé (le cru pour chaque échantillon s'est servi comme référence « témoin ») (l'analyse a été réalisé par le test ANOVA).	30

Résumé : Le lait camelin est d'une grande importance, car il est parfaitement conforme aux exigences de l'homme vu sa haute teneur en nutriments de base (protéines, lipides, lactose, vitamines, minéraux ...etc.). Il se singularise par sa grande teneur en vitamine C et présence d'un système antibactérien puissant (lysozyme, immunoglobulines et lactoferrine ...etc.). Le lait de chamelle peut être consommé cru, pasteurisé ou fermenté. Dans cette étude, nous avons essayé d'étudier l'effet de la pasteurisation sur la teneur en protéines du lait camelin, ainsi que l'impact de système d'élevage camelin dans les changements éventuels qui peuvent être produits après pasteurisation. Les analyses physicochimiques et biochimiques réalisés ont montré que suite à la transition dans le système d'élevage camelin (de l'extensif au semi-intensif) : le pH du lait camelin est devenu plus acide de (pH 6,73) à (pH 6,69). La teneur des protéines totales a augmenté de (22,696 g/l) au (31,381 g/l) et d'une manière hautement significative. La teneur des caséines est devenue plus importante de (15,378 g/l) au (19,522 g/l) et également de façon significative. D'autre part et pour le dosage des différentes fractions protéiques du lait avant et après pasteurisation, on a trouvé que : les teneurs protéiques des toutes les fractions protéiques étudiées ont diminué légèrement cette diminution est en fonction de température et de temps de pasteurisation, plus la température augmente plus que la teneur protéique diminue davantage. Par contre la remarque la plus intéressante est la forte diminution qui touché à la teneur de la fraction des protéines lactosériques après pasteurisation et suite à la transition dans le système d'élevage (de l'extensif au semi-intensif) ce changement a été considéré hautement significatif. Ainsi le système d'élevage camelin a rendu les protéines du lactosérum plus fragile et sensible au traitement thermique. De plus, à travers ce travail, on peut préciser que la meilleure pasteurisation est (65 °C / 30 min), car, c'est cette méthode qui permet de garder plus intacte la qualité nutritionnelle du lait camelin (les protéines en l'occurrence).

Mots clés : *Camelus dromedarius*, lait, pasteurisation, système d'élevage camelin.

الملخص: حليب الإبل له أهمية كبيرة، لأنه يتوافق تمامًا مع متطلبات الإنسان نظرًا لمحتواه العالي من العناصر الغذائية الأساسية (البروتينات، الدهون، اللاكتوز، الفيتامينات، المعادن ... إلخ). يمتاز باحتوائه على نسبة عالية من فيتامين C ووجود نظام قوي مضاد للجراثيم (الليزوزيمات، الأجسام المضادة واللاكتوفيرين ... إلخ). يمكن استهلاك حليب الإبل طازجاً أو مبسترًا أو مخمرًا. حاولنا في هذه الدراسة التحقق من تأثير البسترة على محتوى بروتينات حليب الإبل، وكذلك تأثير نظام تربية الإبل في التغيرات المحتمل ظهورها والتي يمكن أن تنتج بعد البسترة. أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية الحيوية التي أجريت أنه بعد التحويل في نظام تربية الإبل (من الموسع إلى النصف مكثف): أصبح الرقم الهيدروجيني في حليب الإبل أكثر حمضية من (pH 6.73) إلى (pH 6.69). ارتفع محتوى البروتينات الكلية بشكل ذات دلالة عالية (ما يثبت التحليل الإحصائي) وذلك من (22.696 غرام / لتر) إلى (31.381 غرام / لتر). أصبح محتوى الكازيين أعلى وذلك بصيغة ذات دلالة (ما يثبت التحليل الإحصائي) من (15.378 غرام / لتر) إلى (19.522 غرام / لتر). من ناحية أخرى، ولتحديد تراكيز فئات بروتين الحليب المختلفة، قبل وبعد البسترة، وجد أن: محتوى البروتين لجميع فئات البروتين المدروسة (البروتينات الكلية وبروتينات مصل الحليب) قد انخفض بشكل طفيف، وهذا الانخفاض يتبع درجة حرارة البسترة والمدة الزمنية الموافقة لها، كلما زادت درجة الحرارة أكثر زادت معها نسبة نقص محتوى البروتينات. علاوة على ذلك، فإن الملاحظة الأكثر أهمية هي الانخفاض الكبير الذي أثر على محتوى بروتينات مصل الحليب بعد البسترة وبعد التحول في نظام التربية (من الموسع إلى النصف مكثف)، يعتبر هذا التغير ذو دلالة عالية (ما يثبت التحليل الإحصائي). وبالتالي فإن نظام تربية الإبل قد جعل بروتينات مصل الحليب أكثر هشاشة وحساسية للمعالجة الحرارية. بالإضافة إلى ذلك، وحسب معطيات هاته الدراسة، يمكننا القول أن أفضل طريقة بسترة هي (65 درجة مئوية / 30 دقيقة)، لأن هذه الطريقة هي التي تسمح بالحفاظ على الجودة الغذائية لحليب الإبل (البروتينات في هذه الحالة).

الكلمات المفتاحية: *Camelus dromedarius*، الحليب، البسترة، نظام تربية الإبل.

Abstract: Camel milk has a great importance, because it complies perfectly with human requirements given its high content of basic nutrients (proteins, lipids, lactose, vitamins, minerals ... etc.). It is distinguished by its high vitamin C content and the presence of a powerful antibacterial system (lysozyme, immunoglobulins and lactoferrin ... etc.). Camel milk can be consumed raw, pasteurized, or fermented. In this study, we tried to investigate the effect of pasteurization on the protein content of camel milk, as well as the impact of camel breeding system in the possible changes that can be produced after pasteurization. The physicochemical and biochemical analyzes carried out have shown that following the transition in the camel breeding system (from extensive to semi-intensive): the pH of camel milk has become more acidic from (pH 6.73) to (pH 6.69). The total protein content highly significant increased from (22.696 g / l) to (31.381 g / l). The casein content has become significantly higher from (15.378 g / l) to (19.522 g / l). On the other hand, and for the determination of the different protein fractions of milk before and after pasteurization, it was found that: the protein contents of all the protein fractions studied have slightly decreased this decrease is a function of temperature and time of pasteurization, more the temperature increases more than the protein content decreases more. Furthermore, the most interesting remark is the strong decrease which affected the content of the whey protein fraction after pasteurization and following the transition in the breeding system (from extensive to semi-intensive) this change was considered a highly significant. Thus the camel breeding system has made the whey proteins more fragile and sensitive to heat treatment. In addition, we can specify that the best pasteurization is (65 ° C / 30 min), because it is this method that allows to keep more intact the nutritional quality of camel milk (proteins in this case).

Key words: *Camelus dromedarius*, milk, pasteurization, camel breeding system.

Introduction

Introduction

Le lait, produit universel, occupe une place importante dans la ration alimentaire de la population mondiale. Il constitue un aliment de base dans le modèle de consommation humain. Il constitue le premier apport protéique et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge (CAYOT et LORIENT, 1998). Il est considéré comme une source intéressante d'énergie, de protéines et de calcium pour les nourrissons et les jeunes enfants qui ont peu de sources alternatives pour ces nutriments, qui semblent nécessaires au bon développement de l'organisme humain. Il demeure en même temps indispensable tout au long de la vie (GOURSAUD, 1985).

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 à nos rudes conditions agro-climatiques et dont la rusticité est toujours de mise (SIBOUKEUR, 2007).

Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les peuplades nomades qui le consomment habituellement à l'état cru ou fermenté. Il est considéré comme l'aliment de base pour une période annuelle prolongée, dans la plupart de ces zones pastorales sahariennes. Même s'il présente une composition physico-chimique relativement similaire à celle du lait bovin, ce lait se singularise néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en lysozyme, en lactoperoxydase (système LP/ SCN/ H₂O₂), en lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques. Ceci prolonge naturellement sa conservation de quelques jours sous des températures relativement élevées. (SIBOUKEUR, 2007).

De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés fermenté par exemple (SIBOUKEUR, 2007).

Dans le but d'augmenter sa durée de conservation le lait peut subir des nombreuses transformations (VIGNOLA, 2002). De ce fait, YAGIL *et al.* (1994) déduisent que la pasteurisation du lait de chamelle n'est pas indispensable si tous les dromadaires du troupeau sont en bonne santé. La pasteurisation du lait est une technique qui consiste à le faire chauffer à une température suffisante pendant un temps suffisant pour détruire les micro-organismes

pathogènes qu'il contient. Ce procédé à double objectif permet d'obtenir un lait sain et de prolonger sa conservation.

Dans le but d'augmenter la production en lait, certains éleveurs commencent à pratiquer un nouveau système d'élevage camelin (système semi-intensif) et qui est inversement au système d'élevage traditionnel (ou extensif), consiste à mettre le troupeau en stabulation pendant certains temps de la journée et de donner des aliments provenant de l'agriculture et des concentrés à cet animal. Ces changements dans le système d'élevage camelin n'aurait-il pas un impact sur la résistibilité de composition nutritionnelle (les protéines en l'occurrence) du lait camelin ?

Le but de ce travail était d'étudier l'influence des conditions des pasteurisations (l'application des traitements thermiques en l'occurrence) sur la qualité nutritionnelle du lait camelin (la teneur en protéines, en particulier) en fonction du système d'élevage.

La présente étude s'articule autour des volets d'investigations suivants :

- Détermination de la composition physico-chimique du lait camelin avant et après des traitements de pasteurisation et fermentation ;
- Application des différentes méthodes de pasteurisation et le suivi des changements en teneur des différentes fractions protéiques du lait camelin sur des échantillons provenant des chamelles appartenant aux deux modes d'élevage (extensif et semi-intensif).

Partie I:

Synthèse bibliographique

I. Synthèse bibliographique

1. Aperçu sur le dromadaire

Le nom « dromadaire » dérive du terme grec « dromados » qui veut dire course. Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des *Camelidae* et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius*. Le dromadaire vit dans les régions chaudes, arides et semi-arides de la planète. Il serait originaire de l'Amérique du Nord où le plus ancien fossile de *Camelidae* a été trouvé et d'où il aurait rejoint l'Asie et l'Afrique, à la suite des glaciations qui sévirent dans pratiquement la quasi-totalité de l'hémisphère nord de la planète durant l'ère tertiaire (ZEUNER, 1963). Comme c'est l'un des rares animaux d'élevage à pouvoir supporter des conditions alimentaires et climatiques très défavorables, le dromadaire a longtemps constitué, l'un des principaux vecteurs de sédentarisation des populations humaines dans les régions désertiques d'Afrique et d'Asie, notamment (SIBOUKEUR, 2007).

1.1. Taxonomie des camélidés

Le dromadaire appartient au genre *Camelus* et à la famille des Camélidés. MUSA (1990) et FAYE (1997) ont signalé que les Camélidés d'Asie, confrontés au froid et à l'aridité comme dans le désert de Gobi, évoluèrent en chameau à deux bosses : le chameau de Bactriane. Ceux qui se déplacèrent dans les régions chaudes et arides, Afrique et Moyen-Orient, évoluèrent en chameau à une bosse : le dromadaire. La famille des camélidés ne comprend que deux genres : *Camelus* et *Lama*. Le genre *Camelus* occupe les régions désertiques de l'Ancien Monde (Afrique, Asie et Europe) alors que le genre *Lama* est spécifique des déserts d'altitude du Nouveau Monde (les Amériques) où il a donné naissance à quatre espèces distinctes (OULD AHMED, 2009).

Genre *Camelus*

Camelus dromedarius (dromadaire)

Camelus bactrianus (chameau de Bactriane)

Genre *Lama* (les espèces de ce genre sont toutes sans bosse)

Lama glama (lama).

Lama guanacoe (guanaco).

Lama pacos (alpaga ou alpaca).

Lama vicugna (vigogne). (OULD AHMED, 2009).

D'après des études cytologiques menées par SAMMAN et al. (1993), toutes ces espèces camelines sont très proches les unes des autres sur le plan génétique avec ($2n = 37$) soit 74 chromosomes. Mais les formes de ces chromosomes diffèrent d'une espèce à l'autre,

avec trois groupes de formes chez les dromadaires. Ce rapprochement a conduit à une compatibilité reproductive entre les différentes espèces de camélidés. L'hybridation entre Bactriane et dromadaire est fréquente dans le sud du Kazakhstan où la cohabitation entre Bactriane, dromadaire et hybrides peut exister au sein d'une même exploitation (OULAD AHMED, 2009).

1.2. Répartition géographique et effectifs

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) (SIBOUKEUR, 2007).

1.2.1. Effectifs camelins dans le monde

Le recensement précis des camelins dans le monde est difficile, d'abord, parce qu'il s'agit essentiellement des animaux élevés par des populations nomades, qui se déplacent fréquemment et d'autre part, parce qu'il n'y a pas de vaccination obligatoire.

Pour les données les plus récentes disponibles en 2018, le nombre total de chameaux enregistrés dans le monde était de 35 525 270 (FAOSTAT, 2020). Ce qui représente moins de 1% des herbivores domestiques total du monde (OULAD BELKHIR, 2018).

Plus de 60% de ces effectifs, se trouvent dans la Corne de l'Afrique, et 80% sur le continent africain (OULAD BELKHIR, 2018).

Un nombre croissant de dromadaires régulièrement dans le monde, d'un taux de croissance annuel de 3,4%. Depuis 1961 (premières statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), la date et le nombre des dromadaires dans le monde a plus que doublé (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.

1.2.2. Effectifs camelins en Algérie

Le dromadaire en Algérie n'est pas seulement un animal d'élevage destiné pour la production de viande, lait et autres produits, mais de surcroît au transport du bois de l'Erg vers les villes et son rôle culturel et sportif, ainsi que son utilisation comme animal de selle, de bât et de trait. Il représente un symbole et une clé primordiaux de la vie sociale des bédouins dans le désert (OULAD BELKHIR, 2018).

Depuis 1961, les effectifs camelins en Algérie ont doublé, et durant cette période, ils ont connu des fluctuations où l'on rencontre une régression durant les années soixante-dix, due à la révolution agraire qui a provoqué chez les uns de fausses déclarations et chez les autres, un exode rural, se soldant par un délaissement de l'élevage camelin et une

augmentation des effectifs durant les années deux milles, dus à la subvention de l'Etat. La figure n° 01 représente l'évolution des effectifs camelins en Algérie pendant la période 1961-2014, données tirées à partir des statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. (OULAD BELKHIR, 2018).

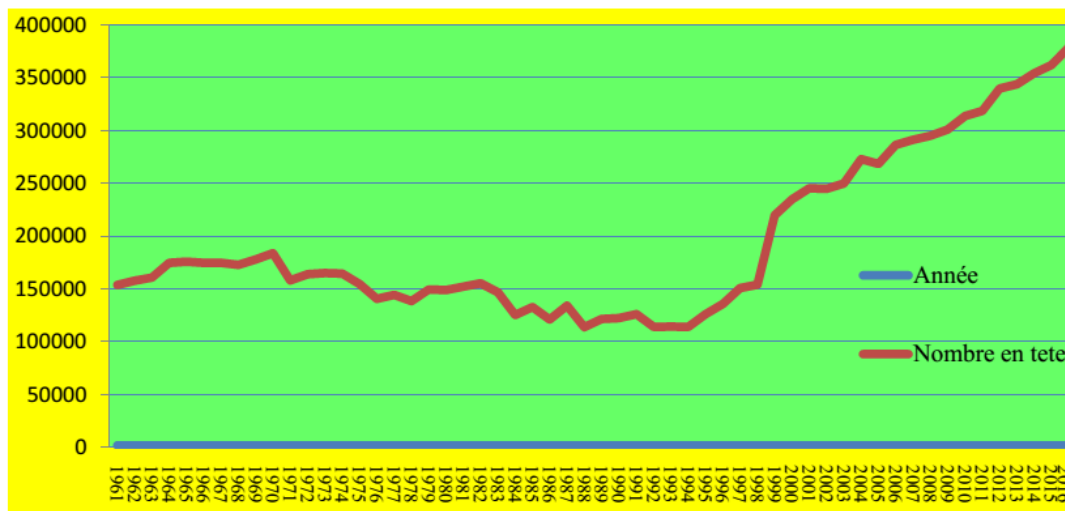


Figure 01 : Evolution des effectifs camelins en Algérie (FAO, 2018).

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

1.3. Élevage du dromadaire et production laitière

1.3.1. Élevage du dromadaire

L'élevage représentait autrefois l'activité exclusive des habitants des régions rurales dont la survie dépendait du tapis végétal. Il représente l'ensemble des opérations qui permettent la reproduction et la vie des animaux pour les besoins de l'homme (MEDJOUR, 2014).

1.3.1.1. Systèmes d'élevage en Algérie

A. Elevage en extensif

Les dromadaires sont élevés selon les trois systèmes d'élevage existants : sédentaire, nomade et transhumant.

- **Nomadisme** : Les pasteurs nomades n'ont pas d'habitats fixes permanant et toute la famille suit les déplacements du troupeau, parfois sur de longues distances (des centaines de kilomètre). Ils se déplacent à la tête de troupeau, considérables pour certains, dont ils ne sont pas toujours propriétaire mais gardien. Ils mènent une existence apparemment instable : Ils se déplacent en permanence et les déplacements se font traditionnellement à

dos d'âne et de plus en plus avec des petites charrettes. Le bétail se déplace d'un point d'eau à l'autre, utilisant les marigots, les rivières, les fleuves et les puits. Du fait de cette mobilité, les nomades pratiquent peu d'activités agricoles voire aucune (KOUAME et ALEXIS, 2008 ; MEGHELLI et KAOUADJI, 2016).

- **Semi-nomadisme** : là aussi, l'alimentation est assurée, pendant une bonne partie de l'année, par des déplacements irréguliers à la recherche d'herbe et d'eau. A la différence du nomadisme, les éleveurs possèdent un point d'attache "habitat fixe", où les troupeaux passent une partie de l'année (QAARO, 1997 ; MEDJOUR, 2014).
- **Transhumance** : la transhumance fait référence à une pratique de déplacement des troupeaux, saisonnier, pendulaire, selon des parcours bien précis, répétés chaque année. Elle existe sous diverses modalités et au sein de différents types de systèmes d'élevage pastoral en fonction des objectifs donnés par les éleveurs. Parfois, les routes de transhumance sont modifiées chaque année, en fonction de la disponibilité en pâturage et des conditions d'accès aux ressources. Le système transhumant est extensif basé sur l'utilisation presque exclusive des ressources : des parcours et les troupeaux sont souvent confiés à des bergers. Le savoir-faire du berger est basé sur la tradition, ce qui est un atout en termes de connaissance d'utilisation du milieu naturel, mais qui est insuffisant en termes de zootechnie. Les problèmes sont donc liés à l'insuffisance ou à la baisse de qualité saisonnière des disponibilités fourragères, ou au défaut de suivi du troupeau, sur le plan de l'alimentation, de la reproduction et de la santé (MEDJOUR, 2014).
- **Sédentaire** : La "sédentarisation" est parfois utilisée pour décrire un processus d'évolution et d'adaptation des populations nomades qui réduisent l'amplitude de leurs déplacements et incluent des pratiques agricoles dans leurs activités, on considère que l'élevage sédentaire signifiant que les troupeaux se déplacent, souvent sur de longues distances, mais qu'ils reviennent chaque soir au village (MEGHELLI et KAOUADJI, 2016).

B. Elevage en intensif

Dans ce sens BEN AISSA en 1989 a noté l'évolution d'un nouveau mode d'élevage ou plutôt d'exploitation des dromadaires. Il s'agit de l'engraissement dans des parcours délimités en vue de l'abattage. Les « exploitants » s'organisent pour acquérir les dromadaires dans les zones de production et les transportent par camion vers des zones d'engraissement où ensuite ils sont abattus. Ce système semble se développer ces dernières années, suite à l'augmentation des prix des viandes rouges. L'utilisation des systèmes intensifs et aussi remarquable dans les élevages d'animaux de course. Le dromadaire est capable de céder aux

exigences de la "modernité" en élevage et de subir une intensification de sa production pour satisfaire aux demandes croissantes des populations urbaines des zones désertiques et semi-désertiques. Il bénéficie de plus d'un préjugé favorable de par son image d'animal des grands espaces même si le mode d'élevage intensif le rapproche de plus en plus des autres espèces.

Cette capacité à répondre aux défis alimentaires du monde moderne lui donne une place prometteuse dans les productions animales de demain (OULD AHMED, 2009 ; MEDJOUR, 2014).

C. Elevage en semi-intensif

Dans l'élevage semi-intensif, les cheptels sont maintenus en stabulation (CORRERA, 2006 ; MEDJOUR, 2014). Durant toute la saison sèche, les troupeaux camelins, constitués uniquement de femelles laitières et qui reçoivent une ration le matin avant de partir à la recherche de pâturages dans les zones périphériques de la ville. Ils reviennent très tôt dans l'après-midi et reçoivent de l'eau et une complémentation alimentaire composée de tourteau d'arachide, de son, de riz, de blé etc. (OULD SOULE, 2003 ; CORREA, 2006 ; MEDJOUR, 2014). Pendant l'hivernage, l'alimentation est quasi-exclusivement basée sur les pâturages naturels. Les productions laitières sont meilleures du point de vue qualitatif et quantitatif pendant l'hivernage car l'alimentation est plus équilibrée. Elles varient également en fonction du stade de lactation de 3 à 7 litres / jour (soit en moyenne 4,5 l / j). Ceci a valu aux dromadaires d'être privilégiés au détriment des autres espèces domestiques et de plus, de bénéficier d'un regain d'intérêt de la part des hauts fonctionnaires, des hommes d'affaires, des grands commerçants qui investissent dans l'élevage des camelins, moyen d'épargne et prestige incontestable. Ceux-ci confient leurs troupeaux à des bergers salariés et ils ont aussi recours aux services sanitaires (prophylaxie, soins vétérinaires, vaccins etc.) (CORREA, 2006 ; MEDJOUR, 2014). Le système semi-intensif camelin présente des inconvénients liés à une exploitation irrationnelle de cette espèce animale. En effet les propriétaires achètent des femelles en fin de gestation ou en début de lactation pour rentabiliser leur production. Lorsque ces dernières sont tarées, elles sont mises en vente avec les jeunes pour renouveler les troupeaux. Ce qui représente une perte potentielle pour le secteur d'élevage dans la mesure où ces femelles aptes à se reproduire finissent généralement en boucherie avant la fin de leur vie reproductive. Cela constitue un problème majeur quant à la reproduction et à la pérennité de l'espèce (CORREA, 2006 ; MEDJOUR, 2014).

1.3.2. Production laitière

Les études sur les capacités de production du lait par la chamelle datent de la fin des années cinquante avec les travaux de ROSETTI *et al.* (1955) cités par YAGIL, 1982 ; YASIN

et al. (1957) qui marquent véritablement le point de départ du mouvement d'exploration de ce produit dont la visée première était sa valorisation. Par la suite, d'autres investigations ont été réalisées sur cette production en liaison avec les populations et races inventoriées et leur biotope. Les résultats de ces études peuvent être répartis en deux lots reflétant deux populations de dromadaires qui diffèrent par le type d'élevage pratiqué :

- Les dromadaires soumis à un élevage traditionnel type extensif, dont la production varie de 4 à 14 kg avec un maximum de 19 kg par femelle laitière et par jour ;
- Les dromadaires soumis à un élevage de type intensif, dont la production varie de 15 à 35 kg, avec un maximum estimé selon FIELD (1979), à 50 kg par chamelle et par jour.

La durée de la lactation varie de 9 à 18 mois (avec une moyenne de 14 mois), alors que la production totale par lactation est estimée à 3931 kg par chamelle en élevage extensif contre 7869 kg en élevage intensif (YAGIL, 1982).

Globalement, si la population mondiale de dromadaires est estimée à 20 millions de têtes dont les femelles laitières représentent 18 % avec une production moyenne de 1500 litres par an, la production mondiale en lait de chameles serait de l'ordre de 5,4 millions de tonnes dont 55 % environ est prélevée par les chameçons (SIBOUKEUR, 2007).

1.3.2.1. Facteurs de variation de la production laitière

Les facteurs de variation de la production sont bien sûr les mêmes que pour les autres espèces et on dispose sur ces aspects de quelques éléments d'analyse (génétique, qualité et quantité de l'alimentation disponible, conditions climatiques, fréquence de la traite, rang de mise bas, état sanitaire) (FREDERIC, 2003).

A. Effet des facteurs climatiques et alimentaires

La variabilité saisonnière du disponible fourrage, associée aux facteurs strictement climatiques (chaleur, aridité), joue évidemment sur les performances laitières de la chamelle. La différence selon la saison de mise bas des jeunes (élément essentiel pour déclencher la production) peut jouer sur plus de 50 pour cent de la production : les performances laitières sont plus faibles en fin de saison sèche qu'en saison des pluies (Frédéric, 2003).

B. Effet du rang de lactation

Comme pour les autres herbivores allaitants, la production laitière chez la chamelle tend à augmenter avec le rang de mise bas mais, compte tenu de la longueur des intervalles entre mises bas, les données sont rares et limitées à quelques parités consécutives. D'après les quelques informations disponibles dans la littérature, par exemple ISMAÏL et AL-MUTAÏRI, 1998), il semble que l'optimum de production soit obtenu à la deuxième ou à la troisième

lactation, mais il n'est en général pas spécifié si ces observations sont vérifiées, toutes choses étant égales par ailleurs (FREDERIC, 2003).

C. Effet du statut sanitaire

La plupart des troubles parasitaires (trypanosomiase, parasitisme gastro-intestinal, parasitisme externe) interfèrent avec la production. En milieu pastoral, l'utilisation d'intrants vétérinaires classiques destinés à la prévention contre les maladies parasitaires permet d'augmenter la production laitière des chamelles de plus de 65 pour cent (FREDERIC, 2003).

2. Caractéristiques du lait de chamelle

2.1. Caractères physiques et organoleptiques

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 (SAWAYA *et al.*, 1984). Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé (ABDEL-RAHIM, 1987 ; SIBOUKEUR, 2007) et/ou amère (RAMET, 2003). Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau (YAGIL et ETZION, 1980 ; WANGOY *et al.*, 1998 ; SIBOUKEUR, 2007).

Le pH du lait camelin se situe autour de 6,6 et l'acidité est de l'ordre de 15 °Dornic. Sa densité oscille entre 0,99 et 1,034 avec une viscosité moyenne de 2,2 centipoises (HASSAN *et al.*, 1987 ; SIBOUKEUR, 2007) et un point de congélation variant de - 0,53 à - 0,61°C.

Les fluctuations qui existent dans les valeurs des constantes physico-chimiques rapportées par différents auteurs sont liées aux teneurs variables des différents composants de ce lait (MEHAIA *et al.*, 1995 ; WANGOY *et al.*, 1998 ; SIBOUKEUR, 2007), elles-mêmes dépendantes des facteurs mentionnés plus haut : alimentation, rang et stade de lactation...etc. (SIBOUKEUR, 2007).

2.2. Composition chimique

Les laits ont des caractéristiques communes (composés de l'eau, de la matière grasse, 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.

2.2.1. Energie

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

Tableau 01 : 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)

2.2.2. 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 telles 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 chameaux 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.

2.2.3. 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 camelin, sa teneur varie légèrement avec la période de lactation (MATI, 2012).

2.2.4. 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 petites tailles (1,2 à 4,2 μm 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 se 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.

2.2.5. 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 caséiques est très différent et se caractérise par une proportion limitée à 3,45 pour cent de caséine Kappa (MEDJOUR, 2014), 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 caséiques 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).

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

2.2.5.1. 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).

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). Les caséines forment dans le lait des structures stables qui s'appellent micelles de caséines (Figure 02).

Les quatre principales protéines contenues dans les micelles de caséine sont les caséines : α_1 , α_2 , 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).

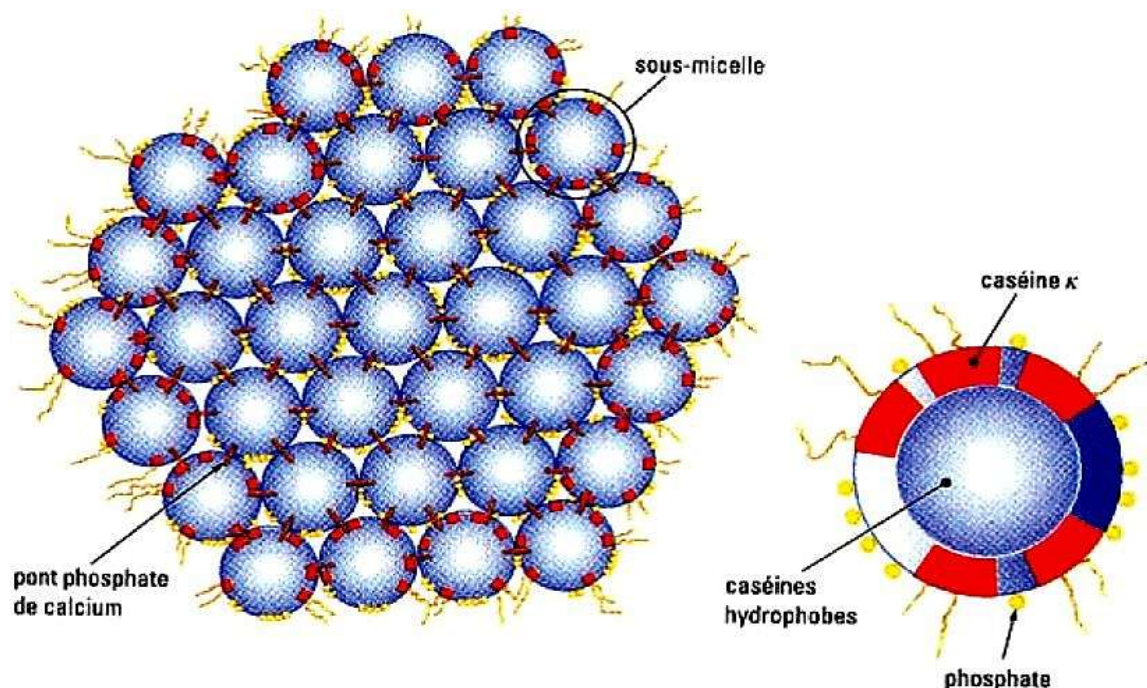


Figure 02 : Représentation de la micelle de caséine selon le modèle de SCHMIDT (1982).

2.2.5.2. 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 des composants importants tels que les immunoglobulines, le sérum albumine, la lactoferrine, la lactopéroxydase, l' α -lactalbumine le composant 3 des protéose-peptones, ...etc. (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 pour lait camelin contre 0,7 à 0,8 pour cent pour le lait de vache).

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.

2.2.6. Vitamines

Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B₃ (niacine) et en vitamine C (Tableau 02). Même si des variations importantes (de 25 à 60 mg/l) de la teneur de cette dernière dans les laits camelin sont rapportés (FARAH, 1993), il n'en demeure pas moins que les teneurs 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.

FARAH (1993) signale que le lait camelin contient des teneurs plus faibles en vitamines A et E et en certaines vitamines du groupe B (vitamine B₂, B₅ et B₉) (SIBOUKEUR, 2007).

2.2.7. 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 KANHALL, 2010), l'apport en eau (HADDADIN *et al.*, 2008 ; AL HAJ et AL KANHALL, 2010), l'état sanitaire de l'animal et le stade de la lactation (FARAH, 2004).

Tableau 02 : Composition en vitamines ($\mu\text{g/kg}$) du lait de chamelle, (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache (SIBOUKEUR, 2007).

Nature des vitamines	Lait de chamelle				Lait de vache
	SAWAYA <i>et al.</i> (1984)	FARAH <i>et al.</i> (1992)	MEHAIA (1994)	KAPPELER (1998)	FARAH (1993)
A (Rétinol)	150	100	-	150	170-380
B1 (Thiamine)	330	-	-	600	280-900
B2 (Riboflavine)	416	570	-	800	1200-2000
B3 (Niacine)	4610	-	-	4600	500-800
B5 (Acide pantothénique)	880	-	-	880	2600-4900
B6 (Pyridoxine)	523	-	-	520	400-630
B12 (Cobalamine)	1,5	-	-	2	2-7
B9 (Acide folique)	4,1	-	-	4	10-100
E (Tocophérol)	-	560	-	530	100-200
C (Acide ascorbique)*	24	37	25	24-36	3-23

N.B : (-) : non déterminé ; (*) : en mg / kg.

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 chameaux déshydratés 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).

2.3. Propriétés thérapeutiques et médicinales

Le lait de chamelle est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuses, anti-cancéreuse, anti-diabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents. Ces propriétés (Tableau 03) 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 camélins (RAHLI, 2015).

Tableau 03 : 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)

2.4. 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 et 1994 RAMET, 1993 et 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.

2.5. Conservation du lait

2.5.1. Conservation par le froid (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.

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 psychrotrophes 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).

2.5.2. 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 (AW), 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.

2.5.3. 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 psychrotrophe, 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).

2.5.4. 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).

2.5.5. 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 (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 *et al.*, (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) (JEANTET et *al.*, 2008).
- ✚ **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 temperature, short time) (JEANTET et *al.*, 2008).
- ✚ **Flash pasteurisation (85-95 °C/1-6 s) :** Le lait est chauffé à une température comprise entre 85°C et 95°C pendant 1-6 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 (JEANTET et *al.*, 2008).

Elle est pratiquée sur les laits crus de mauvaise qualité. La phosphatase et la peroxydase sont détruites pendant ce traitement (JEANTET et *al.*, 2008).

Partie II :

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthode

1. Matériel

1.1. Echantillons de lait

Les échantillons de lait utilisé (Tableau 04) sont prélevés à partir d'un troupeau de dromadaire (*Camelus dromedarius*), au niveau de la wilaya d'El-Oued, conduit selon deux types de système d'élevage : extensif (Ben Guecha) et semi-intensif (Foulia). Ils ont été acheminé aux laboratoires de la faculté des sciences de la nature et de la vie (université Echahid Hamma Lakhdar EL-Oued) afin d'en faire les analyses nécessaires.

Les chammelles dont les échantillons de lait ont été prélevés, appartiennent au même rang de lactation.

Tableau 04 : Echantillons de laits de chammelles collectés.

N° de l'échantillon	Nombre des Chammelles	Population	Région	Mode d'élevage	Nutrition
Echantillon 01	8	sahraoui	El-Oued (Foulia) commune de Reguiba	Semi-intensif	Fourrage naturel
Echantillon 02	10	sahraoui	El-Oued (Ben Guecha)	Extensif	Fourrage naturel plus (son, orge, blé, maïs).

1.2. Appareillage

- Centrifugeuse (marque SIGMA)
- Agitateurs magnétiques de paillasse, chauffants et non chauffants (de la marque LABTECH ; modèle LMS) ;
- pH-mètre (Consort, modèle C3010) ;
- Vortex (marque IKA, modèle MS 3 control) ;
- Spectrophotomètre UV-visible (marque JENWAY, modèle 7300) ;
- Balance analytique avec une précision de 0,1mg (fabriquée en Pologne) ;
- Bain marie (marque MAMMERT) ;
- Lactodensimètre (marque NATHIA) ;

- Réfrigérateur ;
- Congélateur ;
- Hotte chimique.

1.3. Petits matériels

Micropipettes, pipettes graduées, poire d'aspiration, béchers, erlenmeyers, pissette, barreaux magnétiques, parafilm, fioles jaugées, papiers filtres, tubes à hémolyse, burettes, éprouvettes, entonnoirs, spatules, gants et masques, flacons bouchonnés, flacons stériles (60 ml) ...etc.

1.4. Réactifs, solvants chimiques et matériel biologique

Solvants (acide chlorhydrique, acide sulfurique, éthanol, eau distillée...) ;

Sels et tampons (hydroxyde de sodium, carbonate de sodium, hydroxyde de sodium, sulfate de cuivre, tartrate double de sodium et potassium, phénolphtaléine ...etc.) ;

Réactifs spécifiques (réactif de Folin-Ciocalteu) ;

Matériel biologique : protéines étalons (BSA).

2. Méthodes

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la figure suivante :

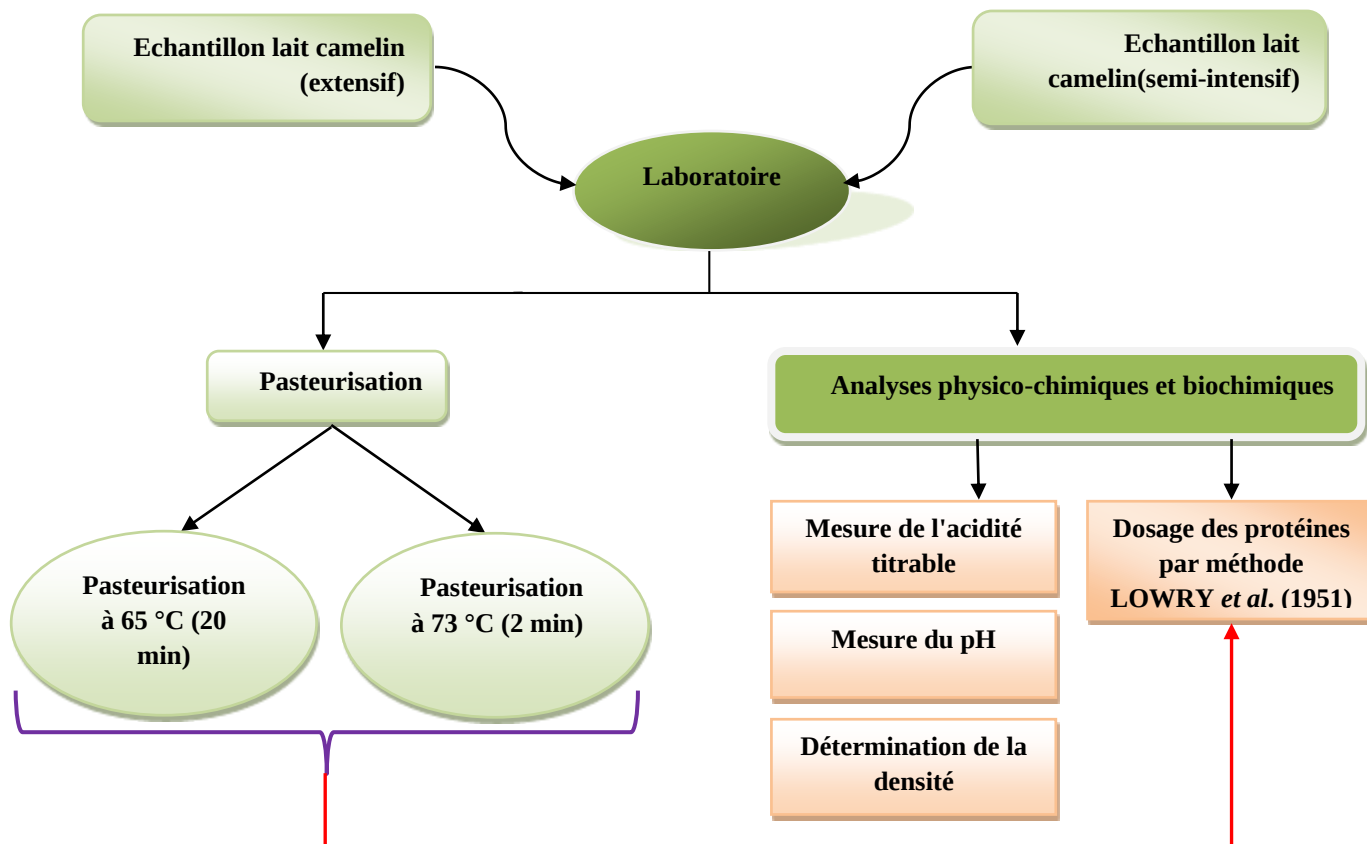


Figure 03 : Procédure expérimentale.

2.1. Analyses physico-chimiques

2.1.1. Détermination de 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 l'état de fraîcheur ou sur sa stabilité (MATHIEU,1998). Le pH est déterminé par la méthode potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre étalonné par deux solutions tampons et ensuite l'électrode est plongée dans le lait à analyser, après que la valeur se stabilise le pH peut être lu.

2.1.2. Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

Le dosage de l'acidité est effectué selon (la norme française 04-206, janvier. Elle est basée sur le titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

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).

L'opération se fait par 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.

2.2. Analyses biochimiques

2.2.1. Détermination de 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 (BSA) 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 phosphomolybdotungstique est le constituant actif. Cette réaction donne à un complexe coloré : le bleu de molybdène (couleur bleu foncée) dont l'intensité est mesurée à 750 nm. 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 (figure 04).

Les principales étapes décrivant le protocole d'isolement des deux fractions des protéines du lait, sont montrées par le diagramme (figure 05).

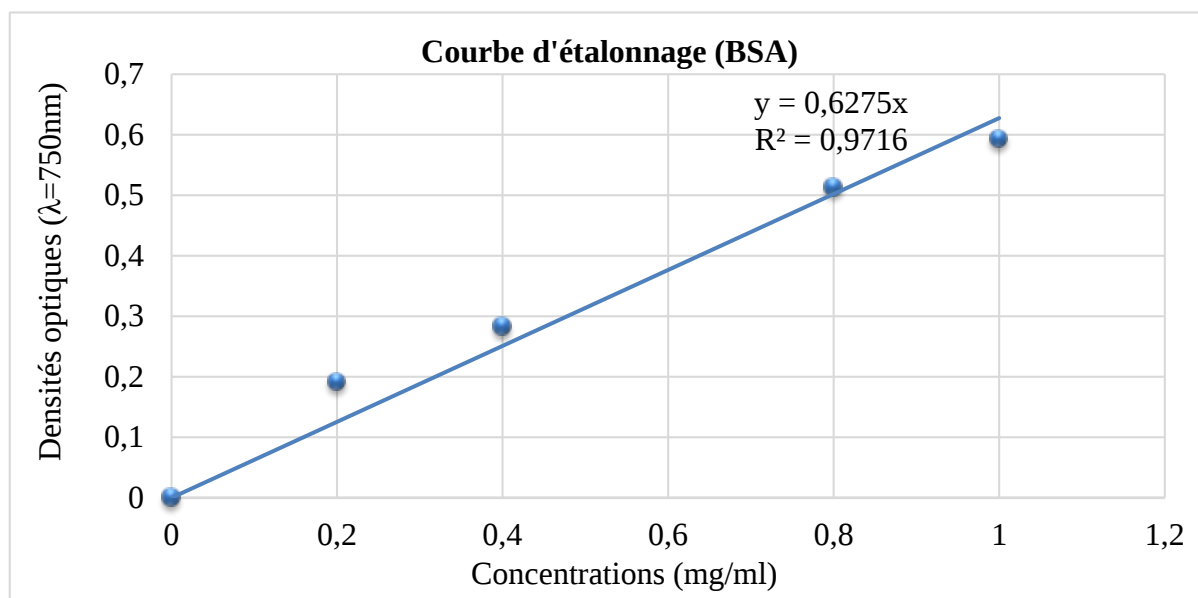


Figure 04 : Courbe d'étalonnage pour estimation et dosage des protéines des échantillons du lait camelin collecté (en utilisant la BSA comme étalon). R^2 représente le coefficient de régression.

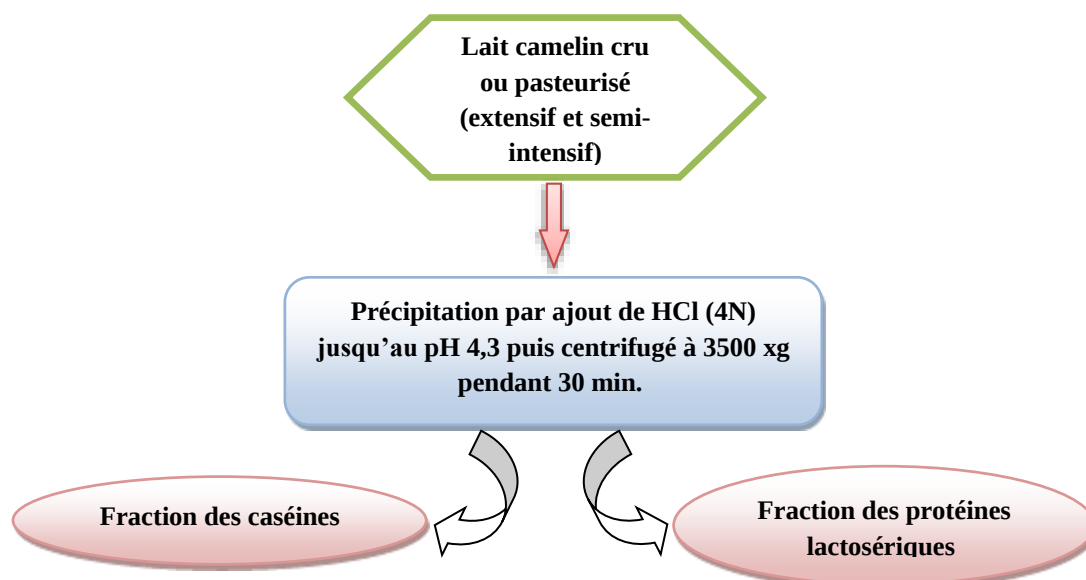


Figure 05 : Protocole d'isolements des caséines et des protéines du lactosérum à partir du lait camelin pasteurisé.

2.3. Pasteurisation

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*) et pour améliorer la qualité hygiénique des produits ;
- Elle permet d'inactiver certaines enzymes (lipoxgénase, polyphénoloxydase) des produits au cours de leurs stockages.

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 (JEANTET *et al.*, 1996).

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 (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).

Dans ce contexte, nous avons choisis deux méthodes de pasteurisation afin de vérifier les éventuels changements au niveau de principaux nutriments du lait en l'occurrence (les protéines). Ce qui peut se faire par comparaison avec le lait cru du même échantillon. D'autre part, on voulait vérifier l'impact de mode d'élevage sur ces changements. A cet effet, les deux méthodes usuelles de pasteurisation ont été employées.

- **Pasteurisation basse (62-65°C/30 min) :** Ce type de traitement thermique est un procédé consistant à chauffer le lait à 65 °C et à le maintenir à cette température pendant 30 minutes. Cette méthode est appelée aussi « Holder Process » ou méthode LTLT (Low Temperature Long Time) (JEANTET *et al.*, 2008) ;
- **Pasteurisation haute (71-73°C/2 min) :** 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. Cette méthode est appelée aussi « HTST » (High temperature, short time) (JEANTET *et al.*, 2008).

Au laboratoire, la pasteurisation a été réalisée ainsi :

Une partie de lait cru (extensif/ semi-intensif) est répartie dans des flacons stérile de 60 ml bien fermés. Ils étaient alors placés dans un bain marie maintenu à $65^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 30 min, puis refroidis directement dans de l'eau froide ($+ 4^{\circ}\text{C}$).

La pasteurisation de $72^{\circ}\text{C}/2\text{min}$ est réaliser de la même manière.

2.4. Analyses statistiques

Les résultats ont été traités par le logiciel SAS (SAS software V 9.0).

Deux tests statiques ont été employés afin de mettre en marche les analyses statistiques : le test T de student (pour la comparaison de 2 variable) et le test ANOVA (pour la comparaison plusieurs variables).

Partie III :

Résultats et Discussions

II. Résultats et discussions

1. Qualité physico-chimique et biochimique du lait de chamelle collecté

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques et biochimique (les moyennes, les écarts types et les valeurs de P entre des différents paramètres d'analyses sur les échantillons de lait issu des chameaux conduites selon les deux modes d'élevage (extensif et semi-intensif « pratiqués dans la wilaya d'El-Oued »), sont rapportés dans le tableau.

Tableau 05 : Paramètres physico-chimiques et biochimiques étudiés pour les deux types d'échantillons du lait prélevé (provenant d'élevage : extensif et semi-intensif).

Paramètres	Extensif (E1)		Semi-intensif (E2)		P
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
pH	6,73	0,125	6,69	0,095	0,4181 ^{ns}
Acidité Dornic (D°)	15,625	1,302	15,22	2,002	0,6351 ^{ns}
Densité	1,0261	0,00360	1,0291	0,00302	0,0826 ^{ns}
Protéines totales (g/l)	22,696	2,042	31,381	1,582	0,0043 ^{**}
Caséines (g/l)	15,378	2,099	19,522	0,937	0,0354 [*]
Protéines lactosériques(g/l)	7,317	3,131	11,859	1,235	0,0796 ^{ns}

ns= différence non significative $P > 0,05$. *= différence significative $P \leq 0,05$. **= différence hautement significative $P \leq 0,01$.

1.1. pH

Il est connu que le pH du lait camelin est plus bas comparativement au lait bovin (pH : 6,6) et au lait humain (pH : 7,01) (SIBOUKEUR, 2007). Le pH de l'échantillon expérimental de lait camelin sont selon le cas égal à 6,73 pour (pour le lait issu des chameaux en élevage extensif) et à 6,69 pour (élevage pour le lait issu des chameaux en semi-intensif). La différence enregistrée n'est pas significative ($P > 0,05$) (tableau 05). Les deux valeurs de pH (6,73) pour l'élevage extensif est proche de pH signalé par KHASKHELI en 2005 au Pakistan (6,77) pour un élevage extensif, alors qu'il est apparemment supérieur aux valeurs de pH rapportés par certains auteurs pour le même système d'élevage comme : SBOUI *et al.* (2009) en Tunisie (6,41), FAYE *et al.* (2008) au Kazakhstan (6,46) et 6,57 (OMER, 2009).

D'autre part et pour le système d'élevage semi-intensif, le pH moyen de 6,69 que nous avons relevé dans cette étude est proche de celui rapporté par MEHAIA (1993) en Arabie Saoudite, soit un pH à 6,61. GORBAN et IZZELDIN (1997) signalent que le pH et le goût du

lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau. Par ailleurs, la forte concentration en acides gras volatiles (YAGIL, 1985) et la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire font diminuer le pH de celui-ci (YAGIL, 1985 ; FARAH *et al.*, 1992 ; SALEY, 1993 ; HADDADIN *et al.*, 2008). VIGNOLA *et al.* (2002) et SIBOUKEUR (2007) signale que le pH du lait dépend principalement de la présence de caséines et des anions phosphorique et citrique.

1.2. Acidité Dornic

L'acidité titrable de lait de chamelle est la mesure de l'acide lactique formé. L'acidité Dornic, tourne autour de 15,625 °D et 15,22 °D respectivement pour les échantillons provenant de systèmes d'élevage : extensif et semi-intensif. Il n'y a pas de différence significative entre ces deux valeurs (tableau 05).

Les valeurs de l'acidité Dornic obtenues dans cette étude se situent dans la fourchette des travaux rapportés par certains auteurs, soit ELAMIN et WILCOX (1992) en Arabie Saoudite (15 °D), ABU-LEHIA (1994) en Arabie Saoudite (15 °D) et KAMOUN (1994) en Tunisie (15,6 °D). D'autres auteurs rapportent des valeurs élevées. Ainsi MEILOUD *et al.* (2011) en Mauritanie (16 °D) ; SBOUI *et al.* (2009) (17,2 °D) ; 18 °D par KHASKHELI *et al.* (2005) en Inde, 18,2 °D (SIBOUKEUR, 2007). Les valeurs évoquées par KONUSPAYEVA (2007) et FAYE *et al.* (2008) au Kazakhstan sont beaucoup plus élevées (26 °D et 24,04 °D).

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

1.3. Densité

Les densités mesurées sont en moyenne : 1,026 et 1,0291, respectivement pour les échantillons provenant de systèmes d'élevage : extensif et semi-intensif. Cette différence ne semble pas significative ($P > 0,05$) selon le tableau 05.

Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par la FAO (1995) d'après une compilation de diverses sources (1,0250-1,0380).

Pour le lait issu des chameaux en élevage extensif, le résultat que nous avons enregistré est généralement comparable de celui rapporté certains auteurs dans d'autres pays pour le même système d'élevage tels que ALJUBOORI *et al.*, (2013) en Emirats Arabes Unis (1,024), MAHBOUB *et al.*, (2010) (1,027 $\pm$ 0,0066), HAMIDI, 2015 à BISKRA (1,0272) et SBOUI *et al.* (2015) 1,027 en Tunisie, BOUDJENAH, 2012 (1,028), MEDJOUR, 2014 à Biskra (1,028), BENNEDJMA et ROUIDJAA, 2015 (1,028) à Ouargla.

D'autre part, il est plus important de ceux rapportés par SABOUI *et al.* (2009) (1,020) et SIBOUKEUR (2007) (1,023).

Par contre pour le lait issu des chamelles en élevage semi-intensif, un résultat similaire est rapporté par MEDJOUR, 2014 à El-Oued (1,029) et est nettement supérieur à celui cité par BOUZID et LABIDI, 2016 à EL-Oued (1,024), pour le même système d'élevage.

La densité du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) (MOSBAH, 2012). Ce qui explique la variabilité des valeurs entre les différents échantillons de laits analysés et entre celles citées dans la littérature (SIBOUKEUR, 2007). Elle dépend aussi du taux de matière grasse, de l'augmentation de la température de l'air ambiant et des disponibilités alimentaires (LABIOUI *et al.*, 2009).

1.4. Teneur en protéines totales

La teneur en protéine du lait camelin égal à 22,696 g/l pour (lait des chamelles conduites selon le système d'élevage extensif), cette valeur paraît plus faible que celle du lait camelin en élevage semi-intensif avec une teneur moyenne de 31,381 g/l. La différence enregistrée est hautement significative ($P \leq 0,01$).

Le résultat obtenu pour lait des chamelles élevées en mode extensif est proche de celui évoqué par KHASKHELI *et al.* (2005) (22,1 g/l) ; ALLOUILOMBARKIA *et al.* (2008) (21,3 g/l). D'autres auteurs ont déclaré des valeurs plus faibles : 19,7 g/l (KAMOUN, 1995) ; 19,8 g/l (HADDADIN *et al.*, 2007). Toutefois, des résultats de littératures supérieurs au notre ont été retrouvés : ATTIA *et al.* (2001) (30,72 g/l) ; 30,8 et 33,1 g/l (WANGO, 1997) ; 28,0 g/l (ELAMINE et WILCOX, 1992) ; MEDJOUR (2014) à Biskra avec 25,45 g/l ; SBOUI *et al.* (2009), 34,15 g/l ; KAMOUN (1994) 34,3 g/l ; 34,6 g/l (SHAMSIA, 2009) et 35,6 g/l (SIBOUKEUR, 2005).

Le résultat obtenu pour le lait provenant des chamelles en élevage semi-intensif est comparable à celui qui a été obtenu par MEDJOUR (2014) à El-Oued avec 32,12 g/l, alors qu'il est plus faible que celui qui a été rapporté par le même auteur pour les mêmes année et lieu qui est 37,47 g/l pour un système d'élevage semi-intensif. D'autre résultats qui sont beaucoup plus supérieures obtenus (41 g/l - 49 g/l) ont été rapportés par MEHAIA (1995) sur la race Majaheim en Arabie saoudite conduite en élevage intensif.

Des nombreux auteurs montrent qu'un régime alimentaire basé sur l'herbe entraîne la baisse des taux de protéines et de matière grasse du lait. DELABY et PEYRAUD (1994), montrent qu'un régime à base de blé a induit un accroissement modéré du taux protéique du lait de vache par rapport à un régime à base d'herbe conservée ou pâturée. Il précise que le taux butyreux est amélioré lors d'apport de concentrés en quantités plus importantes. WOLTER

(1997), montre que l'élevage par ensilage de maïs, betteraves et concentrés entraîne une augmentation de taux de protéines, alors que l'élevage par l'herbe ou un ensilage médiocre, entraîne un abaissement de taux de protéines. Enfin, les races et les conditions saisonnières en particulier influenceraient également la teneur en protéines du lait de chamelle (AL HAJ et AL KANHAL, 2010). Ainsi, les résultats obtenus dans cette étude confirment la validité de cette hypothèse.

1.5. Teneur en caséines

La teneur en caséines du lait camelin égal à 15,378 g/l pour l'échantillon du lait camelin issu des chameaux en élevage extensif, elle paraît nettement plus faible que celle du lait camelin provenant d'un élevage semi-intensif, 19,522 g/l, avec une différence significative ($P < 0,05$) (tableau 05).

Des teneurs plus importantes, pour le système extensif, ont été évoquées : 19,7 g/l (KAMOUN, 1995) ; 19,8 g/l (HADDADIN *et al.*, 2007) et 19,8 g/l (ALLOUI-LOMBARKIA *et al.*, 2007) et ATTIA *et al.* (2001) (20,60 g/l) ; KHASKHELI *et al.* (2005) (22,1 g/l) ; ALLOUILOMBARKIA *et al.* (2007) (21,3 g/l) ; MEDJOUR (2014) à El-Oued (25,45 g/l) ; SIBOUKEUR (2005) qui a signalé un taux important (28,15 g/l).

MEDJOUR (2014) à El-Oued a déclaré une valeur de 37,47 et 32,12 g/l pour un système d'élevage semi-intensif.

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 comme mentionné (KAMOUN, 1998) la saison de la récolte de lait où les teneurs les plus faibles sont enregistrées en période estivale. Les variations enregistrées reflètent également, des différences de race, de stade de lactation, d'échantillonnage ainsi que des méthodes analytiques utilisées.

1.6. Teneur en protéines lactosériques

La teneur en protéines sériques du lait camelin égal à 7,317 g/l pour le lait issu des chameaux conduites selon le système d'élevage extensif, cette même valeur est plus faible que celle obtenue pour lait camelin provenant de l'élevage en semi-intensif (11,859 g/l). Malgré cela, la différence enregistrée, entre ces deux valeurs, demeure sans signification ($P > 0,05$) (tableau 05).

Le résultat obtenu pour le lait camelin de mode d'élevage extensif est comparable à ceux enregistrés par FARAH (1993) (7 g/l) et ATTIA *et al.* (2001) (7,55 g/l) et SIBOUKEUR

(2005) (7,5 g/l). Cependant, il est inférieur à ceux déclarés par KIHAL et *al.* (1999) (8,59 g/l) ; 9 g/l selon ABU-LEHIA (1987) et 10 g/l selon BAYOUMI.

D'autre part et pour le système d'élevage semi-intensif, notre résultat se concorde avec ceux rapporté par MEDJOUR (2014) à El-Oued avec 11,64 et 10,98 g/l pour un système d'élevage semi-intensif.

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 les immunoglobulines...) (ELAGAMY, 2000).

2. Impact des différents types de pasteurisation (65°C et 73°C), étudiés, sur la teneur en protéines

Les résultats des teneurs en protéines totales et lactoséiques après les différents types de pasteurisation sont décrit (tableaux 07 et 08)

Les différents types de pasteurisation étudiée sont : 65°C pendant 30 minutes (LTLT) et 73° pendant 2 minutes (HTST) les teneurs en protéines totales et lactoséiques du lait cru ont été considérées comme témoin.

Tableau 06 : Effet des différents types de pasteurisation (65°C et 73°C) sur la teneur en protéines totales de deux types d'échantillons du lait camelin prélevé (le cru pour chaque échantillon s'est servi comme référence « témoin ») (l'analyse a été réalisé par le test ANOVA).

Echantillons	Lait cru		Pasteurisation à 65°C		Pasteurisation à 73°C		P
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Extensif	22,696	2,042	21,614	0,299	20,784	2,163	0,4461 ^{ns}
Semi-intensif	31,381	1,582	29,920	0,438	23,054	8,590	0,1787 ^{ns}

ns = différence non significative.

2.1. Teneur en protéines totales de lait pasteurisé à 65°C

La pasteurisation à 60 °C pendant 30 minutes, semble diminuer une quantité des totales pour les deux types du lait camelin extensif et semi-intensif. Malgré cela, cette diminution ne semble pas significative (Tableau 06).

Des teneurs différentes ont été signalées par CHETHOUNA (2011) et GHALEM (2016) à savoir 27,15 g/l et 26,44 g/l à 63 C° pendant 20 minutes et 65 C° pendant 30 minutes respectivement indiquant une baisse dans la teneur en protéines en fonction de l'augmentation de la température. De même, (HE et *al.*, 2020) a retrouvé une baisse dans la concentration des protéines totales de 4,15 % à 3,94 %.

Cette diminution est causée, probablement, par l'effet de chaleur sur le facteur du temps, qui provoque une légère dégradation protéique (GENENE *et al.*, 2018).

2.2. Teneur en protéines totales de lait pasteurisé à 73 °C

La teneur en protéines totales de lait camelin pasteurisé à 73 °C, pendant 2 minutes, égal à 20,784 g/l pour le lait camelin provenant d'un élevage extensif et 23,054 g/l, pour le lait camelin issu d'un élevage semi-intensif. Ce qui est remarquable est la forte diminution dans le cas de la teneur en protéines totales (originaires d'élevage semi-intensif) en comparaison avec le témoin (lait cru). Ce qui peut indiquer une fragilité beaucoup plus importante des protéines totales de lait camelin provenant du système d'élevage semi-intensif en comparaison avec son analogue du système extensif (un impact négatif de transition de système d'élevage camelin de l'extensif ou naturel vers le semi-intensif, sur les protéines du lait qui rend ces dernières plus sensible au traitement thermique). Néanmoins, l'analyse statistique n'indique aucune signification dans le changement au niveau de teneur des protéines totales pour les types de lait étudié (tableau 06).

Cette diminution est causée, probablement, par l'effet de chaleur sur le facteur du temps, qui provoque une légère dégradation protéique (GENENE *et al.*, 2018).

Tableau 07 : Effet des différents types de pasteurisation (65°C et 73°C) sur la contenance en protéines lactosériques de deux types d'échantillons du lait camelin prélevé (le cru pour chaque échantillon s'est servi comme référence « témoin ») (l'analyse a été réalisée par le test ANOVA).

Echantillons	Lait cru		Pasteurisation à 65°C		Pasteurisation à 73°C		P
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Extensif	7,317	3,131	5,697	1,111	3,958	1,170	0,2163 ^{ns}
Semi-intensif	11,859 ^A	1,235	8,167 ^B	0,784	8,127 ^B	0,622	0,0037 ^{**}

ns = différence non significative $P > 0,05$. ** = différence hautement significative $P \leq 0,01$.

2.3. Teneur en protéines lactosériques de lait pasteurisé à 65°C

La pasteurisation à 60 °C pendant 30 minutes, semble diminuer la teneur en protéines lactosériques pour les deux types du lait camelin extensif et semi-intensif. Ce changement dans le taux des protéines lactosériques est hautement significatif dans le cas des protéines du lactosérum du lait camelin originaire d'élevage semi-intensif (Tableau 07).

En comparaison avec le lait camelin extensif, les protéines du lactosérum du lait camelin semi-intensif semblent diminuer plus largement, ceci peut être expliqué par la plus forte

sensibilité à la dégradation thermique de ces dernières qui est causé, probablement, par la transition dans le système d'élevage de l'extensif au semi-intensif (impact négatif de système d'élevage semi-intensif).

Selon FARAH en 1986, La pasteurisation dénature de 10 à 20 pour cent des protéines de lactosérum.

Par ailleurs FARAH (1986), a conclu que la sensibilité à la chaleur des protéines du lactosérum camelin est deux fois plus faible que des protéines lactosériques bovines.

2.4. Teneur en protéines lactosériques de lait pasteurisé à 73°C

Avec l'augmentation de température de pasteurisation, la concentration en protéines lactosérique du lait camelin issu d'élevage extensif est diminuée, ce changement reste toujours sans signification (Tableau 07). Par ailleurs et pour le lait camelin provenant de système d'élevage semi-intensif la différence est hautement significative (en comparaison avec le lait cru). Dans un autre sens, la teneur en protéines lactosériques du lait semi-intensif n'a que très faiblement diminuer entre les traitement thermiques (de 65 °C à 73 °C). Ce qui est traduit qu'il n'y a pas de signification entre les deux (les deux valeurs sont classées dans le même rang d'après le test statistique de Tukey et qualifiés tous les deux par la même lettre « B ») (Tableau 07).

On remarque une diminution dans la teneur en protéines lactosériques avec l'augmentation de la température de pasteurisation ce qui semble en accord avec les observations rapportées par (FARAH, 1986).

Le traitement du lait de chamelle avec l'augmentation de la température peut détruire certains nutriments (HE *et al.*, 2020).

D'après (GENENE *et al.*, 2018), le niveau de dénaturation totale des protéines de lactosérum augmentait de 2,8 % à 34 % lorsque le traitement thermique passait de 72 °C à 87 °C pour 26 s. Le pourcentage de dénaturation de la protéine de lactosérum dans le lait de chamelle semble inférieur à celui du lait de bovin, ce qui pourrait être dû à la résistance thermique relativement plus élevée de la protéine de lactosérum de chamelle par rapport à la protéine de lactosérum bovin rapportée précédemment.

Conclusion

Conclusion

Le lait camelin comme celui d'autres mammifères laitiers, riche en protéines, carbohydrates, lipides, minéraux et vitamines. Sa composition physicochimique et biochimique lui rapproche du lait humain et bovin, néanmoins, il se singularise par sa richesse en fer, calcium, vitamine C, vitamine B3 mais notamment en composition protéique unique, qui lui permet d'avoir un très bon apport nutritionnel mais surtout des activités et propriétés biologiques diverses et répondue : activité antioxydante, antidiabétique, anti-tumorale, hypotenseur, antimicrobienne ...etc.

En vue de vérifier l'impact des méthodes de pasteurisation sur la qualité nutritionnelle (les protéines en l'occurrence) entre deux modes d'élevage camelin (extensif « naturel » et semi intensif « consistant en semi stabulation de l'animal et en plus de fourrage naturel en lui donnant des concentrés alimentaires »). Dans ce contexte, les expériences physicochimiques et biochimiques réalisées ont montré qu'en passant de l'élevage camelin extensif vers l'élevage semi-intensif :

- Le pH du lait est devenu plus acide ;
- La teneur en protéines totales du lait est devenue plus importante de (22,696 g/l) pour l'élevage extensif à (31,381 g/l) pour l'élevage semi-intensif et avec une différence hautement significative ;
- La teneur en caséines du lait est devenue plus élevée et d'une manière significative, ainsi elle a passé de (15,378 g/l) à (19,522 g/l).

Le dosage des différentes fractions protéiques (protéines totales et protéines de lactosérum), avant et après les deux méthodes de pasteurisation (65 °C/30 minutes et 73 °C pendant 2 minutes), a montré que :

- La pasteurisation a mené à une diminution dans le taux des deux fractions protéiques (impact négatif) ;
- Ces changements sont faits d'une façon légère et non significative dans la fraction des protéines totales des laits provenant des chamelles élevées en extensif et en semi-intensif ;
- Le système d'élevage camelin semi-intensif a un impact négatif sur la stabilité de la fraction des protéines lactosériques, ainsi cette fraction est devenue plus sensible et fragile vis-à-vis au traitement thermique.

A travers cet étude on conclure que :

- La pasteurisation et malgré son avantage (se débarrasser des germes pathogènes), mais elle diminue d'avantage la qualité nutritionnelle (les protéines en l'occurrence) du lait ;
- Cette diminution de la qualité nutritionnelle du lait camelin est fonction de la température et du temps de pasteurisation, ainsi la pasteurisation basse température est la meilleure dans ce sens ;
- Le système d'élevage semi-intensif qui a comme objectif l'augmentation de la production laitière, mais il présente un impact négatif sur la thermo-résistibilité des protéines (la fraction lactosérique notamment) du lait produit dans ce système.

Cependant, pour obtenir des résultats plus clairs et expliquer d'avantage les mécanismes jouant un rôle clé dans l'impact pasteurisation sur les éléments nutritifs du lait camelin et rôle joué par le système d'élevage dans ce contexte, il faut déployer plus d'efforts, ainsi, les études expérimentales et sur le terrain doivent être intensifiées dans ce sens ainsi :

Plus des méthodes de pasteurisation doivent être investiguées, ainsi que 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. D'autre part, le recours à des techniques de séparation et d'analyses plus sophistiquées tels que l'utilisation des membranes de dialyses des différentes Cut-off, l'HPLC, la FPLC, le PAGE-SDS, le séquençage des protéines, permettra de faire une caractérisation d'une manière plus complète et fiable.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

- **ABDEL-RAHIM A.G., (1987).** The chemical composition and nutritional value of camel (*Camelus dromedarius*) and goat (*Capra hircus*) milk. *World Rev. Anim. Prod.*, 23, 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 Chem.*, 34, p. 261-272.
- **ABU-LEHIA I.H. (1994).** Recombined camel's powder. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **ABU-TARBOUSH H. M. (1996).** Comparision of growth and proteolytic activity of yogourt starters in whole milk from camels and cows. *J. Dairy Sci.*, **79**, 366-371.
- **ABU-TARBOUSH H. M., AL-DAGAL M.M. and AL-ROYLI M.A. (1998).** Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. *J. Dairy Sci.*, **81**, 354-361.
- **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. et LINDEN G. (1997).** Abrégé de Biochimie Alimentaire. Masson, 3^{ème} Ed. Paris.
- **ALI M.Z. and ROBINSON R.K. (1985).** Size distribution of casein micelles in camel's milk. *J. Dairy Res.*, 52, 303-307.
- **AL-JUBOORI, A.T., MOHAMMED, M., RASHID, J., KURIAN, J., &**
- **ELREFAEY,S. (2013).** Nutritional and medicinal value of camel (*Camelus dromedarius*) milk. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, vol 170,212-232.
- **ALOUI LOMBARKIA O., GHENNAM E. H., BACHA A. and ABEDEDDAIM M.(2007).** Caractéristiques physicochimiques et biochimiques du Lait de chamelle et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. *Rencontres Recherche Ruminants*, 14.

- **ATTIA H., KHEROUATOU N. and DHOUB A. (2001).** Dromedary milk lactic acid fermentation: microbiological and rheological characteristics. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, **26**, 263-270.
- **ATTIA H., KHEROUATOU N., NASRI M. et KHORCHANI T. (2000).** Characterization of the dromedary milk casein micelle and study of its changes during acidification. *Lait*, **80**, p.503-515.
- **BAYOUMI S. (1990).** Studies on composition and rennet coagulation of camel milk. *K. Milchwirtschaftliche Forsch.*, **42**, 3-8.
- **BEG O.U., BAHR-LINDSTRÖM H.V., ZAIDI Z.H., & JÖRNVALL H.(1984).** A small camel protein rich in cysteine / half-cystine. *Bioscience reports*, **4**, p. 1065–1070.
- **BEG O.U., BAHR-LINDSTRÖM H.V., ZAIDI Z.H., & JÖRNVALL H.(1985).** The primary structure of α - lactalbumin from camel milk. *European Journal of Biochemistry*, **147**, p. 233–239.
- **BEG O.U., BAHR-LINDSTRÖM H.V., ZAIDI Z.H., & JÖRNVALL H.(1987).** Characterization of a heterogeneous camel milk whey non-casein protein. *FEBS Letters*, **216**, p. 270–274.
- **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"*, 24-26-Octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **BENNEDJMA, I., & ROUIDJAA, S. (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 en sciences biologiques, Université Kasdi Merbah – Ouargla, Algérie.
- **BOUDJENAH H.S, LALEYE S., LOUIS C. S. C., MOULTI-MATI F., SI AHMED S. et MATI A. (2012).** Coagulation of Camel 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.

- **BOUZID, A., & LABIDI, H. (2015).** Caractérisation physico-chimique et organoleptique du lait des espèces laitières dans la région du souf (wilaya d'El-oued). Mémoire de master en sciences biologiques, Université Echaid Hamma Lakhdar - Eloued, Algérie.
- **CARTIER P., CHILLIARD Y. and PAQUET D. (1990).** Inhibiting and activating effect of skim milk and proteose-peptone fractions on spontaneous lipolysis and purified lipoprotein lipase activity in bovin milk. *J. Dairy Sci.*, **73**, 1173-1177.
- **CAYOT P. et LORIENT D. (1998).** Structures et Technofonctions des protéines du lait. Technique & Documentation, Lavoisier, Paris.
- **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.
- **CORRERA A. (2006).** Thèse de doctorat en écologie et gestion de la biodiversité. Muséum national d'histoire naturelle Paris.
- **CONTI A., GODOVAC-ZIMMERMAN J., NAPOLITANO L. et LIBERATORI J., (1985).** Identification and characterization of two α -Lactalbumin from Somali camel milk (*Camelus dromedarius*), *Milchwissenschaft*, **40**, 673-675.
- **DARINMOUB, 2009.** Conseils pour le consommateur. Laboratoire de contrôle la qualité et de conformité, Atakor pub. En line : <http://www.darinmoub.com/>.
- **DESAL H.K., PATEL J.N. et PANDYA A.J. (1982).** Composition of camel milk. *Gujarat Agric. Univ. Res. J.*, **2**, 131-132.
- **DUHAÏMAN A.S (1988).** Purification of camel milk lysozyme and its lytic effect on *Escherichia coli* and *Micrococcus lysodeikticus*. *Comp. Biochem. Phys.*, **91**, 793-796.
- **EL-AGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. and ASSAF R. (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective protein. *J. Dairy Res.*, **59**, 169-175.
- **EL-AGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. et ASSAF R.(1996).** Purification and characterization of Lactoferrin, Lactoperoxydase, Lysozyme and Immunoglobulins from camel's milk. *Int. Dairy J.*, **6**, p. 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-AMIN F.M and WILCOX C.J , (1992)** .Composition of majaher camels . *Journal of Dairy science*,75, (11) ,3155-3157.
- **EIGEL W.N., BUTTER J.E., ERNSTROM C.A., FARRELL J.R., HARWALKAR V.R., JENNESS R. et MC WHITNEY L. R. (1984)**. Nomenclature of proteins of cow's milk ; fifty revision. *J. Dairy Sci.*, **67**, 1599-1631.
- **ETIENNE L., GIRARDET J.M. et LINDEN G. (1994)**. Growth promotion of *Bifidobacterium animalis* by bovin milk proteose-pepton . *Lait*, **74**, 313-323.
- **FAO, (1995)**. Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome
- **FARAH Z. (1986)**. Effect of Heat Treatment on Whey Proteins of Camel Milk. *Milchwissenschaft* 41, 763-765.
- **FARAH Z. (1993)**. Composition and Characteristics of Camel Milk ; review. *J. Dairy Res.*, **60**, 603-626.
- **FARAH Z. (1996)**. Camel Milk Properties and Products. Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management, SKAT, Switzerland.
- **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 FARAH-RIESEN M. (1985)**. Separation and characterization of major components of camel milk casein. *Milchwissenschaft*, **40**, 669-671.
- **FARAH Z. et RÜEGG M.W. (1989)**. The size distribution of casein micelles in camel milk.*FoodMicrostruct.*, 8, p. 211-116.
- **FARAH Z. et BACHMAN M.R. (1987)**. Rennet coagulation properties of camel milk. *Milchwissenschaft*, **42**, 689-692.
- **FARAH Z. et RÜEGG M.W. (1991)**. The creaming properties and size distribution of Fat globules in camel milk. *J. Dairy Sci.*, 74, p. 2901-2904.
- **FARAH Z., STREIFF T. and BACHMAN M.R. (1990)**. Preparation and consumer acceptability tests of fermented camel milk in Kenya. *J. Dairy Res.*, **57**, 281-283.
- **FARAH Z., RETTENMAIER R. et ATKINS D. (1992)**. Vitamin content of camel milk. *Internat. J. Vitam. Nutr. Res.*, **62**, 30-33.
- **FARRELL H.M.J.R., JIMENEZ-FLORES R., BLECK G.T., BROWNE.M., BUTLER J.E., CREAMER L.K., HICKS C.L., HOLLAR C.M., NG-KWAI-HANG KF., & SWAISGOOD H.E.(2004)**. Nomenclature of the proteins of cows' milk—Sixth Revision. *Journal of Dairy Science*,87, p. 1641–1674.

- **Faye, B. 1997.** Guide de l'élevage du dromadaire. CIRAD-EMVT, Montpellier, première édition, 126 p.
- **FAYE B. et MULATO O.C. (1991).** Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minérales chez le dromadaire de Djibouti.
- **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.
- **FIELD C.R. (1979).** Camel growth and milk production in marsabit district, northern Kenya.. *Provisional Report*, 6, 215-240.
- **Frédéric L. 2003.** Lait de chamelle pour l'Afrique . Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique. Niamey, 5-8 novembre 2003., 22-23, p. 22-208.
- **GENENE A., HANSEN E.B., ESHETU M., HAILU Y. and IPSEN R (2018).** Effect of heat treatment on denaturation of whey protein and resultant rennetability of camel milk. *LWT - Food Science and Technology*.
- **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.
- **GIRARDET J.M. and LINDEN G. (1995).** Structure of glycopeptides isolated from bovin milk component PP3. *Eur. J. Biochem.*, 234, 939-946.
- **GIRARDET J. M., SAULNIER F., GAILLARD J.L., RAMET J.P. et HUMBERT G. (2000).** Camel (*Camelus dromedarius*) milk PP3 : evidence for an insertion in the amino-terminal sequence of the camel milk whey protein. *Biochem. Cell. Biol.*, 78, 19-26.
- **GLASS R.L., TROOLIN H.A. and JENNESS R. (1967).** Comparative biochemical studies of milks ; IV : constituent fatty acids of milk fats. *Comp. Biochem. Physiol.*, 22, 415-425.
- **GNAN S.O. and SHEREHA A. M. (1986).** Composition of Libyan camel's milk. *Aust. J. Dairy Techn.*, 41, 33-35.
- **GNAN S.O., MOHAMED M.O., SHEREHA A.M. et IWEGBE A.O. (1994)** Fermentation ability of camel's milk. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26- octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M.(1997).** Mineral content of camel milk and colostrum. *J. Dairy Techn.*, 64, 471-474.
- **GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M. (1999).** Study on cholesteryl ester fatty acids in camel milk lipid. *International J. Food Sci. Techn.* 34, 229-234.

- **GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M. (2001).** Fatty and Lipids of Camel Milk and Colostrum. *International J. Food Sci. Nutr.*, **52**, 283-287.
- **GOUDA A., EL-ZAYAT A. and EL-SHABRAWY S.A. (1984).** Electron on the size distribution of casein micelles, fat globules and fat globule membrane of camel milk. *Ann. Agric. Sci.*, **29**, 755-762.
- **Goursaud J., (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1: Les laits de la mamelle à la laitière. LuquetF.M.. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- **HAMIDI MOHAMED .(2015).**Etudes des propriétés fonctionnelles et des aptitudes à la coagulation du lait de dromadaire par la couche de kaolin du gésier des poules . Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Université Mohamed Khider- Biskra.
- **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).** Physicochemical properties of camel milk during lactation period. *Egyptian J. Food Sci.*, **15** , 1-14.
- **HE J., SUN R., HAO X., BATTULGA A., JURAMT N., YI L., MING L. and RIMUTU J. (2020).** The gut microbiota and its metabolites in mice are affected by high heat-treatment of Bactrian camel milk. *J. DairySci.* **103** N°12.
- **INNOCENTE N., COMPARIN D. and CORRADINI C. (2002).** Proteose-peptone Whey fraction as emulsified in ice- cream preparation. *Int. Dairy J.*, **12**, 69-74.
- **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.
- **JARDALI Z. (1988).** Contribution à l'étude de la composition du lait de dromadaire. DEA présenté à l' ENSAIA, Nancy, France.
- **JARDALI Z. et RAMET J.P. (1991), cités par RAMET (1993).**
- **JASRA A. et MIRZA M. A. (2004).** Camel production systems in Asia. ICAR Technical Series n°11. p. 37-49.

- **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.
- **KAMOUN M. (1990).** La production de fromage à partir du lait de dromadaire. CIHEAMIAMM. Options méditerranéennes. Séries séminaires n°12, p. 119-124.
- **KAMOUN M. (1994).** Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.
- **KAMOUN M. (1995).** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes, Séries séminaires. n°13. P. 81-103.
- **KAMOUN M. et RAMET J. P. (1989).** Conservation et transformation du lait de dromadaire. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes. Séries séminaires n° 6, p. 229-231.
- **KAPPELER S., FARAH Z. and PUHAN Z. (1998).** Sequence Analysis of *Camelus dromedarius* milk caseins. *J. Dairy Res.*, **65**, 206-222.
- **KAPPELER S., HENBERGER C., FARAH Z. and PUHAN Z. (2004).** Expression of the peptidoglycan recognition protein, PGRP, in the lactating mammary gland. *Journal of Dairy Science*, **87**(8), p. 2660-2668.
- **KHAN B.B., IQBAL A. et RIAZ M.(2003).** Production and Management of Camels. Dept. Livestock Management. University of Agriculture Faisalabad. Pakistan.
- **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.
- **KHEROUATOU N., DHOUIB A. and ATTIA H. (2003).** Behavior of dromadary Milk at native and acid pH during the ultrafiltration ; Comparison with cow milk.*Sci. Alim.*, **23**, 237-244.
- **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, Algerie.
- **KNOESS K. H. (1977).** Le chameau producteur de viande et de lait. *Revue*

mondiale de zootechnie. 22,39-44.

- **KNOESS K.H., MAKJDUN A.J., RAFIG M. and HAFEEZ M. (1986).** Milk Production Potential of the Dromadary with special reference to the province of Penjab *World Anim. Rev.*, **57**, 11 -21.
- **KONTOPIDIS G., HOLT C. and SAWYER L. (2002).** The Ligand-binding Site of Bovin β -Lactoglobulin : Evidence for a Function. *J. Mol. Biol.*, **318**, 1043-1055.
- **KONUSPAYEVA G.(2007).** Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse de doctorat de l'Université Montpellier II, France, pp. 269.
- **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.
- **KONUSPAYEVA, G., FAYE, B., LOISEAU, G. & LEVIEUX, D., (2007).** Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *EnterCamelus dromedarius* cocci , and Hybrids) from Kazakhstan. *Journal of Dairy Science* 90, 38– 46.
- **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.
- **LABIOUI, H., EL-MOUALDI, L., BENZAKOUR, A., EL-YACHIOUI, M., BERNY, E., & OUHSSINE, M. (2009).** Etude physico-chimique et microbiologique de lait crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, vol 148, 7-16.
- **LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. and MOHAMED M.A. (1986).** Analysis of the Casein in Camel (*Camelus dromedaries*) milk . *J. Agric. Res.*, **16** , 13-18.
- **LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. and 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.
- **LIBERATORI J., MORISIO GUIDETTI L., CONTI A. and NAPOLITANO L. (1979).** β -Lactoglobulin in the mammary secretions of camel (*Camelus dromedarius*) and she-ass immunological detection and preliminary physic- chemical chacterization. *Boll. Soc. Ital. Biol.*, **55**, 1369-1373.
- **M.A.D.R., 2015** :statistiques agricoles , ministère de l'agriculture et de développement rural.

- **MAHBOUB N., TELLI A., SIBOUKEUR O., BOUDJENAH S., S. SLIMANI N. et MATI A., (2010).** Contribution a l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camelin : étude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines. *Annales des Sciences*.
- **MATHIEU J. (1998).** Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.
- **MATI A., GIRARDET J.M., XENAKIS D. et LINDEN G. (1991).** Isolement et caractérisation de la fraction hydrophobe des protéose- peptones du lait bovin,ovin et caprin. *Lait*, 71, 259-273.
- **MATI A., MOULTI-MATI F., GIRARDET J.M., BELLEVILLE-NABET F., NABET P. and LINDEN G. (1993).** Mitogenic Activity of Hydrophobic fractions of Proteose-peptone from cows, ewes and goats milk measured with MARKS 3 hybridoma culture. *J.Dairy Res.*, **60**, 443-448.
- **MEDJOUR ABDELHAK. (2014).** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semiintensif). Thèse de Magister en Biologie appliquée. Université Mohamed Khider De Biskra.
- **MEGHELLI IMANE et KAOUADJI ZOUBEYDA.(2016).** Caractérisation morphométrique, biotech d'ADN et typologie de l'élevage Camelin en Algérie et application bioinformatique en génétique. Mémoire de Master en Biologie université de Tlemcen.
- **MEHAIA M.A. (1993).** Fresh soft white cheese (Dommati type) from camel milk ; composition, yield and sensory evaluation. *J. Dairy Sci.*, **6**, 2845-2855.
- **MEHAIA M.A. (1994).** Vitamin C and riboflavin content in camels milk : effects of heat treatments. *Food Chem.*, **50** , 153-155.
- **MEHAIA M.A. (1995).** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50, p. 260-263.
- **MEHAIA M.A., ABOU EL-KHEIR A..M. and HABLAS M.A. (1988).** Enzymatic coagulation of camel milk ; a. study using soluble and immobilized chymosin. *Milchwissenschaft*, **43**, 438-441.
- **MEHAIA M.A. and AL-KANHAL M.A. (1989).** Studies on camel and goat milk proteins: Nitrogen distribution and amino acid composition. *Nutrition Reports International*, **39**, 351-357.

- **MEHAIA M.A. and ALKANHAL M.A. (1992).** Taurine and free amino acids in milk camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft*, **47**, 351-353.
- **MEHAIA M.A., CHERYAN M. (1983).** cités par **FARAH (1993).**
- **MEHAIA M.A., HABLAS M.A., ABDEL-RAHMAN K.M. and EL-MOUGY S.A. (1995).** Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chem.*, **52**, 115-122.
- **MERIN U., BERNSTEIN S., BLOCH-DAMTI A., YAGIL R., VANCREVELD C., LINDNER P., & GOLLOP N.(2001).** A comparative study of milk serum proteins in camel (*Camelus dromedarius*) and bovine colostrum. *Livestock Production Science*, **67**, p. 297–301.
- **MIETTON B., DESMAZEAUD M., DE ROISSARD H. et WEBER F. (1994).** Transformation du lait en fromage; in : « Bactéries lactiques II ». de Roissart et Luquet, Tech. Doc., Lavoisier, Paris.
- **MJIDOU R. (2018).** Etude des changements dans les modes de production du dromadaire; Ingénierie des Productions et Biotechnologies animales .Institut agronomique et vétérinaire de Maroc.
- **MOHAMED M.A., MURSAL A.I. et LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. (1989).** Separation of camel milk casein fraction and its relation to the coagulation properties of fresh milk. *Milchwissenschaft*, **44** (5), 278-280.
- **MOHAMED M.A., LARSSON-RAZNIKIEWICZ M., and MOHAMUD M.A. (1990).** Hard cheese making from camel milk. *Milchwissenschaft*, **45**, 716-718.
- **MOHAMED M.A. and LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. (1991).** Heat treatment of camel milk ; effects upon casein fraction. *Milchwissenschaft*, **46**, 562-565. Khider De Biskra.
- **MORRISON W.R. (1968).** Fatty acid composition of phospholipids. *Lipids*, **3**, 107-110.
- **Musa.B.E. 1990.** Performances de reproduction des camelins en milieu naturel : exemple d’une enquête dans le Butana, au Sudan. Allocution d’ouverture. Atelier peut-on améliorer les performances de reproduction des camelins ? Paris 10-12 Septembre 1990.
- **OCHIRKHUYAG B., CHOBERT J.M., DAGALARRONDO M., CHOISET Y. and HAERTLE T. (1997).** Characterization of caseins from Mongolian yak Khainak and Bactrian camel. *Lait*, **77**, 601-613.
- **OCHIRKHUYAG B., CHOBERT J.M., DAGALARRONDO M., CHOISET Y. and HAERTLE T., (1998).** Characterization of whey proteins from Mongolian yak, Khainak and Bactrian camel. *J. Food Biochem.*, **22**, 105-124.

- **OULAD BELKHIR A. (2018).** Caractérisation des populations camelines du sahara septentrional algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits thèse de doctorat en sciences agronomiques. université kasdi merbah – ouargla.
- **OULD AHMED M. (2009).** Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Institut national agronomique de tunisie.
- **OULD SOULE A. (2003).** Profil fourrager Mauritanie. FAO. 15p
- **PANT R. et CHANDRA P. (1980).** Composition of cow and milk proteins and industrial casein. *Milchwissenschaft*, **35**, 91-93.
- **PAQUET D. (1989).** Revue bibliographique : la fraction protéose-peptone du lait. *Lait*, **69**, 1-21.
- **QAARO M. (1997).** Evolution des systèmes d'élevage et leurs impacts sur la gestion et la pérennité des ressources pastorales en zones arides (région du Tafilalt, Maroc) In *Pastoralisme et foncier : impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi-arides*. Montpellier :CIHEAM-IAMM. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens n° 32 p. 93-99.
- **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., (1991).** La transformation en fromage du lait de dromadaire. *Rev. Mond. Zootech.*, **67**, 21-28.
- **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
- **RAMET J. P. (2003).** Aptitude à la conservation et à la transformation fromagère du lait de chamelle. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 novembre, Niamey, Niger.
- **ROSETTI G. et CONGIU S. (1955).**Zootechnical and veterinary investigations on the domestic animals of Somalia. Mogadishu: IspettoratoVeterinario.
- **RÜEGG M. W. et FARAH Z. (1991).** Melting curves of camel milk fat. *Milchwissenschaft*, **46** (6), p.361-362.
- **Saint-Martin, G., A. Maillard, F. Roy et B.E. Musa. 1990.** Performances de reproduction des camelins en milieu naturel :exemple d'une enquête dans le Butana, au Sudan. Allocution d'ouverture. Atelier peut-on améliorer les performances de reproduction des camelins ? Paris 10-12 Septembre 1990.

- **Samman, M.A., A.A. Al-Saleh and K. Sheth. 1993.** The Karyotype of the Arabian Camel, *Camelus dromedarius*. J. King Saud Univ., Science. 5 : 57-64.
- **SALEY M, (1993).** *La Production Laitière du Dromadaire*. CIRAD, Ed Maison-Alfort, Paris.
- **SAWAYA W.N., KHALIL J.K., AL-SHALHAT A.F. et AL-MOHAMMED H. (1984).** Chemical composition and nutritional quality of camel milk. Journal of Food Science, 49,p.744-747.
- **SBOUI A., KHORCHANI T., DJEGHAM M.et BELHADJO. (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. In Afrique Science 05 (2). P. 293-304.
- **SBOUL, A., ARROUM, S., HAYEK, N., MEKRASI, H., & KHORCHANI, T.(2015).** Etude comparative de l'effet de la pasteurisation et de l'ébullition sur la composition physicochimique des laits camelin et bovin. Journal of new science, volume JS INAT
- **SCHMIDT D.G.(1982).** Association of caseins and casein micelle structure. In : Fox P.F., & Sweeny P.L.H. (Eds.). Development in dairy chemistry. London : Applied Science, 1, p. 61–86.
- **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. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut national agronomique El-Harrach-Alger (Algérie).
- **SIBOUKEUR O., MATI A. ET HESSAS B. (2005).** Amélioration de l'aptitude à la coagulation du lait cameline (*Camelusdromedarius*) : utilisation d'extraits enzymatiques coagulants gastriques de dromadaires. Cahiers Agricultures (14), n° 5, p. 473-478.
- **SMAIL R., RACHEK S., SIBOUKEUR O.K. et MATI A. (2002).** Comportement électrophorétique des protéines du lait camelin collecté dans deux régions du sud algérien : Ouargla et Tamanrasset. Actes du 26^{ème} Congrès Mondial de Laiterie, 24-27 septembre, Paris.

- **SOOD M. and SIDHU K.S. (1979).** Heat stability, the voluminosity and hydratation of casein micelles from milks of different species. *New Zeland J. Dairy Sci. Technol.*, **14**, 217-225.
- **SORENSEN E.S. and PETERSEN T.E. (1993).** Phosphorylation, glycosylation and amino acids sequence of component PP3 from fraction of bovin milk. *J.Dairy Res.*, **60**, 535-542.
- **SWAISGOOD H.E. (1982).** Chemistry of Milk Protein ; in : “Developments in Dairy Chemistry”. Applied Science Publishers, London
- **TAHA N.M. and KIELWEIN G. (1990),** Pattern of peptide-bound and free amino-acids in camel, buffalo and ass milk. *Milchwissenschaft*, **45**, 22-25.
- **VIGNOLA C., (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp : 3-75.
- **WAHBA A.H., AL-ABBASSY F., ISMAIL A. et EL-AGAMY S.I. (1988).** Studies on some physical properties of camel milk. *Egyptian J. Dairy Sci.*, **16**, 19-22.
- **WANGO J. (1997).** Chemical and Technological Properties of Camel
- *(Camelus dromedarius)* Milk. Diss. ETH Nr. 12295, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland.
- **WANGO J., FARAH Z. and PUHAN Z. (1998).** Composition of Milk from 3 Camels *(Camelus dromedarius)* Breeds in Kenya during Lactation. *Milchwissenschaft*, **53**, 136-139.
- **WILSON R.T. (1988),** The Camel. Ed Longman.Group Ltd, London, U.K.
- **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, 109-120.
- **YAGIL R. and ETZION Z. (1980).** Effect of drought conditions on the quality of camel milk. *J. Dairy. Res.*, **47**, 159-166.
- **YASIN S.A. et WAHID A. (1957).** Pakistan camels. A preliminary survey. Agric. Pakist. N°8, p. 289-297.
- **ZEUNER F.E. (1963).** A History of Domesticated Animals. Hutchinson Ed., London.
- **ZIA-UR-RAHMAN and SRATEN M.V. (1994).** Milk Production and composition in lactating camels injected with recombinating bovin somatotropin. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers" 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie

Annexes

ANNEXES

Annexe 01 : Mesure du pH du lait selon la méthode potentiométrique décrite par AFNOR, (1980)

1-Appareillage et réactifs :

- 50 ml de lait cru et pasteurisé
- PH- mètre

2-Mode opératoire :

- Introduction de l'électrode du pH-mètre préalablement étalonner dans le lait. La valeur affichée sur l'écran de l'appareil correspond au pH du lait.



Mesure de pH par PH- mètre (Photo originelle, 2021).

Annexe 02 : Détermination de l'acidité Dornic (acidité titrable).

Norme Française 04-206 (Janvier 1969).

Elle n'est pas applicable au lait additionné d'un conservateur, ce dernier pouvant Fausser les résultats.

1-Principe

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme Indicateur.

2-Matériels et produits

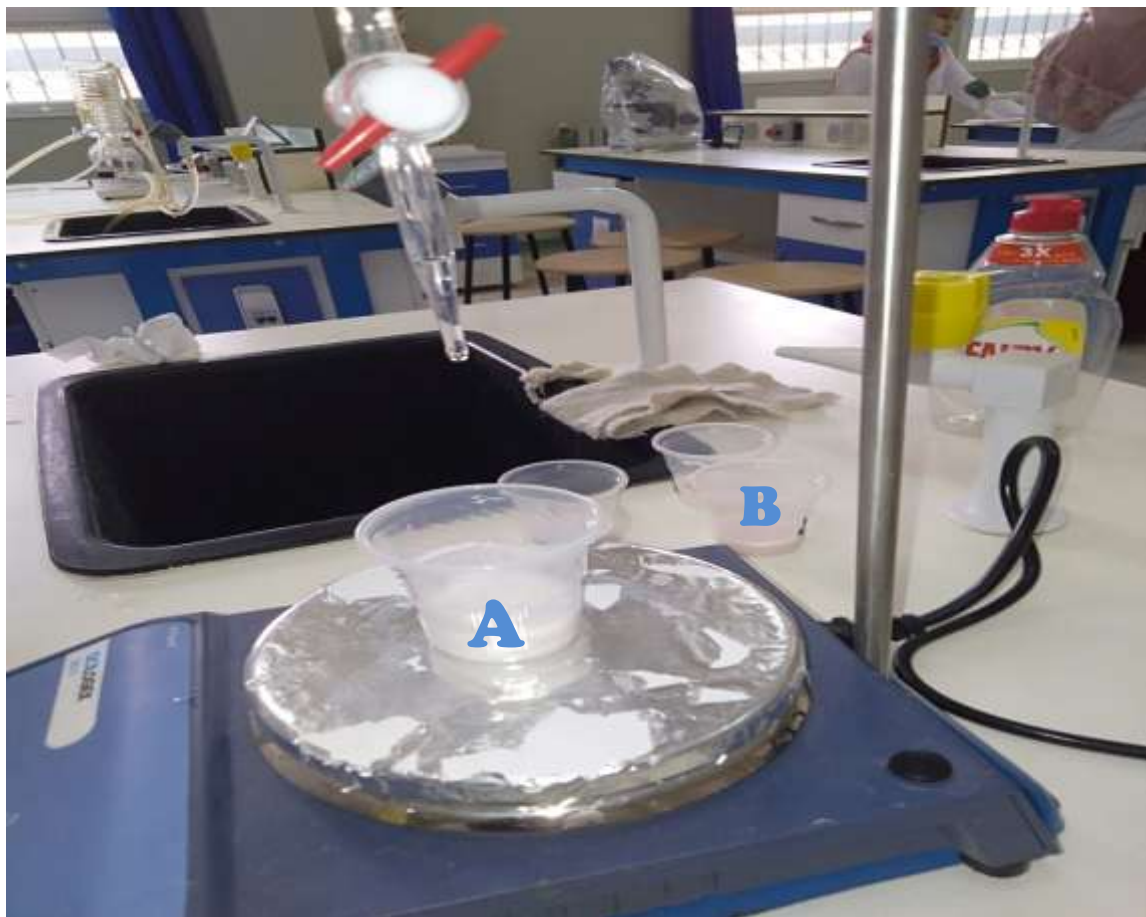
- 10 ml de lait de chamelle cru.
- 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine à 1%.
- Solution de (NaOH : N/9).
- Pipette de 10ml.
- Béchers.

- burette de 25ml.
- agitateur magnétiques.

3-mode opératoire:

- dans un bécher introduire, 10ml du lait camelin cru.
- ajouté 3à4 gouttes de phénolphtaléine à 1%, titrer avec un solution sodique (NaOH:N/9) par un burette jusqu'à 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 : $1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ ml de NaOH à N/9, donc (chuttede burette X ml . 10 = Y }^{\circ}\text{D})$.



Acidité dornic (Goblet A : lait témoin, Goblet B : Après titrage « virage au rose ») (Photo originelle, 2021).

Annexe 03 : Mesure de la densité par thermo-lactodensimétrie (thermo-lactodensimètre marque Nathia)

Protocole

1-principe:

La densité est déterminé par lacto-densimètre dans température 20C°

2- Matériel:

- thermo lacto-densimètre.
- cristalliseur.
- éprouvette de 100ml.

3-Mode opératoire:

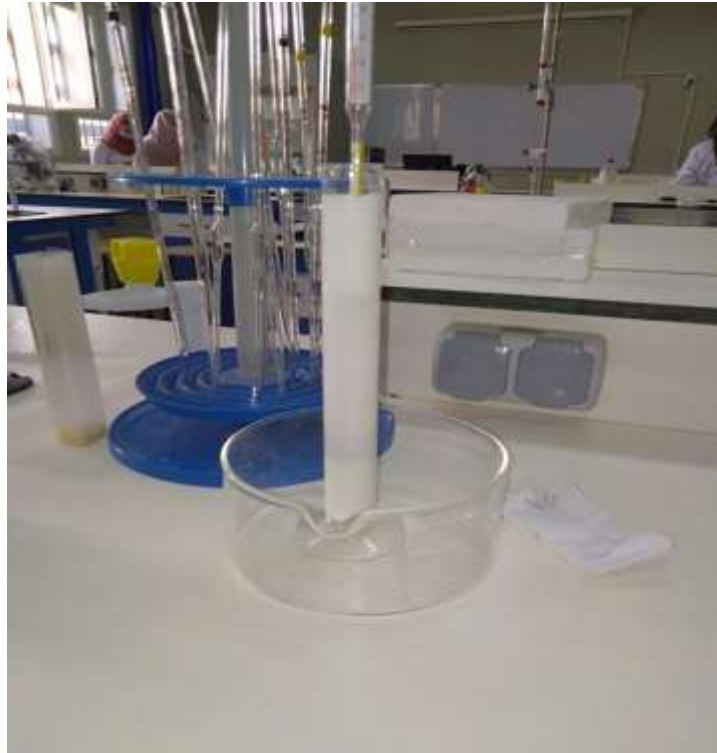
Le principe consiste à faire verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée à fin d'éviter la formation de mousse de bulles d'air. Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de l'aréomètre (ménisque).

Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale 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 bordsupérieur 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.



Mesure de la densité par thermo-lactodensimétrie (thermo-lactodensimètre marque Nathia) (Photo originelle, 2021).

Annexe 4: détermination la teneur de protéine par le méthode de LOWRY(1951)

Préparation des solutions:

1- NaOH (2N).....0.8g/10ml

2-folin (1N).....5ml/10ml

3- En préparant immédiatement les réactifs avants utilisation en mélangeant les trois solutions mères A/B/C dans les proportions de 100/1/1 (v/v/v) respectivement.

Solution A: Na_2CO_3 (2%) en dilué 2g dans 100ml d'eau distillé.

Solution B: CuSO_4 (1%) en dilué 0.05g dans 5ml d'eau distillé.

Solution C: tartrate double de Na et de Ka (2%) en dilué 0.1g dans 5ml d'eau distillé.

Solution mère de BSA:

-BSA.....1g/L

-eau distillé.....25ml

Gamme étalon:

A partir de la solution de BSA, des dilutions sont préparées suivant le tableau ci-dessous

Numéro de dilution	1	2	3	4	5	6
Solution mère de BSA µl	0	100	200	400	500	1000
Eau distillée	1000	900	800	600	500	0
Concentration en BSA µg/ml	0	0.2	0.4	0.8	1	2

2-Méthode:

1-A 0,1 ml d'échantillon ou d'étalon, ajouter 0,1 ml de NaOH. Hydrolyser à 85°C pendant 10 min dans 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.

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).



vortex (de la marque IKA; modèle MS 3 control)

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 $\mu\text{g/ml}$ ou à 550 nm si la concentration en protéine était comprise entre 100 et 2000 $\mu\text{g / ml}$.

4-Expression des résultats:

Une courbe étalon ou standard est tracée en portant sur l'axe des abscisses, les concentrations en BSA des dilutions (gamme étalon) préalablement préparées et sur l'axe des ordonnées, les DO mesurées respectivement pour chaque dilution. La concentration de la protéine inconnue X, est déterminée en portant la valeur de la DO correspondante sur l'axe des ordonnées qui est ensuite projetée sur l'axe des abscisses.



Spectrophotomètre UV-visible (de la marque JANWAY; modèle 7300)

Annexe5: La pasteurisation



Bain marie (de la marque MAMMERT)