



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

Université Echahid Hama Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية و الجزيئية

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

THEME

**Etude comparative de la qualité nutritionnelle
du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*)
entre deux systèmes d'élevage (extensif et
semi-intensif)**

Présenté Par :

M^{elle} GHERBI Khaoula

M^{elle} ZITOUNA MESSAOUD Khaoula

Devant le jury composé de :

Grade :

Université:

Présidente: M^{me} Aouimeur Meriem

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Examinatrice : M^{me} HOUMRI Nawel

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Promoteur : Mr MEDJOUR Abdelhak

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

En premier lieu, nous remercions dieu, le tout puissant de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier, qui nous a guidé avec sa bénédiction dans la voie de la lumière et de la science et du savoir pour réaliser ce travail.

Toutes les expressions de l'estime et de gratitude du monde sont insuffisantes pour exprimer nos remerciements à nos parents qui nous ont accompagnés tout au long de notre étude.

*Ce travail a été réalisé au niveau de Laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Echahid Hamma LAKHADAR d'El-Oued, sous la direction de Monsieur **MEDJOUR Abdelhak**, maître assistant à l'université d'El-Oued, à qui nous adressons nos plus sincères remerciements d'avoir encadré notre travail. Recevez, notre professeur, notre grande reconnaissance pour votre disponibilité, votre aide, votre rigueur scientifique et vos précieux conseils qui ont fait progresser ce travail me facilitant grandement la tâche de produire ce manuscrit.*

*A Madame **Aouimeur Meriem**, enseignante à l'Université Echahid Hamma LAKHADAR d'El-Oued, qu'elle nous fait l'honneur du fait qu'elle a accepté de présider ce jury. Soyez assuré de nous plus profond respect.*

*A Madame **Houmri Nawel**, enseignante à l'Université Echahid Hamma LAKHADAR d'El-Oued; nous vous exprimons toute notre reconnaissance d'avoir bien voulu nous faire l'honneur de participer au jury et de contribuer à l'examen de ce travail. Soyez assuré de nous plus profond respect.*

J'exprime mes respectueux dévouements à Monsieur Saadi Hamza enseignant à l'Université Echahid Hamma LAKHADAR d'El-Oued pour ses innombrables services et pour la largeur de sa poitrine . Qu'il soit assuré de notre éternelle et profonde reconnaissance.

A Monsieur Daroïch Samir , Chef du département de biologie cellulaire et moléculaire à l'Université Echahid Hamma LAKHADAR d'El-Oued, nous avons touché de l'estime et de l'honneur que vous nous faites en acceptant de contempler et d'examiner cette thèse . Soyez assuré de tout mon respect et de ma profonde gratitude.

Nous n'oublions pas de remercier particulièrement l'équipe du Laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie (LAB 03) qui nous ont accueillie aimablement et ont mis à notre disposition tous les moyens du laboratoire pour les analyses physicochimiques du lait de chamelle.

Nous tenons à remercier et exprimer notre reconnaissance à notre amie Islam, qui nous a beaucoup aidé et encouragé, dans des moments très délicats, et aussi toutes nos amies de la promotion de toxicologie.

DEDICACES

Avant tout, je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de science et de la connaissance, aussi le courage et la volonté pour mener à bien ce travail.

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

Au plus beau cadeau que le bon dieu nous a offert, ceux que je due à leurs faveurs tous ce que je suis maintenant, ceux qui m'ont aidé d'achever mon chemin d'affranchir la vie, ceux qui ont toujours été là pour moi; à mes très chers parents.

A ma très chère mère.

A la fontaine de patience, d'optimisme et d'espoir.

à mon refuge après Dieu.

A Mon cher père, pour son soutien moral et ses conseils les plus précieux qui m'ont servi dans ma vie et son encouragement sans limite. Vous resterez dans mon coeur toute ma vie.

A ceux qui m'ont montré ce qu'il y a de plus beau que la vie mes frères : Mostafa, Younes et mes soeurs : Ikram, Ritaadj

A toute ma famille.

A toutes mes amies surtout ma binôme. A tout les étudiants de Master Toxicologie

A tous les maîtres et les professeurs durant tout mon cursus d'étude du primaire au supérieur.

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

DEDICACES

Grace à Allah

Je dédie ce modeste travail à:

La mémoire de mon père et ma sœur :Hania.

*Ma chère mère qui m'ont donné si et largement de générosité
j'espère longue vie .*

Mes frères: Bachir ,Youcef, Chouaib et Zakaria.

Mes soeurs qui m'ont soutenue moralement :

Fatima Al-zahra, Asma, Amina et Rayhana.

*A ma sœur qui ma mère n'a pas donné naissance :Khaoula qui
était toujours à coté de moi dans les rires comme dans les larmes.*

Mon fiancé Houdaïfa j'espère à lui une bonne chance sa vie.

Tous les membres de ma famille.

*A toutes mes amies surtout ma binôme Khaoula qui a consacré
un enorme effort à ce travail.*

A mes précieux professeurs.

A tous qui m'aide de prés ou de loïn.

Résumé :

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*) est un animal particulièrement adapté aux rudes conditions des régions arides et semi-arides. Il produit un lait de haute valeur nutritionnelle, riche en molécules antibactériennes (lysozymes, protéines de reconnaissance du peptidoglycane, lactoperoxydase, lactoferrine et etc.), malgré sa richesse et sa production non négligeable, il demeure un produit relativement peu consommé et peu transformé, car insuffisamment étudié et mis en valeur.

Le régime alimentaire de cet animale influence plus ou moi largement ces propriétés, de cet effet, certains chameliers de la wilaya d'El-Oued ont entrepris un nouveau mode d'élevage camelin (le système d'élevage semi-intensif) qui se base en particulier sur une semi-stabulation et une introduction d'une nouvelle alimentation « une alimentation dite artificielle ».

Dans cette étude, nous avons essayé d'étudier les changements qui touchent aux certains éléments de la composition chimique du lait en réponse à la transition de système d'élevage (du système extensif « dite naturelle pour cette espèce » vers le système d'élevage semi-intensif).

En vue de cela, Une analyse comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait camelin a été faite entre ces deux modes d'élevage (extensif et semi-intensif). Où 9 échantillons de lait ont été collectés sur des chameaux en élevage semi-intensif dans de ferme qui se situe de la commune d'El Oued , et 9 échantillons de lait des chamelles conduites selon le système extensif dans de ferme qui se situe de la commune de Hassi Khalifa . en utilisant le lait bovin comme référence.

Ainsi, le pH, l'acidité, la densité, l'extrait sec total, l'extrait sec dégraissé, le taux des cendres, la teneur en matière grasse, la teneur en lactose et la teneur en protéines, ont été établis.

Ces analyses ont montré que la transition du système d'élevage extensif vers le semi-intensif a un impact sur la qualité physico-chimique du lait camelin.

Des modifications touchant en particulier : l'acidité, la teneur des protéines lactosériques, qui ont été relevés moins importants dans le système d'élevage semi-intensif. En revanche, la teneur en matière sèche totale, matière grasse, cendres, caséines qui semblent plus importantes.

Enfin, l'étude montre que la teneur en lactose qui ne change presque guère pour les deux types du lait.

Mots clés : lait, *Camelus dromedarius*, parcours, système d'élevage, extensif, semi-intensif, analyses physicochimique, El-Oued.

ملخص :

(*Camelus dromedarius*) الجمل العربي هو حيوان تناسب بشكل إستثنائي مع الظروف القاسية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. ينتج حليب ذو قيمة غذائية عالية وغني بالجزئيات المضادة للجراثيم (بروتينات التعرف على بيتيدوغليكان، الليزوزيمات، اللاكتوبيروكسيداز، اللاكتوفيرين... إلخ) ، على الرغم من غنائه و إنتاجه المعتمدين ، إلا انه يبقى منتج قليل الإستهلاك و قليل التحويل نسبيا لأن دراسته غير كافية كما أنه يعتبر غير مثنى نسبيا.

النظام الغذائي لهذا الحيوان يؤثر أكثر أو لي حد كبير على هذه الخصائص ، لهذا الغرض ، بدأ بعض سائقي الإبل في ولاية الواد نظامًا جديدًا لتربية الإبل (نظام التربية شبه المكثفة) الذي يعتمد بشكل خاص على نظام غذائي جديد شبه محصورة وإدخال "ما يسمى النظام الغذائي الاصطناعي".

في هذه الدراسة ، حاولنا دراسة التغييرات التي تؤثر على عناصر معينة من التركيب الكيميائي للحليب استجابة للانتقال من نظام الزراعة (من ما يسمى النظام "الطبيعي" لهذا النوع) إلى نظام الزراعة. شبه مكثفة).

في ضوء ذلك ، تم إجراء تحليل مقارنة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لحليب الإبل بين هاتين الطريقتين الزراعتين (الشامل وشبه المكثف). حيث تم جمع 9 عينات من حليب الإبل شبه المكثف من مزرعة تقع في بلدية الواد ، و 9 عينات من حليب الإبل التي أجريت في إطار نظام الشامل من مزرعة تقع في بلدية حاسي خليفة ، باستخدام الحليب البقري كمرجع.

وبالتالي ، تم إنشاء درجة الحموضة ، الحموضة ، الكثافة ، المواد الصلبة الكلية ، المواد الصلبة منزوعة الدهن ، محتوى الرماد ، محتوى الدهون ، محتوى اللاكتوز ومحتوى البروتين.

هذه التحاليل أظهرت أن الانتقال في نظم التربية من الموسعة إلى شبه المكثفة له تأثير على الخصائص الفيزيوكيميائية والبيوكيميائية.

التغييرات التي تؤثر على وجه الخصوص: الحموضة ، ومحتوى بروتين مصل اللبن ، والتي وجدت أقل أهمية في نظام التربية شبه المكثفة. في المقابل ، فإن محتوى المادة الجافة الكلية ، الدهون ، الرماد ، الكازين يبدو أكثر أهمية.

أخيرًا ، توضح الدراسة أن محتوى اللاكتوز لا يكاد يتغير لكلا النوعين من الحليب.

الكلمات المفتاحية : الحليب ، *Camelus dromedarius* ، النباتات ، نظام التربية موسعة، شبه المكثف ، التحليلات الفيزيائية والكيميائية ، الوادي.

Tables des matières

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des annexes	
Introduction01	
Partie I: Synthèse bibliographique	
Chapitre I: aperçu sur le dromadaire	
1.1. Présentation du dromadaire	03
1.1.1. Historique et origine	03
1.1.2. Classification (Taxonomie)	04
1.1.3. Répartition géographique et effectifs	05
1.1.3.1. Dans le monde	05
1.1.3.2. En Algérie	06
1.1.3.2.1. Introduction du dromadaire en Algérie	06
1.1.3.2.2. Distribution et effectifs	07
1.1.4. Races algériennes	09
1.2. Élevage du dromadaire et production laitière	10
1.2.1. Élevage du dromadaire	10
1.2.1.1. Origine de la domestication de dromadaire	10
1.2.1.2. Systèmes d'élevage en Algérie	11
1.2.1.2.1. Elevage en extensif	11
1.2.1.2.2. Elevage en intensif	12
1.2.1.2.3. Elevage en semi-intensif	13
1.2.2. Production et potentiel laitiers	14
1.2.3. Facteurs de variation de la production laitière	14
1.2.3.1. Influence des facteurs nutritionnels	14
1.2.3.2. Influence du stade de lactation	15
1.2.3.3. Influence des conditions climatiques	15

1.2.4.4. Influence de la fréquence et du rang de la traite	15
1.2.3.5. Influence du rang de mise bas	15
1.2.3.6. Influence du statut sanitaire	15
1.2.3.7. Influence génétique liée à la race	16
Chapitre II : Caractéristiques du lait de chamelle	
2.1. Caractéristiques du lait de chamelle	17
2.1.1. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques	17
2.1.2. Composition chimique du lait de chamelle	18
2.1.2.1. Fraction azotée	22
2.1.2.1.1. Azote non protéique	22
2.1.2.1.2. Azote protéique	23
2.1.2.1.2.1. Caséines	24
2.1.2.1.2.2. Protéines lactosériques	30
2.1.2.2. Matière grasse du lait de chamelle	35
2.1.2.2.1. Caractéristiques de la matière grasse du lait de chamelle	36
2.1.2.2.2. Globule gras	37
2.1.2.3. Lactose	38
2.1.2.4. Vitamines	40
2.1.2.5. Minéraux	40
Partie II:Etude expérimentale	
Chapitre I: Matériel et méthodes	
1.1. Matériel et méthodes	42
1.1.1.Présentation de la région d'étude	42
1.1.1.1. Situation économique	43
1.1.1.2. Climat	43
1.1.2.Matériel	43
1.1.2.1. Echantillons de lait	44
1.1.2.2. Matériel utilisé	44
1.1.2.1. Appareillage	44
1.1.2.2.2. Petit matériel	45
1.1.2.2.3. Réactifs et solvants chimiques et matériel biologique	45
1.1.3. Méthodes	46

1.1.3.1. Etude des caractéristiques du lait de chamelles collecté	47
1.1.3.1.1. Analyses physico-chimiques	47
1.1.3.1.1.1. Mesure de pH	47
1.1.3.1.1.2. Détermination de la densité	47
1.1.3.1.1.3. Détermination de l'acidité Dornic	47
1.1.3.1.2. Evaluation de l'importance nutritionnelle	47
1.1.3.1.2.1. Détermination de la teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée	47
1.1.3.1.2.2. Détermination de la teneur en cendres (minéraux)	48
1.1.3.1.2.3. Dosage de la matière grasse (méthode de GERBER, acido-butyrométrie)	48
1.1.3.1.2.4. Détermination du lactose	48
1.1.3.1.2.5. Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY et al. (1951)	48
1.1.3.1.2.6. Préparation des échantillons protéiques	48
1.1.3.1.2.6.1. Ecrémage	49
1.1.3.1.2.6.2. Séparation des grands groupes de lactoprotéines (protéines sériques et caséines)	49
1.1.3.2. Analyses statistiques	52
Chapiter II : Résultats et Discussion	
1.2. Résultats et discussions	53
1.2.1. Qualité physico-chimique du lait de chamelle collecté	53
1.2.1.1.pH	53
1.2.1.2. Densité	54
1.2.1.3.Acidité Dornic	56
1.2.2. Qualité nutritionnelle du lait de chamelle collecté	57
1.2.2.1. Extrait sec total	58
1.2.2.2. Extrait sec dégraissé et teneur en matière grasse	59
1.2.2.3. Teneur en cendres	61
1.2.2.4. Teneur en lactose	62
1.2.2.5. Teneur en protéines totales	63
1.2.2.6. Teneur en caséines	64

1.2.2.7. Teneur en protéines sériques	65
Conclusion	66
Respectives	68
Références bibliographiques	69
Annexe	
Résumé	

<i>Liste d'abréviations</i>	
Abréviation	Signification
α -La	α -Lactalbumine
α S1 Cn	Caséine- α s1
α S2 Cn	Caséine- α s2
β -Lg	β -Lactoglobuline
β Cn	Caséine- β
κ Cn	Caséine- κ
AFNOR	Association Française de Normalisation
BSA	Albumine Sérique Bovine
°C	Degree Selsius
CaP	pont phosphate de calcium
CN	Azote de protéines caséiniques
Cn	Caséine
°D	Degree dornic
D	Densité
D.O	Densité Optique
EST	Extrait sec total
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Ig	Immunoglobuline
IgG	immunoglobuline G
ISO	Organisation International de normalisation
MADR	Ministère d'Agriculture et de Développement Rural
m.c	micelles de caséines
M.G	matière grasse
M.S	matière sèche
MSD	matière sèche dégraissée
MST	matière sèche totale
N	Normalisation
NA	Norme algérienne
NF	Norme française
NPN	azote non protéique
WPN	azote des protéines lactosériques

<i>Liste des figures</i>		
N°	Intitulé	Page
01	Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde	05
02	Aires de distribution du dromadaire en Algérie	08
03	Localisation des principales races de dromadaire en Algérie	10
04	Comparaison des régions sensible à l'hydrolyse de la chymosine sur les deux séquences, caméline et bovine, de la caséine κ . Les résidus conservés sont en gris	25
05	Micelles de caséines	30
06	Relation entre les diamètres des micelles de caséines et la fraction $Ca^{+2}/Caséine$	31
07	Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (submicelles)	31
08	Structure de la micelle selon le modèle à dualité des liens	32
09	Globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait bovin (B) observée au microscope	39
10	Structure des globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait de vache (B) sous microscope électronique à balayage (en clair : la membrane)	39
11	Carte de Situation géographique de la wilaya d'El-Oued illustrant la zone d'étude	42
12	Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY et al. (1951)	49
13	la surnageant totalité des protéines sériques et les caséines	50
14	Protocole d'isolement des caséines et des protéines du lactosérum à partir du lait camelin et bovin	51
15	pH du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache	54
16	Densité du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache	55
17	Acidité Dornic du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache	57
18	Extrait sec total du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache	59
19	Extrait sec dégraissé et teneur en matière grasse du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache	60
20	Teneur en cendres du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache	61

21	Teneur en lactose du lait issu des chammelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chammelles en élevage semi-intensif et lait de vache	63
22	Teneur en protéines totales , en caséines et en protéines sériques du lait issu des chammelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chammelles en élevage semi-intensif et lait de vache	65

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
01	La production mondiale et nationale des chameaux (par nombre de têtes) au cours des dix dernières années	06
02	Répartition de l'effectif camelin dans les wilayas sahariennes	07
03	Répartition de l'effectif camelin dans les wilayas steppiques	07
04	Compositions du lait camelin en pourcentage selon différents auteurs	19
05	Composition biochimique du lait de chamelle, en comparaison avec celle du lait de vache	21
06	Distribution des fractions azotées du lait de chamelle en comparaison avec celles du lait de vache	23
07	Concentration moyenne en acides aminés des protéines du lait de chamelle et du lait de vache	24
08	Composition moyenne des caséines du lait de chamelle et du lait de vache	28
09	Concentration moyenne en acides aminés de la caséines- κ du lait de chamelle et du lait de vache	29
10	Concentration moyenne en protéines sériques du lait de chamelle et du lait de vache	36
11	Echantillons de laits de chamelles collectés	43
12	Comparaison de paramètres physico-chimiques entre le lait de chamelles élevées en extensif et celles élevés en semi-intensif d'une part, et d'autre part avec le lait bovin	53
13	Comparaison de certains éléments de la composition chimique entre les échantillons du lait de chamelles élevées en extensif et celles élevés en semi-intensif d'une part, et d'autre part avec le lait bovin	57

Liste des annexes

N°	Intitulé
01	La famille des camélidés (KONUSPAYEVA ,2007)
02	Races algériennes
03	Mesure du pH du laits selon la méthode électrométrique décrite par AFNOR, (1980)
04	Mesure de la densité par thermo-lactodensimétrie (thermo-lactodensimètre marque Nathia) (NA1832 : 1991)
05	Détermination de l'acidité Dornic (acidité titrable)
06	Détermination de la teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée (NF V 04-207 de septembre 1970)
07	Détermination de la teneur en cendres (NF V 04-208 d'octobre 1989)
08	Dosage de la matière grasse (méthode de GERBER, acido-butyrométrique) (AFNOR, 1985)
09	Détermination de la teneur en lactose par la méthode de la liqueur de Fehling
10	Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY et <i>al.</i> (1951)

Introduction

générale

Introduction

Le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de la population mondiale. En effet, ce produit, irremplaçable pour les nourrissons, est aussi vital pour les autres tranches d'âge, du fait de son apport important en nutriments de base (protides, lipides et glucides) et sa richesse en éléments minéraux, notamment le calcium et en vitamines. Cette matière alimentaire, source de protéines animales relativement bon marché et ayant une bonne digestibilité connaît une hausse croissante de sa demande, soit en tant que produit commercialisé à l'état de lait frais ou transformé en produits dérivés (fromages, beurre, laits fermentés, crèmes glacées ... etc) .

C'est pour ces raisons qu'un effort consistant est déployé de part le monde pour satisfaire ces besoins et répondre aux exigences de plus en plus affinées des consommateurs. Cet effort est surtout mené en amont de la production laitière, en améliorant les conditions internes et externes d'élevage, que ce soit pour la vache, qui domine la production mondiale, ou d'autres espèces laitières, non moins importantes et surtout connues pour leur rusticité et leur adaptation particulière à leur milieu d'implantation telles la chèvre, la brebis et la bufflonne et le camelin.

Malgré leur importance, les sources laitières en Algérie restent insuffisantes, et sont essentiellement d'origine bovine. Les autres sources comme les laits de brebis, de chèvre et de chamelle sont confrontées à plusieurs contraintes. L'une des principales contraintes rencontrées dans les pays du Maghreb, est le tabou sur la vente de ces bioproduits.

Autrefois, ils n'étaient pas vendus mais offerts à des fins thérapeutiques. Actuellement on assiste à regain d'intérêt de ces produits par le consommateur et à une vente non réglementaire, à l'issue des services de contrôles .

C'est le cas du lait camelin qui n'a pas encore connu une popularité à l'échelle nationale mais qui représente une source alimentaire primordiale pour les nomades et les populations des régions désertiques qui le consomment surtout à l'état cru .

Le lait de chamelle renferme, comme le lait de vache, tous les nutriments essentiels. Il se singularise, cependant, par des teneurs élevées en certaines vitamines, particulièrement la vitamine C, ainsi que certains minéraux. Comme il possède une grande valeur biologique et des vertus « thérapeutiques » traditionnelles diverses que bon nombre de laboratoires de part le monde cherchent à vérifier scientifiquement .

Introduction générale

Actuellement, on assiste à une évolution sensible des systèmes de production laitiers du dromadaire. Cette évolution engendre un ensemble de changements, notamment du point de vue alimentaire. De ce fait un nouveau système d'élevage a vu le jour dans notre pays : élevage semi-intensif consistant en une semi-stabulation et en l'introduction d'une alimentation « artificielle ». Cette transition, aurait-elle un impact sur la qualité nutritionnelle de ce lait ? La présente étude tente de répondre à cette importante question.

De ce fait, nous nous sommes proposé de réaliser ce travail qui vise essentiellement l'étude de l'influence de l'alimentation sur quelques caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvres conduites selon chacun des deux systèmes (extensif et semi-intensif) . Du lait bovin est utilisé dans cette étude, à titre comparatif.

Partie I:

Synthèse

bibliographique

Chapitre I: aperçu sur le dromadaire

1.1. Présentation du dromadaire

Pendant des siècles, le chameau a été considéré comme un animal très important dans les régions désertiques en raison de sa capacité de supporter de conditions très dures (température élevée et sécheresse), à fournir du lait, de la viande, et son utilisation comme un moyen de transport. Cependant, le développement des courses de chameaux au Moyen-Orient a conduit à une augmentation de la valeur du dromadaire de course (SKIDMORE, 2005 ; MEDJOUR, 2014) .

Le dromadaire occupe une place de choix dans les zones arides et semi arides, en raison de son excellente adaptation aux mauvaises conditions de vie, tels que le manque d'eau et de pâturage ; mais malgré tout cela, il est apte à produire un lait de bonne qualité (MAHBOUB *et al.*, 2010).

1.1.1. Historique et origine

Le nom dromadaire est dérivé du dromos (route ou chemin en grec) pour ce qui concerne son utilisation dans le transport (SOUILEM et BARHOUM, 2009 ; MEDJOUR, 2014 ; RAHLI, 2015) ou course selon le dictionnaire étymologique de la langue Française (1829). Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des Camélidés et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius* (MEDJOUR, 2014).

Les dromadaires d'Algérie appartiennent à la famille des camélidés, qui sont des mammifères artiodactyles d'origine nord-américaine, mais ils ont disparu de ce continent alors qu'ils se répandaient en Amérique du Sud, en Asie, puis en Afrique, où ils ont survécu pour donner naissance aux espèces modernes (RAHLI, 2015).

L'histoire des camélidés remonte à l'Eocène moyen. Cependant, le genre considéré comme l'ancêtre en ligne directe des camélidés actuels est le *Protomeryx* apparu à l'Oligocène supérieur dans ce qui est aujourd'hui l'Amérique du Nord. Aujourd'hui, il est admis que l'ancêtre des Camélidés actuels existe depuis le Pléistocène supérieur, au début de la période glaciaire. Il a été signalé que les camélidés occupèrent rapidement les zones arides de l'hémisphère Nord et plusieurs représentants du genre *Camelus* sont répertoriés en divers point de l'Ancien Monde. Ainsi, on a pu être identifiés un *Camelus knoblochi* dans le Sud de la Russie et un *Camelus alutensis* en Roumanie. L'espèce apparemment la plus répandue à l'époque en Europe et en Asie semble être cependant la *Camelus thomasi*. Dans le Nord de l'Inde, dès le Pliocène, on trouve un *Camelus siwalensis* et un *Camelus antiquus*. Ce

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

1.1.2. Classification (Taxonomie)

Le dromadaire appartient à l'embranchement des vertébrés, classe des mammifères ongulés et sous classe des placentaires. Il appartient à l'ordre des Artiodactyles, sous-ordre des Tylopodes (PRAT, 1993 ; KHAN *et al.*, 2003 ; CORREA, 2006 ; MEDJOUR, 2014) et à la famille des camélidés. 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 (MEDJOUR, 2014).

➤ Genre *Camelus*

- ✓ *Camelus dromedarius* (dromadaire, avec une seule bosse) (Photo 1) (Annex 01).
- ✓ *Camelus bactrianus* (chameau de Bactriane, avec deux bosses) (Photo 2) (Annex 01).

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

- ✓ *Lama glama* (lama). (Photo 4) (Annex 01).
- ✓ *Lama guanicoe* (guanaco). (Photo 5) (Annex 01).
- ✓ *Lama pacos* (alpaga ou alpaca) (Photo 6) (Annex 01).
- ✓ *Lama vicugna* (vigogne) (Photo 7) (Annex 01) (SKIDMORE, 2005 ; OULD AHMED, 2009 ; MEDJOUR, 2014).

Les camelins sont classés en deux espèces : *Camelus dromedarius* (dromadaire ou chameau à une bosse) et *Camelus bactrianus* (chameau de Bactriane ou chameau à deux bosses). La séparation du Genre *Camelus* en deux espèces était basée au début sur les différences morphologiques (une ou deux bosses) et sur le fait que le croisement entre les deux espèces n'était pas possible ; mais, en fait, embryologiquement, ces différences ne sont pas distinguables et le croisement est possible, et de là, on

considère que *Camelus dromedarius* et *Camelus bactrianus* sont deux sous-espèces d'une espèce unique (TITAOUINE, 2006).

Les deux espèces appartiennent à la famille des Camélidés et à la sous-famille des camélinés. Généralement, ces deux espèces sont rattachées aux ruminants. Bien que les camélins ruminent mais il est inexact de les classer en tant que ruminants avec quatre poches stomacales et qui sont un sous-ordre des Artiodactyles, les autres sous-ordres sont ; Les Tylopodes avec trois poches stomacales (camélins) et les suiformes, qui ressemblent au porc avec une seule poche stomacale (TITAOUINE, 2006).

Les ruminants et les tylopodes se différencient aussi par des différences anatomiques notamment, leur formule dentaire ou type de dent et l'absence de cornes en particulier (TITAOUINE MOHAMMED, 2006).

SAMMAN *et al.* (1993), ont constaté d'après leur étude de caryotype sur l'espèce *Camelus dromedarius* que toutes ces espèces de la famille des camélidés sont très proches les unes des autres sur le plan génétique avec un nombre diploïde de chromosome ($2n=37$), soit 74 chromosomes (SAMMAN *et al.*, 1993 ; WARDEH et DAWA, 2005 ; OULD AHMED, 2009 ; MEDJOUR, 2014).

1.1.3. Répartition géographique et effectifs

1.1.3.1. Dans le monde

L'aire de répartition géographique du dromadaire, se situe, aux niveaux des zones tropicales et subtropicales et s'étend, des régions arides et semi-arides du nord de l'Afrique (Mauritanie) jusqu'au nord-ouest du continent asiatique (Chine). (KARRAY *et al.*, 2004 ; CORREA, 2006 et RAHLI FOUZIA, 2015) (Figure 01).

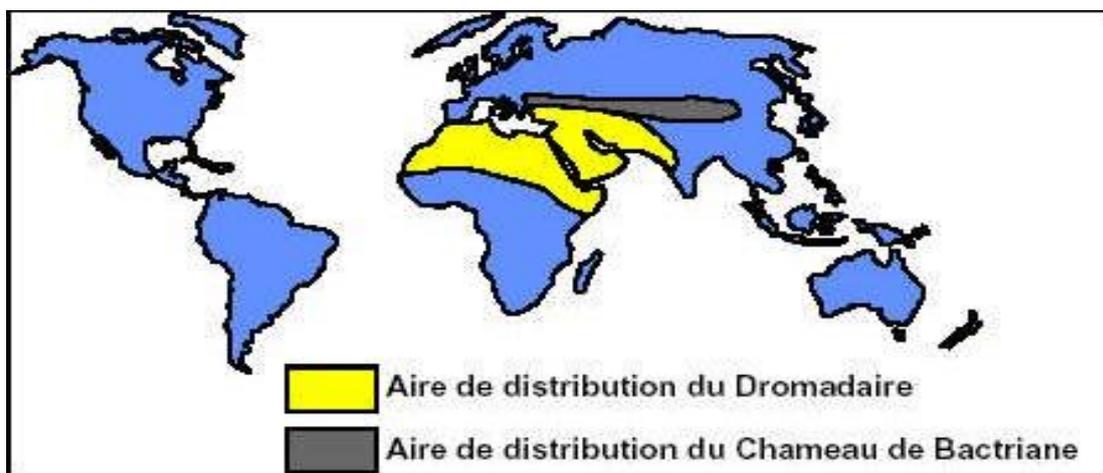


Figure 01 : Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (FAYE *et al.*, 1999 ; TITAOUINE, 2006).

Selon les statistiques de la FAO (2009), la population cameline mondiale s'élève à environ 20 millions de têtes dont plus de 15 millions sont recensées en Afrique (Tableau 01), le grand cheptel est réservé à la Somalie et Kenya qui vient en deuxième position (CORREA, 2006 ; AL-HAJ et AL-KANHAL, 2010 ; RAHLI, 2015) et 3,6 millions en Asie. La grande majorité de cette population (84%) sont des dromadaires (*Camelus dromedarius*) qui vivent dans les régions arides du nord et du nord-est de l'Afrique (Figure 02). Le reste (6%) est des « bactriens » (*Camelus bactrianus*) qui sont des chameaux à deux bosses peuplant les régions froides de l'Asie. Ce nom leur a été attribué, par référence à la région de "Baktriane", située au nord de l'Afghanistan, où cette espèce était initialement implantée (FARAH, 1993 ; OULD AHMED, 2009 ; RAHLI, 2015).

Tableau 01 : La production mondiale et nationale des chameaux (par nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon la FAO en 2014 (RAHLI, 2015).

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

1.1.3.2. En Algérie

1.1.3.2.1. Introduction du dromadaire en Algérie

En ce qui concerne l'introduction des camelins en Algérie, beaucoup d'auteur, notamment (CURASSON, 1947 ; TITAOUINE, 2006), nous signent que c'est, grâce aux Arabes qu'il y a eu cette introduction ; Alors que, selon CAUVET (1925) les Berbères possédaient des dromadaires bien avant l'arrivée des arabes, D'ailleurs IBN-

KHALDOUN, (1332-1406) cité par CAUVET (1925) l'historien des Berbères, précise que bien avant l'Islam, les Berbères vivaient en nomades avec leurs dromadaire. En effet, KAHINA, reine des Aurès (701 après JC), faisait porter devant elle, sur un dromadaire, une grande idole en bois qu'elle vénérât (TITAOUINE, 2006).

Par ailleurs, on pense que ce sont les invasions Arabes, qui se succédèrent du onzième au douzième siècle, qui introduisirent ou plutôt réintroduisirent les dromadaires Asiatiques dans le nord de l'Afrique (CAUVET, 1925 ; TITAOUINE, 2006).

1.1.3.2.2. Distribution et effectifs

L'effectif camelin Algérien est estimé à 268.560 têtes en 2005 (RAHLI, 2015), cet effectif a connu une évolution de 9.15 % soit 344.015 têtes en 2013 (FAO, 2014). L'effectif est réparti sur 17 wilayat, avec 75% du cheptel dans huit wilayat sahariennes : Ouargla, Ghardaïa, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar ; et 25% du cheptel dans neuf wilayat steppiques : Biskra, Tebessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayad, Naâma, Laghouat et M'sila (BEN AISSA M, 1989 ; MEDJOUR, 2014 ; RAHLI, 2015).

Tableau 02 : Répartition de l'effectif camelin dans les wilayas sahariennes (M.P.A, 2003; TITAOUINE, 2006).

Wilayas	Ouargla	Ghardaïa	El Oued	Bechar	Tindouf	Tamanrasset	Adrar	Illizi
Nombre d'exploitations	1180	614	1289	618	1249	2236	1173	821
Effectifs	51815	12129	62498	11498	35017	75112	35633	32478
Nombre des chameles	15448	7583	19048	8476	25094	51483	24760	9497

Tableau 03 : Répartition de l'effectif camelin dans les wilayas steppiques (M.P.A, 2003 ; TITAOUINE, 2006).

Wilayas	Biskra	Tébessa	Khenchela	Batna	Djelfa	Bayadh	Naama	Laghouat	M'sila
Nombre d'exploitations	73	12	3	30	353	5	119	285	52
Effectifs	929	27	3	157	5628	214	550	4161	762
Nombre des chameles	620	38	2	106	1626	102	400	1236	641

Le dromadaire est répertorié dans 17 Wilayas, en se basant sur des données statistiques du MADR (2006), 92.15% du cheptel dans huit Wilayas sahariennes, et le reste dans neuf Wilayas steppiques. Pour bien préciser la répartition géographique du cheptel camelin dans notre pays, on distingue trois grandes aires de distribution (Figure 02). La première aire de distribution, est le Sud-est: El-oued, Biskra, Tébessa, Batna, Ouargla, Ghardaïa, Laghouat et Djelfa. La deuxième aire, est le Sud-ouest représentée par : Bechar, Tindouf, Naama, El- Bayadh, Tiaret et le nord d'Adrar ; L'extrême sud, c'est la troisième aire de distribution : Tamanrasset, Illizi, Djanet le sud d'Adrar (NAOUI,2013).

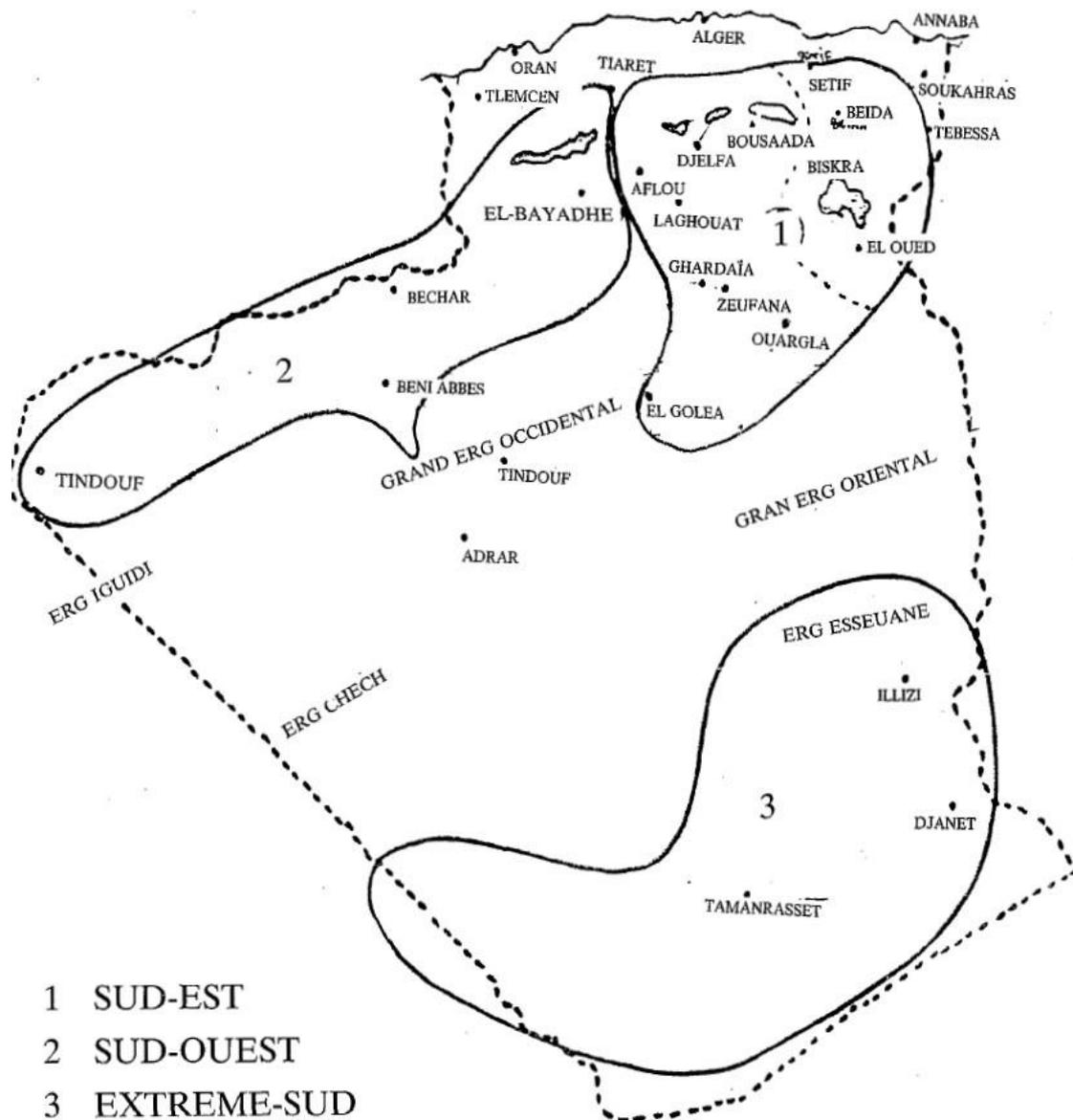


Figure 02 : Aires de distribution du dromadaire en Algérie (BEN AISSA M, 1989; TITAOUINE, 2006 ; NAOUI,2013; MEDJOUR, 2014 ; RAHLI, 2015).

1.1.4. Races algériennes

Les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent dans les trois pays d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie) ; ce sont des races de selle, de bât et de traite, leur répartition est illustrée dans la (figure 03). Il s'agit des races suivantes :

➤ **Le Chaambi** : Animal, musclé, c'est une race fortement croisée avec du sang de dromadaire arabe. Très bon pour le transport, moyen pour la selle. Sa répartition va du grand Erg Occidental au grand Erg Oriental. On le retrouve aussi dans le Metlili des Chaambas (Figure 01) (Annexe 02) ;

➤ **L'Ouled Sidi Cheikh** : C'est un animal adapté aussi bien à la pierre qu'au sable. C'est un animal de selle ou de bât, il est assez grand. On le trouve dans les hauts plateaux du grand Erg Occidental (Figure 03) (Annexe 02) ;

➤ **Le Saharaoui** : Est issu du croisement de Chaambi et Ouled Sidi Cheikh. C'est un excellent Méhari de troupe, son territoire va du grand Erg occidental au centre du Sahara (Figure 02) (Annexe 02) ;

➤ **L'Ait Khebbach** : Est un animal bréviligne de taille moyenne. C'est un puissant animal de bât. On le trouve dans l'aire Sud-Ouest (Figure 04) (Annexe 02) ;

➤ **Le Chameau de la steppe** : c'est un dromadaire commun, petit bréviligne. Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites sud de la steppe (Figure 05) (Annexe 02) ;

➤ **Le Targui ou race des Touaregs du Nord** : Les dromadaires Targuis sont des animaux habitués aussi bien aux escarpements du Tassili et du massif central du Hoggar, qu'aux sables. Excellent Méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur. Réparti dans le Hoggar et le Sahara Central (Figure 06) (Annexe 02) ;

➤ **Le Berberi** : Animal de forme fine, avec une arrière main bien musclée, rencontré surtout saharienne et tellienne. Il est très proche du Chaambi et de l'Ouled Sidi Cheikh (Figure 07) (Annexe 02) ;

➤ **L'Ajjer** : Dromadaire bréviligne de petite taille. Bon marcheur et porteur. Se trouve dans le Tassili d'Ajjer ;

➤ **Le Reguibi** : Il est réparti dans l'ouest saharien. C'est un animal d'assez grande taille, bien adapté à la course mais avec un bon potentiel laitier (entre 1 200 et 1 500 litres par lactation) (Figure 08) (Annexe 02) ;

➤ **Le Chameau de l'Aftouh** : Utilisé comme animal de trait et de bât. On le trouve dans la région de Tindouf et Bechar. Le terme Aftouh est un terme générique qui regroupe plusieurs types de dromadaires de la région du Sahara occidental et se caractérise par une grande variété de la couleur de robe allant de jaune clair à presque noir (BEN AISSA, 1989 ; TITAOUINE, 2006 ; RAHLI, 2015) .

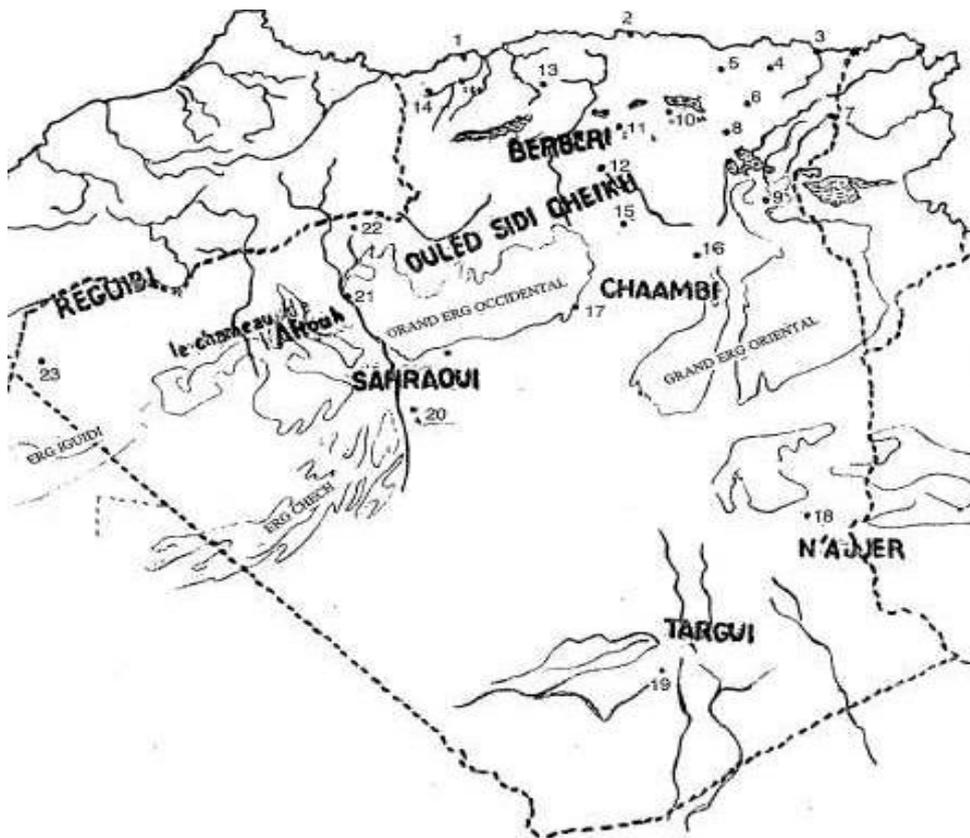


Figure 03: Localisation des principales races de dromadaire en Algérie (BEN AISSA, 1989 ; TITAOUINE, 2006 ; MEDJOUR, 2014 ; RAHLI, 2015).

1.2. Élevage du dromadaire et production laitière

1.2.1. 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).

1.2.1.1. Origine de la domestication de dromadaire

Les espèces du genre *Camelus* étaient probablement parmi les dernières des principales espèces domestiques qui avaient été mises à une utilisation régulière par

l'homme (KHAN *et al.*, 2003 ; MEDJOUR, 2014). Le chameau était domestiqué vers 2500 - 3000 avant J.C. (YAGIL, 1982 ; JASRA et MIRZA, 2004 ; HADDADIN *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014). Depuis le début les chameaux ont été domestiqués par des nomades (KHAN *et al.*, 2003 ; JASRA et MIRZA, 2004 ; MEDJOUR, 2014). Alors que la première utilisation du dromadaire relève de l'activité de bât et demeure sans doute associée au commerce des épices, fort florissant à cette époque entre le Sud de la péninsule arabique et le pourtour méditerranéen. Ce commerce caravanier a permis la naissance de quelques glorieuses civilisations. L'histoire retient d'ailleurs que la visite de la reine de Saba au roi Salomon (955 avant J.C.) se fit grâce à une imposante caravane de dromadaires portant les effets de la suite royale à travers le désert d'Arabie (OULD AHMED, 2009 ; MEDJOUR, 2014). Cependant, le plus grand impact culturel sur la distribution récente des chameaux a été l'avènement de l'Islam. Les Arabes ont pris leurs dromadaires avec eux vers le nord-est de l'Asie et de la Méditerranée. Progressivement le dromadaire est devenu un animal de sécurité alimentaire dans les conditions extrêmement rudes : sécheresse, déserts et montagnes...etc.(JASRA et MIRZA, 2004 ; MEDJOUR, 2014).

1.2.1.2. Systèmes d'élevage en Algérie

1.2.1.2.1. 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 permanents et toute la famille suit les déplacements du troupeau, parfois sur de longues distances (des centaines de kilomètres). Ils se déplacent à la tête de troupeau, considérables pour certains, dont ils ne sont pas toujours propriétaires mais gardiens. 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 ont considéré 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).

1.2.1.2.2. 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 est 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).

1.2.1.2.3. Elevage en semi-intensif

Dans l'élevage semi-intensif, les cheptels sont maintenus en stabulation (CORREA, 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).

1.2.2. Production et potentiel laitiers

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 chamelles serait de l'ordre de 5.4 millions de tonnes dont 55 % environ est prélevée par les chamelons, les productions individuelles varient entre 1000 et 2700 litres par lactation en Afrique, mais peuvent atteindre 7 000 à 12 000 litres selon certaines sources en Asie du Sud. La courbe de lactation est comparable à celle des bovins avec une persistance meilleure. La durée de la lactation est très variable (de 8 à 18 mois en général), soit des durées plus importantes en moyenne que les vaches laitières dans les mêmes conditions. La productivité laitière des chamelles (250 kg/Unité Bétail Tropical/an) est supérieure à celle des petits ruminants (220 kg) et à celle des zébus (100 kg) (FAYE, 2003 ; BENYAHIA et MANSOURI, 2014).

La production laitière des races camelines en Algérie est estimée à environ 5 à 6 l/j soit 1800 litres / lactation (BENYAHIA et MANSOURI, 2014). Cette production est intéressante, en comparaison avec la production laitière moyenne dans le monde (800 et 3600 litres pour une durée de lactation de 9 et 18 mois). (RICHARD et GERALD, 1985 ; BENYAHIA et MANSOURI, 2014) l'ont estimée entre 2 à 6 litres/j en élevage extensif et de 12 à 20 l/j en élevage intensif. Pour les chamelles mauritaniennes peuvent produire 3 à 9 litres / jour au pic de lactation (KAMOUN, 1995; BENYAHIA et MANSOURI, 2014), rapporte que la production de lait au pic de lactation qui correspond le plus souvent au troisième mois est de 11,9 litres par jours chez les chamelles de la race maghrébines (BENYAHIA et MANSOURI, 2014)

1.2.3. 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) (FAYE, 2004 ; KADA-RABAH, 2016).

1.2.3.1. Influence des facteurs nutritionnels

Les facteurs nutritionnels influencent la production laitière, les régimes alimentaires riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou accroissent sensiblement la quantité de lait produit (RAMET, 1993 ; KADA-RABAH, 2016). La réponse des chamelles à une alimentation améliorée est plutôt très bonne du

point de vue de la production (FAYE *et al.*, 1995). La déshydratation n'a pas d'effets notables sur la production du lait. La déshydratation n'affecte pas le niveau de la production laitière chez la chamelle alors qu'elle le diminue chez la chèvre et la vache (NARJISSE, 1989 ; KADA-RABAH, 2016).

1.2.3.2. Influence du stade de lactation

Le stade de lactation est aussi prépondérant. En effet, une fluctuation de la production laitière est observée entre le début et la fin de la lactation. La plus grande partie du lait est produite durant les sept premiers mois (SIBOUKEUR, 2007 ; KADA-RABAH, 2016).

1.2.3.3. Influence des conditions climatiques

La variabilité saisonnière du disponible fourrager, 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 (FAYE, 2004 ; KADA-RABAH, 2016).

1.2.4.4. Influence de la fréquence et du rang de la traite

En règle générale, la production laitière augmente avec la fréquence de traites. Le passage de deux à trois traites par jour augmente la production journalière de 28,5% et celui de trois à quatre traites n'augmente la production que de 12,5% (KAMOUN, 1995 ; KADA-RABAH, 2016). La quantité et la qualité du lait évoluent avec le rang de la traite. Les quantités produites sont différentes d'une traite à l'autre, la traite du matin donne plus de lait, mais ce lait est pauvre en matière grasse et par conséquent plus dense que celui des deux autres traites (KAMOUN, 1995 ; KADA-RABAH, 2016).

1.2.3.5. Influence du rang de mise bas

Les chamelles qui mettent bas durant la saison d'abondance pastorale donnent un rendement laitier plus intéressant et plus stable que celles qui mettent bas durant la saison sèche. Ce facteur est reconnu par les éleveurs et l'utilisent pour leurs élevages et les activités de la sélection (KADA-RABAH, 2016).

1.2.3.6. Influence 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 (FAYE, 2004 ; KADA-RABAH, 2016).

1.2.3.7. Influence génétique liée à la race

Concernant l'effet de race, il est rapporté une production annuelle moyenne 2,6 fois plus élevée chez les races asiatiques que chez celles provenant du continent africain (BENAISSA, 1989 ; KADA-RABAH, 2016).

Parmi les races africaines, nous pouvons citer à titre d'exemple la race Hoor (somalienne) capable de produire en moyenne 8 litres par jour pour une lactation de 8 à 16 mois. Les races asiatiques, Malhah et Wadhah peuvent produire, respectivement jusqu'à 18,3 et 14 kg de lait par jour. (BEN-AISSA, 1989 ; SIBOUKEUR, 2007 ; KADA-RABAH, 2016) notèrent que les populations camelines algériennes (population Sahraoui, en l'occurrence) peuvent être considérées comme bonnes laitières (environ 6 à 9 l/j) vu la pauvreté de leur alimentation (KADA-RABAH, 2016).

Chapitre II :
Caractéristiques du
lait de chamelle

2.1. Caractéristiques du lait de chamelle

2.1.1. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques

Le lait de chamelle a une couleur blanc-mat, conséquence de sa composition pauvre en matière grasse et en caroténoïde (YAGIL et ETZION, 1980 ; FARAH *et al.*, 1992 ; KAPPELER, 1998 ; FARAH, 2004 ; AMEL *et al.*, 2009 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MAL et PATHAK, 2010 ; RAHLI, 2015) et est d'un aspect moins visqueux que le lait de vache (KAMOUN, 1990 ; SBOUI *et al.*, 2009; MEDJOUR, 2014). Il est légèrement sucré avec un goût acide et même salé (YAGIL, 1982 ; ABDEL-RAHIM, 1987 ; FARAH, 1993 ; FARAH, 2004 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MAL et PATHAK, 2010 ; EL IMAM ABDALLA, 2012 ; PARAJAPATI *et al.*, 2012 ; RAHLI, 2015). Ces aspects dépendent souvent de physiologie des pâturages et de la disponibilité de l'eau (YAGIL et ETZION, 1980 ; FARAH, 2004 ; SIBOUKEUR, 2007 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; EL IMAM ABDALLA, 2012 ; RAHLI, 2015). À la traite et lors des transvasements, il forme une mousse abondante (KAMOUN, 1995 ; SENOUSSE, 2011).

La valeur de pH du lait de chamelle est entre 6,57 et 6,97 (KHASKHELI *et al.*, 2005 ; MEDJOUR, 2014). Le lait de dromadaire a une acidité Dornic plus faible que les autres espèces (FAYE *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014). Son acidité moyenne en degré Dornic est 14,66 °D (GHENNAM *et al.*, 2007 ; MEDJOUR, 2014).

La densité moyenne de lait de chamelle est 1,029 g/cm³. Il est moins visqueux que le lait de vache (AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014), alors que sa viscosité à 20°C est de 1,72 mPa.s et elle est toutefois inférieure à celle du lait de vache dans les mêmes conditions et qui est 2,04 mPa.s (KHEROUATOU *et al.*, 2003 ; MEDJOUR, 2014).

Comparé au lait de vache, le lait de chamelle s'acidifie très peu. Il peut être conservé longtemps sans réfrigération (3 jours à 30°C et 2 semaines à 7°C) (HAROUN OMER et ELTINAY, 2009 ; SENOUSSE, 2011). Le point de congélation du lait de chamelle s'est avéré entre -0,57 °C et -0,61 °C (WANGO, 1997 ; KAPPELER, 1998 ; MEDJOUR, 2014). Elle est inférieure au point de congélation du lait de vache, qui se situe entre -0,51 °C et -0,56 °C. Une plus grande concentration de sel et de lactose dans le lait de chamelle par rapport au lait de vache, peut-être contribué à ce résultat (KAPPELER, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

2.1.2. Composition chimique du lait de chamelle

Le dromadaire joue un rôle majeur dans l'approvisionnement des habitants du désert avec du lait de bonne qualité nutritionnelle dans des conditions extrêmement hostiles de la température, de la sécheresse et du manque de pâturages (MEDJOUR, 2014 ; RAHLI ; 2015). Le lait de chamelle contient tous les nutriments essentiels présents dans le lait de vache (FARAH et ATKINS, 1992 ; SALMEN *et al.*, 2012, MEDJOUR, 2014). C'est un liquide sécrété par les glandes mammaires des mammifères après la parturition pour assurer la nourriture du nouveau-né. Il correspond à la fois à une solution aqueuse constituée essentiellement de lactose, de protéines sériques, de sels minéraux et de vitamines, à une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras (huiles dans l'eau) et à une suspension de micelles constituées de caséines et de sels minéraux (WALSTRA *et al.*, 2005 ; KAMAL, 2016).

Le lait est une bonne source de nutriments, et est donc, important pour la croissance (GURMESSA et MELAKU, 2012 ; KAMAL, 2016). La composition physico-chimique du lait varie en fonction de nombreux facteurs zoologiques et d'élevage tels que l'espèce, la race, le stade de lactation, les conditions environnementales et l'alimentation (CAROLI *et al.*, 2009 ; KALAC et SAMKOVA, 2010 ; KAMAL, 2016). En outre, l'alimentation et la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux jouent également un rôle important (KHASKHELI *et al.*, 2005 ; MEDJOUR, 2014) et même les différences génétiques aussi (EREIFEJ *et al.*, 2011 ; MEDJOUR, 2014).

La composition chimique du lait de chamelle, en relation avec sa valeur nutritionnelle, a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche. Malgré des résultats discordants obtenus par différents auteurs (tableau 04) et qui pouvaient être expliqués par des variations de la race, du type d'alimentation, de la saison, etc. (KAMAL, 2016).

Les teneurs en protéines et en matière grasse varient respectivement de 2,5 à 4% et de 1,1 à 4,6% (avec une fréquence élevée à des taux supérieurs à 3%), alors que la teneur en lactose fluctue entre 2,5 et 5,6% (RAHLI ; 2015).

Les concentrations élevées observées pour ce dernier nutriment expliqueraient la saveur parfois sucrée du lait de chamelle rapportée par plusieurs auteurs (GNAN et SHEREHA, 1986 ; BAYOUMI, 1990 ; RAHLI ; 2015).

La teneur en eau du lait camelin, qui varie selon son apport dans l'alimentation, atteint son maximum pendant la période de sécheresse. En effet, il a été montré que la

restriction en eau alimentaire des chamelles se traduit par une dilution du lait : un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86% alors que dans un régime déficient, celui-ci s'élève à 91% (YAGIL et ETZION, 1980 ; FAYE et MULATO, 1991 ; RAHLI, 2015). Cette dilution pourrait être l'effet d'un mécanisme d'adaptation naturelle pourvoyant en eau les chamelons durant la période de sécheresse (RAHLI, 2015).

Les principales composantes du lait de chamelle sont relativement proches de celle de lait de vache (tableau 05) (MEDJOUR, 2014).

Tableau 04 : Compositions du lait camelin en pourcentage selon différents auteurs (KONUSPAYEVA *et al.*, 2009 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014 ; RAHLI ; 2015).

N	Référence	M.G	P.T	L	M.S	Cendre	Pays
1	Barthe (1905)	5.38	2.98	3.26	12.39	0.70	Indéterminé
2	Leese (1927)	2.90	3.70	5.80	13.00	0.60	Afrique de l'Est
3	Davies (1939)	3.07	4.00	5.60	13.47	0.80	Indéterminé
4	Lampert (1947)	3.02	3.60	5.20	12.42	0.70	Indéterminé
5	Khersakov (1953)	4.47	3.50	5.00	13.67	0.70	URSS
6	Yasin et Wahid (1957)	2.90	3.70	5.80	13.30	0.70	Pakistan
7	Ohri et Joshi (1961)	3.78	3.95	4.88	13.57	0.95	Inde
8	El-bahay (1962)	3.80	3.50	3.90	12.00	0.80	Egypte
9	Singh (1966)	2.90	3.90	5.40	13.00	0.80	Inde
10	Davies (1963)	3.00	3.90	5.50	13.20	0.80	Egypte
11	Khan et Appana (1965)	3.08	3.80	5.40	12.98	0.70	Inde
12	Jeness et Sloan (1969)	4.50	3.60	5.00	13.10	0.70	Indéterminé
13	Kon et Cowie (1972)	4.20	3.70	4.10	12.80	0.80	Pakistan
14	Atherton et Newlander (1977)	5.38	2.98	3.26	11.62	0.70	Arabie Saoudite
15	Knoess (1977)	5.50	4.50	3.40	14.30	0.90	Ethiopie
16	Knoess (1979)	4.30	4.60	4.60	14.10	0.60	Ethiopie
17	Elamin (1980)	4.00	3.60	-	-	0.80	Soudan
18	Mukasa-Mugerwa (1981)	4.33	4.02	4.21	13.36	0.79	Arabie Saoudite
19	Dasai et al. (1982)	3.20	2.70	4.20	9.80	0.60	Indéterminé
20	El-agamy (1983)	2.90	3.70	5.80	13.10	0.70	Egypte
21	Sawaya et al. (1984)	3.60	2.95	4.40	11.74	0.79	Arabie Saoudite
22	Knoess et al. (1986)	5.50	4.50	3.40	14.40	0.90	Egypte
23	Gnan et Sherida (1986)	3.30	3.30	5.61	13.03	0.82	Lybie
24	Abdel-rahim (1987)	3.20	4.00	4.80	13.40	0.70	Pakistan
25	Abu-lehia (1987)	3.31	2.68	4.67	11.29	0.80	Arabie Saoudite
26	Bachmann et Schulthess (1987)	4.60	-	-	15.40	-	Kenya (Somali)
27	Bachmann et Schulthess (1987)	3.60	-	-	11.20	-	Kenya (Rendille)
28	Hassan et al. (1987)	3.50	2.50	3.90	11.00	0.80	Afrique de l'Est

29	Hjort af ornas (1988)	5.40	3.00	3.30	13.70	0.70	Somalie
30	Jardali (1988)	3.70	3.45	4.62	12.63	0.74	Afrique de l'Est
31	Ellouze et Kamoun (1989)	3.55	2.29	4.69	11.40	0.90	Tunisie
32	Abu-lehia et al. (1989)	3.80	4.00	5.50	14.20	0.80	Afrique de l'Est
33	Farah et Rüegg (1989)	3.15	3.11	5.24	12.20	0.80	Kenya
34	Mehaia et Al-kahnal (1989)	3.24	3.35	4.52	11.91	0.80	Arabie Saoudite
35	Mohamed <i>et al.</i> (1989)	4.60	3.30	-	13.0	0.60	Somalie
36	Taha et Keilwein (1989)	5.22	3.19	5.00	14.50	0.80	Egypte
37	Abu-lehia (1990)	3.83	-	4.00	13.66	0.85	Arabie Saoudite
38	Bayoumi (1990)	3.60	3.27	5.53	13.20	0.80	Egypte
39	Gran <i>et al.</i> (1990)	2.58	2.15	4.83	-	-	Lybie
40	Elamin et Wilcox (1992)	3.15	2.81	4.16	10.95	0.83	Arabie Saoudite
41	Frag et Kabary (1992)	3.90	3.10	4.47	12.36	0.80	Egypte
42	Mehaia (1993)	3.50	2.80	4.60	11.69	0.79	Arabie Saoudite
43	Mehaia <i>et al.</i> (1995)	2.85	2.52	4.46	10.63	0.80	Arabie Saoudite (Hamra)
44	Mehaia <i>et al.</i> (1995)	2.46	2.36	4.44	10.07	0.81	Arabie Saoudite (Wadah)
45	Mehaia <i>et al.</i> (1995)	3.22	2.91	4.43	11.35	0.79	Arabie Saoudite (Majaheim)
46	Mehaia (1996)	0.28	3.22	4.45	8.64	0.69	Arabie Saoudite
47	Field <i>et al.</i> (1997)	5.70	3.00	2.40	-	0.80	Kenya
48	Abu-lehia (1998)	3.20	3.20	4.95	12.15	-	Jordanie
49	El-agamy <i>et al.</i> (1998)	3.95	3.26	4.74	12.80	0.85	Egypte
50	Gnan <i>et al.</i> (1998)	2.58	2.15	4.83	-	-	Lybie
51	Indra et Erdenebaatar (1998)	6.40	4.80	4.70	-	0.80	Mongolie
52	Kamoun (1998)	3.76	3.43	-	12.13	0.81	Tunisie
53	Karue (1998)	5.60	3.42	3.65	12.14	0.86	Kenya
54	Larsson-Raznikiewicz et Mohamed (1998)	4.60	3.00	-	13.10	0.60	Somalie
55	Mehaia (1998)	3.90	2.54	4.71	11.94	0.79	Arabie Saoudite
56	Ramdaoui AND Obad (1998)	2.74	3.36	4.19	11.14	0.86	Maroc
57	Wangoh <i>et al.</i> (1998)	4.20	3.08	4.18	12.66	0.79	Kenya (Somali)
58	Wangoh <i>et al.</i> (1998)	4.81	3.31	4.28	13.44	0.83	Kenya (Turkana)
59	Wangoh <i>et al.</i> (1998)	4.29	3.13	4.05	12.45	0.82	Kenya (S x T)
60	Zhao (1998)	4.15	3.45	4.55	8.85	0.70	China (Dromadaire)
61	Zia-Ur-Rahman et Straten (1998)	5.22	2.68	4.30	10.40	0.73	Pakistan I
62	Zia-Ur-Rahman et Straten (1998)	3.50	4.00	3.26	13.30	0.83	Pakistan II
63	Zia-Ur-Rahman et Straten (1998)	4.50	3.00	4.10	11.10	0.78	Pakistan III
64	Dell'orto <i>et al.</i> (2000)	2.56	3.19	-	-	-	Indéterminé
65	Guliye <i>et al.</i> (2000)	3.39	2.79	4.81	11.50	0.77	Kenya
66	Serikabeva et Toktamysova (2000)	5.17	4.45	4.82	15.51	0.68	Kazakhstan
67	Attia <i>et al.</i> (2001)	1.20	2.81	5.40	9.61	0.99	Tunisie

68	Indra (2003)	4.47	3.53	4.95	13.64	0.70	Mongolie (Dromadaire)
69	Wernery (2003)	3.50	3.35	4.75	10.75	-	Émirats arabes unis
70	Raghvendar <i>et al.</i> (2004)	2.30	2.3	4.05	9.50	-	Inde
71	Kouniba <i>et al.</i> (2005)	2.65	3.25	4.05	10.80	0.83	Maroc
72	El-Hatmi <i>et al.</i> (2006)	3.00	3.1	4.20	-	1.05	Tunisie
73	Abdoun <i>et al.</i> (2007)	3.26	3.50	3.60	11.03	0.67	Soudan
74	Kamal, <i>et al.</i> (2007)	3.78	3.30	5.85	15.06	0.70	Egypte
75	Haddadin <i>et al.</i> (2008)	2.95	2.69	3.92	12.30	0.82	Jordanie
76	Shuiep <i>et al.</i> (2008)	2.64	2.93	3.12	9.56	0.73	Est de Soudan
77	SHUIEP <i>et al.</i> (2008)	2.85	2.94	2.90	9.41	0.73	Ouest de Soudan
78	BAKHEIT <i>et al.</i> (2008)	3.40	3.40	3.60	10.90	0.80	Nord de Soudan
79	OMER et ELTINAY. (2009)	2.35	2.06	4.41	9.78	0.94	Soudan (différentes zones)

M.G. : matière grasse. P.T. : protéine totale. L. : lactose. M.S. : matière sèche. (-) : valeur non déterminée

Tableau 05 : Composition biochimique du lait de chamelle, en comparaison avec celle du lait de vache (KAPPELER, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

	Lait de chamelle	Lait de vache		Lait de chamelle	Lait de vache
Protéine, g/l	27-40	27-47			
Lipide, g/l	32-38	moyenne 38			
Lactose, g/l	39-56	moyenne 47	Vitamines, mg/kg		
Minéraux, mg/l			Acide ascorbique (C)	24-36	3-23
Calcium	1060-1570	1000-1400	Cobalamine (B12)	0,002	0,002-0,007
Cuivre	1,3-1,8	0,1-0,2	Acide Folique (B9)	0,004	0,01-0,10
Phosphate Inorganique	580-1040	650-1100	Niacine (B3)	4,6	0,5-0,8
Fer	1,3-2,5	0,3-0,8	Acide Pantothénique (B5)	0,88	2,6-4,9
Potassium	600-2100	1350-1550	Pyridoxine (B6)	0,52	0,40-0,63
Magnésium	75-160	100-150	Rétinol (A)	0,10-0,15	0,17-0,38
Manganèse	0,08-0,2	0,04-0,2	Riboflavine (B2)	0,42-0,80	1,2-2,0
Sodium	360-620	350-600	Thiamine (B1)	0,33-0,60	0,28-0,90
Zinc	4,0-5,0	3,5-5,5	Tocophérol (E)	0,53	0,2-1,0
			Solides totaux, g/l	10-11,5	12,5

2.1.2.1. Fraction azotée

La teneur moyenne en caséine et en protéines lactosériques dans le lait de chamelle varient entre 1,9 et 2,3% et entre 0,7 et 1,0% respectivement (FARAH, 1996 et 2011 ; MEDJOUR, 2014). Les valeurs en azote caséinique, en azote des protéines lactosériques et en azote non protéique, exprimées en pourcentage de l'azote total, sont respectivement comprises entre 71% et 76%, 17% et 23% et 4,6% et 5,8 % (FARAH, 1996 ; MEDJOUR, 2014).

Les valeurs (tableau 06) indiquent généralement que les distributions de protéines et de fractions azotées dans le lait de chamelle sont presque similaires à celles du lait de vache (FARAH, 1996 ; MEDJOUR, 2014). Le lait de chamelle, cependant, semble contenir une quantité un peu plus élevée en azote non protéique que le lait de vache (FARAH, 1996 ; KAPPELER, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

Les différentes concentrations en acides aminés essentiels et non-essentiels des laits de chamelle et de vache ont été étudiées (SHAMSIA, 2009 ; SHAHEIN et SOLIMAN, 2014 ; KAMAL, 2016). À l'exception de la thréonine, l'arginine, la proline et la cystéine, les résultats obtenus ont montré que les teneurs en acides aminés essentiels et non essentiels dans le lait de chamelle sont sensiblement plus faibles que dans le lait de vache (tableau 07) (KAMAL, 2016).

2.1.2.1.1. Azote non protéique

Sa teneur est plus élevée que celle retrouvée dans le lait de vache (FARAH, 1996 ; KAPPELER, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

Cette fraction est caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en urée, acides aminés libres, créatine (SIBOUKEUR, 2007 ; FAYE *et al.*, 2010 ; BOUDJENAH, 2012 ; MEDJOUR, 2014), nucléotides, certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, de la taurine (SIBOUKEUR, 2007 ; BOUDJENAH, 2012 ; MEDJOUR, 2014), de la créatinine (BOUDJENAH, 2012 ; MEDJOUR, 2014), de l'acide hippurique et de l'ammoniac (FAYE *et al.*, 2010 ; MEDJOUR, 2014).

Les acides aminés libres les plus abondants dans le lait de chamelle sont l'acide glutamique, l'alanine, la phosphosérine, la glutamine et la phénylalanine (TAHA et KIELWEIN, 1990 ; MEHAIA et AL-KANHAL, 1992 ; KAMAL, 2016), alors que dans le lait de vache, les acides aminés libres les plus abondants sont l'acide glutamique, la taurine, la thréonine et l'histidine (FERREIRA, 2003 ; KAMAL, 2016).

2.1.2.1.2. Azote protéique

Le lait de chamelle est une source importante de protéines et d'énergie pour les habitants du désert car il contient tous les acides aminés essentiels (AZZA *et al.*, 2007 ; MEDJOUR, 2014).

La teneur totale en protéines du lait de chamelle est semblable à celles du lait de vache (YAGIL, 1982 ; KAPPELER, 1998 ; MEDJOUR, 2014). Les valeurs sont dans la gamme de 27 g/l à 40 g/l et le rapport de protéines de lactosérum à la caséine est d'environ 0,4 et donc plus élevée que dans le lait de vache qui est d'environ 0,2 (KAPPELER, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

Comme le lait des autres espèces, on peut privilégier deux fractions des protéines dans le lait de chamelle et qui peuvent être distinguées selon leur solubilité en milieu acide (les caséines et les protéines du lactosérum). D'après WANGOH et ses collaborateurs (1998), les caséines précipitent à leur pH isoélectrique qui est d'environ 4,3 alors que les protéines du lactosérum restent solubles dans cette zone de pH (MEDJOUR, 2014).

Tableau 06 : Distribution des fractions azotées du lait de chamelle en comparaison avec celles du lait de vache (FARAH, 1996 ; MEDJOUR, 2014).

Caséine	Protéines Lactosériques	CN	WPN	NPN	Reference
g/100 g du lait		% du lait			Lait camelin
2,2	0,8	74	21	4,6	URBISIMOV <i>et al.</i> (1983)
1,9	0,9	74	22	6,2	ABU-LEHIA (1987)
2,1	0,7	76	17	6,7	FARAH <i>et al.</i> (1989)
2,3	1,0	71	23	5,8	BAOYUMI (1990)
2,3-3,8	0,5-0,9	72-78	17-22	4,7-5,5	Lait de vache (FARAH, 1996)

CN : azote caséinique. WPN : azote des protéines lactosériques. NPN : azote non protéique.

Tableau 07 : Concentration moyenne en acides aminés des protéines du lait de chamelle et du lait de vache (KAMAL, 2016).

Acides aminés (% protéine)		Lait de chamelle (SHAMSIA, 2009)	Lait de vache (SHAHEIN et SOLIMAN, 2014)
Acides aminés essentiels	Lysine	6,60	8,10
	Thréonine	5,30	2,31
	Valine	4,80	7,25
	Méthionine	2,60	3,20
	Isoleucine	4,90	5,62
	Leucine	9,00	9,18
	Phénylalanine	3,70	5,40
	Histidine	2,90	3,20
Acide aminés non essentiels	Acide Aspartique	7,20	7,40
	Acide Glutamique	18,09	23,00
	Glycine	1,20	1,92
	Sérine	3,00	6,62
	Tyrosine	3,00	5,81
	Arginine	5,10	4,15
	Alanine	3,30	3,41
	Proline	13,00	11,28
	Cystéine	1,50	0,38

2.1.2.1.2.1. Caséines

Les caséines sont les principales protéines dans le lait de chamelle. Le lait de dromadaire contient à peu près 1,63 à 2,76 % des caséines qui représentent environ 52 à 87 % des protéines totales (MEHAIA *et al.*, 1995 ; KHASKHELI *et al.*, 2005 ; AL HAJ et Al KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). La caséine β est la principale fraction caséinique (65%) du lait de chamelle suivie de la caséine α S1 (21%), contre 36% et 38% respectivement dans le lait de vache, (AL HAJ et Al KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). Le lait de chamelle est similaire au lait humain en ce qui concerne ce pourcentage élevé en caséine β , ce qui pourrait refléter son taux de digestibilité plus élevé et une plus faible incidence allergique dans l'intestin des nourrissons que le lait

bovin ; la caséine β est plus sensible à l'hydrolyse peptidique que la caséine α_S (EL HATMI *et al.*, 2007 ; EL-AGAMY *et al.*, 2009 ; MEDJOUR, 2014). La caséine κ représente seulement 3,47% de la caséine cameline totale (KAPPELER *et al.*, 2003 ; MEDJOUR, 2014), contre 13% dans le lait bovin (AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). La caséine κ du lait de chamelle possède un site différent pour l'hydrolyse par la chymosine en comparaison avec celle du lait bovin. La chymosine est connue pour hydrolyser la caséine κ du lait bovin au niveau de la liaison Phe105-Met106, tandis que son site d'action sur la caséine κ caméline est Phe97-Ile98 (figures 04) (KAPPELER *et al.*, 1998 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). En outre, il a été signalé que la caséine κ du lait de chamelle contient dans sa séquence un résidu proline supplémentaire (Pro95) (figure 04). Ce résidu proline supplémentaire joue probablement un rôle important dans la stabilité de la caséine κ caméline par rapport à celle bovine (KAPPELER *et al.*, 1998 ; AL HAJ et AL KANHA, 2010 ; MEDJOUR, 2014).

Les ressemblances et les dissemblances entre les caséines (α_1 , α_2 , β et κ) du lait de chamelle et du lait de vache sont illustrées dans le (tableau 08). La caséine- κ est la protéine laitière qui joue un rôle essentiel dans la stabilisation des micelles (PAUCIULLO *et al.*, 2013 ; KAMAL, 2016), elle sera décrite de façon plus détaillée ci-après (KAMAL, 2016).

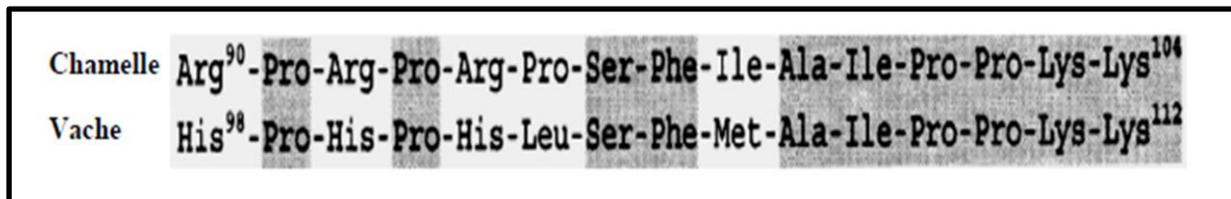


Figure 04 : Comparaison des régions sensible à l'hydrolyse de la chymosine sur les deux séquences, caméline et bovine, de la caséine κ . Les résidus conservés sont en gris (KAPPELER *et al.*, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

A) Différentes types de caséines

a) α_1 Cn

Elle contient 207 acides aminés avec un poids moléculaire de 25,773 kDa et un pH isoélectrique de 4,4 (KAPPELER *et al.*, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

b) α_2 Cn

Cette fraction est présente dans le lait de chamelle à une moyenne de 2,6 g/l (ALALAWI et LALEYE, 2011 ; MEDJOUR, 2014). La structure primaire contient 178 résidus d'acides aminés dont 11 résidus de sérine phosphorylés et deux résidus

cystéine font un pont disulfure. Le poids moléculaire de cette fraction est d'environ 21,266 kDa, alors que son pH isoélectrique est 4,58 (KAPPELER *et al.*, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

c) β Cn

La β -caséine est constituée de 217 acides aminés avec un poids moléculaire de 28.6 kDa d'après MOHAMED (1993) cité par AL HAJ et AL KANHAL (2010), cette valeur est nettement plus élevée que celles rapportées par KAPPELER *et al.* (1998) qui est 24,651 kDa pour la caséine β caméline et EIGEL *et al.* (1984) qui est 24 kDa pour la caséine β bovine (MEDJOUR, 2014). Son point isoélectrique est à pH 4,76 (KAPPELER *et al.*, 1998 ; MEDJOUR, 2014).

d) κ Cn

Certes, la caséine la plus étudiée en raison de son rôle dans la coagulation du lait par la présure (CAYOT et LORIENT, 1998 ; FILION, 2006 ; MEDJOUR, 2014), de son importance dans la stabilité de la micelle et de son intérêt en transformation laitière. Elle se différencie des autres caséines par sa grande sensibilité à la chymosine, son peu d'affinité pour le calcium et la présence de résidus glucidiques (FILION, 2006 ; MEDJOUR, 2014).

La caséine- κ représente 3,5 % et 13 % des caséines totales respectivement dans le lait de chamelle et de vache (EL-AGAMY, 2006 ; AL-HAJ et AL-KANHAL, 2010 ; SHUIEP *et al.*, 2013 ; KAMAL, 2016). La caséine- κ représente 3,5 % et 13 % des caséines totales respectivement dans le lait de chamelle et de vache (EL-AGAMY, 2006 ; AL-HAJ et AL-KANHAL, 2010 ; SHUIEP *et al.*, 2013 ; KAMAL, 2016).

La caséine- κ du lait de chamelle est composée d'une séquence de 162 acides aminés avec une masse moléculaire de 22,4 kDa et un point isoélectrique de 4,10 (KAPPELER *et al.*, 1998 ; SALMEN *et al.*, 2012 ; KAMAL, 2016). En revanche, la séquence de caséine- κ du lait de vache est constituée de 169 acides aminés avec une masse moléculaire de 20,5 kDa (FARRELL *et al.*, 2004 ; SALMEN *et al.*, 2012 ; KAMAL, 2016). La différence de concentrations en acides aminés de la caséine- κ du lait de chamelle et celle du lait de vache a fait l'objet de quelques travaux de recherche (tableau 09) (KAMAL, 2016). SALMEN *et al.* (2012) ont montré que la caséine- κ du lait de chamelle était plus riche en lysine, méthionine, thréonine, leucine, phénylalanine et histidine, alors que les teneurs en thréonine, valine et isoleucine étaient plus élevées dans le lait de vache (KAMAL, 2016). Ces résultats sont en désaccord avec les travaux de LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED (1986)

qui ont attribué ces variations aux types d'alimentation et aux races de chamelle utilisés pour chaque étude (KAMAL, 2016).

La séquence de la caséine- κ du lait de chamelle compte cinq sites de résidus glycosylés contre six pour celle du lait de vache. Par contre, les séquences de caséine- κ du lait de chamelle et du lait de vache ont le même nombre de sérine phosphorylé (1 site). La glycosylation se trouve au niveau des résidus de thréonine dans la partie C-terminale de la protéine. Cette partie glycosylée forme une chevelure hydrophile à la surface de la micelle contribuant à l'augmentation de la stabilité stérique des micelles grâce à leurs charges négatives (WALSTRA, 1990 ; KAMAL, 2016).

B) Micelle caséinique

L'aspect, la distribution et le diamètre des micelles de caséines du lait, ont été étudiés par microscopie électronique (figure 05). La microscopie électronique à balayage sur le lait camelin a montré une organisation similaire à celle du lait de vache avec des formes sphériques et des tailles variables. Ainsi, le modèle de la micelle bovine qui est une structure composée de l'assemblage de submicelles peut être extrapolé au lait camelin (FARAH et RÜEGG, 1989 ; MEDJOUR, 2014). Cependant, les différences les plus notables entre ces deux laits concernent les dimensions des micelles. La taille moyenne des micelles camélines est nettement plus grande (FARAH et RÜEGG, 1989 ; RAMET, 2001 ; AL-ALAWI et LALEYE, 2011 ; MEDJOUR, 2014). Le diamètre moyen des micelles du lait de chamelle a été retrouvé à environ le double de celui du lait de vache, 320 nm et 160 nm respectivement, (RAMET, 2001), alors que FARAH et RÜEGG en 1989 ont observé que les diamètres des micelles de caséines camélines sont entre 260 et 300 nm (MEDJOUR, 2014).

Certaines différences concernant la charge minérale des micelles ont également été remarquées (BORNAZ *et al.*, 2009 ; MEDJOUR, 2014). Par conséquent, il est à noter que le diamètre moyen des micelles de caséine est étroitement liée à la fraction de Ca^{+2} / Caséine (figure 06) (BORNAZ *et al.*, 2009 ; MEDJOUR, 2014). D'après BRULE *et al.* (2000), cité par BORNAZ *et al.* (2009), il a été établi que les grandes micelles sont plus riches en phosphate de calcium alors que les petites micelles sont plus riches en κ -caséine (MEDJOUR, 2014).

a) Structure

Les micelles de caséine sont de particules colloïdales passablement stables. Elles peuvent être déstabilisées en agrégat en utilisant l'une de ces quatre principales façons : l'utilisation d'enzymes protéolytiques, les conditions acides, les traitements

de chaleur et la gélification causée par le vieillissement. Toutefois, la structure exacte de la micelle de caséine fait encore l'objet de spéculations. Il existe plusieurs modèles de micelles de caséines dont le plus répandu est le modèle avec sous-unités (submicelles) de Schmidt (1982) (figure 07) (MEDJOUR, 2014).

Cependant, le modèle « à dualité des liens » de Horne (2003) (figure 08) tend à vouloir s'imposer chez certains (FILION, 2006 ; MEDJOUR, 2014).

Dans le modèle avec sous-unités suggère que les sous-unités n'étaient pas toutes de même composition mais que certaines étaient plus riches en κ -CN et étaient situées en surface de la micelle. Finalement, Schmidt (1982) précisa que les sous-micelles étaient reliées par des agrégats de $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6$ (AMIOT *et al.*, 2002 ; FILION, 2006 ; MEDJOUR, 2014).

Tableau 08 : Composition moyenne des caséines du lait de chamelle et du lait de vache (KAMAL, 2016).

Paramètres	Caséine- α s1		Caséine- α s2		Caséine- β		Caséine- κ		Références
	Chamelle	Vache	Chamelle	Vache	Chamelle	Vache	Chamelle	Vache	
Concentration (g/l)	5	12	2,2	3	15	10	0,8	3,5	Kappeler <i>et al.</i> (1998, 2003) ; Eigel <i>et al.</i> (1984)
Proportion dans les caséines totales (%)	22	40	9,5	10	65	45	3,5	13	Farrell <i>et al.</i> (2004) ; El-Agamy(2006) ; Al-Haj et Al-Kanhal, (2010) ; Shuiep <i>et al.</i> (2013)
Résidus acides aminés	207	199	178	207	217	209	162	169	Kappeler <i>et al.</i> (1998) ; Tausin <i>et al.</i> (2002) ; Farrell <i>et al.</i> (2004)
Masse moléculaire (kDa)	24,8	23	22	25	24,9	24	22,6	19	Kappeler <i>et al.</i> (1998) ; Tausin <i>et al.</i> (2002) ; Farrell <i>et al.</i> (2004) ; Miciński <i>et al.</i> (2013)
Point isoélectrique	4,41	4,26	4,58	4,78	4,76	4,49	4,11	3,97	Eigel <i>et al.</i> (1984) ; Kappeler <i>et al.</i> (1998)
Acides aminés acides	38	31	26	19	22	22	14	17	Eigel <i>et al.</i> (1984) ; Kappeler <i>et al.</i> (1998)
Acides aminés basiques	30	25	27	33	21	20	17	17	Eigel <i>et al.</i> (1984) ; Kappeler <i>et al.</i> (1998)
Résidu cystéine	0	0	2	2	0	0	2	2	Kappeler <i>et al.</i> (1998) ; Farrell <i>et al.</i> (2004)
Groupements phosphoséryls	6	8	9	10	4	5	1	1	Kappeler <i>et al.</i> (1998) ; Farrell <i>et al.</i> (2004)
Résidu proline	19	17	8	10	35	35	22	20	Eigel <i>et al.</i> (1984) ; Kappeler <i>et al.</i> (1998)
Similitude de structure (%)	39		56		64		56		Kappeler <i>et al.</i> (1998)

Dans le modèle actuel, les micelles sont en fait composées de sous-unités comprenant de 10 à 100 molécules de caséines et nommées sous-micelles (submicelles) (FILION, 2006). Les sous-micelles sont reliées entre elles par des ponts phosphate de calcium. La composition des sous-micelles au centre et en périphérie est différente. En effet, les caséines β et α_1 sont plus présentes au centre de la micelle et forment le cœur hydrophobe alors que la partie externe, davantage hydrophile, est formée de caséine α_1 , α_2 et κ (AMIOT *et al.*, 2002 ; MEDJOUR, 2014).

Tableau 09 : Concentration moyenne en acides aminés de la caséine- κ du lait de chamelle et du lait de vache (SALMEN *et al.*, 2012 ; KAMAL, 2016).

Acides aminés (%)		Lait de chamelle	Lait de vache
Acides aminés essentiels	Lysine	8,15	7,55
	Thréonine	3,09	4,64
	Valine	5,30	5,83
	Méthionine	2,39	1,98
	soleucine	4,68	5,09
	Leucine	8,15	6,81
	Phénylalanine	5,08	4,95
	Histidine	3,02	2,90
Acides aminés non essentiels	Acide aspartique	5,72	6,34
	Acide glutamique	18,51	18,01
	Glycine	1,22	1,40
	Sérine	4,90	5,41
	Tyrosine	4,70	5,16
	Arginine	3,81	3,43
	Alanine	2,14	3,70

b) Composition

La micelle de caséine renferme principalement les caséines (α_{S1} , α_{S2} , β et κ) qui ont l'importante caractéristique d'être subies des modifications post traductionnelles, aboutissant à la phosphorylation de résidus séryl et rarement thréonyl, les caséines sont alors des phosphoprotéines (PHADUNGATH, 2005 ; MEDJOUR, 2014). En plus des différentes caséines il y a aussi de citrate (30,9 mg/g de caséines), de phosphate (18,7 mg/g), de calcium (42,6 mg/g), de magnésium (3 mg/g), de potassium (1,6 mg/g) et de sodium (1,1 mg/g) (ATTIA *et al.*, 2000 ; MEDJOUR, 2014). A côté de tous cela la micelle contient du lactosérum enchâssé et les enzymes lipase et plasmine (FILION, 2006 ; MEDJOUR, 2014).

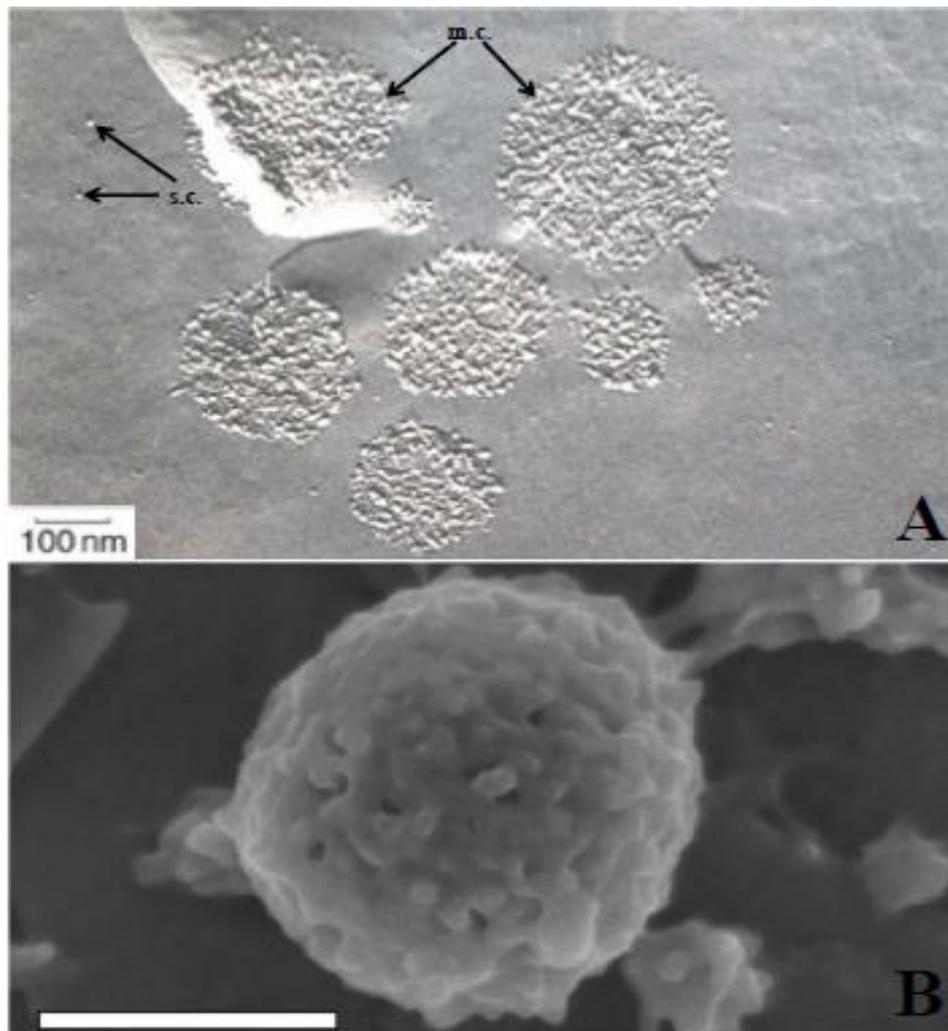


Figure 05 : Micelles de caséines :

(A) : Cryofracture des micelles caséiniques dans le lait de chamelle observée sous microscope électronique à balayage. (m.c.) micelles de caséines, (s.c.) submicelles de caséines (MEDJOUR, 2014).

(B) : Micrographie électronique d'une micelle des caséines bovines réalisée par microscope électronique à balayage à émission de champ. Barre d'échelle =200nm (MEDJOUR, 2014).

2.1.2.1.2.2. Protéines lactosériques

Les protéines lactosériques représentent la fraction soluble des protéines du lait qui ne précipitent pas à pH = 4,6 pour le lait de vache et constituent les protéines du lactosérum. Ces protéines ont des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles très intéressantes dans le domaine agroalimentaire. Les protéines du lactosérum sont composées de l' α -lactalbumine, la β -lactoglobuline , la lactoferrine, la lactoperoxydase , le lysozyme, la sérum-albumine, les immunoglobulines, la transferrine et la

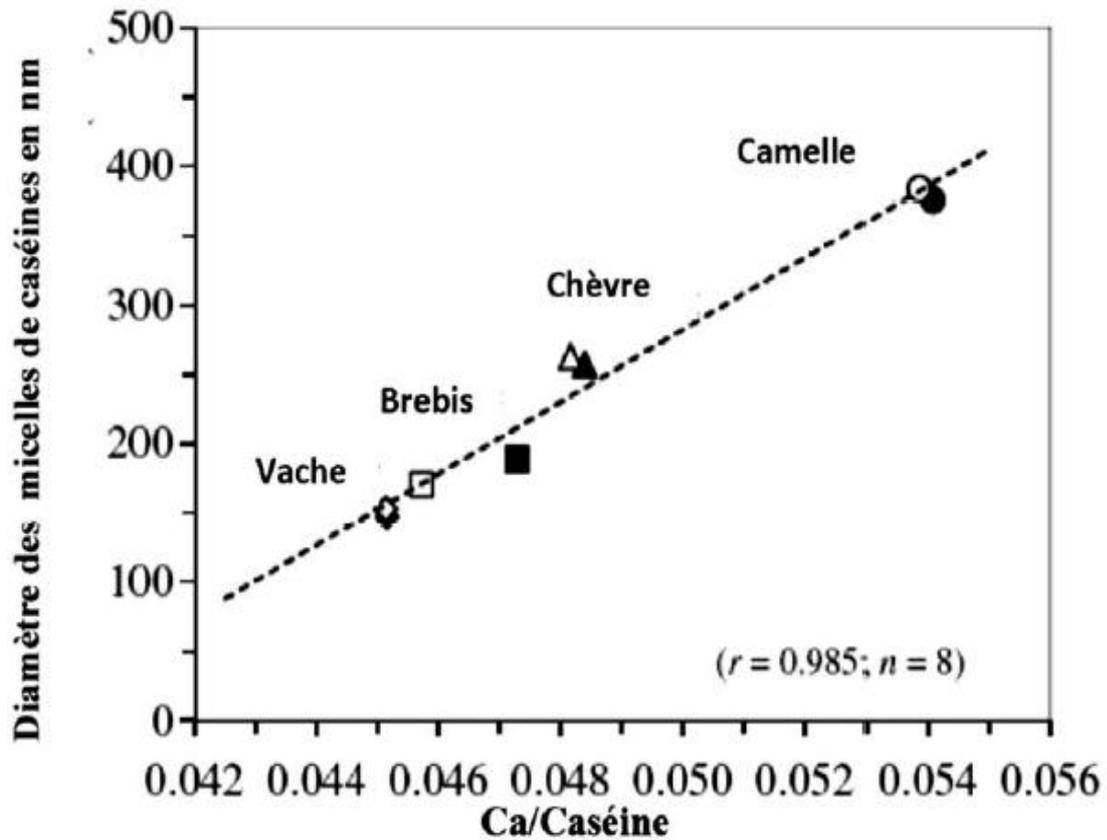


Figure 06 : Relation entre les diamètres des micelles de caséines et la fraction Ca^{+2} /Caséine (MEDJOUR, 2014).

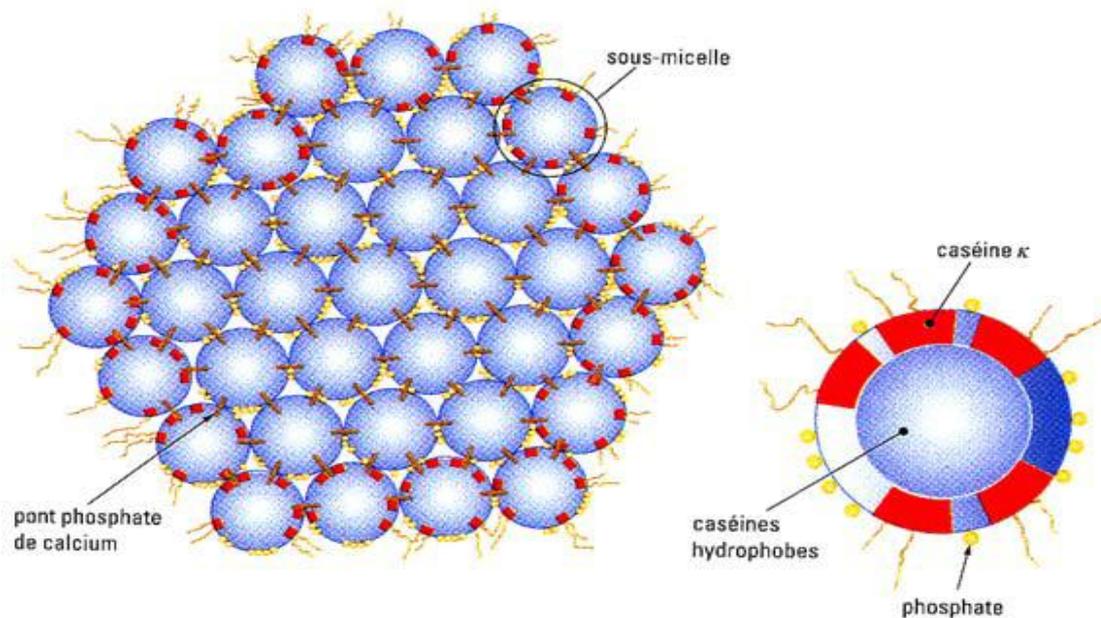


Figure 07 : Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (submicelles) (AMIOT *et al.*, 2002 ; MEDJOUR, 2014).

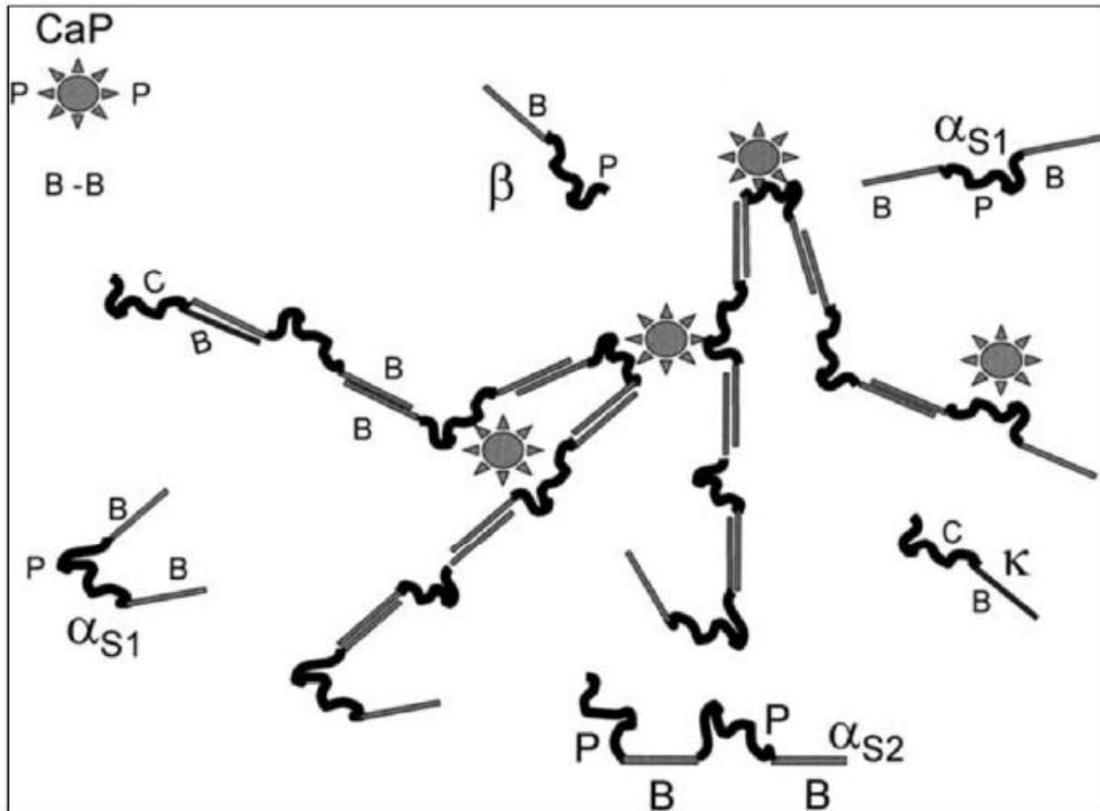


Figure 08 : Structure de la micelle selon le modèle à dualité des liens (HORNE, 2003 ; MEDJOUR, 2014).

B : région hydrophobe. P : région hydrophile avec un groupe phosphoryle.

C : région hydrophile de la k-caséine. CaP : pont phosphate de calcium.

lactophorine (Protéose-peptones-3 ou PP3) (MERIN *et al.*, 2001 ; KAPPELER *et al.*, 2004 ; MICINSKI *et al.*, 2013 ; KAMAL, 2016).

La composition des protéines du lactosérum dans le lait de chamelle est différente de celle du lait de vache (EL-AGAMY, 2000 ; MERIN *et al.*, 2001 ; KAPPELER *et al.*, 2003 ; LALEYE *et al.*, 2008 ; HINZ *et al.*, 2012 ; KAMAL, 2016). En effet, BOUGHELLOUT *et al.* (2016) ont souligné que la β -lactoglobuline, représentant la principale protéine dans le lactosérum du lait de vache, est complètement absente dans le lait de chamelle. Les différences en concentrations des protéines du lactosérum sont présentées dans le (tableau 10) (KAMAL, 2016).

➤ **α -lactalbumine** est la principale protéine soluble du lait de chamelle (OCHIRKHUYAG *et al.*, 1998 ; KAMAL, 2016), sa concentration qui varie de 2,01 à 3,8 g/l est supérieure à celle du lait de vache (1,08 - 2,04 g/l) (tableau 10). Cette protéine possède 123 résidus d'acides aminés et a une masse moléculaire de 14,6 kDa (BEG *et al.*, 1985 ; AL-HAJ Et AL-KANHAL, 2010 ; KAMAL, 2016). La séquence complète de l' α -lactalbumine du lait de chamelle a été déterminée par BEG *et al.*

(1985) et se différencie de son homologue du lait de vache par 39 résidus d'acides aminés (KAMAL, 2016).

- **β-lactoglobuline** est la principale protéine soluble du lait de vache (5,97 g/l), ayant une masse moléculaire de 18,2 kDa alors qu'elle est totalement absente dans le lait de chamelle comme dans le lait humain (MERIN *et al.*, 2001 ; KAPPELER *et al.*, 2003 ; LALEYE *et al.*, 2008 ; EL-AGAMY *et al.*, 2009). L'absence de la β-lactoglobuline dans le lait de chamelle, qui est un composant allergène dans le lait de vache, conduit à l'utilisation de ce lait comme une nouvelle source de protéines pour l'alimentation des enfants allergiques au lait de vache (BOUGHELLOUT *et al.*, 2016).
- **Sérum-albumine** a une concentration dans le lait de chamelle de 0,40 g/l, quasi-similaire que dans le lait de vache (0,36 g/l). Cette protéine a une masse moléculaire de 66 et 66,4 kDa dans le lait de chamelle et de vache, respectivement (HINZ *et al.*, 2012 ; OMAR *et al.*, 2016).
- **Lysozyme** dont la masse moléculaire est de 14,4 kDa, est présent dans le lait de chamelle à une teneur de 0,15 mg/l, soit le double de celle dans le lait de vache (0,07 mg/l) comme le rapportent les travaux d'EL-AGAMY *et al.* (1996). Cette protéine inhibe la croissance de certains germes pathogènes comme *Micrococcus luteus*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, etc. en détruisant leurs parois bactériennes suite à l'hydrolyse des peptidoglycane (EL-AGAMY *et al.*, 1996 ; KAMAL, 2016).
- **Lactoferrine** est une glycoprotéine qui présente deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}). Cette capacité à fixer le fer explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes (DIARRA *et al.*, 2002 ; KAMAL, 2016). Elle a une masse moléculaire de 79,5 kDa et est présente dans le lait de chamelle à une teneur de 0,09 g/l, alors que sa concentration moyenne dans le lait de vache est de 0,14 g/l avec une masse moléculaire de 76 kDa (EL-AGAMY *et al.*, 1996 ; KAPPELER *et al.*, 2003 ; KAMAL, 2016).
- **Lactoperoxydase** a une masse moléculaire d'environ 78 et 72,5 kDa respectivement dans le lait de chamelle et celui de vache (EL-AGAMY *et al.*, 1996 ; KAMAL, 2016). Le pH isoélectrique est de 8,63 et 7,90 respectivement pour la lactoperoxydase du lait de chamelle et de vache (DULL *et al.*, 1990 ; KAMAL, 2016). La lactoperoxydase a été identifiée comme un agent antimicrobien dans le lait (DE WIT et VAN HOOYDON, 1996 ; TOUCH *et al.*, 2004 ; KAMAL, 2016). En effet,

cette protéine possède un effet bactéricide très prononcé contre les souches Gram- comme *Pseudomonas*, *E.coli*, *Salmonelles*, et *Campylobacter* (PURDY *et al.*, 1983 ; BORCH *et al.*, 1989 ; EL-AGAMY, 2009; KAMAL, 2016) et un effet bactériostatique contre les bactéries Gram+ comme *Streptococcus*, *Listeria*, et *Staphylococcus* (EARNSHAW *et BANKS*, 1989 ; EL-AGAMY, 2009; KAMAL, 2016).

➤ **Immunoglobulines** jouent un rôle important dans le système immunitaire et la croissance du nouveau-né. Des immunoglobulines du lait de chamelle ont été isolées et caractérisées : IgG, IgM, IgA avec une prédominance de la classe G composée de plusieurs sous-classes (EL-AGAMY *et al.*, 1996 ; EL-AGAMY, 2000 ; KAMAL, 2016). Une étude portant sur les activités antivirale et antibactérienne du lait de chamelle a révélé que les immunoglobulines ont une faible activité antibactérienne et une activité antivirale élevée notamment contre les rotavirus (EL-AGAMY *et al.*, 1992 ; KAMAL, 2016). EL-HATMI *et al.* (2006) et KONUSPAYEVA (2007) ont rapporté que, 90 jours après la parturition, la quantité d'IgG dans le lait de chamelle était de 0,65 g/l, alors que la concentration moyenne dans le lait de vache n'est que de 0,32 g/l avec une variation pouvant aller de 0,03 à 0,61 g/l (LIU *et al.*, 2009 ; KAMAL, 2016). Cette variation est significativement corrélée avec le nombre et le stade de lactation, la production de lait par jour et le nombre de cellules somatiques (LIU *et al.*, 2009 ; KAMAL, 2016).

Outre ces protéines solubles, des travaux de recherche ont rapporté la présence d'autres fractions protéiques dans le lait de chamelle. On peut citer, par exemple :

- la présence d'une protéine analogue à l'insuline appelée « Insulin-like protein » (AGRAWAL *et al.*, 2011 ; HAROUN *et al.*, 2012 ; KAMAL, 2016) ; d'ailleurs le lait de chamelle est utilisé par les nomades pour traiter le diabète. Sa teneur est 5000 et 1000 fois supérieure à celle du lait de vache et du lait humain, respectivement (KONUSPAYEVA, 2007 ; KAMAL, 2016). AGRAWAL *et al.* (2003) ont observé que la consommation régulière du lait de chamelle (0,5 L par jour pendant trois mois) améliorerait la glycémie chez les patients insulinodépendants, en accord avec les travaux de SHORI (2015) qui a indiqué que la consommation du lait de chamelle réduit significativement les taux de glucose dans le sang et la dose d'insuline nécessaire chez les patients insulinodépendants (KAMAL, 2016).

- une protéine de 14 kDa, dont l'extrémité N-terminale présente une structure similaire à celle des caséines α et β du lait de chamelle, est riche en résidus cystéines (BEG *et al.*, 1984 ; KAMAL, 2016).

- une protéine de 117 résidus d'acides aminés comportant 16 résidus de cystéine ; cette protéine est homologue à la phosphoprotéine du lactosérum de ratte et à la neurophysine de souris (BEG *et al.*, 1986 ; KAMAL, 2016).
- une protéine à caractère acide nommée Whey Acidic Protein (WAP) dont la concentration dans le lait de chamelle est de 0,16 g/l (KAPPELER *et al.*, 2003 ; KAMAL, 2016). Cette protéine a aussi été identifiée dans les laits de ratte, de souris et de truie (HENNIGHAUSEN et SIPPEL, 1982 ; CAMPBELL *et al.*, 1984 ; RIVAL *et al.*, 2001 ; NUKUMI *et al.*, 2004). Elle a une masse moléculaire d'environ 12,6 kDa avec un pH isoélectrique de 4,70, et est composée de 117 acides aminés avec 17 groupements thiols (KAPPELER, 1998 ; KAMAL, 2016).
- une protéine nommée Novel Whey Protein (NWP), ayant une masse moléculaire de 15 kDa et est constituée de 112 résidus d'acides aminés. Cette protéine est pauvre en cystéine et il n'existe pas de similitude structurelle évidente entre cette protéine et d'autres protéines de lait (BEG *et al.*, 1987 ; KAMAL, 2016).

2.1.2.2. Matière grasse du lait de chamelle

La matière grasse laitière qui représente une source importante d'énergie, est constituée essentiellement de lipides et de substances lipoidiques. Néanmoins des composés protéiques sont présents dans la membrane du globule gras. Elle constitue également, un apport important en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles (RAHLI, 2015).

Les quelques études consacrées à cette matière ont mis en évidence son apport quantitatif et qualitatif (GLASS *et al.*, 1967 ; RAHLI, 2015).

La teneur en matière grasse du lait de dromadaire est comprise entre 1,2 et 6,4% (KONUSPAYEVA *et al.*, 2009 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014 ; RAHLI, 2015) avec une moyenne de 3,5 % (tableau 04). Une forte corrélation positive a été trouvée entre la matière grasse et la teneur en protéines (HADDADIN *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014 ; RAHLI, 2015). D'après YAGIL et ETZION en 1980, cité par AL HAJ et AL KANHAL (2010) la teneur en matière grasse du lait de chamelle passe de 4,3 à 1,1 % dans le lait produit par des chameaux assoiffés (MEDJOUR, 2014).

Tableau 10 : Concentration moyenne en protéines sériques du lait de chamelle et du lait de vache (KAMAL, 2016) .

Protéine (mg.L-1)	Lait de chamelle	Lait de vache	Références
α -lactalbumine	3800	1260	KAPPELER <i>et al.</i> (2003)
	2200	2040	EL-HATMI <i>et al.</i> (2007)
	2010	1080	OMAR <i>et al.</i> (2016)
β -lactoglobuline	-	3500	KAPPELER <i>et al.</i> (2003)
	-	5970	OMAR <i>et al.</i> (2016)
Sérum albumine	400	360	OMAR <i>et al.</i> (2016)
Lactophorine (PP3)	950	300	KAPPELER <i>et al.</i> (2003)
	1100	-	GIRARDET <i>et al.</i> (2000)
Lactoferrine	95	140	KAPPELER <i>et al.</i> (2003)
Lactoperoxydase	-	30	
Lysozyme	0,15	0,07	EL-AGAMY <i>et al.</i> (1996)
	0,42	0,37	EL-AGAMY (2009)
mmunoglobulines	1640	760	EL-AGAMY et NAWAR (2000) ; EL-AGAMY (2009)

(-) : valeurs non déterminées.

2.1.2.2.1. Caractéristiques de la matière grasse du lait de chamelle

Comme dans le cas des protéines, les lipides du lait de chamelle et ceux du lait de vache présentent des caractères communs, tels que la présence des acides gras saturés, mono-insaturés et polyinsaturés (GORBAN et IZZELDIN, 2001 ; KAMAL, 2016).

En comparaison avec le lait de vache, le lait de chamelle contient de petites quantités d'acides gras à courte chaîne (C4-C12) (FARAH, 2004 ; KARRAY *et al.*, 2004; AL HAJ et AL KANHALL, 2010 ; FARAH, 2011 ; MEDJOUR, 2014) et une faible teneur en carotène (STAHL *et al.*, 2006 ; MEDJOUR, 2014). Cette faible teneur en carotène pourrait expliquer la couleur blanche de la matière grasse du lait de chamelle (AL HAJ et AL KANHALL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). La matière grasse du lait de chamelle contient des teneurs plus élevées d'acides gras longues chaînes à 2n atomes de carbone (C14-C22) (KARRAY *et al.*, 2004 ; KONUSPAYEVA *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014) et à 2n +1 atomes de carbone (C15-C23) (KARRAY *et al.*, 2004 ; MEDJOUR, 2014), en comparaison avec celle du lait de vache. De même, qu'elle se

caractérise par une teneur élevée en acides gras insaturés (de l'ordre de 43%), en particulier les acides gras essentiels (HADDADIN *et al.*, 2008 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014) ; la matière grasse du lait bovin est caractérisée par sa teneur élevée en acides gras saturés à courtes chaînes (C4) (69,9% versus 66,1% et 67,7%) (GORBAN et IZZELDIN, 2001 ; KONUSPAYEVA *et al.*, 2008 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). Dans la matière grasse du lait humain, il y a une forte teneur en acides gras insaturés qui est plus élevée que dans la matière grasse du lait de chamelle et beaucoup plus élevée par rapport à celle du lait bovin (MEDJOUR, 2014).

La moyenne de la teneur en cholestérol de la matière grasse du lait de chamelle est selon certains auteurs plus élevée que celle rapportée pour la matière grasse du lait de vache (34,5 mg/100 g versus 25,63 mg/100 g) (KONUSPAYEVA *et al.*, 2008 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014).

Le point de fusion de la matière grasse du lait de chamelle a été étudié par plusieurs auteurs (ORLOV et SERVETNIK-CHALAYA, 1981 ; ABU-LEHIA, 1989 ; FARAH et RÜEGG, 1991 ; MEDJOUR, 2014). Il est plus élevé dans la matière grasse du lait de chamelle (41,9 °C) (ABU-LEHIA, 1989 ; MEDJOUR, 2014) comparativement avec celui de la matière grasse du lait de vache (22,8 °C à 32,6 °C). Ceci est probablement dû à la faible teneur en acides gras saturés à chaîne courte (C4-C12) et la forte teneur en acides gras insaturés à longue chaîne (C14-C22), contenus dans la matière grasse du lait de chamelle par rapport à la matière grasse du lait bovin (ABU-LEHIA, 1989 ; RÜEGG et FARAH, 1991 ; HADDADIN *et al.*, 2008 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). En outre, la matière grasse du lait de chamelle est plus visqueuse (AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014).

Le beurre ne peut être produit qu'à partir de la crème du lait camelin à une température de barattage relativement élevée de 20 °C à 25 °C versus 8 °C - 12 °C pour la fabrication du beurre de lait bovin (FARAH et RÜEGG, 1991 ; FARAH, 2004 ; FARAH, 2011 ; MEDJOUR, 2014).

2.1.2.2.2. Globule gras

La majeure partie de la matière grasse dans le lait existe sous la forme de petits globules sphériques de différentes tailles dispersés dans la phase aqueuse du lait (figures 09 et 10) (KARRAY *et al.*, 2004 ; MEDJOUR, 2014). La surface de ces globules gras est revêtue d'une membrane mince agissant comme un agent émulsifiant (FARAH, 2004 ; MEDJOUR, 2014). La membrane piège les gouttelettes lipidiques et

empêche leur coalescence. L'émulsion est ainsi stable ce qui empêche les globules gras de remonter à la surface (crémage difficile). Cette membrane peut être cassée par une forte action mécanique (FARAH, 2004 ; MEDJOUR, 2014) et faciliter le crémage et donc améliorer les aptitudes beurrières, médiocres, du lait camelin (MEDJOUR, 2014). Toutefois, la microstructure de cette émulsion a révélé deux particularités par rapport à celle du lait bovin. La première était une fréquence plus élevée de globules de plus petit diamètre, ce qui constitue un obstacle majeur dans la technologie du beurre d'où certaines difficultés ont été signalées en extraire la graisse du lait de chamelle en utilisant des méthodes traditionnelles telles que le barattage du lait caillé (YAGIL, 1982 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014) et aussi l'écémage naturel du lait de chamelle est très différent de celui du lait de vache. Au repos, les crèmes du lait de chamelle paraissent moins rapidement et moins complet que le lait de vache (FARAH, 2004 ; FARAH, 2011 ; MEDJOUR, 2014). Et tous cela à cause des faibles diamètres de globules gras. Deuxièmement, une épaisseur de membrane plus importante (figure 10) ; cette propriété conduit à une meilleure stabilité de l'émulsion du lait de chamelle (KARRAY *et al.*, 2004 ; MEDJOUR, 2014).

Le diamètre des globules gras varie de 1,5 à 9 μm pour les globules gras camelin selon MEHAIA (1995) et de 1,2 à 4,2 μm selon YAGIL (1982), contre 3 à 6 μm pour ceux issus du lait bovin (MEDJOUR, 2014).

Les phospholipides de la membrane des globules gras du lait de chamelle sont composés de 35,5% de phosphatidyléthanamine, 23% de phosphatidylcholine et 28% de sphingomyéline (FARAH, 1996 ; MEDJOUR, 2014).

2.1.2.3. Lactose

Le lactose est le principal glucide présent dans le lait. C'est un diholoside composé d'une unité de glucose et d'une unité de galactose. Il peut se trouver dans le lait sous deux formes anomériques : α -lactose et β -lactose qui sont en équilibre en solution aqueuse. L'assimilation du lactose nécessite au préalable son hydrolyse par la β -galactosidase (lactase) qui a une préférence particulière pour la forme β (SCHAAFSMA, 2008 ; KAMAL, 2016). L'hydrolyse du lactose est relativement lente comparée aux autres glucides, ce qui fait du lactose un glucide assurant aux consommateurs une énergie régulière et prolongée. Le pouvoir sucrant du lactose est relativement faible puisqu'en solution modèle, il n'est que le quart et le tiers de celui d'une solution de fructose et de saccharose, respectivement. La teneur en lactose dans le lait humain est plus élevée (70 g/l) que celle dans le lait de chamelle et de vache qui

sont respectivement de 45,4 et 46 g/l (SCHAAFSMA, 2008 ; KONUSPAYEVA *et al.*, 2009 ; KAMAL, 2016).

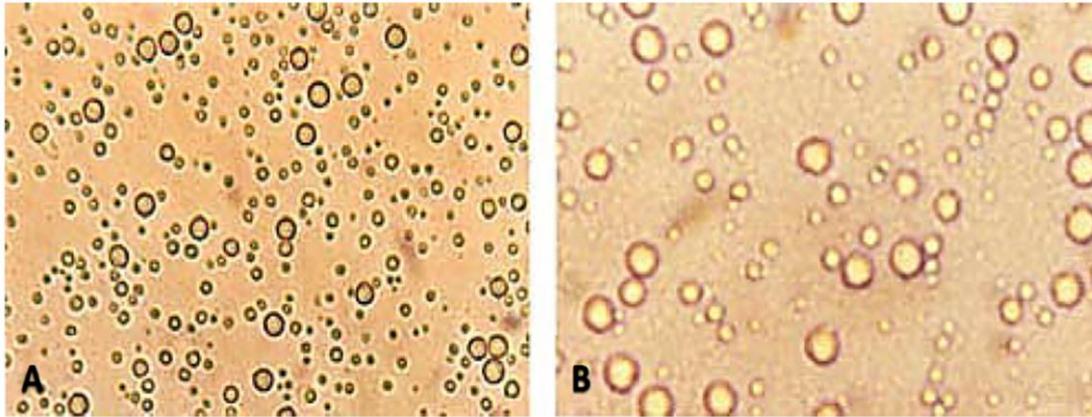


Figure 09 : Globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait bovin (B) observée au microscope (KARRAY *et al.*, 2004 ; MEDJOUR, 2014).

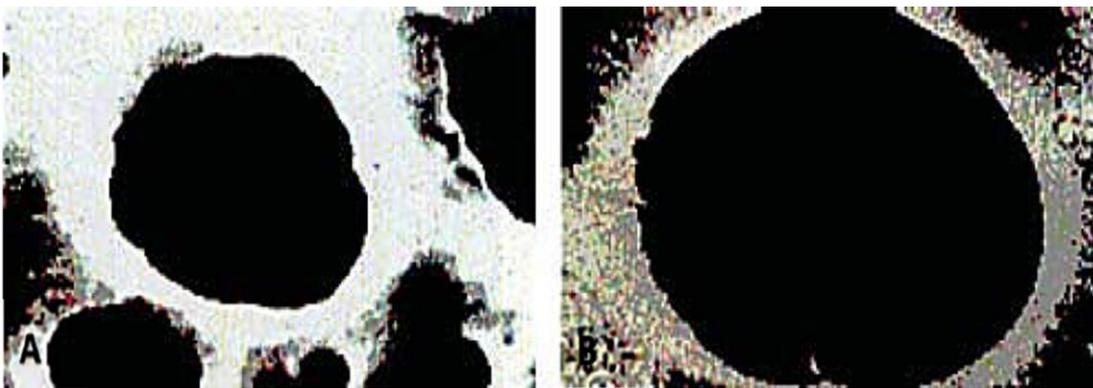


Figure 10 : Structure des globules gras du lait de chamelle frais (A) et du lait de vache (B) sous microscope électronique à balayage (en clair : la membrane) (MEDJOUR, 2014).

En outre, la teneur en lactose dans le lait de chamelle varie de 2,40 à 5,85 % (tableau 04) et est légèrement plus élevée que la teneur en lactose du lait de vache (FARAH, 1996 ; FARAH, 2004 ; FARAH, 2011 ; MEDJOUR, 2014). La grande variation de la teneur en lactose pourrait être dû au type de plantes consommées dans les déserts (KHASKHELI *et al.*, 2005 ; MEDJOUR, 2014). Les dromadaires préfèrent généralement les plantes halophiles comme *Atriplex*, *Acacia* et *Salosa* pour répondre à leurs besoins physiologiques en sels (AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). Il a été rapporté que la teneur en lactose est le seul élément qui reste presque quasiment inchangée au cours de lactation (FARAH, 2004 ; HADDADIN *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014) et dans des conditions d'hydratation ou de déshydratation (FARAH, 1996 ; MEDJOUR, 2014). Toutefois, elle peut varier légèrement en fonction

des races de dromadaire dans les différentes parties du monde (AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014).

2.1.2.4. Vitamines

Le lait de chamelle contient des diverses vitamines, telles que les vitamines : C, A, E, D et le groupe B (FARAH *et al.*, 1992 ; HADDADIN *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014) (tableau 05). Le lait bovin est riche en β -carotène, alors que cette dernière ne semble pas détectée dans le cas du lait de chamelle (STAHL *et al.*, 2006 ; MEDJOUR, 2014).

Le lait de chamelle est connu pour sa richesse en vitamine C trois fois (FARAH *et al.*, 1992 ; MEDJOUR, 2014) à cinq fois (STAHL *et al.*, 2006 ; MEDJOUR, 2014) plus élevée que dans le lait bovin. Ainsi, le lait de chamelle cru et fermenté pourrait être une bonne source en vitamine C pour les personnes vivant dans les zones arides où les légumes et les fruits ne sont pas disponibles (STAHL *et al.*, 2006 ; MEDJOUR, 2014). La moyenne de la vitamine C contenu dans le lait de chamelle est 37,4 mg/l (FARAH *et al.*, 1992 ; HADDADIN *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014). En comparaison avec le lait de vache, la teneur en niacine (B3) est plus élevée dans le lait de chamelle (HADDADIN *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014). En revanche, la teneur en vitamine A (FARAH *et al.*, 1992 ; STAHL *et al.*, 2006 ; MEDJOUR, 2014) et en riboflavine (B2) (FARAH *et al.*, 1992 ; MEDJOUR, 2014) y est plus faible que dans le lait bovin. D'après HADDADIN *et al.* (2008), les concentrations moyennes en acide pantothénique (B5), en acide folique (B9) et en vitamine B12 dans le lait de chammelles de la Jordanie seraient beaucoup plus élevées que celles rapportées pour le lait de vache (MEDJOUR, 2014). Ces résultats sont en désaccord avec ceux rapportés par SAWAYA *et al.* (1984), cité par AL HAJ et AL KANHAL (2010), à partir du lait de chamelle Najdi, ce qui est peut-être dû à la différence des races et les procédures analytiques (AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014).

Les concentrations en thiamine (B1) et en pyridoxine (B6) dans le lait de chamelle sont comparables à celles du lait bovin (HADDADIN *et al.*, 2008 ; MEDJOUR, 2014), alors que la concentration en vitamine E est très proche de celle du lait bovin (FARAH *et al.*, 1992 ; MEDJOUR, 2014).

2.1.2.5. Minéraux

Bien qu'ils représentent une fraction mineure, les minéraux du lait possèdent un rôle important tant sur le plan physico-chimique que technologique. La teneur totale de minéraux dans les laits de chamelle et de vache est quasiment similaire 8,15 et 8,50 g/l,

respectivement (GAUCHERON, 2005 ; KONUSPAYEVA *et al.*, 2009 ; KAMAL, 2016).

La variation de la composition minérale du lait de chamelle est principalement d'ordre physiologique, bien que d'autres paramètres semblent influencer sa composition comme la saison, l'état sanitaire de la mamelle, le stade de lactation, la race, l'alimentation, etc. (MEHAIA *et al.*, 1995 ; FARAH, 1996 ; KAMAL, 2016). Même si la composition en macroéléments est similaire dans les deux types de lait, le lait de chamelle se caractérise par sa richesse en oligo-éléments. En effet, les travaux d'Al-AWADI et STRIKUMAR (2001) ont rapporté que le lait de chamelle contenait des teneurs en manganèse et en fer de 0,080 et 3,16 mg/l, respectivement, contre 0,028 et 0,29 mg/l, respectivement dans le lait de vache (KAMAL, 2016).

Le lait de chamelle est une source riche en chlorure (KHASKHELI *et al.*, 2005 ; MEDJOUR, 2014) en raison des fourrages consommés par les dromadaires, comme Atriplex et Acacia, qui contiennent généralement une forte teneur en sel (YAGIL, 1982 ; MEDJOUR, 2014). 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 KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014). 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 (tableau 05) (AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; MEDJOUR, 2014).

Les éléments minéraux majeurs sont répartis entre les phases soluble et colloïdale (HOLT et JENNESS, 1984 ; KAMAL, 2016).

Partie II:
Etude
expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

1.1. Matériel et méthodes

1.1.1. Présentation de la région d'étude

La région d'Oued Souf (El-Oued) appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude est située au Sud-Est du pays au centre d'une grande cuvette synclinale. Elle forme une wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 44586,8 Km². Oued Souf se trouve à environ 700 Km au Sud – Est d'Alger et 350 Km à l'Ouest de Gabes (Tunisie) (Figure 11) (KHECHANA , 2014) .

Elle est limitée:

- au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa
- à l'Est par la Tunisie
- à l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla
- au Sud par la wilaya d'Ouargla (KHECHANA , 2014).

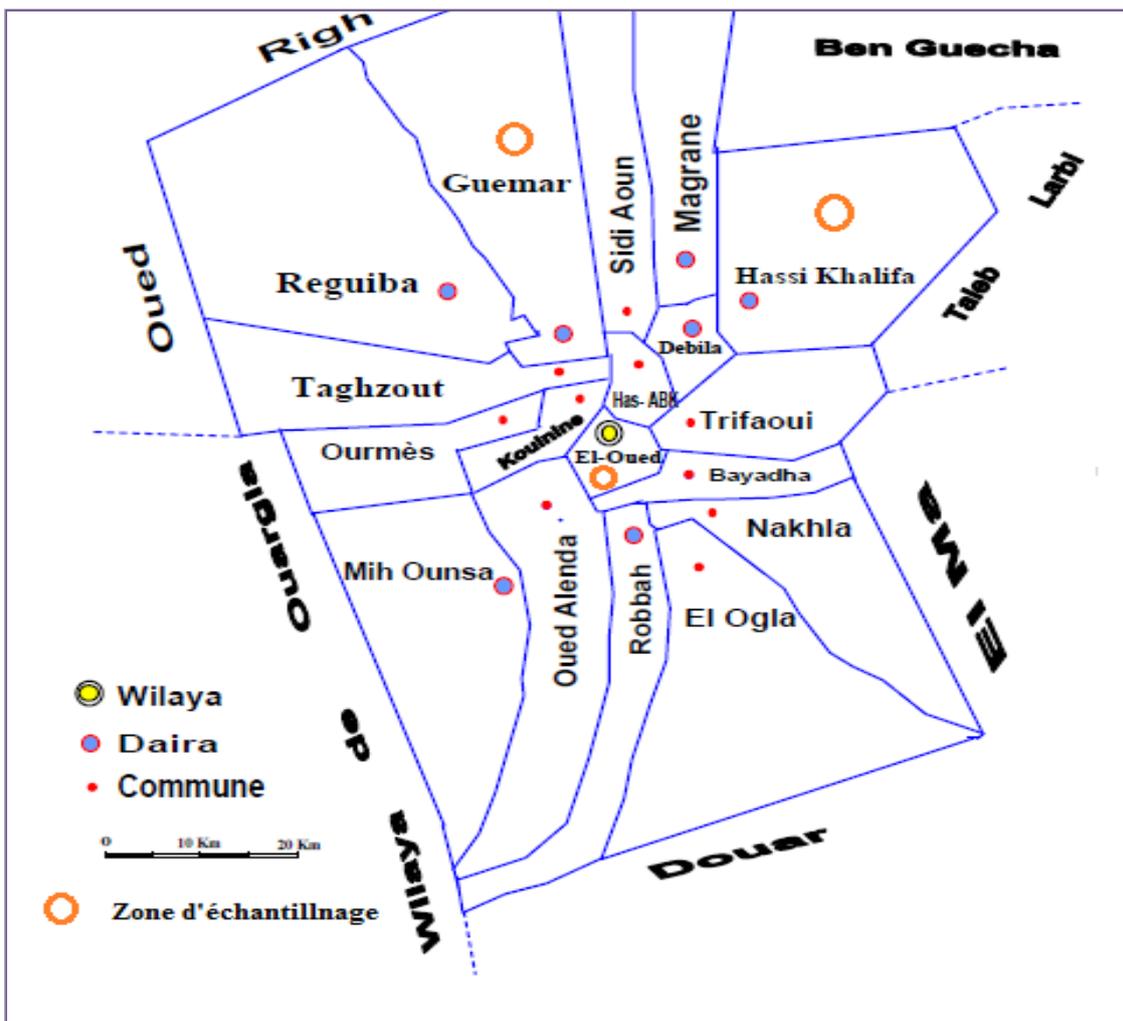


Figure 11 : Carte de Situation géographique de la wilaya d'El-Oued illustrant la zone d'étude (KHECHANA , 2014).

1.1.1.1. Situation économique

La région est caractérisée par une économie agricole liée intimement au palmier dattier. Actuellement il existe près de 2500000 palmiers dattier dont 183000 seulement sont productifs. La moyenne d'exportation est de 40000 tonnes/an. L'élevage est une autre activité qui se répartie comme suit (DSA, 2010; KHECHANA , 2014):

- Ovin : 500 000 têtes.
- Caprin : 153 000 têtes.
- Camelin : 27300 têtes.
- Bovin : 4700 têtes-.

Cela permet d'avoir:

- Une production de viande rouge estimée à : 4700 tonnes/an;
- Une production de viande blanche estimée à : 2240 tonnes/an;
- Une production d'oeufs estimée à : 27561270 OEufs/an;
- Une production laitière : 44000000 litres/an (KHECHANA , 2014).

1.1.1.2. Climat

La région d'El-Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique. C'est-à-dire un climat des contrées désertiques, si l'on considère sa pauvreté en végétation, la sécheresse de l'air, le manque d'eau en surface et l'irrégularité des précipitations (DAJOZ,1970), en hiver la température baisse au-dessous de 0°C alors qu'en été elle atteint 50°C; la pluviométrie moyenne varie entre 80 et 100 mm/an (période d'Octobre à février) (BEKAKRA,2006).

1.1.2. Matériel

Tableau 11 : Echantillons de laits de chameelles collectés.

N° de l'échantillon	Nombre des chameelles	Période de collecte	Région	Mode d'élevage
E1	9	Mars 2019	Hassi Khalifa	Extensif
E2	9	Février 2019	El-Oued	Semi-intensif

1.1.2.1. Echantillons de lait

En pratique, l'échantillonnage est une étape cruciale et souvent délicate, car tout résultat obtenu, toute interprétation et discussion dressée, sont étroitement liés aux méthodes d'échantillonnage. Dans notre étude, l'objectif étant de disposer d'échantillons de lait provient de chamelles conduites selon les deux modes d'élevage (extensif et semi-intensif) afin de permettre la comparaison entre ces deux types du lait, en termes de compositions physico- chimiques.

Nos échantillons proviennent de la wilaya d'El-Oued. La traite des animaux a lieu le matin avant la sortie du troupeau au pâturage (tableau 11), la quantité prélevée est de 1 L/individu (animal) dans des conditions aseptiques afin d'éviter toute sorte de contamination. Le lait est, donc, recueilli proprement et dans de bouteilles en plastique neuves et propres. Les bouteilles étaient placées immédiatement dans une glacière contenant des blocs de réfrigérant et transportées au laboratoire de l'université Echahid Hamma LAKHADAR. Les mesures de pH, la densité et l'acidité Dornic ont été réalisées dès l'arrivée au laboratoire. Ensuite, les échantillons sont répartis sur des aliquotes de 50 ml et congelés pour des analyses ultérieures.

Les chamelles dont les échantillons de lait ont été prélevés, appartiennent à des rangs de lactation convergés. Le lait de vache qui est utilisé comme référence dans cette étude était un mélange du lait qui a été collecté à partir de 9 vaches laitières dans deux fermes qui se situent près de la commune de Hassi Khalifa et Geumar (El-Oued).

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Echahid Hamma LAKHADAR d'El-Oued.

1.1.2.2. Matériel utilisé

1.1.2.1. Appareillage

- Centrifugeuse (Marque SIGMA, modèle 2-6E, Allemagne);
- Centrifugeuse (Marque FUNKE GERBER, Allemagne) ;
- Etuve (Marque MEMMERT, Allemagne) ;
- Agitateurs magnétiques de paillasse, chauffants et non chauffants (Marque LABTECH, modèle LMS-1003 ; Corée);
- pH-mètre (Marque HANNA, modèle 584, Roumanie);
- Spectrophotomètre UV– visible (Marque JENWAY ; modèle 7300) ;
- Balance analytique avec une précision de 0,1mg (Marque RADWAG, modèle AS 220.R2, Allemagne) ;

- Bain marie (Marque MEMMERT, Allemagne) ;
- Lactodensimètre (Marque Nathia) ;
- Butyromètre de GERBER ;
- Hotte (Marque BOF ; Japon) ;
- Four à moufle (Marque NABERTHERM, plus que chaleur 30 -3000 C °, Allemagne).

1.1.2.2.2. Petit matériel

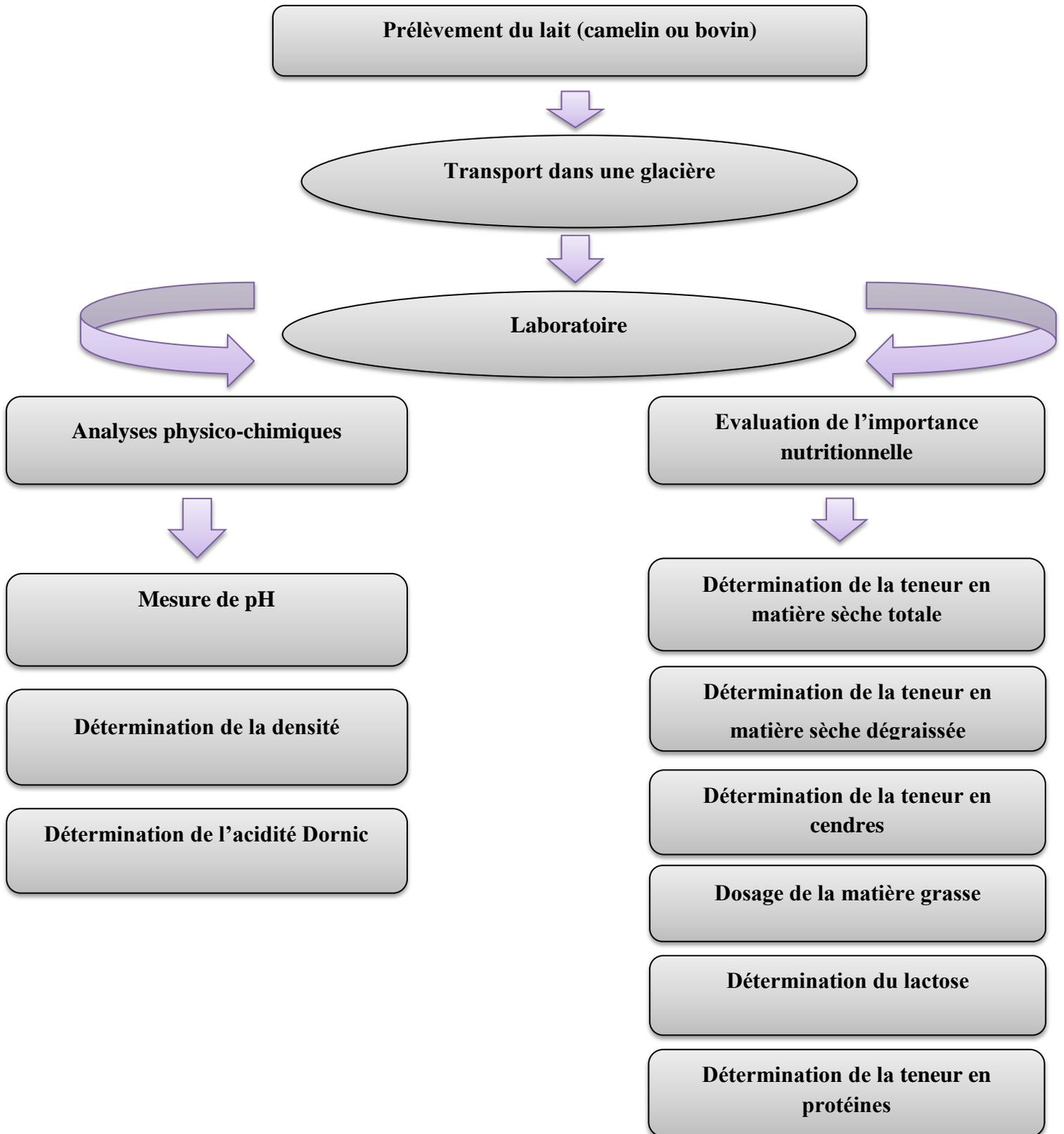
Un certain nombre d'accessoires et petits matériels spécifiques est utilisé dans le cadre de cette étude : Micropipettes, pipettes graduées, Poire d'aspiration, béchers, erlenmeyers, fioles jaugées, papiers filtre, coupelle en porcelaine, tubes à hémolyse, burettes, éprouvettes, entonnoirs, entonnoir Büchner, spatules, gants et masquesetc.

1.1.2.2.3. Réactifs et solvants chimiques et matériel biologique

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

1.1.3. Méthodes

La méthodologie de travail suivi dans cette étude est représentée dans la schéma suivante :



Procédure expérimental (Photo originelle, 2019)

1.1.3.1. Etude des caractéristiques du lait de chamelles collecté

1.1.3.1.1. Analyses physico-chimiques

Le contrôle physico-chimique permet d'évaluer la stabilité et l'état de fraîcheur du produit.

1.1.3.1.1.1. Mesure 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 ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (MATHIEU, 1998) (annexe 03).

1.1.3.1.1.2. Détermination de la densité

Elle est réalisée selon la Norme algérienne (NA) décrites par le Ministère du commerce. (NA1832 : 1991).

La densité d'un liquide est le rapport entre un volume donné de ce liquide et au même volume d'eau dans les conditions de température et de pression (KABIR, 2015), l'eau étant prise pour unité de poids spécifique égale à 1 (MEDJOUR, 2014).

La densité du lait est donc la résultante des densités de ses divers constituants (MEDJOUR, 2014).

La densité du lait est déterminée par l'utilisation de lactodensimètre (la température du lait est égale à 20 °C) comme il est montré dans la photo (annexe 04).

1.1.3.1.1.3. Détermination de l'acidité Dornic

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

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

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium (N/9). La présence de phénophtaléine, comme indicateur coloré, indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pâle) (annexe 05).

1.1.3.1.2. Evaluation de l'importance nutritionnelle

1.1.3.1.2.1. Détermination de la teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée

La teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée (après l'écémage du lait, figure 14) par dessiccation à l'étuve réglée à $103 \pm 2^\circ\text{C}$.

Le protocole analytique suivi est celui proposé par la norme française (NF V 04-207 de septembre 1970) concernant la détermination de la matière sèche de lait (annexe 06).

1.1.3.1.2.2. Détermination de la teneur en cendres (minéraux)

La détermination de la teneur en cendres est réalisée par incinération de la matière sèche du lait à une température de $525\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ tout en suivant la norme française (NF V 04-208 d'octobre 1989) incluse dans l'annexe 07.

1.1.3.1.2.3. Dosage de la matière grasse (méthode de GERBER, acido-butyrométrique)

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20 °C (27 °C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100 ml de lait (AFNOR, 1985) (Annexe 08).

1.1.3.1.2.4. Détermination du lactose

Le lait est déféqué par l'hexacyanoferrate (II) de zinc ; une solution cupro-alcaline est réduite à chaud par le filtrat obtenu ; Le précipité d'oxyde cuivreux formé est dissous par une solution de sulfate ferrique et le sulfate ferreux formé est dosé par manganimétrie en présence d'orthophénantroline ferreuse comme indicateur. (Norme NF V 04-213 de janvier 1971). La méthode est décrite dans l'annexe 09.

1.1.3.1.2.5. Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY *et al.* (1951)

Le taux des protéines dans le lait et dans ses différentes fractions est estimé par dosage spectrophotométrique en utilisant la méthode de LOWRY *et al.* (1951). Cette méthode consiste en une réaction d'oxydo-réduction entre un réactif phosphomolybdique phosphotungstique et les acides aminés tyrosine et tryptophane des protéines. Le développement maximal de la coloration se fait au moyen d'un traitement par une solution alcaline (NaOH) contenant du cuivre (CuSO_4). L'intensité de la couleur développée, mesurée spectrophotométriquement, est proportionnelle à la concentration en protéines (GUILLOU *et al.*, 1976).

La teneur en protéine est déterminée grâce à une courbe étalon en utilisant l'albumine sérique bovine (BSA) comme protéine de référence (figure 12). Le protocole est décrit en annexe 10.

1.1.3.1.2.6. Préparation des échantillons protéiques

Les grands groupes des lactoprotéines camelines et bovines sont séparés à partir du lait entier suivant les étapes illustrées sur la figure (14).

1.1.3.1.2.6.1. Ecrémage

L'écémage du lait entier est réalisé par centrifugation à 3500 g pendant 20 minutes. La crème qui apparaît en surface est écartée, alors que le lait écrémé est filtré sur la laine de verre. Cette opération est répétée deux fois afin d'éliminer totalement la matière grasse (SENOUSSI, 2011).

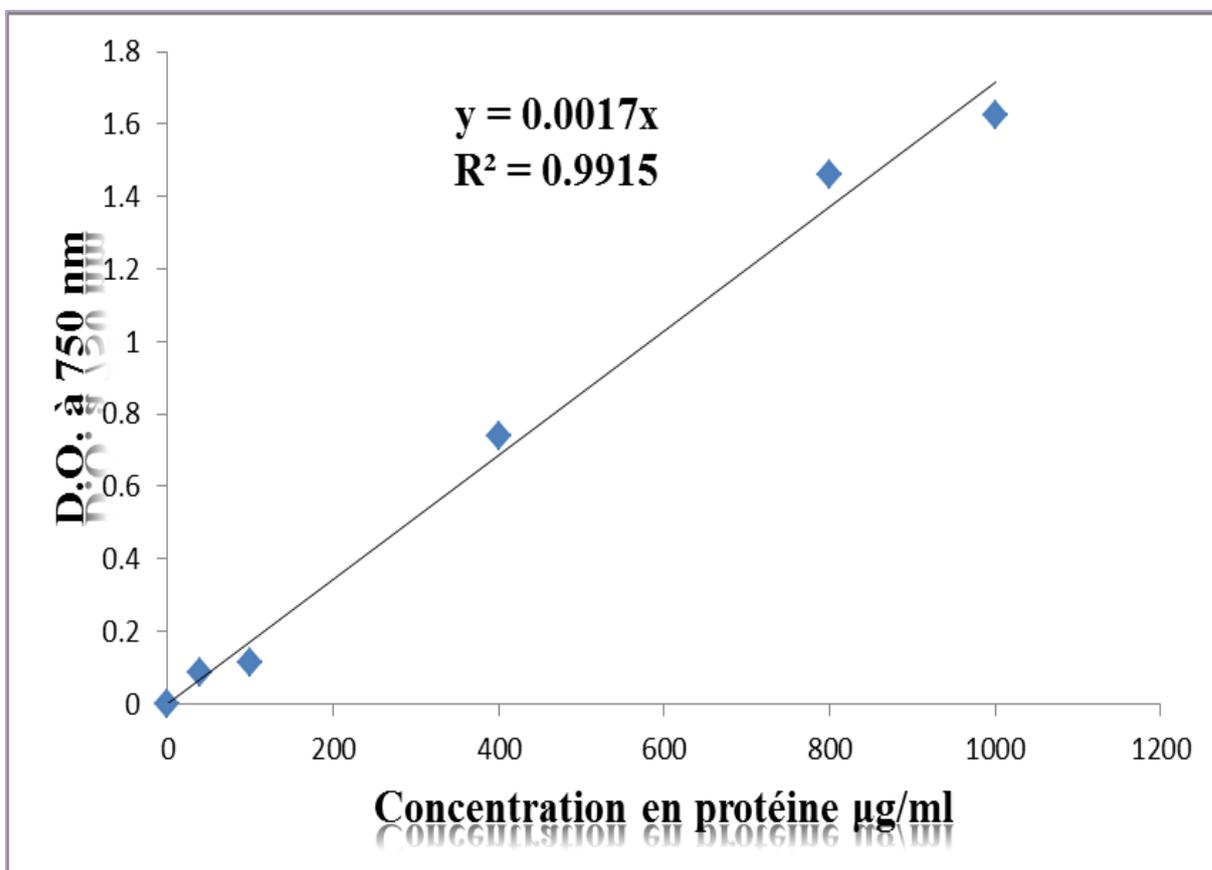


Figure 12 : Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY *et al.* (1951). L'albumine sérique bovine (BSA) est utilisée comme protéine étalon ; R= coefficient de corrélation

1.1.3.1.2.6.2. Séparation des grands groupes de lactoprotéines (protéines sériques et caséines)

Le principe de la séparation repose sur l'acidification du lait écrémé jusqu'au pH isoélectrique des caséines permettant leur précipitation. Cette dernière est réalisée par ajout d'une solution de HCl 4N jusqu'à pH 4,3 comme préconisé par WANGOH *et al.* (1998) pour le lait camelin et 4,6 pour le lait bovin. Le lait ainsi acidifié est centrifugé à 3500 xg pendant 15 minutes à 20°C (SENOUSSI, 2011).

Le culot de centrifugation constitué de la fraction caséinique est récupéré et lavé plusieurs fois par l'eau distillée.

Quant au surnageant, il représente la totalité des protéines sériques. Son pH est neutralisé à 7 puis acidifié dans une seconde étape à pH 4,3 avec HCl 4N, centrifugé à 3500 g pendant 15 minutes afin d'éliminer les caséines résiduelles qui risquent de contaminer les protéines sériques (SENOUSSI,2011) (Figure 13).

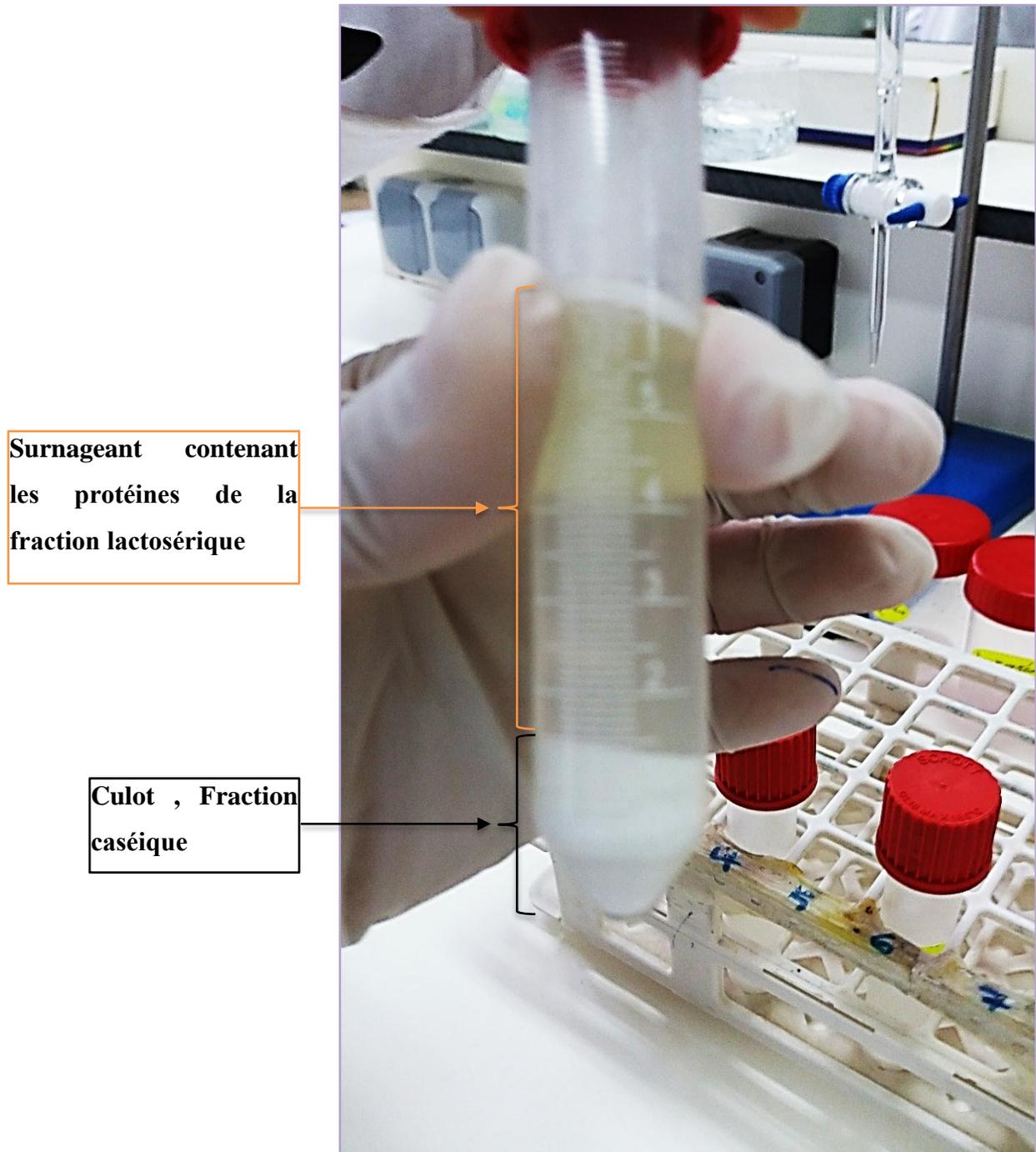


Figure 13 : la surnageant totalité des protéines sériques et les caséines (Photo originelle, 2019).

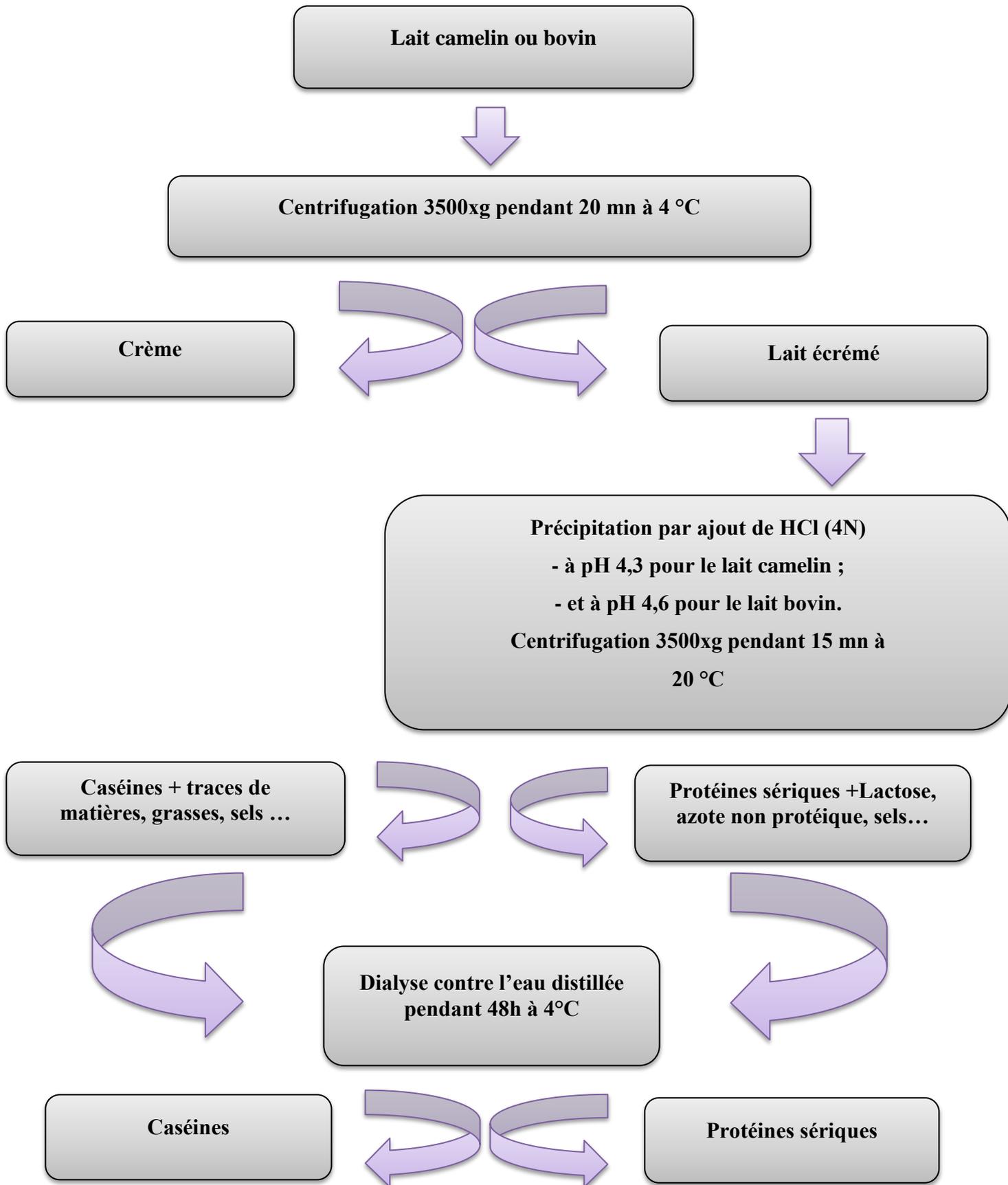


Figure 14 : Protocole d'isolement des caséines et des protéines du lactosérum à partir du lait camelin et bovin (MEDJOUR,2014).

1.1.3.2. Analyses statistiques

Des analyses statistiques sont par le logiciel SAS (SAS Institute, 2008) et qui ont menés par le programme GLM (general linear model ou multivariate regression model) et qui exécute une chaine de tests : test de Fisher (F théorique = 5%), la variance et des matrices de corrélation, test de Duncan et aussi le programme Microsoft Excel Version 2010.

Chapitre II: Résultats et Discussion

1.2. Résultats et discussions

1.2.1. Qualité physico-chimique du lait de chamelle collecté

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques (les moyennes, les écarts types et les valeurs de P entre les 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), plus l'échantillon du recueilli de lait, sont rapportés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Comparaison de paramètres physico-chimiques entre le lait de chameaux élevés en extensif et celles élevés en semi-intensif d'une part, et d'autre part avec le lait bovin.

Echantillon Paramètres Physico-chimiques	Lait de chamelle		Lait de vache	Valeur de P
	Echantillon 1 (Lait de chameaux élevés en extensif)	Echantillon 2 (Lait de chameaux élevés en semi- intensif)		
pH	6.24 ^b ± 0.025	6.58 ^a ± 0.026	6.61 ^a ± 0.056	<0.0001****
Densité	1.028 ^b ± 0.0006	1.032 ^a ± 0.002	1.029 ^{a,b} ± 0.001	<0.0909 ns
Acidité Dornic (°D)	19.67 ^a ± 0.33	16.67 ^b ± 0.33	17.33 ^b ± 0.33	<0.0017*

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

1.2.1.1.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 bovin mesuré dans le cadre de la présente étude est égal à 6.61^a. Le pH du lait camelin sont selon le cas égal à 6.24^b pour E1 (élevage extensif), à 6.58^a pour E2 (élevage semi-intensif). Ces différences sont hautement significatives ($P < 0,001$) (tableau 12) (figure 15).

La valeur du pH du lait camelin conduit en extensif enregistrée lors de la présente étude (6,24) est proche à celle mentionnée par (SIBOUKEUR, 2007) (pH= 6,31±0,15), alors qu'ils sont apparemment inférieure au valeur de pH rapporté par FAYE et al. (2008) au Kazakhstan (6,46), (SBOUI et al., 2009) (pH = 6,41) et (MEDJOUR, 2014) avec des pH de 6,40 à El-Oued et Biskra respectivement, (MEHAIA, 1993) en Arabie Saoudite

(pH = 6.61 ± 0.02), (ABULEHIA , 1989) en Arabie Saoudite (pH = 6.55 ± 0.04) et (OMER, 2009) en KAZAKHSTAN (pH = 6,57), KHASKHELI et al. en 2005 au Pakistan (6,77).

D'autre part et pour le système d'élevage semi-intensif, le pH 6,58 que nous avons relevé dans cette étude est proche de celui rapporté par (BORNAZ et al., 2009) soit un pH à 6,51 et (MEDJOUR , 2014) avec des pH de 6,53 à El-Oued pour le même système d'élevage . 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.

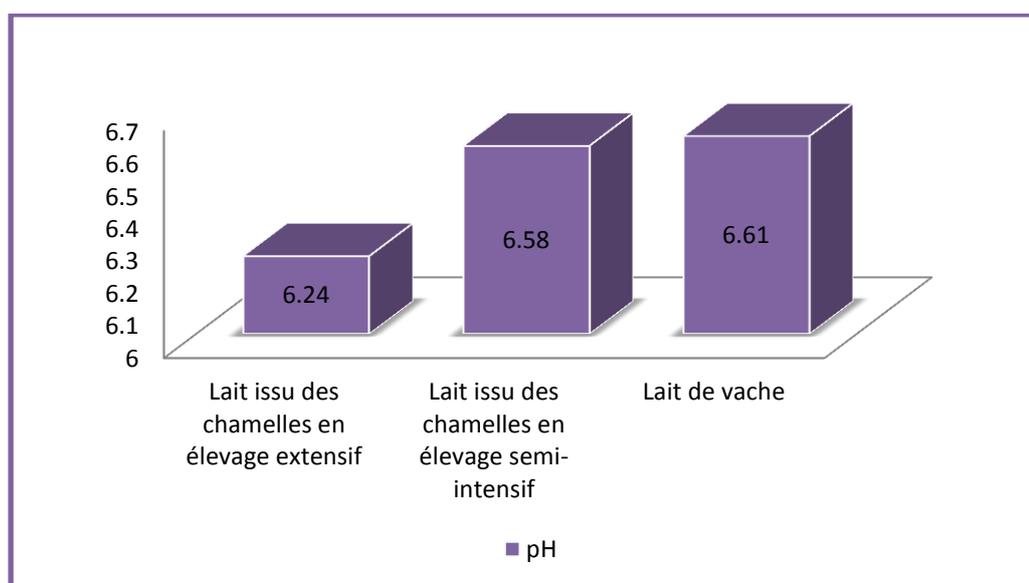


Figure 15: pH du lait issu des chameelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameelles en élevage semi-intensif et lait de vache .

1.2.1.2. Densité

Les densités mesurées se situent entre 1.028^b , 1.032^a et 1.029^{ab} pour les échantillons E1, E2 et LV. La plus grande valeur a été observée dans l'échantillon E2 pour les chameelles en élevage semi-intensif (1.032). Il n'y a pas de différence significative entre l'échantillon LV et les deux autres échantillons, selon le tableau 12 et la figure 16.

Pour le lait issu des chameelles 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 KAMOUN, 1995 ($1,028 \pm 0,002$),

(MAHBOUB *et al.*, 2010) ($1,027 \pm 0,0066$), BOUDJENAH, 2012 (1,028) , MEDJOUR, 2014 à Biskra (1,028), BENNEDJMA et ROUIDJAA, 2015 (1,028) en Ouargla, HAMIDI, 2015 à BISKRA (1,0272) et SBOUI *et al.* 2015 ($1,027 \pm 0,0009$) en Tunisie. D'autre part elle est différent de ceux rapportés par SIBOUKEUR, 2007 (1,0230), CHETHOUNA, 2011 (1,022), SIBOUKEUR *et* SIBOUKEUR, 2012 ($1,023 \pm 0,0047$) à Ouargla, (ALJUBOORI *et al.*, 2013) en Emirats Arabes Unis ($1,024 \pm 0,0021$), RAHLI, 2015 à Oran (entre 1,0220 et 1,0310).

Par contre pour le lait issu des chamelles en élevage semi-intensif, le résultat est proche de celui rapporté par MEDJOUR, 2014 à El-Oued (1,029) et est nettement supérieur à celui cité par BOUZID *et* LABIDI, 2016 à EL-Oued ($1,024 \pm 0,002$).

La densité dépend directement de la teneur en matière sèche qui est liée fortement à la fréquence de l'abreuvement (SIBOUKEUR , 2007) . Ce qui explique la variabilité des valeurs entre les différents échantillons de laits et entre celles citées dans la littérature. Ceci est bien visible dans le cas de E1 qui enregistre le taux de la matière sèche le plus faible corrélé à la densité la plus faible. 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).

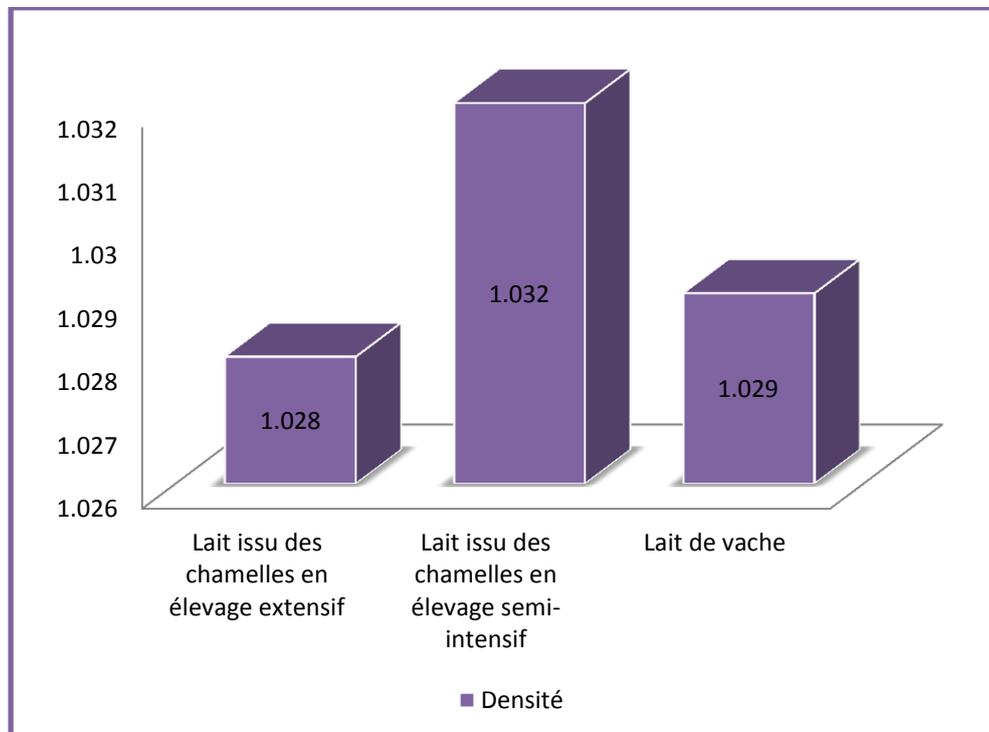


Figure 16: Densité du lait issu des chamelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chamelles en élevage semi-intensif et lait de vache .

1.2.1.3. Acidité Dornic

L'acidité titrable de lait de chamelle est la mesure de l'acide lactique formé. L'acidité Dornic, tourne autour de 19.67^a °D pour l'échantillon (E1) et qui représente le système d'élevage extensif. L'échantillon E2 enregistre une acidité Dornic égale à 16.67^b °D (tableau 12). Cette valeur se rapproche de celle enregistrée pour l'échantillon bovin (17.33^b °D). La différence entre les échantillon E1 et E2 est significative ($P < 0,05$) (tableau 12) (figure 17).

La valeur de l'acidité Dornic obtenue pour le lait issus d'élevage extensif se situe dans la fourchette des travaux rapportés par certains auteurs pour le même système d'élevage soit (18.2°D) (SIBOUKEUR, 2007); (21.3°D) (MAHBOUB, 2009); (18°D) (CHETHOUNA, 2011); (19,50°D) (BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013) et (20.66°D) (BADIDJA et DJELLABI, 2014) en Algérie, (18°D) (JRAD et *al.*, 2013); (18.30°D) (EL-HATMI et *al.*, 2015) en Tunisie. Cette valeur est supérieur à celle rapportée par BOUDJENAH, 2012 (17°D); SIBOUKEUR et SIBOUKEUR (2012) (14 ,6°D) et BENNEDJMA et ROUIDJAA, 2015 (17°D) à Ouargla, KAMOUN, 1995 (15.6 °D); SBOUI et *al.* 2009 (17,2°D) et SBOUI et *al.* 2015 (16,57 °D) en Tunisie. Par contre elle est plus faible que celle mentionnée par KONUSPAYEVA, 2007 au Kazakhstan (26 °D).

Le résultat que nous avons enregistré pour le lait issu d'élevage semi-intensif est proche de celui rapporté par BOUZID et LABIDI, 2016 à EL-Oued (15,30) . Par contre elle est plus faible que celui mentionné par MEDJOUR, 2014 à EL-Oued qui est de l'ordre de (18,83 et 20,17) pour le même mode d'élevage.

L'alimentation des animaux, les conditions environnementales, la période de lactation, les conditions hygiéniques lors de la traite, ainsi que la flore microbienne totale et de son activité métabolique ont une influence sur l'acidité Dornic (ABU-TARBOUSH, 1996; TAYBI et *al.*, 2014; BACHTARZI et *al.*, 2015). 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.

L'acidité titrable du lait dépend du nombre de moles d'acides présents dans ce produit, elle est inversement proportionnelle à son pH (MATHIEU, 1998 Ceci est bien visible dans le cas de E2 qui enregistre le pH le plus élevée corrélé à une acidité titrable la plus faible et de même et inversement pour l'échantillon E1.

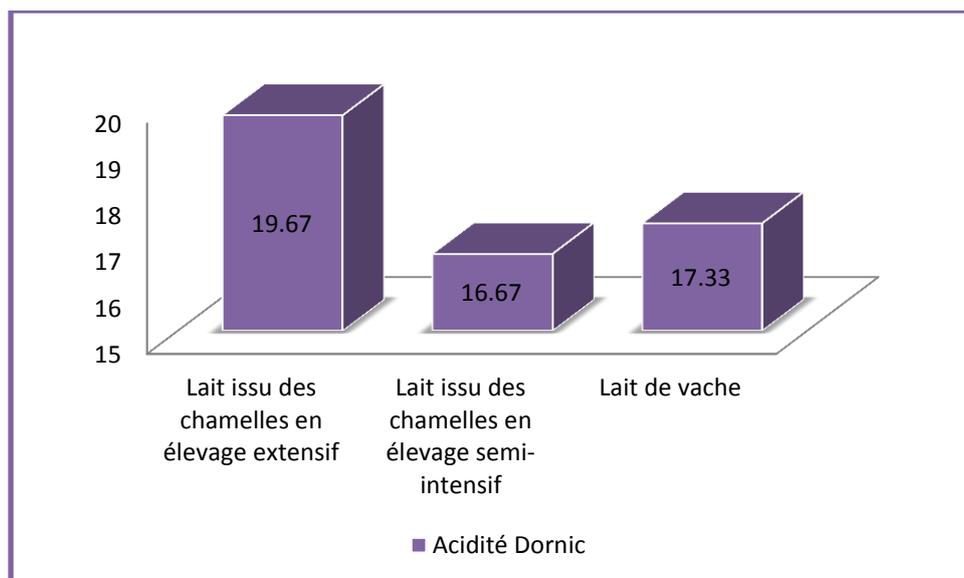


Figure 17: Acidité Dornic du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache .

1.2.2. Qualité nutritionnelle du lait de chamelle collecté

Les résultats des caractéristiques biochimiques du lait de dromadaire retenus dans notre étude selon les deux modes d'élevage « extensif et semi-intensif » pratiqués dans la wilaya d'El-Oued sont illustrés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Comparaison de certains éléments de la composition chimique entre les échantillons du lait de chameles élevées en extensif et celles élevés en semi-intensif d'une part, et d'autre part avec le lait bovin.

Echantillons Composition chimique	Lait de chamelle		Lait de vache (LV)	Valeur de <i>P</i>
	Echantillon 1 (E1)	Echantillon 2 (E2)		
Extrait sec total (g/L)	118.87 ^a ± 1.64	135.70 ^a ± 0.47	140.067 ^a ± 13.65	<0.2176 ns
Extrait sec dégraissé (g/L)	68.77 ^b ± 2.47	85,83 ^a ± 3.54	84.67 ^a ± 5.89	<0.0505*
Cendre (g/L)	7.17 ^c ± 0.45	9 ^b ± 0.29	11 ^a ± 0.25	<0.0006*
Matière grasse (g/L)	52.33 ^b ± 0.88	52.66 ^b ± 2.67	56 ^a ± 0.58	<0.0120*
Lactose (g/L)	53.70 ^a ± 1.85	53.51 ^a ± 1.18	49.49 ^a ± 1.11	<0.1387 ns
Protéines totales (g/L)	29.29 ^b ± 1.26	33.93 ^a ± 1.28	35.99 ^a ± 1.11	<0.0208*
Protéines caséiques (g/L)	12.33 ^b ± 1.78	20.33 ^a ± 1.64	19.42 ^a ± 1.24	<0.0215*
Protéines lactosériques (g/L)	16.97 ^a ± 1.0001	13.59 ^b ± 0.43	16.57 ^a ± 0.16	<0.0182*

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

1.2.2.1. Extrait sec total

La teneur en matière sèche totale des échantillons de lait camelin analysés sont 118.87^a g/l et 135.70^a g/l respectivement pour les échantillons E1 et E2. La différence enregistrée est ne semble pas significative ($P>0,05$), d'après le tableau 13 et la figure 18.

Cette teneur est assez similaire aux valeurs rapportées dans d'autre pays par KAMOUN (1995) en Tunisie (130g/l) et SABOUI et *al.* (2009) en Tunisie (119,438g/l \pm 15,34). Ces mêmes valeurs sont plus élevées que celles trouvées par (SIBOUKEUR, 2007) qui est 113,11 g/l, (BOUDJNAH, 2012) (109,2 g/l).

La teneur en matière sèche du lait camelin conduit en extensif (118,87g/l) enregistrée dans cette étude semble comparable à celles mentionnées par HAMIDI (2015) dans le sud d'Algérie avec 118,1 g/l et HADDADIN et *al.* (2008) en Jordanie avec 123 g/l pour un système d'élevage extensif.

La teneur en matière sèche du lait camelin conduit en semi-intensif (135,70 g/l) enregistrée dans cette étude semble comparable à celle rapportée par MEDJOUR (2014) à El-Oued avec 134 g/l pour le même système d'élevage.

L'une des principales caractéristiques du lait camelin est en effet, sa teneur en matière sèche réduite par rapport à celles des laits d'autres espèces (RAMET, 1994). Ceci est démontré par les résultats de notre étude . Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total était dû à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux (KHASKHELI et *al.*, 2005). ZHANG et *al.* (2005) ont noté que les grandes variations dans la composition du lait camelin touchent surtout la matière sèche, dont le taux est affecté par la teneur en eau du lait qui lui est inversement proportionnelle. En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique. HADDADIN et *al.* (2008) ont trouvé que le taux de matière sèche totale atteignait son maximum en mi- hiver et son minimum en été. De même, YAGIL et ETZION (1980) avaient montré bien avant que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau faisait chuter très sensiblement le taux de matière sèche totale de 14,3 à 8,8 %. Ce phénomène est naturel, car il permet d'assurer la survie du chamelon et de lui fournir un produit de valeur nutritive suffisante et une quantité importante d'eau en période de sécheresse. La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation (BENGOUMI et *al.*, 1994 ; KHASKHELI et *al.*, 2005) . Ainsi, elle diminue durant le mois suivant le vêlage, puis augmente suite à l'accroissement des taux de matière grasse et azotée, des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation, du nombre de vêlages (YAGIL, 1982 ;

KHASKHELI et *al.*, 2005). Des variabilités génétiques (EREIFEJ et *al.*, 2011) et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait de chamelle (KONUSPAYEVA et *al.*, 2009) ont été également rapportés.

En tenant compte de ces données, nous pourrions suggérer que la pauvreté de l'échantillon E1 en matière sèche, en matière grasse et en protéines est due probablement au système d'élevage suivi. Ceci est dû à leur incapacité à atteindre suffisamment d'eau et le climat de la région d'El-Oued. Selon le DAJOZ (1970). La région d'El-Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique. Si l'on considère sa pauvreté en végétation, la sécheresse de l'air, le manque d'eau en surface et l'irrégularité des précipitations.

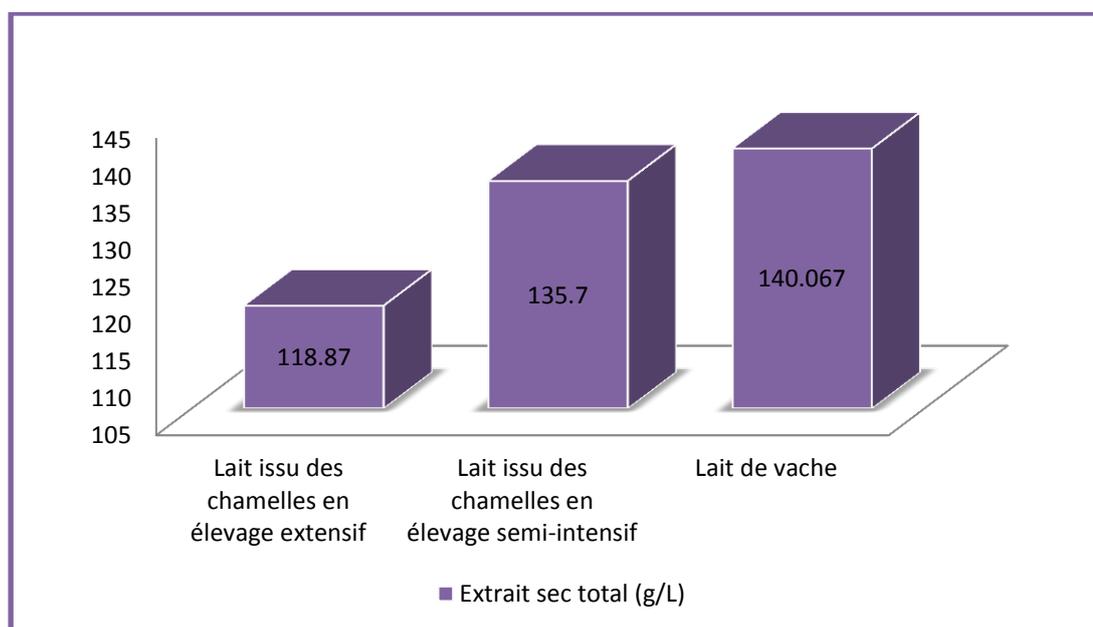


Figure 18: Extrait sec total du lait issu des chameles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chameles en élevage semi-intensif et lait de vache .

1.2.2.2. Extrait sec dégraissé et teneur en matière grasse

la teneur en matière sèche dégraissé du lait camelin égal à 68.77^b g/l pour E1 (lait de chameles conduites en extensif), cette valeur est plus faible que celle provenant des chameles en élevage semi-intensif (85,83^a g/l pour E2). Où la différence enregistrée est significative ($P < 0,05$) selon le tableau 13 et la figure 19.

Pour la matière grasse, la teneur est de 52.33^b g/l pour E1 et est de 52.66^b g/l pour E2. Ces deux valeurs sont très proches, où il n'y a pas de valeur significative enregistrée. Par ailleurs, ces deux valeurs sont significativement différentes de la valeur retrouvée dans le cas du lait de vache et qui est nettement plus grande (56^a g/l) tableau 13 et la figure 19.

Le résultat que nous avons enregistré est proche que ceux celui rapportés par BESTUZHEVA, (1958) en Russie (58 g/l) et par KARUE, (1994) (56 g/l) relevées pour la race Somali. Il est inférieur à la valeur enregistrée par KONUSPAYEVA, (2007) en Kazakhstan (78,8 g/l).

En analysant les données rapportées par la littérature à travers le monde, nous observons une fluctuation des teneurs en matière grasse : MEHAIA et al, (1995) pour la race Hamra (28,5 g/l) et pour la race Wardah (24,6 g/l selon MEHAIA et al, 1995) ; KAMOUN (1995) 35g/l ; 32 à 35g/l en Tunisie (ELLOUZE et KAMOUN, 1989 ; GORBAN et IZZELDIN, 2001) et et SBOUI et al, (2009) $37,5 \pm 8,95$; SIBOUKEUR (2007) pour la race Sahraoui (28g/l ± 6) ; 25 à 35 g/l en Jordanie (HADDADIN et al., 2008) ; 37,8 g/l en Egypte (KAMAL et al., 2007).

Les lipides sont les composants du lait les plus variables quantitativement et qualitativement, La variabilité de la teneur en matière grasse dépend des facteurs tels que les conditions climatiques, l'alimentation (LABOUI et al., 2009). Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de matière grasse. En effet, la traite du matin donne un lait relativement pauvre en matière grasse en comparaison avec celui des autres traites, bien que quantitativement plus important (KAMOUN, 1994).

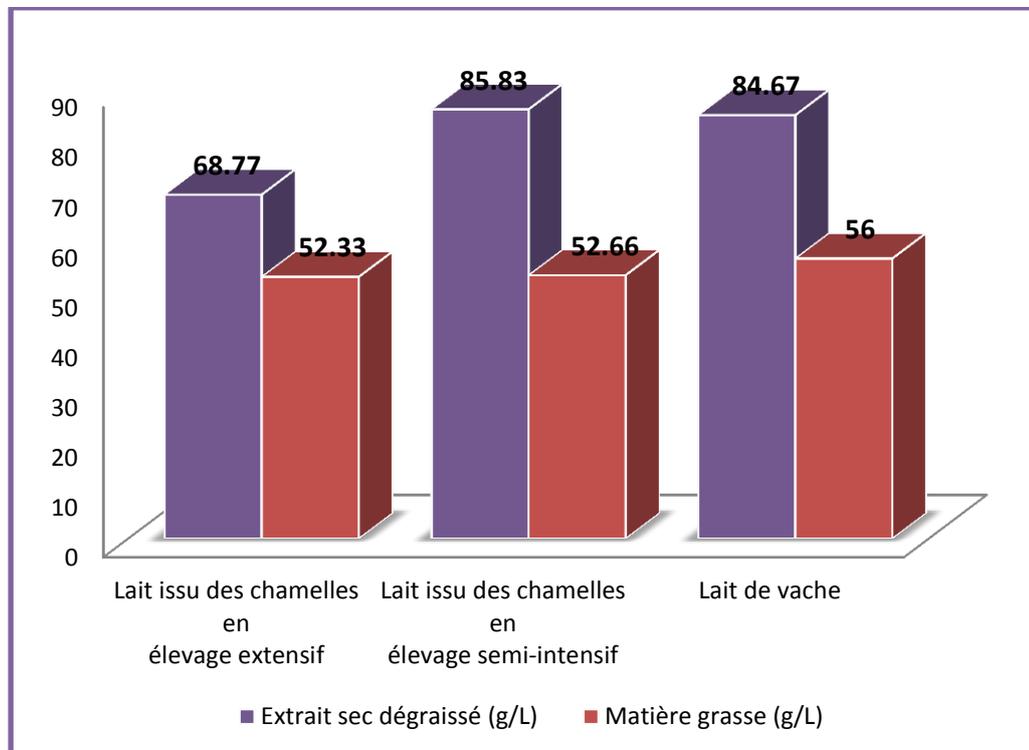


Figure 19: Extrait sec dégraissé et teneur en matière grasse du lait issu des chamelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chamelles en élevage semi-intensif et lait de vache .

1.2.2.3. Teneur en cendres

La quantité totale des minéraux est généralement exprimée en cendres totales. Le taux de cendres du lait camelin est plus faible par rapport à celui trouvé dans le cas du lait bovin 11^a g/l. Le lait de chamelles conduites selon le système extensif présente un taux de cendres plus faible par rapport à celui relevé avec le lait de chamelles conduites en semi-intensif soit 7.17^c g/l et 9^b g/l respectivement. La différence enregistrée entre les trois types de lait est significative (tableau 13) (Figure 20).

Ces chiffres sont comparables à ceux rapportés par HADDADIN et *al.* (2008) en Jordanie avec 8,2 g/l, 8,6 g/l (KARUE, 1994), SBOUI et *al.*(2009) en Tunisie avec 7,5 g/l, SIBOUKEUR (2007) avec 7,28 g/l , DAILLO (1989) en Mauritanie (8,83 g/l) et 9,39 g/l (BOUDJENAH, 2012) et MEDJOUR (2014) à Biskra avec 8,12 g/l pour un système d'élevage extensif. Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues par MEDJOUR (2014) à El-Oued avec 6,26 et 6,98 g/l pour un système d'élevage semi-intensif.

D'après YAGIL (1985), le taux des cendres de lait de chamelle varie dans une large mesure selon l'apport alimentaire. Il est plus faible dans le lait d'animaux déshydratés. Cette variation paraît consécutive aux quantités de lait produites (ELAMIN et WILCOX, 1992) et au stade de lactation (FARAH, 1993 ; SIBOUKEUR, 2007). La teneur en cendres (minéraux) du lait camelin diminue en cas de privation d'eau (YAGIL, 1985). Cette hypothèse semble justifiée si l'on tient compte de la disponibilité de l'eau en stabulation (semi-intensif).

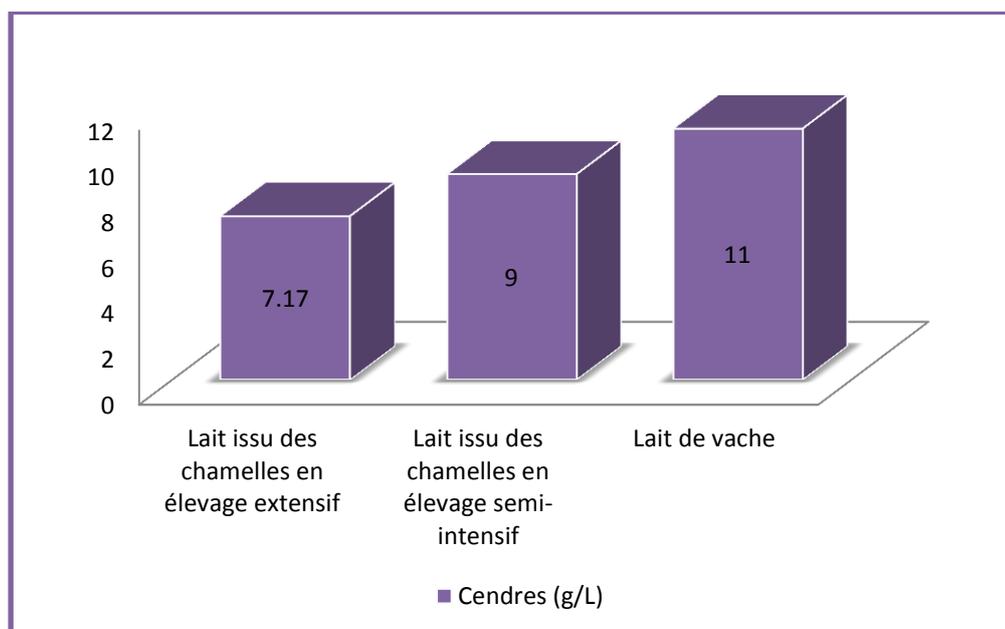


Figure 20: Teneur en cendres du lait issu des chamelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chamelles en élevage semi-intensif et lait de vache .

1.2.2.4. Teneur en lactose

D'après les résultats compilés sur le tableau 14, la teneur en lactose des échantillons analysés sont très proches l'une de l'autre 53.70^a g/l pour les chamelles en extensif et 53.51^a g/l pour les chamelles en semi-intensif.

Par ailleurs, la teneur en lactose du lait camelin (tableau 13) paraît plus importante que celle du lait de vache (49.49^a g/l) (cette différence ne semble pas significative ($P>0,05$) selon le tableau 13) (Figure 21).

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par des nombreux auteurs à savoir GNAN et SHEREHA, (1986) avec 56.1 g/l pour les six premiers mois de lactation , 47 à 54 g/l en Tunisie (ELLOUZE et KAMOUN, 1989 ; ATTIA et *al.*, 2001 ; SBOUIE et *al.*, 2009), MEDJOUR (2014) à Biskra avec 51.27g/l pour un système d'élevage extensif. D'autre part ils sont plus faibles que ceux rapportés par KAMAL et *al.* (2007)(58,5g/l) en Egypte. Ils sont toutefois supérieurs à ceux rapportés par GORBAN et IZZELDIN, (1997) avec 25.6 g/l ± 1.0 , ALLOUI-LOMBARKIA et *al.* (2007) sur le lait de la région saharienne (34,20 g/l), pour la région steppique (42,69 g/l), KARUE (1994), en Arabie Saoudite, pour la race Somali (36.5g/l) , 36,5 g/l au Pakistan (KHASKHELI et *al.*, 2005) , 43,87 g/l dans la région de Ouargla (SIBOUKEUR, 2005) , KIHAL et *al.* (1999) avec (45.1 g/l ± 3) et MEHAIA et *al.* (1995) (44 g/l) , MEDJOUR (2014) à El-Oued avec 41,28 et 42,86 g/l pour un système d'élevage semi intensif.

Les modifications dans les teneurs en lactose, sont responsables du goût sucré et parfois amer du lait de chamelle (YAGIL, 1982). Une grande variation pourrait être due au fait que les dromadaires, généralement broutent des plantes halophytes par exemple Atriplex, Acacia... etc. (FAO, 1982).

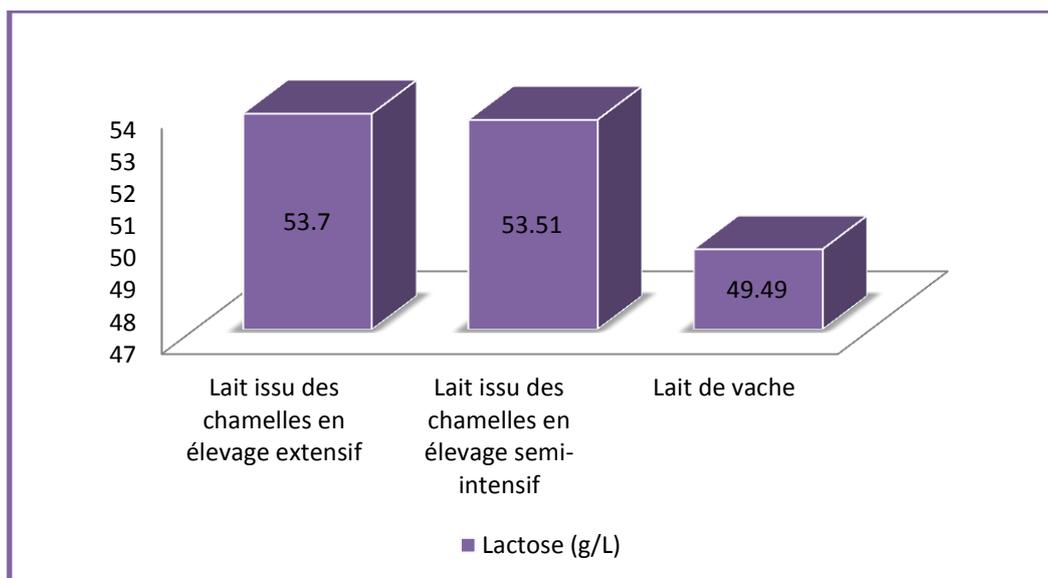


Figure 21: Teneur en lactose du lait issu des chamelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chamelles en élevage semi-intensif et lait de vache .

1.2.2.5. Teneur en protéines totales

la teneur en protéine du lait camelin égal à 29.29^b g/l pour E1 (lait des chamelles conduites selon le système extensif), cette valeur paraît plus faible que celle du lait camelin en élevage semi-intensif E2 (33.93^a g/l). Celle du lait bovin est égal à 35.99^gg/l. La différence enregistrée entre E1 et E2 est significative ($P < 0,05$) d'après le tableau 13 et le figure 22.

Ces résultats rejoignent ceux obtenus par SBOUI *et al.* (2009), 30,72 g/l (ATTIA *et al.*, 2001) ; 30,8 et 33,1 g/l (WANGO, 1997) ; 28,0 g/l (ELAMINE et WILCOX, 1992) ; 29,42 g/l et 29,48 g/l respectivement pour les échantillons de lait des régions saharienne et steppique du pays (ALLOUI-LOMBARKIA *et al.*, 2007) ; Pour de lait des chamelles élevées en extensif. Par ailleurs, des chiffres obtenus pour des chamelles élevées en semi-intensif (33 g/l) (KAMAL *et al.*, 2007) ; 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).

Par ailleurs, des valeurs plus faibles ont été avancées : 22,26 g/l (ELLOUZE et KAMOUN, 1989) ; 25,4 g/l (KHASKHELI *et al.*, 2005). D'autres auteurs ont évoqué des teneurs plus importantes: (41 g/l - 49 g/l) ont été rapportés par MEHAIA (1995) sur la race Majaheim en Arabie Saoudite conduite en élevage intensif ; 53 g/l (MEHAIA *et al.*, 1995) et 42 g/l (HADDADIN *et al.*, 2008) .

Les variations dans les teneurs en protéines dans le lait de chamelle suivent la même tendance que celles de l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé, mais elles sont moins prononcées.

De 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. Ainsi, les résultats obtenus dans cette étude confirme la validité de cette hypothèse .Ainsi, les résultats obtenus dans cette étude confirme la validité de Cette hypothèse .

Enfin, les races et les conditions saisonnières en particulier influenceraient (AL HAJ et AL KANHAL, 2010) . HADDADIN *et al.* (2008) et WANGOH (1997) ont observé que le taux protéique augmente en saison pluviale, alors que ZELEKE (2007) a noté un taux élevé en période sèche. YAGIL et ETZION (1980) signalent que la teneur protéique atteint des valeurs comprises entre 4,6 et 5,7 % en régime hydraté ou entre 2,5 et 3,3 % en régime peu hydraté.

1.2.2.6. Teneur en caséines

la teneur en caséines du lait camelin égal à 12.33^b g/l pour E1, cette valeur est plus faible que celle enregistrée pour le lait camelin en élevage semi-intensif E2 (20.33^a g/l). Celle observée pour l'échantillon de lait bovin analysé (19.42^a g/l) se rapproche de E2. La différence est significative entre E1 et E2 (P<0,05) (tableau 13) (figure 22).

Des teneurs comparables à celles enregistrées pour E1 ont été évoquées par ATTIA *et al.* (2001) (20,60 g/l) et par KHASKHELI *et al.* (2005) (22,1 g/l) ; ALLOUI-LOMBARKIA *et al.* (2008) (21,3 g/l) ; 19,7 g/l (KAMOUN, 1995), 19,8 g/l (HADDADIN *et al.*, 2007). Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues par SIBOUKEUR (2005) qui a signalé un taux important (28,15 g/l) ; MEDJOUR (2014) à El-Oued avec 37,47 et 32,12 g/l pour un système d'élevage semi-intensif et MEDJOUR (2014) à Biskra avec 25,45 g/l pour un système d'élevage extensif.

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).

La différence entre les teneurs en caséines rapportées par ces auteurs revient probablement à la saison de la récolte de lait où les teneurs les plus faibles sont enregistrées en période estivale (KAMOUN, 1998).

1.2.2.7. Teneur en protéines sériques

la teneur en protéines sériques du lait camelin égal à 16.97^a g/l pour E1 (lait issu des chamelles conduites selon le système d'élevage extensif), cette même valeur semble supérieure à celle obtenu pour lait camelin provenant de l'élevage en semi-intensif E2 (13.59^b g/l). Celle du lait bovin parait proche de l'échantillon E1 (16.57^a g/l). La différence enregistrée entre E1 et E2 dans, ce cas, est significative (tableau 13) (figure 22).

Ces taux paraissent supérieurs à ceux rapportés par KIHAL *et al.* (1999) (8,59 g/l) et FARAH (1993) (7 g/l) ; ATTIA *et al.* (2001) (7,55 g/l) ; SIBOUKEUR (2005) (7,5 g/l).

Par ailleurs, certains auteurs avancent des chiffres proches pour E1 : 9 g/l selon ABU-LEHIA (1987) et 10 g/l selon BAYOUMI (1990) et ABU-LEHIA (1994) pour la race Majaheem (11,2 g/l) et MEDJOUR (2014) à Biskra avec 11,26 g/l pour un système d'élevage extensif et 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 immunoglobulines...) (ELAGAMY, 2000).

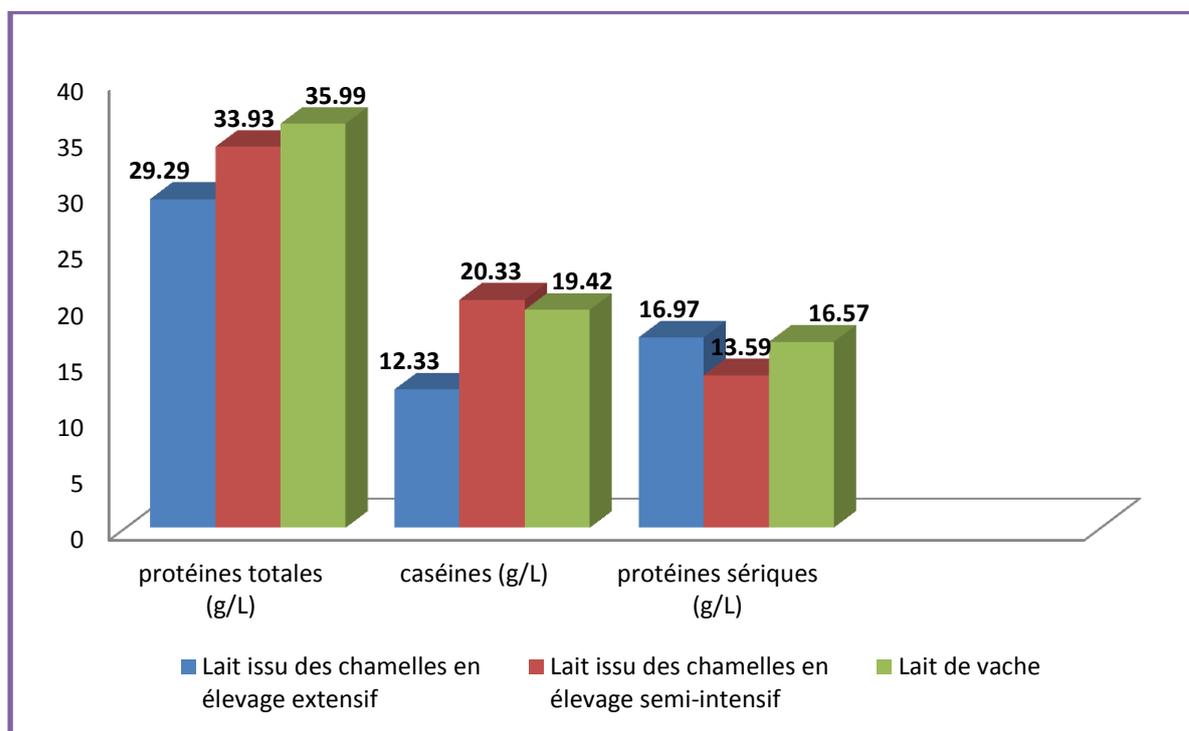


Figure 22: Teneur en protéines totales , en caséines et en protéines sériques du lait issu des chamelles en élevage extensif en comparaison avec de lait issu des chamelles en élevage semi-intensif et lait de vache .

Conclusion générale

Conclusion

La sécheresse et les conditions relativement défavorables des populations vivant dans les zones arides donnent une dimension particulière à un animal comme le dromadaire qui, en plus d'être utilisé pour le transport et les travaux des champs est surtout considéré comme un pourvoyeur de protéines nobles contenues dans ses principales productions, à savoir le lait et la viande (RAHLI, 2015).

Le lait de chamelle est un aliment spécifique par son aspect, sa composition et son comportement vis-à-vis aux changements des conditions du milieu. Malgré tous ses avantages et sa richesse en molécules antibactériennes (lysozymes, protéines de reconnaissance du peptidoglycane, lactoperoxydase, lactoferrine et etc.) par rapport à son analogue le lait bovin, il est loin d'être aussi populaire (MEDJOUR, 2014).

Actuellement, certains éleveurs de la région avaient tenté d'adopter un autre système d'élevage (semi-intensif) pour objectif d'intensifier la production laitière. Dans ce contexte, la présente étude s'est intéressée à l'aspect qualitatif du lait. Pour ce faire, nous nous sommes proposé d'étudier l'impact d'un système d'élevage non traditionnel sur la qualité nutritionnelle de ce lait, en comparaison avec l'élevage traditionnel (extensif). Nous avons débuté ce travail par réalisé des analyses physico-chimiques et biochimique d'échantillons de laits issus de chammelles conduites selon les deux systèmes d'élevage. Un échantillon de lait bovin nous a servi comme référence pour cette étude.

Les résultats ont montré que la qualité physico-chimique de ce lait semble affectée par ce système d'élevage non traditionnel. Ainsi :

- ✓ Le pH du lait provenant de ce type d'élevage est légèrement plus élevé par rapport au lait de provenant de d'élevage en extensif;
- ✓ Son acidité Dornic est devenue significativement plus basse que celle issue de l'élevage en extensif ;
- ✓ Sa densité ne semble pas changer avec la transition dans le système d'élevage ;
- ✓ Son teneur en matière sèche totale semble augmenter d'une manière significative ;
- ✓ Le taux de la matière grasse ne semble pas affecter par le changement de système d'élevage ;
- ✓ Son taux des cendres est devenu significativement plus important ;
- ✓ Sa concentration en lactose demeure intouchable ;

Conclusion générale

- ✓ Le lait issu de système d'élevage semi-intensif semble plus riche en protéines et en particulier les protéines caséiques et ce que lui rapproche de la caractéristique du lait bovin;
- ✓ Par ailleurs, les protéines lactosériques semblent affectées, avec un taux moins important en réponse aux changements de système d'élevage camelin, en allant du système d'élevage extensif vers le système d'élevage semi-intensif.

Le présent travail montre que la transition dans le système d'élevage camelin du l'extensif vers le semi-intensif semble avoir un impact important sur la composition de ce lait voir même sur sa qualité nutritionnelle.

Finalement, ce travail nécessite d'autres investigations plus approfondies pour comprendre certains points qui demeurent insuffisamment élucidés. Des analyses physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle doivent être réalisées sur un échantillon plus large comportant des laits individuels, et des laits de mélange collectés dans des régions différentes où les deux types d'élevage coexistent. D'autre part, le recours à des techniques de séparation et d'analyses plus sophistiquées tels que la spectrophotométrie à flamme, l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide, l'HPLC, la CPG et les techniques protéomiques telles que la spectrométrie de masse, le séquençage des protéines... etc., permettra de caractériser d'une manière complète et fiable les productions laitières camelines selon la conduite d'élevage.

Respectives

Respectives

Le présent travail montre que la transition dans le système d'élevage camelin du l'extensif vers le semi-intensif semble avoir un impact important sur la qualité nutritionnelle de ce lait .Il nous donne un lait riche en compositions physico-chimiques très proche du lait de vache .

À partir de là nous proposons d'adopter l'évolution des systèmes de production laitiers du dromadaire. Cette évolution se caractérise par:

- ☒ une spécialisation du troupeau, passant d'une fonction multi-usage à une fonction plus ou moins unique, en l'occurrence, la production laitière;
- ☒ une intensification des moyens de production tant sur les aspects prophylactiques qu'alimentaires;
- ☒ une structuration de la filière autour des centres urbains.

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).** Lactation of camels and composition of milk in Kenya. *Milchwissenschaft*, 42, 368-371.
- **ABU-LEHIA I.H, (1994).** *Recombined camel's powder*. In : « *Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers* », 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **ABU-LEHIA I.H. (1989).** Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. *Food Chem.*, 34, p. 261-272.
- **ABU-TARBOUSH H. M, (1996).** Comparison of growth and proteolytic activity of yogourt starters in whole milk from camels and cows. *Journal Dairy Science.*, 79, 366-371.
- **AGRAWAL R.P., JAIN S., SHAH S., CHOPRA A., & AGARWAL V.(2011).** Effect of camel milk on glycemic control and insulin requirement in patients with type 1 diabetes: 2-years randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65, p. 1048–1052.
- **AGRAWAL R.P., SWAMI S.C., BENIWAL R., KOCHAR D.K., SAHANI M.S., TUTEJA F.C., & GHOURI S.K.(2003).** Effect of camel milk on glycemic control risk factors and diabetes quality of life in type-1 diabetes: a randomised prospective controlled study. *Journal of Camel Practice and Research*,10, p. 45–50.
- **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.
- **AL-ALAWI A.A. et LALEYE L.C. (2011).** Characterization of camel milk protein isolates as nutraceutical and functional ingredients. Collaborative Research Project Sultan Qaboos University United Arab Emirates University.
- **AL-AWADI F.M., & STRIKUMAR T.S. (2001).**Trace elements and their distribution in protein fractions of camel milk in comparison to other commonly consumed milks. *Journal of Dairy Research*, 68, p. 463–469.

- **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.
- **ALOUÏ LOMBARKIA O., GHENNAM E. H., BACHA A. and ABEDEDDAÏM 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.
- **AMIOT J., FOURNIER F., LEBEUF Y., PAQUIN P. et SIMPSON R. (2002).**Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In *Science et technologie du lait : transformation du lait*. Presses internationales Polytechnique, Montréal, P. 1-73.
- **ANNONYME 02. , (1995).** Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, FAO, Rome.NAust. *J. Dairy Techn.*, 41, 33-35.
- **ANONYME. (1980).** Lait et produits laitiers : méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises, (1er éd), AFNOR. Paris. 320p.
- **ATTIA H., KHEROUATOU N. and DHOUIB A. (2001).** Dromedary milk lactic acid fermentation: microbiological and rheological characteristics. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, **26**, 263-270.
- **ATTIA H., KHEROUATOU N., NASRI M. et KHORCHANI T. (2000).** Characterization of the dromadary milk casein micelle and study of its changes during acidification.Lait, 80, p.503-515.
- **AZZA M.K., SALAMA O.A. and EL-SAIED K.M. (2007).**Changes in amino acids profile of camel milk protein during the early lactation. *International Journal of Dairy Science*, 2 (3),p. 226-234.
- **BACHTARZI, N., AMOURCHE, L., & DEHKAL, G. (2015).** Qualité du lait cru destiné à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol 17 no. 1, 34-42.

- **BADIDJA, S., & DJELLABI, F.Z. (2014).** *Etude comparative de la composition physicochimique de lait camelin et humain.* Mémoire de master en sciences biologiques, Université Kasdi Merbah – Ouargla, Algérie.
- **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.(1986).** A camel milk whey protein rich in half-cystine. *European Journal of Biochemistry*, 159, p. 195–201.
- **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.
- **BEKAKRA, A. (2006).** Bilan de cadre des ensembléments période 2001-2005.
- **BEN AISSA, (1987).** Le dromadaire en Algérie Ben Aissa R in Tisserand J.-L. (ed.).Séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire Zaragoza : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 2 1989.
- **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.
- **BENGUETTAIA, H., & LEMLEM, Y. (2013).** *Caractérisation physicochimique et biochimique du lait camelin collecté localement en mi de lactation.* Mémoire de master en sciences biologiques, Université Kasdi Merbah – Ouargla, Algérie.

- **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.
- **BENYAHIA LATIFA et MANSOURI BAKHTA .(2014).** Etude physico-chimique, biochimique et qualité microbiologique du lait camelin cru. Mémoire de Master en Biologie UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA.
- **BESTUZHEVA, K. T. (1958).** Composition of the colostrum and milk of camels. Dairy Sci. Abstr. 20: Abstr. no. 2937.
- **BORCH E., WALLENTINE C., ROSEN M., & BJÖRCK L.(1989).** Antibacterial effect of the lactoperoxydase/thiocyanate/hydrogen peroxide system against strains of Campylobacter isolated from poultry. Journal of Food Protection, 52, p. 638– 641.
- **BORNAZ S., SAHLI A., ATTALAH1 A. et ATTIA H. (2009).** Physicochemical characteristics and renneting properties of camels' milk: A comparison with goats', ewes' and cows' milks. International Journal of Dairy Technology 62, N°4, p. 505-515.
- **BOUDJENAH H.S. (2012).** Aptitudes à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires. Thèse de doctorat en sciences biologiques (option biochimie). Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou (Algérie).
- **BOUGHELLOUT H., CHOISSET Y., RABESONA H., CHOBERT J.M., HAERTLE T, & ZIDOUNE M.N.(2016).** Lait camelin : nouvelle source de protéines pour enfants allergiques aux protéines du lait de vache ? Camel's milk: A new source of proteins for children with cow's milk allergy? Revue Française d'Allergologie,56, p. 344–348.
- **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.

- **BRULE G., LENOIR J. et REMEUF F. (2000).**The casein micelle and milk coagulation.In Cheese making from science to quality assurance. Eck A, Gillis J C, eds. Paris: Lavoisier. p.7-40.
- **CAMPBELL S.M., ROSEN J.M., HENNIGHAUSEN L.G., U STRECH-JURK U., & SIPPEL A.E. (1984).**Comparison of the whey acidic protein genes of the rat and mouse. *Nucleic Acids Research*, 12, p. 8685–8697.
- **CAROLI A.M., CHESSA S., & ERHARDT G.(2009).** Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science*, 92, p. 5335–5352.
- **CAUVET, C. (1925) :** Le chameau Tome 1 : anatomie, physiologie, race, vie et moeurs, élevage, alimentation, maladies, rôle économique. Ed. Baillière et fils, Paris, 784 p.
- **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 en biologie non publié, université de Kasdi Merbah,Ouargla.
- **CORRERA A. (2006).** Thèse de doctorat en écologie et gestion de la biodiversité. Muséum national d’histoire naturelle Paris.
- **CURASSON, G. (1947) :** Le chameau et ses maladies. Vigot frères. Paris. 462p.
- **DAJOZ, R. (1970).** *Précis d’écologie.* Ed. DOUNOD, Paris, p:357.
- **DE ROQUEFORT B. (1829).** Dictionnaire étymologique de la langue française : ou les mots sont classés par familles. Tome 1, Decourchant, Imprimeur-Editeur, Paris.
- **DE WIT J.N., & VAN HOOYDONK A.C.M.(1996).** Structure, functions and applications of lactoperoxidase in natural antimicrobial systems. *Nederlands Melk en Zuiveltijdschrift*, 50, p. 227–244.
- **DIALLO B, (1989).** L’élevage du dromadaire en Mauritanie. In : « *Options Méditerranéennes* », Série Séminaires **02**, 29-32.
- **DIARRA M.S., PETITCLERC D., & LACASSE P.(2002).** Effect of lactoferrin in combination with penicillin on the morphology and the

physiology of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis. *Journal of Dairy Science*, 85, p. 1141–1149.

- **DULL T.J., UYEDA C., STROSBURG A.D., NEDWIN G., & SEILHAMER J.J.(1990).** Molecular cloning of cDNAs encoding bovine and human lactoperoxidase. *DNA Cell Biology*, 9, p. 499–509
- **EARNSHAW R.G., & BANKS J.G.(1989).** A note on the inhibition of *Listeria monocytogenes* NCTC 11994 in milk by an activated lactoperoxidase system. *Letters in Applied Microbiology*, 8, p. 203–205.
- **EL IMAM ABDALLA A., (2012).** Composition and Anti-Hypoglycemic Effect of Camel Milk. In *Proceedings of the 3rd Conference of the International Society of Camelid Research*.
- **ELAGAMY E. I. (2000).** Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo milk proteins. *Food Chemistry*, 68, p. 227-232.
- **EL-AGAMY E.I., NAWAR M., SHAMSIA S.M., AWAD S., et HAENLEIN G.F.W.(2009).** Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children. *Small Ruminant Research*, 82,p. 1-6.
- **EL-AGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. et ASSAF R.(1996).** Purification and characterization of Lactoferrin, Lactoperoxidase, Lysozyme and Immunoglobulins from camel's milk. *Int. Dairy J.*, 6, p. 129-145.
- **El-Agamy E.I., Ruppanner R., Ismail A., Champagne C.P., & Assaf R.(1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective protein. *Journal of Dairy Research*, 59, p. 169–175.
- **El-Agamy E.I.(2000b).** Physico-chemical, molecular and immunological characteristics of camel calf rennet: a comparison with cow's and buffalo rennet. *Journal of Dairy Research*,67, p. 73–81.
- **El-Agamy E.I.(2006).** Handbook of non-bovine mammals. In : Park Y.W., & Haenlein F.W. (Ed.), *Camel milk* (1st edition, Chapter 6). Iowa, USA : Wiley-Blackwell,p. 297–344.
- **El-Agamy E.I.(2009).** Bioactive components in milk and dairy products. In : Park Y.W. (Ed.), *Bioactive components in camel milk* (1st edition, Chapter 6). Iowa, USA : Wiley- Blackwell, p. 159–195.

- **EL-AMIN F.M and WILCOX C.J , (1992)** .Composition of majaher camels . *Journal of Dairy science*,75, (11) ,3155-3157.
- **EL-HATMI H., GIRARDET J. M., GAILLARD J. L., YAHYAOUI M. H. et ATTIA H. (2007)**. Characterization of whey proteins of camel (*Camelus dromedarius*) milk andcolostrums. *Small Ruminant Research*, 70, p. 267-271.
- **El-Hatmi H., Levieux A., & Levieux D.(2006)**. Camel (*Camelus dromedarius*) immunoglobulin G, α -lactalbumin, serum albumin and lactoferrin in colostrum and milk during the early post partum period. *Journal of Dairy Research*,73, p. 1–6.
- **EL-HATMI, H., JRAD, Z., SALHI, I., & KHORCHANI, T. (2015)**. Comparison of composition and whey protein fractions of human, camel, donkey, goat and cow milk. *Mljekarstvo Dairy*, vol 65(3), 159-167. Doi: 10.15567/mljekarstvo.2015.0302
- **ELLOUZE S. and KAMOUN M. (1989)**. Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de la lactation. *Options Méditerranéennes-Série Séminaires-*, 6, 307-311.
- **EREIFEJ K.I., ALU'DATT M.H., ALKHALIDY H.A., ALLI I. et RABABAH T. (2011)**. Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. *Food Chemistry* 127, p. 282-289.
- **EREIFEJ K.I., ALU'DATT M.H., ALKHALIDY H.A., ALLI I. et RABABAH T. (2011)**. Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. *Food Chemistry* 127, p. 282-289.
- **FAO., (2009)**. Camel milk. Retrieved from. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.
- **FAO., (2014)**. Camel milk. Retrieved from. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.
- **FARAH Z, (1993)**. Composition and characteristics of camel milk. *Journal of Dairy research* ,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. Switzerland. Swiss Federal Institute of Technology.
- **FARAH Z. (2011).** Camel milk. Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, 3, p. 512-517.
- **FARAH Z. et ATKINS D. (1992).** Heat coagulation of camel milk. Journal of Dairy Research, 59, p. 229-231.
- **FARAH Z. et RÜEGG M.W. (1989).** The size distribution of casein micelles in camel milk. Food Microstruct., 8, p. 211-116.
- **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., RETTENMAIER R. et ATTKINS D. (1992).** Vitamin content of camel milk. International Journal of Vitamins and Nutrition Research (62), p. 30-33.
- **FARAH. Z., (1993).** Composition and characteristics of camel milk. J. Dairy. Res., 60: 603-626.
- **FARRELL H.M.J.R., JIMENEZ-FLORES R., BLECK G.T., BROWN E.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 .(2003) .** performances et productivité laitière de la chamelle : les donnée de la littérature .a telier sur filière laitière de chameline en afrique ,5-8 novembre , niamey.milk., J. Dairy Res., 52, 303-307 .
- **FAYE B. (2004).** Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature. Lait de chamelle pour l'Afrique. FAO. Rome. P. 7-15.
- **FAYE B. et MULATO O.C., 1991.** Facteurs de variation des paramètres protéoénergétiques, enzymatiques et minérales chez le dromadaire de Djibouti. Rev. Elev. Méd. Vét. Des Pays Trop., 44, 325-334.
- **FAYE B., JOUANY J.P., CHACORNAC J.P. et RATO Von ANAHARY M. (1995).** L'élevage des grands camélidés. Analyse des initiatives réalisées en France. In INRA production animale. n° 8. Volume 1. P 3-17.

- **FAYE B., KONUSPAYEVA G. et LOISEAU G. (2010).** Variability of urea concentration in camel milk in Kazakhstan. *DairySci. Technol.* 90, p. 707-713.
- **FAYE B., KONUSPAYEVA G., MESSAD S. ET LOISEAU G. (2008).** Discriminant milk components of Bactrian camel (*Camelusbactrianus*), dromedary (*Camelusdromedarius*) and hybrids. *Dairy Science and Technology*, 88. P. 607-617.
- **FAYE, B. ; MEYER, C. ; MARTI A. (1999) :** Le dromadaire. CD-Rom. CIRAD Publ., Montpellier, France.
- **FERREIRA I.M.P.L.V.O.(2003).**Quantification of non-protein nitrogen components of infant formulae and follow-up milks: comparison with cows' and human milk. *British Journal of Nutrition*, 90, p. 127–133.
- **FILION M.M. (2006).** Amélioration de la stabilité thermique du lait par modulation du potentiel d'oxydoréduction. Mémoire de maîtrise en sciences et technologie des aliments (grade de maître ès sciences). Faculté des études supérieures de l'université Laval, Québec.
- **GAUCHERON F.(2005).**The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, 45, p. 473– 483.
- **GHENNAM E.H., ALLOUI-LOMBARKIA O., GHENNAM A. (2007).** Evolution de quelques caractères physico-chimiques et flore microbienne du lait de dromadaire conservé aux températures ambiante et de réfrigération. *Renc.Rech.Ruminants*, 14.P. 109.
- **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., et SHERIHA, A.M. (1986).** Composition of Libyan camel milk. *Australian Journal of Dairy Technology*, 41, 33-35.
- **GORBAN A.M.S ; IZZELDIN O.M, (1997).** Mineral content of camel milk and colostrum . *Journal Dairy Techn*, 64, 471-474.
- **GORBAN A.M.S. et IZZELDIN O.M. (2001).** Fatty and Lipids of Camel Milk and Colostrum. *International J. Food Sci. Nutr.*, 52, p. 283-287.
- **GURMESSA J., & MELAKU A. (2012).** Effect of lactation stage, pregnancy, parity and age on yield and major components of raw milk in bred cross Holstein Friesian cows. *Journal of Dairy and Food Sciences*, p. 146–149.

- **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.
- **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.
- **HAROUN B., LALEYE S., CHAHRA L.C.S., FARIDA M-M., SALIHA S.A., & ABDERRAHMANE M.(2012).** Coagulation of camel milk using dromedary gastric enzymes as a substitute of the commercial rennet. *American Journal of Food Technology*, **7**, p. 409–419.
- **HAROUN OMER R. et ELTINAY A. H. (2009).** Changes in chemical composition of camel's milk during storage. *Pakistan Journal of Nutrition*, **8** (5), 607- 610.
- **HENNIGHAUSEN L.G., & SIPPEL A.E.(1982).** Mouse whey acidic protein is a novel member of the family of 'four-disulfide core' proteins. *Nucleic Acids Research*, **10**, p. 2677– 2684.
- **HINZ K., O'CONNOR P.M., HUPPERTZ T., ROSS R.P., & KELLY A.L.(2012).** Comparison of the principal proteins in bovine, caprine, buffalo, equine and camel milk. *Journal of Dairy Research*, **79**, p. 185–191.
- **HOLT C., & JENNESS R.(1984).** Interrelationships of constituents and partition of salts in milk samples from eight species. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **77**, p. 275–282.
- **HORNE D.S. (2003).** Casein micelles as hard spheres: limitations of the model in acidified gel formation. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* **213**, p. 255-/263.
- **JASRA A. et MIRZA M. A. (2004).** Camel production systems in Asia. *ICAR Technical Series n°11*. p. 37-49.
- **JRAD, Z., EL-HATMI, H., FGHIRI, I., ARROUM, S., ASSADI, M., &**

- KHORCHANI, T. (2013).** Antibacterial activity of Lactic acid bacteria isolated from Tunisian camel milk. *African Journal of Microbiology Research*, vol 7(12), 1002-1008.
- **KADA-RABAH MOHAMMED.(2016).** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chameaux (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux régions d'élevage (sud et nord). Mémoire de Master en Biologie Université d'Abou Bekr Belkaid – Tlemcen.
 - **KALAC P., & SAMKOVA E.(2010).** The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: a review. *Czech Journal of Animal Science*,55, p. 521–537.
 - **KAMAL, A.M., SALAMA, O.A., &EL-SAIED, K.M. (2007).** Changes in Amino Acids Profile of Camel Milk Protein During the Early Lactation. *International Journal of Dairy Science*, vol 2, 226-234. Doi : 10.3923/ijds.2007.226.234.
 - **KAMOUN M, (1994).** Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. In : Actes du Colloque « *Dromadaires et chameaux animaux laitiers* »,24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.
 - **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. (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. (1998).** Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. Doctorat Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Suisse.
 - **KAPPELER S., FARAH Z. et PUHAN Z. (1998).** Sequence Analysis of *Camelusdromedarius*milk caseins.*J. DairyRes.*, 65, p. 206-222.

- **KAPPELER S., FARAH Z., et PUHAN, Z. (2003).** 5'-Flanking regions of camel milk genes are highly similar to homologue regions of other species and can be divided into two distinct groups. *Journal of Dairy Science*, 86,p. 498-508.
- **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
- **KARRAY N., LOPEZ C., LESIEUR P. et OLLIVON M. (2004).** Dromedary milk fat: thermal and structural properties 1. Crystalline forms obtained by slow cooling. *Lait*, 84, p.399-416.
- **KARUE, C.N. (1994).** The Dairy Characteristics of Kenyan Camel. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **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.
- **KHECHANA, S.(2014).** *Perspective et méthode de la gestion intégrée des ressources en eau dans une zone hyper-aride. Application sur la vallée d'Oued-Souf (Sud-Est algérien).* Mémoire de Doctorat en Hydrogéologie, Université Badji Mokhtar Annaba.
- **KHEROUATOU N. NASRI M. et ATTIA H. (2003).** A study of the dromedary milk casein, micelle and its changes during acidification. *Brazilian Journal of Food Technology*: 6. P. 237-244.
- **KHORCHANI, T. (2013).** Antibacterial activity of Lactic acid bacteria isolated from Tunisian camel milk. *African Journal of Microbiology Research*, vol 7(12), 1002-1008.
- **KONUSPAYEVA G., FAYE B. et LOISEAU G. (2009).** The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis* 22, p. 95-101.

- **KONUSPAYEVA G., LEMARIE E., FAYE B., LOISEAU G. et MONTET D.(2008).**Fatty acid and cholesterol composition of camel's (Camelus bactrianus, Camelus dromedarius and hybrids) milk in Kazakhstan. Dairy Science and Technology, 88, p. 327-340.
- **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.
- **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.
- **LALAYE L.C., JOBE B., & WASESA A.A.H.(2008).** Comparative study on heat stability and functionality of camel and bovine whey proteins. Journal of Dairy Science, 91, p. 4527–4534.
- **LARSSON-RAZNIKIEWICZ M., & MOHAMED M.A.(1986).** Why difficult to make cheese from camel milk? Proceedings of the 22nd International Dairy Congress, The Hague, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Netherlands, pp. 113.
- **LIU G.L., WANG J.Q., BU D.P., CHENG J.B., ZHANG C.G., WEI H.Y., ZHOU L.Y., ZHOU Z.F., HU H., & DONG X.L.(2009).** Factors affecting the transfer of immunoglobulin G1 into the milk of Holstein cows. The Veterinary Journal, 182, p. 79–85.
- **M., BERNY, E., & OUHSSINE, M. (2009).** Etude physico-chimique et microbiologique de lait crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, vol 148, 7-16.
- **M.A.P. (2003) :** Organisation et amélioration des élevages camélins M.A.P., 2003.
- **MAÂMRI, H., & MEKHLOUFI, S. (2013).** *Caractérisation des extraits gastriques coagulants issus de dromadaire non sevré.* Mémoire de master en sciences biologie, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie.
- **MAHBOUB N., TELLI A., SIBOUKEUR O., BOUDJENAH H.S., SLIMANI N. et MATI A. (2010).** Contribution à l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camélin : étude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines. Annales des Sciences et Technologie (2) N° 1, p. 71-79.

- **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*.
- **MAHBOUB. N (2009)** .Contribution à l'amélioration de la fromageabilité du lait camelin: Etude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines (type présure).Thèse de Magister en sciences Biologiques. Université d'Ouargla.
- **MAL G. ET PATHAK K.M.L., (2010).** Camel milk and milk products. *Milk and milk products. SMVS' Dairy Year Book*, p. 97-103.
- **MAMMERI A., KAYOUCHE F. Z. AND BENMAKHOLOUF A., (2014).** Peri-Urban Breeding Practice of One-Humped Camel (*Camelus Dromedarius*) in the Governorate Of Biskra (Algeria); A New Option. *Journal of Animal Production Advances*, 4(5): 403-415.
- **MATHIEU, J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris: 3-190 (220 pages).
- **MEDJOUR ABDELHAK. (2014).** Etude comparative des caractéristiques physico- chimiques du lait collecté à partir de chameaux (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). 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 UNIVERSITE de TLEMCEN.
- **MEHAIA M. A., HABLAS M. A., ABDEL-RAHMAN K. M. et EL-MOUGY S. A. (1995).** Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, 52, p. 115-122.
- **MEHAIA M.A, (1993).** Fresh soft white cheese (Domiaty type) from camel milk ; composition, yield and sensory evaluation. *Journal Dairy Science*, **6**, 2845-2855.

- **MEHAIA M.A. (1995).** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50, p. 260-263.
- **MEHAIA M.A., & AL-KANHAL M.A.(1992).** Taurine and free amino acids in milk camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft*,47, p. 351–353.
- **MEHAIA M.A., HABLAS M.A., ABDEL-RAHMAN K.M., & EL-MOUGY S.A.(1995).** Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, 52, p. 115– 122.
- **MERIN U., BERNSTEIN S., BLOCH-DAMTI A., YAGIL R., VAN CREVELD 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.
- **MERZOUK, Y. (2014).**Optimisation des conditions de fermentation et de préservation du lait cru de chamelle par les bactéries lactiques adaptées au conditions de stress. Thèse de Doctorat non publié ,Université d'Oran . 126p.
- **MICINSKI J., KOWALSKI I.M., ZWIERZCHOWSKI G., SZAREK J, PIEROZYNSKI B., & ZABLOCKA E.(2013).** Characteristics of cow's milk proteins including allergenic properties and methods for its reduction. *Polish Annals of Medicine*, 20, p. 69–76.
- **MINISTERE DE L'AGRICULTURE, LE DROMADAIRE EN ALGERIE ,CIHEAM – OPTIONS MEDITERRANEENNES MOULAY.M, AGGAD.H, BENMECHERNENE.Z, GUESSAS.B, HENNLJ. ED, KIHAL.M. (2006).** Cultivable Lactic Acid Bacteria Isolated from Algerian Raw Goat's Milk and Their Proteolytic Activity. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 1 (1): 12-18, ISSN 1817-308X
- **MOHAMED A. (1993).**Characterization of camel milk β -casein. Ph.D. Thesis. University of Karachi, Pakistan.
- **MOHAMMAD KAMAL. (2016).** Contribution à l'étude de la structure-texture du lait de chamelle lors de la coagulation et du traitement thermique : comparaison avec le lait de vache.Thèse de docteur en Ingénierie des Fonctions Biologique .Universite d'Artois.
- **NAOUI NABILA. (2013).** Caractérisation microbiologique et moléculaire des bactéries lactiques isolées du lait cru de chamelle. Thèse de Magister en Contrôle et hygiène microbiologique. Université d'Oran.

- **NARJISSE H. (1989).** Nutrition et production laitière chez le dromadaire. CIHEAM-IAMM, Options Méditerranéennes. Série Etudes n° 2. P. 163-166.
- **NUKUMI N., IKEDA K., OSAWA M., IWAMORI T., NAITO K., & TOJO H.(2004).** Regulatory function of whey acidic protein in the proliferation of mouse mammary epithelial cells in vivo and in vitro. *Developmental Biology*, 274, p. 31–44.
- **OCHIRKHUYAG B., CHOBERT J-M., DALGALARRONDO M., CHOISSET Y., & HAERTLE T.(1998).** Characterization of whey proteins from Mongolian Yak, Khainak, and Bactrian camel. *Journal of Food Biochemistry*, 22, p. 105–124.
- **OMAR A., HARBOURNE N., & ORUNA-CONCHA M.J.(2016).** Quantification of major camel milk proteins by capillary electrophoresis. *International Dairy Journal*, 58, p. 31– 35.
- **ORLOV, V. K. et SERVETNIK-CHALAYA G. K. (1981).** Some physical and chemical characteristics of fat and fatty acid composition of lipids of camel milk. *Voprosy Pitaniya*, 5, p. 67–69.
- **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.
- **PAUCIULLO A., SHUIEP E.S., COSENZA G., RAMUNNO L., & ERHARDT G.(2013).** Molecular characterization and genetic variability at κ -casein gene (CSN3) in camels. *Gene*, 513, p. 22–30.
- **PHADUNGATH C. (2005).** Casein micelle structure: a concise review. *Songklanakarin. Journal of Science and Technology*, 27(1), 201-212.
- **PRAJAPATI J.P., PINTO S.V., WADHWANI K.N. et PATEL A.B. (2012).** Utilization of Kachchhi Camel Milk for Manufacturing of Medium Fat Ice Cream. In *Proceedings of the 3rd Conference of the International Society of Camelid Research and Development*. P. 416-418. Muscat, Sultanate of Oman.
- **PRAT M.L. (1993).** L'alimentation du dromadaire. Thèse de Doctorat vétérinaire Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- **PURDY M.A., TENOVUO J., PRUITT K.M., & WHITE JR.W.E.(1983).** Effect of growth phase and cell envelope structure on susceptibility of

Salmonella typhimurium to the lactoperoxidase- thiocyanate-hydrogen peroxide system of milk against Escherichia coli and some Gram-negative pathogens. Infection and Immunity,39, p. 1187–1195.

- **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.
- **QURESHI, T. A. (2005).** Physico-chemical quality of camel milk. Journal of Agriculture and Social Sciences, (2). P. 164-166.
- **RAHLI FOUZIA.(2015).** Valorisation du lait de chamelle par l'exploitation des potentialités technologiques des bacteries lactiques isolées localement. Thèse de doctorat (LMD). Université D'Oran -1-.
- **RAMET J. P. (2001).** The technology of making cheese from camel milk (Camelus dromedary). Animal Production and Health Paper.No. 113. Rome, Italy: F.A.O.
- **RAMET J.P(1993).** La technologie des fromages au lait de dromadaire (*camelus dromedarius*) étude FAO production et santé animale, 113, Rome.
- **RAMET J.P. (1994).** Les aspects scientifiques et technologiques particuliers de la fabrication de fromage au lait de dromadaire. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **RICHARD D. et GERARD D. (1985).** La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). In Conférence internationale sur les productions animales en zones arides. 7-12 septembre 1985, Damas, Syrie. Maisons-Alfort, CIRAD-EMVT, France 16 p.
- **RIVAL S., ATTAL J., DELVILLE-GIRAUD C., YERLE M., LAFFONT P., ROGEL-GAILLARD C., & HOUDEBINE L.(2001).** Cloning, transcription and chromosomal localization of the porcine whey acidic protein gene and its expression in HC11 cell line. Gene,267, p. 37–47.
- **SALEY M, (1993).** *La Production Laitière du Dromadaire*. CIRAD, Ed Maison-Alfort, Paris.

- **SALMEN S.H., ABU-TARBOUSH H.M., AL-SALEH A.A. et METWALLIA.A. (2012).** Amino acids content and electrophoretic profile of camel milk casein from different camel breeds in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 19, p. 177-183.
- **SAMMAN M.A., AI-SALEH A.A. ET SHETHK. (1993).** The Karyotype of the Arabian Camel, *Camelus dromedaries*. *J. King Saud Univ.*, 5, Science (1), p. 57-64.
- **SAWAYA W.N., KHALIL J.K., AL-SHALHAT A., & AL-MOHAMMAD 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.
- **SBOUI, 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.
- **SCHAAFSMA G.(2008).** Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. *International Dairy Journal*, 18, p. 458–465.
- **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 CHAHRA .(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 en Biochimie Appliquée et Biotechnologies. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- **SHAHEIN M.R., & SOLIMAN E.S.(2014).** Fatty acids and amino acids composition of milk and resultant Domiati cheese produced from lactating cows fed different energy and protein sources rations. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 9, p. 184–190.

- **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.
- **SHORI A.B., (2015).** Camel milk as a potential therapy for controlling diabetes and its complications: A review of in vivo studies. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23, p. 609–618.
- **SHUIEP E.S., GIAMBRA I.J., EL-ZUBEIR I.E.M., & ERHARDT G.(2013).** Biochemical and molecular characterization of polymorphisms of α s1-casein in Sudanese camel (*Camelus dromedarius*) milk. *International Dairy Journal*,28, p. 88–93.
- **SIBOUKEUR O. (2005).** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat. INA, Alger.
- **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, A., & SIBOUKEUR, O. (2012).** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin. *AST Annales des Sciences et Technologie*, vol 4, n°2.
- **SKIDMORE J.A. (2005).** Reproduction in dromedary camels: an update. *Anim. Reprod.*,2, N°3, p.161-171.
- **SOUILEM O. ET BARHOUMI K. (2009).** Physiological Particularities of Dromedary(*Camelusdromedarius*) and Experimental Implications. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* **36**, 19-29.
- **STAHL T., SALLMANN H. P., DUEHLMEIER R. et WERNERY U. (2006).** Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrums. *Journal of Camel Practice and Research*, 13, p. 53-57.
- **TAHA N.M., & KIELWEIN G.1990.** Pattern of peptide-bound and free amino acids in camel, buffalo and ass milk. *Milchwissenschaft*,45, p. 22–25.
- **TAYBI, N.O., ARFAOUI, A., & FADLI, M. (2014).** Evaluation de la qualité

microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc. International Journal of Innovation and Scientific Research, vol 9(2), 487-493.

- **TITAOUINE MOHAMMED.(2006).**Considération Zootechniques de l'élevage du dromadaire dans le Sud-Est Algérein : Influence du sexe et de la saison sur certains paramètres sanguins. Thèse de Magister en Departement veterinaire . Université El-Hadj Lakhdar Batna .
- **TOUCH V., HAYAKAWA S., YAMADA S., & KANEKO S.(2004).** Effects of a lactoperoxidase–thiocyanate– hydrogen peroxide system on Salmonella enteritidis in animal or vegetable foods. International Journal Food Microbiology, 93, p. 175–183.
- **VIGNOLA C., (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp : 3-75.
- **WALSTRA P.(1990).**On the stability of casein micelles. Journal of Dairy Science, 73, p. 1965–1979.
- **WALSTRA P., WOUTERS J.T.M., & GEURTS T.J. (2005).** Dairy Science and technology (2nd edition). Floride, USA : Taylor & Francis, pp. 782.
- **WANGO J. (1997).** Chemical and Technological Properties of Camel (Camelusdromedarius) Milk. Diss. ETH Nr. 12295, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland.
- **WANGO J., FARAH Z. et PUHAN Z. (1998 a).** Iso-electric focusing of camel milk proteins. Int. Dairy J.,8, p. 617-621.
- **WARDEH, M. F. DAWA M. (2005).**Camels and dromedaries: general perspectives. ICAR Technical Series n°11. p. 1-9.
- **YAGIL R, (1985).** *The Desert camel ; comparative physiological adaptation.* Ed KARGER, 109-120.
- **YAGIL R. (1982).**Camels and camel milk.In Animal production and health paper n° 26. P. 1-69. Publication FAO. Rome.
- **YAGIL R. et ETZION Z. (1980).** Effect of drought conditions on the quality of camel milk. J. Dairy. Res., 47, 159-166.
- **YAGIL R. et ETZION Z.,(1980a).** Effect of drought conditions on the quality of camel milk.J. Dairy. Res., 47, 159-166.
- **YAGIL R. et ETZION Z., (1980b).** Milk Yields of Camel (Camelus dromedarius). Comp. Biochem. Physiol., 67, 207-209.

Références bibliographiques

- **ZELEKE Z. M. (2007)**. Non genetic factors affecting milk yield and milk composition of traditionally managed camels (*Camelus dromedarius*) in eastern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* , 19 (6).
- **ZHANG *et al*, (2005)**. Citer par KONUSPAYEVA G. (2007).

Annexes

Annexe 01 : La famille des camélidés (KONUSPAYEVA ,2007)



Photo 1. *Camelus dromedarius**



Photo 2. *Camelus bactrianus**



Photo 3. *Camelus ferus***



Photo 4. *Lama glama***



Photo 5. *Lama guanicoe***



Photo 6. *Lama pacos***



Photo 7. *Vicugna vicugna***

Annexe 02: Races algériennes



Figure 01: Dromadaire de la population Châambi (CHETHOUNA., 2010)



Figure 02: Dromadaire de la population Sahraoui (MAMMERI *et al.*, 2014).



Figure 03 : Dromadaire de la population Ouled Sidi Cheikh (MERZOUK, 2014).

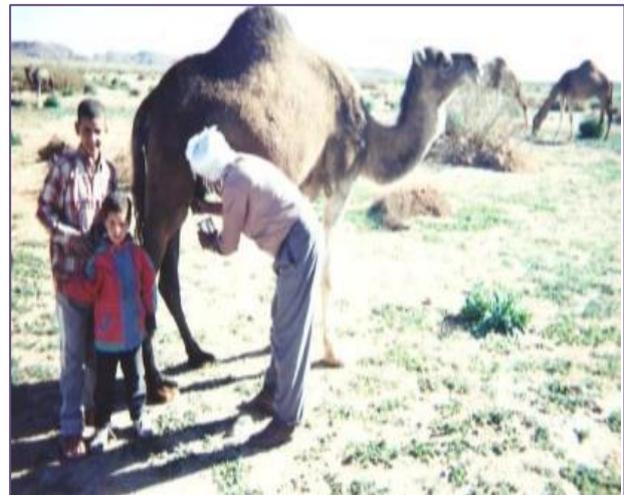


Figure 04 : Dromadaire de la population Ait Khebbach (ANONYME, 1980).



Figure 05: Dromadaire de la population Steppe (CHETHOUNA, 2010).



Figure 06 : Dromadaire de la population Targui (MAMMERI *et al.*, 2014)



Figure 07: Dromadaire de la population Berberi (ANONYME,1980).



Figure 08 : Dromadaire de la population Reguibi (En ligne : http://camelides.cirad.fr/fr/actualites/archives/dossier_mois13_5.html)

Annexe 03 : Mesure du pH du laits selon la méthode électrométrique décrite par AFNOR, (1980)

1-Appareillage et réactifs :

- 50 ml de lait cru
- PH- mètre
- bécher de 100 ml.

2-Mode opératoire :

- Introduction de l'électrode du pH-mètre préalablement étalonné dans un bécher contenant 100 ml de lait cru à 20°C.

La valeur affichée sur l'écran de l'appareil correspond au pH du lait à 20°C.



Mesure de pH par PH- mètre (Photo originelle, 2019)

Annexe 04 : Mesure de la densité par thermo-lactodensimétrie (thermo-lactodensimètre marque Nathia) (NA1832 : 1991)

Protocole

1-Matériels

- Thermo-lactodensimétrie ;
- Une éprouvette ou un bécher allonger 100 ml.

2-Principe

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

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).

L'introduction de l'aréomètre dans l'éprouvette pleine de lait doit provoquer un débordement de liquide ; ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gênaient la lecture, et il place la zone de lecture au-dessus du plain supérieur de l'éprouvette.

Il faut absolument éviter de déterminer la densité d'un échantillon qui ne déborderait pas après l'introduction de l'aréomètre.

Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale. Il est recommandé de le plonger dans le bain marie à 20 °C, en introduisant le thermomètre.

Plonger doucement l'aréomètre dans le lait et le laisser pendent 30s à 1 mn avant d'effectuer la prise de la graduation ; cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, en lisant la température.

4-Expression des résultats

La densité est lue directement sur le densimètre.

5- Corrections

Si le lactodensimètre est lecture doit être faite de façon suivante :

-Si la température du lait au moment de la mesure est supérieure à 20°C ; augmenter la densité lue de 0.2 par degré au-dessus de 20°C.

Exemple1 : si $T^{\circ} = 23^{\circ}\text{C}$, $D = D_0 + 0.2$. (23 -20)

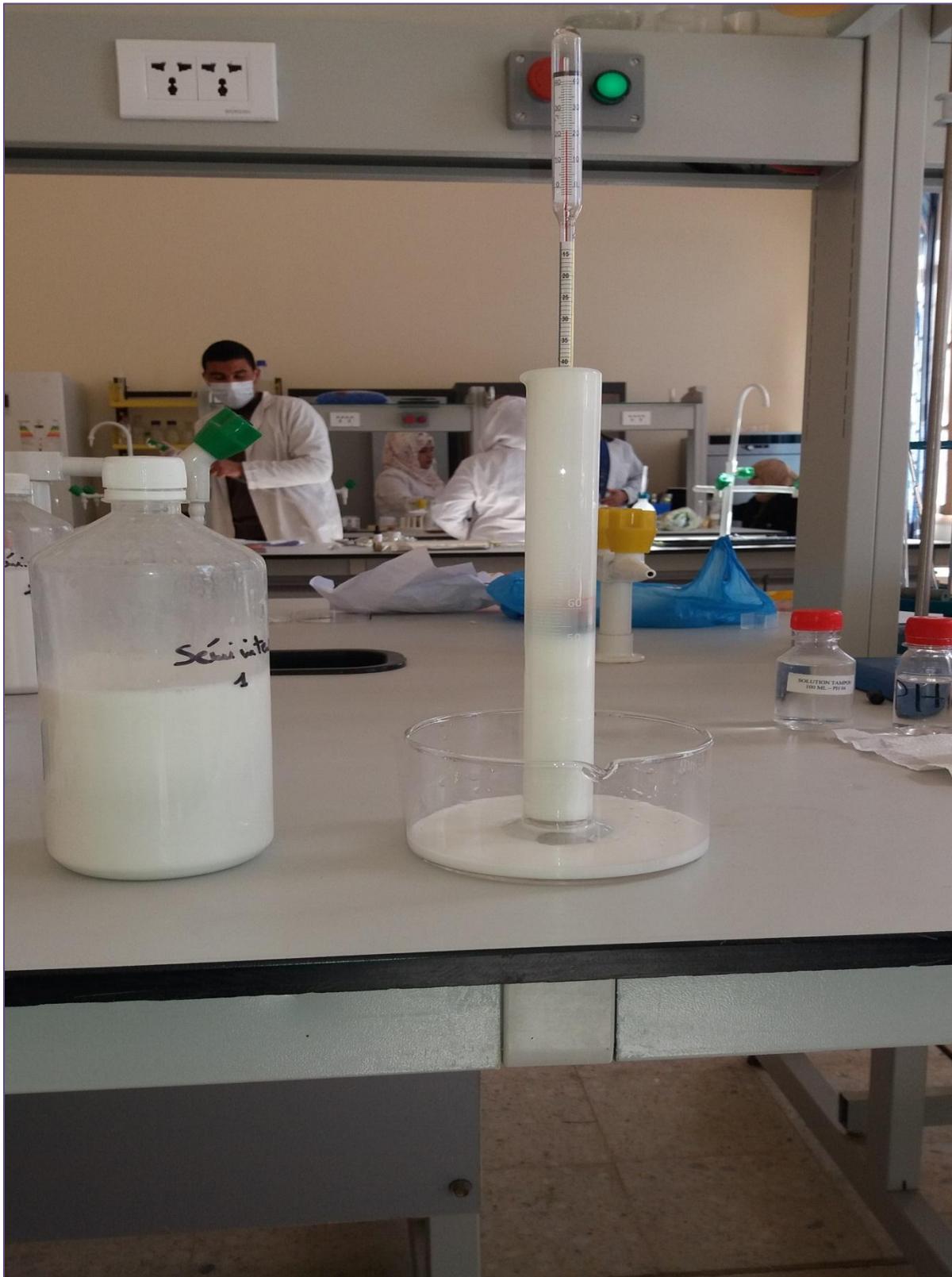
-Si la température du lait au moment de la mesure est inférieure à 20°C ; diminuer la densité lue de 0.2 par degré au-dessous de 20°C.

Exemple 2 : si $T^{\circ} = 15^{\circ}\text{C}$, $D = D_0 - 0.2$. (20-15)

Où : T : Température lue sur l'aréomètre (lactodensimètre).

D_0 : la densité sur l'aréomètre (lactodensimètre).

D : la densité réelle du lait.



Mesure de la densité par thermo-lactodensimétrie (thermo-lactodensimètre marque Nathia) (Photo originelle, 2019).

Annexe 05 : Détermination de l'acidité Dornic (acidité titrable)

Protocole

Norme Française 04-206 (Janvier 1969).

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

1-Matériels et produits

- 10 ml du lait entier ;
- Phénolphthaléine à 1% dans l'alcool à 95% ;
- La soude Dornic (N/9) (0.11 N);
- Un bécher de 100 ml ;
- Burette de 50 ml (graduée en 0,05 ml) ;
- Pipette jaugée à 10 ml.

2-Principe

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

3-Mode opératoire

Un échantillon précis de 10 ml de lait est placé dans un bécher de 100 ml en présence de 0,1 ml de phénolphthaléine à 1% dans l'alcool à 95%. La soude Dornic (N/9) est ajoutée à la burette jusqu'au virage au rose. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes. Dans ces conditions, l'acidité exprimée en degrés Dornic est équivalente au nombre de dixièmes de ml de soude Dornic versée pour avoir le virage de l'indicateur. C'est-à-dire par exemple 1,8 ml \times 10 = 18 °D.



Acidité Dornic (bécher T : lait témoin, bécher R3 : Après titrage « virage au rose »)
(Photo originelle, 2019).

Annexe 06 : Détermination de la teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée (NF V 04-207 de septembre 1970)

Protocole

1- Principe

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

2- Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et notamment :

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai, de (forme cylindrique, à fond bien plat, de 55 à 60 mm de diamètre et de 20-25 mm de hauteur de préférence avec couvercle ;
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des Ouvertures circulaires, d'un diamètre inférieur de 5 mm à celui des capsules employées ; celles-ci sont posées d'une manière à obturer entièrement les ouvertures. La distance entre les couvercles et le niveau de l'eau doit être de 5 à 6 cm ;
- Etuve à $103\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Appareil de refroidissement en atmosphère ne permettant pas de reprise d'humidité, par exemple dessiccateur, contenant un agent déshydratant efficace ;
- Balance analytique ;
- Eventuellement : Pipettes à lait de 5 ml.

3- Mode opératoire

Prise d'essai

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

Détermination

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

Mode de calcul et formule

La matière sèche, exprimée en grammes, par litre de lait, est égale à : $(M1 - M0) / 1000/V$.

La matière sèche du lait, exprimée en pour cent en masse est égale à :

$$\frac{(M1 - M0) \times 100}{(M2 - M0)}$$

$$\frac{(M1 - M0) \times 100}{(M2 - M0)}$$

Où

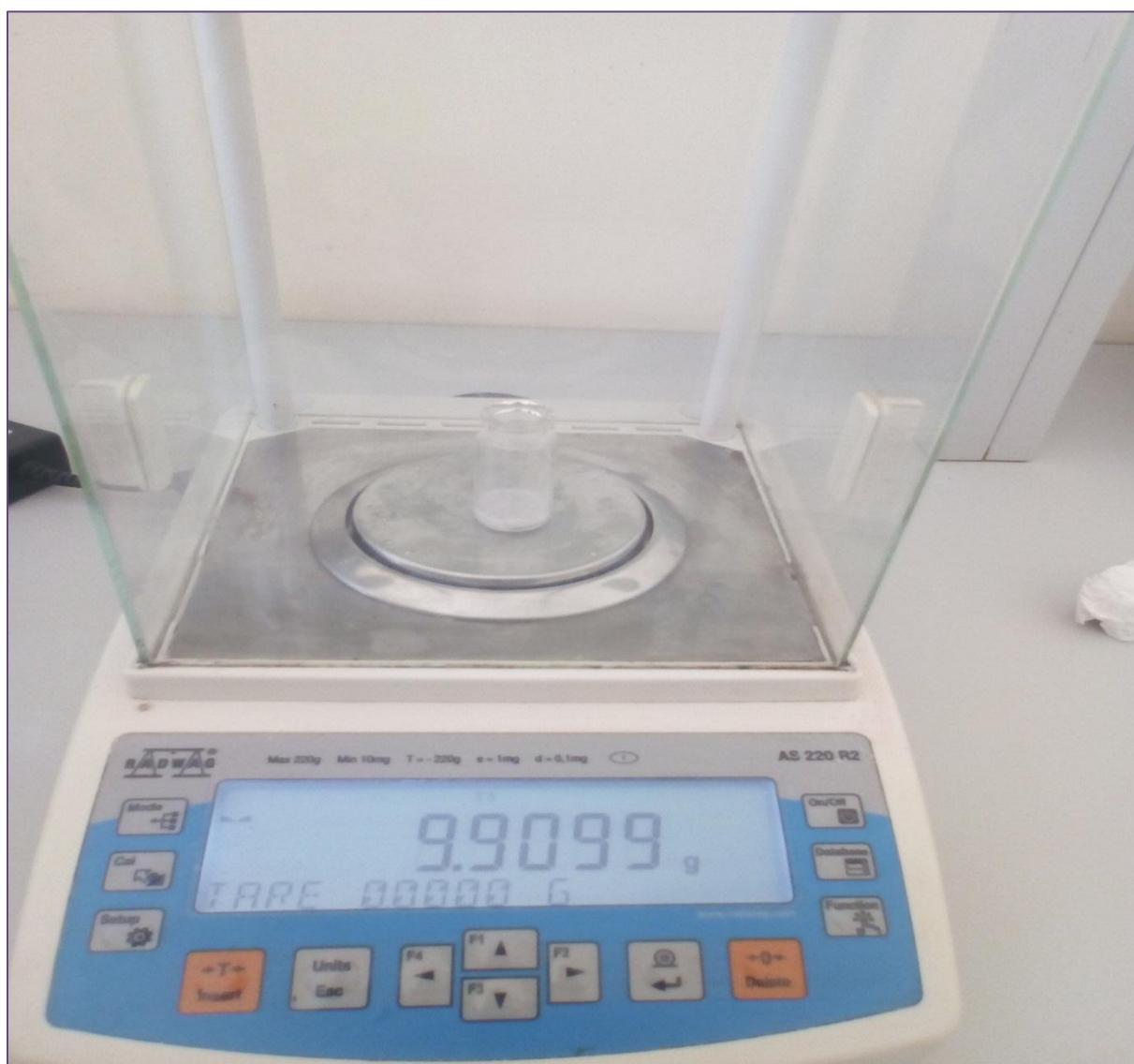
M0 est la masse, en grammes, de la capsule vide ;

M1 est la masse, en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement ;

M2 est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai ;

V est le volume, en millilitres, de la prise d'essai.

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



La teneur en matière sèche totale et en matière sèche dégraissée (Photo originale, 2019).

Annexe 07 : Détermination de la teneur en cendres (NF V 04-208 d'octobre 1989)

1- Principe

Incinération de la matière sèche à $525\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ dans un lent courant d'air et pesée du résidu obtenu.

2- Appareillage

Matériel courant de laboratoire et notamment :

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

3- Mode opératoire

Préparation de la capsule

Chauffer la capsule dans le four électrique réglé à $525\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ durant 30 min. Placer la capsule dans le dessiccateur et l'y laisser refroidir à la température de la salle des balances.

Peser à 0.1 mg près.

Prise d'essai

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

Amener à dessiccation complète au bain d'eau bouillante.

4- Détermination

Placer la capsule dans le four électrique réglé à $525\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$, et chauffer durant 2 à 3 heures jusqu'à disparition complète des particules charbonneuses dans la capsule. Placer la capsule dans le dessiccateur et l'y laisser refroidir à la température de la salle des balances. Peser à 0,1 mg près.

Répéter les opérations de chauffage au four électrique, de refroidissement et pesée jusqu'à ce que la masse reste constante à 1 mg près ou commence à augmenter. Noter la masse minimale.

Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

5- Expression des résultats

Mode de calcul et formule

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

M2-M0x100/M1-M0

Où

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

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

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

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

Annexe 08 : Dosage de la matière grasse (méthode de GERBER, acido-butyrométrie) (AFNOR, 1985)

1-Principe

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

Obtention de la teneur en matière grasse (en grammes pour 100 g ou 100 ml de lait) par lecture directe sur l'échelle du butyromètre (Figure).

2-Réactifs

- Acide sulfurique concentré $\rho_{20} = 1.820 \pm 0.005$ g/ml, incolore ou à peine ambré ne contenant aucune impureté pouvant agir sur le résultat ;
- Alcool amylique $\rho_{20} = 1.813 \pm 0.005$ g/ml.

3-Appareillage

- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié ;
- Pipette à lait ;
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer $10.0 \text{ ml} \pm 0.2 \text{ ml}$ d'acide Sulfurique ;
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer $1.00 \text{ ml} \pm 0.05 \text{ ml}$ d'alcool Amylique ;
- Centrifugeuse GERBER, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie d'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à ± 50 tr/mn maximum près ;
- Bain d'eau à la température de $65^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$;
- Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.

4- Mode opératoire

a- Préparation du butyromètre à la prise d'essai

- A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique, mesurer 10 ml d'acide sulfurique et les introduire dans le butyromètre ;
- Retourner doucement trois ou quatre fois le récipient contenant l'échantillon préparé ;

- Prélever immédiatement à la pipette à lait le volume fixé de lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide ;
- A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique mesurer 1ml d'alcool amylique et l'introduire dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides ;
- Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

b- Dissolution des protéines

- Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

C- Centrifugation

- Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 2 minutes puis maintenir cette vitesse pendant 4 minutes.

d- Lecture

- Placer le butyromètre dans un bain d'eau à $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 2 à 3 minutes ;
- Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas, ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche ;
- Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse coïncidant avec le point le plus bas du ménisque.

5- Expression des résultats

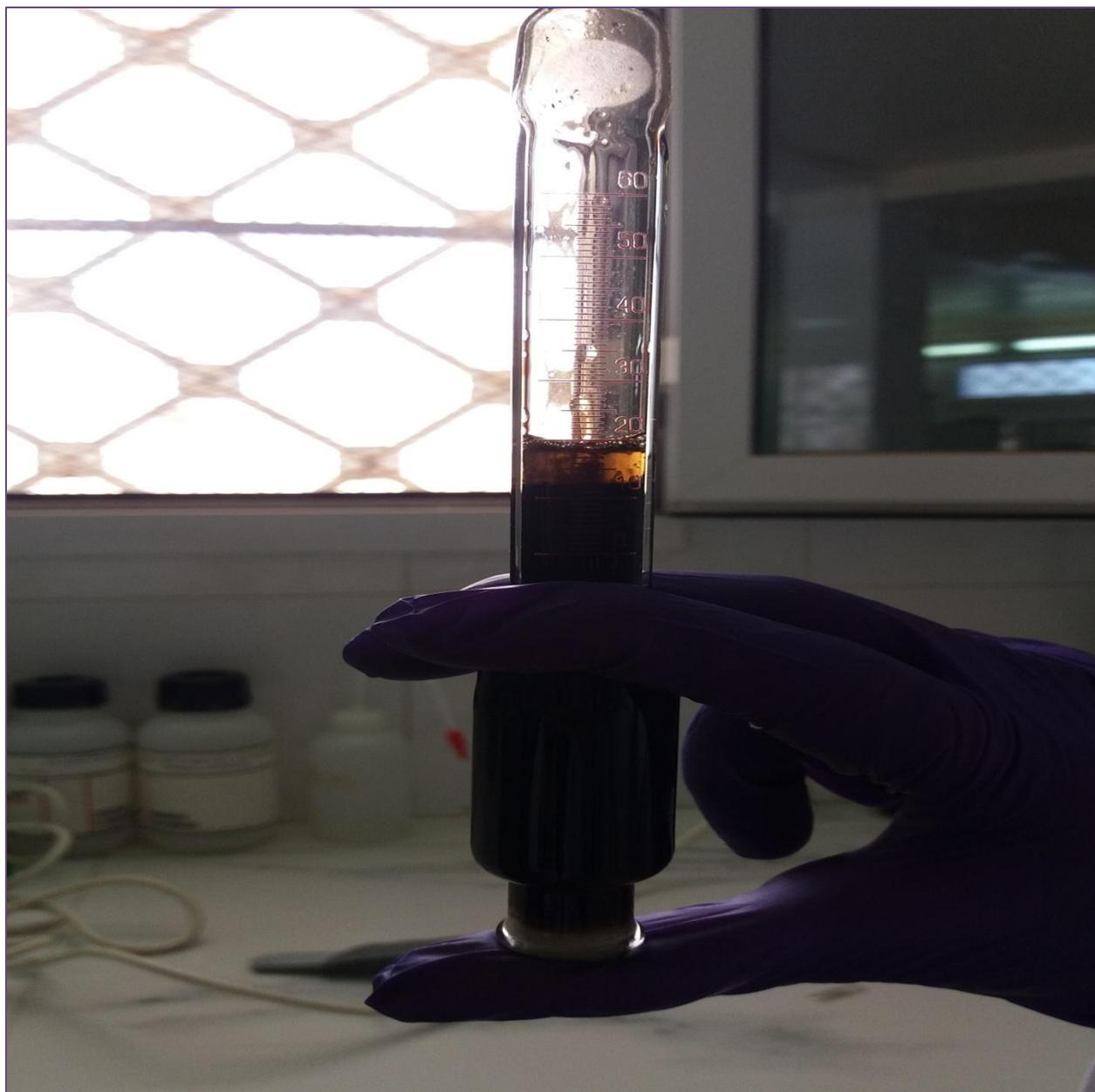
La teneur en matière grasse de lait est :

B – A où :

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

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

La teneur en matière grasse est exprimée, soit en gramme pour 100g de lait, soit en grammes pour 100ml.



la teneur en matière grasse (Photo originelle, 2019)

Annexe 09 : Détermination de la teneur en lactose par la méthode de la liqueur de Fehling

1- Solutions

Solution aqueuse d'hexacyanoferrate II de potassium hydraté

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

Solution aqueuse d'acétate de zinc hydraté

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

Solution cuivrique

- sulfate de cuivre II hydraté ($\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$) à 4% 5 P/V.....40g
- acide sulfurique ($d(20) = 1,83$).....2ml
- eau distillée (qsp).....1000ml

Solution tartro-alkaline

- tartre double de sodium et de potassium ($\text{Na K}(\text{H}_4\text{C}_4\text{O}_6), 4\text{H}_2\text{O}$).....200g
- hydroxyde de sodium (NaOH).....150g
- eau distillée (qsp).....1000ml

Solution étalon lactose

- lactose.....5g
- eau distillée (qsp).....1000ml

2-mode opératoire

Défécation

Dans une fiole jaugée de 50 ml, introduire successivement :

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

Réduction de la liqueur de Fehling

Dans une fiole Erlen Meyer, introduire :

- 10ml de solution cuivrique ;
- 10ml de solution tartro-alkaline ;
- agiter et porter à ébullition ;
- verser ensuite, goutte à goutte le filtrat (solution S) à l'aide d'une burette en maintenant à l'ébullition jusqu'à l'apparition d'un précipité rouge brique ;
- lire le volume sur la burette (chute de burette), soit V_2 en ml.

Etalonnage de liqueur de Fehling

L'étalonnage est fait à l'aide d'une solution étalon de lactose de concentration $C_1 = 5\text{g/l}$. Elle correspond à une chute de burette V_1 (ml).

3- Expression des résultats

La concentration en lactose inconnue C_2 , est donnée par la relation suivante :

$C2 = (C1 \times V1 / V2) \times d$. Où d est le coefficient de dilution.

Annexe 10 : Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY *et al.* (1951)

1-Solutions

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

Solution A : Na₂CO₃ à 2% (p / v) dans de l'eau distillée.

Solution B : CuSO₄ 5H₂O à 1% (p / v) dans de l'eau distillée.

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

2. Solution de NaOH (2N).

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

Gamme d'étalon

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

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

2-Méthode

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

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

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

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

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

4- Lire l'absorbance à 750 nm si la concentration en protéine était inférieure à 500 $\mu\text{g/ml}$ ou à 550 nm si la concentration en protéine était comprise entre 100 et 2000 $\mu\text{g/ml}$.

3- Expression des résultats :

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



Dosage des protéines du lait par la méthode de Lowry (1951). Coloration de la solution protéique après l'ajout de réactif de Folin-Ciocalteu (Photo originelle, 2019).

Intitulé : Etude comparative de la qualité nutritionnelle du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*) entre deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif)

Résumé :

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*) est un animal particulièrement adapté aux rudes conditions des régions arides et semi-arides. Il produit un lait de haute valeur nutritionnelle, riche en molécules antibactériennes (lysozymes, protéines de reconnaissance du peptidoglycane, lactoperoxydase, lactoferrine et etc.), malgré sa richesse et sa production non négligeable, il demeure un produit relativement peu consommé et peu transformé, car insuffisamment étudié et mis en valeur.

Le régime alimentaire de cet animale influence plus ou moi largement ces propriétés, de cet effet, certains chameliers de la wilaya d'El-Oued ont entrepris un nouveau mode d'élevage camelin (le système d'élevage semi-intensif) qui se base en particulier sur une semi-stabulation et une introduction d'une nouvelle alimentation « une alimentation dite artificielle ».

Dans cette étude, nous avons essayé d'étudier les changements qui touchent aux certains éléments de la composition chimique du lait en réponse à la transition de système d'élevage (du système extensif « dite naturelle pour cette espèce » vers le système d'élevage semi-intensif).

En vue de cela, Une analyse comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait camelin a été faite entre ces deux modes d'élevage (extensif et semi-intensif). Où 9 échantillons de lait ont été collectés sur des chameaux en élevage semi-intensif dans de ferme qui se situe de la commune d'El Oued , et 9 échantillons de lait des chameaux conduites selon le système extensif dans de ferme qui se situe de la commune de Hassi Khalifa . en utilisant le lait bovin comme référence.

Ainsi, le pH, l'acidité, la densité, l'extrait sec total, l'extrait sec dégraissé, le taux des cendres, la teneur en matière grasse, la teneur en lactose et la teneur en protéines, ont été établis.

Ces analyses ont montré que la transition du système d'élevage extensif vers le semi-intensif a un impact sur la qualité physico-chimique du lait camelin.

Des modifications touchant en particulier : l'acidité, la teneur des protéines lactosériques, qui ont été relevés moins importants dans le système d'élevage semi-intensif. En revanche, la teneur en matière sèche totale, matière grasse, cendres, caséines qui semblent plus importantes.

Enfin, l'étude montre que la teneur en lactose qui ne change presque guère pour les deux types du lait.

Mots clés : lait, *Camelus dromedarius*, parcours, système d'élevage, extensif, semi-intensif, analyses physicochimique, El-Oued.

ملخص :

(*Camelus dromedarius*) الجمل العربي هو حيوان تناسب بشكل إستثنائي مع الظروف القاسية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. ينتج حليب ذو قيمة غذائية عالية وغني بالجزئيات المضادة للجراثيم (بروتينات التعرف على ببندوغليكان، الليوزيمات، اللاكتوبيروكسيداز، اللاكتوفيرين... إلخ) ، على الرغم من غنائه و إنتاجه المعتبرين، إلا انه يبقى منتج قليل الإستهلاك وقليل التحويل نسبيا لأن دراسته غير كافية كما أنه يعتبر غير مئمن نسبيا. النظام الغذائي لهذا الحيوان يؤثر أكثر أو لي حد كبير على هذه الخصائص ، لهذا الغرض ، بدأ بعض سائقي الإبل في ولاية الواد نظاماً جديداً لتربية الإبل (نظام التربية شبه المكثفة) الذي يعتمد بشكل خاص على نظام غذائي جديد شبه محصورة وإدخال "ما يسمى النظام الغذائي الاصطناعي".

في هذه الدراسة ، حاولنا دراسة التغييرات التي تؤثر على عناصر معينة من التركيب الكيميائي للحليب استجابة للانتقال من نظام الزراعة (من ما يسمى النظام "الطبيعي" لهذا النوع) إلى نظام الزراعة. شبه مكثفة).

في ضوء ذلك ، تم إجراء تحليل مقارنة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لحليب الإبل بين هاتين الطريقتين الزراعتين (الشامل وشبه المكثف). حيث تم جمع 9 عينات من حليب الإبل شبه المكثف من مزرعة تقع في بلدية الواد ، و 9 عينات من حليب الإبل التي أجريت في إطار نظام شامل من مزرعة تقع في بلدية حاسي خليفة ، باستخدام الحليب البقري كمرجع.

وبالتالي ، تم إنشاء درجة الحموضة ، الحموضة ، الكثافة ، المواد الصلبة الكلية ، المواد الصلبة منزوعة الدهون ، محتوى الرماد ، محتوى الدهون ، محتوى اللاكتوز ومحتوى البروتين.

هذه التحاليل أظهرت أن الانتقال في نظم التربية من الموسعة إلى شبه المكثفة له تأثير على الخصائص الفيزيوكيميائية والبيوكيميائية.

التغييرات التي تؤثر على وجه الخصوص: الحموضة ، ومحتوى بروتين مص للبلن ، والتي وجدت أقل أهمية في نظام التربية شبه المكثفة. في المقابل ، فإن محتوى المادة الجافة الكلية ، الدهون ، الرماد ، الكازين يبدو أكثر أهمية. أخيراً ، توضح الدراسة أن محتوى اللاكتوز لا يكاد يتغير لكلا النوعين من الحليب.

الكلمات المفتاحية : الحليب ، *Camelus dromedarius* ، النباتات ، نظام التربية موسعة، شبه المكثف ، التحليلات الفيزيائية والكيميائية ، الوادي.