

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Science de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté par : Benguettaia Hanane

Lemlem Yamina

Thème

**Caractérisation physicochimique et biochimique du lait camelin
collecté localement en mi de lactation**

Soutenu publiquement

le : 01 /07 /2013

Devant le jury :

Président	Mme BAYOUSSEF Zahia	Maitre de conférences B	UKM Ouargla
Encadreur	Mme SIBOUKEUR Oumelkheir	Maitre de conférences A	UKM Ouargla
Co-promoteur	Mr. NILI Mohamed Seghir	Maitre de conférences B	UKM Ouargla
Examineurs	Mlle MIMOUNI Yamina	Maitre Assistante A	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2012 /2013

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*A mon très cher père qui m'a toujours
soutenu, et a été toujours présent pour moi.*

*A la plus chère au monde, ma mère qui a
toujours m'encouragé durant mes études.*

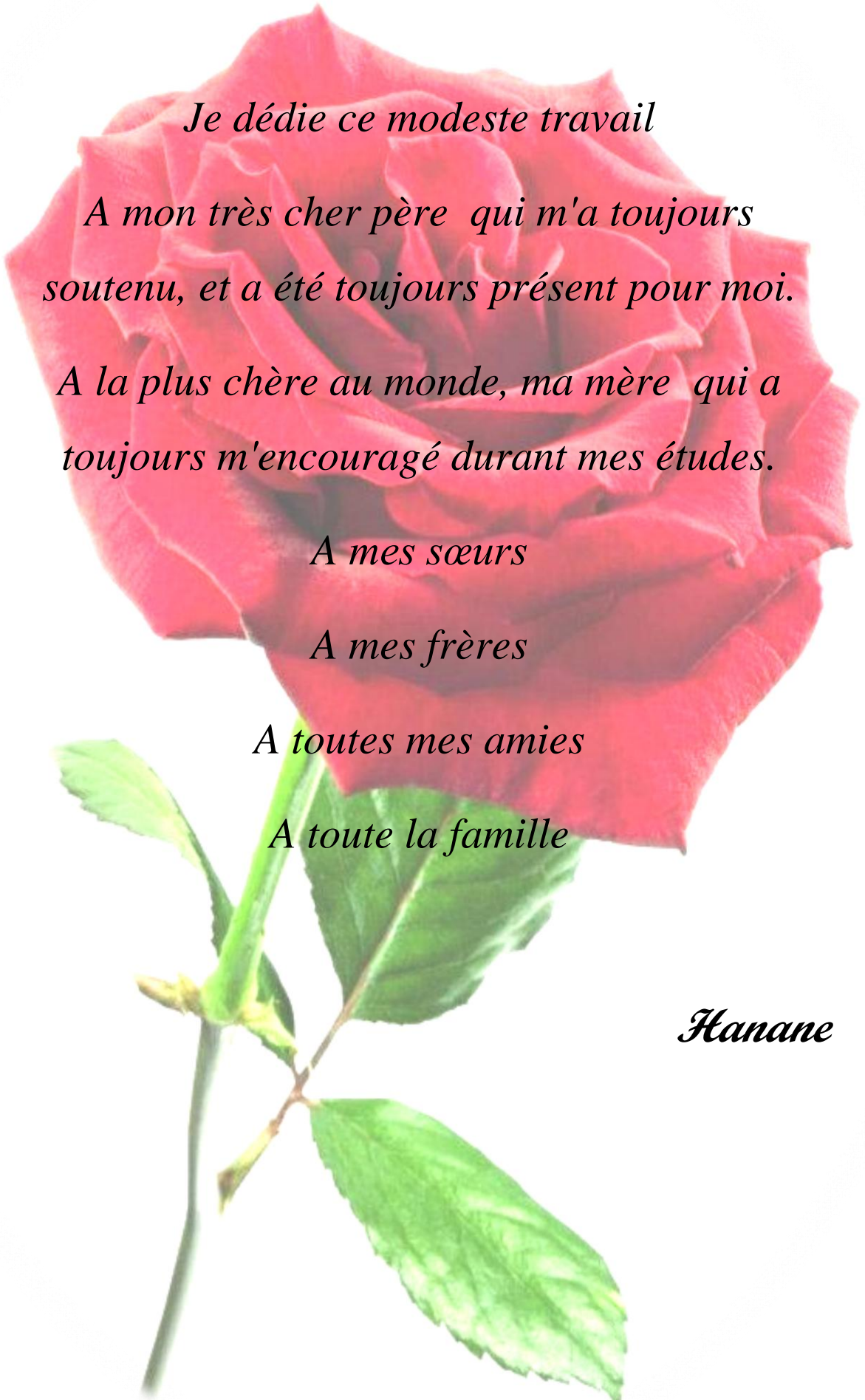
A mes sœurs

A mes frères

A toutes mes amies

A toute la famille

Hanane



Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Ma très chère mère ;

La mémoire de mon père ;

Mes frères et sœurs ;

Toute ma famille ;

Tous mes chers amis.

Yamina

Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de m'avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de m'avoir permis de finaliser se travail dans de meilleurs conditions.

Je tiens à remercier ma promotrice Madame **SIBOUKEUR Oum-el-kheir**, Maître de conférences A à l'Université K.M. Ouargla, pour l'honneur qu'elle m'a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Je remercie particulièrement Monsieur **NILI Mohamed Seghir** maitre de conférences B de l'Université K.M. Ouargla pour m'avoir proposé ce sujet et m'avoir guidé tout au long de la réalisation de ce travail.

Je tiens également à présenter mes plus vifs remerciements à Madame **BAYOUSSEF Zahia** Maitre de conférences B de l'Université K.M. Ouargla, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider la commission d'examen de cette thèse.

Je tiens également à présenter mes plus vifs remerciements à Mademoiselle **MIMOUNI Yamina**, Maitre Assistante A de l'Université K.M. Ouargla pour l'honneur qu'il ma fait en acceptant d'examiner ce travail.

Enfin, je remercie, tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Résumé

La composition physicochimique du lait de chamelle est variable selon l'alimentation des animaux, les conditions environnementales ainsi que la période de lactation. Dans le but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et la composition biochimique du lait de chamelle collecté localement en mi-lactation, le lait camelin a été comparé à celui bovin et caprin au même stade de lactation. Ainsi nous avons procédé à la détermination du pH, de l'acidité titrable, de la densité, de l'extrait sec total, des teneurs, en cendres, en matière grasse, en protéines et en vitamine C. Les résultats obtenus montrent que le pH du lait camelin collecté pendant cette période de lactation est légèrement plus faible ($\text{pH}=6.37\pm 0,04$) par rapport aux laits bovin et caprin au même stade de lactation. Son acidité Dornic est égale à $19,50\text{ }^{\circ}\text{D} \pm 0,50$. Elle est relativement élevée par rapport aux laits bovin et caprin. La densité du lait camelin (1.025 ± 0.002) paraît légèrement plus faible par rapport aux autres laits analysés. Parallèlement, les analyses montrent que le lait camelin collecté pendant cette période de lactation, contient un taux en cendres ($6.66\text{g/l} \pm 2.88$) comparable à celui contenu dans les laits bovin et caprin. La teneur en matière sèche totale de ce lait est égale à $103,73\text{ g/l} \pm 11.56$. Elle semble plus faible par rapport à celles des laits bovin et caprin. Le lait camelin contient aussi une teneur en matière grasse ($26.7\text{g/l} \pm 2.91$) légèrement plus faible par rapport à celles des autres laits analysés. La teneur en protéines de lait de chamelle ($23.3\text{g/l} \pm 0.35$) est plus élevée que celle des laits bovin et caprin. Ce lait comprend aussi une teneur en vitamine C égale à $16.27\text{ mg/l} \pm 2,59$. Elle paraît légèrement plus élevée que des autres laits analysés.

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

ملخص

التركيب الفيزيوكيميائي لحليب الإبل يختلف حسب تغذية الحيوانات و الظروف البيئية بالإضافة إلى مرحلة الرضاعة. بهدف تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية والتركيب البيوكيميائي لعينات حليب الإبل التي تم جمعها محليا في منتصف الرضاعة، تمت مقارنة حليب النوق بنظيره البقري والمعزي في نفس المرحلة من الرضاعة. لذلك انتقلنا إلى تحديد ال pH، الحموضة، الكثافة، المواد الصلبة، الرماد، الدهون، البروتين، و الفيتامين C. وتبين النتائج أن pH حليب الإبل الذي تم جمعه خلال هذه الفترة من الرضاعة كان أقل قليلا ($pH = 6.37 \pm 0.04$) مقارنة مع حليب الأبقار وحليب الماعز في نفس المرحلة من الرضاعة. الحموضة Dornic تساوي 19.50 ± 0.50 ° D فهي مرتفعة نسبيا مقارنة مع حليب الأبقار وحليب الماعز. كثافة حليب الإبل (1.025 ± 0.002) تبدو أقل قليلا مقارنة بأنواع الحليب الأخرى التي تم تحليلها. وفي الوقت نفسه، يبين التحليل أن حليب الإبل الذي جمع في منتصف فترة الرضاعة، يحتوي على معدل رماد (6.66 غ/ل ± 2.88) يبدو مماثل لذلك الوارد في حليب الأبقار والماعز. مجموع المواد الصلبة في الحليب يساوي 103.73 غ / لتر ± 11.56 يبدو منخفض مقارنة مع الحليب البقر والماعز. يحتوي حليب الإبل أيضا على نسبة الدهون تساوي 26.7 غ/ل ± 2.91 أقل قليلا من الموجودة في أنواع الحليب الأخرى التي تم تحليلها. محتوى البروتين في حليب الإبل (23.3 غ/ل ± 0.35) أعلى من الموجود في حليب الأبقار وحليب الماعز. هذا الحليب يحتوي أيضا على نسبة من الفيتامين C تعادل 16.27 ملغ / لتر ± 2.59 تبدو أعلى قليلا من أنواع الحليب الأخرى التي تم تحليلها.

كلمات دالة: منتصف الرضاعة، حليب الإبل، البقر، الماعز، الفيزيوكيميائي، البيوكيميائي.

Abstract

The physicochemical composition of camel milk is variable according to the food of the animals, the environmental conditions as well as the period of lactation. In order to determine the physico-chemical characteristics and biochemical composition of camel milk collected locally in mid-lactation, camel milk has been compared to bovine milk and caprine milk at the same stage of lactation. So we proceeded to determine the pH, the titratable acidity, the density, the total dry matter, and the contents of fat, of protein and of vitamin C. The results show that the pH of camel milk collected during this lactation period was slightly lower ($\text{pH} = 6.37 \pm 0.04$) compared to bovine and caprine milk at the same stages of lactation. Dornic acidity is equal to $19.50^\circ \pm 0.50$ D. It is relatively high compared to bovine milk and caprine milk. The density of camel milk (1.025 ± 0.002) seems slightly lower compared to other milks analyzed. In parallel, the analyzes show that the camel milk collected hang the lactation period, contains a rate ashes ($6.66\text{g} / \text{l} \pm 2.88$) appears comparable to that contained in the bovine and caprine milk. The total dry matter content of milk is equal to $103.73\text{ g} / \text{l} \pm 11.56$. It seems low compared to those of bovine and caprine milk. The camel milk also contains a fat content ($26.7\text{g} / \text{l} \pm 2.91$) slightly lower than other milks analyzed. The protein content of camel milk ($23.3\text{g} / \text{l} \pm 0.35$) is higher than that of cattle and goat milk. This milk also including a vitamin C content equal to $16.27\text{ mg} / \text{l} \pm 2.59$. It seems slightly higher than other milks analyzed.

Key words: mid-lactation, camel milk, bovine, caprine, physico-chemical, biochemical.

Liste des abréviations

Abréviation	signification
AFNOR	Association Française de Normalisation
B-CN	Béta caséine
BSA	Albumine sérique bovine
D.O	Densité Optique
D°	Degré Dornic
F.A.O	Food and agricultur organisation of the united nations
R	coefficient de corrélation
α S1-CN	Alpha S1 caséine
α S2-CN	Alpha S2 caséine
K-CN	Kappa caséine

Liste des tableaux

N°	Intitulé	page
I	Production laitière moyenne (l/j) selon le stade de lactation et le pic de lactation (SIBOUKEUR, 2007).	22
II	Composition chimique globale (%) du lait de chamelle (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007); comparaison avec le lait de vache.	24
III	Composition en vitamines ($\mu\text{g}/\text{kg}$) du lait de chamelle, (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007); comparaison avec le lait de vache.	26
IV	Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007) ; comparaison avec le lait de vache.	24
V	Distribution des teneurs en azote ($\text{mg}/100\text{ml}$) des laits de dromadaire et de vache (MEHAIA et ALKANHAL, 1992 cité par MAHBOUB, 2009)	28
VI	Concentration moyenne des protéines du lait de différentes espèces en (mg/l) (KAPPELER <i>et al</i> , 2003) cité par BOUDJNAH.	30
VII	Caractérisation physico-chimiques des échantillons de lait camelin comparés avec les laits bovin et caprin	42
VIII	Paramètres biochimiques des échantillons de lait camelin en mi-lactation comparés par les laits bovin et caprin au même stade de lactation	45

Liste des figures

Figures	Intitulé	page
1	Modèle d'organisation moléculaire de la micelle de caséine bovine selon SCHMIDT (1982).	33
2	Procédure expérimentale	37
3	Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY <i>et al</i> (1951).	40
4	pH du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits caprin et bovin	43
5	Acidité titrable du lait camelin en mi lactation en comparaison avec celui des laits caprin et bovin au même stade	44
6	Densité du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits caprin et bovin au même stade de lactation	44
7	Taux en cendres de lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin au même stade de lactation.	46
8	Taux de matière sèche du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin au même stade de lactation.	47
9	Teneur en matière grasse du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin au même stade de lactation	48
10	Teneur en protéines totales du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin en même stade de lactation.	49
11	Teneur en vitamine C du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin en même stade de lactation	50

Liste des annexes

Annexes	Titre
Annexe 1	Systématiques des camelidés : <i>C. dromedarius</i> et <i>C. bactrianus</i> .
Annexe 2	Aires de distribution du dromadaire en Algérie
Annexe 3	Mesuré du pH du lait selon la méthode électrométrique décrite par AFNOR, 1980, cité par HESSAS (2001).
Annexe 4	Détermination de l'acidité Dornic
Annexe 5	Détermination de la densité
Annexe 6	Détermination des cendres (AFNOR, 1980)
Annexe 7	Détermination de la teneur en matière grasse.
Annexe 8	Dosage des protéines par la méthode de LOWRY (GUILLOU <i>et al</i> , 1986)
Annexe 9	Densimètre

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction	17
I. Synthèse bibliographique	19
1.1. Définition	19
1.2. Situation de dromadaire	19
1.3. Production laitière	20
1.3.1. Facteurs influençant la production laitière	20
1.3.2. Production laitière selon le stade de lactation	21
1.4. Caractéristiques du lait de chamelle	22
1.4.1. Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques	22
1.4.2. Composition chimique et biochimique	23
1.4.2.1. Eau	24
1.4.2.2. Glucides	25
1.4.2.3. Matière grasse	25
1.4.2.4. Vitamines	25
1.4.2.5. Sels minéraux	26
1.4.2.6. Fraction azotée	27

1.4.2.7. Protéines camelines	28
II. Matériel et méthodes	36
2.1. Matériel	36
2.1.1. Echantillons du lait	36
2.1.2. Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques et biochimiques	36
2.2. Méthodes d'analyses	37
2.2.1. Analyse physico-chimiques	38
2.2.1.1. Mesure du pH	38
2.2.1.2. Détermination de l'acidité Dornic	38
2.2.1.3. Détermination de la densité	38
2.2.2. Analyse biochimiques	38
2.2.2.1. Taux de cendres	38
2.2.2.2. Détermination des teneurs en extrait sec total (EST), en extrait sec dégraissé (ESD) et en matière grasse (MG)	39
2.2.2.3. Dosage des protéines	39
2.2.2.4. Dosage de la vitamine C	40
III. Résultats et discussion	42
3.1. Paramètres physico-chimiques	42
3.1.1. pH	42
3.1.2. Acidité titrable	43
3.1.3. Densité	44
3.2. Composition biochimique	45

3.2.1. Cendres	45
3.2.2. Taux de matière sèche totale	46
3.2.3. Teneur en matière grasse	47
3.2.4. Teneur en protéines totales	48
3.2.5. Teneur en vitamine C	49
Conclusion	52
Références bibliographiques	55
Annexes	66

Introduction

Introduction

Avec sa composition équilibrée en nutriments de base (protides, lipides et glucides) et sa richesse en vitamines et minéraux, notamment le calcium, le lait occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme.

Le lait secrété par les différentes espèces de mammifères, présente des caractéristiques communes et les mêmes nutriments: eau, protéines, lactose, matière grasse et matières minérales, cependant les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre (FAO, 1995).

Le lait de chamelle est l'une des plus précieuses ressources du Sahara. Il représente un aliment complet pour la population nomade, Il ressemble un peu à celui de la vache et est plus proche de celui de la femme (LASNAMI, 1986).

Il est généralement blanc-opaque. Son goût est sucré et acide, mais parfois il peut aussi être salé (FARAH, 1996). Selon SAIDI *et al* (1999), ces changements de goût dépendent du stade et du rang de lactation. Il est salé les derniers mois de lactation.

Les travaux de recherche antérieurs ont montrés que le stade de lactation jouait un rôle très important dans la production du lait camelin (qualitativement et quantitativement). Dans ce contexte nous nous sommes proposé d'étudier les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait camelin collecté localement en mi-lactation.

Pour pouvoir atteindre cet objectif, la présente étude s'articule autour de trois volets d'investigations complémentaires :

- ❖ Prélèvement d'un échantillon du lait de chamelle en mi-lactation.
- ❖ Détermination des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle.
- ❖ A titre de comparaison des échantillons de laits bovin et caprin sont également analysés sur le plan physico-chimique et biochimique.

I. Synthèse bibliographique

I. Synthèse bibliographique

1.1. Définition

Le lait de chamelle, comme celui des autres mammifères, est un milieu de composition chimique et physique complexe qui permet au jeune chameau de couvrir ses besoins énergétiques et nutritionnels pendant la première étape de son existence (KAMOUN ET RAMET, 1989).

1.2. Situation de dromadaire

Le nom « dromadaire » dérive du terme grecque « dromados » qui veut dire course. Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des *Camelidae* et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius* (ZEUNER, 1963).

L'image du dromadaire, symbole de la survie de l'homme dans le désert, est attachée à l'histoire des grandes civilisations nomades des régions sèches et chaudes de l'hémisphère nord de notre planète ; il représente l'un des fondements de la culture et de l'agriculture des sociétés concernées (WILSON, 1984 ; WILSON *et al.* 1990).

Le dromadaire est un animal qui s'adapte mieux que n'importe quel autre animal d'élevage aux conditions désertiques. Sa morphologie, sa physiologie et son comportement particuliers lui permettent de conserver son énergie (WILSON, 1984), de se priver de boire pendant de nombreuses semaines (SCHMIDT-NIELSEN, 1964), de recycler son azote (KANDIL, 1984), et de se satisfaire d'une alimentation médiocre (GONZALEZ, 1949).

Le dromadaire joue un rôle social et économique primordial car il a toujours été associé aux formes de vie dans les zones pastorales arides et semi-arides. Il répond en effet aux multiples besoins de ces populations en leur fournissant du lait et de la viande et en leur servant comme moyen utilisé dans le transport et pour les travaux agricoles. Ses poils sont en outre utilisés dans la confection des vêtements et des tentes et sa peau dans la fabrication des chaussures, des ceintures...etc. (SIBOUKEUR, 2007).

1.3. Production laitière

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 (FAYE, 2003). 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).

1.3.1. Facteurs influençant la production laitière

La variabilité des rendements laitiers observés est liée à divers facteurs dont:

1.3.1.1. Race

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

1.3.1.2. Type d'alimentation

Comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant (RAMET, 1993 ; MEHAIA *et al*, 1995 ; WANGOH *et al*, 1998a). En effet, selon plusieurs auteurs (KNOESS *et al*, 1986 ; RICHARD et GERARD, 1989) l'amélioration des conditions alimentaires (régimes riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou) prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produite jusqu'à atteindre parfois le double. Par ailleurs, la disponibilité ou non de l'eau n'influence presque pas cette production qui n'est que faiblement diminuée en période de sécheresse. Une

privation d'eau de 7 jours reste sans effet sur le niveau de production du lait (YAGIL et ETZION, 1980 ; YAGIL, 1982 ; FARAH, 1993 ; YAGIL *et al*, 1994).

1.3.1.3. Rang et 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 (ELLOUZE et KAMOUN, 1989 ; RICHARD et GERARD, 1989).

1.3.1.4. Effet du statut sanitaire

La plupart des troubles parasitaires (trypanosomiase, parasitisme gastro-intestinal, parasitisme externe) interfèrent avec la production. En milieu pastoral, l'utilisation d'intrants vétérinaires classiques destinés à la prévention contre les maladies parasitaires permet d'augmenter la production laitière des chamelles de plus de 65% (SIMPKIN *et al*, 1997).

1.3.1.5. Pratique de traite

Généralement, le chameau est mis à téter pendant quelques minutes en début de traite pour favoriser la montée du lait, puis il est écarté pour la suite de la traite qui est faite manuellement. Une traite conduite sans stimulation mécanique préalable donne des rendements inférieurs en lait. La traite doit être exécutée par une personne acceptée par le dromadaire, le changement du trayeur habituel entraîne très souvent une importante rétention lactée (RAMET, 1993). Enfin il apparaît également que le nombre de traites influence la production laitière journalière. Généralement les animaux sont traités de deux à quatre fois par jour (HARTELY, 1980; RAMET, 1987; MARTINEZ, 1989), parfois jusqu'à six à sept fois (KNOESS, 1977).

1.3.2. Production laitière selon le stade de lactation

Les quantités de lait produites par jour dépendent essentiellement, du stade de lactation. Le tableau I indique la production durant la période de lactation ainsi que le pic de lactation.

Tableau I : Production laitière moyenne (l/j) selon le stade de lactation et le pic de lactation (SIBOUKEUR, 2007).

Stade de lactation	Quantité de lait (en l/j)	Nombre d'éleveurs (en %)
début –lactation	5,66 ±2,99	86.63
mi-lactation	5,22.±3,07	99.97
fin-lactation	1,5.±0,79	93.32
pic de lactation	6,14.±2,41	99.98

Les chamelles de la population « Sahraoui » débutent avec une production laitière qui varie entre 2,5 à 10 l/j avec une moyenne d'environ 5,6 litres/jour. A la mi-lactation, ces chiffres varient très peu. Alors qu'en fin de lactation, les chamelles ont une production qui varie entre 0,5 et 2,5 l/j avec une moyenne de 1,5 l/j (SIBOUKEUR, 2007).

Les chiffres rejoignent ceux rapportés par d'autres auteurs sur d'autres populations camelines de par le monde, vivant en élevage extensif (KARUE, 1994 ; BEKELE *et al*, 2002).

Notons que le pic de lactation, qui se situe à environ 7l/j, est atteint au troisième mois (MOSLAH, 1994).

Ces données relatives au pic de lactation dépendraient des conditions d'élevage et du rang de lactation (RAMET, 1993 ; KAMOUN, 1994).

1.4. Caractéristiques du lait de chamelle

1.4.1. Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques

Le lait de chamelle est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en β -carotène (SAWAYA *et al*, 1984). Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé (ABDEL-RAHIM, 1987) et/ou amère (RAMET, 2003). Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau (YAGIL et ETZION, 1980 ; WANGOH *et al*, 1998 b).

1.4.1.1. Densité de lait de camelin

La densité du lait chamelle oscille entre 1.025 à 1.032 avec une moyenne de 1.029. L'crémage du lait augmente sa densité, celle-ci s'accroît d'autant plus que la quantité de matière grasse est réduite (FARAH et BACHMANN, 1987).

1.4.1.2. Acidité

L'échantillon de lait camelin cru analysé, présente une acidité titrable de l'ordre de 18°D \pm 0,79 (CHETHOUNA, 2011).

1.4.1.3. pH

La valeur moyenne du pH du lait de chamelle cru analysé, est égale à 6,37 \pm 0,06 (CHETHOUNA, 2011).

1.4.1.4. Viscosité

Une viscosité moyenne de 2,2 centipoises (HASSAN *et al*, 1987 cité par SIBOUKEUR 2007).

1.4.1.5. Point de congélation

Le point de congélation variant de 0,57°C à -0,61°C (WANGOH *et al*, 1998 b).

1.4.2. Composition chimique et biochimique

La composition chimique globale du lait de chamelle en relation avec sa valeur nutritionnelle a fait l'objet de plusieurs rapports (Tableau II). Les teneurs indiquées sont des teneurs importantes et équilibrées en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose) avec des proportions similaires à celles présentes dans le lait de vache. 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%.

Tableau II: Composition chimique globale (%) du lait de chamelle (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007); comparaison avec le lait de vache.

Origine du lait	Constituants					Références
	Eau	MST	Lactose	MG	Protéines	
Lait de Chamelle	90,2	9.8	4,2	3.2	2.7	DESAL <i>et al</i> , 1982
	88,1	11.9	4,4	3.6	2.9	SAWAYA <i>et al</i> , 1984
	87.0	13.0	5,6	3.3	3.3	GNAN <i>et</i> SHEREHA, 1986
	87.4	13.4	4,8	3.2	4.0	ABDEL-RAHIM, 1987
	89.1	10.9	3,9	3.5	3.4	HASSAN <i>et al</i> , 1987
	87.8	12.2	5,2	3.2	3.1	FARAH <i>et</i> RÜEGG, 1989
	86.6	13.4	5,5	3.5	3.3	BAYOUMI, 1990
	88.3	10.9	4,1	3.1	2.8	ELAMIN <i>et</i> WILCOX, 1992
	91.3	8.7	4,5	1.1	3.2	MEHAIA, 1992
	88.0	11.9	4,7	3.9	2.5	MEHAIA, 1993a
	87.8	12.1	4,9	3.2	3.2	ABU-LEHIA, 1994
	87.3	12.6	4,5	3.4	3.3	KAMOUN, 1994
	86.9	13.1	4,9	4.6	3.0	LARSSON-RAZNIKIEWICZ <i>et</i> MOHAMED, 1994
	90.5	9.5	3,7	3.0	2.7	ZIA-UR-RAHMAN <i>et</i> STRATEN, 1994
90.0	10.0	2,5	3.3	3.3	GORBAN <i>et</i> IZZELDIN, 1997	
Lait de Vache	87,0 – 87,5	12,5 – 13,0	4,8 – 5,0	3,4 – 4,4	2,9 – 3,5	MIETTON <i>et al</i> , 1994

N.B : MST = matière sèche totale – MG = matière grasse.

1.4.2.1. Eau

L'eau est un facteur important qui affecte la composition du lait de chamelle sa teneur dans le lait camelin varie selon son apport dans l'alimentation, atteint son maximum pendant la période de sécheresse. En effet, il a été montré que la restriction en eau alimentaire des chameaux se traduit par une dilution du lait : Un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86% alors que dans un régime déficient, celui-ci s'élève à 91% (YAGIL *et* ETZION, 1980 ; FAYE *et* MULATO, 1991). Cette dilution pourrait être l'effet d'un mécanisme d'adaptation naturelle pourvoyant en eau les chameaux durant la période de sécheresse.

1.4.2.2. Glucides

Comme dans le lait bovin, le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin. Sa teneur (valeur maximale = 56 g/kg) varie légèrement avec la période de lactation (HASSAN *et al.*, 1987; FARAH, 1993). Le changement de concentration du lactose explique la variation de la saveur du lait de chamelle.

1.4.2.3. Matière grasse

Le lait de chamelle est en moyenne plus faible en matière grasse que le lait de vache. Cependant, les globules gras du lait de chamelle sont de très petite tailles (1,2 à 4,2 μ de diamètre) et restent donc en suspension même après 24 heures de repos, contrairement au lait de vache dans lequel ces globules constituent une couche grasse en surface au bout de quelques heures (CHETHOUNA, 2011).

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

1.4.2.4. Vitamines

La composition en vitamines du lait de dromadaire (tableau III) diffère de celle du lait de vache par une teneur en vitamine C un peu supérieure; le taux de vitamine A est beaucoup plus faible et de plus très variable de 50,0 U.I./100 g de lait (SAWAYA *et al.*, 1984) à 12,9 U.I./100 g (AHMED *et al.*, 1977) il en est de même de la teneur en riboflavine et en vitamine B12 .

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

Nature des Vitamines	Lait de chamelle				Lait de vache
	SAWAYA et al (1984)	FARAH et al (1992)	MEHAIA (1994 b)	KAPPELER (1998)	FARAH (1993)
A (Rétinol)	150	100	--	150	170-380
B1 (Thiamine)	330	75	--	600	280-900
B2 (Riboflavine)	416	-	--	800	1200-2000
B3 (Niacine)	4610	-	--	4600	500-800
B5 (Acide pantothénique)	880	-	--	880	2600-4900
B6 (Pyridoxine)	523	-	--	520	400-630
B12 (Cobalamine)	1.5	-	--	2	2-7
B9 (Acide folique)	4.1	-	--	4	10-100
E (Tocophérol)	-	560	--	350	100-200
C (Acide ascorbique)*	24	37	25	24-36	3-23

Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C (Tableau III). Même si des variations importantes (de 25 à 60 mg/l) de la teneur de cette dernière dans les laits camelin sont rapportés (FARAH, 1993), il n'en demeure pas moins que les teneurs signalées (autour de 36 mg/l selon FARAH et *al*, 1992) sont en moyenne 3 fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l selon MATHIEU (1998). Cette caractéristique est particulièrement intéressante, car elle permet au lait de cette espèce, par son apport important en cette vitamine, de répondre aux besoins nutritionnels, aussi bien du jeune chameau que des populations locales, qui vivent dans un environnement où l'apport en ce type de vitamine est particulièrement limité (CHETHOUNA, 2011).

1.4.2.5. Sels minéraux

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

Au niveau quantitatif, si la composition en macro-éléments (Na, K, Ca, Mg...) est relativement similaire à celle du lait bovin, le lait camelin se caractérise néanmoins par des taux plus élevés en oligo-éléments (YAGIL et ETZION, 1980a ; SAWAYA et al, 1984 ; ELAMIN et WILCOX, 1992 ; MEHAIA et al, 1995 ; GORBAN et IZZELDIN, 1997 ; BENGOUNI *et al*, 1994)

Tableau IV: Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007) ; comparaison avec le lait de vache.

Origine du lait	Ca	Mg	P	Na	K	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Pb	Références
Lait de Chamelle	1060	120	630	690	1560	2,6	4,4	1,6	0,2	--	--	YAGIL et ETZION, (1980a)
	1078	122	641	702	1586	2,64	4,47	1,63	0,20	--	--	SAWAYA et al, (1984)
	1310	140	510	270	450	0,4	0,1	0,02	--	--	--	GNAN et SHEREHA, (1986)
	1160	80	710	360	620	--	--	--	--	--	--	HASSAN et al, (1987)
	300	45	--	431	725	2,8	--	--	--	--	1.8	ELAMIN et WILCOX, (1992)
	1462	108	784	902	2110	3,4	2,9	0,1	2.0	0.1	--	BENGOUNI et al, (1994)
	1180	125	889	688	1464	2,34	6,00	1,42	0,80	--	--	MEHAIA et al, (1995)
	1182	74	769	581	1704	1,3	5	--	0.1	--	--	GORBAN et IZZELDIN, (1997)
	1230	90	1020	660	1720	--	--	--	--	--	--	ATTIA et al, (2000)
Lait de Vache	°100-1500	°100-150	°750-1200	°350-1000	°1200-1800	*0,20-0,50	*2,00-5,00	*0,02-0,15	*0,03-0,05	*0,01-0,05	*0,04-0,08	(°) et (*)

N.B : (--) : non déterminé ; (°) : selon MIETTON et al, 1994. ; (*) : Selon LUQUET, 1985

1.4.2.6. Fraction azotée

La fraction azotée du lait de chamelle, comme celle du lait de vache, est répartie en deux sous fractions : l'azote non protéique et l'azote protéique (Tableau V).

Tableau V: Distribution des teneurs en azote (mg/100ml) des laits de dromadaire et de vache (MEHAIA et ALKANHAL, 1992 cité par MAHBOUB, 2009)

Forme d'Azote	Lait de chamelle	Lait de vache
L'azote protéique (PN)	436	509
L'azote non protéique (NPN)	49	31
L'azote total (TN)	485	540
NPN/ TN (%)	10,1	5,7

1.4.2.6.1. Azote protéique

Selon MEHAIA et ALKANHAL (1992), l'azote protéique du lait de chamelle représente 89,9% de l'azote total contre 94,26% dans le cas du lait bovin. Elle contient aussi bien les protéines micellaires (ou caséines, environ 75%) et les protéines sériques (25%).

1.4.2.6.2. Azote non protéique

Cependant, le taux d'azote non protéique est nettement plus élevé (10,1% contre 5,7% de l'azote total, tableau II) que celle généralement retrouvée dans le lait de vache. Cette fraction est caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en acides aminés libres, en nucléotides et certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, urée et créatine...etc.

Dans le lait camelin, les acides aminés libres les plus abondants sont : l'acide glutamique, l'alanine, la phosphosérine, la glutamine et la phénylalanine (TAHA et KIELWEIN, 1990 et MEHAIA et ALKANHAL, 1992). A côté de ceux-là, la taurine s'y trouve aussi à une teneur assez considérable (MEHAIA et ALKANHAL, 1992).

1.4.2.7. Protéines camelines

Selon leur solubilité ou non à pH 4,6 et à 20°C, les protéines du lait bovin se scindent en deux fractions : l'une est insoluble à ce pH et correspond aux caséines et l'autre, soluble à ce même pH, représente les protéines du lactosérum.

Pour le lait de dromadaire, WANGOH *et al* (1998) ont étudié la précipitation des caséines à différents pH allant de 3,55 à 5,30 à 20°C. Ces auteurs ont constaté

qu'une meilleure séparation entre les deux grands groupes de protéines a lieu à pH 4,3. Ce dernier pH (4,3) semble être le plus près du pH isoélectrique des caséines du lait camelin.

1.4.2.7.1. Caséines

Les caséines représentent entre 72 et 76% des protéines totales du lait camelin et 80% du lait bovin, ovin, caprin et seulement 40% du lait humain (FOX, 2001).

Ces caséines, qui précipitent à leur pH isoélectrique (4,6 pour le lait bovin et 4,2 et 4,3 respectivement pour le lait caprin et camelin), (THOMPSON *et al*, 1965), sont constituées de 4 protéines différentes : (α 1, α 2, β et κ) dont les deux premières sont particulièrement sensibles au calcium (calcium sensitive caseins). Ces caséines ont tendance à s'associer en particules sphériques ou micelles, de taille variable et fortement hydratées et minéralisées. L'assemblage et la cohésion de cette structure micellaire sont assurés par des liens phospho-calciques (HAMBRAEUS, 1982).

A la différence des protéines solubles qui ont une structure globulaire compacte et résistante à l'attaque protéolytique, les caséines présentent une structure lâche et peu ordonnée qui les rend accessibles aux enzymes protéolytiques (SCHMIDT, 1982).

Plusieurs travaux ont été réalisés pour la séparation et la caractérisation des caséines camelines, notamment par chromatographie et électrophorèse (FARAH et FARAH-RIENSEN, 1985; LARSON-RAZNIKIEWIEZ et MOHAMED, 1986; MOHAMED, 1990; OCHIRKHUYAG *et al*, 1997 ; KAPPELER *et al*, 1998). Les séquences nucléotidiques des ADN complémentaires qui codent pour les quatre caséines camelines ont été déterminées par KAPPELER *et al*, (1998). En comparant les caséines bovine et camelines, KAPPELER *et al*, (1998) déduisent que les dernières sont moins phosphorylées et moins riches en phosphate de calcium micellaire (BOUDJNAH, 2012).

Tableau VI: Concentration moyenne des protéines du lait de différentes espèces en (mg/l) (KAPPELER *et al*, 2003) cité par BOUDJNAH.

Protéine	Chamelle	Vache	Femme	Fonction principale
α 1-Caséine	5000	12000	Trace	Nutritive (acides aminés, Ca, P)
α 2-Caséine	2200	3000	Trace	Nutritive (acides aminés, Ca, P)
β -Caséine	15000	10000	4670	Nutritive (acides aminés, Ca, P)
κ -Caséine	800	3500	Trace	Coagulation de la micelle de caséines
α -Lactalbumine	3500	1260	3400	Synthèse du lactose
β -Lactoglobuline	-	3500	-	Liaison et transport des acides gras et du rétinol
β -Lactoglobuline	157	-	-	Régulation dans la croissance épithéliale.
Lactophorin (PP3)	950	300	-	Inhibition de la lipolyse
Lactoferrine	95 ↓↑	140 ↓↑	565 ↓↑	Anti-inflammatoire, nutritive fixation du fer
Lactoperoxydase	-	30	6 ↓	Anti-inflammatoire, activité bactéricide
Peptidoglycan recognition protein (PGRP)	107 ↑	-	-	Anti-inflammatoire
Lysozyme C	-	~100 ↓↑	274 ↓	Activité bactéricide, N-acetylmuramidase

↓ indique une variation de concentration de la période colostrale et au cours de la lactation.

↑ indique une augmentation de concentration au cours des mammites.

➤ Caséine α S1

C'est la protéine la plus abondante du lait. Dans le lait de chamelle, elle représente 22 % des caséines totales et contient 215 acides aminés pour une masse moléculaire de 25,773 kDa et un point isoélectrique de 4,4 (KAPPELER *et al*, 1998).

➤ Caséine α S2

L' α S2 cameline est composée de 178 acides aminés pour une MM de 21 266 Da. Son point isoélectrique est de 4,58. Cette caséine présente des délétions au niveau de sa structure primaire au niveau d'une région de l'hélice α entre Glu49 et Asn89. Cette délétion entraîne la

perte des sérines phosphorylées successives (Ser56, Ser57, et Ser58) qui sont impliquées dans la structure primaire de la caséine α_2 bovine. Ce qui n'est pas sans conséquences dans l'assemblage de la micelle, dans sa stabilité et dans ses propriétés nutritionnelles (FERRANTI *et al*, 1995).

➤ **Caséine β**

La caséine β cameline est composée de 217 acides aminés pour une MM de 24 651 Da. Son pHi se situe à 4,76. Dans cette protéine, les sites de phosphorylation y sont présents en 4 positions (Ser 15, 17, 18, et 19) (KAPPELER *et al*, 1998).

➤ **Caséine κ**

Bien que non majoritaire dans la micelle (3,3 g/l de lait) (RIBADEAU-DUMAS et GRAPPIN, 1989), elle est une des protéines laitières les plus étudiées, car elle joue un rôle fondamental dans le phénomène de stabilisation/déstabilisation de la micelle, particulièrement en faisant l'objet d'une coupure spécifique par la chymosine, dont le coagulum formé est nécessaire pour la fabrication de fromage à pâte pressée.

La caséine κ cameline est composée d'une séquence de 162 acides aminés. Sa masse moléculaire est de 18 254 Da et son point isoélectrique se situe à pH 4,11. Les sites de phosphorylation y sont présents en 2 positions (Ser 141 Ser 159). KAPPELER *et al*. (1998) considèrent que la caséine κ représente le constituant déterminant de la croissance des submicelles déterminant ainsi la taille de la micelle. Elle serait également « le facteur stabilisant » de celle-ci grâce à ses groupements C-terminaux hydrophiliques responsables des forces répulsives stériques (WALSTRA, 1990) qui s'opposent à la floculation des micelles. Les formes glycosylées qui sont prédominante dans le lait camelin peuvent favoriser fortement les deux caractéristiques de la caséine κ citées ci-dessus grâce notamment aux répulsions stériques des groupements acides sialiques chargés et à l'hydrophobicité élevée (KAPPELER *et al*, 1998).

➤ **Micelle de caséine**

La micelle de caséines permet, par un regroupement adéquat, de maintenir en solution des protéines non globulaires et de fixer en son sein une quantité importante de phosphate de calcium et magnésium colloïdal.

Pour comprendre comment ces protéines arrivent à s'organiser dans le lait et permettre les différentes transformations connues en produits dérivés du lait, trois modèles ont été proposés jusque-là :

- à noyau enveloppé de WAUGH et *al* (1970) ;

- à structure interne uniforme décrit par GARNIER et RIBADEAU-DUMAS (1970) ;

- en submicelles de SHMIDT (1980), (figure 1). Ce dernier, qui repose sur l'existence de submicelles de caséines, qui s'associent par pontage phosphocalcique, reste l'un des plus admis, car il est conforté par les essais de comportements des protéines dans divers conditions (action enzymatique de la chymosine immobilisée, fixation de la β -lactoglobuline en surface induite par des traitements thermiques excessifs, action des détergents ...etc) (HOLT, 1992).

Néanmoins, l'observation, par balayage aux rayons X, pour la première fois de la structure des micelles de caséines sur un domaine étendu d'échelles de longueurs allant de 2 nm à 1000 nm et l'analyse des courbes de diffusion qui en découlent n'ont pas confirmé la présence de ces structures "submicellaires" (PIGNON et *al*, 2004, MARCHIN et *al*, 2007).

Globalement dans ces représentations, la caséine κ est présente de façon prononcée en surface de la micelle, notamment avec son pôle fortement hydrophile et est de ce fait accessible à l'enzyme coagulante (cité par BOUDJNAH, 2012).

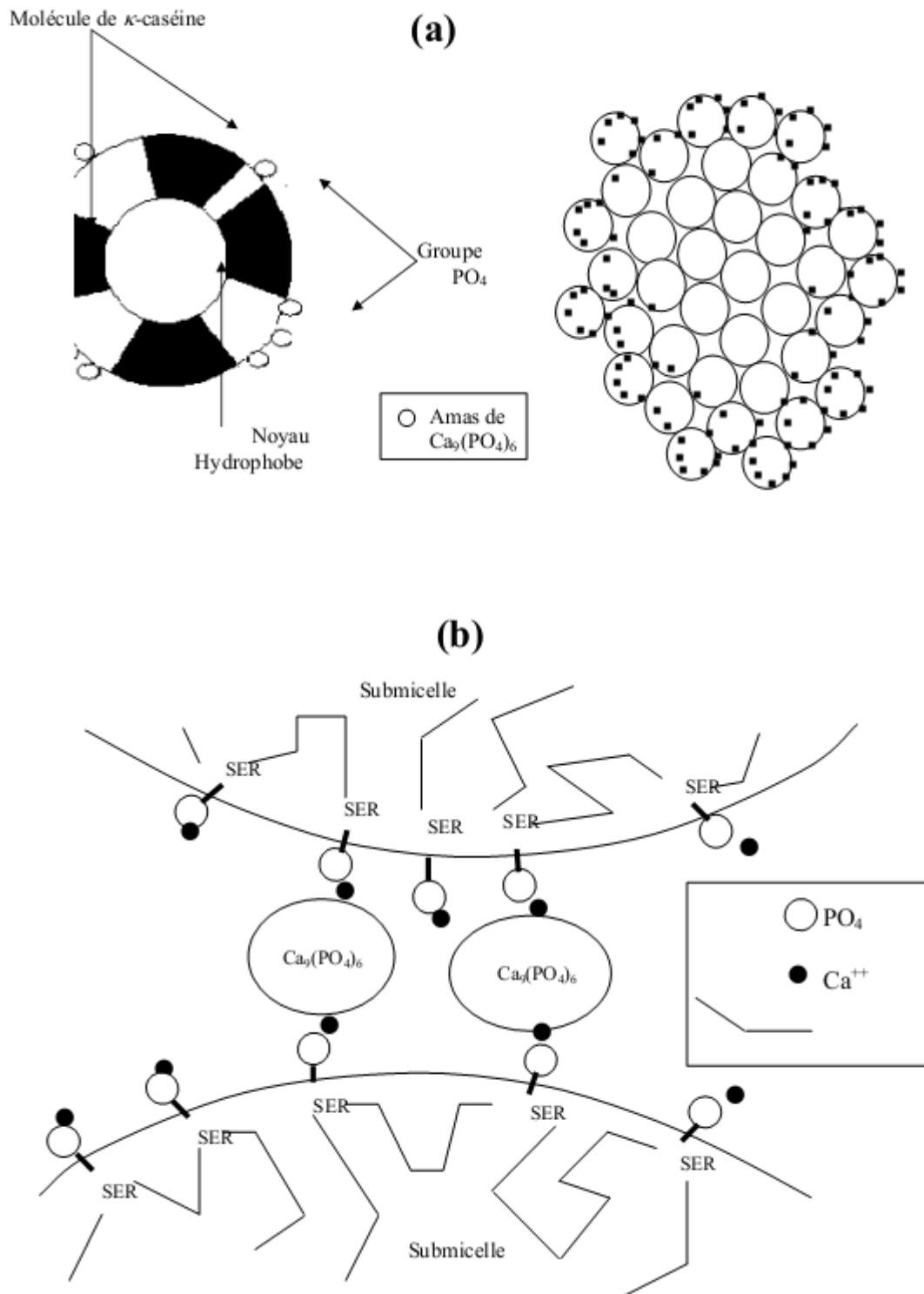


Figure 1 : Modèle d'organisation moléculaire de la micelle de caséine bovine selon SCHMIDT (1982).

a) structure de la micelle et de la submicelle.

b) schéma de pontage de deux submicelles par le phosphate de calcium.

1.4.2.7.2. Protéines du lactosérum

La distribution qualitative et quantitative des protéines solubles diffère d'une espèce animale à une autre. Celle retrouvée dans le lait de dromadaire se singularise par l'absence en son sein de la protéine sérique majeure du lait bovin à savoir la β -lactoglobuline, qui est aussi absente dans le lait humain. D'autres protéines seraient spécifiques seulement au lait camelin et sont absentes dans les autres laits. C'est le cas de la protéine acide ou whey acidic protein (WAP), du peptidoglycan recognition protein (PGRP) de la protéine basique ou whey basic protein (WBP) (BEG *et al*, 1986b; KAPPELER *et al*, 2003; OCHIRKHUYAG *et al*, 1998 cité par BOUDJNAH, 2012).

Les principales protéines solubles du lait camelin sont l' α -lactalbumine, le sérum albumine, la lactophorine A (protéose-peptone-3 ou PP3), les immunoglobulines et la lactoperoxidase (Tableau 09). L' α -lactalbumine est la protéine soluble majeure du lait des camélidés (BEG *et al*, 1985; CANTISANI *et al*, 1990), des rongeurs (VILOTTE et SOULIER, 1992) et de l'homme (BRIGNON *et al*, 1985). Alors que chez les ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins), c'est la β -lactoglobuline qui constitue la principale protéine du lactosérum du lait. Le lait contient également un certain nombre de protéines présentant des propriétés biologiques variées (enzymes, régulateurs de la prise alimentaire, molécules bio-actives...etc.) (cité par BOUDJNAH, 2012).

II. Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

2.1 Matériel

2.1.1. Echantillons du lait

Un échantillon de lait utilisé provient de chamelles de la région de Ouargla en milactation, vivant en extensif. Il a été collecté en début du mois d'avril dans les conditions hygiéniques, mis dans des bouteilles stérilisées puis et transporté dans une glacière jusqu' au congélateur du laboratoire pour y subir des analyses ultérieurement.

Parallèlement, et pour les besoins de comparaison des caractéristiques physico-chimiques et biochimique, des échantillons des laits congelés bovin et caprin sont utilisés et traités dans les mêmes conditions que ceux du lait de dromadaire analysés.

2.1.2. Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques et biochimiques

- verrerie usuelle (erlenmeyers, béchers, fioles, pipettes graduées, tube à essais, burettes, entonnoirs, verre de montre...).
- pH-mètre (INOLAB, Allemagne)
- centrifugeuse (SIGMA, Allemagne)
- spectrophotomètre visible / UV (SCHIMADZU, Japon)
- Densimètres, agitateur magnétique non chauffant de paillasse, bain marie, balance électronique.
- solvants (acide sulfurique).
- sels (carbonate de sodium, sulfate de cuivre, tartrate double de sodium et potassium).
- colorants et réactifs spécifiques (réactif de Folin-Ciocalteu, phénophtaléine, Sérum Albumine Bovine (BSA)).

2.2. Méthodes d'analyses

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la figure 2

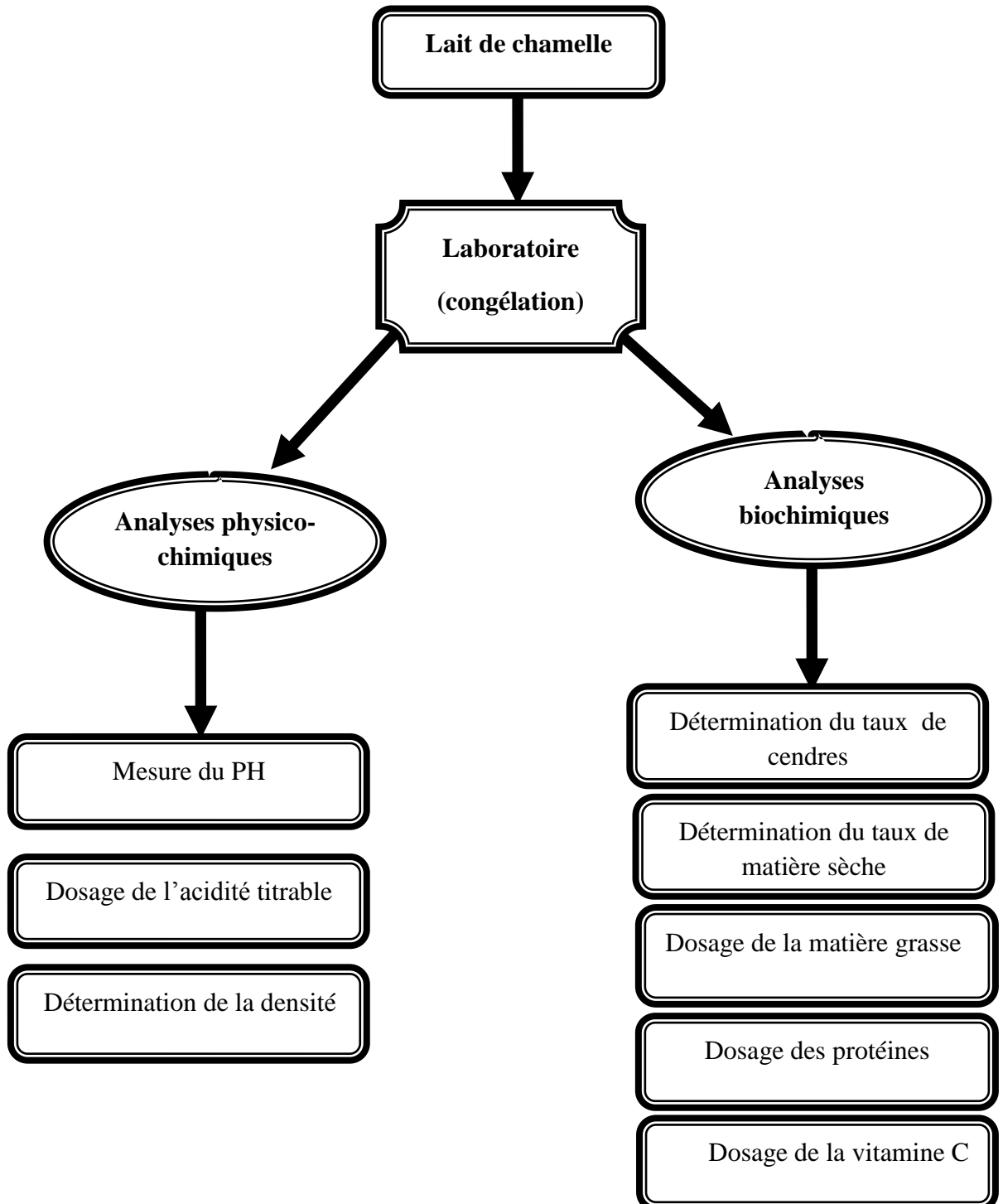


Figure 2 : Procédure expérimentale

2.2.1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons des laits camelin, bovin et caprin en mi-lactation comportent :

2.2.1.1. Mesure du pH

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (MATHIEU, 1998). Le pH du lait de dromadaire est mesuré à l'aide d'un pH-mètre selon la méthode électrométrique décrite par AFNOR, 1980 (Annexe 3).

2.2.1.2. Détermination de l'acidité Dornic

L'acidité peut être titrée de façon précise à l'aide de la soude Dornic (N/9). Un échantillon précis de 10 ml de lait est placé dans un bécher de 100 ml en présence de 0,1 ml de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%. La soude Dornic (N/9) est rajoutée (à la burette) jusqu'au virage au rose. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes (GUIRAUD, 1998) (Annexe 4).

2.2.1.3. Détermination de la densité

La densité nous renseigne sur le taux de matière sèche et sur la viscosité de la solution. Elle est déterminée à l'aide d'un densimètre, sur le lait maintenu au repos. Le principe consiste à plonger un densimètre dans une éprouvette de 100 ml rempli de lait à analyser. Lorsqu'il stabilise, une lecture directe donne le résultat (Annexe 5).

2.2.2. Analyses biochimiques

Les analyses biochimiques effectuées sur les échantillons des laits camelin, bovin, et caprin comportent :

2.2.2.1. Taux de cendres

Les cendres du lait sont le produit résultant de l'incinération de la matière sèche du lait dans un four à moufle réglé à 530 ± 20 °C durant 4 heures (AFNOR, 1980). Le résultat obtenu correspond la teneur du lait en cendres exprimée en g/l (Annexe 6).

2.2.2.2. Détermination des teneurs en extrait sec total (EST), en extrait sec dégraissé (ESD) et en matière grasse (MG)

Le principe de la méthode utilisée consiste en une dessiccation par évaporation à l'étuve (103 ± 2 °C pendant 3h) d'une certaine quantité de lait entier (pour l'EST) ou écrémé (pour l'ESD) (ANONYME, 1980), suivie d'une pesée du résidu sec total après refroidissement dans un dessiccateur (Annexe 7).

Après pesée, les valeurs obtenues correspondent aux taux de l'EST ou l'ESD. Le taux de la matière grasse est déduit par différence ($MG = EST - ESD$).

2.2.2.3. Dosage des protéines

La détermination de la teneur en protéines de lait de chamelle est effectuée par la méthode de LOWRY et *al.* (1951) (Annexe 8).

Le principe repose sur le développement d'une coloration bleu foncée suite à l'addition à la solution protéique d'un sel de cuivre en milieu alcalin, puis du réactif de Folin-Ciocalteu. La coloration résulte de la réaction du cuivre avec les liaisons peptidiques et la réduction de l'acide phospho-tungstomolybdique par la tyrosine, le tryptophane et la cystéine. Les espèces réduites absorbent la lumière à 750nm. Le dosage des protéines est réalisé par l'emploi d'un spectrophotomètre visible.

La concentration en protéines de l'échantillon analysé est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage établie en employant de l'albumine sérique bovine (BSA) (GUILLOU et *al.*, 1986) (figure 3).

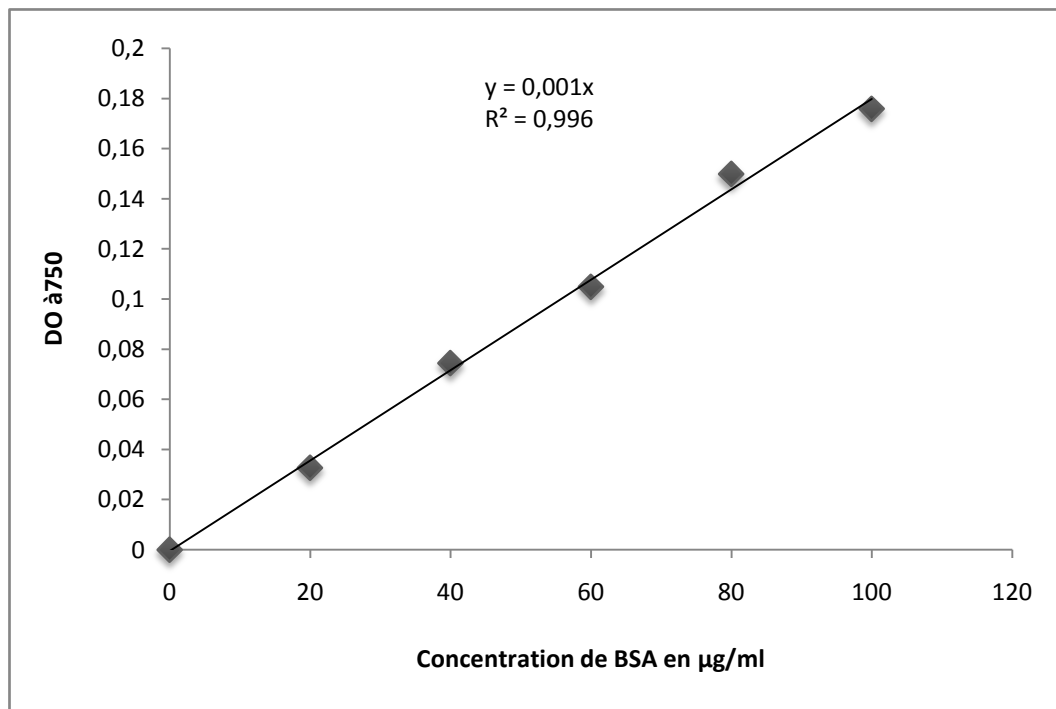


Figure 3 : Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY *et al* (1951). L'albumine sérique bovine (BSA) est utilisée comme protéine étalon ;

R= coefficient de corrélation.

2.2.2.4. Dosage de la vitamine C

La détermination de la teneur en vitamine C de lait de chamelle est effectuée par la méthode de F.A.O. par la méthode suivante:

- défécation : cette opération est nécessaire et consiste à traiter 100ml de lait par addition de 10ml d'acétate basique de plomb (10%) après agitation et filtration, ajoute ensuite environ 1 g de carbonate de sodium
- dans un erlenmeyer 5ml de filtrat obtenu précédemment sont complétée par 100ml de l'eau distillée et 5ml d'acide sulfurique à 10%. on titre à l'aide d'une solution d'iode 0,1N en présence d'amidon (indicateur coloré) jusqu'à coloration bleu violet (F.A.O. 1995)

La teneur en acide ascorbique est donnée par la formule ci-dessus

$$\text{Teneur en Vit C} = n. t. 8,805 / 5. 0,1$$

n=chute de burette.

t=titre de la solution d'iode.

III. Résultats et discussion

Conclusion

III. Résultats et discussion

3.1. Paramètres physico-chimiques

Le tableau VII regroupe les valeurs moyennes de trois répétitions ($n=3$) et les écarts type relatifs aux caractéristiques physico-chimiques du lait camelin en mi-lactation comparé avec les laits bovin et caprin au même stade de lactation

Tableau VII: Caractérisation physico-chimiques des échantillons de lait camelin comparés avec les laits bovin et caprin

Paramètres physico-chimiques	Lait camelin		Lait bovin		Lait caprin	
	moyenne	Ecart type	moyenne	Ecart type	moyenne	Ecart type
pH (à 20°)	6.37	0.04	6.59	0.02	6.51	0.01
Acidité Dornic (°D)	19.50	0.50	17.66	0.57	18.00	1.00
Densité	1.025	0.002	1.035	0.002	1.030	0.005

3.1.1. pH

La variation des valeurs du pH sont du probablement au stade de lactation et au type d'alimentation (KADRI, 2008).

La valeur moyenne du pH du lait camelin collecté est égale à $6,37 \pm 0,04$ (Tableau VII). Le lait camelin serait légèrement plus acide que les laits bovin et caprin qui ont des pH respectifs égaux à $6,59 \pm 0,02$ et $6,51 \pm 0,01$ (figure 4).

Cette valeur est inférieure à celles rapportées par SAWAYA *et al* (1984) ($\text{pH} = 6,49 \pm 0,024$), MEHAIA (1993) en Arabie Saoudite ($\text{pH} = 6,61 \pm 0,02$), ABULEHIA (1994) ($\text{pH} = 6,55 \pm 0,04$), KAMOUN (1995) en Tunisie ($\text{pH} = 6,51 \pm 0,12$), ABU-TARBOUSH *et al* (1998) ($\text{pH} = 6,48$), SBOUI *et al* (2009) ($\text{pH} = 6,41$).

Elle se rapproche de celles rapportées par certains auteurs tels que SIBOUKEUR en 2007 ($\text{pH} = 6,31 \pm 0,15$) et CHATHOUNA en 2011 ($6,37 \pm 0,06$).

Selon SALEY (1993), la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire, serait à l'origine du pH bas comparé aux laits bovin et caprin. Par ailleurs, le pH bas du lait camelin peut être attribué à la forte concentration en acide gras volatils (YAGIL, 1985).

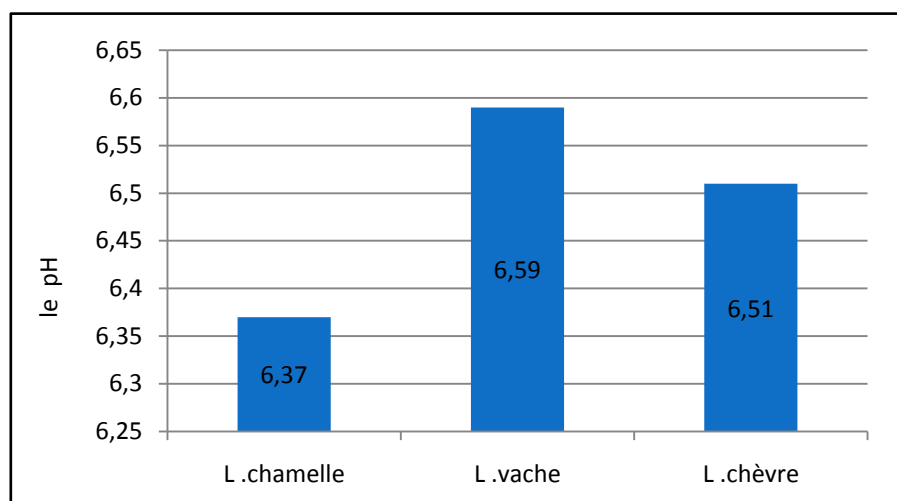


Figure 4: pH du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits caprin et bovin

3.1.2. Acidité titrable

Les variations dans la valeur l'acidité sont généralement dues à la variation de l'alimentation des animaux, aux conditions environnementales ainsi qu'à la période de lactation (ABU-TARBOUSH, 1996).

Les échantillons du lait camelin analysés (tableau VII) présentent une acidité titrable de l'ordre de $19,50^{\circ}\text{D} \pm 0,50$ au temps que les échantillons des laits bovin et caprin présentent des valeurs respectivement égales à $17,66^{\circ}\text{D} \pm 0,57$ et à $18,00^{\circ}\text{D} \pm 1,00$ (figure 5).

Toutefois, de nombreux auteurs rapportent des valeurs supérieures ou égales à 15°D , tels que ABU-LEHIA (1994) en Arabie Saoudite ($15^{\circ}\text{D} \pm 4$) ; KAMOUN (1994) en Tunisie ($15,6^{\circ}\text{D} \pm 1,4$) et SBOUI *et al* (2009) $17,2^{\circ}\text{D}$.

Cette valeur se rapproche légèrement de celle rapportée par SIBOUKEUR (2007) soit $18,2^{\circ}\text{D} \pm 2,93$ et CHETHOUNA (2011) soit $18^{\circ}\text{D} \pm 0,79$.

L'acidité titrable du lait dépend du nombre de moles d'acides présents dans ce produit est inversement proportionnelle à son pH (MATHIEU, 1998).

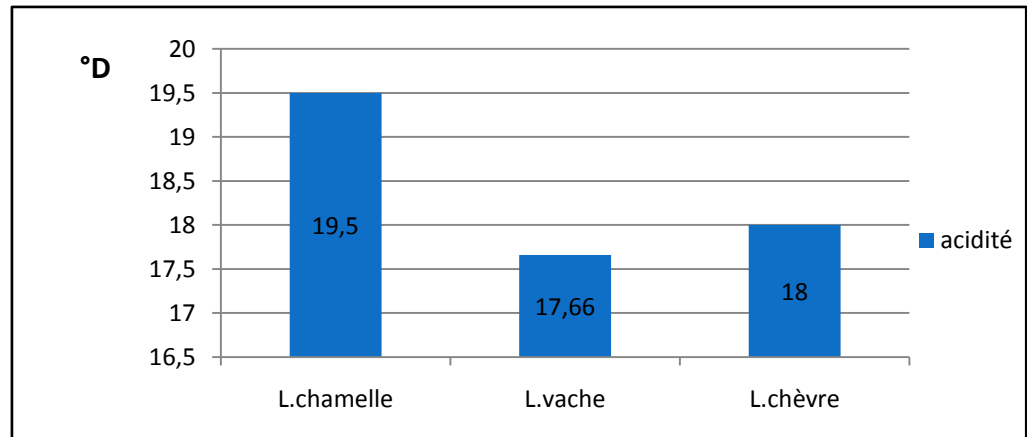


Figure 5: Acidité titrable du lait camelin en mi lactation en comparaison avec celui des laits caprin et bovin au même stade

3.1.3. Densité

La densité du lait camelin est de l'ordre 1.025 ± 0.002 (tableau VII). On note que le lait camelin pendant ce stade de lactation est moins dense par rapport au lait bovin (1.035 ± 0.002) et caprin (1.030 ± 0.005) au même période de lactation (figure 6).

FARAH (1993) cité une fourchette de 1.025-1.032 avec une moyenne de 1.029.

Cette valeur est comparable aux valeurs citées par KAMOUN en 1995 ($1,028 \pm 0,002$), SIBOUKEUR en 2007 ($1,023 \pm 0,0045$) et CHETHOUNA en 2011 ($1,022 \pm 0,0022$).

Selon SIBOUKEUR (2007), la densité dépend directement de la teneur en matière sèche ce qui explique la variabilité des résultats obtenus.

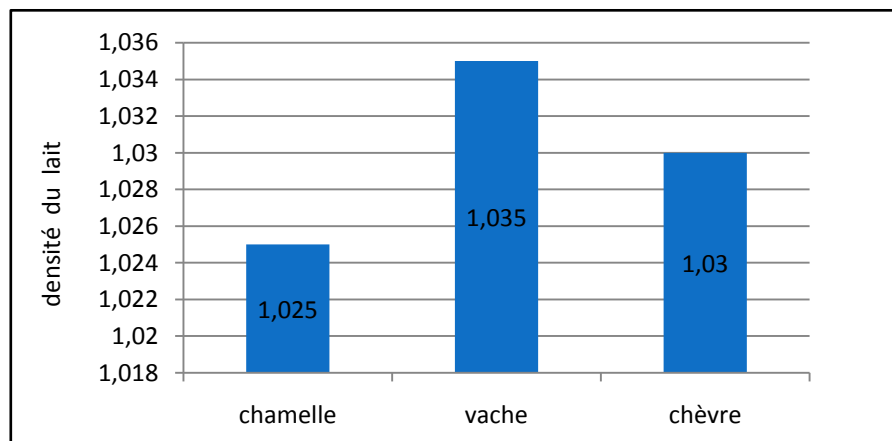


Figure 6 : Densité du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits caprin et bovin au même stade de lactation

3.2. Composition biochimique

Les valeurs moyennes de trois répétitions (n=3) et les écarts type de la composition biochimique déterminés sur les échantillons du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec les laits bovin et caprin au même stade de lactation, sont indiquées dans le tableau VIII

Tableau VIII: Paramètres biochimiques des échantillons de lait camelin en mi-lactation comparés par les laits bovin et caprin au même stade de lactation

Composée biochimique	Lait camelin		Lait bovin		Lait caprin	
	moyenne	Ecart type	moyenne	Ecart type	moyenne	Ecart type
Cendres (g/l)	6.66	2.88	8.5	2.59	6.33	3.21
Matière sèche (g/l)	103.73	11.56	129.66	9.50	120	10.00
Matière grasse (g/l)	26.7	2.91	35.96	5.39	32.73	8.63
Protéines (g/l)	23.3	0.35	16.9	2.21	18.3	2.45
Vitamine C (mg/l)	16.27	2.59	14.75	2.59	11.83	2.59

3.2.1. Cendres

Selon FARAH (1993), le taux de cendres varierait en fonction du stade de lactation.

D'après les résultats illustrés dans le tableau VIII, la teneur en cendres des échantillons du lait camelin analysés en mi-lactation est égale à 6.66g/l \pm 2.88. Elle paraît donc plus faible que celle du lait bovin (8.5 g/l \pm 2.59) et légèrement plus élevée que celle du lait caprin (6.33 g/l \pm 3.21) au même stade de lactation (la figure 7).

Cette valeur se rapproche à la valeur rapportée par LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED en 1994 (6 g/l), mais elle est inférieure à celles rapportés par BADAoui (2000) soit 7.22g/l et par SIBOUKEUR en 2007 (7,28 g/l \pm 0,68).

Cette variation des résultats peut être due à la différenciation du stade de lactation des échantillons collectés par les auteurs mentionnés.

Le taux de cendres du lait camelin diminue en cas de privation d'eau (YAGIL, 1985), et serait proportionnelles aux quantités du lait produites (EL-AMIN et WILCOX, 1992).

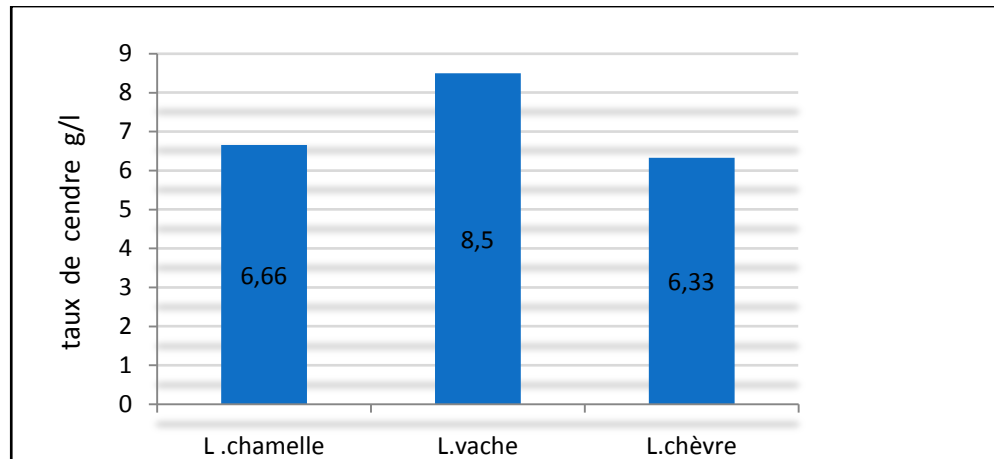


Figure 7 : Taux en cendres de lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin au même stade de lactation.

3.2.2. Taux de matière sèche totale

La teneur en matière sèche du lait varie en fonction du stade de lactation (BENGOUMI *et al*, 1994). Ainsi, elle diminue durant le mois suivant le vêlage, puis augmente suite à l'accroissement de taux de matière grasse et azotée (FAO, 1995).

Le taux en matière sèche totale de l'échantillon du lait camelin analysés (tableau VIII) est égal à 103,73 g/l \pm 11.56. Celle-ci semble plus faible par rapport à celui des laits bovin (129.66 g/l \pm 9.50) et caprin (120 g/l \pm 10.00) (figure 8).

Cette valeur est plus élevée que celles rapportées par BENGOUMI *et al* (1994) : (69.5 g/l \pm 2.7) mais inférieure à celle rapportée par SIBOUKEUR (2007) 113,11 g/l \pm 10.58 et se rapproche à celle rapportée par CHETHOUNA en 2011(102,42 \pm 6,52).

L'une des principales caractéristiques du lait camelin est en effet, sa teneur en matière sèche réduite par rapport à celle des laits d'autres espèces (RAMET, 1994).

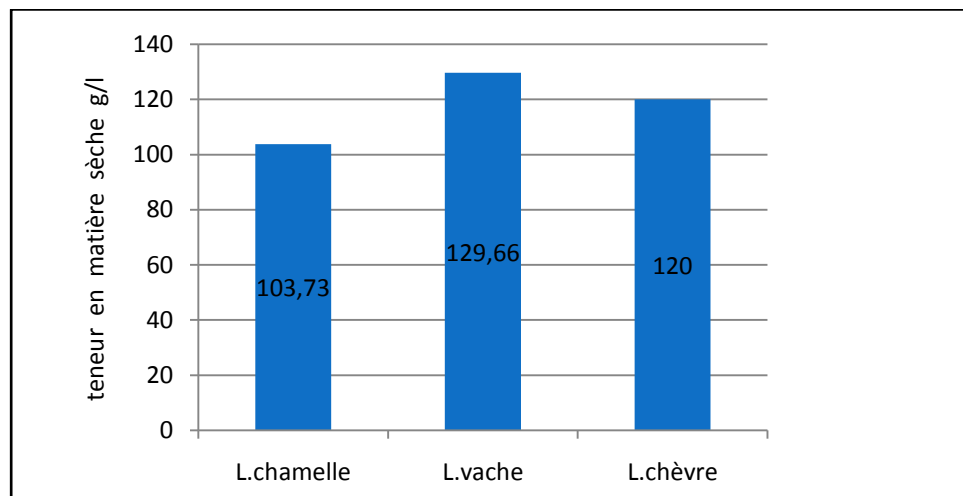


Figure 8 : Taux de matière sèche du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin au même stade de lactation.

3.2.3. Teneur en matière grasse

ELAMINE et WILCOX (1990) ont estimé que d'autres facteurs comme la saison, le stade de lactation et le nombre de mises bas sont susceptibles d'interférer sur les taux obtenus.

La teneur moyenne en matière grasse du lait camelin analysé (tableau VIII) est égale à $26.7\text{g/l} \pm 2.91$. Elle semble légèrement plus faible que celles des laits bovin ($35.96\text{g/l} \pm 5.39$) et caprin ($32.73\text{g/l} \pm 8.63$) (figure 9).

Elle peut atteindre 32 à 35g/l (ELLOUZE et KAMOUN, 1989 ; GORBAN et IZZELDIN, 2001) et voire 37,8 g/l (KAMAL *et al*, 2007).

Les valeurs de la présente étude sont légèrement plus faibles que les valeurs rapportées par SIBOUKEUR en 2007 ($28\text{g/l} \pm 6$) et CHETHOUNA en 2011 ($29,33\text{g/l} \pm 0,51$).

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

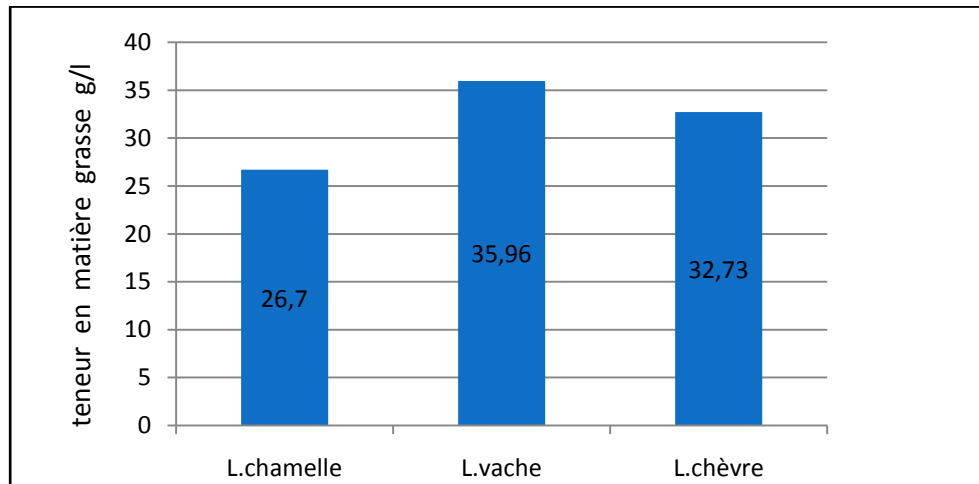


Figure 9 : Teneur en matière grasse du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin au même stade de lactation

3.2.4. Teneur en protéines totales

La teneur en protéique, varie en fonction des stades de lactation. Selon KAMOUN (1994), les deux premiers mois de lactation se caractérisent par une diminution des taux, protéinique et butyreux du lait camelin. Ces derniers atteignent une valeur minimale coïncidant avec le pic de lactation, puis retrouvent, en fin de lactation, un niveau comparable à celui de départ.

Les résultats consignés dans le tableau VIII indiquent une teneur moyenne en protéines totales de lait est égale $23.3\text{g/l} \pm 0.35$. Celle-ci paraît légèrement plus élevée que celles du lait bovin ($16.9\text{g/l} \pm 2.21$) et du lait caprin ($18.3\text{g/l} \pm 2.45$) (figure 10).

Le taux que nous avons relevé lors de la présente étude se situe dans la fourchette des travaux cités par MOHAMED *et al* (1989) et GNAN *et al* (1994) à savoir 46g/l et 21.5g/l respectivement. Il est plus faible que celui rapporté par KAMOUN (1994) soit $34.3\text{g/l} \pm 4.4$ et SIBOUKEUR (2007) $35,68\text{g/l} \pm 5,64$.

Cette variation des résultats peut être due à la différenciation du stade de lactation des échantillons collectés par les auteurs mentionnés.

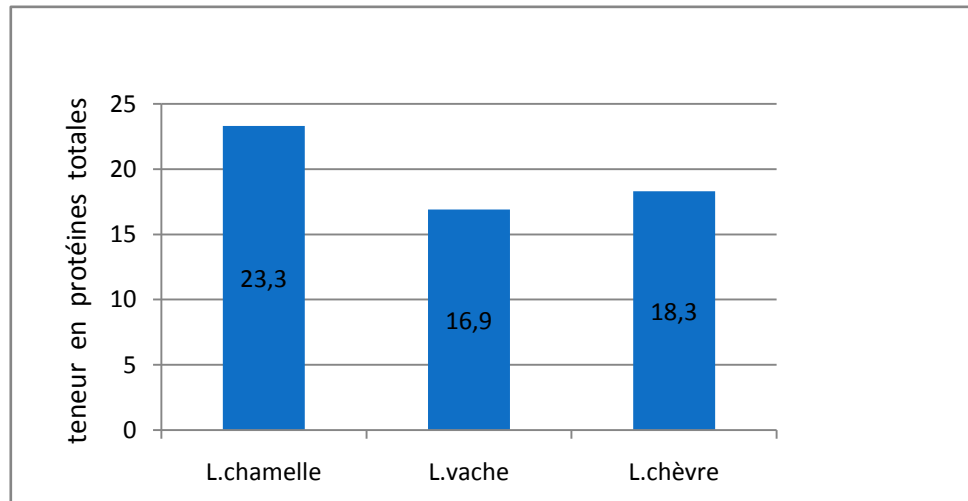


Figure 10: Teneur en protéines totales du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin en même stade de lactation.

3.2.5. Teneur en vitamine C

La variation de la teneur en vitamine C peut être due aux plusieurs facteurs tel que la variabilité de l'alimentation de dromadaire, le stade de lactation, la race, la saison et le climat.

La teneur en vitamine C des échantillons du lait camelin (tableau VIII) est égale à 16.27 ± 2.59 mg/l, au temps que le lait bovin et caprin enregistrent des valeurs respectivement égales à $14.75 \text{ mg/l} \pm 2.59$ et $11.83 \text{ mg/l} \pm 2.59$ (figure 11).

Les valeurs obtenues sont plus faible par rapport à celle rapporté par FARAH *et al* (1992) qui a trouvé des variations importantes (26,2-61,6 mg/l) en vitamine C avec une valeur moyenne de 37,4 mg/l, MEHAIA (1994) 24.9 mg/l, et SIBOUKEUR (2007) $41.40 \text{ mg/l} \pm 8.20$.

Il semblerait que le stade de lactation est responsable de la faible teneur en vitamines C par rapport à celles rapportées par les auteurs mentionnés.

Malgré cette variabilité, il demeure étendu que la teneur en vitamine C du lait camelin analysé est très largement au delà du seuil relevé dans le lait bovin et caprin.

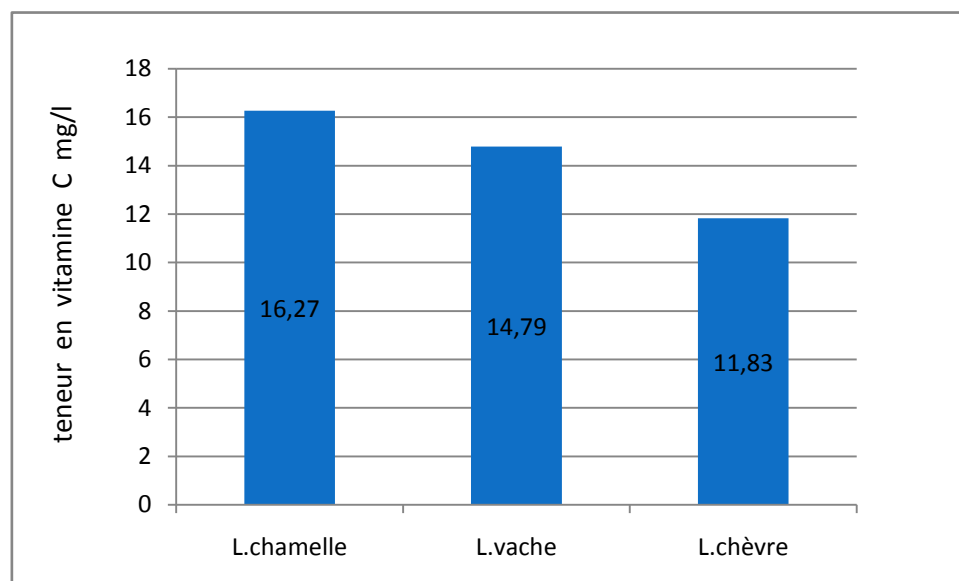


Figure 11 : Teneur en vitamine C du lait camelin en mi-lactation en comparaison avec celui des laits bovin et caprin en même stade de lactation

Conclusion

Le lait de dromadaire en raison de sa valeur nutritionnelle élevée connaît un regain d'intérêt ces dernières années. Bien que pendant ces dernières décennies, il a fait l'objet de multiples travaux de par le monde, peu d'investigations sur le lait produit dans notre pays ont été entreprises.

Le stade de lactation joue un rôle important dans la composition physico-chimique et biochimique du lait camelin. Pour ces raisons, nous avons tenté d'apporter cette contribution visant une meilleure connaissance de ce lait. A cet effet nous avons étudié les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques d'un lait camelin prélevé en mi-lactation.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le lait camelin en mi-lactation présente un pH légèrement plus faible ($\text{pH}=6.37 \pm 0,04$) par rapport aux laits bovin (6.59 ± 0.02) et caprin (6.51 ± 0.01) au même stade de lactation. L'acidité titrable du lait camelin est de l'ordre de $19,50 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,50$. Elle est relativement élevée par rapport à celles des laits bovin et caprin qui ont des valeurs respectivement égales à $17.66^\circ\text{D} \pm 0.57$ et $18.00^\circ\text{D} \pm 1.00$. Ces résultats montrent aussi que le lait camelin est moins dense (1.025 ± 0.002) que celui des laits bovin (1.035 ± 0.002) et caprin (1.030 ± 0.005).

Les analyses biochimiques indiquent que le lait camelin en mi-lactation renferme un taux de cendres ($6.66 \text{ g/l} \pm 2.88$) comparable à celui contenu dans les laits bovin ($8.5 \text{ g/l} \pm 2.59$) et caprin ($6.33 \text{ g/l} \pm 3.21$) au même stade de lactation. Ce lait comprend aussi un taux de matière sèche ($103,73 \text{ g/l} \pm 11.56$) plus faible par rapport à ceux des laits bovin ($129.66 \text{ g/l} \pm 9.50$) et caprin ($120 \text{ g/l} \pm 10.00$). La teneur en matière grasse du lait camelin analysé est égale $26.7 \text{ g/l} \pm 2.91$. Elle semble légèrement plus faible que celles des laits bovin ($35.96 \text{ g/l} \pm 5.39$) et caprin ($32.73 \text{ g/l} \pm 8.63$).

Les résultats montrent aussi que ce lait est plus riche en protéines ($23.3 \text{ g/l} \pm 0.35$) par rapport à celui des laits bovin ($16.9 \text{ g/l} \pm 2.21$) et caprin ($18.3 \text{ g/l} \pm 2.45$). Il contient une teneur en vitamine C égale à $16.27 \text{ mg/l} \pm 2.59$. Elle légèrement plus élevée que celle contenue dans les laits bovin ($14.75 \text{ mg/l} \pm 2.59$) et caprin ($11.83 \text{ mg/l} \pm 2.59$).

De ce qui précède, nous pouvons dire que le lait camelin produit en mi-lactation par les chamelles vivant en extensif dans la région du Sud-est algérien présente des

caractéristiques physico-chimiques et biochimiques différentes de celles des laits bovin et caprin.

A l'avenir, nous préconisons d'approfondir cette étude en réalisant les mêmes analyses en fonction des différents rangs et stades de lactation des chamelles, en comparaison avec les laits d'autres espèces laitière adaptées aux zones arides et semi arides.

*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. (1994):** Recombined camel's powder. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- ABU-TARBOUSH H M., AL-DAGAL M.M and AL-ROYLI M.A. (1998):** Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. *J. Dairy Sci.*, **81**, 354-361.
- ABU-TARBOUSH H. M. (1996):** Comparison of growth and proteolytic activity of yogurt starters in whole milk from camels and cows. *J. Dairy Sci.*, **79**, 366-371.
- AFNOR (1980) :** lait produit laitiers: méthodes d'analyse, AFNOR, paris, 1998.AFNOR, 1986.
- AHMED A.A., AWAD Y.L., and FAHMY F. (1977):** Studies on some minor constituents of camel milk. *Vet. Med. J.*, **25**, 51-56.
- ANONYME. (1980) :** Lait et produits laitiers : méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises, 1ère édition, AFNOR.
- ATTIA H., KHEROUATOU N., NASRI M. and KHORCHANI T. (2000):** Characterization of the dromadary milk casein micelle and study of its changes during acidification. *Lait*, **80**, 503-515.
- BADAOUI Dj. (2000) :** Contribution à la connaissance du lait de chamelle : Essai de caractérisation des protéines par Electrophorèse sur Gel de Poly-Acrylamide (PAGE). Thèse d'Ingénieur. Institut d'Agronomie Saharienne. Université d'Ouargla.
- 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. and JÖRNVALL H. (1985):** the primary structure of α -Lactalbumin from camel milk. *Eur. J. Biochem.*, **147**, 233-239.

- BEG O.U., BAHR-LINDSTRÖM H.V., ZAIDI Z.H. and JÖRNVALL H. (1986a):** Characterization of a camel milk protein rich in proline identifies a new β -casein fragment. *Regulatory Peptides*, **15**, 55-62.
- BEG O.U., BAHR-LINDSTRÖM H.V., ZAIDI Z.H. and JÖRNVALL H. (1986b):** A camel milk whey protein rich in half-cystine. *Eur. J. Biochem.*, **159**, 195-201.
- BEKELE T., ZEKELE M. and BAARS R.M.T. (2002):** Milk production performance of the one humped camel (*Camelus dromedarius*) under pastoral management in semi-arid eastern Ethiopia. *Livestock Prod. Sci.*, **76**, 37-44
- BEN-AISSA M. (1989) :** Le dromadaire en Algérie. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires (02)*, 19-28.
- BENGOUMI M., FAYE B. et TRESSOL J-C. (1994) :** Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26- octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- BOUDJENAH-HAROUN 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 Université Mouloud Mammeri De Tizi Ouzou.
- BRIGNON G., CHTOUROU A. and RIBADEAU-DUMAS B. (1985):** Does β -lactoglobulin occur in human milk, *Journal of Dairy Science*, **55**, 249-254.
- CANTISANI A., NAPOLITANO L., GIUFFRIDA M.G. and CONTI A. (1990):** Direct identification and characterization of llama (Lama glama L.) Whey proteins by microsequencing after western blotting. *Journal of Biochemical and Biophysical. Methods*, **21**, 227-236.
- CHETHOUNA F. (2011) :** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Thèse de Magister en Sciences Biologiques Université Kasdi Merbah Ouargla.
- DESAL H.K., PATEL J.N. and PANDYA A.J. (1982):** Composition of camel milk. *Gujarat Agric. Univ. Res. J.*, **2**, 131-132.

- EL-AMIN F. M. and WILCOX J. (1992):** Composition of Majaheim camels. *J. Dairy Sci.*, **75**, 3155-3157
- ELLOUZE S. et KAMOUN M. (1989):** Evolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de lactation. *Options Méd.*, **6**, 307-323.
- FAO (1995) :** Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- FARAH Z. (1993):** Composition and Characteristics of Camel Milk; review. *J. Dairy Res.*, **60**, 603-626.
- FARAH Z. (1996):** Camel Milk Properties and Products. Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management, SKAT, Switzerland.
- FARAH Z. and FARAH-RIESEN M. (1985):** Separation and characterization of major components of camel milk casein. *Milchwissenschaft*, **40**, 669-671.
- FARAH Z. and BACHMAN M.R. (1987):** Rennet coagulation properties of camel milk. *Milchwissenschaft*, **42**, 689-692.
- FARAH Z. and RÜEGG M.W. (1989):** The size distribution of casein micelles in camel milk. *Food Microstruct.*, **8**, 211-116.
- FARAH Z., RETTENMAIER R. and ATKINS D. (1992):** Vitamin content of camel milk. *Internat. J. Vitam. Nutr. Res.*, **62**, 30-33.
- FAYE B. et MULATO O.C. (1991) :** Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minérales chez le dromadaire de Djibouti. *Rev. Elev. Méd. Vét. des Pays Trop.*, **44**, 325-334.
- FAYE B., (2003):** Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 novembre, Niamey, Niger
- FERRANTI P., MALORNI A., NITTI G., LAEZZA P., PIZZANO R., CHIANESE L. and ADDO F. (1995):** Primary structure of ovine α 1-casein: Localisation of phosphorylation

sites and characterisation of genetics variants A, C, and D. *Journal of Dairy Research*, **62**, 281-296.

FOX P.F. (2001): Milk proteins as food ingredients. *Int.J.Dairy Tec.*, **54**(2), 41- 55. 1379-1400

GARNIER J. and RIBADEAU DUMAS B. (1970): Structure of the casein micelle. A proposal model. *Journal of Dairy Research*, **37** (3), 493-505

GNAN S.O. and SHERIHA A.M. (1986): Composition of Libyan camel milk. *Australian Journal of Dairy Technology*, 41, 33-35.

GONZALEZ P. (1949) :L'alimentation du dromadaire dans l'Afrique Française.

GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M. (1997): Mineral content of camel milk and colostrum. *Journal of Dairy Technology*, **64**, 471-474.

GORBAN A. M. S and IZZELDIN O. M. (2001): Fatty acids and lipids of camel milk and colostrum. *International Journal of Food Science and Nutrition*, **52**(3), 283-287.

GUILLOU, PELISSIER, J.P. et GRAPPIN, R. (1986) : Méthode de dosage des protéines du lait de vache. *Lait*, **66**, 143-175.

GUIRAUD J.P. (1998) : Microbiologie des principaux produits alimentaires ; in : «Microbiologie Alimentaire, Techniques de Laboratoire » Dunod, Paris.

HAMBRAEUS L. (1982): Nutritional aspects of milk proteins. *Journal of Food and Nutrition*, **39**, 1-13.

HASSAN A.A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A. et EL-SHABRAWY S.A. (1987): cite par **SIBOUKEUR (2007)**

HOLT C. (1992): Structure and stability of bovine casein micelle. *Advanced Protein Chemistry*, **43**, 63-15.

KADRI. M (2008) : Détermination de la composition minérale du lait camelin collecté dans le sud est Algérien (El oued, Ghardaïa et Ouargla) : cas des oligoéléments. Thèse d'Ingénieur en sciences Biologiques. Université d'Ouargla.

KAMOUM M. et RAMET J.P. (1989) : Conservation et transformation du lait de dromadaire. Options Méditerranéennes - Série Séminaires – n°: **6**, 229-231

KAMOUM M. (1994) : Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.

KAMOUM M. (1995) : Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. Option méditerranéennes, **13**, 81-103.

KANDIL H.M., 1984: Studies on camel nutrition. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt, 76p.

KAPPELER S., FARAH Z. and PUHAN Z. (1998): Sequence Analysis of Camelus dromedaries milk caseins. Journal of Dairy Research, **65**, 206-222.

KAPPELER S.R., FARAH Z. and 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**, 498-508.

KARUE C.N. (1994): The Dairy Characteristics of Kenyan Camel. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

KNOESS K.H., (1977): The camel as a meat and milk animal. World Animal Rev., **22**, 39– 44

KNOESS K.H., MAKJDUN A.J., RAFIG M. and HAFEEZ M. (1986): Milk Production Potential of the Dromadary with special reference to the province of Penjab. *World Anim. Rev.*, **57**, 11 -21.

LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. and MOHAMED M.A., (1986): Analysis of the casein content in camel (Camelus dromedaries) milk. Swedish Journal of Agriculture Research, **13**, 16-18.

LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. and MOHAMED M.A. (1994): Camel's (Camelus dromedarius) Milk: properties important for processing procedures and nutritional value. Actes du Colloque : « Dromadaires et chameaux animaux laitiers », 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

LASNAMI K., (1986): Le dromadaire en Algérie. Perspective de développement. Thèse. Magis. Agro. I.N.A. El Harrach. Algérie. 185P.

LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L. and RANDALL R.J. (1951): Protein measurement with Folin phenol reagent. *Journal of Biochemistry*, **193**,265-275.

LUQUET F.M. (1985) : Lait et Produits Laitiers ; Vache, Brebis, Chèvre. Tec. Doc., 2ème Ed., Lavoisier, Paris.

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.

MARCHIN S., PUTAUX J.L., PIGNON F. and LÉONIL J. (2007): Effects of the environmental factors on the casein micelle structure studied by Cryo-TEM and SAXS/USAXS". *The Journal of Chemical Physics*, **126**, 95-101.

MARTINEZ D., (1989): Note sur la production de lait de dromadaire en secteur périurbain en Mauritanie. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **42**, 115–116

MATHIEU J. (1998) : Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris

MEHAIA M.A. (1993a): Fresh soft white cheese (Dommati type) from camel milk; composition, yield and sensory evaluation. *J. Dairy Sci.*, **6**, 2845-2855.

MEHAIA M.A. (1993b): Composition, yield and organoleptic evaluation of the fresh Dommati cheese made from a mixture of camel and cow Milk. *Aust J. Dairy Techn*, **48**, 74-77.

MEHAIA M.A. (1994b): Vitamin C and riboflavin content in camels milk: effects of heat treatments. *Food Chem.*, **50**, 153-155.

MEHAIA M.A. and ALKANHAL M.A. (1992): Taurine and free amino acids in milk camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft*, **47**, 351-353.

MEHAIA M.A., HABLAS M.A., ABDEL-RAHMAN K.M. and EL-MOUGY S.A. (1995): Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chem.*, **52**, 115-122. *Methods*, **21**, 227-236.

MIETTON B., DESMAZEAUD M., DE ROISSARD H. et WEBER F. (1994) : Transformation du lait en fromage; in : « Bactéries lactiques II ». de Roissart et Luquet, Tech. Doc., Lavoisier, Paris.

MOHAMED M.A. (1990): Characterization of casein and preliminary trial of cheese-making properties. Sveriges Lantbruks university, Uppsala, Sweden.

MOSLAH M. (1994) : La production laitière du dromadaire en Tunisie. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

OCHIRKHUYAG B., CHOBERT, J.M., DALGALARRONDO, M., CHOISET, Y. and HAERTLE, T. (1997): Characterization of caseins from Mongolian Yak, Khainak and Bactrian camel. Lait, **77**, 601-613.

OCHIRKHUYAG, B., CHOBERT, J.M., DALGALARRONDO, M., CHOISET, I.Y. and HAERTLE, T. (1998): Characterization of whey proteins from Mongolian Yak, Khainak, and Bactrian Camel. Journal of food Biochemistry, **22**, 105-124.

PIGNON F., BELINA G., NARAYANAN T., PAUBEL X., MAGNIN A. and GÉSAN-GUIZIOU G. (2004): Structure and rheological behavior of casein micelle suspensions during ultrafiltration process. The Journal of Chemical Physics, **121**(16), 8138-8146.

RAMET J. P. (2003) : Aptitude à la conservation et à la transformation fromagère du lait de chamelle. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 novembre, Niamey, Niger.

RAMET J.P. (1993): La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude F.A.O., Production et santé animales, 113.

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.

RAMET, (1987): Production de fromages à partir de lait de chamelle en Tunisie. Rapport mission FAO, Rome, 1-33.Rev. Elev. Méd. Vét. des Pays Trop., **44**, 325-334.

RIBADEAU-DUMAS B. and GRAPPIN R. (1989): Milk protein analysis. Lait, **69**, 357-416.

RICHARD D. et GERALD D. (1989): La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trp.*, 42, 97-103.

SAIDI M., SIBOUKEUR O., OULED BELKHEIR A. et GUERRADI (1999): Caractéristiques physico-chimiques, composition et qualité bactériologique du lait de chamelle population sahraoui (wilayates d'Ouargla et Ghardaïa). Aptitudes technologiques. Premières journées sur la recherche cameline, Ouargla, 129-133.

SALEY M. (1993). La Production Laitière du Dromadaire. CIRAD, Ed Maison-Alfort, Paris.

SAWAYA W. N., KHALIL J. K., AL-SHALHAT A. and AL-MOHAMMAD H. (1984): Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *Journal of Food Science*, 49, 744-747.

SBOUI A., KHORCHANI T., DJEGHAM M. et BELHADJ O. (2009) : Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures ; *Afrique SCIENCE* 05(2), 293 – 304.

SCHMIDT D. (1980): Colloïdal aspects of casein. *Netherland Milk Dairy Journal*, 34, 42-64.

SCHMIDT D.G. (1982): Association of caseins and casein micelle structure. In *Developments of Dairy Chemistry-1. Proteins*. Applied Science Publishers, London and New York.

SCHMIDT-NIELSEN K. (1964): the camel in desert animals: Physiological problems of heat and water. Clarendon presse Oxford.

SIBOUKEUR O. (2007) : Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Mémoire de Doctorat de l'institut national agronomique El-Harrach-Alger. Algérie.

SIMPKIN S.P., ROWLINSON P., TULLU D. and LESORO-GOL P. 1997: A comparison of two traditional camel calf management system in Kenya and their implications for milk production. *Journal. Camel practices. Research*. 4: 229-234.

TAHA N.M. and KIELWEIN G. (1990), Pattern of peptide-bound and free amino-acids in camel, buffalo and ass milk. *Milchwissenschaft*, 45, 22-25.

- THOMPSON M.P., TARASSUK N.P., JENNESS R., LILLEVIK H.A., ASHWORTH V.S. and ROSE D. (1965):** Nomenclature of the proteins of cow's milk. Second revision. *Journal of Dairy Science*, **48**, 159-169.
- VILOTTE S.L. and SOULIER S. (1992):** Isolation and characterization of the mouse alpha-lac encoding gene: interspecies comparison, tissue-and stage-specific expression. *Genetic*, **119**, 287- 292.
- WALSTA P. (1990):** On the stability of casein micelles. *Journal of Dairy Science*, **73**, 1965-1979.
- WANGO J., FARAH Z. and PUHAN Z. (1998 b):** Composition of Milk from 3 Camels (*Camelus dromedarius*) Breeds in Kenya during Lactation. *Milchwissenschaft*, **53**, 136-139.
- WANGO J., FARAH Z. PUHAN Z. (1998 a):** Iso-electric focusing of camel milk proteins. *Int. Dairy J.*, **8**, 617-621.
- WANGO J., FARAH, Z and PUHAN Z. (1998):** Composition of milk from three camel (*Camelus dromedarius*) breeds in Kenya during lactation. *Milchwissenschaft*, **53**, 136-139.
- WAUGH D F., SLATTERY C.W. and CREAMER L. K. (1971):** Binding of cations to caseins. Site binding, Donnan binding, and system characteristics. *Biochemistry*, **10** (5), 817–823
- Wilson .R.T, (1984):** The caml, 1-223, Longman Group Ltd; London, G.B.
- Wilson R.T, Arayaa Melaku A, (1990):** The one –humped camel. Technical papers series n °3, 1-300, UNSO, New-YORK, USA *World Anim. Rev.*, **57**, 11 -21 *Lait*, **80**, 503-515.
- YAGIL R. (1982):** Camels and Camel Milk. FAO, Animal Production and Health, Paper N° **26**, 1-69.
- YAGIL R. (1985):** The Desert camel; comparative physiological adaptation. Ed KARGER, 109-120.
- YAGIL R. and ETZION Z. (1980):** Milk Yields of Camel (*Camelus dromedarius*). *Comp. Biochem. Physiol.*, **67**, 207-209.

YAGIL R. and ETZION Z. (1980a): Effect of drought conditions on the quality of camel milk. *J. Dairy. Res.*, **47**, 159-166.

YAGIL R., ZAGORSKI O. and VAN CREVELD C. (1994): Science and Camel's Milk Production. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26- octobre, Nouakchott, Mauritanie.

ZEUNER F.E. (1963): A History of Domesticated Animals. Hutchinson Ed., London. Publishers, 1963, 537 pages.

ZIA-UR-RAHMAN and SRATEN M.V. (1994): Milk Production and composition in lactating camels injected with recombinating bovin somatotropin. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers" 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

Annexes

Annexe 1

Systématiques des camelidés : *C. dromedarius* et *C. bactrianus*.

Règne : Animal

Sous règne : Métazoaires

Embranchement : Vertébrés

Super classe : Tétrapodes

Classe : Mammifère

Infra classe : Theria (placentaires)

Super ordre : Proxonia

Ordre : Artiodactyles

Famille : Camélidés

Sous famille : Camélines

Genre : Camelus

Espèce : dromedarius : dromadaire (une seule bosse)

Bactrianus : chameau (deux bosses)



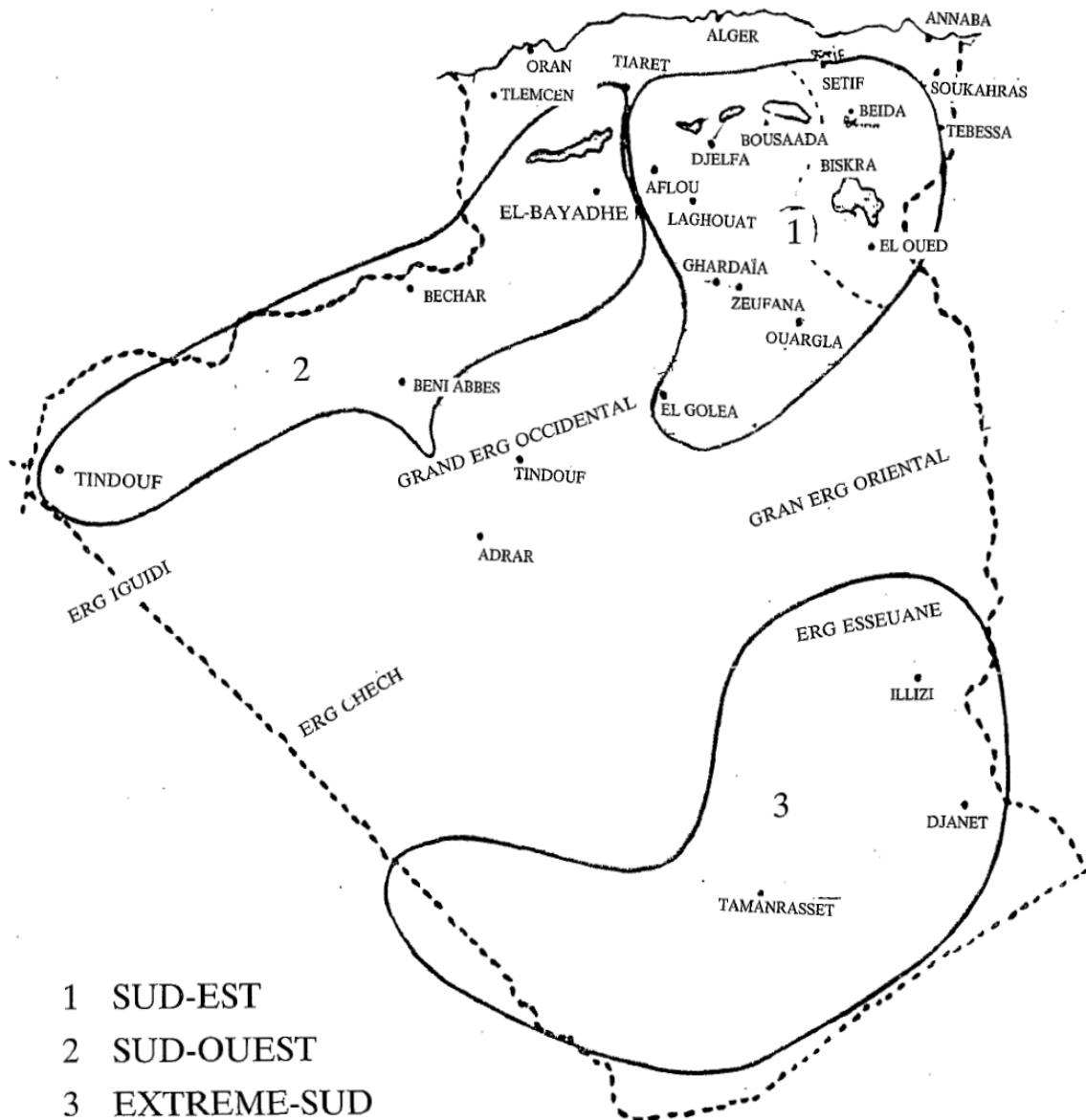
Photo 1. *Camelus dromedarius*



Photo 2. *Camelus bactrianus*

Annexe 2

Aires de distribution du dromadaire en Algérie



Annexe 3

Mesuré du pH du lait selon la méthode électrométrique décrite par AFNOR, 1980, cité par HESSAS (2001).

1-Appareillage et réactifs :

-100 ml de lait de chamelle cru.

-PH- mètre (la figure).

-bécher de 150 ml.

2-Mode opératoire :

-Introduction de l'électrode du pH-mètre préalablement étalonné dans un bécher contenant 100 ml de lait de chamelle à 25°C.

- La valeur affichée sur l'écran de l'appareil correspond au pH du lait à 25°C.



pH mètre

Annexe 4

Détermination de l'acidité Dornic

1-Réactifs :

- 10 ml de lait de chamelle cru.
- 2 à 3 gouttes de phénophtaléine à 1%.
- solution de (NaOH, N/9).

2-Appareillage :

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

3-Mode opératoire :

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

La valeur en acidité titrable exprimée en degré Dornic (°D), est donnée par l'expression suivante :

$$1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ ml de NaOH à N/9}$$

Annexe 05

Détermination de la densité

1-Matériels :

- Un densimètre
- Un thermomètre
- Une éprouvette ou un bécher allonger 250 ml

2-Mode opératoire :

Prolonger le densimètre dans le lait, puis est versé dans éprouvette qui est stabilise à la température d'utilisation de l'appareil (20°C) en évitant que celui-ci frotte les prions du récipient.

Attendre 01 min avant d'effectuer la lecture qui doit être fait à la partie supérieure du ménisque.

3-Expression des résultats :

La densité est lue directement sur le densimètre.

Annexe 6

Détermination des cendres (AFNOR, 1980)

1. Appareillage :

- capsule en platine ou matière inaltérable à fond plat de 55 à 60 mm de diamètre et de 20 à 25 mm de hauteur, de préférence avec couvercle.
- four à $530\text{ °C} \pm 20\text{ °C}$.
- Balance analytique sensible à 0,1 mg.
- Dessiccateur, contenant un agent déshydratant efficace.
- Pipette à lait

2. Mode opératoire :

- Incinérer la matière sèche par chauffage dans le four jusqu'à la disparition des particules charbonneuses (03 à 04).
- Mettre la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir.
- Peser à 0,1 mg près.

3. Résultats :

Les cendres du lait en g/l sont égales à :

$$(M1 - M0) \times 1000 / V$$

Les cendres du lait en pour cent de masse, sont égales à :

$$(M1 - M0) \times 1000 / E$$

- M0 = Masse en grammes de la capsule vide.
- M1 = Masse en gramme de la capsule + les cendres.
- V = Volume en millilitre de la prise d'essai.
- E = Masse en grammes de la prise d'essai de lait.

Annexe 7

Détermination de la teneur en matière grasse

1- Mode opératoire :

- peser une coupelle métallique, vide, nettoyée et séchée, pour un poids M_0 ;
- introduire dans la coupelle, une prise d'essai de 1ml de lait entier, pour la détermination de l'EST ou de lait écrémé, pour la détermination de l'ESD ;
- introduire cette coupelle dans l'étuve réglée à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, laisser la dessiccation se poursuivre pendant 3 heures ;
- le temps écoulé, la coupelle est immédiatement introduite dans un dessiccateur, où celle-ci refroidit sans reprise d'humidité ;
- une fois la coupelle à température ambiante, la peser encore une fois et on obtient ainsi M_1 .

2- Expression des résultats :

La valeur de l'EST ou l'ESD, exprimés en g/l de lait, est donnée par la relation suivante :

$$(M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

Où :

M_0 est la masse en grammes, de la coupelle vide ;

M_1 est la masse en grammes, de la coupelle et du résidu après dessiccation et refroidissement ;

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

3- Détermination de la matière grasse :

La détermination de la teneur en matière grasse (MG) des échantillons analysés est déterminée par l'application de la formule suivante :

$$\text{MG (g)} = \text{EST (g)} - \text{ESD (g)}.$$

Annexe 8**dosage des protéines par la méthode de LOWRY (GUILLOU et al.,1986)****1-Réactifs:**

Solution alcaline (A)	Solution cuivrique (B)	Solution (C)
500 ml de soude 0,1 N (02 g / 500 ml) +	02 ml de sulfate de cuivre (0,32 g /100ml) +	50 ml de la solution (A) +
10 g carbonate de sodium anhydre	02 ml de tartrate de sodium et potassium (01g/100ml)	01 ml de la solution (B)

2-Appareillage :

Verrerie usuelle

Spectrophotomètre UV visible

3-Mode opératoire :

- Prendre 01 ml d'échantillon
- Ajouter 05 ml de solution (C)
- Laisser 10 min à température ambiante
- Ajouter 0,5 ml de réactif de folin-ciocalteu
- Laisser 30 min à l'obscurité

Lire la Do à 750 nm à l'aide d'un Spectrophotomètre UV visible

4-Courbe d'étalonnage :

On utilise le sérum albumine bovine pour tracer la courbe d'étalonnage $Do = f(C)$

Les quantités à déposer dans chaque tube sont indiquées au tableau ci-après :

Concentration BSA ($\mu\text{g/ml}$)	0	20	40	60	80	100
Solution mère de BSA (μl)	0	200	400	600	800	1000
Eau distillée (μl)	1000	800	600	400	200	0

Annexe 9

Densimètre

C'est un appareil permettant de mesurer la densité d'un liquide. Le densimètre est un flotteur fusiforme, lesté de plomb ou de mercure et surmonté d'une tige graduée. Le densimètre, plongé dans le liquide à analyser s'y enfonce jusqu'à un certain niveau et on lit directement sur la tige la densité correspondante du liquide. La température doit être surveillée, l'appareil étant jaugé à une température donnée.

Le densimètre est couramment utilisé pour mesurer la densité des liquides alimentaires, en particulier des moûts (vinification, brasserie, cidrerie). (CLEMENT, J. M., 1978)



Densimètre

Résumé: La composition physicochimique du lait de chamelle est variable selon l'alimentation des animaux, les conditions environnementales ainsi que la période de lactation. Dans le but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et la composition biochimique du lait de chamelle collecté localement en mi-lactation, le lait camelin a été comparé à celui bovin et caprin au même stade de lactation. Ainsi nous avons procédé à la détermination du pH, de l'acidité titrable, de la densité, de l'extrait sec total, des teneurs, en cendres, en matière grasse, en protéines et en vitamine C. Les résultats obtenus montrent que le pH du lait camelin collecté pendant cette période de lactation est légèrement plus faible ($\text{pH}=6.37 \pm 0,04$) par rapport aux laits bovin et caprin au même stade de lactation. Son acidité Dornic est égale à $19,50 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,50$. Elle est relativement élevée par rapport aux laits bovin et caprin. La densité du lait camelin (1.025 ± 0.002) paraît légèrement plus faible par rapport aux autres laits analysés. Parallèlement, les analyses montrent que le lait camelin collecté pendant cette période de lactation, contient un taux en cendres ($6.66\text{g/l} \pm 2.88$) comparable à celui contenu dans les laits bovin et caprin. La teneur en matière sèche totale de ce lait est égale à $103,73 \text{ g/l} \pm 11.56$. Elle semble plus faible par rapport à celles des laits bovin et caprin. Le lait camelin contient aussi une teneur en matière grasse ($26.7\text{g/l} \pm 2.91$) légèrement plus faible par rapport à celles des autres laits analysés. La teneur en protéines de lait de chamelle ($23.3\text{g/l} \pm 0.35$) est plus élevée que celle des laits bovin et caprin. Ce lait comprend aussi une teneur en vitamine C égale à $16.27 \text{ mg/l} \pm 2,59$. Elle paraît légèrement plus élevée que des autres laits analysés.

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

تحديد خصائص الفيزيوكيميائية و البيوكيميائية لحليب الإبل الذي تم جمعه محليا في منتصف الرضاعة

ملخص - التركيب الفيزيوكيميائي لحليب الإبل يختلف حسب تغذية الحيوانات و الظروف البيئية بالإضافة إلى مرحلة الرضاعة. بهدف تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية و التركيب البيوكيميائي لعينات حليب الإبل التي تم جمعها محليا في منتصف الرضاعة، تمت مقارنة حليب النوق بنظيره البقري و المعزي في نفس المرحلة من الرضاعة. لذلك انتقلنا إلى تحديد ال pH، الحموضة، الكثافة، المواد الصلبة، الرماد، الدهون، البروتين، و الفيتامين C. وتبين النتائج أن pH حليب الإبل الذي تم جمعه خلال هذه الفترة من الرضاعة كان أقل قليلا ($\text{pH} = 6.37 \pm 0.04$) مقارنة مع حليب الأبقار و حليب الماعز في نفس المرحلة من الرضاعة. الحموضة Dornic تساوي 19.50 ± 0.50 وهي مرتفعة نسبيا مقارنة مع حليب الأبقار و حليب الماعز. كثافة حليب الإبل (1.025 ± 0.002) تبدو أقل قليلا مقارنة بأنواع الحليب الأخرى التي تم تحليلها. وفي الوقت نفسه، يبين التحليل أن حليب الإبل الذي جمع في منتصف فترة الرضاعة، يحتوي على معدل رماد ($6.66 \text{ g/l} \pm 2.88$) يبدو مماثل لذلك الوارد في حليب الأبقار و الماعز. مجموع المواد الصلبة في الحليب يساوي $103.73 \text{ g/l} \pm 11.56$ يبدو منخفضا مقارنة مع الحليب البقر و الماعز. يحتوي حليب الإبل أيضا على نسبة الدهون تساوي $26.7 \text{ g/l} \pm 2.91$ أقل قليلا من الموجودة في أنواع الحليب الأخرى التي تم تحليلها. محتوى البروتين في حليب الإبل ($23.3 \text{ g/l} \pm 0.35$) أعلى من الموجود في حليب الأبقار و حليب الماعز. هذا الحليب يحتوي أيضا على نسبة من الفيتامين C تعادل $16.27 \text{ mg/l} \pm 2.59$ تبدو أعلى قليلا من أنواع الحليب الأخرى التي تم تحليلها.

Physico chemical and biochemical characterization of camel milk collected locally in mid lactation

Abstract - The physicochemical composition of camel milk is variable according to the food of the animals, the environmental conditions as well as the period of lactation. In order to determine the physico-chemical characteristics and biochemical composition of camel milk collected locally in mid-lactation, camel milk has been compared to bovine milk and caprine milk at the same stage of lactation. So we proceeded to determine the pH, the titratable acidity, the density, the total dry matter, and the contents of fat, of protein and of vitamin C. The results show that the pH of camel milk collected during this lactation period was slightly lower ($\text{pH} = 6.37 \pm 0.04$) compared to bovine and caprine milk at the same stages of lactation. Dornic acidity is equal to $19.50 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0.50$. It is relatively high compared to bovine milk and caprine milk. The density of camel milk (1.025 ± 0.002) seems slightly lower compared to other milks analyzed. In parallel, the analyzes show that the camel milk collected during the lactation period, contains a rate ashes ($6.66 \text{ g/l} \pm 2.88$) appears comparable to that contained in the bovine and caprine milk. The total dry matter content of milk is equal to $103.73 \text{ g/l} \pm 11.56$. It seems low compared to those of bovine and caprine milk. The camel milk also contains a fat content ($26.7 \text{ g/l} \pm 2.91$) slightly lower than other milks analyzed. The protein content of camel milk ($23.3 \text{ g/l} \pm 0.35$) is higher than that of cattle and goat milk. This milk also including a vitamin C content equal to $16.27 \text{ mg/l} \pm 2.59$. It seems slightly higher than other milks analyzed.