

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie

THEME

Caractéristiques physico-chimiques du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*) cas de population sahraoui

Présenté par :

- BIA Soumia
- GHEZAL Amel
- GHENADRA Fatma zohra
- MILOUDI Meriem

Dirigé par :

M. MEDJOUR Abdelhak

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements

Nous sommes très reconnaissants pour nos professeurs de biologie et en particulier à Monsieur le professeur Madjour Abdelhak qui nous a encadré pour l'aide qu' ils en présenté aux élèves durant les années d' étude .

Sans oublier de remercier toute l'équipe du personnel de la direction de biologie et tous les personnels de laboratoire pour les aides présentées, et sans oublier les personnels de laboratoire EL CHEHABI de Monsieur LACHEHAB Maaouia et laboratoire FATI LABE pour l'aide présentée .

Et enfin, nous présentons nos meilleurs vœux pour nos collègues d'étude.

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, le lait camelin a été comparé à celui bovin. 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 est légèrement faible ($\text{pH}=6,44 \pm 0,0169$) par rapport aux laits bovin. Son acidité Dornic est égale à $18,66 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,4714$. Elle est relativement plus faible par rapport aux laits bovin.

La densité du lait camelin ($1,029 \pm 0,0008$) paraît légèrement plus faible par rapport l'autre lait analysé. Parallèlement, les analyses montrent que le lait camelin collecté localement, contient un taux en cendres ($3,97 \text{ g/l} \pm 0,0124$) comparable à celui contenu dans les laits bovin. La teneur en matière sèche totale de ce lait est égale à $135,16 \text{ g/l} \pm 2,76$. Elle semble plus élevée par rapport à celles des laits bovin. La teneur en protéines de lait de chamelle ($33,5 \text{ g/l} \pm 0,77$) est plus élevée que celui de lait bovin. À propos le taux du lactose dans le lait ($39,97 \text{ g/l}$) est moins que se trouve dans le lait bovin. Mais concernant les globules gras du lait camelin leur taille est plus faible que le lait bovin.

Mot clés : lait camelin, lait bovin, physico-chimiques, biochimique, les globules gras.

ملخص:

التركيب الفيزيوكيميائي لحليب الإبل يختلف حسب تغذية الحيوانات والظروف البيئية بالإضافة إلى مرحلة الرضاعة. بهدف تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية والتركيب الكيميائي لعينات حليب الإبل التي تم جمعها محليا، تمت مقارنة حليب النوق بنظيره البقري. لذلك انتقلنا إلى تحديد ال pH , الحموضة, الكثافة, الرماد, الدهون, البروتين و الفيتامين C. وتبين النتائج أن pH حليب الإبل الذي تم جمعه ($pH=6,44 \pm 0,0169$) كان اقل قليلا مقارنة مع حليب الأبقار. الحموضة Dornic تساوي $18,66 \pm 0,471$ °D فهي مرتفعة نسبيا مقارنة مع حليب الأبقار. كثافة حليب الإبل ($1,029 \pm 0,0008$) تبدو اقل قليلا مقارنة بالنوع الأخر من الحليب الذي تم تحليله . وفي الوقت نفسه, يبين التحليل أن حليب الإبل يحتوي على معدل رماد ($3,97g/l \pm 0,0124$) يبدو مماثل لذلك الوارد في حليب الأبقار. مجموع المواد الصلبة في الحليب يساوي ($135,16 g/l \pm 2,76$) يبدو منخفض مقارنة مع حليب البقر. محتوى البروتين في حليب الإبل ($33,5g/l \pm 0,77$) أعلى من الموجودة في حليب الأبقار . حول نسبة اللاكتوز ($39,97 g/l$) تبدو اقل من تلك الموجود في حليب الأبقار. لكن في ما يخص بحجم كريات الدهون فإنها تبدو منخفضة مقارنة بحليب الأبقار

الكلمات المفتاحية: حليب النوق, حليب الأبقار, الفيزيوكيميائية, البيوكيميائية, كريات الدهون

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, camel milk has been compared to bovine milk .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 was slightly lower ($\text{pH} = 6,44 \pm 0,0169$) compared to bovine milk .Dornic acidity is equal to $18,66 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,4714$. It is relatively high compared to bovine milk .

The density of camel milk (1.029 ± 0.0008) seems slightly lower compared to another milk analyzed. In parallel, the analyzes show that the camel milk , contains a rate ashes ($3,97 \text{ g/l} \pm 0.0124$) appears comparable to that contained in the bovine. 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 milk. The protein content of camel milk ($33.5 \text{ g/l} \pm 0.77$) is higher than that of bovine milk. about the rate of lactose in milk ($39,97 \text{ g/l}$) is less than is found in the bovine milk. but by the way fat globules of camel milk their size is lower than bovine milk.

key word: camel milk, bovine milk, physicochemical, biochemical, fat globules

SOMMAIRE

Introduction générale	
PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Aperçu sur le dromadaire	
1. 1. Historique.....	03
1.2. Domestication.....	04
1.3. Classification.....	05
1.4. Distribution et effectif.....	06
1.4.1. Distribution dans le monde.....	06
1.4.2. Distribution en Afrique.....	07
1.4.3. Evolution des effectifs camelins en Algérie.....	07
Chapitre II : Le lait camelin	
2.1. Production laitière du lait camelin.....	09
2.1.1. Production laitière Mondiale.....	09
2.1.2. Production Laitière En Algérie.....	10
2.2. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques.....	11
2.2.1. Les caractères organoleptiques.....	11
2.2.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	11
2.2.2.1. pH.....	11
2.2.2.2. Densité.....	11
2.2.2.3. Acidité Dornic.....	12
2.2.2.4. Point de congélation.....	12
2.2.3. Composition chimique.....	12
2.2.3.1. L'eau.....	12
2.2.3.2. Matière sèche totale.....	12
2.2.3.3. Fraction azotée.....	12
2.2.3.3.1. Azote protéique.....	13
2.2.3.3.1.1. Protéines lactosériques.....	13
2.2.3.3.1.2. Les caséines.....	14
2.2.3.3.2. Azote non protéique.....	16
2.2.3.4. Matière grasse.....	16
2.2.3.5. Lactose.....	17
2.2.3.6. Cendre.....	17

2.2.3.7. Sels minéraux.....	17
2.2.3.8. Vitamines.....	17
DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE	
Chapitre I : MATERIELS ET METHODES	
1.1. Matériel.....	20
1.1.1. Echantillons de lait de chamelle.....	20
1.1.2. Echantillons de Lait de bouvin.....	20
1.1.3. Matériels de laboratoire.....	20
1.1.3.1. Appareillages.....	20
1.1.3.2. Petite materiel.....	20
1.1.4. Réactifs et solvant.....	20
1.2. Methode d'analyse.....	21
1.2.1. Collecte du lait.....	22
1.2.2. Etude des caractéristiques du lait de chammelles collecté.....	22
1.2.2.1. Analyses physico-chimiques et biochimique.....	22
1.2.2.1.1. Mesure de pH.....	22
1.2.2.1.2. Détermination de la densité.....	22
1.2.2.1.3. Détermination de l'acidité Dornic.....	22
1.2.2.1.4. Détermination des teneurs en matière sèche totale	22
1.2.2.1.5. Matières protéiques-titrables.....	22
1.2.2.1.6. Détermination du lactose.....	23
1.2.2.1.7. Taille des globules gras.....	23
1.2.2.1.8. Détermination de cendre.....	23
Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSION	
2.1. Paramètres physico-chimiques.....	24
2.1.1. pH.....	24
2.1.2. Densité.....	25
2.1.3. Acidité dornic.....	26
2.2.4. Globule gras.....	27
2.2. Paramètres bio-chimiques.....	28
2.2.1. Matière sèche total.....	28
2.2.2. Lactose	29
2.2.3. Cendre	30

2.2.4. Protéique titrable.....	31
Conclusion générale.....	33
Références bibliographiques.....	34
Annexes	
Resumé et mots-clés	

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titres	Page
Tableau I	évolution de l'effectif camelin en Algérie (2002-2010)	07
Tableau II	Production laitière caméline mondiale	09
Tableau III	Production laitière moyenne (l/j) selon le stade de lactation et pic de lactation	10
Tableau IV	La production journalière moyenne de lait par kg et par tête de chamelle en Algérie	10
Tableau V	Distribution des teneurs en azote (mg/100ml) des laits de dromadaire et de vache	13
Tableau VI	Composition chimique globale (%) du lait de chamelle, comparaison avec le lait de vache	18
Tableau VII	Composition en vitamines ($\mu\text{g}/\text{kg}$) du lait de chamelle, comparaison avec le lait de vache	19
Tableau VIII	Caractérisation physico-chimiques des échantillons de lait camelin comparés avec le lait bovin	24
Tableau IX	Caractérisation bio-chimiques des échantillons de lait camelin comparés avec le lait bovin	28

LISTE DE FIGURES

Figures	Titres	Page
Figure 01	<i>Camelius dromedarius</i> , dromadaire.	03
Figure 02	Systématique des camélidés.	05
Figure 03	Distribution géographique des dromadaires.	07
Figure 04	distribution du dromadaire en Algérie.	08
Figure 05	Proportion des caséines individuelles dans le lait de chamelle et le lait de vache.	15
Figure 06	Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (submicelles).	16
Figure 07	Structure de la micelle selon la modèle a dualité des liens.	16
Figure 08	Procédure expérimentale.	21
Figure 09	Préparation de l'échantillon du lait pour mettre en évidence la taille de globules gras.	23
Figure 10	pH du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.	24
Figure 11	Densité du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.	25
Figure 12	Acidité dornic du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.	26
Figure 13	Protéique titrable du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.	27
Figure 14	Taille de globule gras.	28
Figure 15	Lactose du lait camelin en comparaison avec celui de lait Bovin.	29
Figure 16	Teneur en Cendre totale du lait camelin en comparaison avec celui de lait Bovin.	30
Figure 17	Matière sèche totale du lait camelin en comparaison avec celui de lait Bovin.	31

LISTE DES ABREVIATIONS

MST	matière sèche totale
MG	matière grasse
PN	L'azote protéique
NPN	L'azote non protéique
PGRP	La protéine de reconnaissance du peptidoglycane (peptidoglycanrecognition protein)
WAP	la protéine acide (whey acidic protein)
WBP	la protéine basique (whey basicprotein)
PP3	protéose-peptone-3
KDa	kilo Dalton
PHi	Point hydrogène isoélectrique
Nm	Nanomètre
g/l	Gramme
µg/kg	Microgramme/Kilogramme
mg / kg	Milligramme/Kilogramme
µm	Micromètre
NF	Norme Française
CPG	Chromatographie en phase gazeuse

Introduction générale

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

De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés (SIBOUKEUR, 2011).

En Algérie, l'importation de lait en poudre a augmenté ces dernières temps, à cause de la croissance démographique et l'insuffisance de la production nationale. Même si un effort non négligeable est déployé pour endiguer cette importation en encourageant le développement du cheptel bovin laitier, il n'en est pas de même des autres productions provenant des espèces laitières telles la chèvre, la brebis, et la chamelle qui sont particulièrement adaptées à nos rudes conditions agro-climatiques et dont la rusticité est toujours de mise (CHETHOUNA, 2011).

Le lait camelin est un aliment majeur prisé par les populations des régions arides et semi-arides du globe, il est très souvent consommé après transformation (lait fermenté). malgré sa richesse et sa production non négligeable demeure un produit relativement peu consommé et peu transformé, car insuffisamment étudié et mis en valeur.

Il 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 (Benguettaia et Lemlem, 2013). Il a été testé efficacement comme anti-hypertensif et régulateur de la survenue du diabète et du cancer. Il a en outre été recommandé pour des enfants allergiques au lait de bovin (BOUDJENAH-HAROUN, 2012).

l'effectif camelin algérien est réparti sur 17 wilayates, avec 75% du cheptel dans huit wilayates sahariennes : Ouargla, Ghardaia, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar et 25% du cheptel dans neuf wilayates steppiques : Biskra, Tebessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayad, Naâma, Laghouat et M'sila (SIBOUKEUR, 2011).

En matière de recherche scientifique relative à la camélogie, l'Algérie est un parent pauvre (BABELHADJ, 2012).

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.
- ❖ Détermination des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle.

❖ A titre de comparaison des échantillons de lait bovin sont également analysés sur le plan physico-chimique et biochimique.

PREMIÈRE PARTIE : Synthèse bibliographie

Chapitre I : Aperçu sur le dromadaire

Le dromadaire est un animal de désert, bien adapté aux différents environnements hostiles par son comportement alimentaire particulier et sa physiologie digestive, hydrominérale et thermorégulatrice exceptionnelle (HAMMADI, 2010 ; ATIGUI, 2014).

La température interne du dromadaire varie en fonction de la température externe, et supporte des écarts compris entre 34°C lors de nuits fraîches et atteint 42°C en période chaude (FAYE, 1997 ; DRIOT, 2009). La résistance du dromadaire aux privations d'eau est légendaire. Cet animal est en effet capable de perdre jusqu'à 30% de son poids en eau, sans mettre sa vie en danger, contre 12% chez les autres espèces (BENGOUMI *et al.*, 2002 ; DRIOT, 2009).

Le dromadaire est sensible à un certain nombre de grandes maladies infectieuses. (FAYE, 1997 ; OULD TALEB, 1999).

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 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).



Figure 1 : *Camelus dromedarius*, dromadaire (FARAH, 2004).

1.1. Historique

Le nom « dromadaire » est dérivé du terme grecque « dromados » qui veut dire course. Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse (SIBOUKEUR, 2007 ; CHETHOUNA, 2011 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013). Le dromadaire vit dans les régions chaudes,

arides et semi-arides de la planète. Il serait originaire de l'Amérique du Nord où le plus ancien fossile de *Camelidae* a été trouvé et d'où il aurait rejoint l'Asie et l'Afrique (SIBOUKEUR, 2007). Il y a 2 à 3 millions d'années, l'ancêtre du dromadaire aurait pénétré en Afrique. Les dromadaires existaient déjà dans la Corne de l'Afrique pendant la Préhistoire et on a retrouvé des dents en Éthiopie ainsi que des peintures en Somalie et à Djibouti. La relation entre l'homme et le dromadaire remonte au II^{ème} millénaire avant J.-C. La domestication du dromadaire a probablement eu lieu dans le sud de la péninsule Arabique vers 2000 ou 3000 avant J.-C. (FAYE, 1997).

1.2. Domestication

L'histoire de la domestication du dromadaire reste à élucider. Toutefois, elle apparaît fort récente au regard de l'apparition plus ancienne des autres espèces actuellement domestiques. Les arguments s'accumulent d'ailleurs en faveur d'un scénario de domestication unique (FAYE, 1997 ; WILSON, 1998 ; BABELHADJ, 2012). En effet, il est probable que le dromadaire fut domestiqué par l'homme dans le Sud de la péninsule arabique environ 2000 ans avant J.-C à partir d'une population sauvage occupant les vallées arides de l'actuel Hadramaout (KOHLER-ROLLEFSON, 1991 ; JIANLIN *et al.*, 1999 ; BABELHADJ, 2012). A titre de comparaison, la domestication des petits ruminants (chèvres et moutons) date de 9000 à 10000 ans B.P (PETERS *et al.*, 1999 ; ZEDER et HESSE, 2000) et celle des bovins à environ 8000 ans (LOFTUS *et al.*, 1994 WENDORF et SCHILD, 1994; BRADLEY *et al.*, 1996 ; BABELHADJ, 2012). La première utilisation du dromadaire relève de l'activité de bât et demeure sans doute associée au commerce des épices, fort florissant à cette époque entre le Sud de la péninsule arabique et le pourtour méditerranéen. Ce commerce caravanier a permis de faire la naissance de quelques glorieuses civilisations. L'histoire retient d'ailleurs que la visite de la reine de Saba au roi Salomon (955 avant J.-C.) se fit grâce à une imposante caravane de dromadaires portant les effets de la suite royale à travers du désert d'Arabie. (BABELHADJ, 2012). Certains auteurs pensent qu'il a existé d'autres foyers de domestication, notamment en Afrique du nord, mais cette hypothèse paraît difficilement défendable en regard des arguments archéologiques connus aujourd'hui. Toutefois il semble que l'utilisation du dromadaire se popularise en Inde beaucoup plus tard, lors de la pénétration des zones arides indopakistanaïses. Cependant, le dromadaire pénètre en Afrique du nord par le Sinaï au début de l'ère chrétienne. On pense que c'est à l'époque romaine et en Afrique du nord que la première utilisation du dromadaire pour tirer l'araire est assurée (FAYE, 1997 ; BABELHADJ, 2012).

1.3. Classification

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 (MEDJOUR, 2014) ; et à la famille des Camélidés (DRIOT, 2009). 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.

- **Genre *Camelus***

Camelus dromedarius (dromadaire)

Camelus bactrianus (chameau de Bactriane)

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

Lama glama (lama).

Lama guanacoe (guanaco).

Lama pacos (alpaga ou alpaca).

Lama vicugna (vigogne).

D'après des études cytologiques menées par SAMMAN *et al.* en 1993, toutes ces espèces camelines sont très proches les unes des autres sur le plan génétique avec 37 paires des chromosomes ($2n = 74$). (BABELHADJ, 2012 ; OULD AHMED, 2009).

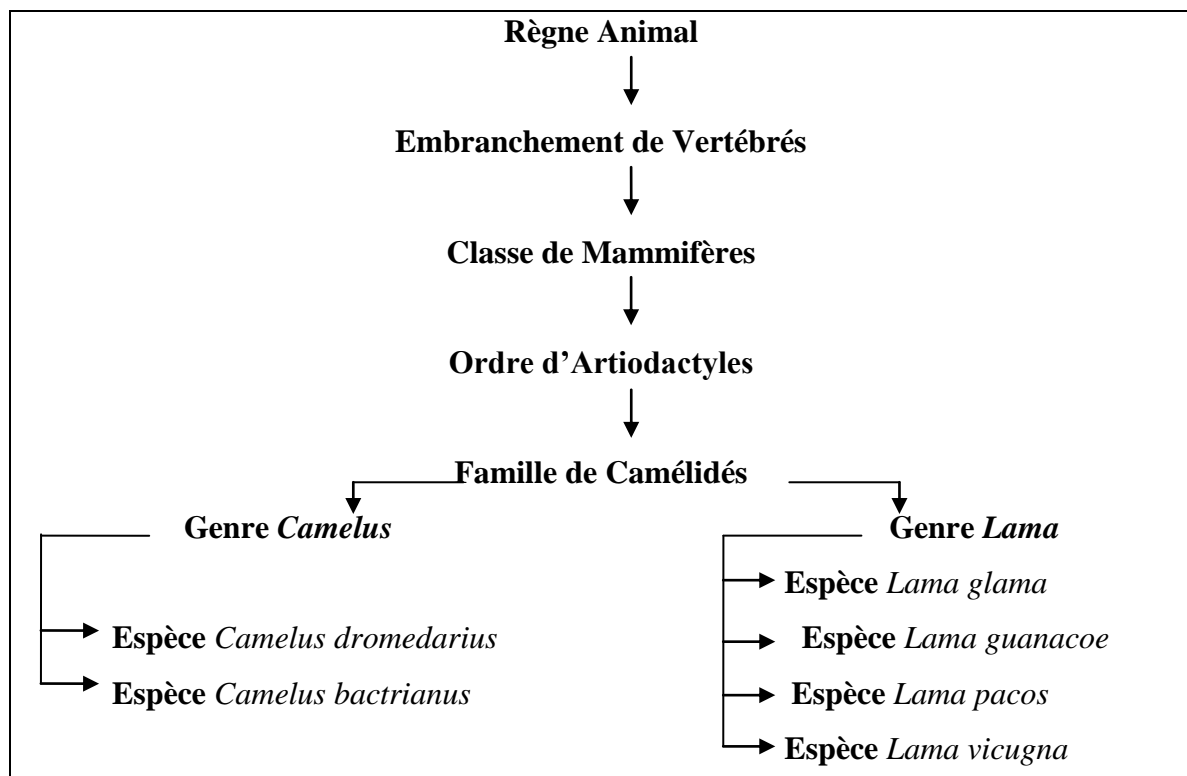


Figure 2 : Systématique des camélidés (OULD AHMED, 2009).

1.4. Distribution et effectif

L'effectif mondial des camélidés est environ 26,8 millions de tête dont plus de 80% se situent en Afrique (HAMMADI, 2010 ; ATIGUI, 2014).

1.4.1. Distribution dans le monde

Les espèces *Camelus dromedarius*, communément appelé dromadaire ou chameau à une bosse, et *Camelus bactrianus* ou chameau de Bactrian qui n'est autre que le chameau à deux bosses sont comparables. Au-delà de leur particularité anatomique, dromadaire et chameau de Bactriane se distinguent par leur aire de répartition géographique. Tandis que le premier est l'animal des déserts chauds d'Afrique, du Proche et du Moyen-Orient jusqu'au désert du Tharen Inde. Alors le second est celui des déserts froids d'Asie Centrale jusqu'aux confins de la Mandchourie en Chine. Toutefois, les deux espèces peuvent cohabiter en quelques rares endroits. La localisation géographique du dromadaire se situe dans la ceinture des zones tropicales et subtropicales sèches de l'Afrique, de l'Ouest du continent asiatique et du Nord- Ouest de l'Inde (Figure 3). Une implantation massive de dromadaires a été faite au siècle dernier en Australie, des introductions très ponctuelles ont également été réalisées aux Etats-Unis, en Amérique Centrale, en Afrique du Sud et en Europe (WILSON *et al.*, 1989). Selon FAYE en 1997, le dromadaire est répertorié dans 35 pays originaires s'étendant du Sénégal à l'Inde et du Kenya à la Turquie. L'aire originaire de distribution du dromadaire est bien entendu associée aux caractéristiques climatiques du milieu compte tenu de l'adaptabilité remarquable de cette espèce aux conditions d'aridité. L'aire de distribution découle aussi d'un facteur social d'importance : le dromadaire est tout d'abord l'animal du nomade, célébré comme tel par le Coran, même si son utilisation par les bédouins de l'Arabie est antérieure à l'Islam. Cependant, dans son extension à la faveur de l'expansion de l'Islam, le dromadaire du nomade a rencontré le cultivateur méditerranéen ou oasien, et s'est donc sédentarisé. (OULD AHMED, 2009 ; BABELHADJ, 2012 ; MEDJOUR, 2014).

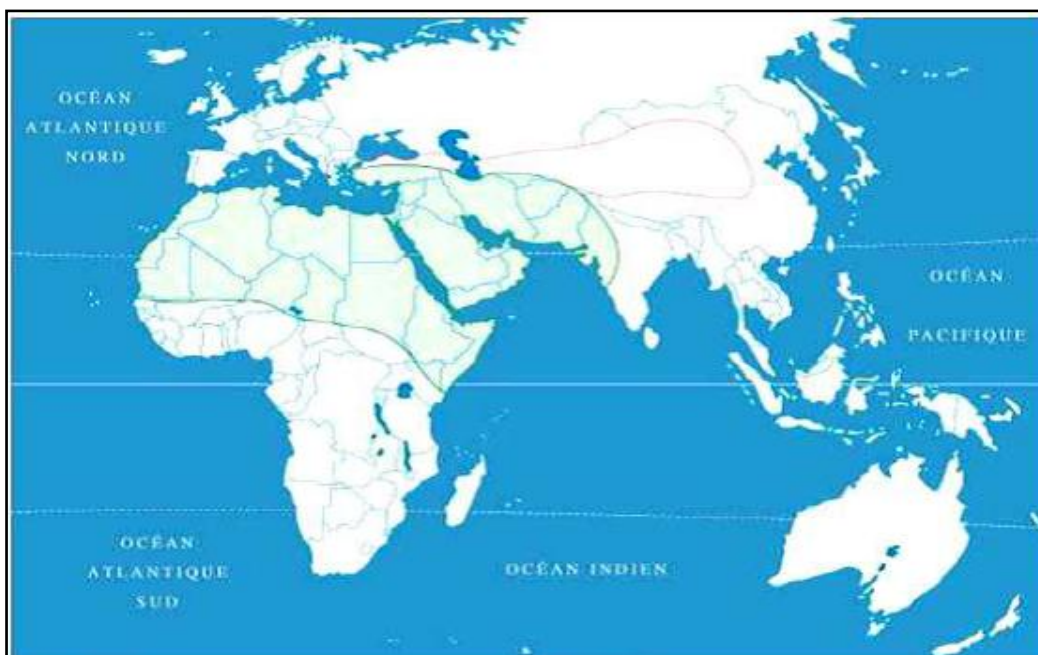


Figure 3 : Distribution géographique des dromadaires (SENOUSSI, 2011).

1.4.2. Distribution en Afrique

Il est difficile de connaître avec exactitude la population caméline mondiale, cela est lié à plusieurs facteurs comme l'absence de vaccination obligatoire pour cette espèce et la nature même des écosystèmes dans lesquels elle évolue, ce qui rend difficile le recensement de ces effectifs. Les chiffres proposés par la FAO s'appuient sur des estimations qu'un recensement exhaustif (FAYE, 1997).

La répartition mondiale de l'espèce caméline est fortement inégale et elle est confinée dans la ceinture désertique et semi-aride d'Afrique et d'Asie. Cependant, près de 80% de la population de dromadaire se situe en Afrique. Les pays de la Corne de l'Afrique (Somalie, Soudan, Ethiopie, Kenya, Djibouti) abritent seuls 60% du cheptel camelin mondial (FAYE, 1997).

La Somalie contient environ 6,5 millions de dromadaires, ce qui est proche de 50% du cheptel africain (FAYE, 1997).

1.4.3. Evolution des effectifs camelins en Algérie

En 1890, les effectifs du dromadaire en Algérie étaient estimés à 260 000 têtes. Ils sont passés à 194 000 têtes en 1910 et à 142 900 têtes en 1986.

Tableau I : évolution de l'effectif camelin en Algérie (2002-2010) (MADR, 2011).

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Effectif amelin	249690	253050	273140	279004	286670	292851	299327	306231	315849

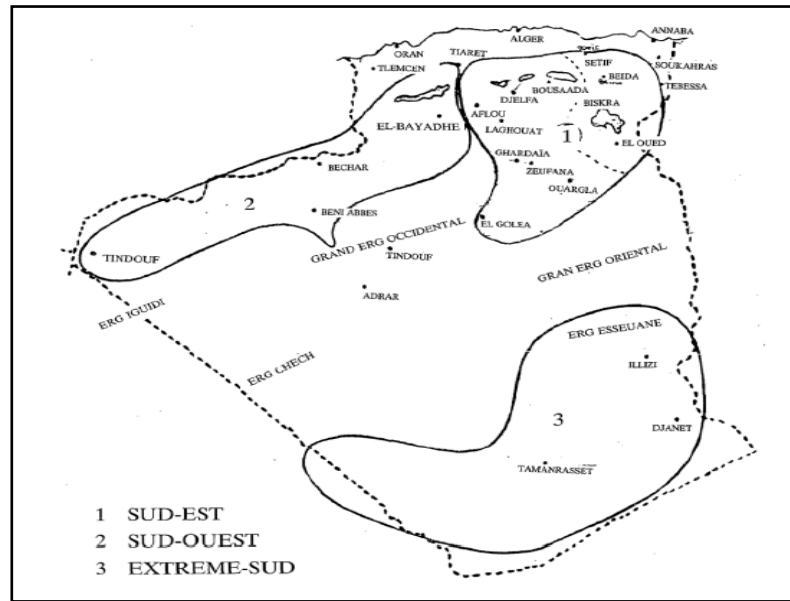


Figure 4 : distribution du dromadaire en Algérie (BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

Chapitre II : Le lait camelin

2.1. Production laitière du lait camelin

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

2.1.1. Production laitière Mondiale

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 période de lactation de 8 à 18 mois (CHETHOUNA, 2011; BOUDJENAH-HAROUN, 2012 ; BENGUETTAIA *et al.*, 2013), la production mondiale en lait de chameelles 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 (CHETHOUNA, 2011).

Tableau II : Production laitière caméline mondiale (FOA, 2003).

Région	Chiffre	Région	Chiffre
Afghanistan	8100	Qatar	13300
Algérie	8000	Somalie	850000
Arabie saoudite	89000	Soudan	82250
Chine	14400	Tchad	21800
Djibouti	5900	Tunisie	1000
Emirats arabes unis	33400	Yémen	9500
Erythrée	5100	Mali	54900
Ethiopie	22540	Maroc	3900
Iraq	672	Mauritanie	21500
Kenya	25200	Mongolie	1000
Jamahiriya arabe libyenne	2000	Niger	10800
T o t a l		1 283 672	

2.1.2. Production Laitière En Algérie

La production laitière des races camelines, en Algérie, est estimée à environ 5 à 6 l/j soit 1800 litres/ lactation.

Il est indispensable de noter que de grandes quantités de lait camelin sont perdues durant la haute saison, en raison d'une part de l'abondance et, d'autre part, du fait que les pastoralistes algériens ne transforment pas le lait camelin. Les quantités de lait produites par jour dépendent essentiellement, du stade de lactation (tableau III).

Tableau III : Production laitière moyenne (l/j) selon le stade de lactation et pic de lactation (ADJAINÉ *et al.*, 2013)

Stade de lactation	Quantité de lait (en l/j)
début –lactation	5,66 ±2,99
mi-lactation	5,22.±3,07
fin-lactation	1,5.±0,79
pic de lactation	6,14.±2,41

Tableau IV : La production jour nolière moyenne de lait par kg et par tête de chamelle en Algérie (FAO, 2003).

Population/zones	Production moyenne (kg)	Durée moyenne de lactation (mois)	Auteurs
Globalement	4-5	-	GAST et al., 1969
Globalement	4-10	-	BURGEMEISTER, 1975
Population Sahraoui	2-4	12-16	CHEHMA, 1987
Population Sahraoui	4-11	12-16	BOUREGBA et LOUNIS, 1992
Dromadaire de la steppe	0.5-5	12-18	BOUBEKEUR et GUETTAFI, 1994
Population Sahraoui	3-5	12-14	ARIF et REGGAB, 1995
Population Targui	3-4	-	SETTAFI, 1995
Population Sahraoui	2-8	12	GUERRADI, 1998
Population Targui	2-5	-	BESSAHRAOUI et KERRACHE, 1998

La production de lait entre, pour la majeure partie, dans l'alimentation des bergers isolés dans les parcours et des nomades. La production laitière des chamelles varie d'une région à l'autre, en fonction de la race, de l'individu, de l'alimentation, etc (FAO, 2003).

Les estimations faites par quelques auteurs, nous donnent des valeurs allant de 0,5 à 10 kg/jour, Avec des durées de lactation de 12 à 18 mois, comme le montre le tableau I(FAO, 2003).

D'une façon générale, il faut noter que la production de lait camelin n'est pastellement étudiée en Algérie, et les quelques chiffres disponibles sont surtout ceux-obtenus sur la base d'enquêtes et non de mesures ni de suivis (FAO, 2003).

2.2. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques

2.2.1. Les caractères organoleptiques

Le lait de chamelle est de couleur blanche mate (CHETHOUNA, 2011; BEZZALLA et GOUTTAYA,2013) et est d'un aspect moins visqueux que le lait de vache (CHETHOUNA, 2011; MEDJOUR, 2014), relativement pauvre en β -carotène (SAWAYA *etal.*, 1984 ; SIBOUKEUR,2007; ADJAINÉ et AMIRI, 2013). Il est légèrement sucré (SIBOUKEUR, 2007; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013; MEDJOUR, 2014), parfois même sale (SIBOUKEUR,2007; CHETHOUNA, 2011 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013; BEZZALLA et GOUTTAYA,2013; MEDJOUR, 2014) avec un goût acide (SIBOUKEUR,2007; CHETHOUNA, 2011; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013). Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau (SIBOUKEUR, 2007; CHETHOUNA, 2011;BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013 MEDJOUR, 2014), il forme une mousse abondante à cause de sa teneur élevée en composant 3 des protéose- peptones (PP3) par rapport au lait bovin (1,1 contre 0,3 g/l respectivement) (ADJAINÉ et AMIRI, 2013).

2.2.2. Caractéristiques physico-chimiques

2.2.2.1. pH

La valeur moyenne du pH du lait de chamelle cru, est égale à 6,51 (ALLOU-LOMBARKIA *etal.*, 2007; SIBOUKEUR,2007; CHETHOUNA, 2011; BOUDJENAH-HAROUN, 2012; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013; BEZZALLA et GOUTTAYA, 2013).

2.2.2.2. Densité

La densité du lait chamelle oscille entre 1,025 à 1,032 avec une moyenne de 1.029 (BOUDJENAH-HAROUN, 2012 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013 ; MEDJOUR, 2014).

2.2.2.3. Acidité Dornic

Le lait de dromadaire a une acidité Dornic plus faible que les autres espèces (FAYE *etal.*, 2008). Son acidité moyenne en degré Dornic est 15°D(SIBOUKEUR, 2007; CHETHOUNA, 2011 ; ADJAINE et AMIRI, 2013).

2.2.2.4. Point de congélation

Le point de congélation variant de -0,53°C à -0,61°C (SIBOUKEUR, 2007; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

2.2.3. Composition chimique

Des travaux antérieurs ont montré que le lait de chamelle est plus pauvre en matière sèche et en matière protéique que celui de vache. Cette différence peut être due à l'alimentation des animaux, aux conditions environnementales ainsi qu'au stade de lactation (BEZZ ALLA et GOUTTAYA, 2013).

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% (BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

2.2.3.1. L'eau

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 chameuses 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% (SIBOUKEUR, 2007 ; CHETHOUNA, 2011).

2.2.3.2. Matière sèche totale

Le teneur en matière sèche totale du lait camelin représente 121,3 g/l (BONNET, 1998).

2.2.3.3. Fraction azotée

Selon SIBOUKEUR en 2007, la fraction azotée du lait de chamelle, comme celle du lait de vache, est répartie en deux sous fractions : l'azote protéique et l'azote non protéique (SIBOUKEUR, 2007 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013 ; BEZZALLA et GOUTTAYA, 2013).

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

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

2.2.3.3.1. Azote protéique

Selon MEHAIA et ALKANHAL en 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%).

2.2.3.3.1.1. Protéines lactosériques

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), *peptidoglycan recognition protein* (PGRP) et la protéine basique ou *whey basic protein* (WBP) (SIBOUKEUR, 2007 ; ALHAJ et ALKANHAL, 2010 ; BOUDJENAH-HAROON, 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 lactoperoxydase. L' α -lactalbumine est la protéine soluble majeure du lait des camélidés, des rongeurs et de l'homme. 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) (EREIFEJ *et al.*, 2011).

La conservation relativement aisée du lait de chamelle et ses propriétés médicinales qu'évoquent souvent les nomades, ont conduit certains scientifiques à chercher à établir ses bienfaits sur la santé. Ainsi, on a pu mettre en évidence l'effet antimicrobien de plusieurs molécules contenues naturellement dans ce lait dont notamment :

- le lysozyme inhibant la croissance de certains germes pathogènes.

- la lactoferrine, la lactoperoxydase et les immunoglobulines G et A présentant une activité protectrice importante vis-à-vis de nombreux micro-organismes et virus.
- la présence d'une protéine similaire à l'insuline, qui pourrait expliquer l'utilisation du lait de chamelle par les bédouins pour traiter le diabète.
- l'absence de la β -lactoglobuline considérée comme un composant allergène du lait bovin (BOUDJENAH-HAROUN, 2012).

Cette propriété fait du lait camelin une alternative potentielle au lait de vache pour les enfants allergiques et pour les formules infantiles au regard de son analogie avec le lait humain (EREIFEJ *et al.*, 2011).

2.2.3.3.1.2. Les 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. 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), sont constituées de 4 protéines différentes : (α_1 , α_2 , β etc.). 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 phosphocalciques (BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

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. Plusieurs travaux ont été réalisés pour la séparation et la caractérisation des caséines camelines, notamment par chromatographie et électrophorèse. En comparant les caséines bovines et camelines en déduisant que les dernières sont moins phosphorylées et moins riches en phosphate de calcium micellaire (BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

A) Différentes types de caséines

a) α_1 -caséine

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 (BOUDJENAH-HAROUN, 2012 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013 ; MEDJOUR, 2014).

b) α_2 -caséine

Cette fraction est présente dans le lait de chamelle à une moyenne de 2,6 g/l. La structure primaire contient 178 résidus d'acides aminés. Le poids moléculaire de cette fraction est d'environ 21,266 kDa, alors que son pH isoélectrique est 4,58 (BOUDJENAH-HAROUN, 2012 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013 ; MEDJOUR, 2014).

c) β -caséine

La caséine β cameline est composée de 217 acides aminés pour une masse molaire de 24 651 Da. Son pHi se situe à 4,76. Dans cette protéine, les sites de phosphorylation y sont présents en 4 positions (Serine 15, 17, 18, et 19) (BOUDJENAH-HAROUN, 2012 ; MEDJOUR, 2014).

d) κ -caséine

Certes, la caséine la plus étudiée en raison de son rôle dans la coagulation du lait par la présure. 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. La κ -caséine du lait de chamelle est composée de 162 acides aminés avec un pH isoélectrique de 4,11 et une masse moléculaire de 18,254 kDa (BOUDJENAH-HAROUN, 2012 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013 ; MEDJOUR, 2014).

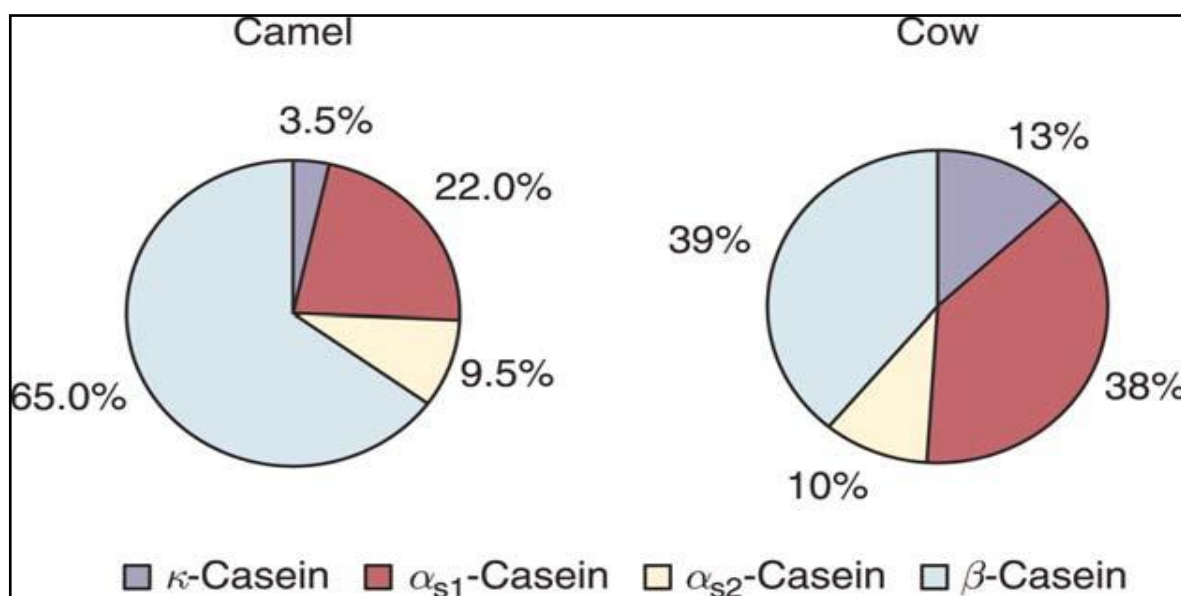


Figure 5 : Proportion des caséines individuelles dans le lait de chamelle et le lait de vache (FARAH, 2011)

B) Micelle caséinique

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, il existe plusieurs modèles de micelles de caséines dont le plus répandu est le modèle avec sous-unités (submicelles) de Schmidt (1982) (figure 6). Cependant, le modèle « à dualité des liens » de Horne (1998) (figure 7) tend à vouloir s'imposer chez certains. La taille moyenne des micelles camelines est nettement plus grande. 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 (FILION, 2006).

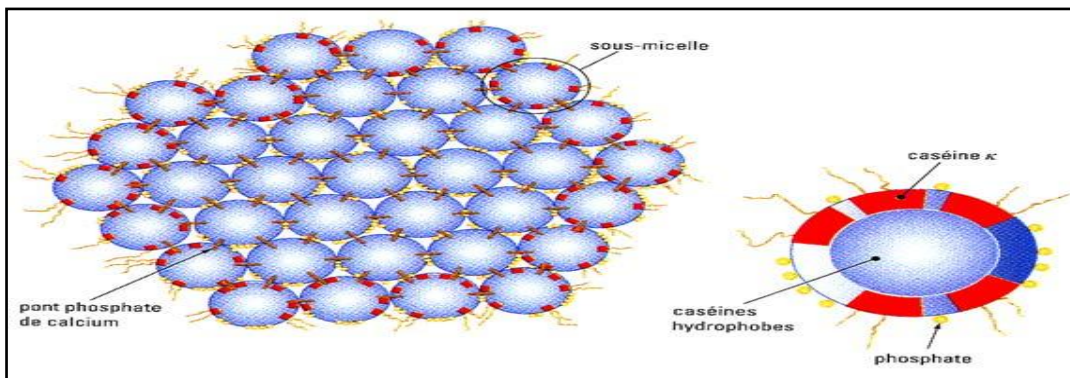


Figure 6 : Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (submicelles) (AMIOT et al., 2002)

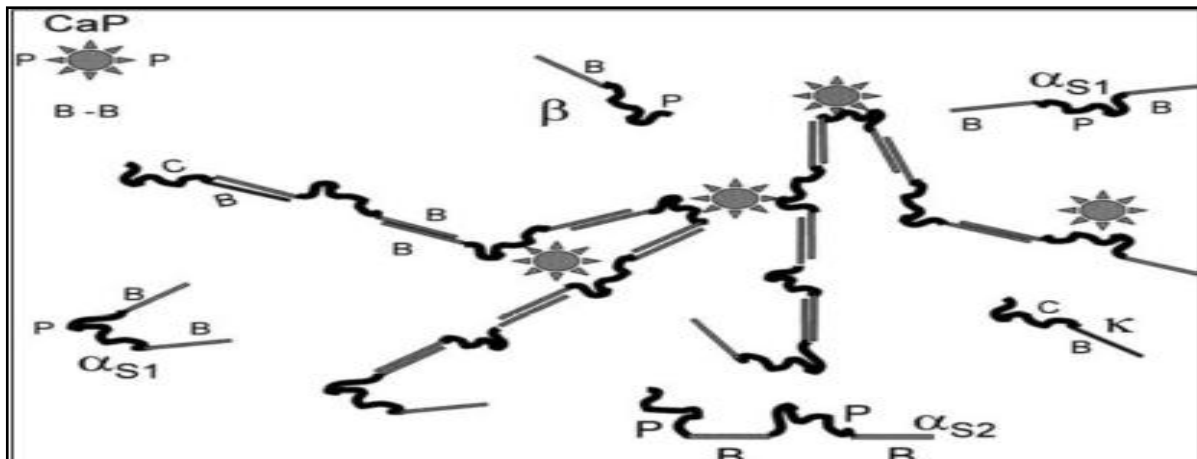


Figure 7 : Structure de la micelle selon la modèle a dualité des liens (HORME,2003)
 B:région hydrophobe. P:région hydrophile avec un groupe phosphoryle. C: région hydrophile de la κ - caséine. CAP : pont phosphate de calcium

2.2.3.3.2. Azote non protéique

représente 5 à 10%, est environ deux fois plus élevée que celle généralement retrouvée dans le lait de vache, cette dernière fraction est caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en acides aminés libres, en nucléotides et en certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, de l'urée, de la créatine, ...etc. (BEZZALLA et GOUTTAYA, 2013).

2.2.3.4. Matière grasse

Le lait de chamelle est en moyenne plus faible en matière grasse que le lait de vache (CHETHOUNA, 2011 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013). Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparait 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 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

les globules gras du lait de chamelle sont 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 ; BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

En revanche d'autres travaux ont essayé d'établir une relation entre le diamètre des globules gras et le comportement gravimétrique de la matière grasse. Ainsi, dans une étude portant sur l'évaluation du diamètre du globule gras et sa distribution statistique dans le lait, relève que la fréquence de globules gras à faibles diamètres est plus élevée chez le camelin, comparativement au bovin. Cet auteur soutient que c'est plutôt cette dernière différence qui expliquerait justement le faible taux d'écémage par gravimétrie obtenu avec le lait camelin, le diamètre des globules gras varie de 1,5 à 9 μm pour les globules gras camelin, caprin et ovin et 3 à 6 μm pour ceux issus du lait bovin (SIBOUKEUR, 2007).

2.2.3.5. Lactose

Le lactose est l'hydrate de carbone le plus important dans le lait. Sa teneur dans le lait camelin varie de 4,8 à 5,8 %, avec des taux moyens légèrement supérieurs à ceux rencontrés dans le lait de vache (FARAH, 2004).

2.2.3.6. Cendre

Selon BONNET en 1998 la moyenne de teneur en cendre est 8,1 g/l.

2.2.3.7. Sels minéraux

Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache. On y dénombre en effet des macro et des oligoéléments 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 (BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

2.2.3.8. Vitamines

Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C. Même si des variations importantes (de 25 à 60 mg/l) de la teneur de cette dernière dans 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* en 1992 sont en moyenne 3 fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22mg/l.

Cette caractéristique est particulièrement intéressante, car elle permet au lait de cette espèce, par son apport important en cette vitamine, de répondre aux besoins nutritionnels,

aussi bien du jeune chamelon que des populations locales, qui vivent dans un environnement où l'apport en ce type de vitamine est particulièrement limité (SIBOUKEUR, 2007 ; CHETHOUNA, 2011).

Tableau VI : 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	1160	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	--	BENGOUMI 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

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

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

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

DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE

Chapitre I : Matériel et méthodes

1.1. Matériel

1.1.1. Echantillons de lait camelin

Il s'agit des échantillons du lait collecté à partir de 6 chamelles appartenant à la population sahraoui, élevés en extensif dans des parcours naturels se situant près de la région de Bouguessessia, commune de Hassi Khalifa, wilaya d'El-oued, pendant l'hiver. Il est acheminé dans une glacière au laboratoire d'université de Hama Lakhdar d'El-Oued pour en faire les analyses nécessaires. Après la mesure de pH, l'acidité Dornic et la densité, ces échantillons sont ensuite congelés jusqu'à leur utilisation ultérieure.

1.1.2. Echantillons de Lait bovin

Le lait bovin utilisé à titre comparatif est un mélange issu de la traite de 5 vaches laitières dans une ferme située dans la ville d'El oued. Il est recueilli proprement. Les échantillons de lait sont conservés à 4°C et transportés aussitôt au laboratoire où ils sont analysés. A l'arrivée au laboratoire, une mesure de pH, densité, et acidité Dornic sont réalisés

1.1.3. Matériels de laboratoire

1.1.3.1. Appareillages

- Balance Analytique (PA214, Chine).
- Balance Magnétique (ALJ220.4NM).
- pH-mètre (Consort multi-parameter analyser C3020).
- Etuve (BINDER, USA).
- Microscope Optique (B-350 OPTIKA, Italy).
- Agitateurs Magnétiques de paillasse, à plaque chauffante (STUART).
- Bain Marie (MEMMERT).
- Four à moufle (MF120).

1.1.3.2. Petit matériel

Un certain nombre d'accessoires et petits matériels spécifiques est utilisé dans le cadre de cette étude : lactodensimètre, pipettes graduées, Poire d'aspiration, béchers, erlenmeyers, fioles jaugées, papiers filtre, micropipette, burettes, éprouvettes, entonnoirs, spatules, lame, lamelle, éprouvette graduée, bâton magnétique.

1.1.4. Réactifs et solvants

A) solvants

Acide acétique, acide sulfurique, éthanol, méthanol, , eau distillée, ammoniacque, formaldéhyde, phénolphtaléine, NaOH.

B) sels et tampons :

Noir soudan , acide trichloracétique, acétate de zinc, carbonate de sodium, hexacyanoferrate de potassium (II), sulfate de cuivre, tartrate double de sodium et potassium, permanganate de potassium, oxalate de sodium.

1.2. Méthodes d'analyse

a méthodologie de travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la figure 8.

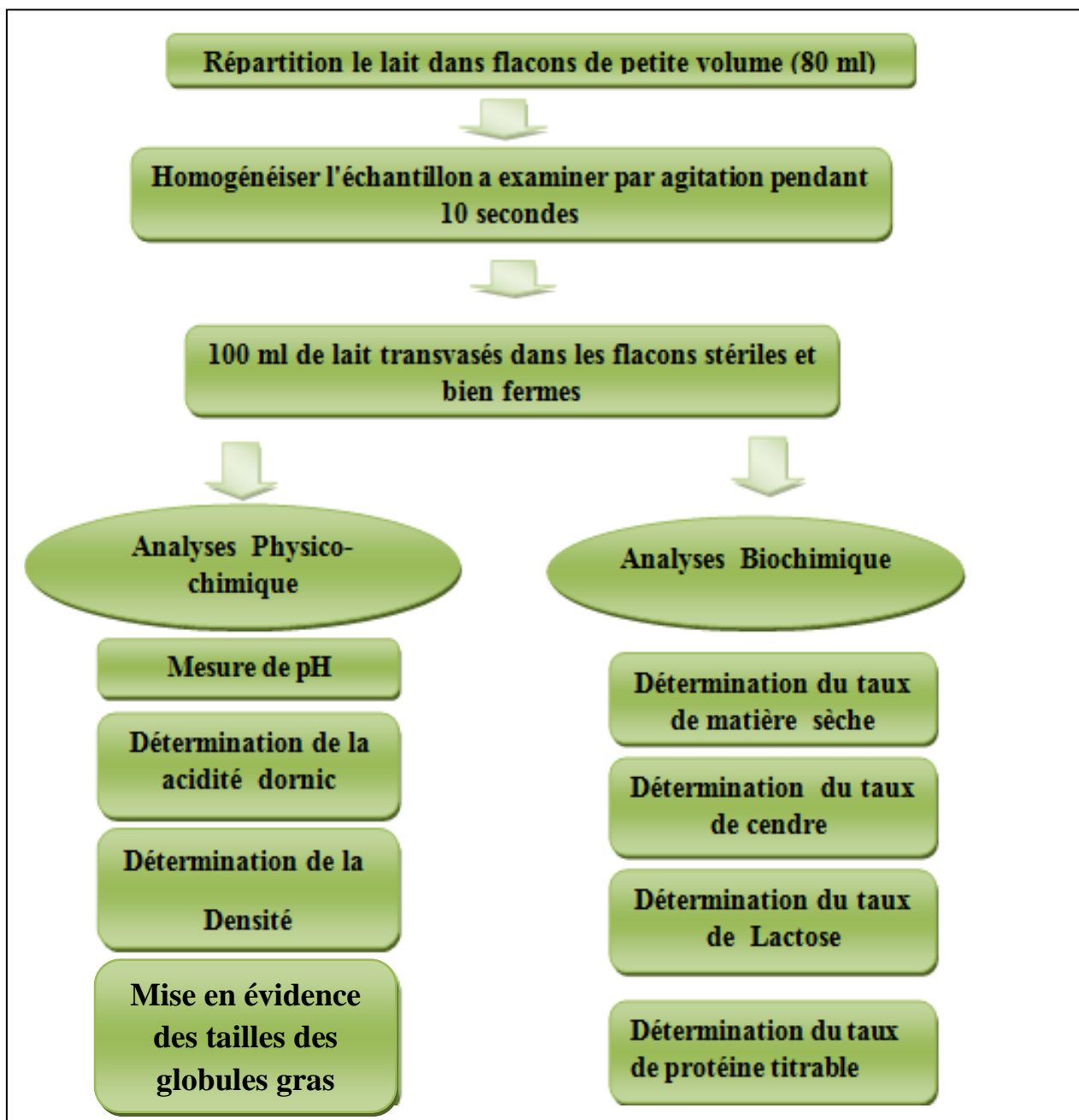


Figure 8 : Procédure expérimentale.

1.2.2. Etude des caractéristiques du lait de chamois collecté

1.2.2.1. Analyses physico-chimiques et biochimiques

1.2.2.1.1. Mesure de pH

L'acidité ionique ou pH du lait évalue sa concentration en ions hydronium libres ce qui donne une information sur son état de conservation vis-à-vis aux altérations probables par les germes lactiques. Après avoir étalonné l'électrode de pH-mètre par 2 ou 3 solutions tampons des différents pH connus, l'électrode est introduite par la suite dans le lait et la valeur du pH est lue directement sur l'écran de pH-mètre.

1.2.2.1.2. Détermination de la densité

La densité est le rapport qui existe entre le poids spécifique d'un corps et le poids du même volume d'eau distillée, l'eau étant prise pour unité de poids spécifique égale à 1. La densité du lait est donc la résultante des densités de ses divers constituants. 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 02).

1.2.2.1.3. 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. Elle est basée sur le titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur (annexe 01).

1.2.2.1.4. Détermination des teneurs en matière sèche totale

La teneur en matière sèche totale par dessiccation à l'étuve réglée à $103 \pm 2^\circ\text{C}$, après une évaporation de l'eau au moyen d'un bain marie bouillant. 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 04).

1.2.2.1.5. Matières protéiques-titrables

Un échantillon précis de lait liquide frais ou pasteurisé de 20 ml est versé dans un bécher. Ajouter quelques gouttes de solution de phénolphthaléine à 1% p/v dans de l'éthanol. Titrer le mélange avec une solution de NaOH 0,1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose stable pendant 30 seconde sans relever le volume de soude. Ajouter dans le bécher 4 mL de formaldéhyde préalablement neutralisé avec NaOH 0,1N (jusqu'au virage de la couleur rose). Le mélange obtenu est homogénéisé et titré à nouveau avec une solution de NaOH 0,1N jusqu'à la couleur rose, noter le volume de NaOH (V1) (Annexe 07).

* **Calculs** : pourcentage de protéines = $V1 \times 0,959$

0,959 est le coefficient de conversion pour les matières protéiques du lait (KONUSPAYEVA, 2007).

1.2.2.1.6. Détermination du lactose

Le lait est déféqué par l'hexacyanoferrate (II) de potassium ; une solution cupro-alcaline est réduite à chaud par le filtrat obtenu ; Le précipité d'oxyde cuivreux formé est dessous 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). (Annexe 06).

1.2.2.1.7. Taille des globules gras

La comparaison de tailles des globules gras entre l'échantillon du lait camelin et celui du lait bovin a été faite après coloration des lipides membranaires de globules gras, en utilisant le noir soudan B (à 1g/100 ml d'éthanol à 70°). Une goutte de chaque échantillon, lait entier ou partiellement écrémé, est mise entre lame et lamelle avec l'ajout d'une goutte de noir soudan, ce qui permet la visualisation des globules gras sous le microscope optique avec un grandissement (x400).



Figure 09: Préparation de l'échantillon du lait pour mettre en évidence la taille de globules gras.

1.2.2.1.8. Détermination des 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 05).

Chapitre II : Résultats et discussions

2.1. Paramètres physico-chimiques

Le tableau VIII regroupe les valeurs moyennes de trois répétitions (n= 3) et les écarts type relatifs aux caractéristiques physico-chimiques du lait camelin comparé avec le lait bovin.

Tableau VIII : Caractérisation physico-chimiques des échantillons de lait camelin comparés avec le lait bovin.

Paramètres physico-chimique	Lait Camelin					Lait Bovin				
	T1	T2	T3	M	E	T1	T2	T3	M	E
Ph	6.45	6.42	6.46	6.44	±0.02	6.67	6.68	6.68	6.67	±0.005
Acidité Dornic	18	19	19	18.66	±0.47	21	20.5	20	20.5	±0.41
Densité	1.028	1.029	1.03	1.029	±0.001	1.031	1.032	1.031	1.031	±0.001

2.1.1. pH

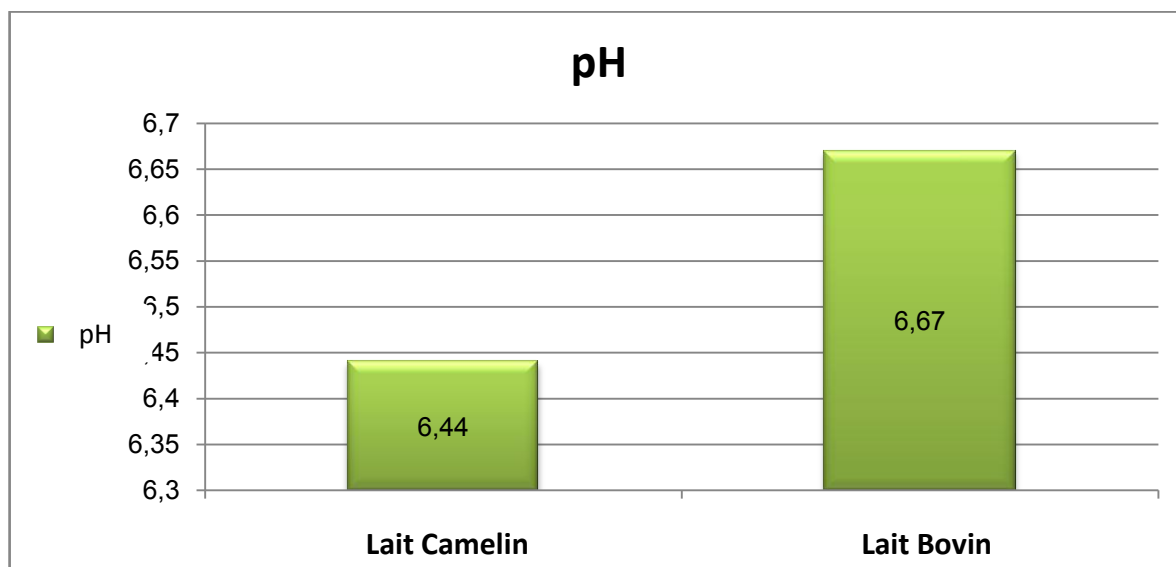


Figure 10: pH du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.

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

La valeur moyenne du pH du lait camelin collecté est égale à $6,44 \pm 0,02$ (Tableau VIII). Le lait camelin analysé semble légèrement plus acide que le lait de référence avec pH égale à $6,67 \pm 0,005$ (Figure 10).

Cette valeur est inférieure à celle rapportée par ABU-TARBOUSH *et al.* en 1998 en Arabie Saoudite (pH= 6.49 ; 6.48), MEHAIA (1993) en Arabie Saoudite (pH = 6.61), KAMOUN (1995) en Tunisie (pH = 6.51), ABU-TARBOUSH *et al* (1998) (pH = 6.48).

Toutefois, elle est plus haut que celles rapportées par certains auteurs tels que SIBOUKEUR en 2007 (pH= 6,31), CHATHOUNA en 2011 (6,37), SIBOUKEUR en 2011 (6,31), BENGUETTAIA H et LEMLEM Y en 2013 (pH = 6,37).

D'autre part cette même valeur est proche de celle rapportée par SBOUI et *al.*(2009) (pH=6,41).

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 volatil (BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013).

2.1.2. Densité

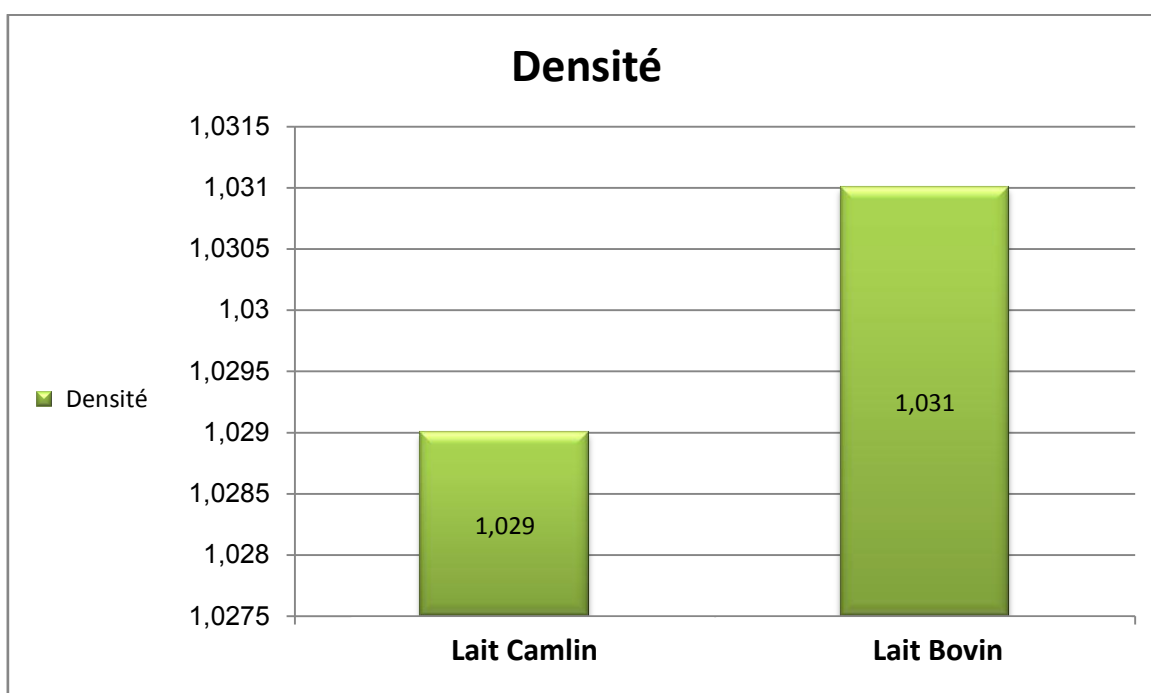


Figure 11: Densité du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.

La densité du lait camelin était retrouvée égale à 1.029 ± 0.001 (tableau VIII). Alors que celle du lait bovin paraît plus dense (1.031 ± 0.001) (Figure 11).

Cette valeur est comparable à la valeur citée par ALLOUI-LOMBARKIA en 2007 (1,029).

Par ailleurs d'autres valeurs de densité ont été retrouvées plus légères telles : BENGUETTAIA en 2013 (1,025) CHETHOUNA en 2011 (1,022), SIBOUKEUR en 2011(1,0230).

2.1.3. Acidité dornic

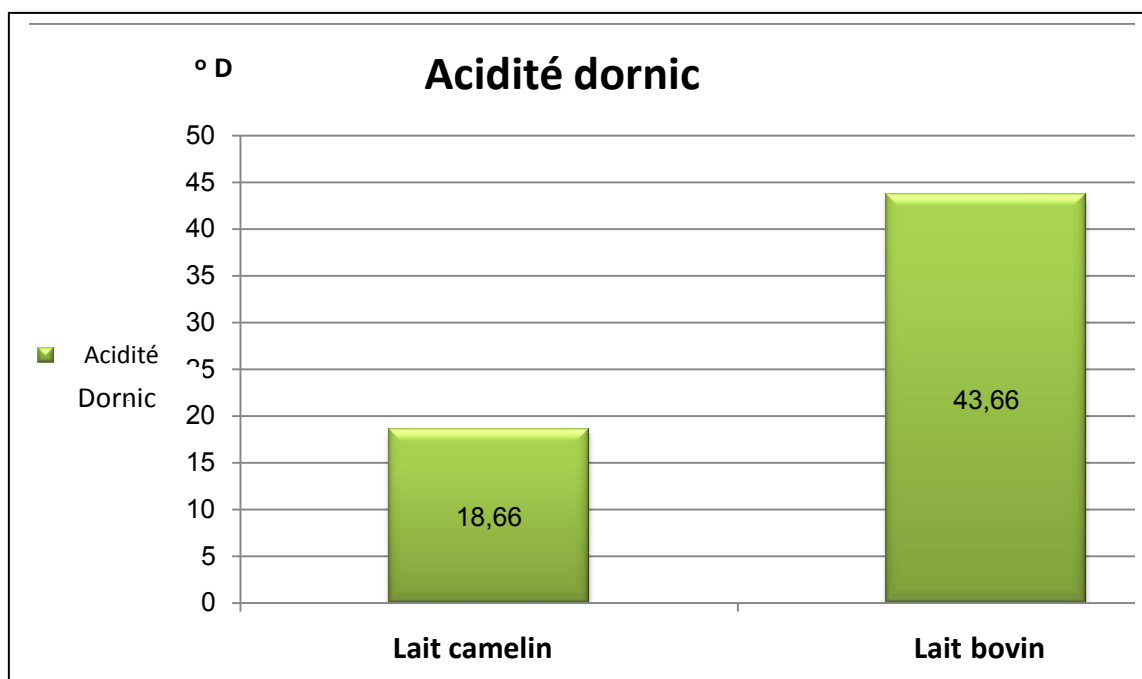


Figure 12 : Acidité dornic du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.

Les échantillons de lait camelin analysés (tableau VIII), présente une acidité titrable de l'ordre de $18,66^{\circ}\text{D} \pm 0,47$. Cette valeur est plus faible par rapport à celle, référenciée, qui a été enregistrée par MEDJOUR en 2014 pour le lait bovin ($20,5^{\circ}\text{D} \pm 0,41$) (Figure 12). Cette acidité du lait camelin étudiée est en accord avec celle rapportée par SIBOUKEUR en 2007, qui est $18,2^{\circ}\text{D}$.

Mais d'autres auteurs rapportent des valeurs plus élevées ou plus basses. Ainsi KONUSPAYEVA (2007) et FAYE *et al.* (2008) au Kazakhstan signalent des valeurs plus élevées (26 et $24,04^{\circ}\text{D}$ respectivement), ABU-LEHIA en 1994 en Arabie Saoudite, 15°D , KAMOUN en 1994 en Tunisie, $15,6^{\circ}\text{D}$, SBOUI *et al.* en 2009 ($17,2^{\circ}\text{D}$), MEILOUD *et al.* (2011) en Mauritanie (16°D), ELAMIN et WILCOX (1992) en Arabie Saoudite (15°D).

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

2.1.4. Globule gras



Figure13 : Fréquence des tailles des globules gras vue sous le microscope optique avec un agrandissement $\times 400$, après coloration par le noir soudan. A : lait camelin, B : lait bovin.

Dans le lait de chamelle, la matière grasse, qui représente environ 3,6 % de la composition (LOPEZ *et al.*, 2001), est dispersée sous la forme de globules, enveloppés dans une membrane (KHAN et IQBAL, 2001), qui provient de la cellule sécrétrice du lait et est constituée par des complexes protéiniques, des phospholipides.

La matière grasse du lait est principalement composée par des triglycérides. La complexité de sa composition a pour origine l'extrême diversité de leurs acides gras par rapport à la longueur de la chaîne, la position et le nombre de doubles liaisons et la ramification (KARRAY *et al.*, 2004).

La présence de globules de matière grasse dans le lait a été rapportée pour la première fois par VAN LEEUWENHOEK en 1674, après une analyse microscopique de lait placé dans un tube capillaire fin, depuis lors, les propriétés physiques des globules gras de lait et leur taille de distribution ont fait l'objet de nombreuses études (HUPPERTZ et KELLY, 2006).

D'après les photos (Figure 13), il semble que le échantillon de lait camelin présente, une plus grande fréquence de globules gras de petite taille comparativement à l'échantillon de lait bovin (B).

Plusieurs auteurs ont rapporté que la matière grasse du lait est présente principalement sous forme de gouttelettes sphériques et qui sont plus petites pour le lait camelin que pour le lait bovin. Allant de 1,5 à 9 μm pour les globules gras camelins 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.

Le lait de vache contient typiquement plus de $1,5 \times 10^9$ globules gras/ml, contre $3,5 \times 10^9$ globules gras/ml pour le lait camelin (KARRAY *et al.*, 2009).

La taille des globules gras du lait varie avec la composition en acides gras des triglycérides. TIMMEN et PATTON (1988) ont constaté que les globules gras de petites tailles contenaient moins de C4 :0, C10 :0 et C18 :0 et plus de C18 :1.

En outre, l'échantillon de lait camelin présente, une plus grande fréquence de globules gras de petite taille comparativement à l'échantillon de lait bovin (B).

2.2. Paramètres bio-chimiques

Le tableau IX regroupe les valeurs moyennes de trois répétitions (n= 3) et les écarts type relatifs aux caractéristiques bio-chimiques du lait camelin comparé avec le lait bovin.

Tableau IX : Caractéristiques biochimiques de lait camelin en comparaison avec celles de lait bovin

Paramètre Biochimique	Lait Camelin					Lait Bovin				
	T1	T2	T3	M	E	T1	T2	T3	M	E
Matière sèche (g/l)	139	133.9	132.6	135.16	±2.76	108.7	95.2	100	101.3	±5.59
Lactose (g/l)	39.95	40.01	39.96	39.97	±0.03	41	42	41.5	41.5	±0.41
Cendre (g/l)	3.97	3.99	3.96	3.97	± 0.01	3.8	3.78	3.82	3.8	±0.02
Protéique Titrable (%)	34.5	32.6	33.5	33.5	±0.77	31.6	34.5	29.7	31.9	±1.97

2.2.1. Matière sèche total

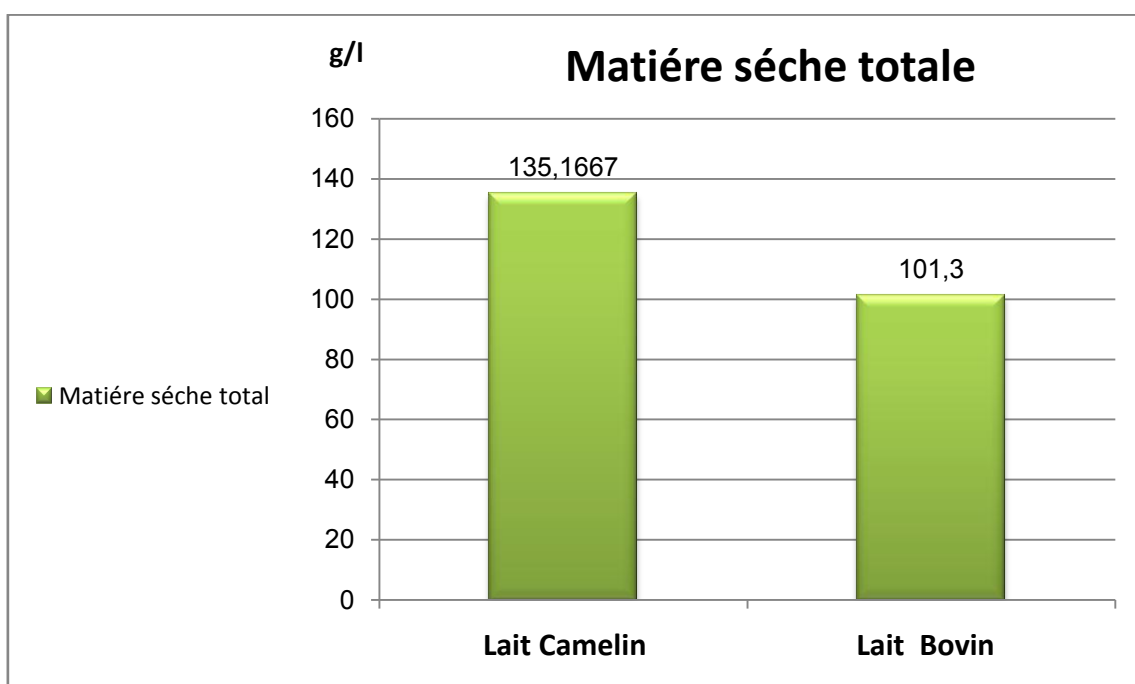


Figure 14 : Matière sèche totale du lait camelin en comparaison avec celui de lait Bovin.

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 est égal à 135.16 g/l±2.76. Celui-ci semble plus élevé par rapport à celui des laits bovin (101.3 g/l±5.59) (figure14).

Cette valeur est plus élevée que celles rapportées par BENGOUMI *et al* en 1994 (69.5 g/l). Notre résultat d'autre part a été en accord avec celui rapporté par MEDJOUR en 2014 (106,5 et 169 g/l) et sera proche aussi à celui rapportée par HADDADIN *et al* .en 2008 (139 g/l).

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). En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique (HADDADIN, 2008). De même, YAGIL et ETZION (1980) ont noté que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau fait chuter très sensiblement le taux de matière sèche totale de 14,3 à 8,8 %, une réponse physiologique au stress hydrique, permettant d'assurer la survie du chamelon.

Aussi, 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; MEDJOUR, 2014)

2.2.2. Lactose

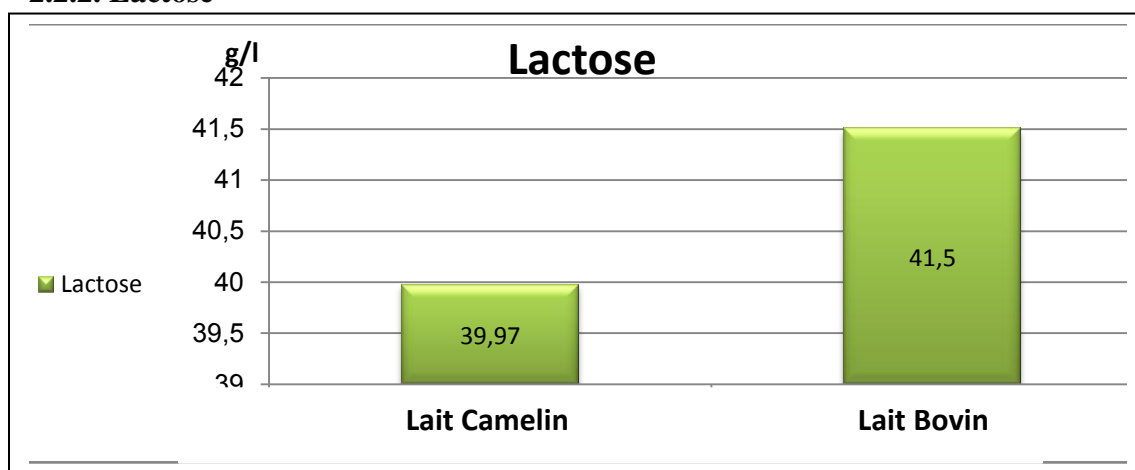


Figure 15 : Lactose du lait camelin en comparaison avec celui de lait Bovin.

D'après les résultats compilés sur le tableau IX, la teneur moyenne en lactose du lait collecté est égale à 39.97g/l±0.03 . Cette teneur paraît proche à celle du lait bovin (41.5 g/l±0.41) (Figure 15).

Elle se situe dans la fourchette des travaux rapportés par de nombreux auteurs à savoir 56.1 g/l pour les six premiers mois de lactation (GNAN et SHEREHA, 1986) et 25.6 g/l (GORBAN et IZZELDIN, 1997). Mais elle est plus inférieure aux valeurs rapportées par : KIHAL *et al.* (1999) en Algérie (45.1 g/l) et MEHAIA *et al.* (1995) pour les races HAMRA, MAJAHEEM et WARDAH (44 g/l, 44.3 g/l et 44.4g/l respectivement).

Elle est toute fois supérieure à celles rapportées par KARUE (1994), en Arabie Saoudite, pour la race Somali et aussi par KHASKHELI *et al* (2005) au Pakistan (36.5 g/l).

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

Ces modifications dans la teneur en lactose sont à l'origine des variations dans la saveur du lait camelin, sont responsables du goût sucré et parfois amer du lait de chamelle (SENOUSSI, 2011).

2.2.3. Cendre

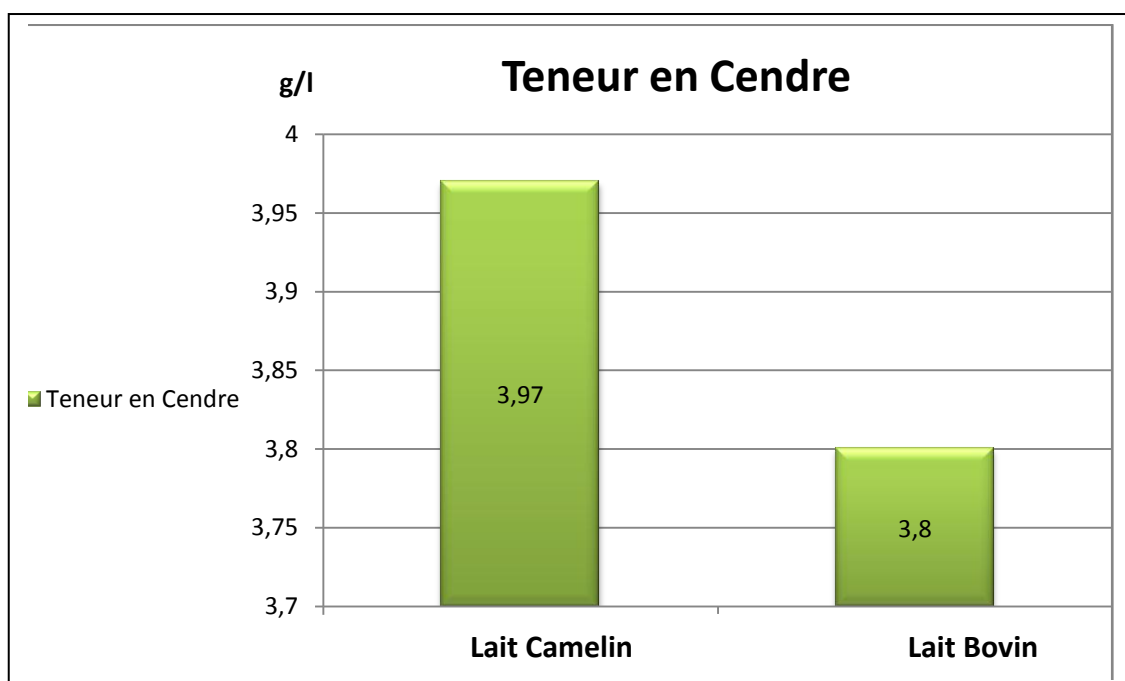


Figure 16 : Teneur en Cendre totale du lait camelin en comparaison avec celui de lait Bovin.

D'après les résultats du tableau IX, la teneur en cendres des échantillons du lait camelin analysés est égale à $(3,97\text{g/l} \pm 0,01)$. Elle paraît donc plus élevée que celle du lait bovin $(3,80\text{g/l} \pm 0,02)$ (Figure 16).

La teneur en cendres des laits analysés est néanmoins inférieure à celles rapportées par d'autres auteurs : 9,39 pour BOUDJENAH-HAROUN, 2012, 6,79 pour ALLOU-LOMBARKIA et *al* .en 2007,6,66 pour BENGUETTAIA et LEMLEM, 2013, 7,28pour SIBOUKEUR en 2007, et enfin 8,1 g/l pour KAMOUN en 1998).

Selon FARAH en 1993, le taux de cendres varie en fonction du stade de lactation. D'après YAGIL (1985), le taux de cendres du lait de chamelle varie dans une large mesure selon l'apport alimentaire , Aussi la teneur en cendres du lait camelin diminue en cas de privation d'eau.

2.2.4. Protéique titrable

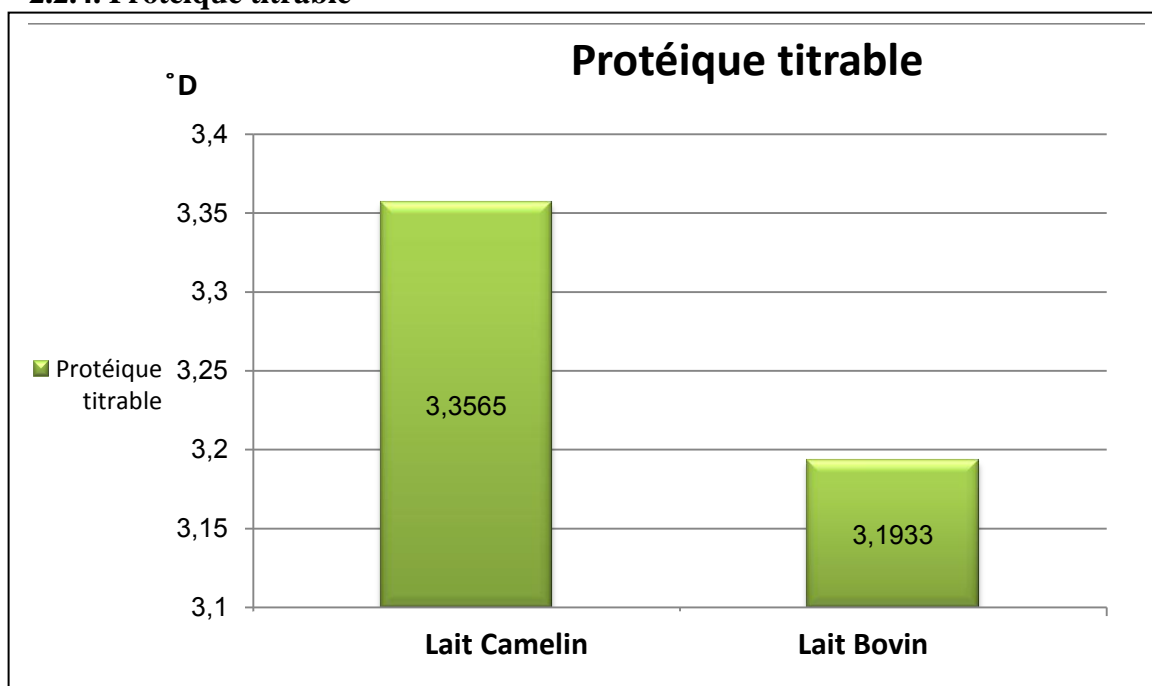


Figure 17 : Protéique titrable du lait camelin en comparaison avec celui de lait bovin.

Les résultats consignés dans le tableau IX indiquent une teneur moyenne en matière protéique titrable du lait cru estimée à 3,353% . Celle-ci est proche de celle du lait de référence (3,19 %) (Figure 17).

Cette teneur en matière protéique titrable de l'échantillon de lait camelin est proche de celles retrouvées par MEDJOUR en 2014 pour du lait issu d'un élevage du camelin en semi-intensif à savoir (3,02 % et 3,06 %), mais elle est plus haute que celles notées toujours par ce dernier dans la même année pour un lait issu d'un élevage du camelin en extensif (2,95 % et 2,15 %).

La teneur en protéique, varie en fonction des stades de lactation, les deux premiers mois de lactation se caractérisent par une diminution des taux protéiniques 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.

Conclusion générale

Le lait de chamelle constitue une ressource alimentaire inestimable pour les populations des régions arides et semi arides de notre pays, car c'est un produit relativement riche en éléments nutritifs et qui présente en plus une disposition naturelle à la conservation supérieure à celle de tous les laits des autres espèces. Néanmoins il reste un produit insuffisamment exploré et présente en plus des aptitudes limitées à la transformation en produits dérivés, particulièrement en fromage

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le lait camelin présente un pH légèrement plus faible ($\text{pH}=6,44 \pm 0,02$) par rapport au laits bovin ($6,67 \pm 0,005$). L'acidité titrable du lait camelin est de l'ordre de $18^\circ\text{D} \pm 0,47$. Elle est relativement plus faible par rapport à celles des laits bovin ($20,5 \pm 0,41$). Ces résultats montrent aussi que le lait camelin est moins dense ($1,029 \pm 0,002$) que celui des laits bovin ($1,031 \pm 0,002$).

Les analyses biochimiques indiquent que le lait camelin renferme un taux de cendres ($3,97\text{g/l} \pm 0,01$) supérieur à celui contenu dans les laits bovin ($3,80\text{ g/l} \pm 0,016$). Par ailleurs, ce lait comprend aussi un taux de matière sèche ($135,16\text{ g/l} \pm 2,76$) plus élevée par rapport à ce des laits bovin ($101,3\text{ g/l} \pm 5,59$). En plus, dans cette étude nous avons trouvé que le taux en lactose dans ce lait camelin ($39,97\text{ g/l} \pm 0,03$) est faible par rapport aux laits bovin que se trouve dans le lait bovin ($41,5\text{ g/l} \pm 0,41$). Mais concernent les globules gras du lait camelin leur taille est plus faible que le lait bovin. Par ailleurs la visualisation sous le microscope optique fait apparaître que la fréquence des globules gras de petite taille est plus notable dans le cas d'échantillon camelin.

Nous concluons que le lait camelin analysé montre une variation importante a celui du lait de référence (bovin) et qui était plus prononcée en termes de l'extrait sec totale (qui donne un renseignement sur la richesse en métabolites d'un produit alimentaire).

A l'avenir, nous préconisons d' approfondir cette étude en réalisant d' autres analyses complémentaires telles que le dosage de protéines (protéines totales, protéines sériques et caséiniques), dosages des certains minéraux (Ca, Fe, K, P.....), et des certaines vitamines (vitamine C, B3, cobal amine.....), et même la composition en acides gras en utilisant des techniques de dosage et de séparation plus performantes telle que la CPG.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADJAINE O et AMIRI S., 2013- Etude de la qualité microbiologique du lait camelin collecte localement en fin de lactation . Mémoire master académique,U.K.M. Ouargla 62p.
- ALLOUI-LOMBARKIA O ., 2007- Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide, UNV. Batna. 108 p.
- ATIGUI M ., 2014- caracteristiques anatomo-physiologiques de la glande mammaire chez la chamelle en tunisie et son aptitude a la mecanisation de la traite, thèse de Doctora, 158p.
- BABELHADJ B., 2012; Etude ostéo-biométrique de dromadaire : cas de la population Sahraoui . mémoire Magister. U.K.M. Ouargla . 137p .
- BENGOUMI M., FAYE B et TRESSOL J., 2002 - Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26- octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- BENGUETTAIA H et LEMLEM Y ., 2013 - Caractérisation physicochimique et biochimique du lait camelin collecté localement en mi de lactation. Mémoire master académique biologie . U.K.M.Ouargla . 74p .
- BEZZALLA F et GOUTTAYA A., 2013 - Etude de la qualité microbiologique du lait camelin collecté localement en mi-lactation . Mémoire master académique biologie . U.K.M.Ouargla . 70 p .
- BONNET P., 1998 - Dromadaires et chameaux, animaux laitiers. Cirad . 306p.
- BOUDJENAH-HAROUN S., 2012 - Aptitudes a la transformation du lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes de dromadaires these de doctorat . Unv M . M. Tizi Ouzou. : 419p.
- BRADLEY P., MACHUGH D., MACHUGH D.,Cunningham and R. T., LOFTUS R ., 1996 - Mitochondrial DNA diversity and the origins of African and European cattle.. In the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture Proceedings of the National Academy of Sciences USA FAO Rome. 93(10): 5131–5135 .*Camelus dromedaries* milk caseins. J. Dairy Res., 65, p. 206-222.
- CHETHOUNA F., 2011 - Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Thèse Magister biologie . U.K.M.Ouargla. 102 p.

- DRIOT G ., 2009-etude épidémiologique et histopathologique de la gale sarcoptique et de la teigne chez le dromadaire dans le sud Marocain. thèse doctora veterinaire. UNV Paul Sabatier de Toulouse France . 87p. dromadaire. Options Méditerranéennes .Série Séminaires . n°: 6. P 229-231.
- EREIFEJ K et *al*, 2011 , Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. Food Chemistry . p 127-282 .289 p.
- FARAH Z ., 2011 - Camel Milk . Encyclopedia of Dairy Sciences . Second Edition . vol. 3, p 512–517.
- FARAH Z., 1993- Composition and Characteristics of Camel Milk; review. *J. Dairy Res.*, 603-626.
- FARAH Z., 2011 - Camel milk. Encyclopedia of Dairy Sciences. Second Edition. 3. p. 512-517.
- FARAH Z., RETTENMAIER R. et ATTKINS D. 1992 - Vitamin content of camel milk . International Journal of Vitamins and Nutrition Research (62), p. 30-33.
- FAYE B. 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., 1997- Guide de l'élevage du dromadaire. cirad-emvt. Montpellier. première édition. 126 p.
- FAYE B., ABDELHADI O.M.A, AHMED A.I. et BAKHEIT S.A. 2011 - Camel in Sudan: future prospects. Livestock Research for Rural Development. Vol. 23. Article 219.
- 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.
- HAMMADI M ., ATIGUI M ., AYADI M ., BARMAT A ., BELGACEM A ., KHALDI G et KHORCHANI T ., 2010 - Training period and short time effects of machine milking on milk yield and milk composition in Tunisian and Maghrebi camels (*Camelus dromedarius*). Journal of Camel Practice and Research . p 7–171.
- JIANLIN H., QUAU Z., MEN Y., ZHANG J and WANG W., 1999 - Three unique restriction fragment length polymorphisms of ecor I, Pvu II and Sca I digested mitochondrial DNA of wild Bactrian camel (*Camelus bactrianus ferus*) in China. Journal of Animal Science. Vol 77. p 2315–2316.

- 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.
- KAMOUN M et RAMET J., 1989 - Conservation et transformation du lait de dromadaire. CIHEAMIAMM.Options méditerranéennes. Séries seminaries n° 6, p. 229-231.
- KAPPELER S., FARAH Z et PUHAN Z. 1998 -Sequence Analysis of *camelus dromedarius* milk caseins. *J. Dairy Res.*, 65, 206-222.
- KARUE C.N. 1998-The dairy characteristics of the Kenyan camel.In Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie. 24-26 octobre 1994. Collection Colloques. CIRAD. Montpellier. France. P. 55-60.
- KOHLER R ., 1991- *Camelus dromedarius* In Mammalian Species. n° 375.
- KONUSPAYEVA G., LOISEAU G., LEVIEUX D et FAYE B., 2008 – Lacto ferrin and immunoglobulin content in camel milk from bactrian, dromedary and hybrids in Kazakhstan.*Journal of Camelid Sciences*, 1. P. 54-62.
- LOFTUS R ., MACHUGH D., BRADLEY P., SHARP P., CUNNINGHAM P., 1994 - Evidence for two independent domestication of cattle., In the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture Proceedings of the National Academy of Sciences USA. FAO Rome.vol. 91. p 2757–2761.
- MEDJOUR A ., 2014- Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif) . Mémoire Magister . Univ. M. K. Biskra . 125p.
- MEHAIA M and ALKANHAL M ., 1992 - Taurine and free amino acids in milk camel . goat, cow and man. *Milchwissenschaft*. Vol 47. p 351-353.
- 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.,1993 - Composition, yield and organoleptic evaluation of the fresh Domiati cheese made from a mixture of camel and cow Milk. *Aust J. Dairy Techn*, 48, p 74-77.
- OULD AHMED M .,2009- Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse doctorat sciences agronomique . UNV 7 Novembre Carthage . 172 p.
- OULD TALEB M ., 1999 - generalites sur l'élevage du dromadaire en mauritanie, fao-empres-gcp/int/651/nor.

- PETERS J., HELMER A., VONDEN D and SEGUI S., 1999 - Animal husbandry in the northern Levant. Paléorient In the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture FAO Rome. n° 25. p 27 – 48.
- SAWAYA W., KHALIL K., AL-SHALHAT A et AL-MOHAMMAD H., 1989- Chemical composition and nutritional quality of camel milk. J. Food Sci. vol 49. 744-747p.
- 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.
- SIBOUKEUR O., 2007 - Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. thèse doctorat en Sciences Agronomiques. EL Harrach. INA. 135 p.
- TIMMEN H. et PATTON S. 1988 - Milk fat globules: fatty acid composition, size and in vivo regulation of fat liquidity. Lipids. 23, p. 685-689.
- WENDORF F and SCHILD R., 1994 - the eastern sahara are the early holocene cattle in domestic or wild., evolutionary anthropology. vol 3. p 118–128.
- Wilson T., 1998 - The Tropical Agriculturalist: Camels. Macmilan Education Ltd. London and Basingstoke.
- YAGIL R. 1982 - Camels and camel milk. In Animal production and health paper n° 26. P. 1- 69. Publication FAO. Rome.
- Zeder M and Hesse B., 2000 -The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10,000 years ago. Science, In the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture FAO Rome. n° 287. p 2254–2257.

Annexe 01 : Acidité dornic (bécher A : Lait témoin , bécher B : Après titrage "virage au rose").



Annexe 02 : Mesure de la densité via le thermo-lactodensimètre



Annexe 03 : Mesure pH



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

✓ **Principe**

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

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

✓ **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 $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ et l'y laisser 3 heures. Mettre ensuite la capsule dans l'appareil de refroidissement et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante. Peser à 0.1mg 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 : $(M1 - M0) \times 1000 / V$

La matière sèche du lait, exprimée en pour cent en masse est égale à : $\frac{(M1 - M0)}{(M2 - M0)} \times 100$

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.

Annexe 05: Détermination de la teneur en cendres (NF V 04-208 d'octobre 1989)

✓ **Principe**

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

✓ **Appareillage**

Matériel courant de laboratoire et notamment :

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

- Bain d'eau bouillante, muni d'ouvertures de dimensions réglables.

✓ **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.

✓ **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.

✓ **Expression des résultats**

- **Mode de calcul et formule**

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

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

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 06 : Détermination de la teneur en lactose par la méthode de la liqueur de Fehling

✓ **Solutions :**

- **Solution aqueuse d'hexacyanoferrate II de potassium hydraté :**

- (K₄Fe(CN)₆·3H₂O).....150g
 - eau distillée (qsp).....1000ml

- **Solution aqueuse d'acétate de zinc hydraté :**

- (Zn(CH₃COO)₂ · 2H₂O).....300g
- eau distillée (qsp).....1000ml

- **Solution cuivrique :**

- sulfate de cuivre II hydraté (CuSO₄ · 5H₂O) à 4% 5 P/V.....40g
- acide sulfurique (d (20) = 1,83).....2ml
- eau distillée (qsp).....1000ml

- **Solution tartro-alkaline :**

- tartre double de sodium et de potassium (Na K (H₄C₄O₆), 4H₂O).....200g
- hydroxyde de sodium (NaOH).....150g
- eau distillée (qsp).....1000ml

- **Solution étalon lactose :**

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

✓ **mode opératoire :**

- **Defecation :**

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 étalonnage de liqueur de Fehling :**

L'étalonnage est fait à l'aide d'une solution étalon de lactose de concentration

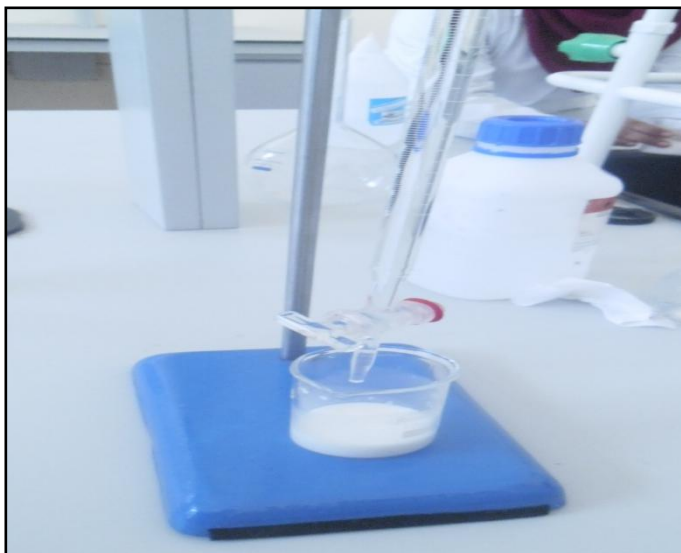
$C_1 = 5\text{g/l}$. Elle correspond à une chute de burette V_1 (ml).

✓ **Expression des résultats**

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

$C_2 = (C_1 \times V_1 / V_2) \times d$. Où d est le coefficient de dilution. e le volume sur la burette (chute de burette), soit V_2 en ml.

Annexe 07 : Protéine titrable



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, le lait camelin a été comparé à celui bovin. 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 est légèrement faible ($\text{pH}=6,44 \pm 0,02$) par rapport aux laits bovin ($6,67 \pm 0,005$). Son acidité Dornic est égale à $18,66 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,47$. Elle est relativement plus faible par rapport aux laits bovin ($20,5 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,41$).

La densité du lait camelin ($1,029 \pm 0,001$) paraît légèrement plus faible par rapport l'autre lait analysé ($1,031 \pm 0,001$). Parallèlement, les analyses montrent que le lait camelin collecté localement, contient un taux en cendres ($3,97 \text{ g/l} \pm 0,01$) comparable à celui contenu dans les laits bovin ($3,80 \text{ g/l} \pm 0,02$). La teneur en matière sèche totale de ce lait est égale à ($135,16 \text{ g/l} \pm 2,76$). Elle semble plus élevée par rapport à celles des laits bovin ($101,3 \text{ g/l} \pm 5,59$). La teneur en protéines de lait de chamelle (3,353%) est plus élevée que celui de lait bovin (3,19%). à propos le taux du lactose dans le lait ($39,97 \text{ g/l} \pm 0,03$) est moins que se trouve dans le lait bovin ($41,5 \text{ g/l} \pm 0,41$). Mais concernant les globules gras du lait camelin leur taille est plus faible que le lait bovin.

Mot clés : lait camelin, lait bovin, physico-chimiques, biochimique, les globules gras.

ملخص

التركيب الفيزيوكيميائي لحليب الإبل يختلف حسب تغذية الحيوانات والظروف البيئية بالإضافة إلى مرحلة الرضاعة. بهدف تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية والتركيب الكيميائي لعينات حليب الإبل التي تم جمعها محلياً، تمت مقارنة حليب النوق بنظيره البقري. لذلك انتقلنا إلى تحديد الـ pH، الحموضة، الكثافة، الرماد، الدهون، البروتين و الفيتامين C. وتبين النتائج أن pH حليب الإبل الذي تم جمعه ($\text{pH}=6,44 \pm 0,02$) كان أقل قليلاً مقارنة مع حليب الأبقار ($6,67 \pm 0,005$). الحموضة Dornic تساوي $18,66 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,47$ فهي مرتفعة نسبياً مقارنة مع حليب الأبقار ($20,5 \text{ }^\circ\text{D} \pm 0,41$).

كثافة حليب الإبل ($1,029 \pm 0,0001$) تبدو أقل قليلاً مقارنة بالنوع الآخر من الحليب الذي تم تحليله ($1,031 \pm 0,001$). وفي الوقت نفسه، يبين التحليل أن حليب الإبل يحتوي على معدل رماد ($3,97 \text{ g/l} \pm 0,01$) يبدو مماثل لذلك الوارد في حليب الأبقار ($3,80 \text{ g/l} \pm 0,02$). مجموع المواد الصلبة في الحليب يساوي ($135,16 \text{ g/l} \pm 2,76$) يبدو منخفض مقارنة مع حليب البقر ($101,3 \text{ g/l} \pm 95,5$). محتوى البروتين في حليب الإبل (3,353%) أعلى من الموجودة في حليب الأبقار (3,19%). حول نسبة اللاكتوز تبدو ($39,97 \text{ g/l} \pm 0,03$) أقل من تلك الموجود في حليب الأبقار ($41,5 \text{ g/l} \pm 0,41$). لكن في ما يخص بحجم كريات الدهون فإنها تبدو منخفضة مقارنة بحليب الأبقار.

الكلمات المفتاحية : حليب النوق، حليب الأبقار، الفيزيوكيميائية، البيوكيميائية، كريات الدهون.