



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور - الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية و البيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

Composition, caractéristiques physicochimiques et aptitudes fromagères du lait de dromadaire : synthèse bibliographique

Présenté par: BENALIA Ghania
ELOUAIL Nassira

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président : Mme BOUHAROU D R

UZA- Djelfa

Promoteur : Mr BENSID A

UZA- Djelfa

Examineur : Mme KHREISSAT N

UZA- Djelfa

Examineur : Mme SAHOULI S

UZA- Djelfa

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Nous commençons tout d'abord par rendre grâce à ALLAH, le tout puissant de nous avoir illuminé et ouvert les portes du savoir et nous avoir donné la patience et la volonté et le courage pour faire ce modeste travail.

Nous remercions très vivement notre promoteur Dr. BENSID A, d'avoir proposé et dirigé ce thème. Nous le remercions pour ses conseils, ses orientations et sa patience pour la réalisation de ce mémoire. Quoique nous disions, les mots ne peuvent exprimer notre profonde gratitude pour ses observations.

Nous adressons nos remerciements les plus respectueux aux membres du jury pour le grand honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner ce mémoire.

Nous remercions également à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à ceux qui m'ont encouragé durant toute ma période d'étude mes parents et à toute ma famille.

Et à ceux qui m'ont aidé et encouragé tout au long de mes études.

A ma collègue qui m'a partagé ce travail NASSIRA

A toutes mes amies sans exception.

BENALIA GHANIA

Dédicaces

Je dédie ce travail qui est le fruit de tout un long chemin d'études à ceux qui m'ont soutenu et encouragé durant toute ma période d'étude et pour leur sacrifices consentis.

A ceux qui ont toujours voulu que je sois la meilleure

A ma chère mère et mon cher père.

A tous mes chers frères.

A ma collègue qui m'a partagé ce travail GHANIA

A tous mes amies sans exception.

ELOUAIL NASSIRA

Sommaire

Liste des abréviations	I
Liste des Figures.....	II
Liste des Tableaux.....	III
Introduction.....	1

Chapitre I : Aperçu sur le dromadaire

1. Présentation et taxonomie	3
1.1. Présentation	3
1.2. Taxonomie	3
2. Répartition géographique et effectif dans le monde et en Algérie	4
2.1. Le Monde	4
2.1.1. Répartition géographique	4
2.1.2. Effectif	5
2.2. Algérie	6
2.2.1. Répartition géographique.....	6
2.2.2. Effectif	7
3. Particularités anatomiques et physiologiques	8
3.1. Anatomie externe	8
3.2. Anatomie interne	9
3.3. Physiologie générale	10
4. Système d'élevage des camelins	12
4.1. Modes d'élevage camelin	12
4.1.1. Elevage en extensif	12
4.1.2. Elevage en intensif	13
4.1.3. Elevage en semi-intensif	14
5. L'alimentation	14
5.1. Alimentation du dromadaire au pâturage	14
5.2. Les aliments de complémentation	14
5.3. L'abreuvement	15

Chapitre II : Lait de dromadaire

1. Présentation du lait de dromadaire	17
1.1. Particularité	17
2. Caractéristiques physicochimiques du lait de dromadaire	17
3. Composition chimique et biochimique du lait de dromadaire	18
3.1. Le colostrum	18
3.2. L'eau	18
3.3. Le lactose	19
3.4. Les vitamines	19
3.5. Minéraux et oligo-éléments	21
3.6. La matière grasse	23
3.7. Matières protéiques	23
3.7.1. Les caséines	24
3.7.2. Protéines du lactosérum	29
3.8. Acides aminés	30
4. Les facteurs de variation de la composition du lait	31
4.1. L'apport hydrique	31
4.2. L'âge	32
4.3. Le stade de lactation	32
4.4. L'alimentation	32
4.5. Le climat	32
4.6. L'état sanitaire	32
5. Aptitudes fromagères du lait du dromadaire	32
5.1. Aptitude à la coagulation	33
5.1.1. Coagulation par voie enzymatique	33
5.1.2. Coagulation par voie acide	35
Conclusion	37
Références bibliographiques	39
Résumé	

Liste des abréviations

Abréviation	Désignation
°C	Degré Celsius.
Cm	Centimètre.
°D	Degré Dornic.
Da	Dalton.
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
g	Gramme.
J	Jour.
Kg	Kilogramme.
L	Litre.
m	Mètre.
mg	Milligramme.
min	Minute.
ml	Millilitre.
MM	Masse moléculaire.
nm	Nanomètre.
pH	Potentiel d'hydrogène.
pHi	Potentiel d'hydrogène isoélectrique.
µm	Micromètre.

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
01	Espèces du genre <i>Camelus</i> .	3
02	La taxonomie du dromadaire <i>Camelus dromadarius</i> .	4
03	Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde.	4
04	Répartition du dromadaire en Algérie.	7
05	Evolution des effectifs camelins en Algérie de 2004 à 2013.	8
06	Anatomie de l'appareil digestif d'un ruminant et d'un camélidé.	10
07	Structure primaire de la caséine k.	26
08	Modèle d'organisation moléculaire de la micelle de caséine bovine.	28

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
I	La production mondiale des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années.	5
II	Réserve des Camélidés dans le Monde.	6
III	Composition en vitamines (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.	20
IV	Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.	22
V	Principaux acides gras du lait de chamelle (% pondérale moyenne).	23
VI	Composition moyenne (%) de la caséine du lait de dromadaire (origines : Tunisie, France, Somalie, Arabie Saoudite, Niger).	27
VII	La composition en protéines du lait de différentes espèces d'herbivores.	31

Introduction

Introduction

Le lait est la seule nourriture consommée par tout jeune mammifère au début de sa vie ; il contient tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance. (GAUMOND et ANCTIL, 2005). Il constitue un aliment important dans l'alimentation quotidienne de l'homme vu sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, lipides et glucides), sa richesse en calcium et son apport non négligeable en vitamines (A, B₂, B₅ et B₁₂) et en divers sels minéraux (OUALI, 2003).

Le dromadaire est un animal très apprécié dans les régions arides et semi-arides pour sa production de lait et de viande, s'adapte bien aux conditions climatiques très arides, grâce à des mécanismes d'adaptation morphologique et physiologique très particuliers (FAYE, 1997).

Le lait de dromadaire est parmi les laits les plus utilisés dans l'alimentation des populations des régions arides et semi-arides du globe, c'est un aliment riche en éléments nutritifs, notamment en protéines protectives et en vitamine C. Par ailleurs, il présente des propriétés thérapeutiques qui ont fait durant ces dernières années l'objet de plusieurs recherches.

Dans le but de faire profiter toutes les populations humaines des effets bienfaits du lait de dromadaire il fallait trouver des techniques pour le conserver sans induire une altération de ses propriétés.

La transformation du lait en fromage est une méthode de conservation du lait très largement utilisée dans le monde, au plant artisanal et industriel. Dans le cas particulier du lait de dromadaire, cette opération est réputée délicate ou impossible en raison des difficultés rencontrées pour réaliser sa coagulation (RAMET, 1998).

Dans ce contexte, nous nous sommes proposé d'étudier sous forme d'une synthèse bibliographique la composition, les caractéristiques physicochimiques et les aptitudes fromagères du lait de dromadaire.

Le présent travail comporte 2 chapitres :

- Le premier chapitre : Aperçu sur le dromadaire.
- Le deuxième chapitre : Lait de dromadaire.

Chapitre I :

Aperçu sur le dromadaire

1. Présentation et taxonomie :

1.1. Présentation :

Le nom « dromadaire », est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse, dérive de terme grecque « dromados » qui signifie la « course », il appartient au genre *Camelus* de la famille des camélidés et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius* (ZEUNER, 1963). Selon FARAH (1993), Le genre *Camelus* comprend aussi une deuxième espèce *Camelus bactrianus* ou chameau à deux bosses (Figure n°1).

Le dromadaire est un mammifère domestique, sa taille peut atteindre jusqu'à 225 cm, de poids entre 450 et 900 kg et une durée de vie de 40 ans environ (ACSAAD, 1999).

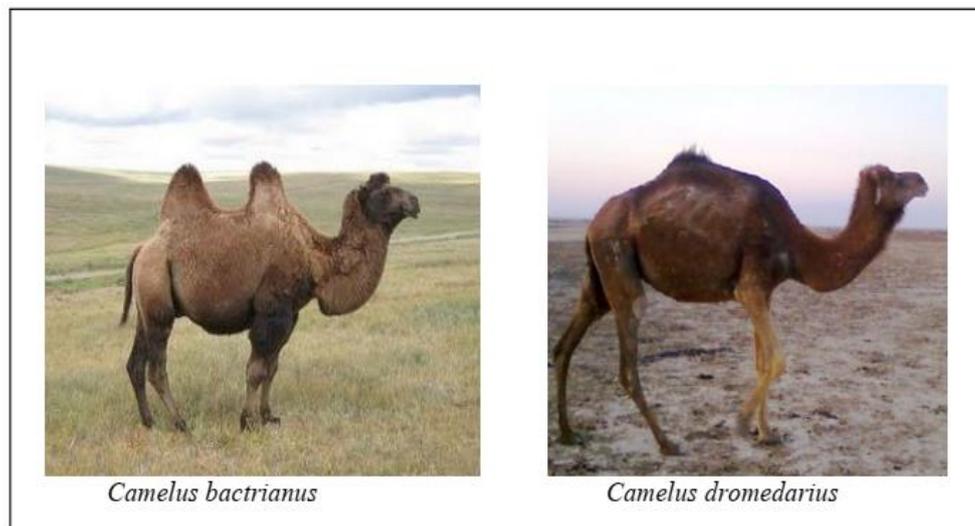


Figure 01 : Espèces du genre *Camelus* (BOUGUERR, 2012).

1.2. Taxonomie :

Le dromadaire appartient à l'embranchement des vertébrés, classe des mammifères ongulés. Il appartient à l'ordre des Artiodactyles et à la famille des camélidés. La famille des camélidés ne comprend que deux genres : *Camelus* et *Lama*. Le genre *Camelus* occupe les régions désertiques de l'Ancien Monde (Afrique, Asie et Europe) alors que le genre *Lama* est spécifique des déserts d'altitude du Nouveau Monde (l'Amérique) ou il a donné naissance à quatre espèces distinctes (PRAT, 1993 ; KHAN et al ,2003 ; CORRERA, 2006) (Figure n° 2).

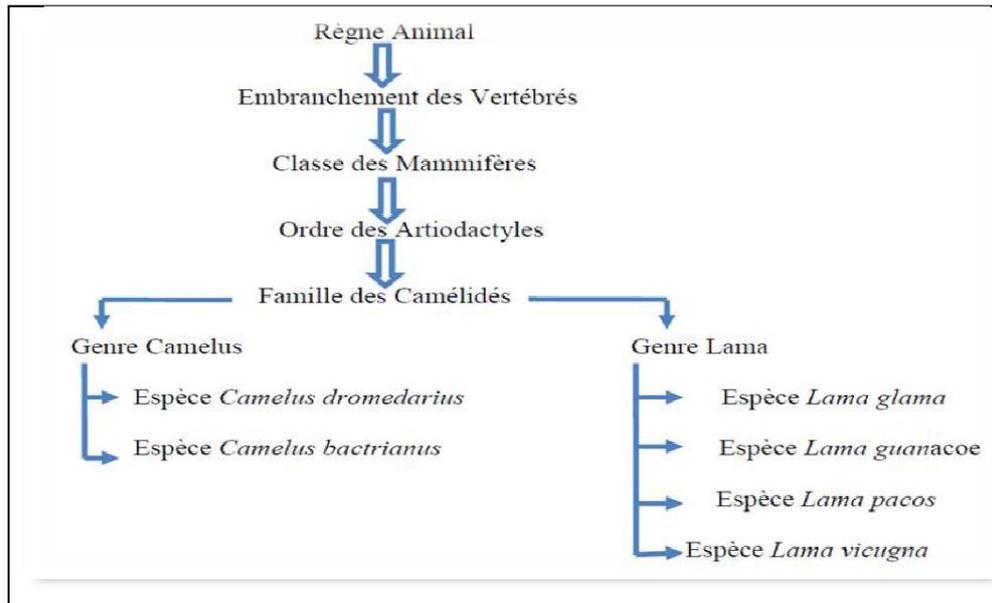


Figure 02 : La taxonomie du dromadaire *Camelus dromedarius* (FAYE, 1997 ; MAZOUZI, 2018).

2. Répartition géographique et effectif dans le monde et en Algérie :

2.1. Le Monde :

2.1.1. Répartition géographique :

L'aire de répartition géographique du dromadaire, se situe, aux niveaux des zones tropicales et subtropicales et s'étend, des régions arides et semi-arides du nord de l'Afrique (Mauritanie) jusqu'au nord-ouest du continent asiatique (Chine) (KARRAY et al, 2005 ; CORREA, 2006) (Figure n° 3).



Figure 03 : Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (RAHILI, 2015).

2.1.2. Effectif :

D'après les statistiques de l'Organisation d'Alimentation et d'Agriculture (FAO), l'effectif mondial des grands camélidés s'élève à environ 27 millions têtes en 2013 (Tableau I), dont plus de 23 millions sont recensées en Afrique et 4 millions en Asie (FAO, 2015), et de 28 455 693 têtes en 2016 (FAO STAT, 2016).

Tableau I : La production mondiale des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon FAO (2014).

Année	Production mondiale (millions)
2003	21.557.235
2004	22.363.297
2005	22.317.980
2006	22.481.647
2007	25.399.057
2008	26.327.920
2009	25.853.961
2010	26.331.535
2011	26.768.690
2012	26.980.376
2013	26.989.193

La production mondiale cameline est concentrée principalement en Somalie, 1^{er} producteur mondiale avec 30% de la production mondiale, suivie du Soudan avec 20% et du Kenya avec 12% (Tableau II) (FAO ,2014).

Tableau II : Réserve des Camélidés dans le Monde (FAO, 2014).

Rang	Pays	Pourcentage (%)	Effectif (par tête)
1	Somalie	30	7150000
2	Soudan	20	4792000
3	Kenya	12	2937262
4	Niger	7	1720185
5	Tchad	6	1550000
6	Mauritanie	6	1525000
7	Ethiopie	5	1164100
8	Pakistan	4	1015000
9	Mali	4	998500
10	Yémen	4	460000
14	Algérie	2	354465

2.2. Algérie :

2.2.1. Répartition géographique :

Le cheptel camelin est réparti sur trois principales zones d'élevage : le Sud-est, le Sud-ouest et l'extrêmes Sud avec respectivement 52%, 18% et 30% de l'effectif total (Figure n°4), couvrant 17 wilayas (83% sont cantonnés dans 8 wilayas sahariennes et 17% dans 9 wilayas steppiques) (TEDJANI, 2010 ; ADAMOU, 2011).

- La première aire de distribution, est le Sud-est : El-oued, Biskra, M'sila, Tébessa, Batna, Ouargla, Ghardaïa, Laghouat et Djelfa.
- La deuxième aire, est le Sud-ouest représentée par : Bechar, Tindouf, Naama, El-Bayadh, Tiaret et le nord d'Adrar.
- La troisième aire de distribution, est le L'extrême sud : Tamanrasset, Illizi, le sud d'Adrar (MEDJOUR, 2014).

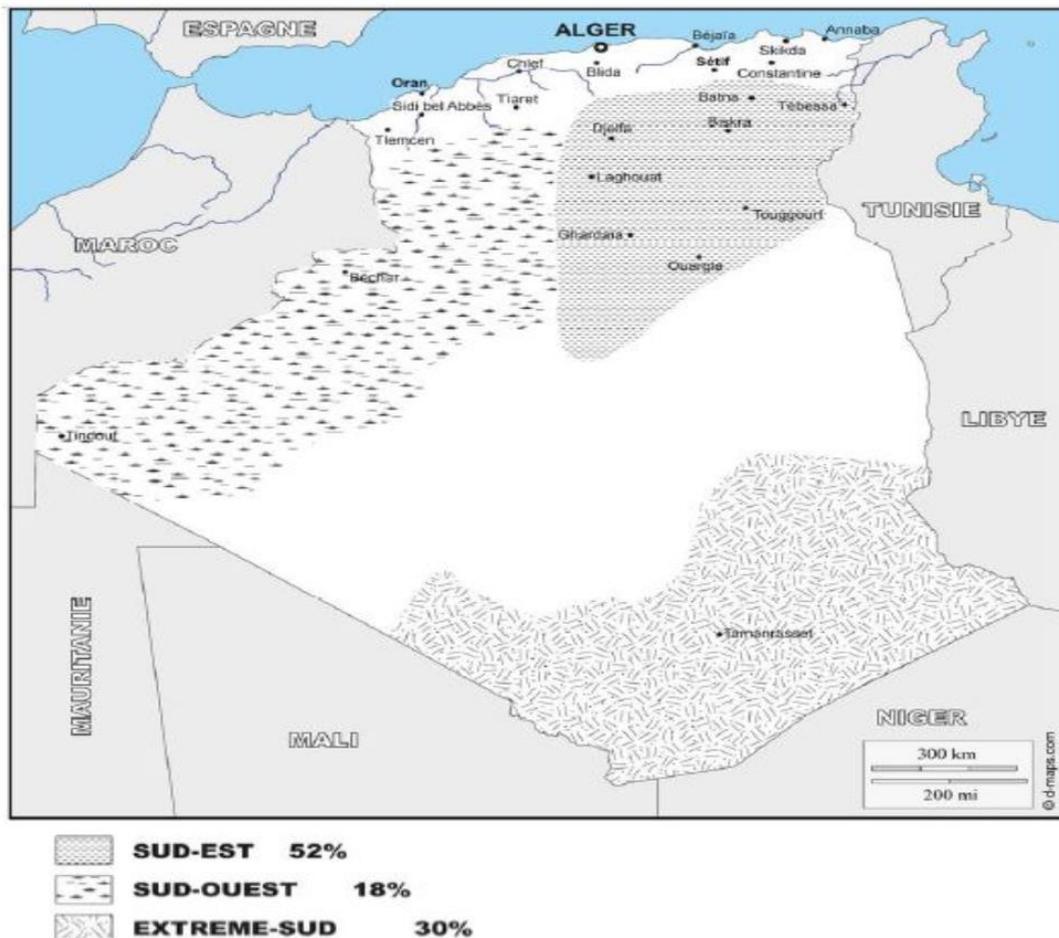


Figure 04 : Répartition du dromadaire en Algérie (BOUSSOUAR, 2017).

2.2.2. Effectif :

Selon FAO (2014), l’effectif camelin national en, compte 354 465 têtes (Figure n°5) soit 17,01% de l’effectif Maghrébin et presque 2% de la population mondiale cameline. L’Algérie occupe de le 14^{ème} rang mondial. En 2016 l’effectif est atteint 379 094 têtes (FAO, 2016).

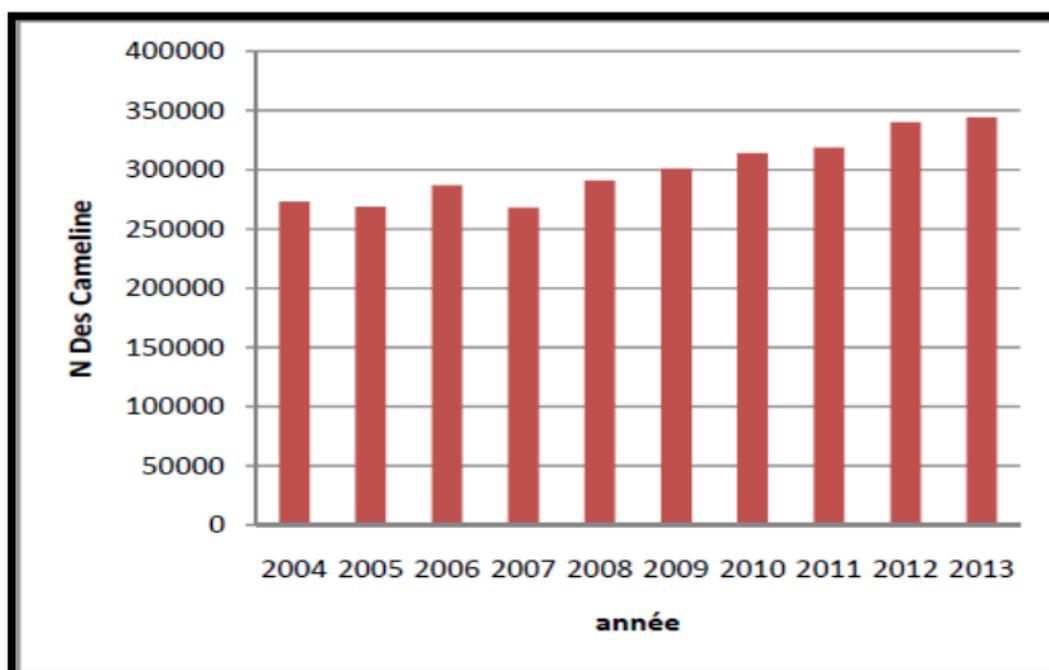


Figure 05 : Evolution des effectifs camelins en Algérie de 2004 à 2013 (FAO, 2014).

3. Particularités anatomiques et physiologiques :

3.1. Anatomie externe :

Le dromadaire se distingue des autres mammifères par des caractères spécifiques adaptés à son environnement. Nous mentionnons quelques caractéristiques, qui sont les suivantes :

- ❖ **La tête** : est petite par rapport leur corps, il n'a pas de cornes, les oreilles sont petites, les yeux larges et saillants, les narines longues peuvent être réformée pour les besoins de l'animal, la lèvre supérieure est divisée, fondue, poilue, extensible et très sensitive, la lèvre inférieure est large et pendante (OULD AHMED, 2009).
- ❖ **La dentition** : comme la plus part des mammifères le camelin a une denture temporaire (dents de lait) et une denture permanente. La formule dentaire de la première comprend 22 dents. Chez l'animal adulte, la formule dentaire permanente comprend 34 dents au total et s'enrichit de la présence de molaires. C'est le moyen d'observation qu'ont les nomades pour déterminer l'âge de l'animal (FAYE, 1999).
- ❖ **Le cou** : le cou du dromadaire est long, il variée de 0,85 à 1,14 m (BOURAGBA et LOUNISSE, 1993).
- ❖ **La peau** : contrairement aux autres herbivores est peu mobile et épaisse surtout sur le dos, et donc moins susceptible d'être lésée par des harnais ou une végétation

agressive. Aux zones de contact avec le sol au moment où l'animal se met en position baraquée, elle est recouverte d'un tissu cutané corné épais, de couleur sombre (FAYE, 1999).

- ❖ **La bosse :** la bosse du dromadaire est une réserve de graisse qui permet la fabrication d'eau par l'organisme quand les conditions sont difficiles : la graisse est dégradée en hydrogène qui forme des molécules d'eau par association avec l'oxygène fourni par la respiration au fur et à mesure de son utilisation, la bosse s'affaisse (ENCARTA, 2007).
- ❖ **Le pied :** le dromadaire a un pied large et élastique, bien adapté à la marche sur des sols sableux. Cependant sa composition, si elle facilite les déplacements dans les dunes, rend la progression dans les zones caillouteuses difficile et traumatisante (ADNNAN et ZOUHIR, 1990).
- ❖ **La queue :** la queue de dromadaire est courte par rapport leur corps, ce qui le défavorise dans la lutte contre les insectes (KAYOULI, 1995).

3.2. Anatomie interne :

- ❖ **L'appareil digestif :** le système digestif du dromadaire bien polygastrique se distingue par quelques caractéristiques :
 - La lèvre inférieure du dromadaire est très mobile et a une activité préhensile importante lors de la prise de nourriture (FAYE, 1999).
 - Du fait de la longueur de cou, le tube œsophagien est long et présente des glandes sécrétoires en grande quantité, ce qui conduit à hameceter en permanence la ration alimentaire souvent sèche de l'animal, facilitant ainsi le transit dans les voies supérieures de tube digestif (FAYE, 1999).
 - Caractérisé par 4 réservoirs gastriques (compartiments) : le rumen, le réticulum, l'omasum et l'abomasum (Figure n°6).
 - Le rumen est la partie qui débouche sur l'œsophage et correspond à un réservoir large ayant une capacité de 100 à 130 L (YAGIL, 1985 ; TITAOUINE, 2006).
 - Le réticulum, en forme de poire, est partiellement séparé du premier compartiment, car il n'y a pas de sphincter. Sa muqueuse interne présente une structure alvéolaire (YAGIL, 1985 ; TITAOUINE, 2006).
 - L'omasum est un organe tubulaire long et cylindrique qui ne se distingue pas, vu de l'extérieur de l'abomasum. Il est visible de l'intérieur par une

séparation marquée par la cessation des plis. C'est l'organe qui contient les glandes tubulaires sécrétrices (YAGIL, 1985 ; TITAOUINE, 2006).

- L'abomasum (appelé aussi caillette) est la dilatation de l'omasum et constitue 1/5 du volume de ce dernier. Cette partie est plus petite par rapport aux autres ruminants. Elle est tapissée d'une muqueuse épaisse et forme de gros plis. La caillette correspond à l'estomac proprement dit chez les ruminants. C'est le seul secteur possédant des glandes digestives. Sa muqueuse est sécrétrice, elle est garnie de nombreux replis qui se disposent à la manière de valvules s'opposant au reflux des aliments (YAGIL, 1985 ; TITAOUINE, 2006).

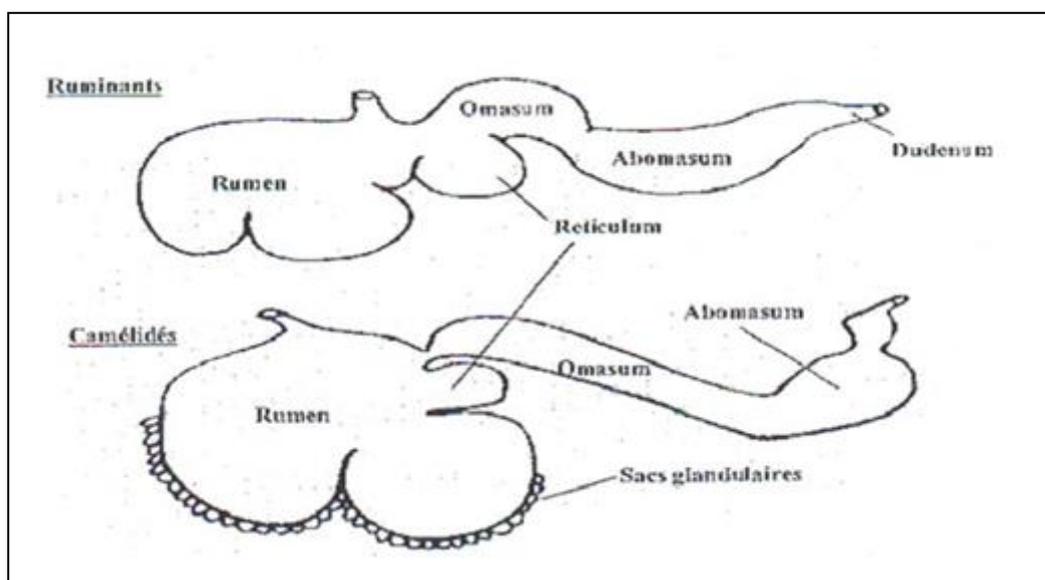


Figure 06 : Anatomie de l'appareil digestif d'un ruminant et d'un camélidé (FAYE, 1997).

- ❖ **Le système respiratoire :** se distingue par la présence d'une cavité nasale ample et de sinus subdivisée en de nombreuses circonvolutions. Le dromadaire présente en particulier un sac sinusal aveugle latéral qui n'est observé chez aucune autre espèce. Une telle anatomie permet au camélin de récupérer une part importante de l'eau au moment de l'expiration par les voies nasales (FAYE, 1999).

3.3. Physiologie générale :

Le dromadaire est un animal qui s'adapte mieux que n'importe quel autre animal d'élevage aux conditions désertiques, sa morphologie et son comportement particuliers lui permettent de conserver son énergie (RCHARD, 1984).

❖ Adaptation à la chaleur :

La présence de la bosse sur le dos de dromadaire joue un rôle dans la thermorégulation. L'animal se refroidit mieux car il est moins gras. Il est le seul animal à pouvoir transformer la graisse en eau par des réactions physiologiques d'oxydation (jusqu'à 40 litres pour un animal en bonne forme). En effet, la concentration des réserves adipeuses limite leur répartition sous la peau et donc facilite la dissipation cutanée de la chaleur. Le dromadaire a la capacité de faire varier sa température interne en fonction de la chaleur externe. Des valeurs minimales de 34°C et maximales de 42°C. De tels écarts de température corporelle sont mortels pour la plus part des mammifères. Après une longue période de privation d'eau, le dromadaire est capable d'ingurgiter 200 L d'eau en 3 min. C'est le seul mammifère capable de boire autant d'eau en si peu de temps. En effet, chez les autres animaux, l'absorption d'une trop grande quantité d'eau entraîne l'éclatement des globules rouges, donc la mort (FAYE, 1999).

❖ Adaptation à la sécheresse :

Le dromadaire montre des qualités d'adaptation exceptionnelles à la déshydratation. En fonction de plusieurs facteurs, notamment la race, le climat, l'alimentation, la lactation et le travail, il peut vivre de longues périodes sans abreuvement.

A la privation d'eau plusieurs mécanismes sont impliqués tels que :

- La réduction de l'évaporation grâce à la présence des muscles sphinctériens qui entourent les nasaux et les maintiennent bouchés (MUKASA- MUGERWA, 1985).
- La capacité de faire varier la température interne en fonction de la chaleur externe avec des valeurs minimales de 34°C et maximales de 42°C.
- La diminution de la production de la salive, riche en urée qui par son action hydrophile attire plus d'eau vers les glandes salivaires (BENGOUMI et FAYE, 2002).
- Une meilleure conservation d'eau par le biais d'une régulation de l'excrétion fécale et urinaire (NARJISSE, 1989).

Outre sa résistance à la privation, le dromadaire dispose d'une remarquable capacité de réhydratation par l'ingestion rapide d'une grande quantité d'eau. Il récupère les pertes hydriques accumulées en 10 j de privation d'eau en moins de 15 min. Une telle absorption rapide d'eau après déshydratation entraîne une hypotonie plasmatique qui peut provoquer une hémolyse, souvent mortelle chez les animaux domestiques. Cependant, chez le dromadaire,

les érythrocytes sont particulièrement résistants aux variations de l'osmolarité (MUKASA-MUGERWA, 1985 ; BENGOUIMI et FAYE, 2002).

❖ **Adaptation à la sous-alimentation :**

Malgré la faiblesse des ressources alimentaires caractérisant le milieu désertique, le dromadaire tire une bonne partie de son alimentation d'une végétation rejetée par les autres ruminants comme les plantes halophytes et /ou épineuses (NARJISSE, 1989).

Cette caractéristique s'explique par leurs particularités anatomiques et physiologiques. En effet, une haute digestibilité des fourrages pauvres est attribuée à la grande rétention des particules solides dans les pré-estomacs, se traduisant par un temps de contact plus long des aliments avec les microorganismes qui les dégradent (OULD AHMED, 2009 ; WARDEH, 2004).

Le dromadaire possède un système très performant de recyclage de l'urée pour couvrir ses besoins en azote et compenser la faible teneur des plantes du désert en cet élément (RAMET, 1993).

En cas de déficience en nourriture, il tire de l'énergie après la dégradation des lipides concentrés dans sa bosse (OULD AHMED, 2009).

4. Système d'élevage des camelins :

C'est l'ensemble des techniques et des pratiques, mises en œuvre par une communauté pour faire exploiter, dans un espace donné, des ressources végétales par des animaux, en tenant compte de ses objectifs et des contraintes du milieu (LHOSTE, 1984).

4.1. Modes d'élevage camelin :

En grand terme, il existe deux modes d'élevage : l'élevage en extensif (pratiqué dans des parcours et des vastes superficies et qui se base sur la végétation naturelle) et l'élevage en intensif (et qui se base sur l'utilisation des complémentations alimentaires). A la limite de ces deux modes s'ajoute un autre système d'élevage, c'est le mode semi-intensif.

4.1.1. Elevage en extensif :

Il comprend en général les systèmes d'élevage suivants :

- ❖ **Nomadisme :** l'élevage camelin est souvent associé au nomadisme, méthode ancienne, et qui se traduit par le déplacement à travers des grandes distances à la recherche du

pâturage et d'eau. Le nomade s'est adapté à ce rythme de vie, en se déplaçant avec son animal là où de l'herbe et de l'eau sont disponibles, à travers de vastes parcours, et ces systèmes conviennent à la façon avec laquelle s'alimente le dromadaire (ELAMIN, 1979).

- ❖ **Semi-nomadisme** : l'alimentation est assurée, pendant une bonne partie de l'année, par des déplacements irréguliers à la recherche d'herbe et d'eau. A la différence du nomadisme, les éleveurs possèdent un point d'attache « habitat fixe », ou les troupeaux passent une partie de l'année (QAARO, 1997).
- ❖ **Sédentaire** : l'élevage sédentaire signifiant que les troupeaux se déplacent, souvent sur de longues distances, mais qu'ils reviennent chaque soir au village, l'élevage sédentaire est donc une formule technique toujours présente, notamment pour les petits troupeaux, quelle que soit la difficulté du milieu (BOURBOUZE, 2000).

Selon QAARO (1997), ce type d'élevage est basé sur l'exploitation des ressources alimentaires situées à proximité de l'habitat fixe, et sur les produits de l'agriculture. Les troupeaux sont en général de petite taille.

- ❖ **Transhumance** : c'est un déplacement saisonnier cyclique des troupeaux, selon des parcours bien précis, répétés chaque année pour l'exploitation du fourrage (OULD AHMED, 2009). En fait, les transhumants sont en mouvements périodiques organisés par la disponibilité de l'eau et de l'herbe, leur logique est la recherche de pâturages et de sources d'abreuvement pour leurs cheptels (HAREK et BOUHADAD, 2008).

4.1.2. Elevage en intensif :

D'un nouveau mode d'élevage ou plutôt d'exploitation des dromadaires. Il s'agit de l'engraissement dans des parcours délimités en vue de l'abattage. Ce système semble se développer ces dernières années, suite à l'augmentation des prix des viandes rouges (BEN AISSA, 1989).

L'utilisation des systèmes intensifs et aussi remarquable dans les élevages d'animaux de course. Le dromadaire est capable de céder aux exigences de la « modernité » en élevage et de subir une intensification de sa production pour satisfaire aux demandes croissantes des populations urbaines des zones désertiques et semi-désertiques (MEDJOUR, 2014).

4.1.3. Elevage en semi-intensif :

Dans l'élevage semi-intensif, les cheptels sont maintenus en stabulation (CORRERA, 2006). Durant toute la saison sèche, les troupeaux camelins, constitués uniquement de femelles laitières et qui reçoivent une ration le matin avant de partir à la recherche de pâturages dans les zones périphériques de la ville, ils reviennent très tôt dans l'après-midi et reçoivent de l'eau et une complémentation alimentaire composée de son, de riz, de blé, etc. Pendant l'hivernage, l'alimentation est quasi-exclusivement basée sur les pâturages naturels, les productions laitières sont meilleures du point de vue qualitatif et quantitatif pendant l'hivernage car l'alimentation est plus équilibrée. Elles varient également en fonction du stade de lactation de 3 à 7 l/j (soit en moyenne 4,5 l/j) (OULD SOULE, 2003 ; CORRERA, 2006).

5. L'alimentation :

Le dromadaire est capable de consommer plusieurs types d'aliments, dont certains sont rejetés par les autres ruminants. Il mange des plantes très épineuses non seulement par nécessité, mais aussi par goût (GAUTHIER, 1977).

Il consomme des espèces très variées (graminées et légumineuses, arbres fourragers, plantes herbacées, plantes ligneuses, etc.), avec une ration alimentaire d'un pourcentage total de fourrage ligneux de 90% en saison sèche, et 50% environ en saison de pluie (FAYE et TISSERAND, 1989).

FARID et al (1979) montrent que les dromadaires nécessitent moins d'eau par unité de matière sèche ingérée et digèrent plus les parois végétales et moins les matières azotées alimentaires que les ovins. Selon YAGIL (1985), en cas de stabulation, le camelin n'exige pas de bons fourrages, mais seulement des fourrages hautement salés qui sont bien adaptés en zones arides (CHEHMA, 2005).

5.1. Alimentation du dromadaire au pâturage :

Le dromadaire se nourrit de la végétation du lieu où il pâture, il s'ensuit une très grande variabilité dans la nature du pâturage.

5.2. Les aliments de complémentation :

❖ Les grains :

- **L'orge** : c'est l'aliment concentré le plus employé en station. Aliment complémentaire classique utilisé en Algérie. Sa richesse en hydrates de carbone

en fait un aliment énergétique particulièrement désigné pour l'alimentation de dromadaire.

- **Dourah** : c'est le millet soudanais qui remplace l'orge.
- **Mais** : quand il est disponible remplace l'orge et le millet.
- **Avoine** : souvent comme produit de substitution.
- **Graines de légumineuses** : fèves, féveroles, pois chiches, lentilles, harico, etc. (LASNAMI, 1986).

❖ Les fruits :

Ce sont surtout les dates de qualité inférieure ou parfois des régimes entiers verts que l'on enlève pour soulager les palmiers. Pour le gavage de certains chameau on utilise une variété (l'ablouh) de dattes, non encore mures que l'on écrase (LASNAMI, 1986).

❖ Les fourrages :

- Fanés de pois, haricots, lentilles des luzernes, etc.
- Des pailles.
- De l'arachide : excellent reconstituant pour les animaux (LASNAMI, 1986).

5.3. L'abreuvement :

Le dromadaire a une capacité d'ingestion d'eau de façon extraordinaire, il peut ingérer en très peu de temps, de très grandes quantités d'eau (10-20 l/mn) (GAUTHIER-PILTRS, 1977).

L'abreuvement est lié à plusieurs facteurs (type de pâturage, quantité de matière sèche, quantité d'eau disponible, etc.). Ainsi, après une longue privation, le dromadaire peut ingérer environ 100L d'eau en un seul abreuvement (MOSLAM et MEGHDIH, 1988).

Chapitre II :

Lait de dromadaire

1. Présentation du lait de dromadaire :

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

Le lait de chamelle est l'une des plus précieuses ressources du Sahara et présente l'aliment complet de population autochtones du désert (ACSAD, 1999).

1.1. Particularité :

Selon KONUSPAYEVA et al (2004), le lait de chamelle est apprécié pour ses propriétés anti-infectieuses, anticancéreuses, antidiabétiques et plus généralement comme reconstituantes chez les malades convalescents.

Comparé au lait de vache, le lait de dromadaire comporte en effet une résistance particulièrement élevée à la prolifération bactérienne, dans les premières heures de son existence et même après sa thermisation (KAMOUN, 1994).

Selon des différents auteurs, les teneurs élevées en facteurs antibactériens (lactoferrine, lactopéroxydase et lysozyme) sont des facteurs qui confèrent au lait de dromadaire une capacité particulière à se conserver plus longtemps (quelques jours), en plus à des températures ambiantes relativement plus élevées.

2. Caractéristiques physicochimiques du lait de dromadaire :

Le lait de chamelle a une couleur blanc mat, en raison de sa structure et de sa teneur en matière grasse, relativement pauvre en β - carotène (SAWAYA et al, 1984).

Selon KAMOUN (1991), le lait dromadaire est plus acide et est plus visqueux et moins dense que le lait de vache.

- ❖ **pH** : le lait de chamelle a un pH compris entre 6.5-6.7, il est légèrement plus acide que le lait de vache (PARK et HAENLEIN, 2006 ; YAGIL, 1982).
- ❖ **L'acidité titrable (DORNIC)** : elle dépend du nombre de moles d'acides présents et est inversement proportionnelle à son pH (MATHIEU, 1998). Les valeurs de l'acidité titrable, exprimée en degré °D, du lait chamelle varient d'un auteur à l'autre. Elle est de l'ordre de 15.6°D (KAMOUN, 1995 ; BADAOU, 2000).

- ❖ **Viscosité** : le lait de dromadaire a une viscosité très élevée par rapport à celle de lait de vache qui est respectivement de 22mpa et 1.8mpa (HASSEN et al, 1987).
- ❖ **Densité** : la densité du lait de dromadaire varie de 1.022 à 1.032 (WANGOH et al ,1998). Le lait de dromadaire est moins dense que le lait de vache (KAMOUN, 1995).
- ❖ **Point de congélation** : le lait de chamelle a un point de congélation qui varie de -0.57 à -0.61 °C, qui est inférieur à celui de lait de vache (-0.51 à -0.56°C) (PARK et HAENLEIN, 2006 ; YAGIL, 1982).

3. Composition chimique et biochimique du lait de dromadaire :

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants ; ceux-ci sont particulièrement adaptés aux besoins nutritionnels et aux possibilités digestives du jeune animal qui y trouve tous les éléments nécessaires à sa croissance (HAMIDI, 2015).

Selon MEDJOUR (2014), les principales composantes du lait de dromadaire sont relativement proches de celle de lait de vache (eau, lactose, vitamine C, protéines).

3.1. Le colostrum :

Le colostrum est de couleur crème translucide, épais, collant, acide, très dense (dense supérieur 1050 g/l) et riche en extrait sec (181g/l) : 57% de cet extrait sec sont protéines solubles. Le taux de matière grasse est très faible, 2 à 3 g/l (KAMOUN, 1995).

3.2. L'eau :

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

L'eau est un facteur important qui affecte la composition du lait de chamelle, sa teneur en eau du lait de chamelle varie selon le degré de sécheresse de l'environnement extérieur (91% d'eau en saison sèche contre 86% en saison d'abondance alimentaire). Ces variations d'humidité du lait affectent de façon directe les teneurs de ses autres composés (VIGNOLA, 2002).

3.3. Le lactose :

Le lactose est le sucre du lait, un disaccharide composé de glucose et de galactose. Il est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin (HASSEN et al, 1987).

Le lait contient près de 4.6% de lactose, son gout n'est pas sucré, le pouvoir sucrant du lactose n'étant que de 22 par rapport au saccharose à qui une valeur de 100 (AMIOT et al, 2002).

La teneur en lactose est entre 2.5 et 5.6%, dans le lait de camelin, sa teneur varie légèrement avec la période de lactation (MATI, 2012).

3.4. Les vitamines :

La composition en vitamine diffère de celle du lait de vache par une teneur plus faible en vitamine A (rétinol), B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B5 (acides pantothénique), B9 (acide folique) et une teneur plus élevée dans le cas de la vitamine C (acide ascorbique) et de la B3 (niacine) (BAGULK et BEN ABDERAHMANE. B, 2008).

Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C (acide ascorbique) (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, il n'en demeure pas moins que les teneurs signalées (autour de 36 mg/l) (FARAH, 1993).

Selon FARAH et al (1992), il y a en moyenne trois fois plus de vitamine C dans le lait de chamelle que dans le lait de vache.

De tous les laits de mammifères collectés pour les besoins de l'homme, celui de la chamelle est le plus riche en cette vitamine C dont le rôle stimuler les fonctions du foie et lutter contre la fatigue générale (KONUSPAYEVA, 2007).

Tableau III : Composition en vitamines (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.

Nature des vitamines	Lait de chamelle (mg/l)				Lait de vache (mg/l)
	SAWAYA et al (1984)	FARAH et al (1992)	MEHAIA (1994b)	KAPPELER (1998)	FARAH (1993)
A (Rétinol)	0.15	0.1	--	0.15	0.17-0.38
B1(Thiamine)	0.33	--	--	0.60	0.28-0.9
B2(Riboflavine)	0.41	0.57	--	0.80	1.2-2.0
B3(Niacine)	4.61	--	--	4.60	0.5-0.8
B5 (Acide pantothénique)	0.88	--	--	0.88	2.6-4.9
B6 (Pyridoxine)	0.52	--	--	0.52	0.4-0.63
B12(Cobalamine)	0.0015	--	--	0.002	0.002-0.007
B9 (Acide folique)	0.0041	--	--	0.004	0.01-0.1
E (Tocophérol)	--	0.56	--	0.53	0.1-0.2
C (Acide ascorbique)	24	37	25	24-36	3-23

NB (-): non déterminé

3.5. Minéraux et oligo-éléments :

Le lait de camelin constitue un très bon apport en minéraux et oligo-éléments qui interviennent dans divers processus métaboliques et sont indispensables au même titre que l'énergie et les matières azotées (FARAH, 1993 ; KAPPELER, 1998).

Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle (Tableau IV) sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache. La teneur en macroéléments (sodium, potassium, calcium et magnésium) est relativement similaire à celle du lait bovins, le lait camelin se caractérise néanmoins par des taux plus élevés en oligo-éléments (fer, cuivre, zinc, plomb, iode, manganèse) (YAGIL et ETZION, 1980a ; SAWAYA et al, 1984 ; ELAMIN et WILCOX, 1992 ; MEHAIA et al, 1995 ; GORBAN et IZZELDIN, 1997 ; BENGOUMI et al, 1994).

Globalement, la composition minérale du lait de chamelle est fort variable et dépend de l'alimentation et de l'état de déshydratations (FAYE, 1997).

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

Origine du lait	Ca	Mg	P	Na	K	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Pb	Références
Lait de chamelle (mg/l)	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 SHERHA (1986)
	1160	80	710	360	620	--	--	--	--	--	--	HASSEN 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 (mg/l)	1000-1500	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	LUQUET (1985) ; MIETTON et al (1994)

N.B : (--) : non déterminé ; sont soulignées les valeurs extrêmes.

3.6. La matière grasse :

Le lait de chamelle se caractérise par sa richesse en acides gras insaturés par rapport au lait de vache (KONUSPAYEVA, 2007).

Selon FARAH (1993), la teneur en matière grasse du lait de chamelle, varie très sensiblement d'une région à une autre. Le pourcentage de matière grasse dans le lait de chamelle varie de 1.1% à 5.6%. Lorsqu'il y a une augmentation de l'eau dans le lait, il y a une diminution de la matière grasse de 4.3% à 1.1% (YAGIL, 1982 ; WILSON, 1984).

Selon ELLOUZE (1990), la matière grasse de lait de chamelle est difficile à séparer par écrémage. Cela est dû à la faible taille des globules gras sphériques de diamètre compris entre 2.31 et 3.93µm et à leur composition particulière en acide gras (Tableau V) (KNOESS et al, 1986).

Tableau V : Principaux acides gras du lait de chamelle (% pondérale moyenne). (ELLOUZE, 1990).

Acides gras	% Pondérale	Acides gras	% Pondérale
Acides gras C8 à C13	1.8 ± 0.4	Margarique C17, C17 : 1	1.3 ± 0.2 0.9 ± 0.1
Myristique C14	13.1 ± 0.9	Stéarique C18	12.3 ± 1.7
Myristoleique C14 :1	2.9 ± 0.2	Oleique C18 : 1	21.3 ± 1.7
Pentadécanoïque C15 :1	18.8 ± 0.2 0.8 ± 0.0	Linoléique C18 :2	2.7 ± 0.3
Palmitique C16	28.7 ± 0.9	Linoléique C18 :3	1.2 ± 0.3
Palmitoleique C16 :1	10.3 ± 0.7	Les acides > C18	0.7 ± 0.1

3.7. Matières protéiques :

De par leur apport nutritionnel (source d'acides aminés essentiels) et leurs propriétés techno-fonctionnelles particulières, les protéines du lait revêtent une importance considérable au double plan quantitatif et qualitatif (SAWAYA et al, 1984 ; MEHAIA et ALKANHAL, 1989).

Elles sont constituées de deux composants principaux : les caséines qui se précipitent lors de l'acidification du lait ou l'ajout de rénine, et les protéines du lactosérum contenant des protéines, acides, basiques et des facteurs antimicrobiens (EL-HATMI et al, 2007 ; FARAH et al, 2004).

La proportion des protéines totales varie de 2 à 5.5%, elle est similaire à celle du lait vache (YAGIL, 1982). Mais, c'est la valeur de la teneur en caséines et en protéines sériques qui fait la différence (FARAH et al, 2004 ; RAMET, 1993).

3.7.1. Les caséines :

Les caséines du lait de dromadaire sont des phosphoprotéines élaborées dans les cellules lactogènes mammaires et déterminent une concentration de 72 à 76% des protéines totales (CHIBEH, 2011). Ce sont des phosphoprotéines présentant une très forte affinité vis-à-vis du calcium (JEANTET et al, 2008).

Le taux de caséine totale est un peu plus faible dans le lait de camelin que dans le lait de vache ; il représente 75 à 79% de la matière protéique contre 77 à 82% pour le lait de vache (JENNESS et SLOAN, 1969 ; MEHAIA, 1987 ; RAMET, 2001).

La caséine n'est pas une seule protéine, mais un ensemble de protéines différentes : α s1, α s2, β et k (CHEFTELE J.C et CHEFTELE H, 1984).

❖ Caséine α s1 :

C'est la protéine la plus abondante du lait de dromadaire, elle représente 22% des caséines totales et contient 215 acides aminés pour une masse moléculaire de 25.773 Da et un point isoélectrique de 4.4 (KAPPELER et al, 1998).

❖ Caséine α s2:

L' α s2 camelin 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. Cette délétion 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 camelin est composée de 217 acides aminés pour une MM de 24 651 Da. Son pHi se situe à 4.76 (KAPPELER et al, 1998).

❖ Caséine k :

C'est l'une des protéines lactières 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 (RIBADEAU-DUMAS et GRAPPIN, 1989).

La caséine k camelin est composée de 162 acides aminés et un résidu phosphorylé. Sa masse moléculaire est de 18 254 Da. Son point isoélectrique est de 4.11 (KAPPELER et al, 1998) (Figure n°7).

MEHAIA (1995) a montré que cette protéine est glycosylée et contient une teneur deux fois plus élevée en acide sialique dans le lait dromadaire que celle existant dans le lait bovin (7.35 contre 3.02mg/g de caséine totale).

Glu-	Val-	Gln-	Asn-	Gln-	Glu-	Gln-	Pro-	Thr-	Cys-	Phe-	Glu-	Lys-	Val-	Glu-	Arg-	Leu-	Leu-	Asn-	Glu-	10	20
Lys-	Thr-	Val-	Lys-	Tyr-	Phe-	Pro-	Ile-	Gln-	Phe-	Val-	Gln-	Ser-	Arg-	Tyr-	Pro-	Ser-	Tyr-	Gly-	Ile-	30	40
Asn-	Tyr-	Tyr-	Gln-	His-	Asn-	Leu-	Ala-	Val-	Pro-	Ile-	Asn-	Asn-	Gln-	Phe-	Ile-	Pro-	Tyr-	Pro-	Asn-	50	60
Tyr-	Ala-	Lys-	Pro-	Val-	Ala-	Ile-	Arg-	Leu-	His-	Ala-	Gln-	Leu-	Pro-	Gln-	Cys-	Gln-	Ala-	Leu-	Pro-	70	80
Asn-	Ile-	Asp-	Pro-	Pro-	Thr-	Val-	Glu-	Arg-	Arg-	Pro-	Arg-	Pro-	Arg-	Pro-	Ser-	Phe-	Ile-	Ala-	Ile-	90	100
Pro-	Pro-	Lys-	Lys-	<u>Thr-</u>	Gln-	Asp-	Lys-	<u>Thr-</u>	Val-	Asn-	Pro-	Ala-	Ile-	Asn-	Thr-	Val-	Ala-	Thr-	Val-	110	120
Glu-	Pro-	Pro-	Val-	Ile-	Pro-	Thr-	Ala-	Glu-	Pro-	Ala-	Val-	Asn-	Thr-	Val-	Val-	Ile-	Ala-	Glu-	Ala-	130	140
Ser-P	Ser-	Glu-	Phe-	Ile-	Thr-	Thr-	Ser-	<u>Thr-</u>	Pro-	Glu-	<u>Thr-</u>	<u>Thr-</u>	Thr-	Val-	Gln-	Ile-	Thr-	Ser-	Thr-	150	160
Glu-																				162	
	Ile																				

A

HGlu-	Glu-	Gln-	Asn-	Gln-	Glu-	Gln-	Pro-	Ile-	Arg-	Cys-	Glu-	Lys-	Asp-	Glu-	Arg-	Phe-	Phe-	Ser-	Asp-	10	20
Lys-	Ile-	Ala-	Lys-	Tyr-	Ile-	Pro-	Ile-	Gln-	Tyr-	Val-	Leu-	Ser-	Arg-	Tyr-	Pro-	Ser-	Tyr-	Gly-	Leu-	30	40
Asn-	Tyr-	Tyr-	Gln-	Gln-	Lys-	Pro-	Val-	Ala-	Leu-	Ile-	Asn-	Asn-	Gln-	Phe-	Leu-	Pro-	Tyr-	Pro-	Tyr-	50	60
Tyr-	Ala-	Lys-	Pro-	Ala-	Ala-	Val-	Arg-	Ser-	Pro-	Ala-	Gln-	Ile-	Leu-	Gln-	Trp-	Gln-	Val-	Leu-	Ser-	70	80
Asp-	Thr-	Val-	Pro-	Ala-	Lys-	Ser-	Cys-	Gln-	Ala-	Gln-	Pro-	Thr-	Thr-	Met-	Ala-	Arg-	His-	Pro-	His-	90	100
Pro-	His-	Leu-	Ser-	Phe-	Met-	Ala-	Ile-	Pro-	Pro-	Lys-	Lys-	Asn-	Gln-	Asp-	Lys-	Thr-	Gln-	Ile-	Pro-	110	120
Thr-	Ile-	Asn-	Thr-	Ile-	Ala-	Ser-	Gly-	Glu-	Pro-	<u>Thr-</u>	Ser-	<u>Thr-</u>	Pro-	<u>Thr-</u>	<u>Ile-</u>	Glu-	Ala-	Glu-	Ala-	130	140
Ser-	Thr-	Val-	Ala-	Thr-	Leu-	Glu-	<u>Ala-</u>	Ser-	Pro-	Glu-	Val-	Ile-	Glu-	Ser-	(v.A)	Pro-	Glu-	Ile-	Asn-	148	150
Thr-	Val-	Gln-	Val-	Thr-	Ser-	Thr-	<u>Asp</u>	Ala-	Val											169	160
							(v.A)		OH												

B

A : Caséine k camelin selon KAPPELER et al (1998).

B : Caséine k-B bovine d’après MERCIER et al (1973) cité par EIGEL et al (1984).

 : Sites possibles de glycosylation.

 : Site d’attaque par la chymosine.

Figure 07 : Structure primaire de la caséine k.

Le taux de cette caséine totale est un peu plus faible dans le lait de camelin que dans le lait de vache, ainsi l'équilibre entre les différentes fractions caséiniques est très différent (Tableau VI) et se caractérise par une proportion limitée à 5% de caséine k alors qu'elle est de 13.6% dans le lait de vache (RAMET, 1993).

Tableau VI : Composition moyenne (%) de la caséine du lait de dromadaire (origines : Tunisie, France, Somalie, Arabie Saoudite, Niger). (JARDALI et RAMET, 1991 ; RAMET, 1993).

Fraction de caséine	α	β	k	T
Lait dromadaire	63	28	5	2
Lait vache	46	34	13	4

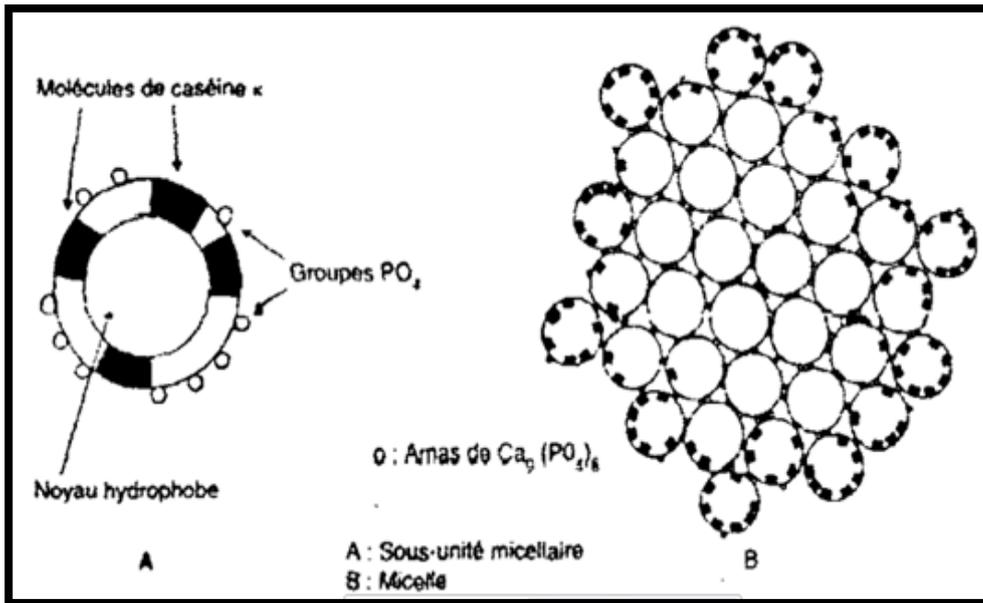
❖ La micelle de caséine :

La micelle de caséine se présente sous forme de complexes moléculaire constitués de protéines, de citrate, de phosphate, de calcium, de magnésium, de potassium et de sodium.

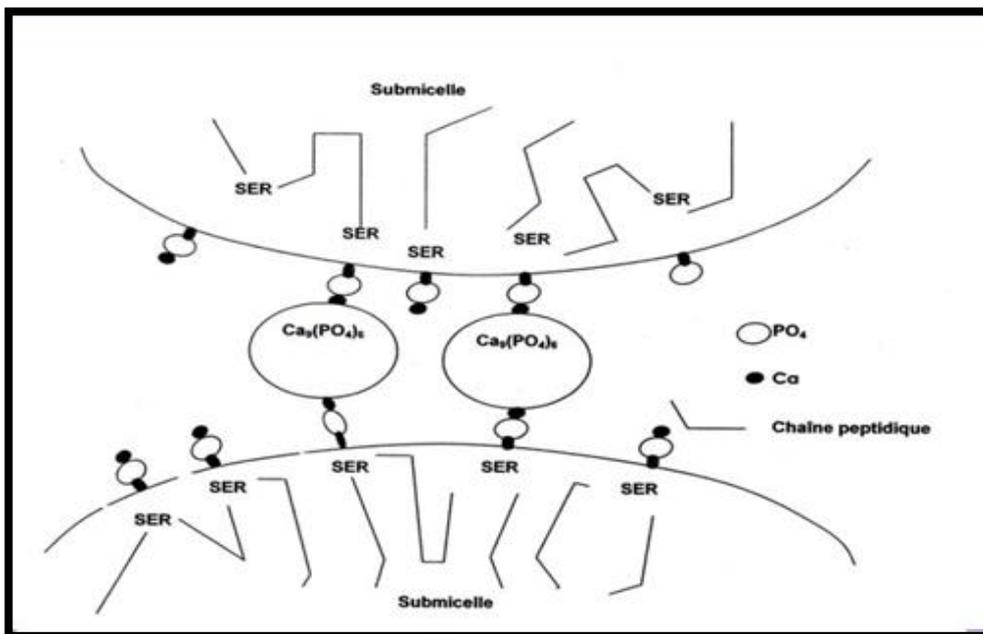
Il se dégage des travaux de ATTIA et al (2000) et de KHEROUATOU et al (2003a), qui ont considéré les facteurs liés à la répartition des constituants de la micelle, selon les phases solubles et micellaires, le niveau d'hydratation des micelles et leur voluminosité, que l'organisation de la micelle de caséine chamelle est compatible avec le modèle moléculaire proposé par SCHMIDT (1980) (Figure n°8).

En étudiant la variation de l'état de la micelle de caséines au cours de l'acidification du lait, plusieurs auteurs concluent que la déminéralisation maximale de la micelle survient à un pH plus bas (4.3) que celui des caséines vache (4.6). Ce qui était d'ailleurs prédictible à partir des résultats de (WANGOH et al, 1998a).

Notons que le diamètre des micelles du lait de chamelle (260 à 300 nm) est en moyenne nettement supérieur à celui de leur homologue du lait de vache (100-140 nm) (ALI et ROBINSON, 1985 ; FARAH et RUEGG, 1989 ; JARDALI et RAMET, 1991).



A



B

A : Structure de la micelle et de la submicelle.

B : Schéma de pontage de deux submicelles par le phosphate de calcium.

Figure 08 : Modèle d'organisation moléculaire de la micelle de caséine bovine selon SCHMIDT (1980).

3.7.2. Protéines du lactosérum :

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

Le sérum du lait camelin contient composants importants : l' α -lactalbumine, la β -lactoglobuline, les immunoglobulines, la lactoferrine, la lactopéroxydase, et de protéoses peptones, etc. (KAPPELER et al, 2004 ; MERIN et al, 2001).

La composition des protéines de lactosérum du lait de dromadaire est également différente de celle du lait de vache ; leur quantité est supérieure (0.9 à 1% contre 0.7 à 0.8%). Ces protéines ne coagulent pas par voie enzymatique, mais sont déstabilisées par la chaleur (RAMET, 1993).

❖ α -lactalbumine :

Contrairement au lait bovin, l' α -lactalbumine est la protéine majeure dans le lait dromadaire, sa concentration est de 7.2 g/l (KAPPELER, 1998).

Le rôle physiologique essentiel est de permettre la synthèse du lactose en activant la galactosyl transférase (qui unit l'UDP-galactose au glucose). En absence de l' α -lactalbumine, l'enzyme transfère le galactose sur un glucosamine (LUQUET et al, 1985 citée par SMAIL, 2002), alors que lors de sa présence, la spécificité change et le transfert du galactose se fait sur le glucose (ALAIS et LINDEN, 1994).

L' α -lactalbumine du lait de camelin comporte 123 résidus d'acides aminés (nombre identique à celui rapporté pour l' α -lactalbumine bovine) dont 39 seulement sont différents entre les deux séquences peptidiques (ALAIS et LINDEN, 1997 cité par SMAIL, 2002).

❖ β -lactoglobuline :

La β -lactoglobuline, qui est la protéine majoritaire dans le lait de la plupart des espèces laitières, elle semble absente (ou peu présente) dans le lait humain et camelin (LIBERATORI et al, 1979).

Elle se présente en une chaîne polypeptidique qui comporte 162 acides aminés contenant deux ponts disulfures et un groupement SH libre. Prés d'une dizaine de variants génétiques ont été mis en évidence. Les plus fréquemment rencontrés sont les variants A et B qui diffèrent seulement par la nature de deux acides aminés (RIBADEAU-DUMAS et GRAPPIN, 1989 ; MOULTI-MAT1, 1992 cité par SMAIL, 2002).

❖ Immunoglobulines :

Les immunoglobulines qui jouent un rôle dans les défenses immunitaires, ont un faible effet contre les bactéries mais une activité antivirale élevée notamment contre les rotavirus (EL-AGAMY et al, 1992).

Par ailleurs, l'immunoglobuline chamelle serait plus thermorésistante : il reste 0.048 mg/ml de cette protéine dans le lait de chamelle à 85°C alors qu'elle disparaît dans le lait de vache (EL-AGAMY, 2000).

❖ Lactoferrine :

Sa concentration dans le lait de camelin est de 30 à 100 fois plus élevée que dans le lait de vache, c'est une protéine qui possède une activité antimicrobienne, antivirale, anticancéreuse et anti-inflammatoire (KONUSPAYEVA et al, 2004). Sa grande concentration représente un grand avantage pour la conservation du lait dans les régions arides connues pour leur climat chaud (KAPPELER, 1998).

❖ Lactoperoxydase :

C'est une enzyme d'oxydation indirect, elle présente une activité enzymatique à forte température quand la lactoperoxydase du lait de bovine a perdu toute activité, mais sa dénaturation est obtenue après 15 min à 70° C (KONUSPAYEVA et al, 2004).

Cette protéine possède un effet bactéricide très prononcé contre les bactéries Gram négatives et un effet bactériostatique contre les bactéries Gram positives (EL-AGAMY et al, 1992). De même, elle semble avoir une activité inhibitrice contre les virus et les moisissures (KAPPELER, 1998).

3.8. Acides aminés :

Le lait de chamelle apparaît plus riche en leucine et isoleucine, en thréonine et en proline. En revanche, il est plus pauvre en glucine et histidine (Tableau VII) (FAYE, 1997).

Tableau VII : La composition en protéines du lait de différentes espèces d'herbivores (FAYE, 1997).

Acides aminés	Composition des protéines (en g par 16 gN)		
	Chèvre	Vache	Chamelle
Alumine	2.8-3.4	3.5-4.8	3.6
Arginine	3.2-4.6	2.9-4.2	2.1
AC. Aspartique	6.2-7.7	6.2-7.8	7.4
AC. Glutamique	15.4-23.9	15.8-23.2	20.3
Glycine	0.6-1.7	0.8-2.1	2.1
Histidine	2.5	3.0	5.0
Isoleucine leucine	15.8-21.0	8.1-17.4	14.4
Lysine	7.0-7.6	8.1	8.2
Méthionine	2.5-3.5	3.2	3.5
Proline	11.1-13.3	10.1-11.8	14.6
Thréonine	6.3	4.3	5.7

4. Les facteurs de variation de la composition du lait :

Selon KOUNIBA (2002), les facteurs principaux qui influencent la composition du lait sont les suivants :

4.1. L'apport hydrique :

La caractéristique essentielle du lait de camelin réside dans la variabilité de sa teneur en eau qui dépend de la fréquence d'abreuvement. YAGIL et ETZION (1980), SALEY (1993) et KOUNIBA (2002) trouvent qu'en cas d'abreuvement insuffisant, voir privation en eau, la teneur du lait en eau augmente. Elle passe de 87% à 91% permettant la survie de chamelon et des populations vivantes en milieu aride. Il en résulte une variation de la teneur des constituants de la matière sèche : au bout de 7 jours de deshydratations, le lait devient plus dilué (teneur en eau supérieure à 90%). La teneur en matière grasse chute à 1%, celle en chlorures passe de 10 à 23 MEQ/L et celle de vitamine augmente (YAGIL et al, 1994 in KOUNIBA, 2002).

4.2. L'âge :

La teneur des différents composants du lait diminue avec l'âge (KOUNIBA, 2002).

4.3. Le stade de lactation :

La teneur du lait en matière sèche diminue au cours de lactation : deux jours après le vêlage. Elle passe d'une teneur moyenne de 30.4 à 18.4%, cette diminution est liée à une chute de la teneur en protéine et en éléments minéraux. En revanche, celle de lactose reste constante et celle de la matière grasse augmente de 0.2 à 5.8% (YAGIL, 1982).

4.4. L'alimentation :

L'alimentation et l'abreuvement restent les facteurs les plus importants qui affectent la composition du lait de chamelle (KOUNIBA, 2002).

4.5. Le climat :

Le dromadaire s'adapte bien aux conditions de sécheresse et la composition de son lait reflète la condition de sa vie (FAO, 1995).

La composition chimique du lait de chamelle est influencée par la saison qui sous-entend les effets combinés de l'alimentation, des conditions climatiques (chaleur, aridité) et du stade de lactation (KNOESS et al, 1986 in KOUNIBA, 2002), mais l'effet global s'est traduit par une chute de l'extrait sec total, résultant de la diminution du taux de matière azotée et particulièrement les caséines, durant l'été (FAYE, 2003).

4.6. L'état sanitaire :

Les mammites chez le dromadaire engendrent des modifications de la composition du lait, et plus particulièrement sa fraction minérale (ABOURAHMAN, 1994 in KOUNIBA, 2002).

Les éléments minéraux sont présents en quantités variables dans d'organisme vivant ou ils interviennent dans divers processus métaboliques (BENGOUMI et al, 1994).

5. Aptitudes fromagères du lait du dromadaire :

Le lait de chamelle, du fait de sa composition et de la structure particulière pour avoir des aptitudes technologiques assez limitées, notamment dans la fabrication du fromage. Pendant ces dernières décennies, les travaux menés sur ce lait ont permis de mieux cerner les difficultés et de les contourner en usant de quelques modifications des procédés utilisés (ABU-LEHIA, 1994).

Seuls quelques rares fromagés sont fabriqués par séparation des protéines du lait préalablement insolubilisées par acidification, le fromage obtenu se présente sous forme d'une pâte humide présentant les caractéristiques des fromages frais, il s'agit d'un produit altérable en raison de sa forte teneur en eau (GAST et al, 1969 ; YAGIL, 1982).

5.1. Aptitude à la coagulation :

La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la cosmico du lait. Dans la pratique, cette déstabilisation est réalisée de deux manières :

- **Par voie enzymatique :** à l'aide d'enzyme coagulante, en particulier la présure.
- **Par voie fermentaire :** à l'aide de bactérie productrices d'acide lactique qui se trouvent naturellement dans le lait et ou apportées sous forme de ferments. Les mécanismes d'action de ces deux agents coagulants au niveau de la micelle sont très différents. Bien qu'ils conduisent tous les deux à la formation d'un coagulum (gel ou caillé).

5.1.1. Coagulation par voie enzymatique :

La coagulation du lait par des enzymes protéolytiques est une des plus anciennes opérations de transformation alimentaire.

L'enzyme protéolytique la plus utilisée notamment en fromagerie (en dehors des fromages frais) est la présure constituée d'un mélange de chymosine (80%) et de pepsine (20%) ; elle est extraite de caillettes de jeunes veaux (BOUDJENAH-HAROUN, 2012).

❖ Réactivité du lait de dromadaire à l'action des enzymes coagulantes :

La plupart des tentatives faites pour fabriquer des fromages à partir du lait de chamelle font état de difficultés majeures rencontrées pour réaliser la coagulation.

Plusieurs observations ont montré que la pepsine bovine présente la meilleure affinité pour coaguler le lait de chamelle ; la présure de veau et la protéase coagulante de *Mucor meihi* présentent une affinité analogue, mais plus faible que celle de la pepsine bovine ; la chymosine et la protéase coagulante d'*Endothia parasitica* ont l'affinité la plus faible (RAMET, 1985, 1990 cité par RAMET, 1993).

❖ Formation et propriétés rhéologique des gels obtenus :

La texture du gel se caractérise par une très faibles élasticité et une grande friabilité, cette fragilité du gel est encore accrue lorsqu'il ya développement simultané de l'acidification par voie fermentaire (RAMET, 1987 cité par RAMET, 1993).

❖ Relation entre la composition du lait et son aptitude à la coagulation :

L'aptitude limitée du lait du dromadaire à la coagulation par la présure a vraisemblablement pour origine principale la composition particulière des micelles de caséine.

A cet effet, des travaux ont montré que la caséine kappa, qui constitue la fraction de la micelle sensible à l'action des protéases coagulantes, possède une charge électrique différente de la caséine kappa du lait de vache, ce qui entraine une mobilité électro phorétique plus faible (FARAH et FARAH-RIESEN, 1985 ; JARDALI, 1988 ; RAMET, 1993). De plus, l'équilibre des fractions de caséine est très différent de celui du lait de vache. On note en particulier que la proportion de caséine kappa est limitée à 5% de la caséine totale à lors quelle est de 13.6% pour le lait de vache (RAMET, 1993).

Une seconde caractéristique originale de la caséine du lait de camelin est qu'elle se trouve sous forme de micelles de grande taille dont le diamètre moyen est environ le double (300µm) de celui du lait de vache (160µm) (FARAH et BACHMAN, 1987 ; JARDALI, 1988 ; FARAH et RUEGG, 1989 ; JARDALI et RAMET, 1991).

L'ajout de la présure au lait camelin entraine une réaction de protéolyse de la caséine dont l'évolution peut être suivie par mesure du taux d'azote non protéique libéré (MEHAIA, 1987). Il semble par contre que la réaction secondaire, qui correspond à l'agrégation des micelles de caséine préalablement hydrolysée, se déroule d'une manière particulière dans le lait de dromadaire ou l'association de micelles de caséine est plus tardive et le réseau formé est plus lâche et moins compact (RAMET, 1993).

Il est vraisemblable que cette aptitude réduite à la polymérisation des micelles de caséine du lait du dromadaire résulte d'une faible potentialité du substrat à l'établissement de pont calcique entre les micelles du fait que les grosses micelles sont moins minéralisées que les petites (RAMET, 1993). De plus, les propriétés rhéologique du coagulum sont étroitement dépendantes de la teneur en matière sèche du lait : plus celle-ci est élevée, plus grande est la fermeté. Dans ce cadre, tous les composants de la matière sèche ne participent pas de la même

manière à la formation du gel mais le taux de caséine a le rôle majeur : plus il est importante, plus la trame du réseau micellaire constitué lors de la coagulation est dense et plus les propriétés rhéologiques sont améliorées (FAMELART et al, 2009).

5.1.2. Coagulation par voie acide :

❖ Composition du lait et aptitude à l'acidification par voie fermentaire :

La coagulation par voie acide du lait de la chamelle est conditionnée par son aptitude à l'acidification par voie fermentaire à l'aide des bactéries lactiques présentes naturellement dans le lait et /ou de celle inoculée de manière dirigée sous forme de cultures encore appelées ferments lactiques (RAMET, 1985 cité par RAMET, 1993).

Le lait, grâce à sa teneur élevée en eau à la variété des substances nutritives qu'il contient et à son pH initial proche de la neutralité ; forme généralement un milieu favorable à la multiplication des microorganismes y compris à celles des bactéries lactiques.

Il ressort que le lait cru de chamelle possède différents système antimicrobiens susceptibles de limiter la prolifération microbienne plus fortement que les laits d'autres espèces domestiques : ces systèmes sont probablement à l'origine des propriétés réputées fortifiantes et thérapeutiques du lait du dromadaire (YAGIL, 1982 ; RAMET, 1987 cité par RAMET, 1993).

❖ Formation et propriétés rhéologiques des gels lactiques :

Dans le lait de chamelle soumis à acidification, il n'est pas possible de mettre en évidence avec une précision un point de début de coagulation acide ; il n'ya pas non plus formation d'un coagulum véritable. Le milieu reste de structure floconneuse et s'apparente plus à un précipité ; celui-ci tend à décanter lentement avec séparation surnageant très blanc composé par le lactosérum (RAMET, 1985, 1987 ; FARAH et al, 1990 cité par RAMET, 1993).

Conclusion

Conclusion

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.

Le lait camelins en particulier représente la seule source de protéines alimentaires pour les populations des régions arides et semi-arides du globe, il est célèbre pour contenir ses propriétés thérapeutiques et fonctionnelles à l'avantage des populations humaines. Dans le but de faire profiter toutes les populations humaines des effets bienfaisants du lait de dromadaire, il fallait trouver des techniques pour le conserver sans induire une altération de ses propriétés.

La transformation du lait en fromage est une technique de préservation très utilisée pour conserver ces vertus, mais l'opération est réputée délicate en raison des difficultés rencontrées pour réaliser la coagulation.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. ACSAD/CARDN/CAMEL, 1999- *Etude socio-économique relative à l'élevage camelin dans la région du Hoggar (Algérie)*, 10-20.
2. ADAMOUC A, 2011- *Développement de la filière viande caméline pour la sécurité alimentaire des populations du Sahara algérien*. Univ. KASDI MERBAH, Ouargla-Algérie, 9p.
3. ALAIS C et LINDEN G, 1994- *Abrège biochimie alimentaire*. Ed Massons, paris, 172-182.
4. ALI M.Z and ROBINSON R.K, 1985- Size distribution of casein micelles in camel's milk. *J. Dairy Res.*, 52 : 303-307.
5. AMIOT J ; FOURNIER F ; LEBEUF Y ; PAQUIN P ; SIMPSON R, 2002- *Science et technologie du lait : transformation du lait*. Presses internationales Polytechnique, Montréal, 1-73.
6. ATTIA H., KHEROUATOU N., NASRIM and KHORCHANIT, 2000- *Characterization of the dromedary milk casein micelle and study of its changes during acidification*. *Lait*, 80 : 503-515.
7. BADAOUI D.J, 2000- *Contribution à la connaissance du lait de chamelle : Essai de caractérisation des protéines par Electrophorèse sur Gel de Poly-Acrylamide (PAGE)*.
8. BAGULK et BEN ABDERRAHMANE F, 2008- *Effets de la nature des protéases gastriques de dromadaire sur la coagulation du lait camelin*.
9. BEN AISSA R, 1989- *Le dromadaire en Algérie*. CIHEAM-IAMZ, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens n°2 : 19-28.
10. BENGOUNI 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.
11. BENGOUNI M., FAYE B, 2002- *Adaptation du dromadaire à la déshydratation*. *Science et changements planétaires/ Sécheresse*, 13 : 121-129.

12. **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, Univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 182p.
13. **BOUGUERRA A, 2012-** *Caractérisation des bactéries lactiques du lait de chamelle*. Mém. Magister. Univ. Ferhat Abbas, Setif, 96p.
14. **BOURBOUZE A, 2000-** *Pastoralisme au Maghreb : La révolution silencieuse*, p4.
15. **BOUSSOUAR N, 2017-***Caractérisation technologique et sanitaire des entérocoques isolés à partir de lait de chamelle du sud-ouest algérien*. Thèse de doctorat, 238p.
16. **CHEFTEL J.C et CHEFTEL H, 1984-** *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments*. Ed Tech & Doc Lavoisier, Tome I, Paris, 381p.
17. **CHEHMA A, 2005-** *Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional algérien. Cas des régions de Ouargla et Ghardia*. Thèse doctorat. Univ. Badji Mokhtar, Annaba, 178p.
18. **CORRERA A, 2006-** *Dynamique de l'utilisation de ressources fourragères par les dromadaires des pasteurs nomades du parc National du Banc d'Arguin (Mauritanie)*. Thèse de doctorat en écologie et gestion de la biodiversité, Muséum National D'histoire Naturelle, Paris, 247p.
19. **EIGEL W.N., BUTTER J.E., ERNSTROM C.A., FARRELL J.R., HARWALKAR V.R., JENNESS R et MC WHITNEY L.R, 1984-** Nomenclature of proteins of cow's milk; fifty revision. *J. Dairy Sci.*, 67: 1599-1631.
20. **EL-AGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P and ASSAF R, 1992-** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective protein. *J. Dairy Res.*, 59: 169-175.
21. **EL-AGAMY E.I, 2000-** Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo. *Food Chem.*, 68: 227-232.

- 22. EL AMIN F, 1979-** The dromedary camel of Soudan. Report Camel Workshop Heald in Khartoum, N°6, December 1979.35-53.
- 23. EL-AMIN F.M and WILCOX J, 1992-** Composition of Majaheim camels. J. Dairy Sci., 75: 3155-3157.
- 24. EL-HATMI H., GIRARDET J.M., GAILLARD J.L., YAHYAOUI M.H., ATTIA H, 2007-** Characterisation of whey proteins of camel (*Camelus dromedaries*) milk and colostrums. Small Ruminant Research, 70: 267-271.
- 25. ELLOUZE F.S, 1990-** *Contribution à l'étude de l'évolution de la matière grasse et de la matière minérale du lait de dromadaire au cours de la lactation.* Génétique et biologie moléculaire. Tunisie.
- 26. ENCARTA, 2007-** Encycloédie Microsoft Encarta Collection.
- 27. FAMELART M-H., GAUVIN G., PAQUET D and BRULE G, 2009-** Acid gelation of colloidal calcium phosphate-depleted preheated milk. Dairy Science and Technology, 89: 335-348.
- 28. FAO, 2014-** *Camel milk*, retrieved form.
<http://www.Fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.
- 29. FARAH Z and FARAH-RIESEN M, 1985-** Separation and characterization of major components of camel milk casein. Milchwissenschaft, 40: 669-671.
- 30. FARAH Z and BACHMAN M.R, 1987-** Rennet coagulation properties of camel milk. Milchwissenschaft, 42: 689-692.
- 31. FARAH Z et RUEGG M.W, 1989-** The size distribution of casein micelles in camel milk. Food Microstruct., 8: 211-116.
- 32. FARAH Z., RETTENMAIER Ret ATKINS D, 1992-**Vitamin content of camel milk. Internat. J. Vitam. Nutr. Res., 62: 30-33.
- 33. FARAH Z, 1993-** Composition and characteristics of camel milk. Journal of Dairy research, 60: 603-626.

- 34. FARAH Z., ABDULKADIR O., ABDURAHMAN S.H, 2004-** Milk and meat from the camel: handbook on products and processing. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich, Zurich/ Singen.
- 35. FARID M.F.A., SHAWKET S. M., ABDEL-RAHMAN M.H. A, 1979-** Observations on the nutrition of camels and sheep under stress. In: Proceeding on workshop on camel. IFS, 125-170.
- 36. FAYE B., TISSERAND J.L, 1989-** Problèmes de la détermination de la valeur alimentaire des fourrages prélevés par le dromadaire. Séminaire sur la nutrition et l'alimentation du dromadaire. Ouargla, Algérie. Options méditerranéennes. Séries séminaires, 2 : 61-65.
- 37. FAYE B, 1997-** *Guide de l'élevage du dromadaire*. 1^{ère} Ed. (CIRAD-EMVT, Montpellier, France, 126p.
- 38. FAYE B, 1999-** *Guide de l'élevage du dromadaire*. 1^{ère} édition, Montpellier. France, 26- 77.
- 39. FAYE B, 2003-** Performances et productivité N laitière de la chamelle : les données de la littérature. Lait de chamelle en Afrique. Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique. Niamey 5-8 Novembre. Niger.
- 40. FERRANTI P., MALORNI A., NITTI G., LAEZZA P., PIZZANO R., CHIANESE L and ADDOF, 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.
- 41. GAUTHIER-PILTERS H, 1977-** Contribution à l'étude de l'écophysiologie du dromadaire en été dans son milieu naturel. (Moyen et haute Mauritanie). Bulletin de l'I.F.A.N. série A (2) : 385-457.
- 42. GNAN S.O and SHEREHA A.M, 1986-** Composition of Libyan camel's milk. Aust. J. Dairy Techn., 41: 33-35.
- 43. GORBAN A.M.S and IZZELDIN O.M, 1997-** Mineral content of camel milk and colostrums. J. Dairy Techn, 64 : 471-474.

- 44. HAMIDI M, 2015-** *Etudes des propriétés fonctionnelles et des aptitudes à la coagulation du lait de dromadaire par la couche de kaolin du gésier des poules*, Mémoire de doctorat. Univ. mohamed khider-biskra.
- 45. HAREK D et BOUHADAD R, 2008-** La diversité des élevages camelins dans la région du Hoggar (wilaya de Tamanrasset), Colloque international développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives. Alger 2008.
- 46. HASSEN A.A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A and EL-SHABRAWY S.A, 1987-** Physicochemical properties of camel milk during lactation period. Egyptian J. Food Sci., 15 : 1-14.
- 47. JARDALI Z et RAMET J.P, 1991-** *Composition et taille des micelles du lait de dromadaire. Lait.*
- 48. JEANTET R., CROGUENEC T., MAHAUT M., SCHUCK P et BRULE G, 2008-** *Les produits laitiers*. 2^{ème} édition. Tec et Doc. Lavoisier, 185p.
- 49. JENNESS R and SLOAN R.E, 1996-** The composition of milk of various species. A review Dairy Sci Abst, 32 : 599-612.
- 50. KAMOUN M ; RAMET J.P, 1989-** Conservation et transformation du lait de dromadaire. Ecole National d'Agronomie et des industries alimentaires France, Option méditerranéenne Série Séminaire N°A-6 : 229-231.
- 51. KAMOUN M, 1991-** Le lait de dromadaire, production aspects qualitatifs et aptitude a la transformation, Ecole Supérieurs d'Agronomie Tunisie, Option méditerranéenne Série Séminaire n° A-12: 90-94.
- 52. KAMOUN M, 1994-** Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. In : Actes du Colloque « Dromadaires et chameaux animaux laitiers », 24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.
- 53. KAMOUN M, 1995-** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. Option Médit., 13: 81-103.
- 54. KAPPELER S, 1998-** *Composition and structural analysis of camel milk protéins with emphasis ou protective protéins*. Thèse de doctorat, Swiss federal institute of technology, Zurich.

- 55. KAPPELER S., FARAH Z and PUHAN Z, 1998-** Sequence Analysis of Camelus dromedarius milk caseins. J. Dairy Res., 65: 206-222.
- 56. KARRAY N., LOPEZ C., P. and OLLIVON M, 2004-** Dromedary milk fat: thermal and structural properties; 1. Crystalline forms obtained by slow cooling. Lait, 84 : 399-416.
- 57. KAYOULI C., JOUANY J.P., DARDILLAT C., TISSERAND J.L, 1995-** Particularités physiologiques du dromadaire : conséquences pour son alimentation. In élevage et alimentation du dromadaire. Tisserand J-L (ed), Zaragoza. (Options Méditerranéennes. Série B. Etudes et Recherches ; n.13).
- 58. KHAN B.B., IQBAL A. et RIAZ M, 2003-** *Production and Management of camels* .Dept. Livestock Management. University of Agriculture Faisalabad. Pakistan.
- 59. KHEROUATOU N., NASRI M and ATTIA H, 2003a-** A study of the dromadary. Milk casein micelle and its changes during acidification, Brazilian J. Food Techn., 2, 304-318.
- 60. KONUSPAYEVA G ; LOISEAU G ; FAYE B, 2004-** Le plus value « santé » du lait de chamelle cru et fermenté l’expérience du kazakhstan. Rencontre de recherche Ruminants. 11 :47-50.
- 61. KONUSPAYEVA G, 2007-** *Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (Camelus bactrianus, Camelus dromedarius et hybrides) au Kazakhstan*. Thèse doctorat en Sciences des Aliments, Univ. Montpellier II, 255p.
- 62. KONUSPAYEVA G., LOISEAU G., LEVIEUX D et FAYE B, 2008-** Lactoferrinand immunoglobulin content in camel milk from bactrian, dromedary and hybrids in Kazakhstan. Journal of Camelid Sciences, 1.P :54-62.
- 63. KOUNIBA A, 2002-** Caractérisation et valorisation du lait de chamelle (tableau et figures). Institut agronomiques et vétérinaire HASSAN II, RABAT et centre international de hautes études méditerranéennes (CIHEM), 1-31.

- 64. LASNAMIK, 1986-** *Le dromadaire en Algérie, perspective d'avenir*. Thèse magister en sciences agronomique. Institut national agronomique d'El-Harrach Alger, 71-91.
- 65. LHOSTE PH, 1984-** Le diagnostic sur le système d'élevage. In les Cahiers de la recherche- Développement n° 3-4, 1984.
- 66. LIBERATORI J., MORISIO GUIDETIL., CONTIA and NAPOLITANOL, 1979-** β -Lactoglobulin in the mammary secretions of camel (*Camelus dromedaries*) and she-ass immunological detection and preliminary physic-chemical chacterization. Boll. Soc. Ital. Biol., 55 : 1369-1373.
- 67. LUQUET F.M, 1985-** *Lait et produits laitiers; Vache, Brebis, Chèvre*. Tec. Doc., 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.
- 68. MAZOUZI M, 2018-** *Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques sanguins chez le dromadaire dans la région de Biskra*. Mém. master. Univ. Mohamed Khider de Biskra, 54p.
- 69. MEDJOUR A, 2014-** *Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif)*. Thèse magister, Univ. MOHAMED KHIDER DE BISKRA, 125p.
- 70. MEHAIA M.A, 1987-** Studies on camel milk casein micelles; treatment with soluble and immobilized chymosin. *Milchwissenschaft*, 42: 706-708.
- 71. MEHAIA M.A, 1994b-** Vitamin C and riboflavin content in camels milk: effects of heat treatments. *Food Chem.*, 50: 153-155.
- 72. MEHAIA M.A, 1995-** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50 : 260-263.
- 73. 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.
- 74. MOSLAM M et MEGDICHE F, 1988-** L'élevage camelin en Tunisie. *Opt. Médit.*

- 75. MUKASA-MUGERWA E, 1985-** Le chameau (*Camelus dromedarius*) : Etude bibliographique. Centre International pour l'élevage en Afrique. Adis Abeba, Ethiopie.
- 76. NARJISSE H, 1989-** Nutrition et production laitière chez le dromadaire. Options Méditerranéennes, 2 : 163-166.
- 77. OULD AHMED M, 2009-** *Caractérisation de la population des dromadaires en Tunisie (Camelus dromedarius)*. Thèse de doctorat, Institut national agronomique de Tunisie, Tunisie.
- 78. OULD SOULE A, 2003-** Profil fourrager Mauritanie. FAO. 15p.
- 79. PARK W.Y., HAENLEIN G.F.W, 2006-** Handbook of milk of non-bovine mammals. Blackwell publishing, USA.
- 80. PRAT M. L, 1993-** *L'alimentation du dromadaire*. Thèse de doctorat vétérinaire Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- 81. QAAARO M, 1997-** Evolution des systèmes d'élevage et leurs impacts sur la gestion et la pérennité des ressources pastorales en zones arides (région du Tafilalt, Maroc) In Pastoralisme et foncier : impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en région arides et semi-arides. Montpellier : CIHEAMIA MM. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens n° 32p.9399.
- 82. RAHLI F, 2015-** *Valorisation du lait de chamelle par l'exploitation des potentialités technologiques des bactéries lactiques isolées localement*. Thèse pour l'obtention du doctorat en microbiologie appliquée, université d'Oran, 165p.
- 83. RAMET J.P, 1993-** La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude FAO Production et santé animales, Rome, 113p.
- 84. RAMET J.P, 2001-** The technology of making cheese from camel milk (*Camelus dromedarius*). FAO animal production and health paper, 113, 67p.
- 85. RCHARD D, 1984-** Le dromadaire et son élevage, Institute d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 1-36.

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

87. SAWAYA W.N ; KHALIL J.K ; AL-SHALHAT A.F., AL-MOHAMMED H, 1984- Chemical composition and nutritional quality of camel milk. Journal of food science, 49 : 744-747.

88. TEDJANI K, 2010- Bref aperçu de la diversité génétique des populations camelines d'Algérie, Ecologie. Environnement. Nature. Economie vert et développement durable en Algérie, Portail Overblog.

Source : <http://www.gredaal.com> : ressources- naturelles/ressources-biologique/91-bref-apercu-de-la-diversite-genetique-des-populations-camelines-dalgerie.

89. TITAOUINE M, 2006- *Considération zootechnique de l'élevage du dromadaire dans le Sud-est algérien : Influence du sexe et de la saison sur certains paramètres sanguins.* Thèse de Magister en sciences vétérinaires. Faculté des Sciences Vétérinaires, Université de Batna, Algérie.

90. VIGNOLA C.L, 2002- *Science et technologie du lait.* Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 600p.

91. WANGOH J., FARAH Z and PUHAN Z, 1998- Iso-electric focusing of camel milk proteins. International Dairy Journal, 8: 617-621.

92. WARDEH M.F, 2004- The nutrient requirements of the dromedary camel. Journal of Camel Science., 1: 37-45.

93. WILSON R.T, 1984- The camel. Ed Longman publisher, London, p223.

94. WON K, 2005- Optimization of lipase entrapment in Ca-alginate gel beads, Process Biochem, 40: 2149-2154.

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

96. YAGIL R, 1982- Camels and camel milk. Animal Production and health paper, collection, FAO, Rome, 26p.

97. YAGIL R, 1985- The desert camel: Comparative physiological adaptation. Comparative animal nutrition. Basel (CHE), Karger. 164 p.

98. ZEUNERF E, 1963- *A History of Domesticated Animals*. Ed Hutchinson: London & Co, 560p.

Résumés

Résumé

Le lait de dromadaire constitue une ressource alimentaire inestimable pour les populations des régions arides et semi arides, car c'est un produit riche en éléments nutritifs, notamment en protéines protectives et en vitamine C. Par ailleurs, présente des propriétés thérapeutiques. Malgré cet atout, ce lait présente des aptitudes limitées à la transformation en produits dérivés, particulièrement en fromage, en raison de ces caractéristiques physico-chimiques particulières.

Mots clés : Le lait de dromadaire, fromage, physico-chimique.

Abstract

Camel milk constitutes an invaluable food resource for the populations of arid and semi arid regions, because it is a product rich in nutrients, in particular in protective proteins and in vitamin C. In addition, it has therapeutic properties. Despite this advantage, this milk has limited aptitudes for transformation into derived products, particularly cheese, owing to these particular physicochemical characteristics.

Key words: Camel milk, cheese, physico-chemical.

ملخص

يشكل حليب الإبل موردا غذائيا لا يقدر بثمن لسكان المناطق القاحلة و شبه القاحلة، لأنه منتج غني بالعناصر الغذائية ، لا سيما البروتينات الوقائية و فيتامين C. بالإضافة إلى ذلك، له خصائص علاجية. على الرغم من هذه الميزة، فان هذا الحليب لديه قدرات محدودة للتحويل إلى منتجات مشتقة،و خاصة الجبن بسبب خصائصه الفيزيائية و الكيميائية الخاصة.

الكلمات الدالة : حليب الإبل، الجبن، فيزيائي- كيميائي .