



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique du
lait de la chamelle.**

Présenté par

BAILICHE KHADIDJA

&

SADI DOUNYAZAD

Devant le jury :

Président(e) :	GHOURI IMAN	M.A.A	ISV-Blida
Examineur :	SAIDANI KHELAF	M.A.A	ISV-Blida
Promoteur :	KADDOUR.A	M.A.A	ISV-Blida

Année : 2015-2016

Dédicaces

Je dédier ce travail à la plus chère au monde, ma mère FATIHA qui m'a toujours offert ses aides morales durant mes études.

A mon très cher père **KHAROUBI** qui ma toujours soutenu et qui a été toujours présent pour moi.

Je vous remercie pour toute vos aide, soutien et encouragement que Dieu vous gardes et vous protèges pour une longue vie.

A ma source de joie et de bonheur que dieu vous protège.

A ma grande chère sœur ASMA et mon petit cœur NOUR EL HOUDA

A mes frères : AMIN, BACHIR et MASOUD

Que Dieu vous protège.

A ma petite princesse ma chère nièce RITADJE

Pour mon petit neveu RIADE.

A mon intime et binôme : DOUNIAZED

Rien au monde, n'a pu ébranler notre amitié.

A toutes mes copines : IKRAM, AMEL, HANIA, MAROUA, ILHEM et MERIEME

ASMA ,AMOUNA.

KHADIDJA

Dédicaces

A celle qui je ne pourrais jamais assez remercier pour tous les sacrifices qu'elle a fait pour que je me retrouve à cette place, à ma chère **MAMAN**.

A la mémoire de mon très cher **PAPA** je t'oublierai jamais

A mon petit frère l'homme de ma vie **HOUSSIN** et ma grande sœur **KAHINA** que dieu vous protège.

A mon cher oncle et sa femme et ses quatre filles **WISSEM, ASMA, SOUMIA** et la petite **AMINA**.

A toute ma famille et surtout mes grands parents.

A ma chère sœur et ma copine **KHADIDJA**.

A toutes mes Amis : **IKRAM, AMEL, HANIA, MAROUA, ILHEM, HOUDA** et **WISSEM**.

➤ **DOUNYAZAD**



REMERCIEMENT

*Avant tout, nous remercions **le Dieu** tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens à fins de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre promoteur monsieur **KADDOUR** maître assistant à l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Blida -1-, qu'il nous a témoigné et son orientation, pour sa patience et sa disponibilité pour nous avoir guidés dans la réalisation de ce travail.*

*On 'exprime nos remerciements à Madame **GHOURI IMANE**, qui a bien voulu présider la jury jugeant ce travail, au Monsieur **SAIDANI KHELLAF** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Au directeur de laboratoire de control de qualité et répression de fraude et aussi le directeur de laboratoire de control de qualité de l'INSPP (à Ghardaïa) de nous avoir ouvert la porte du laboratoire ,et qui nous ont permis de réaliser la partie expérimentale.

ملخص

حليب الابل بالرغم من غناه و انتاجه المعثرين إلا انه لا يزال قليل الاستهلاك و قليل التحويل نسبيا لان دراسته غير كافية كما انه يعتبر غير مئمن نسبيا. و ما يميز هذا الحليب هو تفرده عن غيره بنسبة عالية من الفيتامين (س) و ايضا غناه بالجزيات المضادة للجراثيم (الليزوزيمات .اللاكتوبيروكسيداز و اللاكتوفيرين...).

ان دراستنا مبنية على مراقبة الجودة الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية لحليب الابل.

اخذنا تسع عينات من حليب الابل من مزرعة موجودة في ولاية غرداية.

اظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية للحليب الخام درجة الحموضة و كثافة المواد تتوافق مع المعايير الطبيعية بينما البروتين الكلي مرتفع.

اما الاختبارات الميكروبيولوجية للحليب الخام اظهرت ان الحليب ملوث.

الكلمات المفتاحية حليب. ناقة. غرداية

Résumé

Le lait de chamelle malgré sa richesse et sa production non négligeable demeure un produit relativement peu consommé et peu transformé, car insuffisamment étudié et mis en valeur.

Ce lait se singularise par une teneur élevée en vitamine C et en molécules antibactériennes (lysozymes, lactoferrine et lactoperoxydase...)

Notre étude a porté sur le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de chamelle.

Le travail consiste à analyser neuf échantillons de lait cru de chamelle, provenant d'un cheptel de dromadaire implanté dans la région de Ghardaïa.

Les analyses physico-chimiques des échantillons du lait cru ont montré que le pH, la densité, l'acidité et la teneur en matière sont globalement dans les normes, par contre la teneur en lactose elle est élevée.

Les analyses microbiologiques des échantillons du lait cru ont révélé que ce lait a une contamination hygiénique.

Mots clé : lait. Chamelle. Ghardaïa.

Sommaire

Introduction

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralité sur les dromadaires et la production laitière

I -Répartition géographique :.....	1
1) la distribution.....	1
1-1-Mondialement.....	1
1-2-En Algérie.....	1
2) les races Algériennes.....	1
3) la production laitière	2
3-1 Mondial	2
3-2 En Algérie.....	3
3-3 Les facteurs influençant la production laitière.....	3

Chapitre 2 : Caractéristiques du lait de chamelle

I-Caractéristique physique et organoleptique.....	5
1) caractère organoleptique.....	5
2) PH et acidité.....	5
3) Densité.....	5
4) Viscosité.....	5
II- Caractéristique chimique et biochimique	6
1) Eau.....	6
2) Minéraux et oligoéléments.....	6
3) Vitamines.....	7
4) lactose.....	7
5) Matières grasse.....	8
6) Fraction Azotée.....	10
7) Les Protéines camelin.....	11

III- Caractéristique microbiologique	15
1) Microflore du lait.....	16
1-1- Bactéries saprophytes	16
1-2- Bactéries pathogènes.....	18
VI-Utilisation médicinale et thérapeutique du lait de chamelle.....	20
1) Propriétés Anti. Infectieuses.....	20
2) Activités inhibitrice du lait et du colostrum.....	20
3) Cancer et maladies auto immunes.....	21
4) diabète.....	21
5) Allergie.....	22
 Chapitre 3 : Utilisation du lait de chamelle	
I- Fabrication du fromage camelin.....	23
II- Fabrication de la crème fraîche et du beur.....	23
 Partie expérimentale	
I- Introduction.....	25
II-Matériel et méthodes.....	25
1-Matériel.....	25
1-1-Matériel non biologique.....	25
1-2-Matériel de laboratoire.....	25
2-Méthodes.....	26
2-1-Prélèvement (collecte de lait).....	26
2-2-Analyses physico-chimiques.....	27
2-2-1-Détermination du pH et de l'acidité.....	27
2-2-2-Densité.....	28
2-2-3-Détermination de la matière grasse.....	29

2.2.4. Détermination de point de congélation.....	31
2.2.5. Détermination de taux de matière protéique.....	31
2.2.6. Détermination de la teneur en lactose.....	31
2.3. Analyse microbiologique.....	31
2.3.1-préparation des dilutions décimales.....	31
2.3.2- Protocol.....	32
2.3.2.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobie ou germes aérobie.....	32
2.3.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	34
2.3.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques.....	34
2.3.2.4. Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus.....	35
2.3.2.5. Recherche et dénombrement des clostridium.....	36
Résultats	38
Discussion	40
Conclusion	43

Liste des tableaux

	Titre du tableau	Page
Tableau 1 :	Production mondiale du lait camelin.....	3
Tableau 2 :	Constantes physique du lait de dromadaire	5
Tableau 3 :	Composition chimique globale(%)du lait de chamelle.....	6
Tableau 4 :	Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle.....	7
Tableau 5 :	Composition en vitamine (mg/kg) du lait de la chamelle.....	8
Tableau 6 :	Répartition des différents formes d'azote dans le lait de chamelle.....	10
Tableau 7 :	Résultats des analyses physico-chimiques.....	38
Tableau 8 :	Résultats de dénombrement des germes aérobie du lait des 9 chameles...	38
Tableau 9 :	Résultats de dénombrement des staphylococcus du lait des 9 chameles...	39

I-Répartition géographique des dromadaires :

1-La distribution des dromadaires :

1.1. Mondialement : 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. 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 (**OULD AHMED, 2009**).

1.2. En Algérie : Le dromadaire est présent dans 17 Wilayas (8 Sahariennes et 9 Steppiques). 75 % du cheptel est dans les Wilayas Sahariennes (dont le plus grand effectif est dans les Wilayas de Tamanrasset et El-Oued) et 25% du cheptel est dans les Wilayas Steppiques (**BEN AISSA, 1989**). Mais d'après les données statistiques du MADR en 2006, 92.15% du cheptel est dans huit wilayas sahariennes, et le reste est dans neuf wilayas steppiques.

Pour bien préciser la répartition géographique du cheptel camelin dans notre pays, on distingue trois grandes aires de distribution :

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, ElBayadh, Tiaret et le nord d'Adrar ;

L'extrême sud, c'est la troisième aire de distribution : Tamanrasset, Illizi, le sud d'Adrar (**BEN AISSA, 1989**).

2- Les races algériennes:

Les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent dans les trois pays d'Afrique du Nord ; ce sont des races de selle, de bât et de trait .Il s'agit des races suivantes :

2.1. Le Chaambi : Très bon pour le transport, moyen pour la selle. Sa répartition va du grand ERG Occidental au grand ERG Oriental. On le retrouve aussi dans le Metlili des Chaambas.

2.2. L'Ouled Sidi Cheikh : C'est un animal de selle. On le trouve dans les hauts plateaux du grand ERG Occidental.

2.3. Le Saharaoui : Est issu du croisement Chaambi et Ouled Sidi Cheikh. C'est un excellent méhari. Son territoire va du grand ERG Occidental au Centre du Sahara.

2.4. L'Ait Khebbach : Est un animal de bât. On le trouve dans l'aire Sud-Ouest.

2.5. Le Chameau de la Steppe : Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites Sud de la steppe.

2.6. Le Targui ou race des Touaregs du Nord : Excellent méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur. Réparti dans le Hoggar et le Sahara Central.

2.7 L'Ajjer : Bon marcheur et porteur. Se trouve dans le Tassili d'Ajjer.

2.8. Le Reguibi : Très bon méhari. Il est réparti dans le Sahara Occidental, le Sud Orannais (Béchar, Tindouf). Son berceau : Oum El Assel (Reguibet).

2.9. Le Chameau de l'Aftouh : Utilisé comme animal de trait et de bât. On le trouve aussi dans la région des Reguibet (Tindouf, Bechar) **(BEN AISSA, 1989)**.

3-La production laitière des dromadaires :

3.1.Mondial : la production mondiale de lait de chameaux estimée officiellement a 1,3 millions de tonnes (en 2002) cependant si on tient compte de l'autoconsommation et du réel potentiel moyen des animaux en production, il est probable que cette production soit plus élevée (soit 5,4 millions de tonnes) les productions individuelles varient entre 1000 et 2700 litre par lactation en Afrique, mais peuvent atteindre 7000 à 1200 litre selon certaines sources en Asie **(Faye 2004)**.

Les pays les plus productifs sont la Somalie, l'Arabie saoudite suivi de Soudan avec des productions laitières également à 850.000 tonnes, 89.000 tonnes et 82.250 tonnes respectivement.

3.2. En Algérie : Durant la période allant de 2000 à 2005 la production du lait camelin dans notre pays occupe 0,5% de la production laitière totale (estimée à 8 000 tonnes).

Tableau 1 : Production mondiale du lait camelin (en tonnes de lait) (FAYE, 2004)

Pays	Production laitière (tonnes de lait)
Algérie	8 000
Emirats arabes unis	33 400
Mali	54 900
Soudan	82 250
Arabie saoudite	89 000
Somalie	850 000

3.3. Les facteurs influençant la production laitière : La variabilité des rendements laitiers observés est liée à divers facteurs dont:

3.3.1. Type d'alimentation : Comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant (RAMET, 1993 ; MEHAIA et al, 1995 ; WANGOH et al, 1998a).

Selon plusieurs auteurs (KNOESS et al, 1986 ; RICHARD et GERARD, 1989) l'amélioration des conditions alimentaires (régimes riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou) prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produite jusqu'à atteindre parfois le double. Par ailleurs, la disponibilité ou non de l'eau n'influence presque pas cette production qui n'est que faiblement diminuée en période de sécheresse. Une privation d'eau de 7 jours reste sans effet sur le niveau de production du lait (YAGIL et ETZION, 1980a ; YAGIL, 1982 ; FARAH, 1993 ; YAGIL et al, 1994).

3.3.2. Rang et stade de lactation : Une fluctuation de la production laitière est observée entre le début et la fin de la lactation. La plus grande partie du lait est produite durant les sept premiers mois (**ELLOUZE et KAMOUN, 1989 ; RICHARD et GERARD, 1989**).

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

3.3.4. La race : Concernant l'effet de race, il est rapporté une production annuelle moyenne 2,6 fois plus élevée chez les races asiatiques que chez celles provenant du continent africain (**RAMET, 1993**). Parmi les races africaines, nous pouvons citer à titre d'exemple la race Hoor (somalienne) produisant en moyenne 8 litres par jour pendant huit à 16 mois, soit une production de l'ordre de 2 000 litres par lactation. Un maximum de production laitière journalière de 18,3 et 14 kg par tête a été observé respectivement chez les races Malha et Wadha (**ISMAIL et AI-MUTAIRI, 1998**). **BEN-AISSA (1989)** note que les populations camelines algériennes, (population Sahraoui, en l'occurrence) peuvent être considérées comme bonnes laitières (6 à 9l/j).

I-Caractères physiques et organoleptiques :

1. caractères organoleptique : Le lait de chamelle est de couleur blanche a cause de sa composition en matière grasse, il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé **(ABDEL-RAHIM, 1987)** et /ou amère **(RAMET, 2003)**. Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau potable **(YAGIL et ETZION, 1980a ; WANGOH et al, 1998 b)**.

L'ingestion de fourrage comme la luzerne donne un gout sucré, et certaines plantes halophytes le rendent salé.

2. Le PH et l'acidité : Le PH de lait camelin se situe autour de 6,6 et l'acidité est de l'ordre de 15° Dornic.**(HASSAN et al, 1987)**

3. La densité : Sa densité oscille entre 0,99 et 1,034**(HASSAN et al, 1987)**.

4. La viscosité : Sa viscosité est de moyenne de 2,2 centpoises avec un point de congélation variant de -0,53 à -0,61°C **(HASSAN et al, 1987)**.

Tableau (2) : constantes physiques du lait de dromadaire. **(KAMOUN, 1995)**.

Constante physique	Lait de chamelle
PH	6,51
densité	1,028
Acidité titrable	15,6

Les valeurs des constantes physico-chimiques sont liées aux variation des différents composants de ce lait **(MEHAIA et al, 1995 ; WANGOH et al, 1998b)**, elles-mêmes dépendantes des facteurs qui entoure l'animal: (alimentation, rang et stade de lactation...etc).

II- caractères chimique et biochimique :

Tableau (3) : Composition chimique globale (%) du lait de chamelle (selon différent auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007).

Origine du lait	Constituants					Références
	Eau	MST	Lactose	MG	Protéines	
Lait de Chamelle	90,2	9,8	4,2	3,2	2,7	DESAL et al, 1982
	88,1	11,9	4,4	3,6	2,9	SAWAYA et al, 1984
	87,0	13,0	5,6	3,3	3,3	GNAN et SHEREHA, 1986
	87,8	12,2	5,2	3,2	3,1	FARAH et RÜEGG,1989
	88,3	10,9	4,1	3,1	2,8	ELAMIN et WILCOX, 1992
	91,3	8,7	4,5	1,1	3,2	MEHAIA, 1992
	86,9	13,1	4,9	4,6	3,0	LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, 1994
	90,0	10,0	2,5	3,3	3,3	GORBAN et IZZELDIN, 1997

1- Eau :

L'eau est un facteur important qui affecte la composition du lait de chamelle. Sa teneur varie selon son apport dans l'alimentation. La teneur moyenne en eau donnée par **ELAMI et WILCOX, 1992** est de 88,33%. Cela représente en période de sécheresse un avantage pour l'hydratation du chamelon (**YAGIL ,1982 ; FARAH ,1993**). Ces variations d'humidité affectent de façon directe les autres composants. Il a été montré que la restriction en eau alimentaire des chameaux se traduit par une dilution du lait : un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86% alors que dans un régime déficient, celui-ci s'élève à 91%(**YAGIL et ETZION, 1980a ; FAYE et MULATO, 1991**).

En fait, cette dilution répond à un mécanisme de régulation hormonale, faisant intervenir l'aldostérone ainsi que la vasopressine (**YAGIL et al, 1994**).

2-Minéraux et oligo-éléments:

Le lait de dromadaire constitue une bonne source d'apport en minéraux (macro et oligoéléments) pour le chamelon et le consommateur humain(**BENGOUMI et al, 1994**).La variation de la composition minérale du lait camelin est influencée par la saison, l'état sanitaire de la mamelle et le stade de lactation (**FARAH ,1996**).

Au niveau quantitatif, si la composition en macroéléments (Na, K, Ca, Mg...) est relativement similaire à celle du lait bovin, le lait camelin se caractérise néanmoins par des taux plus élevés en oligo-éléments (**YAGIL et ETZION, 1980**).

**Tableau (4) : Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle
(Selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007)**

Ca	Mg	P	Na	K	Fe	Zn	Cu	Mn	Références
1060	120	630	690	1560	2,6	4,4	1,6	0,2	YAGIL et ETZION, (1980a)
1078	122	641	702	1586	2,64	4,47	1,63	0,20	SAWAYA et al, 1984
1310	140	510	270	450	0,4	0,1	0,02	--	GNAN et SHEREHA, 1986
1160	80	710	360	620	--	--	--	--	HASSAN et al, 1987
1462	108	784	902	2110	3,4	2,9	0,1	2,0	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

N.B : (--) : non déterminé.

3-Vitamines :

Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C (Tableau5). 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) (autour de 36 mg/l selon **FARAH et al, 1992**) sont en moyenne 3 fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l selon **MATHIEU (1998)**.

Cette caractéristique est particulièrement intéressante, car elle permet au lait de cette espèce, par son apport important en cette vitamine, de répondre aux besoins nutritionnels, aussi bien du jeune chamelon que des populations locales, qui vivent dans un environnement où l'apport en ce type de vitamine est particulièrement limité.

4- Lactose :

Le lactose est la principale fraction glucidique du lait et est une source d'énergie pour les nouveaux nés. La teneur en lactose dans le lait de chamelle varie de 2,40 à 5,85 % (tableau 3) et est légèrement plus élevée que la teneur en lactose du lait de vache (**FARAH, 1996**

FARAH, 2004 ; FARAH, 2011). La grande variation de la teneur en lactose pourrait être due au type des plantes consommées dans les déserts (**KHASKHELI *et al*, 2005**). Les dromadaires préfèrent généralement les plantes halophiles comme Atriplex, Acacia et Salosa pour répondre à leurs besoins physiologiques en sels (**AL HAJ et AL KANHAL, 2010**). Il a été rapporté que la teneur en lactose est le seul élément qui reste presque quasiment inchangée au cours de lactation (**FARAH, 2004 ; HADDADIN *et al*, 2008**) et dans des conditions d'hydratation ou de déshydratation (**FARAH, 1996**). Toutefois, elle peut varier légèrement en fonction des races de dromadaire dans les différentes parties du monde (**AL HAJ et AL KANHAL, 2010**).

Tableau(5) : Composition en vitamines (µg/kg) du lait de chamelle, (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007)

Nature des Vitamines	Lait de chamelle			
	SAWAYA <i>et al</i> (1984)	FARAH <i>et al</i> (1992)	MEHAIA(1994 b)	KAPPELER(1998)
A(Rétinol)	150	100	--	150
B1(Thiamine)	330	-	--	600
B2 (Riboflavine)	416	570	--	800
B3(Niacine)	4610	-	--	4600
B5 (Acide pantothénique)	8805523	-	--	880
B6 (Pyridoxine)	523	-	--	520
B12 (Cobalamine)	1,5	-	--	2
B9(Acide folique)	4,1	-	--	4
E(Tocophérol)	-	560	--	530
C(Acideascorbique)*	24	37	25	24-36

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

5. La matière grasse :

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

Les quelques études consacrées à cette matière ont mis en évidence son apport quantitatif et qualitatif (**GLASS et al, 1967 ; HAGRASS et al, 1987**).

Néanmoins, pour ce dernier volet, la composition et les propriétés physicochimiques et structurales de cette matière lipidique n'ont fait l'objet que de quelques investigations limitées.

5.1. Nature des lipides : Les travaux de **MORRISON (1968)** et plus tard de **GORBAN et IZZELDIN (1999 et 2001)** ont montré qu'il y a une prédominance des lipides simples sur les lipides complexes. Les triglycérides représentent 96% des lipides totaux et parmi les stérides, les esters de cholestérol se trouvent à une concentration de 9,98 mg/100 g.

Parmi les lipides complexes, les phospholipides dans le lait camelin se composent d'acides gras renfermant en majorité plus de deux insaturations et correspondant à de longues chaînes d'atomes de carbone. Notons que les acides gras saturés représentent environ 52% des esters de cholestérol. L'acide palmitique y est prépondérant (18,4%) (**GORBAN et IZZELDIN, 1999**).

Cette composition lipidique se traduit par un comportement assez singulier du beurre camelin face aux variations de la température, dans la mesure où sa fusion commence à -26 °C et elle est totale aux environs de +43 °C (-25 °C et +37 °C, respectivement pour le beurre bovin).

5.2. Les acides gras : Dans le lait camelin, les acides gras saturés (qui prédominent sur les insaturés) sont représentés principalement par les acides palmitique et stéarique alors que les acides gras à courtes chaînes sont relativement peu présents. Cette distribution particulière expliquerait pour une grande part la richesse de ce lait en lipides à haut point de fusion, donc en corps gras solides à température ambiante (25 °C), comme cela est rapporté par **RÜEGG et FARAH (1991)** signalons que la matière grasse cameline est plus riche que celle du bovin en acides linoléique et palmitoléique.

5.3. Le globule gras : La matière grasse du lait de chamelle est de couleur blanche du fait de sa faible teneur en β -carotène ou provitamine A (**WILSON, 1988**) et est dispersée dans le lait sous forme de globules de diamètres variables, qui, selon **FARAH et RÜEGG (1991)**, coalescent en surface dans un lait laissé au repos, plus lentement en donnant une séparation

beaucoup moins complète et un taux d'écémage gravimétrique faible, comparativement au lait bovin.

Ces auteurs incombent à ce comportement le fait que le lait de chamelle soit déficient en protéine dénommée "agglutinine" qui aurait la propriété de s'adsorber aux globules gras à basse température (< 8°C) et faciliterait leur rapprochement.

En revanche d'autres travaux (**GOUDA et al, 1984 ; KNOESS et al, 1986 ; WAHBA et al, 1988 ; FARAH et RÜEGG, 1991 et MEHAIA 1995**) ont essayé d'établir une matière grasse.

Ainsi, dans une étude portant sur l'évaluation du diamètre du globule gras et sa distribution statistique dans le lait, **MEHAIA (1995)**, 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 par **FARAH et RÜEGG (1991)**.

MEHAIA (1995) montre à cet effet que 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.

6. La fraction azotée :

La fraction azotée du lait de chamelle, comme celle du lait de vache, est répartie en deux sous fractions : l'azote non protéique et l'azote protéique (Tableau 6).

Tableau (6) : Répartition des différentes formes d'azote dans le lait de chamelle.

lait	(N). caséinique	(N). sérique	(N). non protéique	Références
chamelle	74%	21%	5%	-URBISINOV <i>et al</i> (1981)
	76%	17%	7%	-FARAH et RÜEG (1989)
	72%	22%	6%	-ABU-LEHIA (1987)
	71%	23%	6%	-BAYOUMI (1990)
	--	--	10,1%	-MEHAIA et ALKANHAL (1992)

(-): non déterminé. N:azote

6.1 L'azote non protéique : Sa teneur, qui représente 5 à 10%, est environ deux fois plus élevée que celle généralement retrouvée dans le lait de vache. Cette fraction est

caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en acides aminés libres, en nucléotides et certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, urée et créatine...etc.

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

6.2 L'azote protéique : Cette fraction représente 90 à 95 % de l'azote total du lait de chamelle (contre 94 – 95 % pour le lait de référence). Elle contient aussi bien les protéines micellaires (ou caséines, environ 75%) que et les protéines sériques (25%). Comme précisé, cette fraction constitue une partie importante de notre étude, nous ferons dans ce qui suit un point des connaissances relatives à ces macromolécules d'intérêt dans le cas du lait camelin.

7. Les protéines camelin :

De part 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.

La teneur moyenne en protéines dans le lait de chamelle est comparable à celle du lait bovin (autour de 33g/l). La composition en acides aminés de ces protéines est aussi très similaire à celle rapportée dans le lait de référence (**SAWAYA et al, 1984 ; MEHAIA et ALKANHAL, 1989**).

Selon leur solubilité en milieu acide, ces protéines se répartissent comme pour les laits d'autres espèces, en deux fractions : les caséines et les protéines du lactosérum (albumines et globulines). Les premières précipitent à leur pH isoélectrique se situant à 4,3 (**WANGOH et al, 1998**) alors que les autres restent solubles dans cette zone de pH considérée.

7.1. Les caséines : Les caséines camelines sont également des phosphoprotéines représentant la fraction protéique la plus abondante du lait camelin à savoir 73 à 81% des

protéines totales contre une teneur moyenne de 83% dans le lait bovin, Cette fraction a été caractérisée, notamment par les travaux de **SOOD et SIDHU (1979)** qui se sont intéressés à la composition en calcium et phosphore des caséines, à leur niveau d'hydratation, à leur voluminosité et leur viscosité ainsi que leur sensibilité à la chaleur. **PANT et CHANDRA (1980)** ont mis en évidence l'existence dans le lait camelin de protéines homologues aux caséines α et β bovines.

L'aspect micellaire, le diamètre des micelles et sa distribution ont fait l'objet par la suite de plusieurs travaux. 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 cameline est compatible avec le modèle moléculaire proposé par **SCHMIDT (1980)**. Ces auteurs, en étudiant la variation de l'état de la micelle de caséines au cours de l'acidification du lait, concluent que la déminéralisation maximale de la micelle survient à un pH plus bas (4,3) que celui des caséines bovines (4,6). Ce qui était d'ailleurs prédictible à partir des résultats de **WANGOH et al (1998 a)**.

7.2. Les protéines du lactosérum :

7.2.1. Les lactoséroprotéines camelines : représentent 18,5 à 27 % des protéines totales (**SOOD et SIDHU, 1979 ; MEHAIA et al, 1995**). A l'exception de la β -Lactoglobuline, des homologues à l' α -Lactalbumine, l'Albumine sérique bovine, les Immunoglobulines, les Protéose-peptones, la Lactoferrine, la Lactopéroxydase et le Lysozyme du lait bovin, ont été isolées, identifiées et caractérisées (**EL-AGAMY, 2000a**).

Quatre autres protéines, n'ayant aucun homologue dans le lait bovin, ont été isolées et caractérisées (**BEG et al, 1984 ; 1986 a et b, 1987**).

7.2.2. β -Lactoglobuline : protéine majoritaire dans le sérum du lait de la plupart des espèces laitières, elle semble absente (ou peu présente) dans le lait humain et camelin.

LIBERATORI et al (1979) qui avaient mis en évidence sa présence dans le lait camelin, les autres auteurs concluent plutôt son absence.

7.2.3. L'α-Lactalbumine : existerait sous forme de deux variantes génétiques (**CONTI et al, 1985 ; OCHIRKHUYAG et al, 1998**). Selon **KAPPELER (1998)**, sa concentration est de 7,2 g/l. Sa séquence complète en acides aminés a été déterminée (**BEG et al, 1985**) et différerait de son homologue bovin par 39 résidus d'acides aminés, soit une homologie de 68,3%. La molécule est composée de 123 résidus d'acides aminés pour un PM de 14 000 Da (14 200 Da pour l'α-Labovine).

7.2.4. Les Immunoglobulines: ont été isolées et caractérisées : IgG, IgM, IgA avec une prédominance de la **classe G** composée par plusieurs sous classes (**EL-AGAMY et al, 1996 ; EL-AGAMY, 2000a**). Les Immunoglobulines ont un faible effet contre les bactéries mais une activité antivirale élevée notamment contre les rota-virus (**EL-AGAMY et al, 1992**).

7.2.5. La fraction Protéase-peptones : Dans le lait de chamelle, un homologue au composant-3 des Protéose-peptones (PP3) du lait bovin connu également sous le nom de lactophorine, qui est une phosphoglycoprotéine de 135 acides aminés, présente à l'état native dans le sérum, a été aussi isolé, caractérisé et sa séquence en acides aminés déterminée. Ce composant présente deux variantes génétiques A et B qui ont respectivement 137 et 122 résidus d'acides aminés et des PM estimés respectivement à 15 442 et 13 661 Da. Les deux variantes possèdent 5 résidus phosphorylés, mais le premier se distingue par sa nature plus acide. La structure primaire du variant A présente un pourcentage d'homologie appréciable (60%) par rapport à la protéine séquencée dans le lait bovin. De même, ce composant se trouverait au niveau du lait camelin à une teneur nettement plus élevée que celle rencontrée pour le PP3 bovin (1.1 contre 0.3 g/l, respectivement) (**KAPPELER et al, 1999 a ; GIRARDET et al, 2000**).

Le PP3 ou la fraction hydrophobe qui le contient, dont notamment son aptitude à inhiber la lipolyse spontanée du lait (**CARTIER et al, 1990**) et à stimuler l'activité mitogénique des cellules d'hybridomes (**MATI et al, 1993**) et la croissance de souches de bifidobactéries (**ETIENNE et al, 1994**).

7.2.6. Lactoferrine : homologue à la Lactoferrine bovine, a été isolé et identifié dans le lait de Chamelle, avec un pHi égal à 8,14 se trouve à une teneur moyenne de 220 mg/l (double teneur chez la vache) et a un PM estimé à 78 000 Da en électrophorèse et à 80 000

Da par spectroscopie de masse (**DUHAIMAN, 1988 ; EL-AGAMY et al, 1992 et 1996 ; KAPPELER et al, 1999 b**).

Cette protéine possède une action inhibitrice de la croissance de *Salmonella Thyphimurium* ainsi qu'une stabilité à des pH bas et vis-à-vis des traitements thermiques (**KAPPELER et al, 1998 ; EL-AGAMY, 1992 ,2000a**).

7.2.7. La Lactopéroxydase cameline :

Isolée par **EL-AGAMY et al (1996)**, présente 95% d'homologie structurale avec son homologue bovin et un pHi de 8,63. Son PM se situe entre 69 500 et 78000 Da (contre 72 500 Da chez le bovin) pour un total de 612 résidus d'acides aminés, dont 15 résidus cystéine. Cette protéine possède un effet bactéricide très prononcé contre les bactéries GRAM- et un effet bactériostatique contre les bactéries GRAM+.

De même, elle semble avoir une activité inhibitrice contre les virus et les moisissures (**EL-AGAMY et al, 1992,1996 ; KAPPELER, 1998**).

7.2.8. Lysozyme : présent à une teneur de 150 µg/l (Environ le double de celle existant dans le lait bovin) (**EL-AGAMY et al, 1996**).Cependant, **DUHAIMAN (1988)**, mentionne que le Lysozyme est présent dans le lait camelin à une teneur nettement plus élevée (en moyenne 3 mg/l). Cette protéine de 14 400 Da, présente une action lytique effective contre *Salmonella thyphimurium* mais non effective contre *Staphylococcus aureus* (**EL-AGAMY et al, 1992 ; 1996**).

Les teneurs élevées en facteurs antibactériens (Lactoferrine, Lactopéroxydase et Lysozyme) sont des facteurs qui confèrent au lait de chamelle une capacité particulière à se conserver plus longtemps (quelques jours), en plus à des températures ambiantes relativement plus élevées (comme celles ayant cours dans les régions désertiques, généralement supérieures à 25 °C).

L'ensemble de ces protéines sériques sont en outre peu sensibles à l'action de la chaleur quand le traitement appliqué ne dépasse pas 85°C (**FARAH, 1986 ; EL-AGAMY, 2000a**).

Il existe en plus dans le lait camelin d'autres fractions, qui n'ont pas leur équivalent dans le lait de référence. Il s'agit :

- une protéine de 14000 Da, riche en résidus cystéine et dont l'extrémité N-terminal présente une similitude de structure avec celle des caséines α et β camelines (**BEG et al, 1984**).

CHAPITRE 2

- une protéine de 117 résidus d'acides aminés, riche en cystéine et qui est homologue à une lactophosphoprotéine de rat ou à la neurophysine de souris (**BEG et al, 1986 a**).

-une protéine à caractère acide (**KAPPELER, 1998**) dénommée d'ailleurs "WheyAcidicProtein (WAP)". Cette dernière, de 12 564 Da, est constituée de 117 acides aminés avec 17 groupements thiols. Elle a un pHi de 4,7 et se trouverait dans le lait à une teneur de 157 mg/ml.

- une protéine dénommée "Novel Whey Protein (NWP)". Celle-ci possède 112 résidus d'acides aminés et a un PM évalué à 15000 Da (**BEG et al, 1987**). Selon **GIRARDET et al(2000)**, la structure primaire de cette protéine ne diffère de celle du PP3 camelin que par une insertion entre les résidus Met1 et Glu12, suggérant que ces deux protéines sont l'expression d'un seul et même gène.

- une protéine de reconnaissance du peptidoglycane (PGRP) homologue à celle du lait humain. Elle est constituée de 172 résidus d'acides aminés et présente un PM de 19 110 Da (**KAPPELER, 1998**). Cette protéine, dont la teneur est estimée à 370 mg/l, est riche en arginine mais pauvre en lysine. Son point isoélectrique est très basique (8,73). Elle présente également un grand pouvoir d'inhibition de la croissance des bactéries GRAM+ ainsi que d'autres germes pathogènes.

- enfin, une protéine d'environ 20 000 Da ayant un pHi basique et dénommée : "**Camel Whey Basic Protein (CWBP)**".

Sa séquence N-terminal déterminée, par **OCHIRKHUYAG et al(1998)** ne semble pas présenter selon ces auteurs d'homologie avec une quelconque protéine laitière et non laitière.

Même si l'originalité de quelques-unes de ces protéines est admise pour le cas du lait camelin, il reste que leur identification précise et leur classification nécessitent de recourir à des investigations supplémentaires.

III -Caractéristiques microbiologique du lait camelin :

Le lait est un produit naturellement périssable du fait de sa teneur élevée en eau, son pH voisin de la neutralité, et de sa composition en éléments nutritifs. Le lait referme inévitablement une microflore dont la nature et l'importance sont conditionnées par l'état sanitaire de l'animal, les conditions de traite, la température, la durée de conservation... etc.

Sous des conditions rigoureuses de collecte, sa charge ne dépasse cependant pas 5.103 germes /ml (**LARPENT et al, 1997**).

1. Microflore du lait camelin : Le lait de chamelle peut êtreensemencé par de nombreuses espèces microbiennes et en raison de la grande diversité des bactéries présentes dans le lait on les divise en deux catégories: les bactéries saprophytes et les bactéries pathogènes.

1.1 Bactéries saprophytes :

Elles peuvent avoir un intérêt hygiénique, technologique ou être indifférentes.

1.1 .1.Flore lactique : sont des bactéries Gram +, micro -aérophiles ou anaérobies facultatifs, ne réduisant pas les nitrates, peu ou pas protéolytiques dans le lait. Elles fermentent les sucres dans des conditions diverses. Parmi les genres appartenant à cette flore :

a - Genre Streptococcus (Lactococcus) : joue un rôle conservateur dans le lait En effet, les espèces telles que *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris* produisent respectivement de la « nisine » et la « diplococcine », bactériocines, inhibant les bactéries non lactiques au profit des bactéries lactiques d'où leur intérêt technologique (**GREAUME, 1975**). Les espèces *lactococcus lactis ssp lactis* et *lactococcus lactis ssp cremoris* ayant une capacité inattendue de résister à une concentration de 6,5% de NaCl (**KARAM, 2006**).

b - Genre Lactobacillus : sont des bactéries utiles appartiennent aux ferments lactiques et à ce titre, ils interviennent en industrie laitière (fabrication de yaourts, Kéfir, fromages) (**NDIAYE, 1994**).

c - Genre Leuconostoc : Ce sont des germes hétéro-fermentaires. Ils coagulent rarement le lait mais sont souvent à l'origine de répugnance des denrées pour le consommateur (**MOUCHET, 1962**). La présence des espèces, *Leuconostoc lactis* et *Leuconostoc dextranicum*, a été signalée dans le lait de chamelle (**KARAM, 2006**).

d- Genre bifidobacterium : une flore capable de dégrader les acides aminés libres et autres composés azotés non protéiques (NPN) dont le taux est plus élevée dans le lait camelin que bovin (**SIBOUKEUR, 2007**). En effet, des travaux portant sur la culture de quatre

espèces (*Bifidobacterium brevis* ; *B. bifidum*; *B. longum* et *B. angulatum*), rapportent que le lait camelin est un excellent milieu de culture, naturel, pour les bifidobactéries.

1.1.2. Flore d'altération :

Ce sont des bactéries et champignons indésirables apportés par la contamination.

a- Flore thermorésistante : Un certain nombre de bactéries est capable de résister aux traitements thermiques usuels utilisés dans le but d'assainir ou de conserver le lait. Elles sont dites thermorésistantes leur développement ultérieur peut altérer les produits et, parfois, être dangereux pour la santé. On distingue:

-La flore thermorésistante totale, définie comme la flore résiduelle après un traitement à 63 °C pendant 30 minutes ou un traitement équivalent tel que la pasteurisation HTST (72 °C pendant 15 secondes).

-La flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 75 °C pendant 12 secondes.

-La flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80°C pendant 10 minutes. Elle comprend notamment les spores bactériennes, qui nécessitent des températures supérieures à 100 °C.

b- Les coliformes :

D'un point de vue technologique, certains coliformes sont lactiques et fermentent le lactose sur un mode hétéro fermentaire. Ils peuvent se retrouver dans tous les types de lait. Ce sont des germes qui vivent dans le tube digestif de l'homme et des animaux. Leur présence est un signe de contamination lors de la traite et pendant les manipulations et transvasements multiples que subissent les produits avant la commercialisation (**BA DIAO, 2000**).

c- Les psychrotrophes : ont la faculté de se développer à une température inférieure à 7°C, indépendamment de leur température de croissance plus élevée (**LAHELEC et COLIN, 1991**). Parmi les micro-organismes qui composent ce groupe, nous pouvons citer les genres à:

- GRAM (-) : *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Serratia*, etc ...
- GRAM (+) : *Micrococcus*, *Corynebacterium*, etc ...

CHAPITRE 2

En général dans le lait, c'est le genre *Pseudomonas* qui domine. Il est fortement psychrotrophe et il se multiplie par 100 en 48 heures à +4°C (**MONSALLIER, 1994**). Ces germes produisent des lipases et des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence l'apparition de goûts très désagréables dans les produits laitiers: goût amer, rance, putride, etc ...

d- Levures et moisissures :

-Les levures :

De forme arrondie ou ovale, volumineuses ou unicellulaires, les levures sont utiles en industrie laitière car elles peuvent servir comme agents d'aromatisation. Elles sont aérobies facultatives et se développent en surface formant les boutons de nature mycélienne (**ROZIER, 1990**).

Par contre, d'autres levures- *Kluyveromyceslactis*, *Kluyveromycesfragilis*, *Saccharomyces fragilis*,- *Saccharomyces lactis*. Peuvent avoir des effets néfastes dans les aliments. Les levures supportent des pH de 3 à 8 avec un optimum de 4,5 à 6,4. Ce qui explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait Caillé (**BOUIX et LEVEAU, 1988**).

Elles entraînent des altérations rendant le produit final indésirable: aspect trouble, odeurs ou goûts anormaux, gonflement des produits ou de leur emballage.

-Les moisissures :

Les moisissures sont en général plus complexes dans leur morphologie et dans leur mode de reproduction. Elles peuvent être utiles ou indésirables en industrie alimentaire Elles se développent en surface ou dans les parties internes aérées en utilisant le lactose; cette propriété leur confère une utilité incontestable en fromagerie.

1.2 Les bactéries pathogènes :

1.2.1. Les staphylocoques : Ils sont fréquemment retrouvés dans le lait et parfois en nombre important L'origine de la contamination est la mamelle et plus fréquemment l'homme. Leur fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance. Ils provoquent, par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutables (**KAGEMBEGA, 1984**). Une fermentation suffisamment active les inhibe. Les staphylocoques pathogènes ont la particularité de posséder une coagulase, une phosphatase et une DNase thermostable ou thermonucléase. Il faut cependant noter que les

staphylocoques non pathogènes sont plus nombreux; ils sont coagulase (-) et non toxigènes (NDAO, 1996).

1.2.2. Les entérobactéries : sont des bacilles ou coccobacilles, GRAM-, oxydase négative, catalase (+), asporulés. Ils réduisent les nitrates en nitrites. Ils sont anaérobies facultatifs (GUIRAUD, 1998) et constituent l'une des plus grandes familles de bactéries. Les entérobactéries sont divisées en deux groupes (2) :

- les lactoses (-) : Shigella, Salmonella, Serratia, Proteus, Yersinia ;

- les lactoses (+) : Escherichia coli, Citrobacter, Klebsiella, Enterobacter, Hafnia.

• **Les Salmonelles :** sont responsables de nombreuses toxi-infections. En effet, les toxiinfection salimentaires à *Salmonella typhimurium* et *Salmonella enteritidis* ont souvent pour origine la consommation de lait, crème, beurre, crème glacée, etc., n'ayant subi aucun traitement d'assainissement ou recontaminés.

• **Les colibacilles :** tels que l'espèce *Escherichia coli*, dont certaines souches sont entéropathogènes, peuvent être responsables de graves toxi-infections suite à la consommation de produits laitiers et de lait infectés. La pollution par les coliformes est très fréquente ; même légère, elle présente un risque. Des coliformes banaux absorbés en quantité massive peuvent déclencher des troubles gastro-intestinaux.

• **Les Brucelles :** sont souvent à l'origine de la contamination du lait de vache, chèvre et de beaucoup d'autres espèces dans les pays où il n'a pas été effectué de sérieuses campagnes d'éradication. Les brucelles sont néanmoins présentes de façon exceptionnelle dans les laits caillés (SEMASAKA, 1986). Ceci est d'ailleurs rapporté par (EZE, 1977) qui démontre qu'à pH 4,5 toutes les brucelles sont détruites dans le lait.

• **Le bacille tuberculeux :** (*Mycobactérium*), agent de la tuberculose, zoonose majeure, se contracte lors de consommation de lait provenant d'animaux malades principalement lors de tuberculose généralisée ou de mammite tuberculeuse des animaux (SEMASAKA, 1986).

• **Le genre Listeria :** notamment l'espèce *Listeria monocytogènes*, est un petit bacille à GRAM(+), non capsulé, non sporulé, de mobilité « en pirouette » caractéristique par examen à l'état frais. Elle fait partie des bactéries psychrotrophes pathogènes (EZE, 1977).

Listeria monocytogenes est couramment retrouvée dans le lait cru. **BEERENS et LUQUET (1987)** rapportent qu'en France 50 % des échantillons de lait renferment des listérias.

VI-Utilisation médicinale et thérapeutique du lait de chamelle :

Le lait de chamelle est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuse, anticancéreuse, antidiabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents. Ces propriétés relèvent cependant le plus souvent d'observations empiriques dont les fondements scientifiques mériteraient d'être précisés.

1- Propriétés anti-infectieuses :

Les vertus médicinales de ces produits sont couramment mises à profit dans le traitement de quelques maladies infectieuses (**Djangabilovet al, 2000 ; Chuvakovaetal, 2000**).

En Asie Centrale, l'utilisation du lait de chamelle pour le traitement adjuvant de la tuberculose humaine en sanatorium est ancienne (**Urazakov et Bainazarov, 1974**): les auteurs affirment obtenir une amélioration marquée des malades et un rétablissement significatif des paramètres sanguins avec un régime de 2 litres de lait de chamelle soit cru, soit fermenté par jour pendant 2 à 4 mois. Ces résultats sont confirmés en Inde sur des patients tuberculeux buvant un litre de lait par jour (**Mal et al, 2000**) et en Libye, avec une cure de 1,5 litre /jour, avec un effet bénéfique observable dès la première semaine de traitement (**Alwan et Tarhuni, 2000**).

2-L'activité inhibitrice du lait et du colostrum de chamelle :

A été étudiée par **Benkerroumet al (2004)**. *Bacillus cereus* est montré résistant contre l'activité inhibitrice, alors que *Listeria monocytogene LMG 13304* et *Escherichia coli O78 :K80se* sont avérés plus sensibles. Le lait de chamelle et le colostrum ont un effet bactériostatique sur *Listeria monocytogene LMG 13304* pendant les 8 premières heures. Cette activité a été observée au-delà de cette période pour le colostrum à une température de 20°C. L'effet inhibiteur est diminué par le chauffage du lait.

Duhaiman (1988) a isolé à partir du lait de chamelle, du lysozyme dont on a testé l'effet lytique. Comparativement au lysozyme de lait de femme et des œufs, l'effet lytique du lysozyme du lait de chamelle s'est avéré moins important contre *Escherichia coli* et *Micrococcuslysodeiktikus*.

3 - Cancer et maladies auto-immunes :

On reconnaît au lait de chamelle des propriétés immunostimulantes ayant un rôle dans le contrôle des processus tumoraux. Au Kazakhstan, il est traditionnellement utilisé comme adjuvant à la chimiothérapie de certains cancers, notamment ceux du tube digestif. Il semble également que des résultats probants soient obtenus dans certaines maladies auto-immunes, telles que le lupus, le pemphigus, la maladie de Crohn et la sclérose en plaques **(Yagil et Van Creveld, 2000)**.

4- Diabète :

Sur un échantillon aléatoire de 24 diabétiques atteints de diabète de type I (Insulinodépendants), par ailleurs sans troubles cliniques associés, 12 d'entre eux avec du lait de chamelle, soit une cure d'un demi-litre par jour pendant 3 mois. Tous les patients étaient tenus de respecter le même régime, d'avoir une activité physique comparable et d'avoir un traitement insulinique comparable. S'agissant d'une étude cas-témoin, on a veillé à ce que chaque groupe soit comparable en terme démographique et clinique (même pyramide des âges par exemple). Un certain nombre de contrôles sanguins ont été réalisés (glycémie, insulïnémie, hémoglobine glycosylée, cholestérolémie, triglycéridémie) et un questionnaire sur la qualité de vie a été soumis aux patients à la fin de leur traitement.

Après 3 mois de traitement, les patients buvant du lait de chamelle ont vu une amélioration de leur glycémie moyenne à jeun qui est passée de 115 à 100 mg/100ml alors qu'elle est restée inchangée dans le groupe non traité. La même évolution est perceptible pour l'hémoglobine glycolyse restée à 9,48% chez les non traités tout le long de l'étude, alors qu'elle diminuait de 9,54 à 9,08% chez les traités.

Cela s'est traduit par une diminution de la demande en insuline restant à environ 40 UI/j chez les non traités et diminuant de 42 à 30 UI/j chez les consommateurs de lait de chamelle. Par contre, les autres paramètres sanguins n'ont pas été influencés par le traitement. Cependant, l'indice de satisfaction de la qualité de vie a nettement été amélioré et de façon significative chez les buveurs de lait, celui-ci passant de 28 à 22, alors qu'il est resté à 26,5 chez les non traités tout au long de l'expérimentation.

Agrawal et al, (2005) ont publié la suite de ces travaux, après des observations pendant 52 semaines chez 24 patients. Un groupe a reçu le traitement habituel, et l'autre 500 mL de lait

CHAPITRE 2

de chamelle par jour. Ils ont observé une réduction significative de la dose d'insuline nécessaire chez les patients insulinodépendants.

5- Allergie :

On attribue au lait de chamelle des propriétés antiallergiques, comparé au lait de vache. De plus en plus, on parle du lait de chamelle comme d'un substitut au lait de vache. **Restaniet al, (1999)** ont testé des IgEs d'enfants allergiques au lait de vache contre toutes les protéines du lait de brebis, de chèvre, de bufflesse et de chamelle. Les IgEs ont réagi avec toutes les protéines lactières sauf celles du lait de chamelle. Les anticorps monoclonaux anti protéines lactières bovines ne reconnaissaient pas celles du lait de chamelle, alors qu'ils reconnaissaient toutes les autres.

I-Fabrication du fromage camelin :

Certains fromages traditionnels de lait camelin sont fabriqués chez les nomades chez localisés à l'Ahaggar ainsi qu'à la péninsule du Sinaï, en Tunisie et au Kenya (**YAGIL et al, 1994**).ces fromages sont élaboré par thermo-coagulation des protéines et obtention d'une pâte humide en frome de galette à consommer rapidement ou après séchage naturel et/ou salage. Notons également que **MOHAMED et al(1990)** ont obtenu un fromage à pâte dure de type « GRANA » à partir du lait de chamelle non standardisé. Ces auteurs n'ont signalé aucune difficulté lors de sa fabrication et estiment que les divergences des résultats observés d'un auteur à un auteur à un autre sont attribuables aux origines très différentes des laits utilisés.

D'autres types de fromages (secs) nommés « Afig et Oggit » sont fabriqués, respectivement, au Kenya en Arabie Saoudite (**AL-RUQAIE et al, 1987 ; MEHAIA 1994b**).

Néanmoins, les spécificités du lait de chamelle (faible proportion en κ -CN, grande taille des micelles caséinique petite taille des globules gras, présence d'un système antibactérien ...ect), entravent le transfert aisé de la technologie fromagère du lait bovin au lait camelin.

C'est le cas notamment de la fabrication des fromages à coagulation acide (pâte fraîche) ou la formation du caillé est assez lente (**RAMET ,1993 et 1994 ; KAMOUN ,1995**) du fait que l'acidification est limitée par le système antimicrobien du lait (**KAMOUN ,1995**).

Très récemment, une innovation technique, consistant en la mise au point d'un ferment permettant de coaguler le lait de chamelle, a offert une opportunité intéressante aux éleveurs camelins du Sahel (Mali et Niger), de valoriser les excédents laitiers sous forme de fromage. La coagulation est meilleure en ajoutant des sels de calcium sous forme de CaCl.

II-Fabrication de la crème fraîche et du beurre :

La séparation de la crème par décantation prend un temps plus long que pour le lait bovin (**FARAH et RÜEGG, 1991 ; KAMOUN, 1995**).

Ce comportement pourrait s'expliquer par une densité de la crème très proche de celle du lait écrémé, et/ou par les propriétés physicochimiques de la membrane des globules gras qui seraient plus hydrophile (**YAGIL et ETZION 1980b**).

De ce fait, la préparation de la crème à partir du lait de dromadaire devrait s'opérer plus avec appareils appropriés qu'avec des procédés traditionnels habituellement utilisés (écrémage spontané, décantation) (**FARAH et al, 1989**).

Cependant, il faut noter qu'une acidification préalable du lait à pH 5, améliore l'écémage en général, même par décantation (**RAMET, 1990**).

Dès 1951, DICKSON signale que la fabrication du beurre à partir du lait de chamelle est assez délicate à réaliser. Cette contrainte, qui peut s'expliquer par la nature et la dimension des globules gras, a été relativement levée depuis, tant en milieu traditionnel, en réalisant la plupart du temps un barattage du lait fermenté dans une « Chekoua » ou peau de chèvre ou à l'aide de procédés technologiques appropriés.

A decorative border of palm trees surrounds the text. The border consists of a top row of 15 palm trees, a bottom row of 15 palm trees, and two vertical columns of 15 palm trees each on the left and right sides.

*PARTIE
EXPEIMENTALE*

Conclusion

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. Ce milieu est toutefois éminemment périssable par suite de sa forte teneur en eau, de son pH voisin de la neutralité et de sa richesse en lactose qui le rendent rapidement altérable par voie microbienne et par voie enzymatique. Sa composition chimique est caractérisée par sa teneur importante en matière protéique, ainsi qu'en vitamines C. Toutefois ces concentrations varient selon l'alimentation, le stade de lactation ainsi que les conditions environnementales.

Bien que pendant ces dernières décennies, le lait camelin a fait l'objet de multiples travaux de par le monde, il reste que très peu d'investigations ont porté sur le lait produit dans notre pays tant dans ses volets quantitatifs, liés aux conditions zootechniques de productions, que dans ses volets liés à sa qualité hygiénique et physico-chimique, ainsi qu'à son apport nutritionnel.

L'analyse physico-chimique a montré que le lait camelin, collecté dans plusieurs régions du sud de notre pays, présente globalement une composition très similaire à celle du lait bovin, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose).

L'étude microbiologique montre que les taux, des germes aérobies et le staphylococcus aureus sont élevés a cause d'une contamination hygiénique.

Enfin, comme le lait camelin est l'un des rares laits à présenter une ressemblance avec le lait humain concernant l'absence d'une protéine allergène : la β -lactoglobuline, des possibilités d'utiliser cette matière, moyennant quelques transformations (réduction de la teneur en caséines, réduction des effets antibactériens...) pour préparer des laits maternisés est une piste à ne pas écarter pour peu que des études *in vivo* soient menées pour monter les capacités de digestion et d'assimilation par les nourrissons de cette nouvelle matière première