

CIRAD-EMVT
Campus de Baillarguet
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort 7, avenue du Général de Gaulle 94704 MAISON-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle 57, rue Cuvier 750005 PARIS

CIRAD-Dist UNITÉ BIBLIOTHÈQUE Baillarguet

27 MAI 1999

DIPLOME D'ETUDE SUPERIEURES SPECIALISEES PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

LA COMPOSITION DU LAIT DE CHAMELLE ET SES VERTUS MEDICINALES

par

Elisabeth VIATEAU

CIRAD-Dist UNITÉ BIBLIOTHÈQUE Baillarguet

Année universitaire 1997-1998



RESUME

De part ses qualités nutritionnelles, le lait de chamelle constitue la base essentielle de l'alimentation des nomades, ainsi qu'un remède contre de nombreuses affections.

La composition biochimique et microbiologique du lait de chamelle est donc comparée à celle d'autres espèces, ceci dans le but de comprendre les différentes utilisations thérapeutiques.

Le lait de chamelle est exceptionnellement riche en vitamine C, en niacine, en acides aminés essentiels (valine, leucine et phénylalanine), en acides gras insaturés, en facteurs antimicrobiens (lysozyme, lactopéroxydase et lactoferrine), en prostaglandines et en insuline.

Il est utilisé dans le traitement de la tuberculose humaine, du diabète sucré, des affections hépatiques, des troubles respiratoires, des diarrhées des enfants, des calculs biliaires, des troubles nerveux, de la fatigue générale et des ulcères gastriques.

Ainsi, le lait de chamelle connaît un intérêt grandissant, notamment au Kazakhstan, et on assiste à une intensification de la production laitière cameline en Afrique (consommation du lait sous forme cru, pasteurisé ou fermenté : le shubat).

Mots clés : lait ; dromadaire ; vertus médicinales ; composition ; biochimie ; microbiologie

CIRAD-Dist UNITÉ BIBLIOTHÈQUE Baillarguet

CIRAD-Dist UNITÉ BIBLIOTHÈQUE Baillarguet

SOMMAIRE

	Pages
1.2.1. Teneur du lait en eau. 1.2.2. Teneur du lait en matières grasses. 1.2.3. Teneur du lait en peptides. 1.2.4. Teneur du lait en lactose. 1.2.5. Teneur du lait en cendres. 1.3. Etude détaillée de chaque composant du lait de chamelle. 1.3.1. Les lipides. 1.3.1.1. Les acides gras. 1.3.1.2. Les phospholipides. 1.3.1.3. Les prostaglandines. 1.3.1.4. Rôle des lipides dans la nutrition humaine. 1.3.2. Les protides. 1.3.2.1. Les acides aminés. 1.3.2.2. Les protéines. 2.3.2.3. Les caséines. 5. Les facteurs anti-bactériens. 1.3.2.3. Une hormone peptidique : l'insuline.	1
1. Composition du loit de chamelle en relation avec les propriétés	
•	•
medicinales	2
1.1. Caractéristiques physiques et chimiques	2
1.2. Composition globale.	
1.2.1. Teneur du lait en eau.	
1.2.2. Teneur du lait en matières grasses	
1.2.3. Teneur du lait en peptides	3
1.2.4. Teneur du lait en lactose	
1.2.5. Teneur du lait en cendres.	
1.3. Etude détaillée de chaque composant du lait de chamelle	4
1.3.1. Les lipides	4
1.3.1.1. Les acides gras	
1.3.1.2. Les phospholipides	7
1.3.1.3. Les prostaglandines	
1.3.1.4. Rôle des lipides dans la nutrition humaine	8
1.3.2. Les protides	8
1.3.2.1. Les acides aminés	9
1.3.2.2. Les protéines	11
a. les caséines.	11
b. les béta lactoglobulines	12
c. Les facteurs anti-bactériens.	12
1.3.2.3. Une hormone peptidique: l'insuline	15
1.3.3. Les vitamines	16
1.3.4. Les minéraux	
1.4. Variations de la composition du lait.	20
2. Propriétés médicinales du lait de chamelle	22
2.1. Le lait de chamelle : une forte valeur nutritive.	22
2.2. Le lait de chamelle : un forțifiant.	
2.3. Le diabète sucré	
2.3.1. Qu'est-ce-que le diabète sucré ?	
2.3.2. Essais de traitement du diabète sucré avec le lait de chamelle	
2.4. La tuberculose	
2.4.1. La maladie.	
2.4.2. Utilisation du lait de chamelle dans le traitement de la tuberculose pulmona	
2.5. Diarrhées et troubles respiratoires des enfants	
2.6. Traitement des ulcères de l'estomac.	
2.6.1. La maladie ulcéreuse	
2.6.1. La maladie ulcereuse	31

2.6.2. Utilisation du lait de chamelle dans le traitement des ulcères gastriques	
2.7. Les calculs biliaires	
2.7.1. Que sont les calculs biliaires?	
2.7.2. L'emploi de lait de chamelle pour le traitement des calculs biliaires	
2.8. Affections hépatiques	
2.8.1. Les hépatites.	
2.8.2. Administration de lait de chamelle dans le traitement des hépatites chronique 2.9. Traitement des troubles nerveux	
2.10. Approvisionnement en "shubat" et avenir de ce produit fermenté	
	55
3. Précautions d'utilisation et modification de la composition selon le	
traitement du lait	36
3.1. Risques de transmission de maladies infectieuses lors de la consommation du lait de	
chamelle	
3.2. Effets du traitement thermique sur le lait	
3.2.1. Conséquences sur les constituants lipidiques	
3.2.2. Conséquences sur la matière azotée : une altération importante des protéines solubles	
3.2.3. Conséquences sur les composants glucidiques : impact sur la disponibilté de	
lysine	
3.2.4. Conséquences sur les minéraux.	
.2.5. Conséquences sur les vitamines : une perte importante	
3.2.6. Conclusion.	
3.3. Les laits fermentés (FAO, 1995)	
3.3.1. Comment s'effectue la fermentation?	
3.3.2. Intérêt nutritionnel des laits fermentés.	
3.3.3. Le "Shubat"	
Conclusion	41
Annexes	
Annexe I : Répartition entre caséine et lactose du lait pour différents mammifères	42
Annexe II : Relation entre teneur lactée de lactose et graisses dans différentes espèces de	40
mammifères (FAO, 1995)	42
Bibliographie	43
	13

CIRAD-Dist UNITÉ BIBLIOTHÈQUE Raillarguet

INTRODUCTION

Le lait de chamelle est un breuvage apprécié de toutes les populations nomades pour ses qualités nutritionnelles, son effet désaltérant, mais aussi pour d'autres vertus mystérieuses et souvent inconnues des occidentaux.

Au Kazakhstan, le lait de chamelle est fréquemment consommé sous forme fermenté, le "shubat"; les hôpitaux et les sanatoriums lui reconnaissent des vertus thérapeutiques.

Ainsi, ce produit serait recommandé pour le diabète sucré, la tuberculose, les affections hépatiques, les ulcères gastriques ainsi que les diarrhées et troubles respiratoires des jeunes enfants.

Ces affirmations peuvent sembler hasardeuses. C'est pourquoi ce travail tente de rassembler les données actuellement disponibles sur la composition du lait de chamelle, et d'en faire une comparaison avec celle d'autres espèces afin de dégager les caractéristiques de ce lait.

La deuxième partie expose les différents travaux effectués sur ces propriétés médicinales, tout en essayant de voir quels sont les constituants du lait responsables de ces vertus.

Enfin, la dernière partie rappelle les risques de zoonose encourus lors de la consommation de lait de chamelle cru, et expose les différents procédés pouvant éliminer ce danger, tout en tenant compte des modifications possibles de la composition du lait.

1. COMPOSITION DU LAIT DE CHAMELLE EN RELATION AVEC LES PROPRIETES MEDICINALES

1.1. Caractéristiques physiques et chimiques

Le lait de chamelle est généralement blanc opaque (Wilson, 1984; Yagil et Etzion, 1980) et a un goût salé (Shalash, 1979). Le type de fourrage ingéré influence le goût. Ainsi, des fourrages verts comme la luzerne commune, le bersim (*Trifolium alexandrinum*) et la navette (*Brassica compestris*) rendent le lait sucré, de même que certains arbres, buissons et herbes lui donnent un goût sucré, alors que le marmolier (*Salsola fætida*) lui donne une saveur amère (Knoess *et al.*, 1986).

Le pH du lait frais de chamelle, proche de celui de la chèvre (Shalash, 1979), est relativement élevé; il varie de 6,2 à 6,8 avec une moyenne de 6,56 +/- 0,0102 (Mohamed, 1990; Farah et Bachmann, 1987). Il est donc moins alcalin que le lait de vache et de buffle (Shalash, 1979).

La densité varie de 1,025 à 1,033, avec une moyenne de 1,029 (Farah, 1993), valeurs inférieures à celles du lait de vache (Farah et Bachmann, 1987).

La valeur moyenne de la viscosité est 2,20 +/- 0,05 cp et augmente rapidement en fin de lactation (Hassan et al.)., 1987). Elle est donc inférieure à celle du buffle (2,41 cp) (Hofi et al.)., 1966) et supérieure à celle de la chèvre (Mashaly .)., 1984).

Les caractéristiques physiques et chimiques des différents laits sont regroupées dans le tableau I.

1.2. Composition globale

Nous étudierons en premier lieu la teneur en eau, en matières organiques (lipides, glucides et protides), et enfin en matières minérales.

Les différentes valeurs relevées dans la littérature concernant le lait de chamelle sont résumées dans le tableau II. Le tableau III nous permet de comparer ces valeurs avec celles d'autres espèces.

Selon les auteurs, on peut observer de grandes variations en ce qui concernent le pourcentage d'eau, de matières grasses, de lactose, de protéines et de cendres dans le lait de chamelle. En effet, l'alimentation, la disponibilité en eau du milieu extérieur, le stade de lactation, l'intervalle entre les traites et les techniques de laboratoire utilisées semblent influencer ces différentes valeurs (Jardali, 1988; Oftedal, 1984; Alshaikh et Salah, 1994; Yagil et Etzion, 1980).

1.2.1. Teneur du lait en eau

Ainsi, le pourcentage d'eau varie de 85,5 % à 91,2 % avec une moyenne de 86,6 %. Cette variation semble due à la disponibilité en eau de l'animal ; en période de sécheresse, le pourcentage en eau du lait augmente, ce qui pourrait être une adaptation naturelle de l'espèce dans le but de réhydrater le jeune (Farah 1993).

Constantes	Vache	Bufflonne	Chamelle	Chèvre	Brebis
Energie (Kcal/I)	705	755-1 425	800	600-750	1 100
Densité du lait entier à 20 °C	1,028-1,033	1,029-1,033	1,025-1,038	1,027-1,035	1,034-1,039
Point de congélation (°C)	-0,520,55	-0,544	-0,58	-0,5500,583	-0,57
pH à 20°C	6,60-680	6,66-6,82	6,20-6,82	6,45-6,60	6,50-6,85
Acidité titrable (° Dornic)	15-17	14-18	19,6 (Shubat)	14-18	22-25

Tableau I : <u>Caractéristiques physiques et chimiques des laits de divers espèces animales (FAO, 1995 ; Bonnet, 1996b pour l'acidité titrable du "shubat" de la chamelle).</u>

1.2.2. Teneur du lait en matières grasses

Les valeurs du taux de matières grasses vont de 1,1 % à 7 % selon le pourcentage d'eau dans le lait; ainsi, quand ce pourcentage augmente, celui de matières grasses diminue (Yagil et Etzion, 1980). Selon les données enregistrées par Knoess *et al.* (1986), ces valeurs ne dépendent pas du niveau de lactation mais du climat. Pendant la saison chaude, le taux varie de 2,1 % à 3 % et il augmente en saison froide (3 % à 4,2 %), ceci que les chamelles soient en début ou en fin de lactation.

Le lait de chamelle est généralement plus pauvre en matières grasses que le lait de vache et de brebis, mais plus riche que celui de femme, de chèvre et de jument.

Le lait de chamelle de Bactriane est deux fois plus gras que le lait de dromadaire. Notons qu'il existe une différence entre les qualités des laits de dromadaire et de chamelle, de la même façon qu'il existe une opposition entre les laits de brebis et de chèvre (Bonnet, 1996b).

1.2.3. Teneur du lait en protides

Le pourcentage en protides du lait de dromadaire est très élevé après la mise bas (11,6 %), puis diminue pour se situer entre 2,5 % à 3,3 % en régime déshydraté et entre 4,6 % à 5,7 % en régime hydraté (Yagil et Etzion, 1980).

Cette concentration semble être fortement influencée par la teneur en protides de l'alimentation (Yagil et Etzion, 1980).

Le lait de chamelle est une bonne source de protides, plus riche que celui de femme, de chèvre ou de vache, mais plus pauvre que celui de truie ou de brebis.

1.2.4. Teneur du lait en lactose

La concentration en lactose varie de 2,9 % en régime peu hydraté à 4,6 % en régime hydraté. Cette variation a des conséquences sur le goût du lait, qui sera soit amer, soit sucré (Jardeli, 1988).

En dehors du lait de jument et du lait de femme, les laits des espèces considérées dans le tableau III ont presque tous la même teneur en lactose.

1.2.5. Teneur du lait en cendres

Le plus petit taux de cendres est relevé chez les animaux déshydratés (Yagil et Etzion, 1980). Ce pourcentage est influencé par une infection de la mamelle (Farah, 1993).

La concentration de matières minérales dans le lait de dromadaire est supérieure à celle de la vache, de la jument et de la femme, mais inférieure à celle de la brebis et de la truie; elle est à peu près similaire à celle de la chèvre.

Ainsi, la composition du lait de chamelle se rapproche de celle du lait de vache, mais est cependant moins riche en matières grasses et constitue une meilleure source de protides.

1.3. Etude détaillée de chaque composant du lait de chamelle

Nous venons d'aborder la composition globale du lait de chamelle ; cependant, ces valeurs ne nous permettent pas de comprendre quels sont les éléments qui procurent à ce lait des vertus médicinales.

Nous nous attacherons donc à détailler chaque composant de ce lait, en précisant leurs caractéristiques biochimiques et leurs rôles pour l'organisme.

1.3.1. Les lipides

Les lipides sont des esters d'acides gras et d'alcools ; leur rôle énergétique est important (Domart et Bourneuf, 1976). Les lipides apportent également les acides gras essentiels (linoléique et α-linolénique) qui sont des éléments constitutifs majeurs des membranes cellulaires notamment du cerveau, et des acides gras à très longues chaînes (C20, C22, C24) (Jensen, 1989).

1.3.1.1. <u>Les acides gras</u>

Peu de références sont actuellement disponibles sur la composition en acides gras du lait de chamelle. Les données les plus récentes sont récapitulées dans le tableau IV.

La composition en acides gras présente des traits communs aux différentes espèces et d'autres spécifiques à chacune d'elles :

- l'acide palmitique et l'acide oléique représentent les acides en plus fort pourcentage mais leurs concentrations lactées diffèrent d'une espèce à l'autre,
- le lait de chamelle se caractérise par sa richesse en acide linoléique ainsi qu'en acide linolénique, acides essentiels non synthétisés par les monogastriques, donc indispensables dans l'alimentation humaine.

Le lait de chamelle contient plus d'acides gras à chaînes longues (C14 - C22) que le lait de vache ; cette concentration élevée est peut-être due à l'activité de la microflore dans le tractus digestif (Abu Lehia, 1989). On peut noter en particulier la teneur élevée en acide palmitoléïque (C16 : 1) allant de 9 à 10,4 %, alors qu'elle n'est que de 1,7 % dans le lait de vache. Les acides gras à courtes chaînes sont à l'état de traces.

La composition en acides gras du lait de chamelle, génétiquement variable, est influencée par la diète et le stade de lactation (Farah, 1993).

Origine du	Matières	Protéines	Lactose	Cendres	Eau	Références
lait	grasses (%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
	5.00	2.01	2.26	0.70		DARTET 1005
Non précisée	5,38	3,01	3,36	0,70	-	BARTHE, 1905
	2,90	3,70	5,80	0,60	-	LEESE, 1927
	3,07	4,00	5,60	0,80	86,50	DAVIES, 1939
	2,87	3,90	5,40	-	-	DAVIES, 1939
	3,02	3,50	5,20	0,70	-	LAMPERT, 1947
U.R.S.S.	4,40	3,50	5,00	0,70	86,40	KHERASKOV, 1953
Kazakhstan	6-7	-	-	-	-	BONNET, 1996
Pakistan	2,90	3,70	5,80	0,70	-	YASIN et WAHID, 1957
	4,20	3,70	4,10	0,80	-	KON et COWIE, 1961
Inde	3,70	4,00	4,90	0,95	_	OHRI et JOSHI, 1961
HILL	2,90	3,90	5,40	0,80	87,60	HARBANS, 1962
	3,08	3,80	5,40	0,70	67,00	KHAN et APPANA, 1964
	3,08	3,80	3,40	0,70	-	KIIAIV CLAITAIVA, 1904
Egypte	3,80	3,50	3,90	0,80	87,90	EL BAHAY, 1962
	3,00	3,90	5,50	0,80	-	DAVIS, 1963
	5,22	3,19	-	0,80	85,50	TAHA, 1989
	3,60	3,27	5,53	0,80	86,60	BAYOUMI, 1990
Ethiopie	5,50	4,50	3,40	0,90	85,60	KNOESS, 1976
Бапорк	4,30	4,60	4,60	0,60	05,00	KNOESS, 1977
	4,50	4,00	4,00	0,00	_	INVOLUDI, 1777
Israël						
régime	4,30	4,60	4,60	0,60	85,70	YAGIL et ETZION, 1980
hydraté						
régime peu	1,10	2,50	2,90	0,35	91,20	YAGIL et ETZION, 1980
hydraté				×		
Arabie	2,40-5,60	2,30-3,40	3,9-4,80	0,75-0,82	86,6-90,4	SAWAYA et al, 1984
Saoudite	3,20-3,50	2,50-2,80	4,0-4,70	0,82	-	ABU LEHIA, 1987
	3,15	2,81	4,16	0,83	88,33	EL AMIN et WILCOX, 1992
Soudan	4,00	3,60	-	0,80	-	EL AMIN, 1979
Libye	3,30-3,60	3,30-3,60	4,2-5,60	0,82	87,00	GNAN, 1986
Somalie	4,60	3,30	-	0,60	86,9	MOHAMED, 1990

Tableau II: Composition du lait de chamelle.

Espèces	Matières grasses (%)	Protéines (%)	Lactose (%)	Cendres (%)	Eau (%)	Références
Moyenne générale chamelle	4,33	4,02	4,21	0,79	86,6	Mukasa-Mugerva, 1985
Vache	4,4	3,8	4,9	0,7	86,2	Ensminger, 1969
Chèvre	4,1	3,7	4,2	0,8	87	Ensminger, 1969
Jument	1	2,6	6,9	0,35	90,1	Ensminger, 1969
Truie	5,1	7,1	3,7	1,1	82,8	Ensminger, 1969
Brebis	6,4	5,6	4,7	0,91	82	Ensminger, 1969
Femme	3,8	1,2	7	0,21	88	Ensminger, 1969

Tableau III : Composition du lait de différentes espèces.

% d'acides gras da	ns le lait de	dromadaire	% d'acides gras dans le lait de vache		
Acides gras	Farah et	Abu-Lehia	Gnan et	Abu-	Moyenne
	al. (1989)	(1989)	Sheriha	Lehia	FAO (1995)
			(1986)	(1989)	
Saturés					
acide butyrique C4	0,66	-	1,0	3,5	3,5
acide caproïque C6	0,37	-	-	2,1	2,3
acide caprylique C8	0,23	0,1	0,5	1,4	1,3
acide caprique C10	0,90	0,12	0,1	2,1	2,7
acide laurique C12	0,79	0,77	0,5	3,1	3,3
C13 .	-	-	0,1	-	-
acide myristique C14	12,5	10,1	10,0	10,4	10,7
acide pentadécanoïque C15	1,3	1,62	0,5	2,44	1,2
acide palmitique C16	31,5	26,6	31,5	26,6	27,6
C17	0,92	1,21	0,5	0,11	
acide stéarique C18	12,5	12,2	14,0	7,86	10,1
acide arachidique C20	1,03	0,57	0,5	2,44	0,2
acide béhémique C22	-	0,08	-	0,23	-
Monoinsaturés					
C10: ln-7	0,19	-	-	-	-
C12 : 1n-7	-	-	0,1	-	-
acide myristoléique C14 : 1n-5	1,1	1,86	1,5	1,7	1,4
C15 : 1n-5	0,23	-	-	-	-
acide palmitoléïque C16 : 1n-7	9,4	10,40	9,0	1,70	2,6
C17: ln-8	0,60	-	0,5	-	-
acide oléique C18 : 1n-9	19,1	26,3	25,0	29,0	26,0
Polyinsaturés					
acide linoléique C18 : 2n-6	3,4	2,94	3,0	3,20	2,5
acide linolénique C18 : 3n-3	1,4	1,37	-	1,10	1,4

Tableau IV : Composition en acides gras du lait de chamelle et du lait de vache.

1.3.1.2. Les phospholipides

Les phospholipides sont principalement trouvés dans les membranes des globules gras du lait et jouent le rôle de stabilisant de l'émulsion (F.A.O., 1995).

Les travaux de Morrison (1968 a. b.) nous donnent des renseignements sur leur distribution (exprimée en pourcentage de phospholipides):

 phosphatidyl éthanolamine 	35,9
 phosphatidyl choline 	24,0
 phosphatidyl sérine 	4,9
 phosphatidyl inositol 	5,9
 lysophosphatidyl éthanolamine 	1,0
 lysophosphatidyl choline 	0,0
 total de phospholipides choline 	52,3
 éthanolamine plasmalogène 	15,0
• sphingomyéline	28,3

Ces travaux ont également été menés sur la vache, le buffle, le mouton, le cochon, l'âne et l'homme, et montrent une distribution constante des phospholipides. Cependant, les phospholipides du dromadaire ne sont pas caractéristiques de ceux des ruminants.

Ainsi, chez les ruminants, on trouve une chaîne d'acide gras sur tous leurs phospholipides; seule une faible proportion d'acides gras possèdent plus de deux doubles chaînes. Enfin, la sphingomyéline contient une forte proportion d'acide triconasoïque (C 23 : 0), mais peu d'acide nervonique (C24 : 1n-9).

Chez les dromadaires, on trouve un taux important d'acide linoléique présent dans les phospholipides ; la proportion d'acide nervonique présente dans la sphingomyéline est plus importante que chez les ruminants alors que celle d'acide triconasoïque est plus faible. De plus, dans le groupe des phosphatidyls éthanolamines du dromadaire, on trouve 15 % de plasmalogènes alors que le taux le plus important de plasmalogènes au sein des hétérolipides est de 4 % dans le groupe des lécithines du lait de vache.

1.3.1.4. Les prostaglandines

Selon le projet INCO-COPERNICUS, le lait de chamelle contiendrait des prostaglandines, mais cette information n'est pas actuellement publiée. Il est par ailleurs envisagé de doser ces médiateurs ultérieurement.

Cependant, les prostaglandines sont issues de l'acide linoléique (acide linoléique → acide arachidonique → prostaglandines). Or, le lait de chamelle est extrêmement riche en acide linoléique, ce qui pourrait alors expliquer la présence de prostaglandines dans le lait.

Les prostaglandines exercent leurs effets sur (Louisot, 1983):

- les organes de reproduction,
- les muscles lisses d'autres tissus,
- le système nerveux,
- l'appareil cardio-vasculaire et dans la régulation de la coagulation plaquettaire,
- le tissu adipeux,
- la réponse inflammatoire (inactivation et maintien).

Les prostaglandines ont une activité antisécrétoire en inhibant la production d'AMP cyclique intracellulaire, conduisant à une fermeture des antiponts K+/H+ des cellules gastriques et donc à la diminution de l'acidité gastrique dans le fundus, et ont également la propriété de protéger la muqueuse gastro-intestinale de l'action nocive de nombreux agents. Elles stimulent en effet la sécrétion épithéliale de mucus et de bicarbonate (renforcement de la barrière mucus-bicarbonate). Cependant, elles ne semblent pas intervenir dans les phénomènes de cicatrisation de l'ulcère (Soulé et al., 1990).

Le traitement de la maladie ulcéreuse fait donc actuellement intervenir des analogues de prostaglandines (misoprosténol et enprostil).

I.3.1.5. Rôle des lipides dans la nutrition humaine

Ils représentent une source importante d'énergie (production d'ATP à fort rendement surtout pour les acides gras à longue chaîne), jouent le rôle de solvants pour les vitamines liposolubles et enfin sont une source d'acides gras essentiels non négligeable, qui soit interviennent dans différentes voies métaboliques (dans l'inflammation : prostaglandines, leucotriènes, mais aussi le groupe des plasmalogènes), soit participent à la construction de structures membranaires (cérébrosides, gangliosides) (Louisot, 1983).

1.3.2. Les protides

Les protides représentent l'ensemble des molécules contenant de l'azote, c'est à dire comprenant les acides aminés et les composés qui en dérivent :



Peptides:

Protéines: n > 100

polypeptides: n < 100
oligopeptides: 12 < n < 15
di, tripeptides: n = 2; 3

Comme le montre le tableau II, le lait de chamelle est une bonne source de protéines. Nous étudierons tout d'abord la composition des différents acides aminés avant de caractériser les constituants majeurs des caséines du lait de dromadaire.

1.3.2.1. Les acides aminés

Le tableau V propose un récapitulatif de la composition en acides aminés des protéines du lait de dromadaire, de vache et de chèvre.

On note une teneur importante en acides aminés essentiels (valine, leucine et phénylalanine) et glucoformateurs (glycine, alanine, sérine, acide glutamique et glutamine) dans le lait de chamelle. Etudions séparément les propriétés de ces acides aminés.

Acide aminé	dromadaire	dromadaire	vache	chèvre
	Sawaya et al.,	Mehaia et Al-Kahnal,	Renner, 1991	Hoeller et
	1984	1989		Hassan, 1965
Alanine	2,8	2,7	3,5	3,55
Arginine	3,9	3,8	3,7	2,10
Acide aspartique	7,6	6,4	7,9	7,38
Cystéine -	-	-	-	-
Cystine	1,0	0,6	0,7	-
Acide glutamique	23,9	19,5	21,8	20,32
Glycine	1,7	1,3	2,1	2,10
Histidine	2,5	2,7	2,8	4,99
Isoleucine	5,4	5,0	6,4	4,31
Leucine	10,4	9,5	10,4	9,94
Lysine	7,0	7,1	8,3	8,23
Méthionine	2,5	3,6	2,7	3,54
Phénylalanine	4,6	5,6	5,2	6,00
Proline	11,1	11,1	10,0	14,59
Sérine	5,8	4,2	5,6	5,16
Thréonine	5,2	4,3	5,1	5,73
Tryptophane	1,2	-	1,4	-
Tyrosine	4,5	4,0	5,3	4,77
Valine	6,1	6,9	6,8	5,69

Tableau V : Composition en acides aminés des protéines du lait de vache, de dromadaire et de chèvre en g/100g des protéines totales.

La glycine est abondante dans les fibres élastiques des gros vaisseaux, dans les tendons et dans le collagène (élément important du tissu conjonctif).

De plus, conjuguée à l'acide cholique, elle donne de l'acide glycocholique, qui participe à l'élimination biliaire du cholestérol sous forme d'acides biliaires.

Enfin, c'est également un acide aminé glucoformateur : la chaîne hydrocarbonée donne le pyruvate qui peut permettre la reformation du glucose par la néoglucogénèse.

La leucine est un acide aminé cétogène : il y a formation d'acétyl coenzyme A à partir de la chaîne hydrocarbonée, qui en s'accumulant donne des corps cétoniques.

La phénylalanine, acide aminé aromatique indispensable est précurseur d'un grand nombre de molécules :

- les catécholamines, médiateurs du système sympathique :
 - la noradrénaline neurotransmetteurs et hormones de l'urgence l'adrénaline (augmentation de la tension artérielle).
- les hormones thyroidiennes iodées (353' TriIodoThyronine T3 et 353'5' Tétra IodoThyronine T4)
- les pigments mélaniques.

L'acide glutamique donne du <u>GABA</u> (acide γ aminobutyrique) par décarboxylation, qui est un neurotransmetteur inhibiteur du système nerveux central, et de la <u>carnitine</u>, qui permet le transport des acides gras à l'intérieur des mitochondries. On lui attribue un rôle trophique sur l'intestin (FAO, 1995).

Dérivée de l'aspartate, la béta-alanine est un constituant du coenzyme A, tandis que l'alpha-alanine est un acide aminé néoglucoformateur.

Rôles des acides aminés

Le seul rôle commun des acides aminés est la synthèse des protéines. Il existe des rôles spécifiques : synthèse de coenzymes, donneur d'une fonction chimique. Chacun des acides aminés peut avoir un rôle métabolique en fonction de ce qu'il deviendra (précurseur de glucose ou de corps cétoniques par exemple).

Les acides aminés représentent une part des sources énergétiques, des sources azotées et sont les précurseurs de molécules indispensables. En effet, chez les monogastriques, la composition des protéines qui sortent de l'estomac dépend de la nature de ce qui a été ingéré, contrairement aux polygastriques où il existe des fermentations et une activité microbienne qui entraîne la synthèse propre de protéines, dont la nature dépend des caractéristiques de la flore digestive. Ainsi, chez les ruminants, une carence en certaines protéines peut-être masquée alors qu'elle ne le sera pas chez les monogastriques.

Il existe chez l'homme huit acides aminés essentiels, c'est-à-dire non synthétisés par l'organisme : l'isoleucine, la phénylalanine, la leucine, la valine, la lysine, la méthionine, la thréonine et le tryptophane. Les besoins de la femme en acides aminés indispensables augmentent lors de la gestation et de la lactation, et elle peut alors se les procurer dans le lait de chamelle où ils sont présents en quantités importantes.

1.3.2.2. Les protéines

L'étude de Urbisinov et al. (1981) sur la composition des protéines du lait de chamelle donne la répartition suivante (les données entre parenthèses sont celles de la vache d'après Renner, 1983):

- caséines α , β , κ : 74,1 % (82 %)

- protéines sériques : 25,9 % (18 %) dont → albumine : 18,8 %

→ globulines : 13 %

→ protéosopectones : 17,8 %

Ces protéines constituent un ensemble partagé en deux grands groupes selon leur précipitation en milieu acide à pH 4,6. Seule la fraction des caséines coagulent dans ces conditions alors que les autres protéines (protéines sériques ou du lactosérum) restent solubles.

a. les caséines

Les caséines sont des substances protéiques phosphorées constituant la majeure partie des matières azotées du lait. Sa fermentation est à l'origine de tous les fromages (Domart et Bourneuf, 1976).

Le lait de chamelle est plus pauvre en caséines que le lait de vache (Pant et Chandra, 1980). La mobilité électrophorétique du lait de chamelle est considérablement plus élevée que celle du lait de vache ; ceci pourrait-être dû à la teneur élevée en acide sialique mesurée dans les micelles de caséine (Mehaia, 1986 ; Mehaia et Kanhal, 1989). De plus, les propriétés hydrophobes particulières des caséines de chamelle entraînent une plus grande résistance thermique du lait de chamelle par rapport au lait de vache (Mohamed, 1990 b).

Des recherches récentes ont montré que l'équilibre des fractions de caséines est très différent de celui du lait de vache : on remarque que la proportion de caséine kappa est limitée (Tableau VI) à 5 % de la caséine totale alors qu'elle est de 13,6 % pour le lait de vache (Jardali, 1994).

	Lait de vache		Lait de dromadaire				
Pays et année	France 1984	Tunisie 1987	Somalie 1989	France 1989	Arabie 1990	Moyenne	
Fraction caséinique				_			
nombre d'échantillons	3	3	3	3	3		
Caséine α							
Moyenne	46,0	69,4	66,3	63,1	54,4	63,3	
Ecart type	=	4,6	5,2	4,3	4,0	4,5	
Coefficient de variation	-	6,7	7,8	6,9	7,3	7,2	
Caséine β							
Moyenne	34,0	24,7	27,3	27,4	29,7	27,3	
Ecart type	=	4,2	2,9	3,1	5,0	3,8	
Coefficient de variation	* -	16,7	10,6	11,4	16,8	13,9	
Caséine γ						8	
Moyenne	3,0	3,0	2,3	3,3	2,0	2,7	
Ecart type	=	0,4	0,5	0,4	0,1	0,4	
Coefficient de variation	= :	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	
Caséine ĸ							
Moyenne	13,0	4,2	4,0	5,2	7,0	5,1	
Ecart type	-	0,3	0,1	1,0	0,5	0,5	
Coefficient de variation	-	7,2	2,5	19,2	7,1	9,0	

Tableau VI: Proportion des moyennes des différentes caséines (%) du lait de vache et du lait de dromadaire obtenues par chromatographie d'échange d'ions (Ramet, 1994).

L'autre caractéristique des caséines du lait de dromadaire est qu'elles se trouvent sous forme de micelles de grande taille dont le diamètre moyen est environ le double (300 μ m) de celui du lait de vache (160 μ m) (Farah et Ruëgg, 1989 ; Jardali , 1994).

Ceci explique que la coagulation par la présure du lait de dromadaire soit 2 à 3 fois plus lente que pour le lait de vache traité de manière homologue (Farah et Bachmann, 1987).

b. Les béta lactoglobulines

Farah a démontré en 1986 que les protéines sériques du lait de dromadaire étaient plus stables à la chaleur que celles du lait de vache. La présence de béta-lactoglobulines dans le lait de dromadaire est controversée (Mohamed et Larsson, 1991). En effet, si les travaux de Liberatori en 1979 montrent la présence de cette molécule, détectée par tests immunologiques, dans le lait de chamelle, des études ultérieures (Kessler et Brew, 1970) indiquent au contraire que le lait de chamelle en est dépourvue.

c. Les facteurs anti-bactériens

Il existe dans le lait de chamelle des protéines ayant des propriétés anti-bactériennes. Ce sont des immunoglobulines (Ig A, Ig G1, Ig G2) (Elagamy *et al.*, 1992), le lysozyme, la lactoferrine et la lactopéroxydase.

La lactoferrine peut fixer deux atomes de fer et n'est saturée qu'entre 2 à 4 % (Spik et al., 1982). Elle joue apparemment un rôle primordial dans l'absorption intestinal du fer chez le jeune. La lactoferrine possède un pouvoir bactéricide puissant dans la mesure où elle n'est pas complètement dégradée au cours de la digestion; elle garde donc la capacité de fixer réversiblement le fer dans l'intestin et les bactéries fer-dépendantes du tube digestif sont alors privées d'un nutriment essentiel à leur croissance.

Le lysozyme est une enzyme hydrolysant des liaisons glycosidiques particulières, qui interviennent notamment dans la configuration des parois bactériennes (Reiter, 1984).

Les immunoglobulines sont des globulines plasmatiques douées de propriétés immunitaires : les immunoglobulines sont le support matériel des anticorps (Domart et Bourneuf, 1976).

Les travaux d'Elagamy ont consisté à noter les concentrations des Ig G1, Ig G2 des lysozymes et des lactoferrines sur des échantillons de colostrum et de lait de chamelle, prélevés quotidiennement durant la première semaine après la parturition.

Les résultats sont représentés dans le tableau VII, puis sur les figures 1 et 2.

On peut observer que les facteurs antimicrobiens varient considérablement selon les échantillons observés. Le niveau le plus élevé des Ig G1, Ig G2 et de lactoferrine est atteint dès le premier jour, puis chute rapidement les jours suivants. Au contraire, la concentration de lysozyme est la plus forte le deuxième jour, puis diminue les jours suivants.

Les résultats montrent également que les Ig G1 représentent 91,6 % du total des immunoglobulines au premier jour, alors que la part des Ig G2 n'est que 8,4 %. Les Ig G1 sont donc les isotypes dominants dans le colostrum de la chamelle, ce qui est également le cas pour le colostrum des bovins (Butler, 1983).

Le taux de lactoferrine dans le colostrum de chamelle est proche de celui de la vache (1 mg / ml) (Senft et al, 1981), mais très inférieur à celui de la femme (6 à 8 mg / ml) (Mc Clelland et al., 1978).

Jours	Ig G1		Ig G2		Lactoferrine		Lysozyme	
post-	(mg/	ml)	(mg/	ml)	(mg	/ml)	(mg	/ml)
partum								
	Ecarts	Moyenne	Ecarts	Moyenne	Ecarts	Moyenne	Ecarts	Moyenne
1	25,56-84,25	53,80	1,81-6,02	4,94	0,20-1,80	0,84	0,43-1,97	1,03
2	18,66-70,91	36,67	1,33-5,02	3,68	0,16-1,22	0,63	0,69-2,02	1,28
3	13,06-40,12	23,69	0,92-2,84	1,83	0,12-0,74	0,46	0,54-1,98	1,06
4	6,99-27,24	14,23	0,49-1,93	0,95	0,10-0,29	0,21	0,52-1,92	0,90
5	4,76-17,35	8,55	0,34-1,23	0,62	0,09-0,17	0,12	0,57-1,96	0,93
6	4,29-12?04	7,15	0,30-0,85	0,49	0,08-0,14	0,10	0,54-1,93	0,92
7	4,11-10,07	6,02	0,29-0,71	0,40	0,05-0,12	0,07	0,46-1,88	0,87
14	1,01-2,29	1,35	0,07-0,16	0,11	0,02-0,08	0,04	0,42-1,35	0,73

Tableau VII : Concentration du colostrum et du lait de chamelle en facteurs antibactériens (Elagamy et al., 1992).

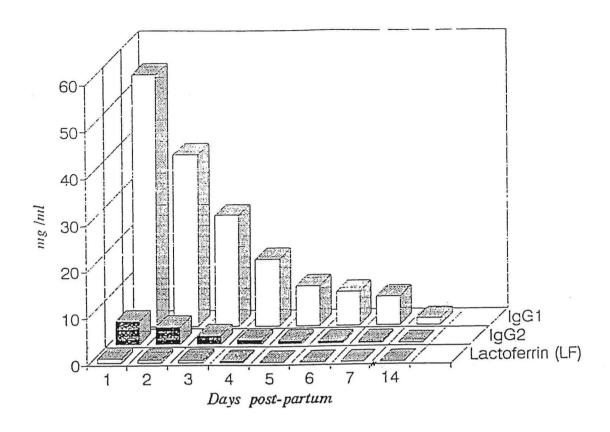


Figure 1 : Concentration du colostrum et du lait de chamelle en IgG1, IgG2 et Lactoferrine.

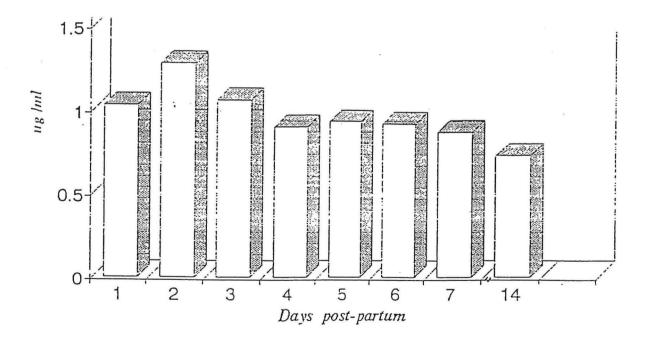


Figure 2 : Concentration du colostrum et du lait de chamelle en lysozyme

No.

La concentration du lysozyme dans le lait de vache et de dromadaire est résumé dans le tableau VIII :

	ns le lait de dro		Lysozyn de	vache	dans le	Lysozyme dans le lait de femme
Barbour et al.,	Duhaiman,	Elagamy,	Persson,	Chandan et	Reiter, 1985	Chandan et al.,
1984	1988	1989	1992	al., 1968		1968
2,88 μg/ml	5,00 μg/ml	0,15 μg/ml	0,15	1,2 μg/ml	0,03-0,65	400 μg/ml
			μg/ml		μg/ml	

Tableau VIII: Concentration du lysozyme dans le lait de vache et de dromadaire.

On peut donc conclure que la concentration en lysozyme dans le colostrum de dromadaire est supérieure à celle de la vache. Ce taux est très important et mérite de plus amples recherches. En effet, le lysozyme est une protéine du lait qui a des effets bactéricides et qui accroît l'activité des anticorps.

1.3.2.3. Une hormone peptidique: l'insuline

Beg ou et al., 1986, ont trouvé dans le lait de dromadaire une protéine similaire à l'insuline. Cette protéine, isolée par chromatographie liquide est riche en proline (25%), et la séquence amino acide terminale N montre que la molécule correspond à la région terminal C d'une béta caséine d'autres espèces. La protéine semble donc être un fragment de Béta caséine, dérivé d'un clivage non tryptique d'une protéine, qui de plus présente une communauté antigénique avec l'insuline.

Ainsi, Yagil et al., (Nouakchott), ont utilisé des anticorps anti-insuline (RIA test pour l'insuline) (Coat-A-Count, Diagnostic Product Corp., Los Angeles, USA), et ont mis en évidence une concentration élevée d'insuline-like, de 40 UI/l.

1.3.3. Les vitamines

Peu d'informations sont actuellement disponibles sur le lait de dromadaire. Le tableau IX rassemble ces différentes données :

Données en mg/Kg	Lai	t de drom:	adaire	Lait de vache	Lait de bufflonne	Lait de jument	Lait de chèvre	Lait de brebis
Vitamine	Sawaya et al. 1984	Knoess 1977	FAO 1995	Ciba-Geigy 1977	FAO, 1995	FAO, 1995	FAO, 1995	FAO, 1995
Vitamîne A	0,15	- '	037-1,26	0,17-0,38	0,48-0,69	-	0,24	0,83
Thiamine (vit.B1)	0,33	0,60	-	0,28-0,90	0,40-0,80	0,28	0,41	0,85
Riboflavine (FAD)	0,42	0,80	-	1,2-2,0	1,07-1,65	0,38	1,38	3,30
Pyridoxine (vit.B6)	0,52	-	-	0,40-0,63	0,23-0,70	-	0,60	0,75
Vitamine B12	0,002	-	0,0023- 0,0039	0,002-0,007	0,0004-	-	0,0008	0,006
Niacine (NAD)	4,6	-	-	0,5-0,8	0,80-1,72	0,70	3,28	4,28
Acide folique (vit.B9)	0,004	-		0,01-0,10	-	-	0,006	0,006
Acide pantothénique (vit.B5)	0,88	-	-	2,6-4,9	-			
Vitamine C	24	23	57-98	3-23	0-0,30	145,0	4,20	47,0

Tableau IX : Les vitamines du lait de différentes espèces animales.

Comparons de la teneur en vitamines du lait de chamelle par rapport à la teneur des autres laits (selon les données de la FAO,1995).

Certaines vitamines sont en quantités plus faibles dans le lait de dromadaire comparé au lait de vache :

- thiamine ou vitamine B1,
- riboflavine ou vitamine B2,
- acide folique ou vitamine B9,
- acide pantothénique ou vitamine B5.

Le lait de dromadaire et de vache contiennent autant des vitamines suivantes :

- pyridoxine ou vitamine B6,
- vitamine B12 : les concentrations sont supérieures à celles observées pour la chèvre et la brebis,
- vitamine A.

Enfin, deux vitamines sont retrouvées en quantités plus importantes dans le lait de dromadaire :

- vitamine C,
- niacine ou NAD ou vitamine PP.

Le taux élevé de vitamine C dans le lait de chamelle a été confirmé par plusieurs études (Knoess, 1979; Mehaia et Al-Kahnal, 1989; Farah et al., 1992).

Le tableau X récapitule le rôle physiologique de ces vitamines ainsi que les conséquences de leurs carences.

Vitamines	Rôle physiologique	carence et ses conséquences	
Vitamine E	- intervient comme facteur antioxydant - semble également intervenir d'une manière spécifique au niveau de l'appareil génital	déterminerait des troubles de la reproduction	
Vitamine A	intervient dans la constitution de la Rhodopsine (pigment visuel), nécessaire à la vision nocturne	 héméralopie (perte de la vision crépusculaire) diminution de la résistance aux infections 	
Thiamine (Vit.B1)	intervient dans le métabolisme intermédiaire et énergétique	- béribéri, essentiellement des troubles nerveux et cardio-vasculaires; forme frustres : nausées, vomissements, lassitude, anorexie - polynévrites	
Niacine (NAD)	Métabolisme énergétique		
Riboflavine (FAD)	intervient dans le métabolisme intermédiaire et énergétique		
Pyridoxine (Vit.B6)	intervient sous forme de coenzyme dans les réactions de transamination et de décarboxylation des acides aminés, c'est à dire dans tous les processus fondamentaux de catabolisme des acides aminés	- acrodynie (enfants de 6 mois à 8 ans : tuméfactions rouges et douloureuses au niveau des pieds et des mains) - lésions nerveuses	
Vitamine B12	- intervient dans la formation du sang (indispensable à la maturation des globules rouges) - intervient dans le métabolisme lipidique	troubles de l'hématopoïèse : anémie de Biermer (anémie hyperchrome mégalocytaire)s	
Acide folique (Vit.B9)	- intervient dans la formation du sang (indispensable à la maturation des mégaloblastes) - intervient dans le métabolisme des acides aminés	- troubles de l'hématopoïèse : anémie - troubles de la croissance	
Acide pantothénique (Vit.B5)	intervient sous forme de coenzyme A; ce coenzyme est essentiel dans le métabolisme intermédiaire, en particulier dans l'oxydation des acides gras	aucune carence n'a été décrite dans l'espèce humaine	
Vitamine C	 facteur antioxydant (stimule les défenses naturelles de l'organisme) cofacteur enzymatique 	scorbut : essentiellement des hémorragies cutanées (follicules pileux), muqueuses (gingivales), profondes (tissu conjonctif sous- cutané)	

Tableau X : Rôles physiologiques des vitamines du lait de dromadaire et conséquences de leurs carences (Domart et Bourneuf, 1976).

1.3.4. Les minéraux

Les concentrations de minéraux varient fortement d'un lait à l'autre.

Les teneurs du lait de dromadaire et de vache en sodium, potassium, calcium, magnésium et phosphore sont résumées dans le tableau XI :

Espèce	Na	K	Ca	Mg	P	Référence
	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l	
Brebis	0,42	1,50	2,0	0,18	1,18	FAO,1995
Chèvre	0,37	1,55	1,35	1,14	0,92	FAO,1995
Jument	0,19	0,68	1,10	0,085	0,55	FAO,1995
	0,59	1,73	1,15	0,14	0,84	Abu-Lehia, 1987
	0,36	0,60	1,32	0,16	0,58	Gnan et al., 1986
	0,36	0,62	1,16	0,08	0,71	Hassan et al., 1987
Dromadaire	0,69	1,56	1,06	0,12	0,63	Mehaia et al., 1989
	0,437 +/-	1,654 +/-	1,46 +/-	0,17 +/-	1,0082 +/-	Gorban et al, 1997
	0,092	0,3715	0,1	0,09	0,26	
	0,902 +/-	2,11 +/-	1,462 +/-	0,108 +/-	0,784 +/-	Bengoumi et
	0,091	0,294	0,248	0,013	0,10	al.,1994
Vache	0,35-0,60	1,35-1,55	1,00-1,40	0,10-0,15	0,75-1,10	Farah, 1993

Tableau XI: Teneur du lait de dromadaire et de vache en Na, K, Ca, Mg et P.

Les oligo-éléments sont des éléments minéraux présents dans l'organisme en faibles quantités. Certains oligo-éléments ont un rôle important dans le métabolisme cellulaire, et leur carence alimentaire peut être responsable de troubles sévères. Il s'agit notamment de l'iode, du magnésium, du zinc, du cobalt et de l'alumine (Domart et Bourneuf, 1976).

Les teneurs du lait de différentes espèces en fer, en cuivre, en zinc, en manganèse et en iode sont données dans le tableau XII :

Espèce		Fe (µg/l)	Cu (µg/l)	Zn (µg/l)	Mn (µg/l)	I (μg/l)	Référence
vache		200-500	100-400	300-600	10-30	10-300	FAO,1995
bufflonne		800-1 100	180-250	2 400-6 200	50-170	-	FAO,1995
jument		590	280	2 000	50	20	FAO,1995
chèvre		550	400	3 200	60	-	FAO,1995
brebis		200-1500	300-1 760	1 000-1 0000	80-360	-	FAO,1995
chamelle	moyenne +/- écart type (min-max)	3 410+/-745	(30-190)	2 870 +/- 814	193,0+/- 0,123 (171,2-217,6)	98 +/- 21	Bengoumi et al., 1994
		2 500 +/- 200	-	4 300 +/- 400	193,9 +/- 0	-	Ali M.S. Gorban et al., 1997

Tableau XIII: Teneur du lait en fer, en cuivre, en zinc, en manganèse et en iode.

Le lait de chamelle se caractérise par une grande richesse en fer, en zinc, en manganèse ainsi qu'en iode.

L'iode intervient dans la synthèse des hormones thyroïdiennes ; l'apport journalier recommandé est de 200 µg/ jour. Son absorption se fait au niveau de la muqueuse intestinale.

Une carence peut entraîner un goître, une croissance réduite et des problèmes de reproduction. Ainsi, 2 litres de lait de chamelle par jour suffisent à couvrir les besoins journaliers (Louisot, 1983).

L'iode n'est trouvé dans le lait que dans la mesure où le sol et l'eau en sont pourvus. On les retrouve surtout dans les zones côtières, cet élément étant apporté par les embruns et les pluies maritimes (FAO, 1995). Aucune donnée bibliographique ne nous permet de dire si l'iode est lié en grande quantité aux protéines ou s'il est essentiellement sous forme libre.

Le fer, métal très répandu dans la nature, est en faible quantité dans le corps humain (4 à 5 g). L'organisme n'est capable d'en absorber qu'un mg par jour, par voie intestinale. Le fer est un constituant de l'hémoglobine (globules rouges); les besoins sont donc accrus en cas de saignements (Domart et al., 1976). Les carences en fer se manifestent par de l'anémie, une infection de l'essoufflement et de l'inappétence. On le retrouve également au niveau de la myoglobine (présente dans les muscles striés), des cytochromes (transport des électrons dans les chaînes respiratoires), les peroxydases (oxydation de certains substrats en utilisant l'H2O2) et les catalases (enzyme qui décompose l'eau oxygénée) (Louisot, 1983).

La consommation du lait de chamelle, à raison de un quart, voir un demi-litre de lait permettrait en théorie de couvrir largement les besoins journaliers en fer. Cependant, on sait que le lait de vache est une mauvaise source de fer pour l'homme en raison de sa biodisponibilité; il est en effet lié aux caséines (à fraction de faible poids moléculaire pour 60 % environ) (FAO, 1995). On peut supposer qu'il en est de même pour le lait de dromadaire; néanmoins, ce phénomène peut-être compensé par la forte teneur en fer du lait de dromadaire.

Le manganèse est un métal très proche du fer dont certains sels sont employés dans le traitement des anémies (Domart *et al.*, 1976). Il joue le rôle d'activateur d'enzymes et permet la synthèse d'ATP, d'hémoglobine, de phospholipides et de mucopolysaccharides (Louisot, 1983). Un manque de manganèse provoque des troubles de la reproduction et des lésions articulaires. Le lait de chamelle se distingue du lait des autres espèces par sa teneur élevée en manganèse.

Le zinc intervient dans la synthèse de protéines et c'est un des constituants essentiels d'un grand nombre d'activités enzymatiques (déshydrogénase, catalase et anhydrase carbonique). En cas de carences, on observe des problèmes de peau et de croissance (FAO, 1995). L'apport journalier recommandé est de 15 mg.

Le sodium a un rôle fondamental dans les échanges hydriques (c'est l'agent essentiel de la rétention d'eau dans l'organisme), au niveau du rein ainsi que dans le maintien de l'équilibre acido-basique où il intervient associé aux bicarbonates (Domart et al., 1976).

1.4. Variations de la composition du lait

Comme le montrent les différents tableaux étudiés dans les précédentes parties, la composition du lait de dromadaire est très différente selon les auteurs.

Les teneurs en nutriments des différents laits des différentes espèces sont susceptibles de varier en fonction de l'alimentation (type de fourrage ingéré) ou de la durée de la lactation.

Ces variations sont beaucoup plus importantes chez les camélidés, où la teneur en eau varie selon le degré de sécheresse de l'environnement (91 % en saison sèche contre 86 % en saison des pluies).

La figure 3 résume les différents facteurs de variation de la composition du lait.

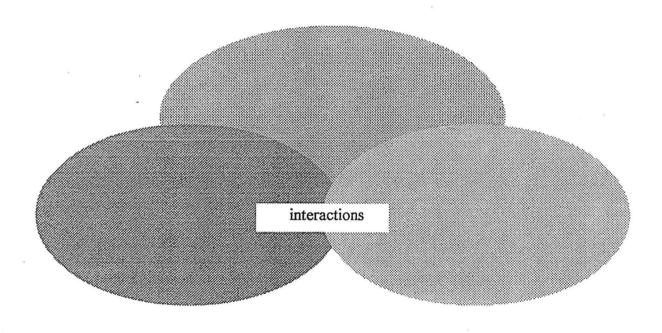
L'étude du lait de chamelle montre une richesse de ce lait en différents nutriments dont nous avons essayé de dégager en première partie les propriétés biologiques ainsi que leurs importances médicales.

Le lait de chamelle se caractérise par une richesse en acides gras essentiels, en vitamine C, en facteurs anti-bactériens, en insuline et en prostaglandines. Le lait de chamelle de Bactriane est un produit très gras (2 fois plus gras que le lait de bovin produit dans les mêmes conditions) et permet par son produit transformé, le "shubat", d'excellentes performances nutritionnelles (Bonnet, 1996b).

La deuxième partie de ce travail réunit les données disponibles actuellement sur les propriétés médicinales du lait de chamelle, et essaie de faire le lien avec les caractéristiques nutritionnelles de ce lait.



Facteurs liés à l'animal performance individuelle, sélection, race stade de lactation stade de gestation si recouvrement rang de lactation et âge présence du jeune niveau de production état sanitaire type de défense de la mamelle



Factours lies à l'environnement saison photoperiodisme temperature région mois de mise bas

Facteurs liés aux conditions d'élevage traite logement alimentation, plantes consommées complémentation disponibilité en eau, rythme d'abreuvement mode d'élevage, transhumant, intensif longueur du déplacement fréquence de traite

figure 3 : Composition du lait et facteurs de variation (Bonnet, 1996a).

2. PROPRIETES MEDICINALES DU LAIT DE CHAMELLE

Selon différentes données bibliographiques, le lait de chamelle semble avoir plusieurs vertus médicinales. Les résultats de différents travaux sont exposés dans cette deuxième partie.

2.1. Le lait de chamelle : une forte valeur nutritive

Le lait de chamelle est très riche en vitamine C (environ 5 mg/100 ml), ce qui en fait un élément vital quand il y a pénurie en fruits et en légumes verts (Knoess, 1976), et représente un apport de 70 calories/100 g.

Sa teneur en eau et en éléments minéraux est également importante (El Amin, 1979).

Ainsi, selon Spore, 1986, un troupeau de 28 dromadaires SERAIT suffisant pour faire vivre une famille de 6 personnes, alors qu'il faudrait 64 bovins pour obtenir les mêmes résultats.

Selon Yagil, 1980, le lait d'une chamelle est suffisant pour faire survivre 20 enfants ; 39 kg de lait de chamelle permettraient de couvrir les besoins en calories d'une famille Rendille (Kenya) de 12 personnes, 17 kg de lait couvriraient leurs besoins en protéines (Mukassa, 1985). La production laitière des chamelles Rendille est d'environ 1 300 litres de lait par an, soit 3,5 litres de lait par jour. Pour une famille de 12 personnes, 11 chameaux seraient nécessaires pour couvrir les besoins en calories et 5 chameaux pour les besoins en protéines. Or, le troupeau moyen ne comprenant que 8 femelles en lactation, la traite des petits ruminants permet de couvrir ce déficit.

Enfin, selon Hjort, 1986, un troupeau de 28 dromadaires serait nécessaire pour assurer les besoins d'une famille somalienne de 6 personnes (318 g de protéines par jour et 13 800 kcal), dont le père aurait 30 ans, la mère 25, les enfants 3 ans, 8 ans, 15 ans (fille) et 18 ans (garçon).

D'autres chiffres peuvent permettre de comprendre l'importance du lait de chamelle dans l'alimentation des familles nomades. Ainsi, 4 kg de lait de chamelle couvrent les besoins calorifiques quotidiens d'un homme adulte et 1,8 Kg ses besoins en protéines (Dahl et Hjort, 1976). 18 à 20 chameaux peuvent assurer les besoins d'une famille nomade pendant toute l'année, ceci en supposant que la moitié des animaux soit gravides (Sweet, 1965; Lundholm, 1976).

Selon les données de l'UNICEF, 1992, il y aurait 145 millions d'enfants mal nourris, et 4 à 5 millions mourraient tous les ans de diarrhées. 8 à 10 % de ces enfants auraient moins de 2 ans. C'est pourquoi des recherches sont menées dans le but d'utiliser le lait de chamelle comme alternative au lait de femme (Yagil et al., 1994).

Enfin, il ne faut pas oublier que la faible teneur en matières grasses du lait de chamelle en fait un aliment très digestible.

2.2. Le lait de chamelle : un fortifiant

Yagil et al., (1994), exposent le cas d'un homme adulte qui pour palier à une intense fatigue leur demanda du lait de chamelle. Cela faisait 2 ans que cet homme ne travaillait pas plus de 2 heures par jours. Il avait essayé différents traitements contre la fatigue, ceci sans

résultats et les différents examens médicaux auxquels il s'était soumis n'avaient pas permis de déceler la cause de sa fatigue. Les auteurs affirment que la boisson du lait de chamelle procura à cet homme une rapide amélioration de son état général, et après quelques temps, il avait repris un travail journalier de 8 heures. Les auteurs s'interrogent sur la possibilité d'une réaction psychosomatique. Cependant, cet homme affirme que le lait de chamelle provoque une sensation de satiété qui dure plus de 10 heures après son administration, phénomène également décrit par les bédouins.

De même, les musulmans sont favorables à la consommation du lait de chamelle qui selon eux redonne force et bonne santé (Abeiderrahmane, 1994).

Une autre expérience, relatée par Nathan et al., 1996, tend à montrer l'importance du lait de chamelle dans la nutrition et le maintien en bonne santé de ses consommateurs. Leur étude a consisté à étudier la morbidité, le régime alimentaire et le modèle de croissance afin d'évaluer la conséquence de la sédentarisation sur 3 communautés Rendille (1 sédentaire et 2 nomades) du nord du Kenya, ceci à l'aide de mesures, d'examens médicaux et de mesures de concentration d'hémoglobine sur 105 mères et 174 de leurs enfants âgés de moins de 6 ans. Cette étude a été menée en juillet 1990, année où la pluviométrie fut supérieure à la moyenne, puis à nouveau en juin 1992, année de sécheresse. La communauté sédentaire présenta plus de malnutrition parmi les enfants que les communauté nomades. Le taux d'anémie était plus élevé chez les enfants sédentaires. Ces différences furent attribuées au régime alimentaire, riche en amidon, en sucre et en matières grasses chez les enfants sédentaires et abondants en lait de chamelle (3 fois plus) chez les enfants nomades. Cette étude fait donc apparaître que la consommation de lait de chamelle permet aux enfants d'être plus résistants en période de sécheresse.

Ainsi, au Sahara Occidental, le lait de chamelle est vendu essentiellement aux personnes âgées et malades (Bonnet, 1996a).

2.3. Le diabète sucré

2.3.1. Qu'est-ce-que le diabète sucré?

On distingue deux types de diabète (Moraillon et al., 1992) :

- <u>le diabète de type I</u> : il se traduit par une carence absolue en insuline. Il est encore appelé diabète insulinodépendant ou diabète insulinoprive.
- le diabète de type Π : il est du à un défaut d'action de l'insuline. On le nomme diabète non insulinodépendant ou diabète insulinorésistant.

Nous n'aborderons ici que le traitement du diabète de type I par le lait de dromadaire.

Le diabète sucré se traduit par une hyperglycémie chronique associée, en général, à une glucosurie. Cliniquement, on observe une polyurie et une polydipsie, associées à une polyphagie, une perte de poids. Sans traitement, le diabète sucré se complique, entraînant des troubles oculaires (cataracte), urinaires (cystite emphysémateuse), cutanés et neurologiques. Les complications métaboliques (acidocétose diabétique et coma hyperosmolaire) peuvent engendrer la mort du sujet diabétique.

Le diabète sucré insulinopénique est dû à une insuffisance ou une absence de synthèse d'insuline (lésion des îlots béta de Langerhans) qui augmente le transit du glucose à travers les membranes des adipocytes et des cellules musculaires dès que la concentration du glucose est supérieure à la normale ; on a donc une insulinémie très basse, voire nulle. Le traitement, palliatif, consiste en l'insulinothérapie (Domart *et al.*, 1981).

2.3.2. Essais de traitement du diabète sucré avec le lait de chamelle

Un entretien de Yagil et al., (1994), avec les bédouins montre qu'ils traitent leurs diabètes sucrés en buvant du lait de chamelle. Le Dr Liberman, endocrinologue, a réussi à stabiliser des cas de diabète sucré chez des jeunes en leur faisant absorber du lait de chamelle (Yagil et al., 1994).

Or, nous avons vu que le lait de chamelle contenait une quantité importante d'insuline (40 UI/l). Des études ont donc été entreprises sur des lapins, soumis à une diète totale pendant 24 heures (pour limiter la synthèse d'insuline endogène). L'administration par voie orale de lait de chamelle montre une baisse importante de glycémie sur les lapins "traités" après administration du lait, par rapport aux lapins "non traités"; Yagil et al. en concluent que l'insuline contenue dans le lait de chamelle en est la cause.

Cependant, dans le traitement du diabète sucré, on n'administre jamais l'insuline par voie orale, celle-ci étant dégradée par l'acidité de l'estomac; de plus, le lait coagule dans l'estomac, ce qui permet à certaines enzymes (pepsine) de dégrader les protéines. Ce phénomène n'intervient pas chez le dromadaire : il est en effet difficile de fabriquer du fromage à partir du lait de dromadaire, en raison de sa faible capacité à coaguler (Abu-Lehia, 1989). Le lait de dromadaire a donc un temps de séjour rapide dans l'estomac; l'insuline est donc dégradée en faible quantité, et une forte dose peut être absorbée par la suite (Yagil *et al.*, 1994).

2.4. La tuberculose

2.4.1. La maladie

La tuberculose humaine est une infection bactérienne chronique, nécrosante, due à un bacille, *Mycobacterium tuberculosis*, parasite intracellulaire facultatif. Dans de rares cas, on trouve des tuberculoses dues à *Mycobacterium bovis* et *Mycobacterium africanum* (Kernbaum, 1996).

C'est un germe aérobie strict, très riche en lipides (60 % de son poids sec), surtout au niveau de sa paroi, ce qui le rend hydrophobe, et surtout plus résistant que d'autres bactéries à divers antiseptiques et antibiotiques (Pilly, 1993).

C'est une maladie contagieuse se transmettant soit par contact direct interhumain, le plus souvent par la salive du tousseur, soit par voie cutanée, muqueuse et digestive par ingestion de lait cru contaminé (Domart, 1976).

On estime que le tiers de la population mondiale est infecté, soit 1,7 milliards d'individus (Kernbaum, 1996), et qu'elle tue annuellement 3 millions de personnes, chiffres supérieurs à ceux du début de siècle (Gruhier, 1997). Cette augmentation d'incidence semble due à l'infection croissante par le HIV, virus immunodépresseur.

La tuberculose est beaucoup plus d'actualité qu'on ne pourrait le croire : le 22 octobre 1997, une alerte a été lancé par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) annonçant qu'il existait dans le monde des zones sensibles où l'apparition de souches pharmacorésistantes rendait impossible de protéger les populations. Ainsi, ces zones pourraient être bientôt à l'origine d'une nouvelle vague mondiale de tuberculose presque incurable. Les pays actuellement touchés sont la Russie (la tuberculose est aujourd'hui la première cause de mortalité : en cinq ans, la maladie a augmenté de 80 % et la mortalité a doublé), l'Estonie, la Lettonie, l'Inde, la République Dominicaine, l'Argentine et la Côte d'Ivoire ; ces pays étant des centres régionaux de voyages, d'émigration et d'activité économique, il y a un grand risque de propagation de ces bacilles (Gruhier, 1997).

On distingue différents types de tuberculose selon la localisation des bactéries (Domart, 1976) :

- la tuberculose pulmonaire commune : elle se manifeste par une fatigue générale, un amaigrissement, de la toux, de la fièvre et une hémoptysie brutale ainsi qu'un pneumothorax spontané.
- la tuberculose osseuse : les os atteints sont en priorité le rachis (mal de Pott), la hanche le genou et le pied. On observe une gêne locale (gonflement, douleur), puis il y a destruction de l'os et du cartilage suivi d'un stade de réparation aboutissant à des déformations et des ankyloses.
- la tuberculose rénale : cette localisation tardive survient chez un ancien tuberculeux et se manifeste par des cystites et une pyurie.
- la tuberculose génitale : chez l'homme, on observe une atteinte de l'épididyme, des signes de cystite et parfois une orchite qui peut être responsable de stérilité. Chez la femme, les localisations habituelles sont les trompes et l'utérus, entraînant des cas de stérilité ou de grossesses extra-utérines.
- la tuberculose intestinale : assez rare, cette localisation donne des diarrhées rebelles, parfois hémorragiques avec une sténose intestinale localisée.
- la tuberculose cutanée : elle se traduit par un lupus tuberculeux au niveau du visage, placard rougeâtre, indolore et largement squameux.

Le traitement consiste en l'association de 3 antibiotiques pendant une longue période (6 mois) : la Rifampycine, l'Isionazide et l'Euthambutol.

2.4.2. Utilisation du lait de chamelle dans le traitement de la tuberculose pulmonaire

Plusieurs publications mentionnent l'utilisation du lait de chamelle dans le traitement de la tuberculose pulmonaire; citée de façon anodine, sans renseignement, cette affirmation peut sembler farfelue. Nous avons retrouvé 2 articles scientifiques russes où le protocole du traitement ainsi que des exemples précis sont exposés. Nous développerons donc ces deux exemples dans le paragraphe suivant.

Les premiers travaux recueillis dans la littérature datent des années 1970, où différents traitements de tuberculose ont fait intervenir du lait de chamelle. Akhundov *et al.* furent les premiers en 1972 à publier cette expérimentation sur des cas de tuberculoses pulmonaires. Ils y exposent les résultats du traitement de la tuberculose humaine à l'aide d'un mélange antibactérien et un produit du lait de chamelle le "chal".

Il est tout à fait possible de traiter la tuberculose pulmonaire avec l'emploi seul d'antibiotiques (90 % de guérison), ceci sur une longue période, ce qui n'est pas toujours sans effets sur l'organisme humain (intolérance). Il semble alors necessaire de coupler ce traitement avec des vitamines, des "stimulants". Le "chal" semble alors le complément idéal de ce traitement.

Des essais ont donc été tentés sur 56 personnes atteints de tuberculose pulmonaire, qui reçurent un traitement à base d'antibiotiques et de "chal". Afin de pouvoir effectuer des comparaisons, 45 autres personnes ne prirent que des antibiotiques au cours de leur traitement. Les observations lors du traitement montrent une amélioration de l'état général des deux groupes, mais beaucoup plus importante chez les sujets recevant du "chal".

Il est ensuite mentionné l'exemple de deux personnes atteintes de tuberculose pulmonaire. La première, âgée de 26 ans entra le 16 mars 1970. Le diagnostic posé fut celui d'une tuberculose pulmonaire d'un stade avancé. Aucune modification hématologique ne fut mentionnée au cours des différents examens. La radiographie permit de révéler des lésions importantes au niveau du lobe pulmonaire gauche. Un traitement à base d'antibiotiques seuls fut entrepris. Au bout de deux mois, une amélioration fut notée, mais les lésions pulmonaires étaient encore importantes. Les médecins décidèrent alors de compléter le traitement par l'absorption de "chal". Ils observèrent une grande amélioration au bout de un mois, et une complète guérison à l'issue du deuxième mois. Ils en déduisent que l'utilisation du "chal" dans le traitement de la tuberculose permettait d'accélérer la guérison.

Le deuxième cas décrit concerne un patient âgé de 30 ans, souffrant de tuberculose pulmonaire importante. Quatre mois de traitement à base d'antibiotiques ne permirent pas de venir à bout de la maladie. Il fut alors ajouté du "chal" au traitement, qui devint alors beaucoup plus efficace.

Les médecins de cette clinique conclurent sur la supériorité du traitement à base d'antibiotiques combiné à la boisson du "chal".

Urazakov, dans un article de 1974, expose les essais réalisés dans le sanatorium russe, "Tushbek", fondé en 1965, situé à 18 km du village Shepte à 240 mètres d'altitude. Il fut administré par voie orale du lait fermenté de chamelle ("shubat") dont la composition chimique était en moyenne la suivante : 4,93 % de protéines, 8,9 % de matières grasses, 1,42 % de lactose, 7,9 mg / 1 de vitamine C et une grande quantité d'oligo-éléments. La valeur énergétique était de 108,8 kcalories / 100 ml. Ce lait tourné était fabriqué dans des fermes spécialisées, sous contrôle médical et alimentait la clinique journalièrement.

Le traitement se déroula en clinique, sous la direction d'un spécialiste en maladies infectieuses, sur une période de 7 ans; 1 674 personnes dont 56 % souffraient d'une forme aiguë de tuberculose, reçurent un traitement à base de lait de chamelle et d'une préparation antibactérienne. La répartition des malades selon les classes d'âge était la suivante : moins de 20 ans : 31,7%, de 21 à 30 ans : 24,1 %, de 31 à 40 ans : 21 %, de 41 à 50 ans : 13,4 %, de 51 à 60 ans : 7 % et plus de 61 ans : 2,4 %.

La dose de lait de chamelle, initialement de 0,5 litre, fut progressivement augmentée jusqu'à atteindre 2 litres par jour. Le traitement s'étala sur une période de 2 à plus de 4 mois. Il n'y a eu apparemment aucun problème d'intolérance au traitement, et une rapide amélioration de l'état

général fut observée chez les patients. Il permit de stimuler les processus de régénération et de rétablir les paramètres sanguins.

Des exemples précis de cas de guérisons sont exposés dans cet article (date d'entrée du patient, âge, symptômes...). Peu d'informations sont données sur les qualités nutritionnelles du lait de chamelle qui pourraient expliquer la guérison plus rapide chez les sujets qui ont reçu en parallèle du lait de chamelle. Il semblerait que la richesse de ce lait en vitamine C, en acides aminés, en minéraux et en calories permettent à l'homme de mieux lutter contre la maladie. Il jouerait le rôle de fortifiant.

Ainsi, le lait de chamelle ne peut se substituer à l'utilisation d'antibiotiques dans le traitement de la tuberculose, mais il semble être un élément important de la thérapeutie, permettant à l'homme de contrer les effets d'une immunité cellulaire affaiblie. Notons cependant la présence dans le lait de vache de *Streptococcus lactis* qui synthétise la nisine, facteur antibactérien actif contre le bacille tuberculeux. Il pourrait être intéressant de la rechercher dans le lait de dromadaire.

2.5. Diarrhées et troubles respiratoires des enfants

Selon le Programme "INCO-COPERNICUS", il est possible que le lait de chamelle, administré par voie orale, traite certaines diarrhées d'enfants; il en serait de même pour quelques troubles respiratoires.

Aucunes données n'ont été relevées actuellement dans la bibliographie concernant le traitement de ces troubles par le l'administration du lait de chamelle. Cependant, des travaux ont démontré l'existence de facteurs antibactériens et antiviraux dans le lait de dromadaire. Des essais d'inhibition de pousse bactérienne ont donc été entrepris, cela en comparaison avec le lait de vache.

Gnan et al., 1986 ont comparé la composition antimicrobienne du lait de chamelle à celle de vache, en utilisant deux méthodes : le dénombrement bactérien et la capacité à inhiber la pousse bactérienne sur gel. Huit micro-organismes ont été utilisés : Escherichia coli (1), Proteus melanovogenes (3), Klebsiella pneumonia (2), Streptococcus pyogenes (5), Staphilococcus aureus (4), Saccharomyces cerevisiae (6), Bacillus anthracis (7) et Bacillus megaterium (8).

Les résultats sont exposés dans le tableau XIV :

Bactérie				Nombre de colon	
(souche)	colonies sans lait	drom:	adaire	15 %	che 30 %
1	300	18	11	100	120
2	250	130	100	150	140
3	260	100	80	170	140
4	230	56	50	150	130
5	280	50	90	80	160
6	300	25	20	70	90
7	200	50	40	80	150
8	290	90	60	150	110

Tableau XIV : <u>activité antimicrobienne du lait de dromadaire et de vache par</u> dénombrement bactérien.

Il apparaît évident que le lait de chamelle a une activité antibactérienne beaucoup plus élevée que le lait de vache. Une inhibition plus importante est observée avec *E. coli* et *S. cerevisiae*.

La deuxième méthode donne presque les mêmes résultats. Ils sont présentés dans le tableau XV.

Bactérie (souche)	Degré d'inhibition avec le	Degré d'inhibition avec le lait
	lait de dromadaire	de vache
::: · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	7	3
2	12	2
3	11	2
4	9	1
5	4	_
6	11	2
7	6	=
8	 4	_

Tableau XV : Activité antimicrobienne du lait de dromadaire et de vache par inhibition de la pousse bactérienne sur gel

L'inhibition est grande envers E. coli, K. pneumonia, P. melanovogenes et S. cervisiae.

Le petit lait et la caséine du lait de dromadaire sont alors séparés et l'expérience est refaite. Le tableau XVI retranscrit ces résultats :

Bactérie (souche)	Degré d'inhibition avec le	Degré d'inhibition avec la
	petit lait	caséine
1	9	6
2	15	8
3	13	11
4	12	8
5	8	0
6	11	8
7	11	7
8	6	0

Tableau XVI : Activité antimicrobienne du petit lait et de la caséine du lait de dromadaire par inhibition de la pousse bactérienne sur gel.

Ainsi, après séparation du petit lait et de caséine, une inhibition maximum est constatée avec le petit lait. Le petit lait est donc riche en composés antimicrobiens.

L'inhibition avec le petit lait est plus importante sur K. pneumonia, S. cervisiae, P. melanovogenes et B. anthracis.

Des études plus détaillées ont été effectuées sur les composants antibactériens du lait de dromadaire.

Ainsi, Duhaiman (1988), a testé l'inhibition du lysozyme sur *Escherichia coli* et *Micrococcus lysodeikticus*. Les résultats démontrent que l'activité antibactérienne de cette molécule est moins importante que celle du blanc d'œuf et celle du lait de femme.

De même, Barbour *et al.* (1984), ont étudié la relation entre l'activité antimicrobienne du lait de dromadaire et le lysozyme présent dans le petit lait. 20 des 200 échantillons ont inhibé un ou plus des 6 agents pathogènes testés. Ces 20 échantillons contenaient 648 μg/ml (moyenne des échantillons sans effets : 62,6 μg/ml).

Puis, en 1992, Elagamy extrait le lysozyme, la lactoferrine, la lactopéroxydase et les immunoglobulines G et A, et testent leur activité antibactérienne envers *Lactococcus lactis subsp. cremosis*, *Escherichia coli*, *Staphilococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*.

Le lysozyme du lait de dromadaire semble avoir des effets antibactériens identiques à ceux du lysozyme du blanc d'œuf, mais qui diffèrent de ceux du lait de vache.

La lactoferrine du lait de dromadaire et du lait de vache ont des effets similaires.

Le lactopéroxydase du lait de dromadaire s'avère être bactériostatique envers les bactéries Gram+ et bactéricide envers les bactéries Gram -.

Enfin, en ce qui concerne les immunoglobulines, leur effet antibactérien semble être infime, mais beaucoup d'anticorps sont détectés dans le lait de dromadaire.

Essayons de classer ces différentes bactéries, selon les troubles qu'elles occasionnent et selon leur gram.

a. Les bactéries Gram -

les entérobactéries

Escherichia coli

C'est un germe aérobie, responsable de maladies entériques chez l'homme. Il provoque des diarrhées principalement chez les enfants âgés de 2 à 3 ans. Il peut également être responsable de diarrhées avec d'importantes sécrétions muqueuses (causée par une entérotoxine thermolabile ou thermostable, ou les deux à la fois). C'est ce que l'on appelle la "diarrhée du voyageur" ou tourista. Parfois, ce germe entraîne des dysenteries ; il s'attaque aux cellules de la muqueuse intestinale, ce qui provoque des ulcères. On retrouve alors du pus, du sang et du mucus dans les selles. Enfin, des cas de colites hémorragiques peuvent être observés, avec des selles très hémorragiques.

Le traitement de ces diarrhées repose sur l'utilisation d'antibiotiques : ampicilline, céphalosporine, aminosides, colistine, tétracyclines, association de trimétropine-sulfaméthoxazole, ceci si la diarrhée est grave. Dans les autres cas, plus bénin, on peut se contenter de réhydrater le malade.

Escherichia coli peut également être responsable d'infections urinaires, de **pneumonies** acquises à l'hôpital, ainsi que de méningites néonatales.

• Klebsiella pneumoniae

Ce germe aérobie et souvent encapsulé atteint généralement les personnes souffrant déjà d'une maladie débilitante (diabète sucré, alcoolisme, grippe).

Il est à l'origine de **pneumonies** brutales avec des crachats hémoptoïques (cela reste très rare : 1 à 5% des pneumonies bactériennes).

Il est également responsable d'infections urinaires, de méningites, d'infections de blessures et parfois de certaines épidémies de gastro-entérites infantiles.

Ce germe est sensible à l'utilisation de colistine, d'aminoside, d'acide nalidixique et à l'association trimétropine-sulfaméthoxazole.

Salmonella typhimurium

Cette bactérie aérobie est à l'origine de toxi-infections alimentaires collectives qui se manifestent par une **gastro-entérite aiguë** (12 à 14 heures après l'ingestion : vomissements, fièvre, diarrhées, déshydratation importante). Les aliments responsables de cette toxi-infection sont la viande de volaille et de bétail, le lait et les produits laitiers.

On observe également des cas de fièvres typhoïdes dues à l'eau de boisson contaminée par des matières fécales d'un malade ou d'un porteur sain. Les symptômes principaux sont : fièvre importante, diarrhée importante, splénomégalie.

Le traitement consiste en l'administration de chloramphénicol, d'ampicilline, de céphalosporines ou de tétracyclines.

b. Les bactéries Gram+

⋄ Streptococcus pyogenes

Ce streptocoque A, aérobie, reste une des cause majeure d'infections graves et invalidantes dans les pays du tiers monde ; il est essentiellement disséminé par le manque d'hygiène et la malnutrition.

Il provoque des angines chez les enfants âgés de 3 à 10 ans, la scarlatine, l'érysipèle (inflammation aiguë de la peau chez les nourrissons ou les personnes âgées), l'impétigo (surtout dans le tiers monde : inflammation spontanée de la peau saine), et plus rarement une broncho-pneumonie. L'évolution est généralement favorable, même sans antibiotique, sauf si apparaissent des complications toxi-infectieuses (diffusion de toxines).

Cette infection est rapidement jugulée à l'aide de pénicilline G, d'oracilline et de pénicilline V.

Bacillus anthracis

Ce germe aérobie et tellurique est l'agent du charbon. Il entraîne une atteinte de type septicémique. Il se manifeste chez l'homme, après une inoculation cutanée, par une pustule maligne, puis par des papules érythémateuses qui s'ulcèrent et donnent en 2-3 jours un escarre nécrotique noirâtre. Alors, les vésicules autour de la lésion s'assèchent et se nécrosent. Il y a généralement guérison en peu de temps, sans laisser de cicatrice.

Plus rarement, on peut observer un charbon pulmonaire par inhalation de spores, avec mort en 2-3 jours par septicémie.

Enfin, il existe également une forme gastro-intestinale (consommation de viande contaminée) à l'origine de diarrhées cholériformes, d'ascite et de fièvre, pouvant entraîner la mort.

Le traitement fait appel essentiellement à l'utilisation de pénicillines. Il est également possible d'utiliser l'érytromycine, les tétracyclines, le chloramphénicol et les sulfamides.

Staphilococcus aureus

Ce germe aérobie est le plus souvent à l'origine d'infections cutanées (folliculite, impétigo). Il peut également être responsable de conjonctivite, d'infections de la sphère génitale ou des voies aériennes (sinusite, otite, amygdalite, infections pulmonaires).

Il existe également des formes digestives (toxi infections alimentaires collectives) qui se manifestent par des **vomissements et des diarrhées** aqueuses abondantes (évolution favorable en 24-48 heures).

Ce germe a acquis beaucoup de résistance face aux antibiotiques. Sont efficaces la Vancomycine, la Pristinamycine et la Rifampicine.

<u>Bacillus megaterium</u>

Cette bactérie touche essentiellement les individus immunodéprimés.

Ainsi, seules des expérimentations in vitro ont été réalisées jusqu'à présent, montrant effectivement une activité bactériostatique et bactéricide du lait de chamelle ; il semble donc intéressant de tester in vivo les effets du lait de chamelle sur ces différentes bactéries, responsables de troubles intestinaux et respiratoires.

2.6. Traitement des ulcères de l'estomac

2.6.1. La maladie ulcéreuse

Elle se caractérise par une perte de substance de la muqueuse gastrique. Différents facteurs sont à l'origine des ulcères gastriques : le stress, le surmenage, certains médicaments anti-inflammatoires (aspirine, corticoïdes, phénylbutazone), une insuffisance hépatocellulaire qui entraînent une perturbation de la muqueuse de la barrière et donc une diminution des défenses ; des gastrinomes, des mastocytomes et des tumeurs du pancréas, qui augmentent la sécrétion gastrique (Domart et al., 1976).

Le traitement fait appel à des antagonistes des stimulants de la sécrétion acide, comme le montre la figure 4.

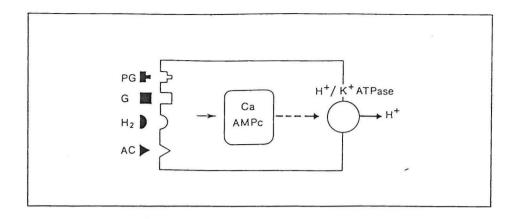


Figure 4 : Schéma de la cellule pariétale avec les principaux stimulants et inhibiteurs de la sécrétion acide.

Par l'intermédiaire de récepteurs spécifiques, gastrine (G) et acétylcholine (AC) accroissent le calcium intracellulaire (Ca), l'histamine stimule la production d'AMP cyclique (AMPc), que les prostaglandines inhibent. Calcium et AMPc régulent alors la sécrétion gastrique dont la dernière étape est la pompe à protons ou H+/K+ ATPase située au pôle apical de la cellule (Souquet et al., 1990).

2.6.2. Utilisation du lait de chamelle dans le traitement des ulcères gastriques

Sharmanov et al., 1981 ont démontré l'efficacité d'un régime à base de lait de jument et de lait de chamelle dans le traitement d'ulcères gastriques. L'étude a porté sur 164 patients, dont 50 étaient atteints d'ulcères à l'estomac et 114 d'ulcères duodénaux. Il y avait quatre fois plus d'hommes atteints que de femmes.

59 d'entre eux ont reçu du lait de jument (groupe 1), 40 autres du lait de chamelle (groupe 2) et enfin les 65 derniers du lait de vache (groupe 3). La "posologie" était la suivante : 200 ml par administration, cela six fois par jour, entre les principaux repas. Le traitement a duré 30 à 35 jours.

L'étude des signes cliniques et l'endoscopie de l'estomac et duodénum ont permis de suivre l'évolution des lésions chez ces différents patients. Au bout de 4 semaines, la douleur a disparu chez 47 patients (80%) du groupe 1, chez 30 patients (75%) du groupe 2 et chez 32 patients (50%) du groupe 3.

Ils ont observé une complète cicatrisation et une réduction de la taille de la plaie pour 93 % des personnes traitées au lait de jument, 90 % pour les malades traités au lait de chamelle et 70 % pour les autres (lait de vache). Les auteurs en déduisent, après divers dosages (Pepsine, HCl avant et après administration de lait) chez les individus des 3 groupes que le lait de chamelle et de jument ont des propriétés antiacides beaucoup plus importantes que le lait de vache:

Ainsi, on peut alors penser que les prostaglandines présentes dans le lait de chamelle cicatrise la plaie de l'ulcère, et que les propriétés bactéricides et la vitamine C participent à la destruction des bactéries.

2.7. Les calculs biliaires

2.7.1. Que sont les calculs biliaires?

Un calcul est une concrétion qui se constitue dans certains organes aux dépens des substances contenues dans les liquides de l'organisme.

Les calculs biliaires sont formés soit uniquement de cholestérol, soit de cholestérol et des sels de calcium, de la bilirubine et des glycoprotéines disposés concentriquement. Ils sont généralement multiples mais un seul calcul peut atteindre la taille d'un œuf de poule.

Ils sont relativement fréquents, surtout chez la femme (Erlinger, 1991).

Le traitement peut faire appel à différentes substances :

- l'acide chénodésoxycholique (acide biliaire)
- l'acide ursodésoxycholique

diminution de la saturation et de la sécrétion biliaire du cholestérol

- mélanges de monoterpènes
- inhibiteurs de l'HMGCoA réductase : simvastatine

pravastatine lovastatine

réduction de la saturation de la bile en cholestérol

- acide octanoïque (acide gras à chaîne moyenne)
- méthyl tert-butyl éther

dissolution des calculs

2.7.2. L'emploi de lait de chamelle pour le traitement des calculs biliaires

Il est mentionné l'utilisation du lait de chamelle dans le traitement des calculs biliaires chez l'homme, ceci en Asie Centrale (Faye, 1997). Ces informations, diffusées par le projet INCO-COPERNICUS, ne sont pas actuellement disponibles dans la littérature et vont faire l'objet de recherches ultérieures.

2.8. Affections hépatiques

2.8.1. Les hépatites

Une hépatite est une inflammation du foie, ayant pour cause soit des substances toxiques, soit des virus, soit des bactéries, soit des parasites.

L'hépatite toxique provoque une nécrose hépatique, des troubles digestifs et un ictère; elle peut entraîner la mort rapidement.

L'hépatite virale se manifeste par un abattement important du sujet atteint, des douleurs articulaires, de la fièvre, des courbatures et parfois du prurit. Au bout de 10 jours, l'ictère se manifeste (peau et muqueuses jaunes). Les troubles digestifs sont constants. Le foie et la rate

sont hypertrophiées. L'analyse sanguine révèle une élévation des transaminases et de la bilirubine. L'évolution se fait vers la guérison en quelques semaines, avec persistance de la fatigue et de l'intolérance digestive pendant plusieurs semaines.

Le traitement de l'hépatite virale impose un repos complet et un régime sans corps gras ni boisson alcoolisées, avec un apport protéique suffisant.

Enfin, ces différentes hépatites peuvent se transformer en hépatites chroniques, quand elles se prolongent anormalement ou qu'elles rechutent constamment. L'évolution est alors grave et se fait soit vers l'atrophie, soit vers la cirrhose du foie (atteinte de l'hépatocyte, sclérose et nodules de régénération). Il n'y a alors pas de traitement curatif, le traitement consistant à faire cesser la cause déclenchante et à prévenir les complications (Domart et Bourneuf, 1976).

2.8.2. Administration de lait de chamelle dans le traitement des hépatites chroniques

Des travaux russes (Sharmanov et al., 1982) ont été effectués sur l'utilisation de lait de différentes espèces dans le traitement des hépatites chroniques. L'étude a porté sur 290 malades, âgés de 5 à 65 ans, divisés en 3 groupes : groupe 1 : 50 patients supplémentés avec du lait de chamelle entier, le groupe 2 : 120 patients avec du lait entier de jument et le groupe 3 : 120 personnes avec du lait entier de vache. Le lait était distribué chaud, à raison de 50 ml 3 fois par jour en début de traitement, pendant 25 à 30 jours.

A la fin du traitement, les cliniciens ont pu observer une amélioration très nette de tous les sujets (coloration jaune de la peau et des muqueuses atténuée, langue plus claire).

Une réduction importante de la taille du foie fut observée chez 80 % des sujets du groupe 1, chez 80% des sujets du groupe 2 et chez 69,3 % des sujets du groupe 3. Les analyses sanguines effectuées à la fin du traitement ont montré une diminution de l'activité plasmatique des phosphatases alcalines (revenue à la normal) chez les individus du groupe 1. Enfin, une amélioration de la fonction rénale a également été observée.

Les auteurs signalent que tous les patients ont été guéris après un traitement plus ou moins long et que chacun a pu reprendre une activité normale.

Le lait entier de chamelle et de jument semblent donc avoir des effets plus bénéfiques sur les hépatites chroniques que le lait de vache. De plus, les résultats semblent meilleurs avec le lait de chamelle. Cela serait dû à la qualité des protéines et à la richesse en acides aminés, en vitamines et en oligo-éléments de ces deux laits. Mais les mécanismes exacts restent encore inexpliqués et méritent de plus amples recherches. Il est cependant intéressant de noter que ces expériences avaient déjà été réalisées avec du lait fermenté de jument et de chamelle ("koumiss" et "shubat") sans donner de résultat.

Inspiré de ces travaux, du lait de chamelle a été administré à un garçon souffrant d'une atrésie biliaire, et dont le régime se limitait à la boisson de lait de vache. Son état se détériorait rapidement. Le changement de régime eu pour conséquence un arrêt de la baisse de l'état général. Le jeune homme put alors rester en bonne condition jusqu'à ce que la transplantation hépatique puisse avoir lieu (Yagil et al., 1994).

2.9. Traitement des troubles nerveux

Selon le rapport INCO-COPERNICUS (communication personnelle d'un médecin), le "shubat" et le "chal" sont utilisés au Kazakhstan pour le traitement de troubles nerveux. Il nous est impossible de donner la nature de ces troubles ni le protocole du traitement. Cependant, rappelons que le lait de chamelle est riche en acides gras essentiels, notamment en acide linoléique et linolénique, éléments constitutifs majeurs des membranes cellulaires, notamment des neurones.

2.10. Approvisionnement en "shubat" et avenir de ce produit fermenté

Les publications qui relatent de l'utilisation du lait de chamelle pour le traitement des différentes pathologies présentées ci-dessus, datent des années 70. Depuis, les travaux semblent s'être arrêtés, malgré des résultats encourageants. Pourquoi ?

Pascal Bonnet, dans son rapport de mission de 1996 au Kazakhstan, nous livre la réponse.

Jusqu'à une période récente, la production de lait traditionnelle était livrée dans des conteneurs aluminium aux hôpitaux et sanatoriums de la région. Les laiteries d'Almaty effectuaient la collecte de lait, ceci sur une périphérie de 200 km autour de la ville dans les zones d'élevage. Des problèmes financiers au sein des structures agricoles de l'élevage ont rendu cette collecte impossible. Seules subsistent une consommation locale de lait et une autoconsommation de "shubat".

Le démantèlement des outils de transformation dans les fermes de production a entraîné l'arrêt de la production de lait pasteurisé. Des unités laitières importantes (stockage, pasteurisation et conditionnement après transformation en "shubat") ont été démontées et utilisées dans d'autres sites de production.

3. PRECAUTIONS D'UTILISATION ET MODIFICATION DE LA COMPOSITION SELON LE TRAITEMENT DU LAIT

3.1. <u>Risques de transmission de maladies infectieuses lors de la consommation du</u> lait de chamelle

Il semble important d'attirer l'attention du lecteur sur les risques possibles lors de la consommation du lait de dromadaire. En effet, la boisson de ce lait n'ayant subi aucun traitement est susceptible de transmettre quelques maladies infectieuses.

Ainsi, il est possible de retrouver dans le lait les micro-organismes suivants : Streptococcus agalactiae, staphilococcus aureus, Escherichia coli, Salmonella, Listeria monocytogenes, Bacillus tuberculosis, Brucella, Clostridium perfringens, Campylobacter, Yersinia enterolitica (Alais, 1984). Néanmoins, il semblerait que le shubat n'entraîne pas de problèmes de santé publique (transmission de zoonoses) étant donné son acidité (19,6° Dornic) (Bonnet, 1996b).

Il apparaît tout de même important d'assurer une surveillance vétérinaire des animaux laitiers mobilisés lors de traitements en clinique, ou bien, de faire subir au lait divers traitements techniques. Cependant, la composition du lait peut en être affectée. C'est ce que nous allons étudier dans la deuxième partie de ce chapitre.

3.2. Effets du traitement thermique sur le lait

Ces données ne sont pas spécifiques au lait de chamelle, mais s'appliquent à la transformation de tous les laits.

3.2.1. Conséquences sur les constituants lipidiques

La qualité des graisses ne semble pas être affectée quand les techniques mises en œuvre sont la pasteurisation courte, instantanée, la stérilisation (conditionnement suivi de la stérilisation) ou le processus UHT (Ultra Haute Température : stérilisation suivi du conditionnement).

La pasteurisation ne modifie pas les acides gras essentiels : l'acide linoléique est stable à haute température ; ainsi, sa décomposition ne survient qu'après un chauffage d'une heure à 180 °C. A l'inverse, la stérilisation et le processus UHT entraînent une diminution de la teneur en acides gras essentiels du lait.

3.2.2. Conséquences sur la matière azotée : une altération importante des protéines solubles

La chaleur entraîne une modification de la configuration spatiale des protéines, ceci sans léser la séquence polypeptidique. Cette dénaturation commence à des températures de 80°C et est partiellement réversible.

La chaleur altère de façon importante les protéines solubles. 10 à 20 % des protéines du lactosérum sont dénaturées par la pasteurisation, 40 à 60 % par le processus UHT et 60 à 80 % par le processus indirect.

La sensibilité à la chaleur est variable selon le type de protéines; ainsi, les immunoglobulines sont très altérables, le sérum-albumine et la β -lactoglobuline le sont moins et l' α -lactalbumine est la protéine sérique la plus stable. Le degré de dénaturation de la lactoferrine varie avec son taux de saturation en fer. La fraction protéose-peptone résiste très fortement à la chaleur.

La dénaturation des protéines solubles du lait par la température est représentée sur la figure 5.

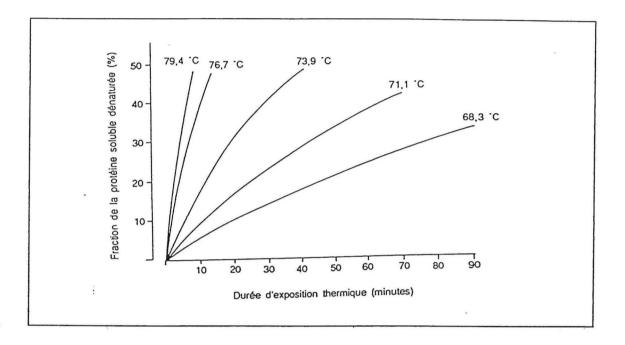


Figure 5 : <u>Dénaturation des protéines solubles par la température : effet du degré de chauffage</u> et de la durée d'exposition

3.2.3. Conséquences sur les composants glucidiques : impact sur la disponibilité de la lysine

A haute température, se produit la Réaction de Maillard. Des aldéhydes, des cétones et des substances réductrices se forment dans le lait et interagissent avec certains acides aminés, amines et protéines. Ainsi, ces composés présentent une forte affinité pour la lysine, qui, piégée, n'est plus disponible pour le consommateur. La perte de lysine est variable selon le traitement thermique : 1à 2 % pour le lait pasteurisé, 2 à 4 % pour le lait UHT, 5 % pour le lait bouilli et 5 à 10 % pour le lait stérilisé. Si ces pertes sont sans peu de répercussions sur le consommateur adulte, elles sont plus importantes chez le nourrisson.

3.2.4. Conséquences sur les minéraux

Le traitement thermique entraîne une diminution de la fraction de calcium et de phosphore solubles.

3.2.5. Conséquences sur les vitamines : une perte importante

Comme nous le montre le tableau XVII, cinq vitamines sont principalement affectées par le traitement thermique ; il s'agit de la thiamine, de la cyanocobalamine, de l'acide ascorbique, de la pyridoxine et des folates. Les autres vitamines sont peu ou pas détruites, à condition que le traitement soit réalisé à l'abri de la lumière et en absence d'oxygène.

Pertes (%)						
Procédés	Thiamine	Pyridoxine	Cobalamine	Acide folique	Acide ascorbique	
Pasteurisation	10	0-8	10	10	10-25	
UHT	0-20	10	5-20	5-20	5-30	
Ebullition	10-20	10	20	15	15-30	
Stérilisation	20-50	20-50	20-100	30-50	3-100	

Tableau XVII : Effets de divers traitements thermiques sur la perte vitaminique (Renner, 1989).

3.2.6. Conclusion

Parmi les différents traitements thermiques cités, le processus UHT est celui qui abîme le moins le lait, lui permettant de conserver des propriétés alimentaires et nutritives satisfaisantes et des qualités d'hygiène suffisantes. La stérilisation offre de très bonnes qualités d'hygiène mais altère de façon importante les caractéristiques nutritionnelles. Le tableau XVIII résume les effets de différents traitements thermiques sur la qualité du lait.

Procédés	Effets sur la qualité du lait		
Pasteurisation basse et stérilisation UHT	Pas de modification nutritionnelle ou organoleptique		
Stérilisation classique	-Apparition du goût cuit -Brunissement du lait -Pertes notables de thiamine -Pertes élevées de vitamine B12		
Ebullition domestique	Destruction de la vitamine CDiminution de la digestibilité		
Pasteurisation haute, non à l'abri de l'air	Altération de l'équilibre minéralDégagement de CO2		

Tableau XVIII: Effets de divers traitements thermiques sur la qualité du lait (FAO, 1995).

3.3. Les laits fermentés (FAO, 1995)

Selon le rapport du projet INCO-COPERNICUS, le lait utilisé dans les sanatoriums au Kazakhstan ("shubat") est du lait fermenté. Le "shubat" a la réputation d'avoir des propriétés de guérison ; cela serait dû à sa composition et aux différentes substances organiques obtenues durant la fermentation. Voyons tout d'abord ce qu'est la fermentation.

3.3.1. Comment s'effectue la fermentation?

La fermentation du lait s'obtient grâce à des bactéries lactiques et éventuellement d'autres micro-organismes, dont les levures. Elle entraîne une modification de la composition du lait par des phénomènes d'acidification et de gélification. Il y a formation de composés aromatiques, de gaz, d'éthanol et l'hydrolyse des protéines.

Ce mode de conservation et de protection du lait (abaissement du pH) est utilisé depuis longtemps en Asie centrale et dans les pays méditerranéens. Certains de ces produits se développent en raison de leurs qualités nutritionnelles, organoleptiques, voire thérapeutiques.

3.3.2. Intérêt nutritionnel des laits fermentés

Il y a acidification du lait par formation d'acides organiques (dont l'acide lactique). La fermentation résulte soit d'ensemencements spontanés à température ambiante, soit d'ensemencements par une flore (streptocoques et lactobacilles), ceci à une température contrôlée.

L'acidification est un atout majeur sur le plan hygiénique. Elle assure la conservation du lait en inhibant la croissance de la plupart des germes pathogènes.

La fermentation entraîne une modification de la composition du lait. Il y a hydrolyse des glucides, protéolyse modérée, consommation de certaines vitamines par les bactéries et production d'autres vitamines telle que l'acide folique.

Les laits fermentés ont une action importante sur la flore intestinale, en diminuant la quantité de germes indésirables. Ainsi, l'ingestion de lait fermenté par *Lactobacillus* acidophilus est susceptible de réduire le nombre d'*Escherichia coli* dans les selles. D'où son utilisation chez les enfants souffrant de diarrhées à *E. coli*.

Il semblerait que l'ingestion de *Lactobacillus acidophilus* entraîne une augmentation de certaines immunoglobulines, une migration des macrophages périphériques vers le foie, ainsi qu'une stimulation de la production de cytokines (polypeptides importants dans la réponse inflammatoires).

Enfin, notons que la consommation de lait entier n'entraîne pas une augmentation de la cholestérolémie (à teneur égale de lipides, la consommation de beurre entraîne une augmentation de la cholestérolémie). Les produits fermentés seraient encore plus efficaces pour maintenir une cholestérolémie basse.

3.3.3. Le "Shubat"

Le "shubat" est un lait de chamelle fermenté, au goût très acide. Le lait est laissé dans un sac fermé ou dans un fût de bois fumé pendant 24 heures. A l'inverse du "koumiss", lait fermenté de jument, il n'est pas remué régulièrement. Il sera battu vigoureusement juste avant d'être servi.

Le shubat peut-être préparé à l'aide de bactéries lactiques et de levures. C'est un produit périssable, même s'il est maintenu au froid, et qui doit être consommé dans les jours qui suivent sa fabrication. Ainsi, au Kazakhstan, il n'est disponible que durant l'été et l'automne. Ce problème de conservation en fait un produit peu connu des européens et des américains (projet INCO-COPERNICUS, 1997).



CONCLUSION

La comparaison de la composition du lait de chamelle avec celle d'autres espèces fait apparaître une grande richesse en vitamine C, en acides gras essentiels, ainsi qu'en prostaglandines et en insuline.

L'utilisation du lait de chamelle dans certaines pathologies semble justifiée :

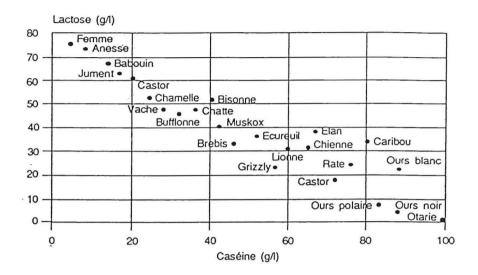
- ses qualités nutritionnelles en font un complément de choix du traitement de la tuberculose et de la fatigue générale,
- la quantité importante d'insuline (40 UI / l) permet de traiter les cas de diabète sucré. Le lait de chamelle ne coagulant pas dans l'estomac, l'insuline y est très peu dégradée et sera absorbée en grande quantité,
- la présence de facteurs anti-bactériens (lysozyme, lactoferrine, immunoglobulines) explique le traitement des diarrhées et des troubles respiratoires des enfants.
- les prostaglandines présentes dans le lait de chamelle permettent de cicatriser les plaies des ulcères gastriques,
- aucune explication satisfaisante ne peut être donnée en ce qui concerne la dissolution des calculs biliaires et le traitement des hépatites,
- enfin, la richesse en acide linoléique et linolénique peut expliquer le succès de l'administration du lait de chamelle dans le traitement de troubles nerveux légers.

Le projet de recherche INCO-COPERNICUS envisage de confirmer ces observations par des expérimentations animales, et éventuellement humaines, après analyse précise de la composition du lait de chamelle.

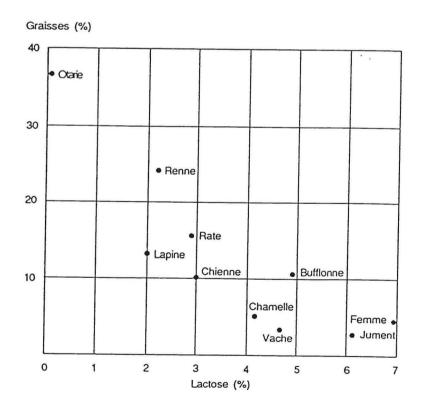
Le lait de chamelle est peu connu en Europe et aux Etats-Unis, faute de moyens de conservation.

Faire reconnaître ses propriétés médicinales permettrait de développer la consommation de lait de chamelle dans le monde, et donc de développer le conditionnement en poudre et conserves. L'exportation de ces produits pourrait être une source nouvelle de revenus pour les pays africains et le Kazakhstan.

ANNEXES



Annexe I : Répartition entre caséine et lactose du lait pour différents mammifères.



Annexe II : Relation entre la teneur lactée de lactose et graisses dans différentes espèces de mammifères (F.A.O., 1995).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABEIDERRAHMANE N.

La pasteurisation du lait de chamelle : une expérience en Mauritanie.

Chameaux et dromadaires, animaux laitiers, 1994, Nouakchott, Mauritanie, 13 p.

ABU LEHIA I.H.

Lactation of camels and composition of milk in Kenya.

Milchwissenschaft, 1987, 42:368.

ABU LEHIA I.H.

Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions.

Food Chemistry, 1989, 34: 261-272.

AKHUNDOV A.A, AMANOVA G.N.and DUBROVSKAYA V.V

Some results of treating pulmonary tuberculosis patients with antibacterial preparations together with "chal", a product of camel milk.

Zdravookhr. Turkmen., 1972, 16: 36-38.

ALAIS C.

Sciences du lait. Principes des techniques laitières.

Paris, Editions Sepaic, 1984, 4° édition, 814 pages.

ALI M.S. GORBAN et OMAR M. IZZELDIN

Mineral content of camel milk and colostrum.

Journal of Dairy Research, 1997, 64: 471-474.

ALSHAIKH M.A. et SALAH M.

Effect of milking interval on secretion rate and composition of camel milk in late lactation.

Journal of Dairy Research, 1994, 61: 451-456.

BARBOUR E.K., NABBUT N.H., FRERICHS W.M. et AL-NAKHLI H.M.

Inhibition of pathogenic bacteria by camel's milk: relation to whey lysozyme and stage of lactation.

Journal of Food Protection, 1984, 47, 838-840.

BARTHE M.L.

Composition du lait de chamelle.

Journal Pharm. Chim., 1905, 6:386.

BAYOUMI S.

Studies on composition and rennet coagulation of camel milk.

Kieler Milchwirtschaftliche, Forschungsber, 1990, 43:3.

BEG OU

Characterization of a camel milk protein rich in proline identifies a new beta-casein fragment.

Regul. Pept., 1986, 15: 55-61.

BENGOUMI M., FAYE B. et TRESSOL J.C.

Composition minérale du lait de chamelle du Sud Marocain.

Chameaux et dromadaires, animaux laitiers, 1994, Nouakchott, Mauritanie, 12 p.

BERCHE P., GAILLARD J.L. et SIMORET M.

Bactériologie : les bactéries des infections humaines.

Médecine-sciences-Flammarion, 1988, 660 p.

BONNET P

Mission de suivi et d'identification d'opérations de recherche dans l'espèce cameline en milieu saharien. Rapport de mission CIRAD-EMVT, 1996 a, 39 p.

BONNET P.

Mission de suivi et d'identification de partenaires scientifiques et d'opérations de coopération dans le domaine des sciences animales et de la filière cameline au Kazakhstan.

Rapport de mission CIRAD-EMVT, 1996 b, 61 p.

BUTLER J.E.

Bovine immunoglobulins: an augmented review.

Vet. Immuno. Immunopath., 1983, 4:43-152.

DAHL G. et HJORT A.

Having herds: pastoral herd growth and household economy.

University of Stockholm, Department of Social Anthropology, 1976, 335 p.

DAVIES W.L.

The chemistry of milk.

Chapman and Hall. London, 1939, p 7.

DAVIS J.O.

Dictionary of dairying.

Leonard Hill, London, 1963, 624 p.

DOMART A. et BOURNEUF J.

Dictionnaire médical.

France Loisirs, 1976, 2 tomes, 995 p.

DUHAIMAN A.S.

Purification of camel milk lysozyme and its lytic effect on *Escherichia coli* and *Micrococcus lysodeikticus*. Comp. Biochem. Physiol. (B), 1988, 91:793-796.

ELAGAMY E.I.

Biological activity of protective proteins of camel milk against pathogenic and nonpathogenic bacteria and viruses.

Ph. D. Thesis, Alexandria University, Egypt, 1989, n.p.

ELAGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. et ASSAF R.

Antibacterial and anti viral activity of camel milk protective proteins

Journal of Dairy Research, 1992, 59: 169-175.

ELAGAMY E.I.

Antimicrobial factors.

Colloque: chameaux et dromadaires, animaux laitiers. Nouakchott, 1994, volume 1, 10 p.

EL AMIN F.M.

The dromedary camel of the Sudan.

IFS Symposium, 1979, 6: 35-53

EL AMIN F.M. et WILCOX C.J.

Milk composition of Majaheim camels.

Journ. of Dairy Sci., 1992, 75: 3155.

EL BAHAY G.M.

Normal contents of Egyptian camel milk.

Vet. Med. Journ., 1962, 8:7.

ENSMINGER M.E.

Animal Science. 6ème éd. Danville (Illinois), Interstates Printers and Publishers, 1969, 1253 p.

F.A.O.

Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.

Collection F.A.O.: Alimentation et nutrition. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, 1995, 271 p.

FARAH Z.

Effect of heat treatment on whey proteins of camel milk.

Milchwissenschaft, 1986, 41:763.

FARAH Z. et BACHMANN M.R.

Rennet coagulation properties of camel milk.

Milchwissen, 1987, 42:689.

FARAH Z. et RÛEGG M.W.

The size distribution of casein micelles in camel milk.

Food Microstructure, 1989, 8: 211-216.

FARAH Z. et ATKINS D.

Journal of Dairy Research, 1992, 59: 229-231.

FARAH Z.

Composition and characteristics of camel milk.

Journal of Dairy Research, 1993, 60, 603-626.

FAYE B.

Guide de l'élevage du dromadaire.

Sanofi, santé nutrition animale, 1997, 1° édition, 126 p.

GNAN S.O. et SHERIHA A.M.

Composition of Liban camels milk.

The Australian J. of Dairy Techn., 1986, 33 p.

GRUHIER F.

Une tuberculose presque incurable.

Le nouvel observateur, 1997, 1722, p 88.

HARBANS S.

Domestic animals.

National Book Trust., New Delhi (India), 1962, p 89.

HASSAN A.A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A. et EL-SHABRAWY S.A.

Physicochemical properties of camel lactation period in Egypt.

Egyptian Journal of Food Science, 1987, 15: 1-14.

HJORT A. et ALI HUSSEN M.

Camel herd dynamics in southern Somalia: long term development and milk production implications. Camel Forum, 1986, 13, 22 p.

HOFI A.A, RIFAAT I.D. et KHORSHID M.A.

Studies on some physical and physico-chemical properties of Egyptian buffalo and cow milk . Journal of Dairy Sciences, 1966, 19: 122-125.

HOELLER H. et HASSAN Y.M.

The amino-acid composition of camel milk casein.

Sudan J. Vet. Sci. and Anim. Husb., 1965, 6:60-63.

INCO-COPERNICUS

Projet de recherche 1997-1998 sur les propriétés médicinales du lait de chamelle, 8 p.

JARDALI Z.

Contribution à l'étude de la composition du lait de dromadaire.

D.E.A. de Biotechnologies et industries alimentaires, Institut National Polytechnique de Lorraine, 1988, p 18.

JARDALI-MAATOUK Z.

Comparaison de la composition en caséines et de l'aptitude fromagère du lait de vache et du lait de dromadaire. Thèse Doctorat Inst. Nat. Polytechn. de Lorraine, 1994, Vandoeuvre lès Nancy, 132 p.

JENSEN R.G.

Lipids in human milk. Composition and fat soluble vitamins.

In: E. Lebenthal, ed. Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy,. New york, Raven Press. 2° édition, p157-208.

KERNBAUM S.

Eléments de pathologies infectieuses.

Rhône-Poulenc SIMEP, 1996, 6° édition, 669 p.

KESSLER E. et BREW K.

Biochim. Biophys. Acta 200: 449. Cité dans "Heat treatment of camel milk", MOHAMED M.A. and LARSSON M., 1991, n.p.

KHAN M..K.U. et APPANA T.C.

Electrolytes in camel milk.

J. Physiol. Allied. Sci., 1967, 18: 129.

KHERASKOV S.G.

Camels and its products.

Konevodstro, 1953, 23:35.

KNOESS K.H.

Assignement report on animal production in the Middle Awash Valley.

FAO, Rome (I). Mimeographed, 1976, 57 p.

KNOESS K.H.

The camel as a meat and milk animal.

World anim. Rev., 1977, 22:39.

KNOESS K.H.

Milk production of the dromedary.

International Foundation for Science, 1979. Provisional Reports, 6: 109-123.

KNOESS S.K., MAKHDUM A.J., RAFIQ M. et HAFEEZ M.

Potentiel laitier de la chamelle.

Revue Mondiale de Zootechnie, 1986, 57:11.

KON S.K. et COWIE A.T.

Milk: the mammary gland and its secretion.

Vol. II, 1961, p.6.

LAMPERT L.M.

Milk and milk products.

Food Trade Press Ltd., 1947, London, p 10.

LEESE A.S.

A treatise on the one-humped camel in health and disease.

Stamford-Loncolnshire, Hynes and son, 1927, 272 p.

LIBERATORI J., MORISIO GUIDETTI L., CONTI A. et NAPOLITANO L.

Beta-lactoglobulins in the mammary secretions of camel (Camelus dromedarius) and she-ass. Immunological detection and preliminary physico-chemical characterization.

Boll. Soc. Ital. Biol. Sper., 1979, 55: 1369-1373.

LOUISOT P.

Biochimie générale et médicinale, structurale, métabolique et sémiologique Edition SIMEP, 1983, Paris, 1008 p.

LUNDHOLM B.

Domestic animals in arid ecosystems.

Ecol. Bul. NFR, 1976, 24: 29-42.

MASHALY R.T., EL-DEEB S.A., HASSAN G.A. et SALEM M.H.

Changes in milk yield and in milk in Egyptian Baladi goats.

Egyptian Journal of Dairy Sciences, 12: 123-134.

MEHAIA et AL-KAHNAL

Studies on camel and goat milk proteins. Nitrogen distribution and amino acid composition.

Nutrition Reports International, 1989, 39: 351-358.

MEHAIA et AL-KAHNAL

Taurine and other free amino acid in milk of camels, goats, cow and man.

Milchwissenschaft, 1992, 47:351.

MOHAMED M.A.

On the composition of Somali camel milk.

Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 1990, 13 p.

MOHAMED M.A.

Camel milk: chemical composition, characterisation of casein and preliminary trial of cheese making properties.

Thesis University of Agriculture Science, 1990 b, Uppsala, 31 p.

MOHAMED et LARSSON-RAZNIKIEWICZ M.

Heat treatment of camel milk. Effects upon casein fraction.

Milchwissenschaft, 1991, 45:562.

MORAILLON R., LEGEAY Y., FOURRIER P. et LAPEIRE C.

Dictionnaire pratique de thérapeutique canine et féline.

Edition Masson, 3° édition, 1992, 526 p.

MORRISON W.R.

Fatty acid composition of milk phospholipids.

III Camel, ass, and pig milks. Lipids, 1968, 3: 107-110

MORRISON W.R.

The distribution of phospholipids in some mammalian milks.

Lipids, 1968, 3: 101-103.

MOULURE B.

Bactériologie médicale.

Edition Decarie Vigot, 1990, 358 p.

MUKASA-MUGERVA

CIPEA Monographie. Le chameau (Camelus dromedarius). Etude bibliographique.

Une publication du Centre International pour l'élevage en Afrique, Addis Abeba (Etiopie), 1985, 111 p.

NATHAN MA., FRATKIN EM. et ROTH EA.

Sedentism and child health among Rendille pastoralists of northern Kenya.

Soc. Sci. Med., 1996, 43: 503-515.

OFTEDAL O.T.

Milk composition, milk yield and energy output at peak lactation: a comparative review.

Physiological Strategies in Lactation.

Eds M. Peaker, R.G. Vernon and C.H. Knight.

Symposium of Zoological Society of London n°51, 1984, pp 33-85.

PANT et CHANDRA

Composition of cow and camel milk proteins and industrial casein.

Milchwissenschaft, 35:91.

PERSON K.

Studies on inflammation in the bovin with regard to its role in defence against udder infections.

Ph. D. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsula, Sweden, 1992, n p.

PILLY E.

Maladies infectieuses.

APPIT, 1993, 671 p.

RAMET J.P.

Les aspects scientifiques et technologiques particuliers de la fabrication des fromages au lait de dromadaire.

Colloque chameaux et dromadaires, animaux laitiers, NOUAKCHOTT, 1994, 20 p.

REITER B.

Role of nonantibody proteins in milk in the protection of the newborn.

In A.F. Williams and J.D. Baum, ed. Human banking, 1984, New york, Raven Press, p 29-53.

REITER B.

The biological significance and exploitation of the non-immunoglobulins protective proteins in milk: lysozyme, lactoferrin, lactoperoxidase, xanthine oxidase.

Bulletin of the International Dairy Federation, 1985, n° 191, n.p.

RENNER E.

Milk and dairy products in human nutrition.

München, Volkswirtschaftlicher Verlag, 1983, 450 p.

RENNER E.

Micronutrients in milk and milk-based food products.

London, Elsevier Applied Science, 1989, 311 p.

RENNER E.

Dictionary of Milk and Dairying.

München: Volkswirtschaftliche Verlag, 1989, p12.

SAWAYA W.N., KHALIL J.K., AL SHALHAT A. et AL MOHAMMAD H.

Chemical composition and nutritional quality of camel milk.

Journ. Food Sci., 1984, 39: 744-747.

SHALASH M.R.

The production and the utilization of camel milk.

The Camelid. An all-purpose animal. Volume 1. Proceedings of the Khartoum Workshop on Camels. December 1979. Editor: W. Ross Cockrill. Scandinavia Institute of African studies, Uppsala, p.200.

SOULE J.C. et PERROT S.

Maladie ulcéreuse. Médications protectrices de la muqueuse et antibactériennes (prostaglandines, sucrafalte, bismuth colloïdal).

La maladie ulcéreuse: progrés en hépato-gastroentérologique.

Coordinateur DIVE Ch., DOIN éditeurs Paris, 1990, chap 12: 161-174.

SPIK G., BRUNET B., MAZURIER-DEHAINE C., FONTAINE G. et MONTREUIL J.

Characterization and properties of human and lactotransferrins extracted from the faeces of newborn infants. Acta Paediatr. Scand., 1982, 71: 979-985.

SPORE

Lait transformé, lait conservé.

Bulletin bimestriel du Centre Technique de coopération Agricole et Rurale pour la dissémination de l'information scientifique et technique. Pays-bas, 1986, 5 : 1-3.

SWEET L.E.

Camel pastoralism in North Arabia and the minimal camping unit.

In: Man, culture and animals, by Leeds A., Vayds A.

Washington, AAAS (American Association for the Advancement of Science, 1965, p 124-152.

TAHA N.M. et KIELWEIN G.

Studies on the nitrogen distribution and content of peptide-bound and free amino acids in camel, buffalo and ass milk

Michwissenschaft, 1989, 44:633.

TAHA N.M. et KIELWEIN G.1990

Pattern of peptids. Bound and free amino acids in camel, buffalo and ass milk.

Milchwissenschaft, 1990, 45: 22-25.

UNICEF

The state of Third world's Children. 1992.

URAZAKOV NU.

"Tushchibek"- the first clinic in history for the treatment of pulmonary tuberculosis with camel's sour milk. Probl. Tuberk., 1974, 2: 89-90.

URBISINOV ZhK., SERVETNIK-CHALAIA GK. and IZATULLAEV EA. Protein composition of camel's milk. Vopr. Pitan, 1981, 6: 41-42.

YAGIL R. et ETZION Z.

Effect of drought condition on the quality of camel milk. Journal of Dairy Research., 1980, 47: 159-156.

YAGIL R., ZAGORSKI O., VAN CREVELD C. and SARAN A. Science and camel milk production.
Chameaux et dromadaires, animaux laitiers, 1994, 14 p.

WILSON R.T.

The camel.

Ed. Longman Publisher. London, New-york. 1984 (G.B., U.S.A.), 223 p.

