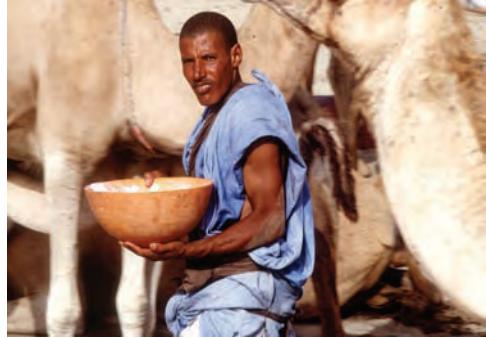
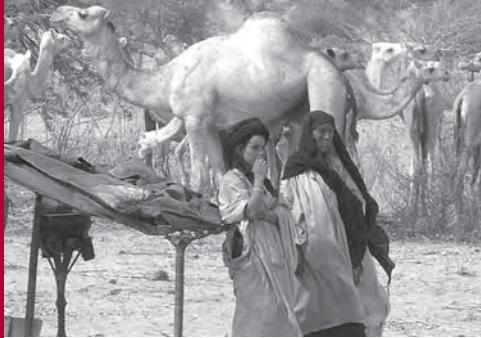

FAO PRODUCTION ET SANTÉ ANIMALES



comptes rendus

LAIT DE CHAMELLE POUR L'AFRIQUE

atelier sur la filière laitière caméline en Afrique
Niamey, 5 - 8 Novembre, 2003



Lait de chamelle pour l'Afrique

FAO
PRODUCTION
ET SANTÉ
ANIMALES

2

Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique
Niamey, 5-8 novembre 2003

par
Frédéric Lhoste
Expert associé (Développement laitier)
Service de la production animale
Division de la production et de la santé animales

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef du Service de la gestion des publications, Division de l'information, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie ou, par courrier électronique, à copyright@fao.org

Table des matières

Introduction	1
1 Contexte et justificatif de l'Atelier	1
2 Contenu de l'Atelier	1
Session 1	
Performances et productivité laitière	5
Chapitre 1	
Performances et productivité laitière de la chamele: les données de la littérature	7
Résumé	7
Abstract	7
1.1 Introduction	9
1.2 La production laitière caméline mondiale	9
1.3 Le potentiel laitier de la chamele	10
1.4 Variabilité génétique et caractéristiques de la lactation	12
1.5 Les facteurs de variation	13
1.6 Conclusion	14
Bibliographie	14
Chapitre 2	
Production laitière des chameles Abzin élevées par les Touaregs nomades du Niger	17
Résumé	17
Abstract	17
2.1 Introduction	19
2.2 Matériel et méthodes	20
2.3 Résultats	24
2.4 Discussion	29
2.5 Conclusion	30
Remerciements	31
Bibliographie	31
Chapitre 3	
Intensification de la production laitière des chameles en Tunisie	33
Résumé	33
3.1 Introduction	35

3.2 Collecte et commercialisation du lait de chamelle	35
3.3 Effet de la complémentation sur la production laitière des chamelles du sud tunisien	37
3.4 Production laitière au nord de la Tunisie	40
3.5 Conclusion	42
Remerciements	42
Bibliographie	42
Chapitre 4	
Productivité pastorale et productivité laitière en Algérie	43
Résumé	43
Abstract	44
4.1 Introduction	45
4.2 Méthodologie	45
4.3 Résultats et discussion	47
4.4 Conclusion	49
Bibliographie	50
Chapitre 5	
The camel milk subsector in Sudan	53
Abstract	53
5.1 Introduction	54
5.2 Camel milk uses	56
Session 2	
Qualité et technologie de transformation	59
Chapitre 6	
Interactions entre les pratiques de traite et la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie	61
Résumé	61
Abstract	61
6.1 Introduction	63
6.2 Matériel et méthodes	63
6.3 Résultats	64
6.4 Discussion	67
6.5 Conclusion	68
Remerciements	69
Bibliographie	69

Chapitre 7	
Les produits laitiers traditionnels à base de lait de chamelle	
en Asie centrale	71
Résumé	71
Abstract	71
7.1 Introduction	73
7.2 La population caméline au Kazakhstan et en Asie centrale	73
7.3 Lait et produits laitiers	74
7.4 Le lait de chamelle, un «produit-terroir»	75
7.5 Le lait de chamelle, un produit «santé»	76
7.6 Conclusion	81
Bibliographie	82
Chapitre 8	
Camel milk hygiene and mastitis: Examples from Kenya and Somalia	85
8.1 Camel milk	85
8.2 Hygiene	86
8.3 Mastitis	89
Chapitre 9	
Aptitude à la conservation et à la transformation fromagère du lait de chamelle	93
Résumé	93
Abstract	93
9.1 Introduction	95
9.2 Caractéristiques de l'élevage camélin	96
9.3 Propriétés technologiques du lait de chamelle	96
9.4 Amélioration de l'aptitude à la conservation du lait cru de chamelle par réactivation du système lactoperoxydase	97
9.5 Amélioration de l'aptitude fromagère du lait de chamelle	97
9.6 Méthodes de correction de l'aptitude fromagère du lait de chamelle	98
9.7 Incidence de la supplémentation du lait de chamelle par du lait de brebis lors de la transformation en fromages	98
9.8 Conclusion générale et perspectives	99
Bibliographie	99
Chapitre 10	
Contrôle enzymatique de la pasteurisation du lait de chamelle et mise au point d'un test pratique	101
Résumé	101
Abstract	102

10.1 Introduction	103
10.2 Matériel et méthodes	103
10.3 Résultats	104
10.4 Discussion	106
10.5 Conclusion	110
Bibliographie	111
Session 3	
Filière lait et organisation des producteurs	113
Chapitre 11	
Le développement des systèmes camélins laitiers périurbains en Afrique	115
Résumé	115
Abstract	115
11.1 Introduction	117
11.2 Une politique volontariste de développement laitier: l'exemple de Laâyoune dans les provinces sahariennes du Maroc	117
11.3 Une filière suscitée par la mise en place d'une laiterie privée: l'exemple de la Mauritanie	120
11.4 L'émergence spontanée de systèmes familiaux: l'exemple de Djibouti	122
11.5 Conclusion	124
Bibliographie	124
Chapitre 12	
Organisation d'un réseau de collecte de lait en Mauritanie	127
Résumé	127
Abstract	127
12.1 Introduction	128
12.2 L'environnement	128
12.3 L'entreprise	128
12.4 Les éleveurs fournisseurs de lait	129
12.5 Un peu d'histoire	129
12.6 Les centres de collecte	130
12.7 La qualité du lait cru	133
12.8 Le paiement du lait	134
12.9 Modularité du système	134
12.10 Conclusions	135

Chapitre 13	
Diarrhées du chameau: écopathologie, physiopathologie et prévention	137
Résumé	137
Abstract	137
13.1 Introduction	138
13.2 Matériel et méthodes	138
13.3 Résultats	139
13.4 Discussion	142
13.5 Conclusion	145
Bibliographie	145
Chapitre 14	
Dépistage de mammites subcliniques chez la chamele en lactation à Nouakchott (Mauritanie)	147
Résumé	147
Abstract	148
14.1 Introduction	149
14.2 Matériel et méthodes	149
14.3 Résultats	150
14.4 Discussion	153
14.5 Conclusion	154
Bibliographie	155
Chapitre 15	
Valorisation du lait de chameau au Sahel: opération «fromages camélins» au Niger et au Mali	157
Résumé	157
Abstract	158
15.1 Introduction	159
15.2 Matériel et méthode	159
15.3 Résultats de l'opération et discussion	162
15.4 Conclusion	165
Bibliographie	165
Chapitre 16	
Organisation de la collecte de lait de chameau à Agadez (Niger)	167
Résumé	167
16.1 Contexte	168
16.2 Historique	168
16.3 Eléments clés	168

16.4 Description de l'entreprise	169
16.5 Stratégie globale de l'entreprise	171
16.6 Eléments chiffrés	171
16.7 Constat et enseignements tirés	171
Chapitre 17	
Les facteurs de valorisation du lait de chameau dans les pays du Sahel	173
Résumé	173
Abstract	174
17.1 Introduction	175
17.2 De la rébellion à l'émergence d'une filière	175
17.3 La mobilité des camélins et le marché laitier	178
17.4 Les essais de valorisation du lait de chameau	179
17.5 La qualité des produits laitiers camélins et ses implications en santé publique	180
17.6 Conclusions	182
Remerciements	182
Bibliographie	183
Chapitre 18	
Les bars laitiers à N'Djamena: des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse	185
Résumé	185
18.1 Introduction	186
18.2 Méthodologie d'enquête	186
18.3 Présentation de la filière: lait Nido contre lait de brousse	188
18.4 L'essor des bars laitiers	189
18.5 Résultat du recensement	190
18.6 Résultats des enquêtes approfondies	191
18.7 Principaux problèmes	198
18.8 Perspectives	201
Bibliographie	201
Synthèse des travaux	203
Annexes	205
Annexe 1	
Photos	207
Annexe 2	
Liste des participants	209

Abréviations

CB	cellulose brute
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (France)
CMT	California mastitis test
EMVT	Département d'élevage et de médecine vétérinaire du CIRAD
FAMT	flore aérobie mésophile totale
FMAR	flore mésophile aérobie revivifiable
GGT	γ -glutamyltransférase
IgG	immunoglobuline
LDH	lactate déshydrogénase
LF	lactoferrine
LPS	lactoperoxydase
LRVZ	Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha (Tchad)
MAT	matière azotée totale
MO	matière organique
MS	matière sèche
PAL	phosphatase alcaline
PRASAC	Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale
UFC	unité formant colonies
UFL	unité fourragère lait

Introduction

1. CONTEXTE ET JUSTIFICATIF DE L'ATELIER

L'atelier international sur le lait de chamelle pour l'Afrique tenu à Niamey du 5 au 8 novembre 2003 est la résultante d'un ensemble de considérations et d'évolutions perceptibles depuis la fin des années 80:

- la nécessité d'accompagner le développement des systèmes camélins vers l'intégration dans des logiques marchandes en matière de production laitière;
- la contribution croissante des productions camélines à la sécurisation alimentaire des populations dans les pays arides;
- l'évolution de l'état des connaissances sur le produit «lait de chamelle» et sur les systèmes de production caméline, notamment depuis l'atelier de Nouakchott en 1994.

L'appui au développement de la production laitière caméline, souvent marginale dans les projets consacrés aux régions arides, fait désormais partie intégrante des objectifs et des actions de la Division production et santé animales de la FAO. De plus, au travers du projet de coopération technique entre le Gouvernement français et la FAO, basé sur la promotion en Afrique de l'Ouest de la méthode de réactivation du système de la lactoperoxydase, un volet concernant le lait de chamelle a été spécialement mis en avant¹. De son côté, le Département d'élevage et de médecine vétérinaire du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-EMVT)², accompagne sur le plan technico-scientifique, depuis l'atelier de Nouakchott, les initiatives liées à la promotion du lait de chamelle dans plusieurs pays d'Afrique et d'Asie. Enfin, l'organisation non gouvernementale (ONG) Karkara³ est l'acteur principal de l'appui au développement de la filière caméline au Niger. Ces considérations ont justifié l'organisation à Niamey de l'atelier «lait de chamelle pour l'Afrique». Celui-ci a regroupé des participants de plusieurs pays d'Afrique subsaharienne et du Maghreb, et a rassemblé des compétences internationales sur la technologie du lait de chamelle et les systèmes de production laitière caméline⁴.

2. CONTENU DE L'ATELIER

La visée opérationnelle de l'atelier a conduit les organisateurs à combiner des conférences scientifiques, des exposés techniques, des partages d'expérience de terrain, des démonstrations pratiques et des groupes de travail pour préparer des recommandations à objectif stratégique pour la filière.

Trois sessions de conférences ont été organisées:

¹ Représenté par Frédéric Lhoste, expert associé français, fonctionnaire du développement laitier au sein du Service de la Production animale, au siège de la FAO, à Rome.

² Représenté par Bernard Faye, Chef du programme Productions Animales du CIRAD-EMVT.

³ Représenté par Gilles Vias, responsable de la Capen.

⁴ Voir la liste des participants à l'Annexe 2.

2.1 Performances et productivité laitière

Au cours de ces présentations, B. Faye (France) a rappelé la difficulté de disposer de données fiables pouvant servir de références pour les décideurs et les bailleurs de fonds. Partant d'un exemple concret au Niger, M. Chaibou (Niger) a illustré l'importance de la prise en compte de la quantité prélevée par le chameçon pour avoir une estimation précise du potentiel laitier de la chamelle. Par ailleurs, les contraintes au développement de la filière laitière caméline ont été mentionnées dans différents pays (Tunisie, Algérie, Soudan), notamment la marginalisation de l'élevage camélin en Algérie par rapport à l'élevage bovin (A. Chehma, Algérie), la priorité donnée à la production caméline bouchère plutôt que laitière en Tunisie (T. Khorchani, Tunisie), et la faible quantité de lait intégrant des filières marchandes au Soudan au profit de l'autoconsommation (S.A. Bakheit, Soudan).

2.2 Qualité et technologie de transformation

Les avancées significatives dans la connaissance de la technologie de transformation fromagère du lait de chamelle faisant appel à l'utilisation de l'enzyme chymosine ont été mentionnées par Z. Farah (Suisse). Ces données ont été complétées par l'exposé de J.P. Ramet (France) concernant l'intérêt de la méthode de réactivation de l'enzyme lactoperoxydase pour conserver le lait de chamelle et des laits de mélange. Plusieurs exemples concrets de valorisation du lait de chamelle et des produits dérivés ont été présentés, notamment celui du tchoukou de chamelle au Niger (G. Vias, Niger) et l'expérience des pays d'Asie centrale (G. Konuspayeva, Kazakhstan) à partir desquels un transfert de technologie peut être envisagé. Les contraintes de qualité qui ressortent des enquêtes réalisées en Mauritanie (I. Tourette, France) et au Kenya (M. Younan, Allemagne) ont mis en évidence les interactions entre hygiène de la traite, facteur principal de prévention des mammites subcliniques (Y. Kane, Mauritanie), modalités de transport et qualité finale du produit, insistant sur le respect des règles d'hygiène tout au long de la filière.

2.3 Filière lait et organisation des producteurs

Le développement de systèmes laitiers camélins périurbains s'appuie sur des modèles contrastés, par exemple au Maroc où l'Etat a joué un rôle moteur, en Mauritanie où il est lié à l'initiative privée de la laiterie Tiviski, et à Djibouti où se développe un réseau informel de producteurs familiaux (B. Faye, France). Les expériences les plus abouties en la matière ont d'abord été exposées par le directeur de la laiterie Tiviski de Nouakchott, expérience apparaissant comme un exemple de réussite mais confrontée aux barrières sanitaires de l'Union européenne (A.O. Mohammed, Mauritanie). Par la suite, le directeur de la laiterie «Azla Saveur» d'Agadez, qui tente d'organiser une collecte de lait de chamelle en milieu nomade pour proposer du lait pasteurisé à la population urbaine (H. Assadek, Niger), a présenté son expérience. L'organisation de ces filières doit faire face à des problèmes sanitaires comme la diarrhée du chameçon (M. Bengoumi, Maroc) ou des zoonoses, telles que la brucellose et la fièvre Q (B. Bonfoh, Mali), ce qui implique des questions d'accès aux médicaments vétérinaires.

2.4 Les séances de démonstration de fabrication fromagère

Les séances de démonstration de fabrication fromagère ont été mises en œuvre au cours de l'atelier et des dégustations comparatives ont pu être menées, aussi bien sur des produits fabriqués au cours de l'atelier (tchoukou de lait de chamelle et de lait de mélange) que sur des échantillons de lait pasteurisé et de produits transformés provenant de Mauritanie (lait de la laiterie Tiviski, fromage «caravane») et du Kazakhstan (Kurt). Les démonstrations ont porté tant sur l'intérêt de l'utilisation de la méthode de réactivation du système lactoperoxydase pour la conservation du lait de chamelle que sur l'optimisation de la transformation fromagère permise par le Camifloc ND pour un produit lait de chamelle dont le rendement fromager reste très faible comparé au lait de vache.

2.5 Groupes de travail et perspectives

A l'issue de ces journées, trois groupes de travail ont été constitués afin d'élaborer un ensemble de recommandations concrètes. Ces groupes ont consacré leurs réflexions sur les thèmes suivants:

- produits et techniques de transformation;
- encadrement technique de la filière;
- commercialisation et valorisation.

La synthèse des travaux de ces trois groupes de travail a conduit à une liste de recommandations qui figure à la page 203.

Session 1

Performances et productivité laitière

Chapitre 1

Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature

B. Faye⁵

RÉSUMÉ

Les données de la littérature sur la productivité laitière de la chamelle sont relativement rares et essentiellement issues d'observations réalisées en station, beaucoup plus rarement en milieu pastoral. Par ailleurs, les règles de mesure ne sont jamais mises en œuvre de façon homogène d'un auteur à l'autre: quantité moyenne quotidienne, quantité totale, quantité par an, moyenne de troupeau, etc. De ce fait les comparaisons sont quelquefois acrobatiques. On constate, par ailleurs, une très forte variabilité des productions déclarées laissant supposer un potentiel de sélection sur ce critère tout à fait envisageable, mais rarement entrepris à l'exception de travaux de l'époque soviétique en Asie centrale.

La production mondiale de lait de chamelle est estimée officiellement à 1,3 million de tonnes en 2002. Cependant, si on tient compte de l'autoconsommation et du réel potentiel moyen des animaux en production, il est probable que cette production soit plus élevée (soit 5,4 millions de tonnes). Les productions individuelles varient entre 1 000 et 2 700 litres par lactation en Afrique, mais peuvent atteindre 7 000 à 12 000 litres selon certaines sources en Asie du Sud. La courbe de lactation est comparable à celle des bovins avec une persistance meilleure. La durée de la lactation est très variable (de huit à 18 mois en général), soit des durées plus importantes en moyenne que les vaches laitières dans les mêmes conditions. Les facteurs alimentaires et saisonniers influent évidemment sur ces performances. Rapportée au poids vif de l'animal, la productivité laitière des chameaux (250 kg/Unité Bétail Tropical/an) est supérieure à celle des petits ruminants (220 kg) et à celle des zébus (100 kg). Les essais d'intensification, réalisés ici ou là, ont montré les perspectives en production laitière de cette espèce pour approvisionner les populations des zones arides de l'Ancien Monde.

Performance and milk productivity in the camel:
a literature review

ABSTRACT

Data on camel milk productivity from the literature are scarce and essentially derived from observations in research stations, rarely from pastoral areas. Units of

⁵ Programme productions animales. CIRAD-EMVT TA 30/A. Campus international de Baillarguet. 34398 Montpellier Cedex, France.

measurement are not uniform between authors making comparisons difficult, e.g. mean daily yield, total yield per lactation, herd average yields, etc. A high variability of reported milk yields would indicate the potential for the selection. Such selection is possible but rarely achieved except in Soviet Union time for dromedary and bactriane camels.

The world production of camel milk is officially estimated at 1.3 million tonnes in 2002. However, taking account of the high level of self-consumption, a better estimate would be 5.4 million tons. The individual production varies between 1 000 and 2 700 litres per lactation in Africa, but can reach 7 000 to 12 000 litres according to some sources. The lactation curve is similar to bovines but with a better persistence. The lactation length is variable (8 to 18 months), and longer than for dairy cattle. Feeding and seasonal conditions have an impact on performance. The productivity of dairy camels (milk kg/Tropical Livestock Unit/year) is higher (250 kg) than small ruminants (220 kg) and cattle (100 kg) in similar conditions. Experience from intensified systems shows good prospects for camel milk production to supply the populations the from arid lands.

1.1 INTRODUCTION

Pour le grand public, et sans doute nombre de décideurs politiques, le dromadaire est peu associé à des performances zootechniques autres que la production de travail soit pour la selle, soit pour le transport. Le potentiel de production de viande et de lait est peu connu comme étant une spéculation possible pour cette espèce. Cette méconnaissance de la part du grand public peut être attribuée à deux facteurs: premièrement, sur le plan zootechnique, la production laitière caméline a très longtemps été destinée à l'autoconsommation ou, en cas d'excédent, au don pour les plus démunis ou les hôtes de passage; deuxièmement, sur le plan scientifique, on ne dispose que d'un faible nombre de références sérieuses sur le sujet même si, depuis quelques années, on relève quelques données un peu plus fiables que par le passé. En outre, les résultats publiés dans la littérature sur la productivité laitière de la chamelle sont essentiellement issus d'observations réalisées en station, beaucoup plus rarement en milieu pastoral. De fait, il est souvent difficile d'assurer un suivi de la production en milieu réel avec des animaux en constante mobilité. Par ailleurs, les règles de mesure ne sont jamais mises en œuvre de façon homogène d'un auteur à l'autre et les publications disponibles donnent des chiffres relatifs aussi bien à des quantités moyennes quotidiennes, à des quantités totales sur une lactation ou dans l'année, voire des moyennes de troupeau. De ce fait, les comparaisons entre les références disponibles sont quelquefois audacieuses. Enfin, même si les passionnés de cette espèce sont prêts à conférer à cet animal toutes les vertus laitières que les zootechniciens attendent, il incombe aux chercheurs d'en faire un bilan objectif (Khan et Iqbal, 2001). Si la plus ancienne référence sur la production laitière caméline date de 1854 (Gouhaux, 1854), le nombre de références sérieuses sur le sujet ne dépasse pas la centaine d'articles et bon nombre d'entre eux proviennent d'une littérature soviétique datant des années 50 et 60, peu accessible à la communauté scientifique internationale (Saint-Martin, 1990).

1.2 LA PRODUCTION LAITIÈRE CAMÉLINE MONDIALE

Avant d'évoquer les performances individuelles, on peut situer la production laitière caméline dans l'ensemble de la production mondiale. On estime que 85 pour cent du lait produit et commercialisé à travers le monde provient de la vache. La femelle du dromadaire occupe une place minime (quelques pourcentages), loin derrière la bufflonne ou même la chèvre et la brebis. Avec un cheptel camélin 70 fois moins important que le cheptel bovin, un tel décalage est justifié. D'après les statistiques officielles éditées par la FAO, la production mondiale de lait de dromadaires et chameaux (la distinction n'est pas faite) se montait en 2002 à 1 283 672 tonnes de lait avec une précision surprenante concernant l'Iraq (tableau 1).

Au-delà du fait que ces données sont incomplètes (il y manque notamment tous les pays d'Asie centrale et quelques pays du Proche-Orient et Moyen-Orient), on constate parfois un fort décalage entre la population estimée et la production annoncée, comme par exemple au Soudan où l'effectif camélin représente la moitié du cheptel somalien pour une production laitière estimée 10 fois inférieure.

Une estimation différente peut être formulée à partir de l'extrapolation de la production attendue pour une femelle allaitante. Si on retient une population

TABLEAU 1
Production laitière cameline (en tonnes de lait)

Afghanistan	8 100
Algérie	8 000
Arabie saoudite	89 000
Chine	14 400
Djibouti	5 900
Emirats arabes unis	33 400
Erythrée	5 100
Ethiopie	22 450
Iraq	672
Kenya	25 200
Jamahiriya arabe libyenne	2 000
Mali	54 900
Maroc	3 900
Mauritanie	21 500
Mongolie	1 000
Niger	10 800
Qatar	13 300
Somalie	850 000
Soudan	82 250
Tchad	21 800
Tunisie	1 000
Yémen	9 500
Total	1 283 672

Source: FAO, 2002.

mondiale de l'ordre de 20 millions de têtes, chiffre vraisemblablement sous-évalué, une proportion de femelles allaitantes de l'ordre de 18 pour cent (Hjort af Ornäs, 1988) et une production moyenne de 1 500 litres par an, la production mondiale peut être estimée à 5,4 millions de tonnes dont 55 pour cent environ est prélevée par les chameleons. Il existe donc une forte incertitude sur la production réelle de lait de chameleau au niveau mondial d'autant plus qu'une part importante de celle-ci demeure écartée des circuits marchands.

1.3 LE POTENTIEL LAITIER DE LA CHAMELLE

Les estimations de la littérature exposent aussi bien les productions quotidiennes que les quantités produites au cours de la lactation ou à l'échelle de l'année. Par ailleurs, les auteurs ne précisent pas toujours s'il s'agit des productions réellement produites ou s'il s'agit simplement des quantités prélevées après que le chameleon ait réclamé son dû, ce qui peut sous-estimer considérablement la production réelle, le prélèvement par le chameleon pouvant correspondre à plus de 40 pour cent de la production, voire à 75 pour cent dans certaines conditions. Enfin, le nombre de traites peut varier selon les circonstances et les habitudes des producteurs ce qui peut jouer sur la production totale, celle-ci augmentant en fonction du nombre de

traites (Knoess, 1977). Le passage de deux à trois traites par jour augmenterait la production journalière de 28,5 pour cent (Kamoun, 1995). On observe donc une variabilité des chiffres qu'il n'est pas toujours aisé de comparer.

En Afrique, les références varient selon les études, les races considérées et les systèmes d'élevage, de l'ordre de 1 000 à 2 700 litres par lactation. Par exemple, en Tunisie (Kamoun, 1995) en situation expérimentale, les extrêmes répertoriés varient entre 942 et 3 300 litres pour des lactations comprises entre 190 et 404 jours. En Libye, Hermas (données non publiées) avance des productions variant entre 320 et 2 139 kg de lait à la station d'Al-Assa, avec une production standard moyenne (305 jours de lactation) de 1 016 kg. En Ethiopie, la moyenne de production des chamelees Dankali, observées en milieu réel, est de 1 123 litres pour une lactation de 12 mois (Richard et Gérard, 1985), chiffre comparable à celui relevé par d'autres auteurs dans le sud du pays en région Somali, soit 1 045 litres pour 430 jours de lactation (Dessalegne, 1985). Au Kenya, les observations sur la race Somali, rapportées par Karue (1998), sont sensiblement plus élevées: 1 614 à 2 151 litres avec une moyenne de 1 876 kg pour le troupeau. Au Niger, à partir de données de suivi en milieu pastoral, Saley et Steinmetz (1998) estiment la lactation annuelle à 1 760 litres avec deux traites et 2 400 litres avec trois traites, le chameleon prélevant environ 50 pour cent de la quantité totale. Au Tchad, les observations relevées en milieu réel (Ganda et Buron, 1992) font état d'une production moyenne de 2 280 litres sur 12 mois). En Mauritanie, Martinez (1989) affiche des valeurs moyennes de 3,1 à 4,3 litres par jour dans les élevages périurbains avec une production moyenne de 684 litres en 6 mois (entre le troisième et le huitième mois de lactation, les trois premiers mois étant entièrement laissés au chameleon). En Egypte, Yagil (1982) affiche des résultats à partir de diverses observations situées entre 1 500 et 4 000 litres.

En Asie, on relève des valeurs plus extrêmes allant de 650 à plus de 12 000 litres, le dromadaire étant réputé meilleur laitier que le chameau de Bactriane, mais on manque de références accessibles pour cette dernière espèce. En Asie centrale, les stratégies de croisement entre *Camelus dromedarius* et *Camelus bactrianus* pour l'obtention d'hybrides visent en priorité l'amélioration de la production laitière. En Inde, à la station de Bikaner, Khanna et al. (1998) relèvent un rendement moyen de 1 655 litres (5,5 litres par jour) sur des dromadaires, mais des relevés compris entre 2 000 et 6 000 litres sont rapportés dans un article de synthèse (Khanna, 1986). Au Pakistan, Yagil (1982) rapporte des productions comprises entre 1 350 et 3 600 litres à partir diverses publications. Aux Emirats arabes unis, la moyenne se situerait autour de 2 000 litres par lactation (Quandil et Oudar, 1984).

On trouve également des chiffres plus élevés dans la littérature mais sans sources fiables. Ainsi, Yagil (1998) affirme que des productions de 8 200 litres, voire 12 000 litres en situation intensive, sont possibles. Au Turkménistan, des mesures plus précises ont été réalisées sur des dromadaires de race Arvana, réputés pour leur qualité laitière: des productions comprises entre 5 000 et 6 000 litres ont été répertoriées (Saparov, données non publiées).

Enfin, on ne dispose à l'échelle mondiale, et a fortiori en Afrique, que d'une vue parcellaire du potentiel laitier de la chameele et les estimations proposées sont

souvent très approximatives. En tout état de cause, la capacité de production de la chamelle apparaît supérieure à celle de la vache dans les mêmes conditions climatiques et alimentaires. En Ethiopie, par exemple, les pasteurs Afar qui élèvent simultanément bovins et camélins, obtiennent une production quotidienne moyenne de 1-1,5 litre avec le zébu Afar contre 4-5 litres avec la chamelle Dankali. Selon les observations de Schwartz et Dioli (1992) dans la Corne de l'Afrique, rapportée au poids vif de l'animal, la productivité laitière des chameaux (250 kg/ Unité Bétail Tropical/an) est supérieure à celle des petits ruminants (220 kg) et à celle des zébus (100 kg).

1.4 VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA LACTATION

La variabilité génétique semble très importante et laisse supposer des possibilités de sélection. Par exemple, en Somalie, la race Hoor produit en moyenne 8 litres par jour pendant huit à 16 mois, soit une production de l'ordre de 2 000 litres par lactation. La race Sifdaar produit 6 litres par jour en moyenne pendant 12 mois, soit environ 1 500 litres par lactation. La race Eydimo est capable de fournir 4 litres pendant six à 12 mois et assure une production de 1 000 litres environ pour une lactation (Herren, 1993). En Inde, des comparaisons ont été mises en œuvre en station entre les races Bikaneri, Kachchi et Jaisalmer indiquant des productions moyennes quotidiennes respectivement de 4,19 litres, 3,94 litres et 3,72 litres (Sahani et al., 1998). Le potentiel de production laitière a été également enregistré sur quatre phénotypes ou races de chameaux saoudiens, pendant trois lactations consécutives, et les productions laitières journalières des différents types ont été comparées. La race Malha a produit le rendement journalier le plus élevé, avec 9,33 kg par tête, suivie par la race Wadha (8,94 kg par tête), la race Safah (8,13 kg par tête) et la race Hamrah (6,83 kg par tête). Un maximum de production laitière journalière de 18,3 et 14 kg par tête a été observé respectivement chez les races Malha et Wadha (Ismaïl et Al-Mutaïri, 1998).

Généralement, on considère que les races asiatiques sont de meilleures laitières que les races africaines. Cependant, on ne dispose dans ce domaine que d'informations très partielles. Il semble qu'on puisse affirmer l'existence de races à vocation plus laitières que d'autres, mais la pression de sélection dans cette espèce a été de faible ampleur sur ces critères et la variabilité intra-race est probablement très élevée, laissant supposer la possibilité d'une amélioration très notable de la capacité de production.

La courbe de lactation de la chamelle laitière est comparable dans sa forme à celle de la vache laitière (Richard et Gérard, 1985). Le pic de lactation survient vers deux à trois mois et atteint 5 à 6 litres pour des lactations de 1 800-2 000 litres, 8 à 10 litres pour une production pouvant atteindre 3 000-3 500 litres. Le coefficient de persistance – qui exprime la quantité produite au mois $m+1$ par rapport au mois m précédent – est élevé, toujours supérieur à 80 pour cent dans les observations disponibles.

La durée de la lactation varie entre huit et 18 mois et semble sous la dépendance de quelques pratiques, notamment des fréquences des traites ou des tétées. La présence du jeune au pis est un élément important pour initier la descente du lait et maintenir

l'activité de production laitière de la mère. A l'instar de la vache, l'essentiel du lait expulsé lors de la traite ou de la tétée est d'origine citernal plutôt qu'alvéolaire, ce qui oblige à la présence du chameçon ou à défaut, à l'injection d'ocytocine pour assurer la descente du lait (Balasse, 2003). D'autres subterfuges peuvent être proposés en cas de perte du chameçon, comme la présentation d'un mannequin recouvert de la peau du chameçon mort, l'adoption ou l'insufflation vaginale (Bernus, 1992).

L'alimentation joue aussi un rôle sur la durée de la lactation. Dans de meilleures conditions générales d'alimentation, la durée de lactation oscille entre huit et 12 mois et entre 16 et 18 mois. Les différences entre races peuvent d'ailleurs parfois être attribuées davantage à des différences des conditions alimentaires qu'à des facteurs raciaux au sens strict. La durée de la lactation semble également liée à l'état de gestation de la mère. D'une part, la lactation inhibe l'activité ovarienne et donc retarde la mise à la reproduction, d'autre part la fin de la gestation peut conduire à un refus de traite de la part de la chamelle. On remarque généralement que la durée de lactation augmente avec l'intervalle entre les mises bas. On ne peut affirmer cependant que lactation et gestation sont incompatibles pour autant.

1.5 LES FACTEURS DE VARIATION

Les facteurs de variation de la production sont bien sûr les mêmes que pour les autres espèces et on dispose sur ces aspects de quelques éléments d'analyse (génétique, qualité et quantité de l'alimentation disponible, conditions climatiques, fréquence de la traite, rang de mise bas, état sanitaire).

1.5.1 Effet des facteurs climatiques et alimentaires

La variabilité saisonnière du disponible fourrager, associée aux facteurs strictement climatiques (chaleur, aridité), joue évidemment sur les performances laitières de la chamelle. La différence selon la saison de mise bas des jeunes (élément essentiel pour déclencher la production) peut jouer sur plus de 50 pour cent de la production: les performances laitières sont plus faibles en fin de saison sèche qu'en saison des pluies (Khanna et al., 1998).

La privation d'eau n'affecte pas la production laitière sur le plan quantitatif. En Israël, on a pu en effet montrer qu'après 10 jours de déshydratation, suivis d'un abreuvement à volonté pendant une heure, puis suivis à nouveau de 10 jours de privation d'eau, la chamelle maintenait la quantité de lait produite (Yagil et Etzion, 1980).

1.5.2 Effet du rang de lactation

Comme pour les autres herbivores allaitants, la production laitière chez la chamelle tend à augmenter avec le rang de mise bas mais, compte tenu de la longueur des intervalles entre mises bas, les données sont rares et limitées à quelques parités consécutives. D'après les quelques informations disponibles dans la littérature (voir par exemple Ismail et Al-Mutaïri, 1998), il semble que l'optimum de production soit obtenu à la deuxième ou à la troisième lactation, mais il n'est en général pas spécifié si ces observations sont vérifiées, toutes choses étant égales par ailleurs.

1.5.3 Effet du statut sanitaire

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

1.6 CONCLUSION

La contribution de la chameau à la production laitière mondiale est marginale, mais elle est essentielle pour les populations des régions arides et semi-arides, tant pour satisfaire des besoins alimentaires à des communautés culturellement attachées aux produits de la chameau que pour stimuler une économie agricole locale. Toutefois, les données sur le potentiel de production restent insuffisantes pour se faire une idée solide de la place que peut occuper cette production au sein des économies des pays arides.

BIBLIOGRAPHIE

- Balasse, M. 2003. Keeping the young alive to stimulate milk production? Differences between cattle and small stock. *Anthropozoologica*, 37: 3-10.
- Bernus, E. 1992. Le lait de chameau. Dans *Actes du colloque: relations homme-animal dans les sociétés pastorales d'hier et d'aujourd'hui*. Festival animalier international de Rambouillet, 25-26 septembre 1992, France, 165-172.
- Dessalegne, B. 1985. Milk offtake, growth and feeding habits of camels in the Southern rangelands of Ethiopia. *Publ. ILCA, Addis-Abeba*, Ethiopie, 23 p.
- Ganda, K., Buron, S. 1992. Projet camelin de Biltine. *Rapport de synthèse*. N'Djamena, Tchad, 129 p.
- Gouhaux, M. 1854. Rapport sur le dromadaire. *Bulletin de la société impériale, Centrale de médecine vétérinaire*, Recueil de médecine vétérinaire, 1: 404-416.
- Herren, U.J. 1993. Cash from camel milk: the impact of commercial camel milk sales on Garre and Gaaljacel camel pastoralism in Southern Somalia. Dans *Anders Hjort af Ornäs* (éd.), *The multi-purpose camel: interdisciplinary studies on pastoral production in Somalia*. EPOS publ., Uppsala University, Suède, 57-74.
- Hjort af Ornäs. 1988. Sustainable subsistence in arid lands: the case of camel rearing. Dans *Hjort af Ornäs* (éd.), *Camels in development*. SIAS, Uppsala, Suède.
- Ismaïl, M.D., Al-Mutaïri S.E. 1998. Milk production potential of dairy camels in Northern Saudi Arabia. Dans *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994*, Coll. Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 35-40.
- Kamoun, M. 1995. Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. *Options méditerranéennes, Séries séminaires*, 13: 81-103.
- Karue, C.N. 1998. The dairy characteristics of the Kenyan camel. Dans *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26*

- octobre 1994, Collection Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 55-60.
- Khanna, N.D. 1986. Camel as a milk animal. *Indian farming*, 36: 39-40.
- Khanna, N.D., Sahani, M.S., Rai, A.K. 1998. The camel as a milk animal in Indian experience. Dans *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994*, Collection Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 95-100.
- Knoess, K.H. 1977. Le chameau producteur de viande et de lait. *Revue Mondiale de Zootechnie*, 22: 39-44.
- Martinez, D. 1989. Note sur la production de lait de dromadaire en secteur périurbain en Mauritanie. *Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux*, 42: 115-116.
- Quandil, S.S., Oudar, J. 1984. Etude bactériologique de quelques cas de mammites chez la chamelle dans les Emirats arabes unis. *Revue Médecine vétérinaire*, 135: 705-707.
- Richard, D., Gérard, D. 1985. La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). Dans *Conférence internationale sur les productions animales en zones arides. 7-12 septembre 1985, Damas, Syrie*. Maisons-Alfort, CIRAD-EMVT, France 16 p.
- Sahani, M.S., Rahinasa Bapathy, M., Gorakhmal, D., Khanna, N.D. 1998. Effect of milking techniques on milk production potential in Indian camel breeds under farm conditions. Dans *Proceedings of the third annual meeting on animal production under arid conditions*, Université des Emirats arabes unis, 1: 52-58.
- Saint-Martin, G., 1990. Bibliographie sur le dromadaire et le chameau. Collection *Etudes et synthèse*, Publication de l'IEMVT, Maisons-Alfort, France.
- Saley, M., Steinmetz, P. 1998. Approche quantitative de la production laitière destinée à la consommation humaine, répercussion sur la croissance du chameau. Etude réalisée en milieu traditionnel sahélien. Dans *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994*, Collection Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 87-94.
- Schwartz et Dioli, M. 1992. The one-humped camel in Eastern-Africa, éd. Verlag, Weikersheim, Allemagne, 282 p.
- Simpkin, S.P., Rowlinson, P., Tullu, D., Lesorogol, P. 1997. A comparison of two traditional camel calf management systems in Kenya and implications for milk production, *J. Camel Pract. Res.*, 4(2): 229-234.
- Yagil, R. 1982. Camels and camel milk. Dans *Animal production and health paper n° 26*. Publication FAO, Rome.
- Yagil, R., Etzion, Z. 1980. The effect of drought conditions on the quantity of camel's milk. *J. Dairy Sci.*, 47: 159-166.
- Yagil, R., Zagoski, O., Van Creveld, C. 1998. Science and camel's milk production: some keys for nutrition and marketing. Dans *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994*, Collection Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 79-86.

Chapitre 2

Production laitière des chameaux Abzin élevées par les Touaregs nomades du Niger

M. Chaibou⁶, B. Faye⁷

RÉSUMÉ

Dans le nord du Niger, un suivi de huit chameaux de race Abzin élevées par les Touaregs a permis d'évaluer les productions laitières moyennes, journalière et totale, sur une période de 12 mois (lactations incomplètes).

La production journalière moyenne traite a été déterminée à $3,20 \pm 0,10$ kg par jour. En ajoutant l'évaluation de la quantité consommée par le chameau, la production moyenne est estimée à $5,20 \pm 0,15$ kg de lait par jour.

La production totale moyenne traite est de 1 187,2 kg pour une durée moyenne de lactation égale à 366,75 jours. Cette production est de 1 417 kg de lait en 280,5 jours en y incluant les quantités consommées par le chameau.

Le pic de lactation est observé au troisième mois de lactation, avec une valeur moyenne de 4,11 kg de lait pour les animaux suivis, sans pesée du chameau avant et après tétée, et de 6,90 kg de lait dans le cas où la quantité buée par le chameau est prise en considération.

Le suivi pondéral des chameaux a montré que la vitesse de croissance est plus importante chez le chameau dont la mère n'est pas traite.

En revanche, pour des chameaux issus d'un même élevage, les mâles croissent légèrement plus vite que les femelles au cours de la première année.

Les valeurs observées ont été comparées à d'autres relevés effectués au Niger ou dans des zones à conditions climatiques et pastorales similaires à celles de notre milieu d'étude.

Mots clés: dromadaire; production laitière; Abzin, lait; chameau; Touaregs; Niger.

Milk production of Abzin camels reared by Touareg in Niger

ABSTRACT

In the north of Niger, eight Abzin camels reared by Touareg were followed for twelve months in order to assess their mean milk yield per day and per lactation.

The mean daily milk production was assessed at 20 ± 0.10 kg. Taking account of

⁶ Doctorant au CIRAD-EMVT, Programme productions animales. Campus international de Baillarguet. 34398 Montpellier cedex 5. France.

⁷ CIRAD-EMVT, Programme productions animales. Campus international de Baillarguet. 34398 Montpellier cedex 5. France.

the milk consumed by the young calves, the estimated mean production increased to 5.20 ± 0.15 kg. The lactation yield was 1 187.2 kg for a mean lactation of 367.75 days, or 1 417 kg in 280.5 days if milk consumed by the young calves is included. Daily yields peaked the third month of lactation, with a mean value of 4.11 kg of milk or 6.90 kg taking into account the milk consumed by the young camels.

Young camels grew faster when their mothers were not milked, or did for young camels originated from the same farm, and males during the first year.

The observed values were compared to others reported in Niger or in similar climatic zones.

Key words: dromedary; milk production; Abzin; milk; camel; Touareg; Niger.

2.1 INTRODUCTION

La croissance démographique galopante dans les grandes villes du Niger s'accompagne d'une augmentation de la demande en nourriture dont le lait, aliment réputé à forte valeur nutritive. La production nationale est estimée à 523 000 tonnes pour un besoin de 1 013 000 tonnes, soit un déficit de 50 pour cent. La disponibilité actuelle est d'environ 48 litres par personne et par an, alors que les normes recommandées par les Nations Unies sont de 91 litres, ce qui représente un déficit de 43 litres (Barré, 2002). Cette insuffisance de couverture des besoins est liée à plusieurs facteurs, notamment les conditions d'exploitation, l'organisation des producteurs, le circuit de collecte et de commercialisation.

Cependant il faut noter que de nouvelles dynamiques s'observent, traduites par le développement des élevages laitiers autour de grands centres urbains. C'est le cas de la ville d'Agadez (Niger) où un important élevage laitier camélin périurbain se développe.

Le lait de chameau occupe en effet une place de choix dans l'alimentation des éleveurs nomades. Il constitue l'un des produits les plus profitables pour les éleveurs chameliers.

Dans les zones arides et semi-arides à vocation pastorale, il représente un aliment déterminant et une source de revenus supplémentaires certains pour les familles installées près des centres urbains, l'unique source alimentaire régulière pour celles situées en zones rurales, contribuant ainsi à la sécurité de toutes ces populations qui y vivent. Malgré cet atout, les systèmes d'élevage camélins en zone sahélienne restent globalement assez peu connus, contrairement à ceux d'Afrique du Nord (Michel et al., 1997).

S'il existe une abondante littérature scientifique et technique sur les aspects sanitaires depuis l'époque coloniale et des recherches sur la physiologie d'adaptation, la connaissance des systèmes d'élevage camélins (à visée opérationnelle) est en revanche peu développée en dehors de quelques considérations, d'ordre anthropologique et ethnographique, amplement abordées par d'autres disciplines.

Sur le plan de la recherche, les travaux les plus récents au Niger se sont focalisés essentiellement sur l'analyse des contraintes au développement de l'élevage dans le cadre du Projet camélin. Mais des interrogations quant à son alimentation et à ses performances laitières subsistent, notamment en ce qui concerne:

- le comportement alimentaire qui lui permet de satisfaire ses besoins dans les conditions d'élevage extensif en zones arides;
- la durée réelle de lactation et la quantité totale de lait produite par lactation dans les conditions climatiques alimentaires aussi aléatoires que celles de l'Aïr;
- les performances pondérales des produits (chamelons) dans le système laitier périurbain, en zone subdésertique.

Dans le but de mieux appréhender la productivité laitière de cette espèce, dans un système laitier périurbain caractérisé par l'intégration croissante des producteurs dans un circuit marchand et une pratique de traite plus ou moins intensive avec des répercussions sur la productivité pondérale des chamelons, un suivi a été réalisé sur des chameaux Abzin dans la zone subdésertique d'Agadez au Niger.

2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.2.1 Le milieu d'étude

Au centre de la zone d'étude se trouve la ville d'Agadez, située à 951 km au nord-est de Niamey. C'est l'une des huit régions du Niger dont la superficie représente environ 50 pour cent de la superficie totale du pays. Elle est située entre le dix-septième et le dix-huitième parallèle Nord. L'étude a été réalisée dans la commune d'Agadez, au niveau des campements installés en zone périurbaine sur une distance d'environ 60 km de la ville.

Cette zone d'étude est bordée au nord-est par le massif de Tarouaji prolongé par les plateaux du mont Tamgak s'étendant sur une centaine de kilomètres et présentant par endroits des pics pouvant aller jusqu'à 1 900 m d'altitude. Le sud-ouest est caractérisé par des plaines inondables très vastes qui bordent les falaises de Tigidit, encaissant ainsi tous les écoulements provenant de l'ensemble du bassin versant situé en amont.

Cette zone est marquée par un climat tropical chaud et sec, du type sahélo-sahélien selon les définitions d'Aubreville (Baumer, 1995). Ses deux caractéristiques principales sont la brièveté de la saison des pluies (deux à trois mois maximum) et leur irrégularité, tant en volume qu'en répartition dans le temps et l'espace (tableau 1).

Ce climat typiquement aride (pluviométrie inférieure à 150 mm/an) permet malgré tout le développement d'une végétation steppique très ouverte composée essentiellement de deux formations:

- formations herbacées où dominent des graminées annuelles, notamment *Cenchrus biflorus*, *Aristida mutabilis*, *Eragrotis tremula* et vivaces comme le *Panicum turgidum* retrouvées dans les zones sableuses et les dépressions;
- formations arbustives retrouvées aussi bien sur des ergs que dans les zones de dépressions et les plaines représentées par les acacia (notamment *A. erhambergiana*, *A. raddiana*, *A. nilotica*), le *Balanites aegyptiaca*, le *Maerua crassifolia*, et en bordure des thalwegs le *Calotropis procera*, et le *Salvadora persica*.

Le régime thermique est caractérisé par l'existence de grands écarts nycthéméraux et saisonniers.

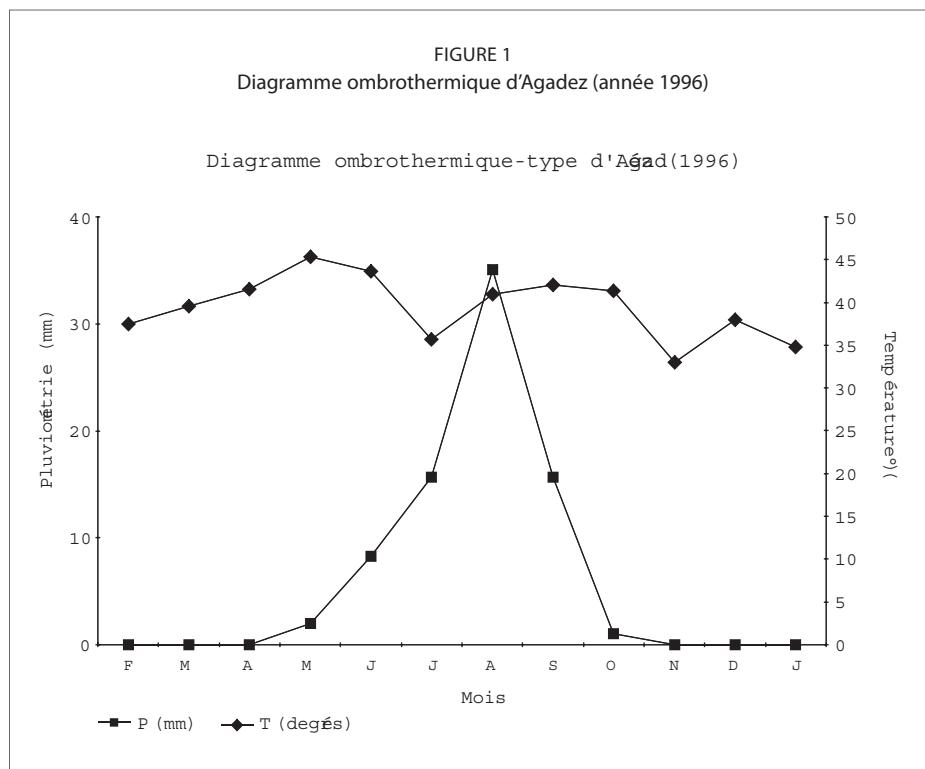
La population du département est estimée en 2003 à 424 928 habitants, dont 161 988 dans la commune d'Agadez, selon la Direction nationale de la statistique. Cette population est inégalement repartie dans l'espace, puisque les

TABLEAU 1

Hauteurs des précipitations enregistrées au cours des dix dernières années dans la commune d'Agadez

Année	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Moyenne
Hauteur de pluie enregistrée (mm)	126	240	19	73,3	202	229,4	222,7	89,7	79,1	129,7	141,1
Nombre de jours de pluies	23	3	22	22	25	27	24	18	19	22	20,5

Source: SRA.



centres urbains occupent plus de la moitié de cette population. Sa composition se caractérise essentiellement par une majorité Touareg (60,2 pour cent) dominant aussi bien dans les centres urbains qu'en zones rurales. On trouve également des Haoussas (26,2 pour cent), des Djermas (4,8 pour cent), des Peuls (2,8 pour cent), des Arabes (1,9 pour cent), des Kanouri/Toubous (3,6 pour cent).

2.2.2 Les animaux

Les races de dromadaires rencontrées dans cette zone (selon nos observations) sont: l'Azarghaf, l'Azawak, l'Abbale et l'Abzin. Ces races sont respectivement élevées par les Touaregs Kel Gress, les Touaregs Kel Ataram (ou Willimenden), les Touaregs Kel Hoggar, et les Touaregs Kel Air. Ce sont des animaux de grande taille (1,85 m à 1,95 m au garrot) sauf les dromadaires Abbale (1,75 m au garrot). Le travail a porté essentiellement sur huit chamelles Abzin qui sont des animaux d'allure élancée, moyennement musclés avec une robe généralement fauve claire.

Ces chamelles appartiennent à quatre élevages, localisés au niveau de trois zones différentes en fonction de leurs caractéristiques écologiques et géomorphologiques. Ces chamelles étaient âgées de 7 à 10 ans avec un poids vif variant de 305,7 kg à 412,3 kg. Pendant une année, ces huit chamelles ont fait l'objet d'un suivi laitier mensuel.

Pour quatre chamelles, les contrôles ont été effectués avec pesée des chamelons avant et après têtée. Le suivi des performances pondérales de ces chamelons a été assuré tout au long de l'étude.

Quatre chamelettes étaient à leur deuxième lactation, deux à leur troisième lactation, et deux autres à leur cinquième lactation au moment du démarrage du suivi.

2.2.3 Conduite de l'élevage

La gestion du troupeau repose sur un système traditionnel basé sur l'exploitation de grands espaces. Les animaux quittent les campements très tôt le matin (6-7 heures), après la traite, pour ne revenir que tard le soir (19-20 heures) selon les saisons. Lorsque le chameau est très jeune (0 à 4 mois), la chamelette peut revenir en milieu de journée pour l'allaiter. L'alimentation est essentiellement basée sur les fourrages fournis par les parcours naturels.

L'exploitation des pâturages aériens est en revanche très importante du fait de la brièveté de la disponibilité des fourrages herbacés. La complémentation a un caractère aléatoire et n'a été observée dans aucun élevage durant ce suivi. Le rythme d'abreuvement des animaux est très variable, selon la saison et la position de l'éleveur par rapport à un point d'eau. Pendant la saison hivernale (juillet à septembre), les chamelettes s'abreuvent à volonté au niveau des mares. En revanche, les chamelettes des élevages enquêtés sont abreuées tous les quatre à cinq jours en période sèche froide, et tous les trois jours en saison sèche chaude.

Toutes les chamelettes qui ont fait l'objet du suivi sont traitez deux fois par jour (matin et soir). Au niveau des parcs, les animaux sont libres. Seuls les jeunes chameaux (de 1 à 5 mois) restent au piquet toute la journée, et les chameaux âgés de plus de 5 mois sont libres mais avec entravons au cours de la journée. Ces derniers sont allotés et conduits au pâturage environnant le campement et restent sous contrôle effectif du chameau ou des enfants durant toute la journée. Toutes les chamelettes suivies ont été déparasitées tous les trois mois à l'Albendazole.

2.2.4 Contrôle de la production laitière

Les élevages retenus sont localisés dans trois sous-zones périurbaines différentes (tableau 2).

Le principe de mener le contrôle laitier sur les chamelettes a été négocié. Cependant les éleveurs n'ont guère accepté qu'on modifie leur façon d'intervenir sur les animaux, notamment dans la gestion de la traite des chamelettes. Etant limité par le temps, il a été convenu, avec les élevages favorables, d'effectuer le contrôle sur des chamelettes dont les produits avaient moins d'un mois au moment du premier contrôle. L'évaluation a été faite de concert avec les chameauiers.

TABLEAU 2
Localisation des élevages au niveau des campements

Zones	Campements	Nombre d'élevages suivis	Nombre de chamelettes contrôlées	Nombre de chamelettes contrôlées avec pesée des produits avant et après tétée
Ouest	Ikirkwi	2	4	2
Sud-ouest	Kerboubou	1	2	2
Sud-est	Gada	1	2	0
Total		4	8	4

Méthodologiquement, il a été procédé à deux contrôles lors des traites collectives du troupeau de chamelles. Le matin, tous les quartiers de la mamelle ont été traits, le lait obtenu a été pesé (pour avoir une quantité Q_1). Le soir, au retour des pâturages, la deuxième traite manuelle est intervenue et le lait obtenu à cet effet a également été pesé pour obtenir une quantité Q_2 . La production totale est obtenue en faisant la somme des quantités obtenues aux deux traites.

Il faut noter que les traites réalisées sur ces chamelles ne sont jamais complètes. Pour quatre chamelles, le contrôle a été effectué en tenant compte de la quantité consommée chaque jour par le chameau. Les chameaux ont été pesés avant et après tétée. Cette pesée a été exécutée avec une balance électronique équipée de deux barres de fers et de quatre planches contreplaquées épaisses destinées à supporter les animaux.

Les différences de poids observées sur le chameau pesé avant qu'il ne tète et après, sont liées à posteriori à la prise du lait, toute chose étant égale par ailleurs. Pour le suivi de la lactation, le contrôle laitier a également été effectué lors des traites collectives qui se font deux fois par jour. L'intervalle de passage pour ce contrôle était fixé à un mois. La quantité totale de lait produite au cours de la lactation a été calculée par la méthode de Fleishman (Meyer et al., 1999), selon laquelle la durée de lactation en jours se compte à partir du chameaufage jusqu'à 14 jours suivant le dernier contrôle. La quantité de lait en kilogrammes est donc évaluée à partir de la formule suivante:

$$(A+n_1)+[(A+B/2)*n_2]+[(B+C/2)*n_3]+...$$

A, B, C, ... sont des quantités pesées;

n_1 : intervalle en jours du chameaufage au premier contrôle;

n_2, n_3 : intervalle en jours, de contrôle en contrôle.

La production journalière moyenne pour toute la période de lactation est calculée par la moyenne des contrôles mensuels (Moslah, 1998). Les données collectées permettent ainsi de connaître: la quantité moyenne de lait produit par la chamele Abzin en condition d'élevage extensif et dans un système laitier périurbain; la durée réelle de la lactation; puis, à travers la courbe de lactation tracée, la persistance de la production laitière (coefficients de persistance) et sa durée.

De même, la date du pic de lactation et le niveau maximal de la production peuvent être déterminés à partir de cette courbe de lactation. La persistance de la production a été calculée selon la méthode établie par Richard et al. (1989).

$P (\%) = (\text{production à 100 jours} - \text{production à 200 jours}) / (0 - \text{production à 100 jours})$

Au total, 184 contrôles ont été effectués.

2.2.5 Suivi pondéral des chameaux

Parallèlement au contrôle laitier, les croissances des chameaux ont été suivies par pesées effectuées tous les mois. Ces pesées ont également été couplées à des mesures barymétriques sur les chameaux. La pesée a été faite au moyen d'une balance électronique, constituée de deux barres de fers reliées au moniteur par deux câbles et supportant trois planches épaisses destinées à recevoir les animaux. La balance, d'une capacité de 2 000 kg, est alimentée par une source d'électricité.

Pour les mesures barymétriques, nous avons adopté la méthode de Boué (1949), adaptée par Graber (1966). Les mesures réalisées ont été: la hauteur au garrot (H); le périmètre thoracique (T); le périmètre abdominal (A). T, A, H, sont exprimés en mètres. Dans ces conditions, le poids (en kg) est obtenu par la formule suivante:

$$P \text{ (kg)} = 52 \times T \times A \times H$$

Ce travail a permis également de suivre l'évolution pondérale des produits des chamelles contrôlées.

2.3 RÉSULTATS

2.3.1 Production laitière journalière

Les quantités traites par chamele varient dans de larges proportions sous l'influence de plusieurs facteurs, notamment le mois de lactation, la saison, l'année, l'alimentation, le nombre de traites. Au tableau 3 figurent les résultats enregistrés sur les huit chamelles suivies au niveau des trois sous-zones. La production journalière moyenne, évaluée sans la consommation du chameçon, varie suivant la chamele et la localisation de l'élevage.

Cette production journalière de lait trait a été déterminée à $3,22 \pm 0,13$ kg. En ajoutant l'évaluation de la quantité consommée par le chameçon, la production moyenne s'élève à $5,18 \pm 0,45$ kg de lait par jour. Quant aux quantités maximales produites, elles varient aussi selon l'animal et interviennent à des moments différents.

La moyenne est observée à partir du troisième mois de lactation. L'évaluation faite en prenant en considération la quantité bue par le chameçon, donne des résultats tout aussi épars (tableau 3).

2.3.2 Traite et lactation

Dans ce système d'élevage laitier, la traite occupe une place primordiale dans l'itinéraire technique pastoral. Au niveau de tous les élevages de la zone, la traite

TABLEAU 3
Performances laitières des chamelles Abzin

a) Contrôle effectué sans évaluation de lait téte par le chameçon				
N° élevage	N° chamele	Rang lacta	Prod. moy./j (kg)	Prod. maxi. (kg)
03CH	1	2	3,21	4,05
03CH	2	2	3,04	3,95
01AW	3	5	3,23	4,1
01AW	4	3	3,43	4,35
Moyenne			$3,22 \pm 0,13$	$4,11 \pm 0,14$

b) Contrôle effectué avec évaluation de la quantité consommée par le chameçon				
N° élevage	N° chamele	Rang lacta	Prod. moy./j (kg)	Prod. maxi. (kg)
02HA	5	3	5,41	7,05
02HA	6	5	5,79	7,7
01MA	7	2	4,92	6,41
01MA	8	2	4,61	6,4
Moyenne			$5,18 \pm 0,45$	$6,89 \pm 0,53$

est pratiquée. Le nombre de traites varie en fonction de l'élevage, du nombre de chamelles en lactation, de la performance de la chamelle, de la saison, de la présence ou non des visiteurs dans l'exploitation.

D'une manière générale le nombre de traites va de une à trois au cours de la journée. La traite est unique lorsque la chamelle ne produit pas assez ou lorsque celle-ci quitte très tôt le matin avant l'intervention du chamelier. Dans la majorité des campements la traite est effectuée deux fois par jour, le matin et le soir. Mais des traites supplémentaires circonstancielles peuvent intervenir lorsque l'éleveur reçoit un visiteur de marque.

La production globale de lait par lactation est très variable et est fonction de la disponibilité des ressources alimentaires, de la fécondité des chamelles (elle-même liée à la présence ou non d'un reproducteur dans le troupeau), mais surtout de la viabilité du chameçon. Dans notre cas, à la date du 31 août 2003, des lactations de plus de 12 mois ont été enregistrées et ne sont pas encore terminées.

Dans ce système périurbain, le sevrage provoqué (volontaire) n'étant pas pratiqué, la lactation peut durer 24 mois en dehors des fécondations. Nos observations ont permis de constater qu'une chamelle peut poursuivre sa lactation jusqu'à six mois après la saillie fécondante. La production moyenne traite est de 1 187 kg de lait pour une durée moyenne de 367 jours. Cette production est de 1 417 kg en 280 jours si la quantité bue par le chameçon est prise en compte (tableau 4).

Le pic de lactation se situe au troisième mois avec une valeur moyenne de $4,11 \pm 0,14$ kg de lait pour les animaux suivis, sans pesée du chameçon avant et après tétée, et de $6,90 \pm 0,53$ kg de lait dans le cas où la quantité consommée quotidiennement par le chameçon a été prise en considération. L'examen du coefficient de variation (11,27 pour cent) montre une faible variation de la persistance pour les 100 premiers jours.

TABLEAU 4
Données sur les lactations «incomplètes» de huit chamelles

N° de chamelle	Age (ans)	Poids (kg)	Rang de lactation	Durée (jours)	Quantité (kg)		Persistance (%)		Pic de lactation	
					sans PAAT	avec PAAT	sur 100 jours	sur 200 jours	jour	quantité (kg)
									avec PAAT	sans PAAT
1	7	412,25	2	354	1 138,64		68,97	90,03	97e	4,05
2	7	379,87	2	359	1 094,87		78,28	92,48	102e	3,95
3	12	398,67	5	378	1 220,42		88,73	75,67	87e	4,1
4	8	348,14	3	377	1 295,06		77,06	75,13	50e	4,35
5	7	334,59	3	198		1 072,82	97,12		100e	7,05
6	9	367,64	5	186		1 077,92	87,95		88e	7,7
7	7	305,67	2	370		1 815,99	99,28	79,03	109e	6,41
8	10	366,68	2	367		1 701,24	88,84	95,45	79e	6,40
Moyenne		364,18		323,62	1 187,24	1 416,89	85,77		89e	6,89
Coeff. de variation (%)		8,85					11,27		19,4	

PAAT: pesée avant et après tétée.

FIGURE 2
Courbes individuelles de lactation des chamelles 1 et 2

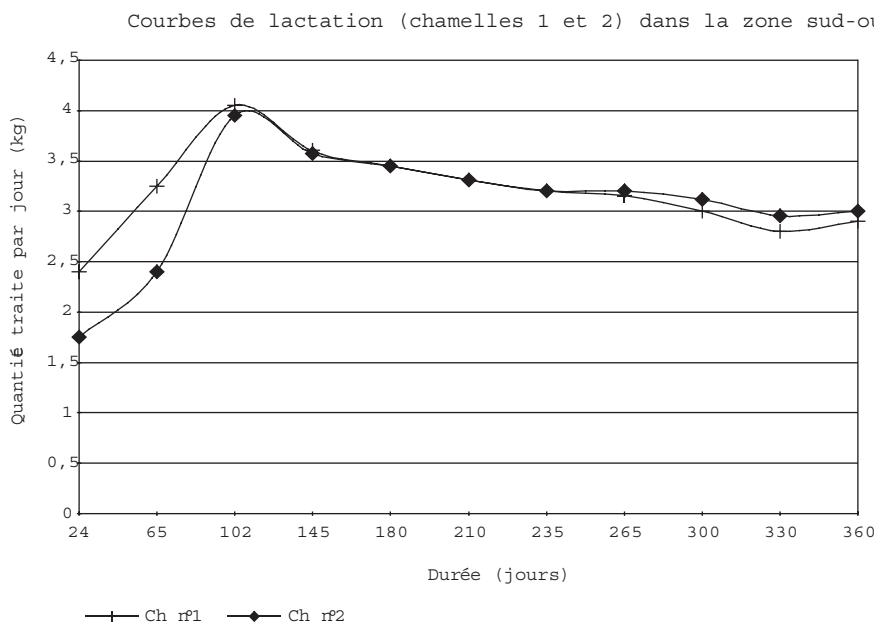


FIGURE 3
Courbes individuelles de lactation des chamelles 3 et 4

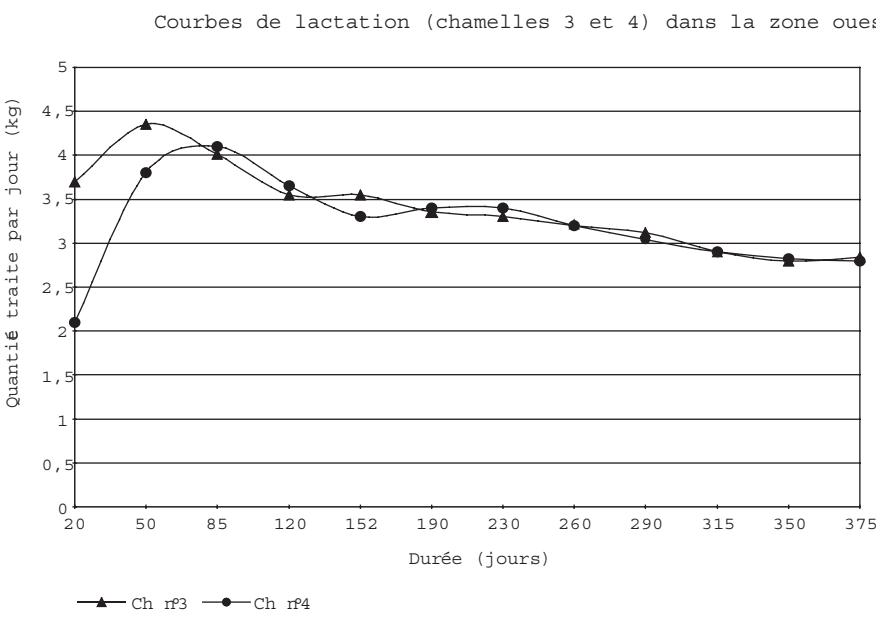
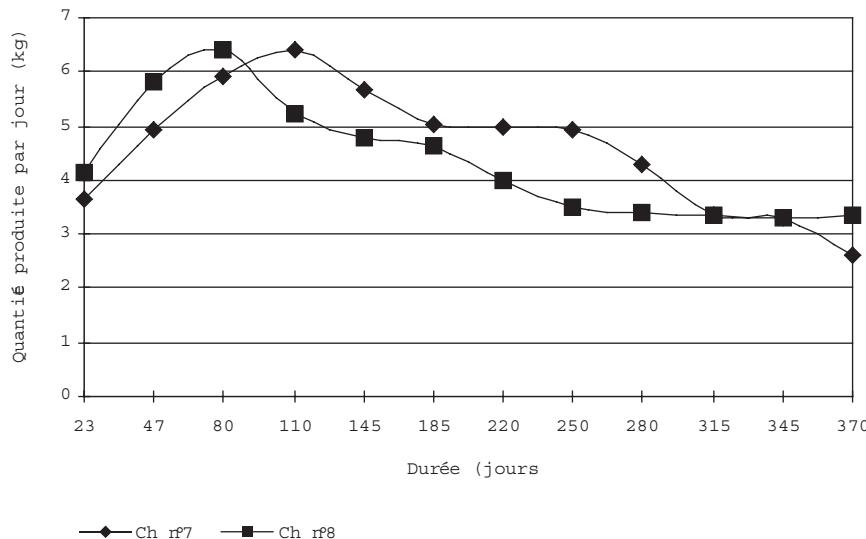


FIGURE 4
Courbes individuelles de lactation des chameaux 7 et 8

Courbes de lactation (chameaux 7 et 8) dans la zone ouest du Niger



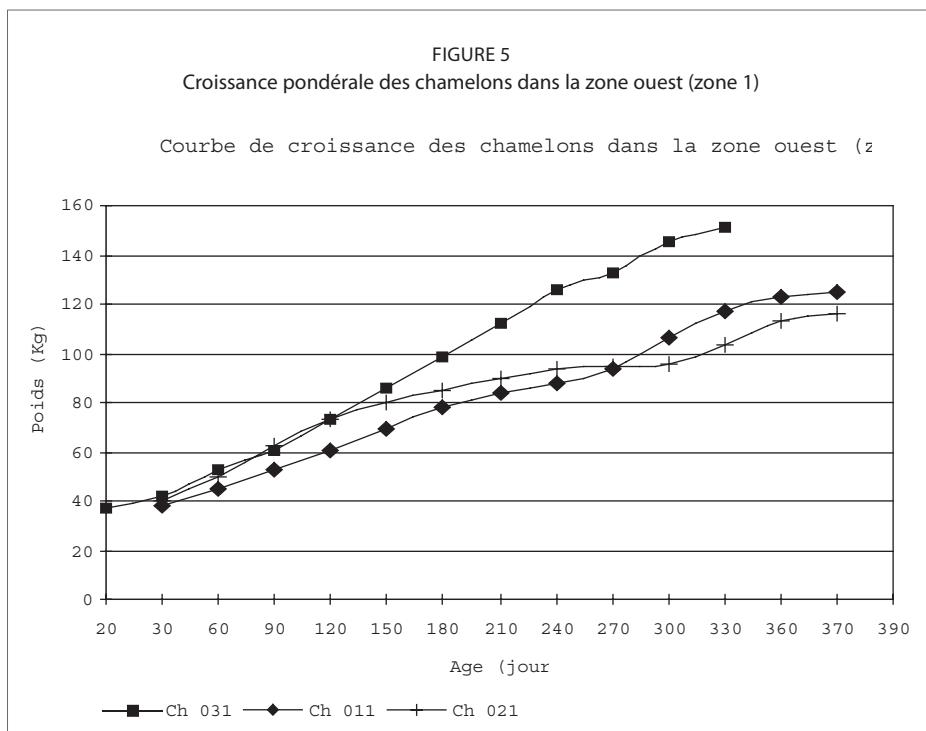
2.3.3 Croissance pondérale du chamelon

Dans ce système d'élevage camelin, où les producteurs sont introduits dans un circuit marchand, la traite des animaux devient de plus en plus importante, surtout lorsque la taille du troupeau de chameaux laitières est très faible. Cette traite, quoique non complète, entraîne une spoliation importante du lait au détriment du chamelon qui se traduit le plus souvent par un déficit de croissance. Sept chameleons au total dont deux mâles et cinq femelles, ont fait l'objet de ce suivi pendant 12 mois.

Cette étude n'est encore pas achevée. Jusqu'à l'âge de 12 mois, on constate, pour des animaux issus d'un même élevage, que les mâles sont plus lourds que les femelles. En revanche, ce suivi pondéral a montré que la vitesse de croissance est plus importante chez le chamelon dont la mère n'est pas traite (figure 5).

Ces courbes décrivent des vitesses de croissance différentes selon le sexe (figure 7) et la localisation de l'élevage. Quant au gain moyen quotidien (GMQ), il est en moyenne de 282 grammes par jour, ce qui est non négligeable si on tient compte de multiples contingences défavorisantes qui interviennent dans ces conditions d'élevage (traite, parasitisme, déplacements, faible disponibilité alimentaire, etc.).

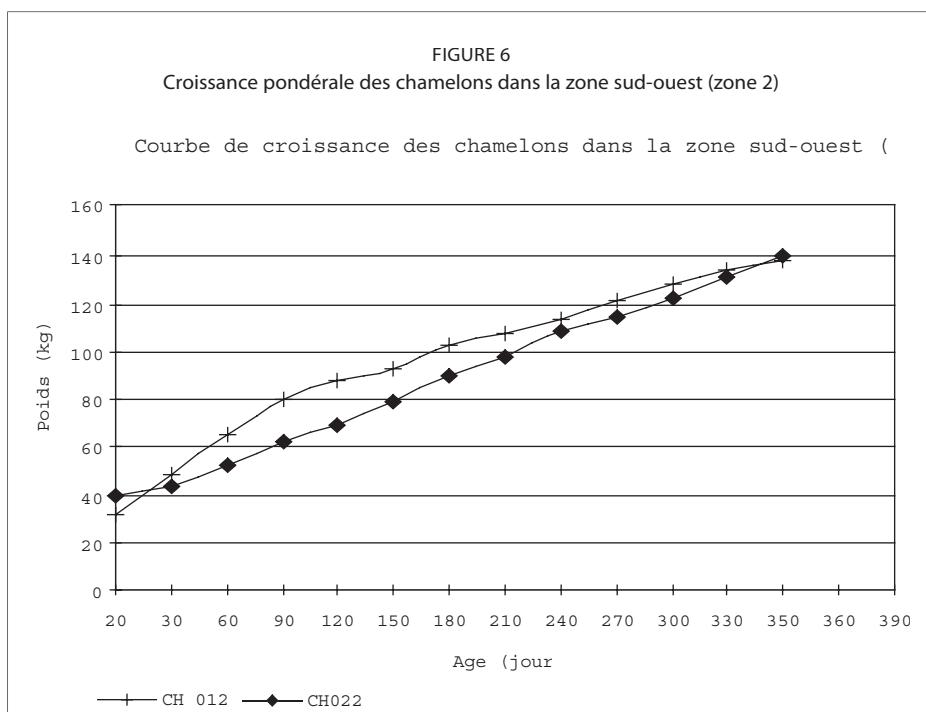
La différence de croissance, pour deux animaux de même sexe, issus d'un même élevage, peut être liée à la différence de performance des mères, à l'intégrité sanitaire et/ou à certains facteurs intrinsèques liés à l'animal (figure 6).



CH 031: chameçon femelle dont la mère n'est pas traitée

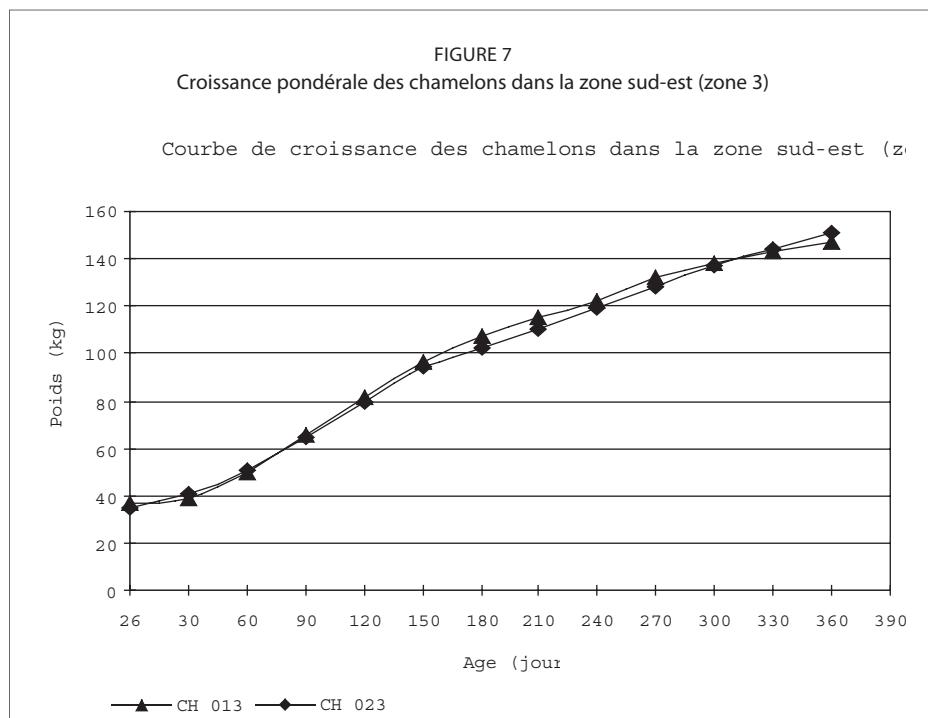
CH 011: chameçon mâle

CH 021: chameçon femelle



CH 012: chameçon femelle

CH 022: chameçon femelle



2.4 DISCUSSION

Concernant les performances laitières des dromadaires en général, Martinez (1989), dans une étude en Mauritanie au niveau des élevages laitiers camélins périurbains, a rapporté des productions quotidiennes allant de 3,1 à 4,3 litres avec une moyenne de 3,8 litres. Kamoun et Bergaoui (1989) ont trouvé avec des Neggas en Tunisie, une production journalière moyenne de 6,1 litres. Nos résultats se rapprochent plus de ceux de Martinez, qui a travaillé dans des exploitations en système similaire au nôtre. Par contre, Kamoun et Bergaoui (1989) ont travaillé sur des animaux en station avec une alimentation rationnée et un protocole de traite différent de celui observé dans les systèmes extensifs. En revanche, les productions totales obtenues dans notre étude seraient plus importantes que celles obtenues par Richard (1989) sur les dromadaires Dankali d'Ethiopie élevés en système extensif (1 187 kg de lait contre 1 123 kg) pour une même durée moyenne de lactation (incomplète dans notre cas). Dans le cas où l'évaluation a été faite avec estimation de la quantité prise par le chameau, la production la plus élevée a été observée sur une chameau qui en est à sa deuxième lactation.

En ce qui concerne le coefficient de persistance, quelques rares auteurs en font cas dans la littérature. Chez le dromadaire, il est en général élevé. Richard (1989) a trouvé un chiffre moyen de 97,1 pour cent sur les lactations des dromadaires Dankali en Ethiopie.

En Mauritanie, S. Ahmed a trouvé deux chiffres selon que la mise bas a lieu en janvier (coefficient égal à 71,4 pour cent) ou en août (coefficient égal à 88,9 pour cent).

Les animaux suivis dans notre étude ayant tous mis bas pendant la période août-septembre, notre coefficient de persistance moyen (85,77 pour cent) se rapproche plus du dernier trouvé par cet auteur. Toutefois la persistance semble élevée quelle que soit la race.

Les résultats des traites quotidiennes sont également intéressants car ils montrent, d'une part, une bonne persistance de la lactation (85,77 pour cent) et, d'autre part, la bonne réponse des chamelles 7 et 8 à l'alimentation, traduite par un petit pic de production qui survient au 270^e jour de lactation correspondant au mois de juillet, période d'installation des pâturages herbacés naturels. Richard (1989) a observé une production moyenne de 4,4 litres au pic de lactation intervenant au deuxième mois de la production. Dans notre cas, et particulièrement au niveau des élevages où la quantité consommée par le chameau n'a pas été comptabilisée, la production moyenne au pic (4,11 kg de lait) est très proche de celle rapportée par Richard et survient plus tardivement au troisième mois de lactation.

Quant à la croissance des chameaux, elle est très variable et reste sous l'influence de plusieurs facteurs. Il est établi que la traite entraîne une spoliation de l'alimentation destinée au chameau, avec des conséquences non négligeables notamment:

- dans le cas de système laitier périurbain, en particulier camélin et géré par des pasteurs purs, la demande en lait est très forte et la traite est intense. Le taux de traite (rapport du nombre de chamelles traitées au nombre total des chamelles en lactation) est pratiquement égal à l'unité dans la presque totalité des élevages périurbains d'Agadez;
- dans ces conditions, la mortalité des chameaux est assez importante. Mais les données dont nous disposons actuellement ne nous permettent pas d'affirmer que la traite a une influence sur cette mortalité des chameaux. En revanche, la traite intense engendre manifestement un retard de croissance sur le chameau, retard d'autant plus important que les quantités traitées sont importantes.

Richard (1989) a rapporté un poids moyen de 160 kg à 1 an pour un chameau mâle, ce qui représente un GMQ de 350 g/jour la première année contre un GMQ égal à 304 g/jour et un poids de 152 kg pour un chameau observé dans notre étude. Au même âge, un chameau femelle issu du même élevage présente un poids de 148 kg pour un GMQ de 302 g/jour. Il y a donc des différences notoires entre la croissance des chameaux mâles et femelles.

2.5 CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude, en particulier pour la durée de lactation, quoique incomplète, montrent la potentialité productive des dromadaires en situation alimentaire précaire. Une production de 1 417 kg de lait en 280 jours vient confirmer cette potentialité, qui mérite d'être valorisée davantage dans une perspective de renforcement de la sécurisation pastorale, critère essentiel pour le développement socioéconomique des zones particulièrement défavorisées sur le plan environnemental.

En ce qui concerne la croissance du chameau, on constate qu'elle est bonne malgré le régime de traite observé par les pasteurs. Le dromadaire est donc, de ce point de vue, l'animal de choix pour l'exploitation de ces zones arides. La valorisation de ce type d'élevage par la commercialisation du lait est, en effet, le moyen le plus efficace pour permettre aux populations pastorales d'avoir accès à une trésorerie régulière.

Par ailleurs, le développement d'une production laitière marchande localisée en zones périurbaines, dynamisée par l'émergence des unités de transformation et de commercialisation de ce lait par un dispositif efficace de collecte, est susceptible de faire évoluer un certain nombre de pratiques zootechniques et d'utilisation de l'espace.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement le Service de coopération et d'action culturelle (SCAC) de l'Ambassade de France au Niger qui a accordé le financement de cette étude, le CIRAD-EMVT qui a contribué à l'appui matériel, le Docteur Gilles Vias, chef de Capen (ONG Karkara), qui nous a donné l'opportunité de présenter ce travail à cet atelier et surtout pour l'appui matériel et financier qu'il a fourni.

BIBLIOGRAPHIE

- Barre, A. 2002. Discours d'ouverture à l'atelier: Comment dynamiser la filière laitière périurbaine au Niger. Dans Vias, G. et al. (éd.), Actes de l'atelier National: Comment dynamiser la filière laitière périurbaine au Niger? Niamey 5-6 février 2002, 87 p.
- Baumer, M. 1997. Agroforesterie et désertification. CTA, Wengeningen, 260 p.
- Bernus, E. 1981. Touaregs nigériens. Unité culturelle et diversité régionale d'un peuple pasteur. Thèse d'état, éd. Orstom, mém., n° 94, 507 p.
- Bonnet, P. 1987. L'élevage du dromadaire en zones arides: un exemple d'enquête zootechnique réalisée au Butana et dans le Gash au Soudan. Maisons-Alfort: IEMVT, Mémoire (DESS productions animales en régions chaudes), France, 120 p.
- Boué, A. 1949. Essai de barymétrie chez le dromadaire nord-africain. Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 3(1): 13-16.
- Bourgeot, A. (sous la direction de). 1999. Horizons nomades en Afrique sahélienne, sociétés, développement et démocratie, Karthala, Paris, 481 p.
- Faye, B. 1999. Mission d'appui au projet institutionnel au développement de la filière caméline au Niger. Rapport de mission, CIRAD-EMVT, Montpellier, France, 37 p.
- Faye, B. 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, 33 (1^e éd.), Sanofi Nutrition-Santé animale, 126 p.
- Graber, M. 1966. Etude dans certaines conditions africaines de l'action antiparasitaire du thiabendazole sur divers helminthes des animaux domestiques. Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 19(4): 527-543.
- Ismaël, M. 1988. Milk production potential of dairy camels in Northern Saudi Arabia. Dans Bonnet, P., Sci (éd.) Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: Colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, 304 p.

- Kamoun, M., Bergaoui, R. 1989. Un essai de production et de transformation de lait de dromadaire en Tunisie Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 42(1): 113-115.
- Khan, B.B., Iqbal, A. 2001. Production and composition of camel milk. Review. Pakistan J. Agri. Sci., 38: 64-68.
- Martinez, D. 1989. Note sur la production de lait de dromadaire en secteur périurbain en Mauritanie. Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 42(1): 115-116.
- Meyer, C., Denis, J.P. (éd.). 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale (Dairy cattle production in the tropics), CIRAD-EMVT (collection technique), Montpellier, France, 314 p.
- Michel, J.F., Bengoumi, M., Bonnet, P., Hidane, K., Zro, K., Faye, B. 1997. Typologie des systèmes de production camélins dans la province de Laâyoune. Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 50(1): 313-319.
- Moslah, M. 1998. Production laitière du dromadaire en Tunisie. Dans Bonnet, P., Sci (éd.) Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: Colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, 304 p.
- Richard, D., Gérard, D. 1989. La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 42(1): 97-103.
- Vias, G., Ruppol, P. 2002. Comment dynamiser la filière laitière périurbaine au Niger? Actes de l'atelier National, Niamey, 5-6 février 2002, 87 p.

Chapitre 3

Intensification de la production laitière des chamelles en Tunisie

H. El Hatmi, M. Hammadi, M. Moslah, M. Khorchani⁸

RÉSUMÉ

L'élevage des dromadaires est actuellement concentré dans les zones arides et désertiques du centre et du sud du pays. Cet élevage est extensif avec recours à la complémentation des chamelles en fin de gestation, en début de lactation et en période de disette. Quelques élevages de jeunes chamelons en stabulation sont apparus au cours des dernières années, suite aux demandes croissantes en viande de dromadaire dans les villes du sud, du centre, dans les villes côtières et dans la capitale.

Le lait constitue, avec la farine d'orge, la principale source alimentaire du berger au cours de l'année. Les chamelles non traites réservent leur lait à leurs chamelons. A l'exception d'une tentative de la coopérative Ennajah à Médenine, appuyée par l'Office de l'élevage et des pâturages, le lait de chamele n'est pas commercialisé en Tunisie. Cette tentative qui a duré deux mois (juillet et août 1995) a permis la collecte de 733 litres dans six élevages. La quantité collectée a été pasteurisée, emballée et vendue à 1,8 dinar tunisien/litre (soit 1,3 euro environ). La faible quantité collectée s'explique par l'éparpillement des élevages et le faible niveau de production qui semble caractériser la population caméline tunisienne.

Actuellement, il n'existe pas d'élevages intensifs destinés à la production laitière. Toutefois, quelques travaux ont été réalisés à l'Institut des régions arides de Médenine (sud du pays) et à l'Ecole supérieure d'agriculture de Mateur (nord du pays), pour étudier l'effet de la complémentation sur la quantité et la qualité du lait produit.

La quantité de lait produit par des chamelles a été estimée avec ou sans complémentation. Cette production a varié de 1,22 à 2,02 kg pour des chamelles élevées sur parcours sans complémentation, et de 2,03 à 4,13 kg pour d'autres complémentées.

La production des chamelles élevées sur un parcours de plantes halophytes sans complémentation a varié de 1,5 à 1,7 litre par jour, alors que celle du groupe complémenté après retours du parcours a atteint 3,4 à 3,9 litres par jour. Sur 10 mois de lactation, la production moyenne de deux groupes de 10 chamelles a été comparée: le groupe 1 ayant reçu 1 kg/tête/jour et le groupe 2,4 kg/tête/jour. La production maximale a été estimée respectivement à 2,19 et 3,96 litres/tête/jour.

Au nord de la Tunisie, des productions journalières moyennes variant de 7,4 à 11,9 litres dans un élevage semi-extensif avec des traitements plus fréquents (deux à quatre fois par jour) ont été rapportées.

Actuellement, on ne peut pas parler d'une intensification de la production laitière.

⁸ Laboratoire d'élevage et de la faune sauvage. Institut des régions arides. 4119 Médenine, Tunisie.

Les essais réalisés dans le sud du pays ont abouti à un faible niveau de production, même dans des conditions alimentaires plus favorables. Avec une demande croissante en lait de chameau, surtout pour ses vertus médicinales, la seule solution à court terme semble le croisement d'une partie de la population locale avec des races améliorées importées, et l'orientation vers quelques élevages intensifs dans les périphéries irriguées et dans les oasis, ou des élevages semi-intensifs périurbains.

3.1 INTRODUCTION

Au cours des trois derniers plans quinquennaux de développement agricole, et suite aux différentes recommandations des séminaires et ateliers (Tataouine [1988], Douz [1991], Douz [1995]) consacrés à l'élevage camelin, la Tunisie a déployé de gros efforts pour arrêter, dans une première phase, la régression des effectifs de dromadaires puis relancer son élevage. Ces efforts se sont concrétisés grâce au Projet national de développement de l'élevage de dromadaire qui a été confié à l'Office de l'élevage et des pâturages (OEP). Ce projet, avec l'aide des commissariats régionaux de développement agricole, a permis d'améliorer significativement les points d'eau et les abreuvoirs, la couverture sanitaire, l'allaitement artificiel des jeunes chamelons, l'identification des troupeaux pour faciliter les suivis, ainsi que l'organisation des éleveurs en associations d'éleveurs de dromadaires. Cette nouvelle organisation a conduit à l'identification d'un interlocuteur unique chargé des relations avec l'administration responsable des programmes de développement du secteur. Ces efforts ont aussi concerné le financement de recherches vouées à l'amélioration des aspects nutritionnels, de la productivité du troupeau – notamment par la réduction de l'intervalle entre les naissances, l'engraissement des chamelons, etc. – et des aspects sanitaires.

La conjugaison des efforts des différents intervenants a abouti à une filière bien distincte pour la production de la viande qui demeure la principale source de revenu pour l'éleveur. Bien que potentiellement intéressante, la production laitière et sa commercialisation n'ont pas pu connaître le même essor. Les principales contraintes à son développement sont liées à l'éparpillement de cet élevage et à la faible production individuelle qui ne facilitent pas l'instauration d'une infrastructure viable chargée de la collecte d'un produit périssable.

Ce compte rendu passera en revue les principales expériences réalisées en Tunisie au cours de la précédente décennie, en vue de déterminer et/ou d'améliorer la production laitière; il s'agit surtout d'essais de complémentation de chamelles élevées sur parcours et non d'une réelle intensification de la production.

3.2 COLLECTE ET COMMERCIALISATION DU LAIT DE CHAMELLE

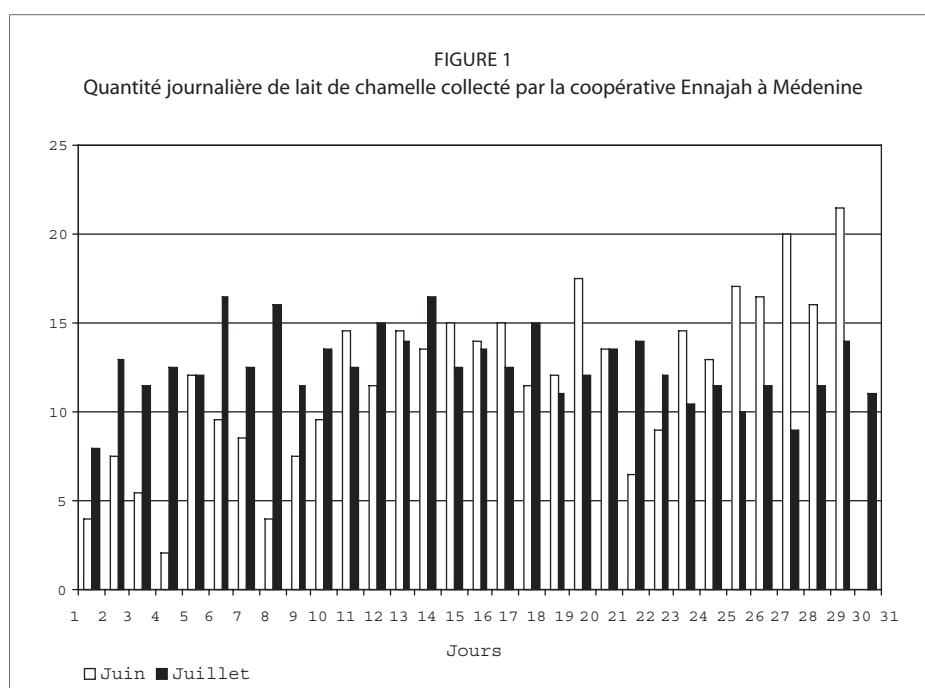
En dépit d'une demande, même limitée, qui a toujours existé, le lait de chamele n'est pas commercialisable selon l'avis des éleveurs et des bergers. Il est offert gratuitement aux demandeurs, à des fins thérapeutiques diverses (fièvre chez les jeunes enfants, infertilité des hommes, diabète, etc.). Des personnes ont même parcouru plus de 300 km pour se rendre à l'Institut des régions arides et se procurer 1 ou 2 litres de lait de chamele. Le lait de chamele a été collecté à des fins de commercialisation pour la première fois en 1995 dans le Gouvernorat de Médenine (sud-est du pays), sur l'initiative de la coopérative agricole Ennajah avec l'appui de l'OEP qui a mis à sa disposition une camionnette avec une citerne réfrigérée. Cette action a duré deux mois (juin-juillet) et a touché principalement six élevages.

La quantité journalière collectée variait entre 2 et 21,5 litres (11,88 litres en moyenne) au cours du mois de juin et entre 8 et 16 litres (12,14 litres en moyenne)

en juillet. Le lait collecté était pasteurisé et emballé dans des sachets de 0,5 litre. Le prix de vente au public du litre était de 1 800 dinars tunisiens ce qui représentait environ quatre fois le prix de vente du lait de vache.

Ce lait a été essentiellement commercialisé dans la ville de Médenine, étant donné la faible quantité offerte. Au cours des deux mois, les éleveurs ont bénéficié d'une avance sur le prix du lait en vue d'acquérir des aliments concentrés pour la complémentation des chameaux traités. Toutefois les données concernant le nombre de chameaux par éleveurs ainsi que le niveau de complémentation des chameaux élevés sur parcours font défaut. Malheureusement, cette expérience, qui aurait pu constituer le point de départ d'une commercialisation régulière de ce produit, s'est heurtée à l'indisponibilité d'un moyen de transport assurant la collecte. Les éleveurs ainsi que les consommateurs ont déploré cet arrêt. La poursuite de cette expérience aurait pu avoir un impact important sur la transformation d'une partie du système d'élevage pastoral en un système semi-intensif périurbain. Ces dernières années, plusieurs tentatives, de la part de promoteurs privés, de collecter et commercialiser le lait de chameau se sont succédées sans aboutir. Les contraintes sont liées à la dispersion des élevages et à la faible quantité produite dans le troupeau.

En l'absence d'un élevage intensif (dans les oasis ou dans les périmètres irrigués), un élevage périurbain des chameaux laitiers semble être la solution la plus appropriée qui permettrait de relancer la commercialisation et d'encourager les investisseurs à se lancer dans des projets de collecte et de commercialisation du lait de chameau. De tels projets permettront la diversification du revenu des éleveurs – actuellement limité à la vente d'animaux de boucherie – afin de contrebalancer des charges d'élevage croissantes.



3.3 EFFET DE LA COMPLÉMENTATION SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE DES CHAMELLES DU SUD TUNISIEN

3.3.1 Essai 1

Un essai a été effectué par Moslah (1994) sur quatorze femelles suitées de race Maghrebi dont onze appartiennent à un éleveur privé de la région de Tataouine et trois à l'Institut des régions arides (IRA). Les femelles ont des rangs de lactation différents. Les chamelles du troupeau de l'éleveur privé restent toute l'année dans un troupeau collectif de 90 têtes environ. Leur alimentation est basée sur les parcours naturels sans complémentation. Le troupeau de l'Institut pâture toute l'année au même endroit, à raison de huit heures par jour sur un parcours à dominante de plantes salées. Le soir, de retour au campement, il reçoit une complémentation de 2 kg de grignons d'olives et de 1 kg d'orge concassée par tête.

Le contrôle laitier a commencé à partir de la cinquième semaine suivant la mise bas, à raison d'un contrôle tous les 15 jours. Les résultats de la production laitière figurent au tableau 1.

La production laitière moyenne journalière des chamelles recevant une complémentation était supérieure à celle des femelles sans complémentation. Toutefois, étant donné le nombre très limité de chamelles complémentées, la comparaison entre les deux lots devient difficile. La quantité de lait produite s'est améliorée de la première à la troisième lactation. L'effet de la complémentation sur l'amélioration de la production était de l'ordre de 60 pour cent, pour la première et la troisième lactation, et de 39 pour cent, pour la deuxième lactation.

La production laitière de la chamele multipare est plus élevée que celle de la chamele primipare, et ce pour les deux modes d'élevage. Le pic de lactation se situe au cours du troisième mois pour toutes les femelles.

En conclusion, la production laitière communément retenue chez la race Maghrebi est de 2 à 5 litres par jour sur une période de huit à 12 mois de lactation.

3.3.2 Essai 2

Pour étudier l'effet de la complémentation sur la production laitière des chamelles élevées sur un parcours de plantes salées du sud tunisien, Hammadi (1996) a utilisé

TABLEAU 1
Production laitière des chamelles élevées dans le sud tunisien

Éleveur et régime alimentaire	Nombre de chamelles	Rang de lactation	Production moyenne (kg/jour)	Production totale (kg)
IRA (parcours + complémentation)	1	1	2,03	497,15
	1	2	4,13	1 009,55
	1	3	3,4	828,7
	Moyenne			3,15
Éleveur privé (parcours seul)	4	1	1,22	259,2
	4	2	1,62	346,1
	3	3	2,02	430,5
	Moyenne			1,62

Source: Moslah (1994).

18 chamelles qui ont été réparties en deux lots de neuf animaux (lot 1 et lot 2) sur la base du poids vif, de l'âge et du stade de gestation (respectivement pour les lots 1 et 2, poids vif moyen: 358,9 et 362,1 kg; âge moyen: 6,9 et 6,7 ans; nombre de jours de gestation: 252 et 240 jours).

Chaque femelle du lot 1 a reçu le soir après retour du parcours, du début du dixième mois de gestation à la fin du troisième mois d'allaitement, 4 kg et 5 kg d'un aliment concentré (0,8 UFL/kg brut) respectivement pour la phase de gestation et la phase de lactation. L'aliment concentré est composé d'orge (60 pour cent), de son de blé (17,5 pour cent), de grignons d'olives bruts (17,5 pour cent) et d'un complément minéral vitaminé (5 pour cent). Le contrôle laitier a débuté à partir du quinzième jour post-partum à un rythme semi-mensuel jusqu'au troisième mois d'allaitement. Les chamelons ont été séparés de leur mère le soir pendant 14 heures pour estimer la production laitière à partir d'une seule traite de deux quartiers (antérieur et postérieur). La production pendant 24 heures a été estimée par l'équation suivante, à partir de la quantité de lait obtenu par la traite (Q_0).

Pour chaque paramètre étudié, et au niveau de chaque facteur de variation, les valeurs portant les exposants:

a et b: sont statiquement différentes au seuil $\alpha = 1\%$

e et f: sont statiquement différentes au seuil $\alpha = 1\%$

$$P_L = [(Q_0 * 2) / 14] * 24 = 3,428 * Q_0 \text{ (litres/jour)}$$

Le poids des chamelles a été déterminé tous les 14 jours. Les quantités de matière sèche et de matière organique prélevées sur le parcours ont été estimées et leur digestibilité appréciée: par l'utilisation d'un marqueur externe (Cr_2O_3) – pour l'estimation de l'excrétion fécale – et par la méthode de l'index fécal – pour l'estimation de la digestibilité (Khorchani et al., 1992).

L'étude s'est étalée sur l'hiver – qui correspond à la fin de gestation – et le printemps – qui correspond au début de la lactation. La quantité moyenne quotidienne de matière sèche ingérée a été estimée, respectivement pour les lots 1 et 2, à 6,7 et 7 kg/tête en hiver, et à 7,4 et 8 kg/tête au printemps.

La matière organique ingérée a été estimée, respectivement pour les lots 1 et 2, à 4,9 et 5,2 kg/tête en hiver, et à 5,7 et 6,0 kg/tête au printemps. La production laitière des deux lots est rapportée au tableau 2. La production journalière moyenne a varié de 2,3 à 2,6 litres par jour. La production maximale a atteint 6 litres. L'effet de la

TABLEAU 2

Effets du niveau de l'alimentation sur l'évolution de la production laitière chez la chamele au cours des trois premiers mois d'allaitement

	Moyenne	Niveau d'alimentation	
		Lot 1	Lot 2
Effectif (jours post-partum)	16	7	9
15	2,6	3,8 ^e	1,7 ^f
30	2,4	3,4 ^e	1,6 ^f
60	2,3	3,6 ^e	1,6 ^f
90	2,5	3,9 ^a	1,5 ^b

complémentation sur la quantité de lait produite a été net puisque les chamelles du lot 1 ont produit au moins le double de la production des chamelles du lot 2 (non complémenté) au cours de la période de suivi. Toutefois, étant donné que la quantité réellement prélevée ne dépasse pas la moitié de la production totale – du moins dans le cas de la population tunisienne de dromadaires – celle-ci constitue encore un handicap majeur à l'instauration d'un système de collecte et de commercialisation du lait de chamelle.

3.3.3 Essai 3

La recherche a débuté en février 2000 et s'est achevée en décembre 2000, auprès du laboratoire d'élevage et de la faune sauvage de l'Institut des régions arides. Les mises bas se sont étalées entre le 29 janvier et le 29 février 2000. Cette station expérimentale est située au sud du pays caractérisé par une pluviométrie annuelle de 180 mm. Vingt chamelles multipares de race Maghrebi ont fait l'objet de cette étude. Les animaux pâturent de sept à huit heures par jour sur un parcours dominé par des plantes spontanées halophytes. Les animaux ont été divisés en deux groupes complémentés le soir après retour du parcours; groupe 1: 1 kg de concentré/tête/jour; groupe 2: 4 kg de concentré/tête/jour. La mise en lot a été basée sur les critères suivants: poids corporel (groupe 1: 418 ± 20 kg; groupe 2: 429 ± 34 kg); l'âge de la femelle (groupe 1: $10,0 \pm 2,8$ ans; groupe 2: $10,1 \pm 3,4$ ans). La traite a été effectuée manuellement et le lait a été quantifié et analysé toutes les deux semaines durant une lactation complète de 42 semaines. La production laitière a été estimée en calculant le temps de séparation des chamelons de leurs mères et en extrapolant à 24 heures cette production. Puis, on a multiplié par deux la production, puisque deux quartiers seulement ont été traités (un postérieur et un antérieur), les deux autres étant tétés par le chameçon (la chamelle ne donne son lait qu'en présence de son petit).

La production laitière du groupe 2 est significativement plus importante ($p < 0,001$) que celle du groupe 1; il existe un intervalle de production de lait de 0,7 à 1 litre tout au long du stade de lactation ce qui met en évidence l'importance de l'effet de la complémentation (tableau 3). Le maximum de production est obtenu entre la dix-septième et la dix-huitième semaine de lactation pour le groupe 1, et entre la onzième et la douzième pour le groupe 2 (El-Hatmi et al., en cours de publication).

Pour les deux groupes de femelles, la production laitière est faible au début du stade de lactation, puis elle atteint un maximum de 3,23 litres par jour pour le groupe 2 et 1,88 litre par jour pour le groupe 1. Les résultats que nous avons obtenus sont comparables à ceux de Dell'Orto et al. (2000) reportant que la chamele peut produire entre 1,8 à 4,5 kg de lait par jour. La production moyenne de lait de chamele au cours d'un stade de lactation et la production totale d'une lactation sont, pour les groupes 1 et 2 respectivement, de $1,6 \pm 0,53$ et $2,51 \pm 1,0$ litres/jour, pour la production moyenne; de 470,4 et 737,9 litres, pour la production totale par lactation.

Les extraits secs totaux du lait des deux groupes ont parallèlement diminué pour atteindre des valeurs situées entre 80 et 100 grammes par litre, à partir du stade 10-12 semaines, qui correspond à la production maximale. L'extrait sec le plus élevé est

TABLEAU 3
Production laitière des chamelles tout au long du stade de lactation

Stade de lactation (semaines)	Production (litre/jour) groupe 1		Production (litre/jour) groupe 2	
	Moyenne	SD ^a	Moyenne	SD ^a
1-2	1,66	0,24	1,68	0,70
3-4	1,31	0,61	1,89	0,94
5-6	1,68	0,45	2,39	1,12
7-8	1,33	0,64	2,03	1,02
9-10	1,65	0,43	2,92	2,01
11-12	1,56	0,40	3,24	1,20
13-14	1,75	0,52	2,86	1,09
15-16	1,85	0,29	2,92	0,88
17-18	1,86	0,41	2,92	0,97
19-20	1,68	0,75	2,76	1,27
21-22	1,84	0,44	2,91	0,79
23-24	1,71	0,42	2,76	1,03
25-26	1,44	0,64	2,51	0,79
27-28	1,70	0,67	2,83	0,78
29-30	1,48	0,55	2,72	0,78
31-32	1,50	0,73	2,64	1,86
33-34	1,31	0,53	2,48	1,00
35-36	1,35	-	1,98	0,98
37-38	1,88	0,20	2,51	0,67
39-40	1,66	0,79	2,09	0,12
41-42	1,55	0,95	1,65	0,99

SD^a: Ecart type.

de 142 grammes par litre pour le groupe 1 et de 126,5 grammes par litre pour le groupe 2 (tableau 4).

Le taux en matière grasse s'élève à partir du huitième jour de lactation, durant le premier mois – il se situe entre 60 et 40 grammes par litre – puis il diminue et revient à un niveau élevé en fin du stade de lactation. Il est à noter que, tout au long du stade de lactation, le groupe 1 possède un lait plus concentré en matière grasse et en matière protéique que le groupe 2. Par ailleurs, en saison estivale le lait devient très dilué; cela s'explique par le fait qu'un phénomène physiologique provoque chez la chamele une migration de l'eau vers les glandes mammaires, et que les chamelles sont alimentées par un parcours de plantes halophytes sec.

3.4 PRODUCTION LAITIÈRE AU NORD DE LA TUNISIE

L'objectif du travail réalisé par Kamoun (1994) était d'estimer le potentiel laitier des chamelles et de déterminer les principaux facteurs qui pouvaient influencer la quantité et surtout la qualité du lait produit. L'étude s'est déroulée dans la ferme expérimentale de l'Ecole supérieure d'agriculture de Mateur, au nord de la Tunisie. Au total, vingt-six lactations ont été suivies, huit chamelles entretenues en stabulation entravée et nourries de fourrages et de concentrés; 18 chamelles ont été hébergées de

TABLEAU 4

Evolution de l'extrait sec total des deux groupes de chamelles en fonction du stade de lactation

Stade de lactation (semaines)	Extrait sec total (g/l) groupe 1		Extrait sec total (g/l) groupe 2	
	Moyenne	SD ^a	Moyenne	SD ^a
1-2	142,2	36,7	126,5	43,0
3-4	131,0	10,2	126,2	14,6
5-6	132,3	11,43	113,9	11,1
7-8	115,3	8,2	116,5	12,4
9-10	113,5	12,4	108,2	10,4
11-12	110,5	11,5	102,4	11,3
13-14	102,3	9,1	105,4	7,6
15-16	100,3	10,4	98,0	11,7
17-18	94,3	9,7	101,1	13,5
19-20	99,0	13,2	94,9	9,4
21-22	90,0	10,2	93,8	7,5
23-24	98,4	17,5	97,5	12,8
25-26	87,4	11,2	93,5	11,2
27-28	94,2	6,7	85,7	14,8
29-30	87,0	12,3	93,9	17,2
31-32	130,0	23,7	101,6	12,0
33-34	104,5	33,3	117,4	-
35-36	105,8	23,5	121,8	-
37-38	101,8	0	131,7	10,9
39-40	106,2	25,8	-	-
41-42	141,1	14,8	119,0	7,6

SD^a: Ecart type.

12 à 14 heures dans l'étable où elles ont eu à leur disposition de l'eau et de la paille à volonté ainsi que 4 kg de son de blé/tête/jour. Au cours du reste de la journée, les animaux étaient conduits sur un pâturage de jachère. La traite était quotidienne et les contrôles effectués tous les quatorze jours à raison de trois traites par jour. La traite complète a été effectuée sur deux quartiers (un postérieur et un inférieur). Les deux autres ont été réservés au chameau et le volume recueilli a été multiplié par deux. Les quantités de lait produites quotidiennement et en une lactation ont différé selon les individus. La production laitière moyenne journalière a été de 7,4 litres au cours de la deuxième semaine, de 11,9 litres vers la sixième semaine, et a atteint 5,6 litres au huitième mois. Dans la majorité des cas, le pic de lactation a été atteint au cours du troisième mois (entre le soixante-quatrième et le quatre-vingt-quatorzième jour de lactation). La durée moyenne de lactation a été de neuf mois (de 5,5 à 13,5 mois).

La composition du lait a évolué au cours du stade de lactation. Durant les deux premiers mois, une diminution du taux en protéines et du taux butyreux a été observée. Ces constituants passent par un minimum qui coïncide avec le pic de lactation.

Cette étude a démontré que, parmi la population de dromadaires de la Tunisie, ceux qui bénéficient des conditions plus favorables du nord (pluviométrie moyenne annuelle de 400 mm) ont un potentiel relativement important.

3.5 CONCLUSION

En Tunisie, le niveau de production laitière est limité. La complémentation des chamelles sur parcours a pu améliorer ce niveau mais il reste insuffisant pour encourager les éleveurs à commercialiser ce produit très recherché, particulièrement pour ses vertus thérapeutiques. Les investisseurs privés désireux de s'engager dans la collecte et le traitement du lait de chameau se heurtent toujours à l'éparpillement des élevages. Pour promouvoir cette filière, il faudrait probablement encourager les éleveurs à choisir les meilleures chamelles laitières pour des élevages périurbains, dans les périphéries irriguées et dans les oasis. Ces incitations devraient aussi s'adresser aux investisseurs dans la collecte du lait dont le rôle dans la réussite de cette nouvelle filière est indiscutables.

La commercialisation du lait de chameau contribuera à la diversification du revenu de l'éleveur pour mieux faire face aux coûts croissants qu'exige l'élevage du dromadaire. L'importation de quelques géniteurs de race laitière contribuerait à la constitution plus rapide d'un circuit de collecte de cet aliment qui pourrait être intégré, sans difficultés, dans le charme du sud tunisien pour les touristes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Office de l'élevage et des pâturages pour la fourniture des données relatives à l'opération de collecte du lait chez les éleveurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Dell'Orto, V., Cattaneo, D., Beretta, E., Baldi, A., Savoini, G. 2000. Effects of trace element supplementation on milk yield and composition in camels. *Int. Dairy J.* 10: 873-879.
- El-Hatmi, H., Hammadi, M., Khorchani, T., Abdennabi, M., Attia, H. 2003. Effects of diet supplementation on camel milk yield and composition during whole lactation under Tunisian arid range conditions. (En cours de publication.)
- Hammadi, M. 1996. Effet d'une supplémentation par un aliment concentré sur les performances de production et de reproduction chez la chameau (*Camelus dromedarius*) élevée sur un parcours du sud tunisien. Mémoire de fin d'étude, Cycle de spécialisation. INAT. 96 p.
- Kamoun, M. 1994. Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation: conséquences technologiques. Dans P. Bonnet (éd.), *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: Colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994*, publ. CIRAD, Montpellier, France.
- Khorchani, T., Abdouli, H., Nefzaoui, A., Naffati, M., Hammadi, M. 1992. Nutrition of the one-humped camel. Intake and feeding behavior on arid ranges in Southern Tunisia. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 39: 303-311.
- Moslah, A. 1994. La production laitière du dromadaire en Tunisie. Dans P. Bonnet (éd.), *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: Colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994*, publ. CIRAD, Montpellier, France.

Chapitre 4

Productivité pastorale et productivité laitière en Algérie

A. Chehma⁹

RÉSUMÉ

Par ses caractéristiques morphologiques, physiologiques et comportementales, lui permettant de produire et de se nourrir dans les conditions écologiques les plus difficiles, le dromadaire demeure l'animal d'élevage le plus adapté aux régions désertiques. En Algérie, l'élevage camélin a toujours joué, et joue encore, un rôle considérable dans le développement de l'économie régionale des zones arides, par ses productions et services variés. Cet élevage, mené à l'extensif, est totalement tributaire des pâturages désertiques des parcours sahariens. La productivité pastorale de ces parcours est appréciable, caractérisée par une grande variation spatiotemporelle. La composition qualitative et quantitative est significativement différente suivant les différents types de parcours camélins sahariens (reg, erg, dépressions, lits d'oueds, hamadas et sols salés), et suivant les différentes périodes de l'année ou saisons. La productivité laitière est directement liée à la composante floristique de ces parcours, que se soit du point de vue quantitatif – pour subvenir aux besoins totaux de l'animal – ou qualitatif – présences d'espèces fourragères galactogènes, entre autres – sans oublier la performance génétique individuelle des différentes populations camélines. En Algérie, la production de lait n'est pas considérée comme le principal produit camélin, en raison des faibles potentialités laitières du cheptel camélin. En général, cette production varie de 0,5 à 10 kg de lait par jour suivant les différentes populations camélines. Cette faible productivité est d'autant plus accentuée que ce lait produit n'est pas du tout valorisé et n'est pleinement utilisé que pour l'allaitement des chameaux et l'autoconsommation. Une meilleure prise en compte de cette théorie, par la sélection et la spécialisation des populations camélines et par la diversification des débouchés de cette production, contribuera efficacement à encourager les éleveurs à mieux produire pour diversifier les revenus et, par-là même, à donner un regain d'intérêt à l'élevage camélin qui est généralement délaissé dans ce pays, d'autant que les potentialités pastorales algériennes (du point de vue quantitatif et qualitatif) le permettent.

Mots clés: dromadaire; parcours sahariens; productivité pastorale; productivité

⁹ Laboratoire de recherche. Protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides. Université de Ouargla, Algérie. (Courrier électronique: achehma@caramail.com.)

laitière; Algérie.

Pastoral productivity and dairy productivity in Algeria

ABSTRACT

The camel due to its morphological and physiological features, its behaviour and its ability to survive and produce in the most difficult ecological conditions, is the most adapted domestic species to the desert regions. In Algeria, camel raising has always played a considerable role in the economy of the arid zones, by providing a wide range of products and services. This raising, when led to extensive, is completely tributary to the desert grazings and rangelands of the Sahara. The pastoral productivity of these rangelands is substantial and characterized by a high spatio-temporal variation. The qualitative and quantitative botanical composition varies significantly according to different types of Saharan rangelands and according to different seasons. Milk productivity is directly linked to the botanical component of these rangelands, either on a quantitative basis – to provide enough feed for the animals – or on a qualitative basis – presence of galactogene fodder species, inter alias – and also to the genetic potential of the various camel populations. Due to the poor milk potential of the camel, milk is not considered as the main camel product in Algeria. Milk yields vary between 0.5 and 10 kg of milk per day. This low productivity results in little of the milk produced being sold, and is used mainly for nursing and home consuming. Consideration needs to be given to the potential for selection and specialization of camel production to diversify incomes, especially in areas with good pastural resources.

Key words: dromedary; Saharan courses; pastoral productivity; dairy productivity; Algeria.

4.1 INTRODUCTION

Le dromadaire est un animal qui s'adapte mieux que n'importe quel autre animal d'élevage aux conditions désertiques. Sa morphologie, sa physiologie et son comportement particuliers lui permettent de conserver son énergie (Wilson, 1984), de se priver de boire pendant de nombreuses semaines (Schmidt-Nielsen, 1964), de recycler son azote (Kandil, 1984), et de se satisfaire d'une alimentation médiocre (Gonzalez, 1949). Par ailleurs, de par son comportement alimentaire, le dromadaire pâture de manière à préserver son milieu écologique (Gauthier Pilters, 1977 et Newman, 1979). Il ne surpâture aucun type de végétation, et peut atteindre les couches supérieures des formations végétales; il ne dénude pas le sol et la couche arable ne se volatilise pas sous l'effet de son piétinement (Stiles, 1988).

En Algérie, l'effectif camélin n'a pas évolué au cours de ces dernières décennies (150 000 têtes en moyenne). Bien au contraire, il a diminué d'environ 40 pour cent au cours du siècle. En 1890, un effectif de 159 000 têtes a été enregistré, de 194 000 en 1910, de 158 000 en 1962, de 141 000 en 1985, et de 135 000 en 1990 (Lasnami, 1986).

Cet élevage est surtout orienté vers la production de viande, la production de lait étant secondaire du fait de faibles productivités et de l'inexistence de débouchés bénéfiques.

Il est mené en extensif, c'est-à-dire qu'il repose exclusivement sur le pâturage des parcours sahariens, qui sont tributaires d'aléas climatiques désertiques très sévères, caractérisés surtout par une pluviosité très faible et très irrégulière. Il en résulte des pâturages très variables, tant du point de vue temporel que spatial.

En général, le développement de cet élevage doit obligatoirement passer par le développement et la diversification de ses productions (viande, lait, etc.), ces dernières étant conditionnées par un potentiel génétique approprié, des conditions d'élevage adéquates et des débouchés rémunérateurs.

Dans le type d'élevage camélin extensif adopté en Algérie, l'alimentation est le paramètre clé sur lequel est basé ce système. Par conséquent, l'étude et la connaissance de la composition, répartition et productivité pastorale des différents parcours sahariens sont indispensables à une meilleure gestion, répartition, orientation et maîtrise de cet élevage.

Notre travail est la synthèse d'une recherche menée sur l'étude spatiotemporelle des parcours camélins du Sahara septentrional algérien, liée à un diagnostic de la situation de la production de lait camélin en Algérie.

4.2 MÉTHODOLOGIE

4.2.1 Productivité pastorale

L'estimation de la productivité pastorale des parcours camélins est obtenue d'après la méthodologie suivante:

4.2.1.1 Zones d'étude

Notre région d'étude est située entre le troisième et le sixième degré de longitude est, et entre le trente et unième et le trente-troisième degré de latitude nord; elle est divisée en trois zones représentatives des différents parcours camélins du Sahara

septentrional algérien (reg, sols sableux, erg, hamadas, dépressions, sols salés et lits d'oueds).

Pour faciliter les études quantitatives, nous avons divisé nos zones en stations homogènes et, dans chaque station, nous avons échantillonné six sous-stations de 100 mètres carrés dans lesquelles nous avons appliqué les différents relevés floristiques.

4.2.1.2 Etude floristique

Durant notre étude floristique, nous avons effectué les relevés et mesures suivants:

- l'inventaire floristique: la liste des espèces végétales établie grâce à la méthode de l'aire minimale tout au long de la période d'étude;
- le recouvrement: les mesures du recouvrement sont effectuées pour tous les individus des espèces vivaces des sous-stations, en projetant verticalement sur le sol les organes aériens des plantes.

4.2.1.3 Estimation du poids des espèces

Pour la productivité de la biomasse des parcours, le poids des principales plantes vivaces broutées par le dromadaire a été estimé en fonction de leur recouvrement, par l'utilisation de la méthode des courbes de régression qui nous ont donné des fonctions du type $y = ax+b$, reliant le poids (en kg) au recouvrement (en m^2).

Le nombre d'espèces ainsi mesuré est de 18, et pour chacune d'elles une quinzaine de pieds de différentes tailles ont été étudiés.

4.2.1.4 Observations temporelles

Les observations temporelles ont été faites en neuf relevés, couvrant les quatre saisons de l'année 2001-2002.

4.2.1.5 Composition chimique

La composition chimique des principales plantes vivaces broutées par le dromadaire a porté sur l'analyse de la matière sèche (MS), la matière organique (MO), la matière azotée totale (MAT), et la cellulose brute (CB).

4.2.1.6 Valeur énergétique

La valeur énergétique des principales plantes vivaces broutées par le dromadaire, exprimée en unité fourragère lait (UFL), a été estimée selon les formules de Andrew et Weiss (1978) qui donnent:

$$UFL\emptyset = 1,209 + 0,002337 \text{ MAT}\emptyset - 0,00000546 \text{ MAT}\emptyset - 0,00123 \text{ CB}\emptyset; R = 0,777$$

MAT \emptyset : Teneur en matière azotée en g/kg de matière organique;

CB \emptyset : Teneur en cellulose brute en g/kg de matière organique;

UFL \emptyset : UFL par kg MO;

R: Coefficient de corrélation.

4.2.2 Productivité laitière

Le diagnostic de la situation de la production de lait camélin en Algérie a été fait suite à une synthèse des différents travaux et de nos propres observations sur terrain.

4.3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.3.1 La productivité pastorale

4.3.1.1 Les parcours sahariens en Algérie

A travers notre étude spatiale, nous avons pu mettre en évidence l'existence de six zones géomorphologiques (ou parcours) différentes:

- Les parcours de sols sableux qui renferment les cordons dunaires et les autres types de zones ensablées. Ce sont les plus représentés dans les régions sahariennes. Ils sont à dominance d'*Aristida pungens*.
- Les parcours de reg qui sont de grandes surfaces planes à fond limoneux ou graveleux. Ils sont à dominance de *Limoniastrum gyunianum* et de *Cornulaca monocantha*.
- Les parcours de hamadas qui sont des grands terrains plats à fond rocallieux. Ils sont à dominance de *Rantherium adpressum*.
- Les parcours de daya qui sont des dépressions fermées à l'intérieur des hamadas. Ils sont également à dominance de *Rantherium adpressum*.
- Les parcours de sols salés qui sont constitués, dans notre cas, essentiellement de sols humides appelés sebkha. Ils sont caractérisés par la présence de deux espèces: *Tamarix aphylla* et *Zygophyllum album*.
- Les lits d'oueds qui sont divisés en lits d'oueds à fond sableux et à fond rocallieux. Ils sont à dominance de *Retama retam*.

4.3.1.2 Inventaire floristique

A travers les différents relevés floristiques effectués, nous avons recensé 74 espèces appartenant à 28 familles divisées en 30 plantes permanentes (ou vivaces) et 44 éphémères ou acheb.

Du point de vue temporel, il faut noter que si les 30 espèces vivaces recensées sont présentes durant toute l'année, les 44 acheb inventoriées ne le sont que partiellement. En effet, les relevés effectués nous montrent que la plus grande concentration de ces dernières (86 pour cent) est observée dans les relevés coïncidant avec la saison printanière. Pendant les autres saisons, leur répartition est de l'ordre de 36 pour cent en hiver, de 14 pour cent en automne, et de 11 pour cent en été. Cette inégalité dans la répartition saisonnière de ces plantes est directement liée à leur mode d'adaptation à la sécheresse (Ozenda, 1977).

4.3.1.3 Recouvrement floristique

Pour les taux de recouvrement des différents parcours, on note que ce sont les sols sableux et les lits d'oueds, avec des taux de recouvrement respectifs de 23,28 et 22,13 pour cent, qui viennent en première position, suivis des dépressions, des hamadas et des sols salés et, en dernier lieu, viennent les reg.

4.3.1.4 Estimation du poids

Il faut noter que les résultats obtenus, en kg de MS/m² de recouvrement, varient de 0,50 pour le *Zilla spinosa* à 3,88 pour le *Retama retam*, et cela suivant la taille, la densité et le rapport feuilles/tiges des différentes espèces étudiées.

4.3.1.5 Productivité de la biomasse

La productivité de la biomasse de matière fraîche et de matière sèche (MS) par hectare est calculée à partir de la moyenne des différents relevés effectués sur la totalité des microstations étudiées.

Il faut noter que les lits d'oueds présentent la meilleure productivité de biomasse, suivis par les sols sableux, les dépressions, les hamadas, les reg et en dernier lieu les sols salés. Cela s'explique par la différence de la richesse floristique, en quantité et en qualité, qui est elle-même liée aux conditions édaphiques des différents parcours.

4.3.1.6 Productivité fourragère

On remarque que, pour les mêmes raisons que celles citées ci-dessus, ce sont toujours les lits d'oueds qui présentent les meilleures valeurs et les sols salés les plus faibles.

4.3.1.7 La charge des parcours

On se base sur un besoin énergétique d'entretien d'un dromadaire moyen de 4 UFL par jour et de 1 440 UFL par an pour l'estimation de la charge annuelle des différents parcours. On note que ce sont toujours les lits d'oueds qui présentent la meilleure capacité de charge, avec plus de 27 dromadaires pour 10 hectares, et la capacité de charge la plus faible est enregistrée pour les sols salés avec un dromadaire tous les 10 hectares.

A partir de cela, la moyenne de tous les parcours confondus est de neuf dromadaires pour 10 hectares.

4.3.1.8 La productivité laitière

En Algérie, et en général, les camélins ne sont pas considérés comme producteurs de lait. L'excédent de la traite de lait n'est utilisé que pour l'autoconsommation, et cela après que le chameau ait téte sa mère. Une chamele ne se laisse traire que si son petit est à ses côtés. La production de lait entre, pour la majeure partie, dans l'alimentation des bergers isolés dans les parcours et des nomades.

La production laitière des chameles varie d'une région à l'autre, en fonction de la race, de l'individu, de l'alimentation, etc.

Les estimations faites par quelques auteurs, nous donnent des valeurs allant de 0,5 à 10 kg/jour, avec des durées de lactation de 12 à 18 mois, comme le montre le tableau 1.

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

TABLEAU 1

Quantités de lait produites par les chamelles en Algérie, selon différents auteurs

Population/zones	Production moyenne (kg)	Durée moyenne de lactation (mois)	Auteurs
Globalement	4-5	-	Gast et al., 1969
Globalement	4-10	-	Burgemeister, 1975
Population Sahraoui	2-4	12-16	Chehma, 1987
Population Sahraoui	4-11	12-16	Bouregba et Lounis, 1992
Dromadaire de la steppe	0,5-5	12-18	Boubekeur et Guettafi, 1994
Population Sahraoui	3-5	12-14	Arif et Reggab, 1995
Population Targui	3-4	-	Settafi, 1995
Population Sahraoui	2-8	12	Guerradi, 1998
Population Targui	2-5	-	Bessahraoui et Kerrache, 1998

Il ressort de ces différents travaux et de notre propre enquête que:

- il n'y a pas de populations ou de 'races' spécialisées en production de lait, mais surtout d'individus plus ou moins performants qui peuvent atteindre des productions élevées;
- ces individus performants ne sont jamais conduits comme des animaux laitiers (alimentation, utilisation pour d'autres travaux et services, etc.) et sont toujours menés, comme tout le cheptel camélin, en élevage extensif;
- la production laitière n'est jamais vendue ni échangée, quelle que soit son importance;
- le lait produit n'est ni conservé, ni transformé, et les quantités non consommées sont jetées.

A partir de cela, et pour mieux connaître et développer cette théorie, les étapes suivantes sont proposées:

- mener des enquêtes, auprès des populations camélines afin de sélectionner les individus et les populations 'races' performants;
- procéder au suivi des animaux sélectionnés, afin d'étudier leurs potentialités laitières réelles;
- inciter les chameliers à s'intéresser à cette production en diversifiant les utilisations et les débouchés par:
 - l'encouragement et l'organisation de la vente de ce lait;
 - la vulgarisation des techniques de conservation et de transformation de ce lait;
 - l'organisation, lors des différentes manifestations camélines, de concours des meilleures chamelles laitières;
 - l'étude des possibilités, par le biais des associations et organisations, de faciliter les échanges d'expériences entre éleveurs de différents pays.

4.4 CONCLUSION

Il ressort de cette étude, sur la productivité pastorale et la productivité laitière en Algérie, que:

Concernant la productivité pastorale, les parcours sahariens présentent des potentialités fourragères, en qualité et en quantité, très appréciables et variables suivant les différents types de parcours. En effet, nous avons enregistré:

- une productivité de la biomasse moyenne de 2 065 kg de MS/ha, la valeur la plus élevée étant enregistrée pour les lits d'oueds (6 128 kg de MS/ha), et la plus faible pour les sols salés (220 kg de MS/ha);
- une productivité énergétique moyenne de 1 309 UFL/ha, la valeur la plus élevée étant enregistrée pour les lits d'oueds (3 900 UFL/ha) et la plus faible pour les sols salés (165 UFL/ha);
- une capacité de charge moyenne de neuf dromadaires tous les 10 hectares, les lits d'oueds offrant la plus grande capacité (27 dromadaires pour 10 ha), et les sols salés la plus faible (un dromadaire pour 10 ha).

En ce qui concerne la productivité laitière, nous pouvons déduire que, en Algérie, la production de lait n'est pas considérée comme le principal produit camélin, en raison des faibles potentialités laitières du cheptel camélin, qui varient généralement de 0,5 à 10 kg de lait par jour en fonction des différents individus et des différentes populations camélines.

Par ailleurs, il faut noter qu'une prise en compte sérieuse de cette théorie, par la sélection, la motivation et la multiplication des débouchés de cette production, peut créer une nouvelle dynamique, et externaliser des potentialités laitières très mal exploitées.

De telles actions contribueront certainement à la diversification des gains des chameliers et donneront ainsi un regain d'intérêt à cet élevage qui tend à être délaissé pour d'autres métiers beaucoup plus rémunérateurs, d'autant que les potentialités pastorales le permettent.

BIBLIOGRAPHIE

- Andrew, J. et Weiss, Ph. 1978. Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses. Dans Demarquilly, C. et Jarrige, R. (1981) Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants, éd. INRA publications, Versailles, France, 60-79.
- Arif, S. et Reggab, M. 1995. Introduction à l'étude de l'élevage camélin, ovin et caprin dans son milieu naturel (Sahara septentrional), Mémoire Ing Agro Sah. INFS/AS, Ouargla, 75 p.
- Bessahraoui, T. et Kerrache, A. 1998. Les systèmes d'élevage camélin dans le Hoggar, Mémoire Ing Agro Sah. INFS/AS, Ouargla, 132 p.
- Boubekeur, N. et Guettafi. 1994. Introduction à l'étude du mode d'élevage camélin dans la steppe algérienne, Mémoire Ing Agro Sah. INFS/AS, Ouargla, 79 p.
- Bouregba, M. et Lounis, K. 1992. Introduction à l'étude du mode d'élevage et des caractéristiques de production et de reproduction des races camélines dans le Sahara septentrional algérien, Mémoire Ing Agro Sah. INFS/AS Ouargla, 80 p.
- Burgemeister, R. 1975. Problèmes posés par l'élevage de chameaux en Afrique. Un exemple du sud tunisien. Sch Reich Gesellsch, Tech. ZuArb, n° 21, 86p.
- Chehma, A. 1987. Contribution à la connaissance du dromadaire dans quelques aires de distribution en Algérie, Thèse ing INA, El Harrach, 83 p.

- Gast, M., Maubois, J.L. et Adda, J. 1969. Le lait et les produits laitiers en Ahagar, Centr. Rech. Anthr. Préhist. Ethn.
- Gauthier Pilters, H. 1977. Contribution à l'étude de l'écophysiologie du dromadaire en été dans son milieu naturel. (moyenne et haute Mauritanie), Extrait du Bulletin de l'IFAN, série A, n°2.
- Gonzalez, P. 1949. L'alimentation du dromadaire dans l'Afrique française, Thèse DMV. EMV, Lyon, France, n° 38, 57 p.
- Guerradi, M. 1998. Contribution à la détermination de la composition et la caractérisation physicochimique du lait de chameau, Mémoire Ing Agro Sah. INFS/AS, Ouargla, 58 p.
- Kandil, H.M. 1984. Studies on camel nutrition, Ph.D.Thesis, Fac. Agri., Ain Shams. Univ., 115 p.
- Lasnami, K. 1986. Le dromadaire en Algérie, perspectives d'avenir, Thèse de magistère en sciences agronomiques, INA El-Harrach, Alger, 185 p.
- Newman, D.M.R. 1979. The feeding habit of old and new world camels as related to their future role as productive ruminants, Proceedings on workshop on camel, IFS, 171-200.
- Ozenda, P. 1977. Flore du Sahara, 2^e éd. complétée, CNRS, Paris, 622 p.
- Schmidt-Nielsen, K. 1964. Desert animal: Physiological problems of heat and water, Oxford Univ. Press, 278 p.
- Settafi, L. 1995. Introduction à l'étude du mode d'élevage camélin dans le Hoggar, Mémoire Ing Agro Sah, INFS/AS, Ouargla.
- Stiles, D.N. 1988. Le dromadaire contre l'avancée du désert, Revue La recherche, 19(201): 948-952.
- Wilson, R.T. 1984. The Camel, The print house Pte. LTD., Singapour, 223 p.

Chapitre 5

The camel milk subsector in Sudan

S.A. Bakheit¹⁰

ABSTRACT

Sudan, the largest country in Africa, has a total land area of 2.5 km² and a population of 31.095 million. The urban population comprises about 27.2 percent, rural population about 66.0 percent and the nomadic population about 6.8 percent of the total population. The livestock population is estimated at about 124.844 million head comprised of cattle (37.031 million), sheep (46.023 million), goats (38.245 million) and camels (3.545 millions); most of these animals are raised under extensive management systems on natural rangeland. The paper presents observations on the social and economical place of camel milk in Sudan.

¹⁰ University of Kordofan, Faculty of Natural Resources and Environmental Studies; Department of Animal Science, Camels Research Unit. Phone: (+249) 611 21803 (Office); (+249) 12960154 (Mobile). El-Obied, Sudan. E-Mail: abdelfadeil@yahoo.com.

5.1 INTRODUCTION

In Sudan, fresh milk is produced from cattle, goats, camels and sheep. In the year 2001, the annual average milk yield was estimated at 366.0, 64.0, 18.0 and 324.0 kg of milk per cow, doe, ewe and she-camel respectively. In the same year, it was estimated that the total milk yield/annual for the four livestock species was 5.29, 1.295, 0.463 and 3.600 million metric tons for cattle, goats, sheep and camels respectively (Table 1). Fresh milk produced in Sudan is partly consumed by the human population, partly suckled by young stock and a significant amount is wasted.

The camel population in Sudan exceeds three million and is raised mainly in a belt North of 12 °N latitude (Figure 1). The camel rearing belt is characterized by erratic and scanty rainfall, dry steppe, sand dune soils with patches of hills and stony features. The most dominant trees and shrubs are composed of *Acacia* trees and shrubs like *Acacia tortilis* and *Boscia senegalensis*. The most densely-populated areas are Kordofan, Eastern and Darfur states followed by the other regions in the Central and Northern provinces (Table 2). The camel is the most important animal, providing nomads with food, transportation and clothing. In addition, the hair is especially suitable for weaning into tents and rugs. Sudanese herdsmen love camels more than any other domestic animal due to their economic and social value.

In Western Sudan (Kordofan & Darfur provinces), camel milk constitutes the sole diet of camel herders for considerable periods. The camels' owners rely completely on camel milk for more than a month without drinking water, particularly during the migratory routes to the Gizu steppe land. Beside its nutritional value, camel milk is also unique in other features – the shelf life of camel milk being longer than any other milk – and it contains antibacterial agents like lactic acid bacteria that decompose lactose. It is possible to keep it without curdling for 18 days at 4 °C and for more than 72 hours at room temperature, as compared to cow's milk, which can be maintained only for 12 hours at room temperature.

Before 1999, the data on actual production of camel milk were scarce and it has

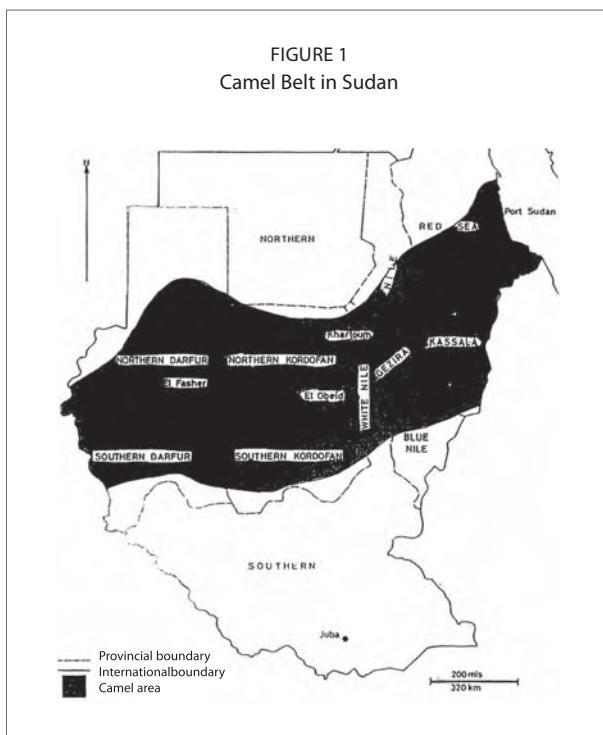
TABLE 1
Fresh milk production from the various species of animals in Sudan (1991-2002) (000 tons)

Year	Cow milk	Goat milk	Sheep milk	Camel milk	Total
1991	1 683	572	148	0	2 403
1992	3 193	693	174	0	4 060
1993	3 356	841	206	0	4 403
1994	3 813	1 020	365	0	5 198
1995	4 162	1 022	440	0	5 841
1996	4 370	1 024	391	0	5 785
1997	4 560	1 026	415	0	6 001
1998	4 766	1 028	436	0	6 230
1999	4 955	1 197	461	37	6 650
2000	5 133	1 245	462	39	6 879
2001	5 297	1 295	463	42	7 097
2002	5 298	1 302	472	48	7 120

Source: MOAR, 2002.

TABLE 2
The Sudanese camel distribution

Region	Numbers	(%)
Kordofan	1 189 000	37.10
Eastern states	851 000	26.50
Darfur	578 000	18.00
Central states	331 000	10.31
Northern states	208 000	6.50
Southern states	34 000	1.06
Khartoum state	21 000	0.65
Total	3 212 000	100.00



always been difficult to make a correct estimation of milk yield, mainly because camels exist in arid and semi-arid areas with difficult accessibility. At the same time, more than 90 percent of camels were kept under nomadic systems, which is characterized by high mobility in response to availability of grazing and water supply. The quantity and quality of milk production is a sum of the animal genetic ability and the suitability of the environment, including feeding program, herd management, physiological status and general health.

Sudanese she-camels produce daily milk yield ranging from 2.28 to 4.72 litres and total milk yield varies from 820 to 2 400 litres per lactation period, which varies from 12 to 18 months (Bakheit, 1999). These results are estimated from half of the udder

of she-camels reared under nomadic system, which is characterized by high mobility, scarce of fodder and lack of water (Table 3). The potentiality of milk production for the Sudanese she-camels, under intensive and/or improved systems, was untested. It was also suggested that the former estimates of camel milk production might give good indications for camel milk performance in the field.

In spite of considerable quantity of camel milk in Sudan, its contributions to the economics and income of the camel herdsmen is limited.

The Sudanese camel herder usually milks two teats and leaves the remaining two teats to be suckled by the calf. This suckling is controlled by the application of surar technique (two teats are tied up with soft cloth tape to prevent calf from suckling). Hand milking usually applies twice a day and rarely three times. However, the milker approaches the she-camel from the left side, stands on his right leg, balances the milking bowl on his left upper leg and uses his two hands for milking.

5.2 CAMEL MILK USE

Camel milk is one of the most valuable food resources for the nomads in Sudan. The milk is usually drunk fresh or when it has just turned sour. Traditionally, the Sudanese camel owners consume milk in different forms, for instance fermented or dried. The famous fermented camel milk in Sudan is called Gariss or Kashieb, which is prepared in large skin bags or si'in. Fermented camel milk or Gariss is popular among the nomads in Sudan; it was first consumed by camel herders, particularly in Gizu steppe land. Usually, two large skin bags full of fermented milk (Gariss) are hung on to the saddle of a special camel (the Gariss camel). A few seeds of black cumin and onion bulb are added to the Gariss skin bag for flavor. The nomads, depending only on Gariss for long periods, also carry a lot of skin bags of Gariss when crossing the desert during their routes to Egyptian camel markets and when fetching salt as brine (Atron), from some hills in the middle of Libyan desert.

The Sudanese nomads use Gariss and fresh camel milk as a therapy for spleen problems, stomach disorders and anemia; it is also used as a time-honored cure for visceral leishmaniasis, with the sick person living on Gariss as the only food for months. The fresh milk of the she-camel at first calving has also given good results for cure of these diseases. In the Gizu steppe land, Gariss is used to prepare porridge from millet and sorghum flour, in cooking meat, as well as the fresh milk is used to prepare an important hot meal called Naiem, which is made by boiling the milk of an early lactating she-camel and then adding tea without sugar. Bakheit (1999) found that the lactose content in Sudanese she-camel milk is 4.7 percent in the three months post parturition, as compared to 3.2 percent at late lactation period.

TABLE 3
The effect season on camel milk production

Season	Daily milk yield (litre)	Total milk/lactation
Autumn	3.89	1 400-2 101
Winter	4.72	1 600-2 400
Summer	2.28	820-1 231

The nomads, during their stay in the desert use fresh camel milk instead of water. By adding surar (obtained by tying the teats) the milk will curdle and the curd will be separated from the liquid by filtration. This liquid can replace water. Also, camel milk can be conserved as curd – especially during the rainy season – to be used later during the dry season. This process is done by women who ferment fresh milk, sieve it with a cloth and dry it by exposure to sunlight. The solid materials are dissolved in water to make porridge in dry seasons.

Session 2

Qualité et technologie de transformation

Chapitre 6

Interactions entre les pratiques de traite et la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie

I. Tourette¹¹, S. Messad¹², B. Faye¹³

RÉSUMÉ

L'étude vise à évaluer les relations entre les pratiques de traite et la qualité sanitaire du lait cru de chamelle. Elle a été menée de mai à août 2001, en Mauritanie, dans les régions du Trarza et du Brakna, à la frontière avec le Sénégal. L'amélioration de la qualité sanitaire du lait représente un enjeu commercial certain puisque les Mauritaniens sont de grands consommateurs de lait local et que la laiterie «Laitière de Mauritanie» souhaite produire du lait stérilisé à longue conservation.

Une enquête a été menée auprès d'un échantillon de fournisseurs de la Laitière de Mauritanie dont on a prélevé le lait des chameaux afin de le soumettre à une série d'analyses bactériologiques: dénombrement des flores aérobies mésophile et coliforme, réduction du bleu de méthylène et de la résazurine, titrage de l'acidité Dornic. Les producteurs dont les pratiques de traite sont les moins bonnes présentent les plus mauvais résultats en terme de qualité sanitaire du lait de traite. En général, le lait est peu contaminé juste après la traite. La moyenne des dénombremens est de $1,6 \times 10^6$ germes aérobies mésophiles/ml et de $3,5 \times 10^4$ germes coliformes/ml. Le lait acheminé du lieu de production au centre de collecte en plus de trois heures et demie voit sa qualité sanitaire se détériorer significativement. Le titrage de l'acidité Dornic est indépendant des résultats aux autres analyses effectuées.

Cette étude confirme l'intérêt de mettre en place une formation à l'hygiène de la traite destinée aux éleveurs afin d'obtenir un lait de bonne qualité sanitaire, organoleptique et nutritionnelle.

Interactions between milking practices and camel milk quality in Mauritania

ABSTRACT

The present study aims to assess the relationships between milking practices and the quality of crude camel milk. The study was undertaken from May to August 2001, in

¹¹ Association des producteurs de la laiterie Tiviski Sarl, BP 2069, Nouakchott, Mauritanie.

¹² Programme productions animales. CIRAD-EMVT TA 30/A, Campus international de Baillarguet. 34398. Montpellier, France.

¹³ Programme Productions Animales. CIRAD-EMVT TA 30/A. Campus International de Baillarguet. 34398 Montpellier, France.

the Trarza and Brakna region, close to the Senegal border, in Mauritania. Mauritians are big consumers of milk and improving milk quality is a commercial challenge. The dairy plant «Laitière de Mauritanie» is already considering to produce sterilized milk.

A sample of camel milk providers to the dairy plant were interviewed and samples of their milk collected for bacteriological analyses: aerobic, mesophilic and coliform flora counting; methylene blue reduction and resazurin test; and Dornic acidity titration. The producers with poor milking practices have a low quality milk. On average, milk had low levels of contamination after milking: a mean is $1,6 \times 10^6$ mesophilic germs/ml and $3,5 \times 10^4$ coliforms/ml. Milk that reaches the collecting center after more than three and a half hours after milking has decreased significantly in quality. The titration of Dornic acidity is non-dependent to the results of the other analysis.

This study confirms the need to establish a farmer's training on milk hygiene to improve milk quality.

6.1 INTRODUCTION

La Mauritanie est le pays d'Afrique de l'Ouest où la population cameline est la plus importante. L'effectif estimé serait supérieur à un million de têtes (Devey-Malu et al., 1998). L'élevage camelin y est majoritairement de type semi-transhumant, notamment dans le sud du pays, et la vocation de cette activité est la production de lait et de viande. Depuis une dizaine d'années, le lait de chameau est commercialisé dans les grandes villes, en particulier Nouakchott, après transformation. La «Laitière de Mauritanie», principale laiterie installée à Nouakchott, transforme entre 8 000 et 11 000 litres de lait par jour (Abeiderrhamane, 1998). L'enjeu économique de cette production dans un pays à forte tradition laitière est évident. Par ailleurs, l'attention portée à la qualité sanitaire des produits prend de plus en plus d'importance, dans les pays du sud à l'instar de ceux du nord. Or, la contamination microbienne peut rendre le lait, produit hautement périssable, impropre à la consommation humaine suite à une altération organoleptique ou présenter un danger pour la santé publique (présence de germes pathogènes, toxines, etc.). Le lait de chameau, en dépit de ses qualités naturelles – c'est un produit riche en lysozymes aux propriétés bactéricides, par exemple –, n'échappe pas aux problèmes de contamination. En outre, la production laitière n'est pas régulière tout au long de l'année et les pics de production ne correspondent pas aux pics de consommation (Abeiderrhamane [1994], Diop [1994]). Transformer une partie du lait en lait stérilisé UHT est un des moyens envisagés pour ajuster la production à la demande. Cependant, produire du lait stérilisé impose de disposer d'une matière première de bonne qualité microbiologique. Enfin, les données disponibles sur le niveau de contamination du lait de chameau sont rares. La présente étude se concentre sur les relations entre les pratiques de traite et la qualité microbiologique du lait de chameau.

6.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

6.2.1 Echantillonnage

L'étude est conduite sur un échantillon de 177 chameaux en lactation appartenant à 39 producteurs tirés au hasard parmi les fournisseurs de la «Laitière de Mauritanie». Dans chaque troupeau, les cinq premières chameaux traitées ont été prélevées. On soumet à chaque producteur enquêté un questionnaire portant sur ses pratiques d'élevage et de traite. La traite de son troupeau est suivie et répertoriée. Pour chacune des 177 chameaux échantillonnées, trois tubes de 15 ml sont prélevés dans le récipient de traite contenant son lait dès la fin de la traite, deux tubes sont plongés dans un mélange eau-glace, et le dernier est conservé à température ambiante jusqu'à réception du lait au centre de collecte. Les échantillons sont alors stockés dans un réfrigérateur à 4 °C et analysés le lendemain matin. Chaque chameau prélevée est soumise à un dépistage de mammite à l'aide du Whiteside Test (WST). (Abdurahman, 1994).

6.2.2 Analyses de laboratoire

Les analyses réalisées sur le lait sont les suivantes:

- dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) sur milieu Plate Count Agar (PCA) à 30 °C pendant 72 heures. Les résultats sont donnés en

germes/ml, plutôt qu'en UFC (unités formant colonies), afin de faciliter les comparaisons avec les données de la littérature essentiellement exprimées en germes/ml;

- dénombrement de la flore coliforme totale, sur milieu désoxycholate à 30 °C pendant 24 heures;
- titrage de l'acidité Dornic;
- réduction de la résazurine (notes de zéro à six selon les couleurs après réaction);
- temps de réduction du bleu de méthylène (analyse réalisée sur les échantillons de lait réfrigérés immédiatement après la traite et ceux réfrigérés après un délai correspondant au temps de transport). Généralement, un temps de réduction supérieur à quatre heures est considéré suffisant pour attester de la bonne qualité du lait.

Les méthodes utilisées sont celles décrites par Guiraud dans son ouvrage Microbiologie Alimentaire (1998).

6.2.3 Analyses statistiques

L'objectif étant de disposer d'un profil qualitatif synthétique et de le mettre en relation avec un ensemble de pratiques de traite, les analyses statistiques se basent sur les méthodes multivariées (Ihaka et Gentleman [1996], Thioulouse et al. [1997]):

- Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), avec critère de Ward pour établir une typologie des pratiques de traite (Escofier et Pagès [1998], Lebart et al. [1995], Manly Bryan [1997]).
- Analyse Factorielle Discriminante (AFD), pour déceler les relations entre pratiques de traite et profils bactériologiques des laits (Escofier et Pagès, 1998), et test du chi-deux (Bouyer et al., 1995), pour tester l'indépendance entre variables.

6.3 RÉSULTATS

Les exploitations laitières situées à la périphérie de Nouakchott sont majoritairement de type familial: 50 pour cent d'entre elles ont une production laitière quotidienne inférieure à 50 litres, et 75 pour cent comptent moins de 100 chameaux. Le rayon de collecte de la laiterie est de 60 kilomètres. Le délai moyen entre traite et réception du lait au centre de collecte est situé dans l'intervalle [2 h 30-3 h 10]. Parmi les chameaux prélevées, 50 pour cent produisent moins de 5 litres par jour, 80 pour cent sont à trois lactations et moins, et 25 pour cent ont un résultat positif au Whiteside Test (WST).

6.3.1 Quelques ordres de grandeur des fréquences de pratiques de traite

Parmi les producteurs enquêtés, 50 pour cent traient dans un endroit propre (peu souillé par les fèces des animaux), et la même proportion utilisent un récipient propre pour recueillir le lait de traite. Environ 40 pour cent filtrent le lait avec

un tissu de type moustiquaire qui permet d'éliminer les plus grosses particules, telles que ectoparasites, brindilles, etc. 40 pour cent des trayeurs travaillent avec une tenue jugée sale et 75 pour cent ne se lavent pas les mains avant de traire les chameaux. Seuls 7 pour cent se lavent les mains avec du savon; les mains ne sont jamais séchées.

6.3.2 Résultats des tests bactériologiques et physiques (degré Dornic)

Le lait est globalement peu contaminé lorsqu'on le prélève juste après la traite (tableau 1). Le temps de réduction du bleu de méthylène après délai de réception est d'autant plus court que le transport est long: pour les laits reçus avec un délai supérieur à 3 h 35 (soit 25 pour cent des laits) la diminution du temps de réduction du bleu de méthylène est significativement plus importante ($p < 0,05$). Les éleveurs sont ainsi pénalisés quand le délai de réception est trop long: leur lait n'est pas réfrigéré pendant le temps de latence, qui caractérise la croissance de toute population bactérienne (Rozier et al., 1985), et la contamination microbiologique du lait est donc plus importante à la réception qu'à la production.

Enfin, les résultats aux tests suivants sont très corrélés: temps de réduction du bleu de méthylène, réduction de la résazurine et dénombrement de la FAMT. En revanche, le titrage de l'acidité Dornic donne des résultats indépendants des autres résultats bactériologiques.

6.3.3 Typologie des pratiques de traite

Après analyse des pratiques (analyse factorielle multiple suivie d'une classification), les producteurs sont regroupés selon trois types de pratiques résumées dans le tableau 2. Globalement, la manière de traire du type I est qualifiée de «propre», celle du type II de «correcte» et celle du type III de «sale». Notons, de plus, que la

TABLEAU 1

Moyennes des résultats bactériologiques et physiques des laits analysés

Analyses	Moyenne	Intervalle de confiance à 95%	Signification et normes
Dénombrement FAMT (germes/ml)	$1,65 \times 10^6$	[0-3,46 $\times 10^6$]	Norme française: $< 5 \times 10^5$
Dénombrement des coliformes (germes/ml)	$3,55 \times 10^4$	[175-7,1 $\times 10^4$]	< 100 germes/ml
Réduction de la résazurine	3	[2-3]	0, 1 (et 2): lait contaminé (2,) 3 et 4: peu contaminé (4,) 5 et 6: bonne qualité
Acidité Dornic (degrés Dornic)	19,3 °D	[19,0-19,7]	Norme française: 14 à 18 °D Lait contaminé si > 20 °D
Temps de réduction du bleu de méthylène (heures)	4 h 20	[4 h 10-4 h 30]	< 2 heures: lait contaminé 2 à 4 heures: peu contaminé > 4 heures: bonne qualité
Temps de réduction du bleu de méthylène après délai de transport (heures)	3 h 25	[3 h 10-3 h 40]	idem

majorité des producteurs du type I ont été enquêtés pendant la saison des pluies, dans une zone où les points d'eau sont peu nombreux et souvent payants; les chamelles sont plus fréquemment sales puisqu'elles se couchent dans les flaques et l'eau ménagère utilisée peut provenir des mares temporaires. Le type I a donc de bonnes pratiques de traite mais des chamelles sales, et le type III de mauvaises pratiques de traite mais des chamelles propres. Seule une variable, utilisée pour établir la classification, ne figure pas dans le tableau 2, car non significative pour la typologie: il s'agit de l'ancienneté des éleveurs, c'est-à-dire le nombre de mois depuis lesquels l'éleveur vend du lait à la laiterie.

6.3.4 Relations entre pratiques de traite et qualité hygiénique du lait

L'analyse factorielle discriminante a permis d'identifier les paramètres les plus influents pour l'élaboration des types précédemment décrits. Les éleveurs de type I (traite propre) produisent du lait dont les résultats bactériologiques sont bons; la qualité du lait des producteurs de type II (traite correcte) est très bonne; celle des producteurs du type III (traite sale) est mauvaise (tableau 3).

Les producteurs de type I ont des résultats inférieurs à ceux de type II, en terme de qualité hygiénique du lait, parce qu'ils fournissent un lait plus contaminé en FAMT. Rappelons que ceux-ci ont été enquêtés au cours de la saison des pluies. Il est possible qu'ils aient été pénalisés par un environnement boueux rendant les chamelles plus sales qu'en saison sèche. Il est, en effet, difficile de trouver de l'eau

TABLEAU 2
Typologie des pratiques de traite

	Type I	Type II	Type III
Propreté des mamelles	insuffisante		correcte
Propreté du lieu de traite		insuffisante	correcte
Propreté du récipient de traite	propre à très propre	correcte	insuffisante
Propreté de la tenue du trayeur		correcte	insuffisante
Lavage des mains avant la traite	oui	non	non
Emploi de trayeurs		non	
Filtrage du lait	oui		
Traite qualifiée de	propre	correcte	sale
Nombre de producteurs	14	10	15

TABLEAU 3
Résumé des liens entre les types de pratiques de traite et la qualité microbiologique du lait (Les variables microbiologiques ci-dessous sont les plus liées aux types d'éleveurs; elles sont tirées d'une Analyse Factorielle Discriminante.)

Analyses	Type I	Type II	Type III
Temps de réduction du bleu de méthylène	> 5 h 00	> 4 h 00	< 4 h 00 pour 25% des échantillons
Contamination en FAMT (germes/ml)	$1,7 \times 10^4$	0 à $1,7 \times 10^4$	$7,9 \times 10^4$ à $1,5 \times 10^5$
Contamination en coliformes (germes/ml)	Absence d'échantillons très contaminés	0 à 5×10^3 Contamination importante	5×10^3 à $1,3 \times 10^6$ Contamination très importante

propre car l'eau des forages est souvent payante dans cette zone. Les résultats du type III confirment l'intérêt de maintenir une bonne hygiène au moment de la traite.

6.4 DISCUSSION

Les bons résultats sur le plan bactériologique ont été observés, selon toute logique, chez les producteurs ayant les pratiques de traite les plus propres. On n'a pas pu mettre en évidence de différence entre les trois types de producteurs quant au dénombrement de la flore coliforme, à la réduction de la résazurine, et au titrage de l'acidité Dornic. On constate, d'après les chiffres du tableau 1, que le lait est globalement peu contaminé lorsqu'on le prélève juste après la traite.

6.4.1 Limites de la méthode

Les analyses bactériologiques ont été réalisées dans des conditions difficiles qui peuvent être à l'origine de légères différences dans les résultats microbiologiques. Ces résultats sont à prendre comme des ordres de grandeur plutôt que comme des résultats précis. Les échantillons de lait ayant été réfrigérés, le temps de réduction du bleu de méthylène peut en être augmenté (Farah, 1993); cela expliquerait l'importance des temps de réduction obtenus.

L'évaluation de l'état de propreté des chameaux – tenue, lieu et récipient – a été réalisée de manière subjective par un seul et même enquêteur. Il eut été judicieux de travailler avec une grille de notation pour les différents paramètres notés afin d'objectiver l'état de propreté. Cependant l'unicité du notateur devrait limiter ce biais d'observation (Faye et al., 1994).

Enfin, des analyses de l'eau utilisée dans les différentes exploitations auraient permis de vérifier le rôle de la qualité de l'eau comme facteur de confusion. En effet, une eau insalubre détériore la qualité hygiénique du lait en contaminant le matériel de traite. Des analyses bactériologiques de l'eau ont été réalisées dans le cadre d'une étude menée au Tchad, en 1995, sur la qualité sanitaire de lait cru et de produits laitiers traditionnels. Les eaux de ménage utilisées par les Arabes transhumants ont des contaminations bactériennes moyennes de $1,7 \times 10^5$ germes/ml, pour la flore totale, et de 5×10^2 germes/ml, pour les coliformes (Pissang Tchangai, 1998), chiffres se situant dans l'intervalle de confiance des moyennes des contaminations de nos échantillons de lait (tableau 1). En supposant que nos producteurs disposent d'eau de qualité comparable, on peut suspecter celle-ci d'être une source de contamination non négligeable du lait de traite.

6.4.2 Comparaison des résultats

La norme française pour l'acidité Dornic du lait cru est donnée pour du lait de vache dont le pH est compris entre 6,6 et 6,8 (Harper et al., 1976). Or le pH du lait de chameau est compris entre 6,5 et 6,7 (Diop, 1994). Cela peut expliquer l'importance du nombre de degrés Dornic obtenus en moyenne pour ces laits de chameau. Cependant, il n'y a pas de relation directe entre le pH et l'acidité Dornic en raison du pouvoir tampon du lait.

Une étude sur la qualité sanitaire du lait de chamelle a été réalisée en Egypte, en mars 2000, sur un échantillon de 50 chamelles. La contamination moyenne en FAMT était de $4,3 \times 10^4$ germes/ml et celle en coliformes de $2,9 \times 10^2$ germes/ml (Moustapha et al., 2000). Les échantillons prélevés dans le cadre de notre étude sont cent fois plus contaminés que les échantillons égyptiens. Cette différence peut provenir de nos difficiles conditions de laboratoire mais aussi de réelles différences de la qualité sanitaire des laits analysés. Les pratiques de traite des éleveurs égyptiens ne sont pas détaillées. Peut-être observent-ils de meilleures pratiques de traite et d'élevage? Quoi qu'il en soit, la rareté des résultats de ce type ne nous permet pas de comparer plus en avant les résultats obtenus ici.

6.4.3 Perspectives

La population de producteurs enquêtés fait partie d'une association de producteurs dont le but est d'améliorer la productivité laitière des animaux ainsi que la qualité sanitaire du lait. Il serait intéressant de conduire une nouvelle étude de ce genre dans quelques temps afin d'évaluer l'impact des formations dispensées par l'association sur la qualité du lait. Cette nouvelle étude devra adopter des conditions d'analyse plus rigoureuses et une grille de notation pour attribuer des notes de propreté objectives. Des analyses bactériologiques de l'eau permettront de confirmer son rôle en tant que point critique (ou non). On pourra utiliser d'autres méthodes d'évaluation de la contamination du lait: par exemple le titrage de l'acidité Dornic pourrait ne pas être pris en compte.

6.5 CONCLUSION

La qualité hygiénique du lait de chamelle livré à la laiterie de Nouakchott est parfois insuffisante sans être désastreuse. Cependant, pour obtenir un meilleur résultat, quelques recommandations peuvent être suivies:

6.5.1 Milieu

- traite dans un endroit propre (séparer les aires de traite et d'alimentation);
- garder des chamelles propres (nettoyage régulier des «schmell», protège-mamelles qui empêchent le petit de téter au pâturage).

6.5.2 Matériel

- nettoyer et désinfecter le récipient de traite avant et après la traite (à l'intérieur et à l'extérieur);
- utiliser des cordes propres pour attacher le petit à la mère et entraver les chamelles;
- n'utiliser un filtre que s'il est parfaitement propre.

6.5.3 Main-d'œuvre

- se laver les mains avec du savon, et les sécher, avant de traire;
- réservé une tenue propre pour la traite.

6.5.4 Méthode

- ne pas poser le matériel au sol (cordes, récipient de traite);
- nettoyer les mamelles avec un tissu propre et sec avant de traire.

6.5.5 Matière première

- ne pas mélanger le lait de mammite avec le lait des chameaux saines;
- traiter les mammites;
- respecter les temps d'attente des antibiotiques et anthelmintiques;
- éliminer le premier jet de chaque quartier;
- entreposer le bidon de lait à l'ombre, voire dans un trou humidifié;
- diminuer au maximum le délai entre la traite et la réception du lait au centre de collecte (optimiser les circuits de collecte).

La transformation du lait en lait stérilisé permet de mieux gérer les pics de production qui ne sont pas toujours synchrones avec les pics de consommation. Pour stériliser du lait, il faut pouvoir, en premier lieu, produire du lait de bonne qualité hygiénique. Cela demande un effort de travail tout à fait envisageable. Si dans notre contexte, on peut obtenir que les producteurs se lavent les mains avant de traire, portent une tenue propre, utilisent un récipient et un lieu de traite propres, disposent d'une eau potable et d'un circuit de collecte efficace, alors la qualité microbiologique du lait permettra sans aucun doute de produire du lait stérilisé. Pour cela, il faut inciter les éleveurs à améliorer l'hygiène de la traite (paiement du lait à la qualité), les aider à diagnostiquer et traiter les mammites, les inciter à éliminer les laits de mammites, ajouter des puits aux endroits stratégiques et judicieusement choisis, et concevoir des circuits de collecte courts.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Mme Nancy Abeiderrhamane, fondatrice de la Laitière de Mauritanie pour son accueil ainsi que Yacoub Cissoko et Abdellahi Salem Ould Lellah, pour leur aide précieuse.

BIBLIOGRAPHIE

- Abeiderrhamane, N. 1994. La pasteurisation du lait de chameau: une expérience en Mauritanie. Dans Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, Coll. Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 213-220.
- Abeiderrhamane, N. 1998. Collecte, transformation et pasteurisation du lait pour l'approvisionnement de Nouakchott: l'expérience de la Laitière de Mauritanie. Dans Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne: actes de l'atelier international de Montpellier, France, 9-10 septembre 1998, 157-167.
- Abdurahman, O.A.Sh. 1994. Detection of subclinical mastitis in camels: relationship between udder infection and inflammatory indicators in milk. Dans Dromadaires

- et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, Coll. Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 31-34.
- Bouyer, J., Hemon, D., Cordier, S., Derrienic, F., Stucker, I., Stengel, B., Clavel, J. 1995. Epidémiologie, principes et méthodes quantitative, Ouvrage Inserm, 487 p.
- Devey-Malu, M., Masson-Boisriveau, J., Richard, S. 1998. Mauritanie, marchés tropicaux et méditerranéens, hors série. 24 p.
- Diop, D. 1994. Production du lait de chameau (*C. dromedarius*) en Mauritanie: étude technico-économique. Thèse vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 86 p.
- Escofier, B., Pagès, J. 1998. Analyses factorielles simples et multiples: objectifs, méthodes et interprétation, (3^e éd.), Dunod, Paris, 95-121.
- Farah, Z. 1993. Composition and characteristics of camel milk, *J.Dairy Res.*, 60: 603-623.
- Faye, B., Calavas, D., Rosner, G. 1994. La fiabilité des données dans les enquêtes d'écopathologie. Revue scientifique technique de l'Office international des épizooties, 13: 651-664.
- Guiraud, J-P. 1998. Microbiologie alimentaire. Dunod, Paris, 652 p.
- Harper, W.J., Hall, C.W. 1976. Dairy technology and engineering. The AVI publishing company, Inc., Westport, Connecticut, Etats-Unis.
- Ihaka, R., Gentleman, R. 1996. Language and environment for statistical computing and graphics, 5(3): 299-314. (<http://www.r-project.org>.)
- Lebart, L., Morineau, A., Piron, M. 1995. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Dunod, Paris, 438 p.
- Manly Bryan, J-F. 1997. Randomization, bootstrap and Monte-Carlo methods in biology, (2^e éd.), Chapman et Hall, 376 p.
- Moustafa, S.I., Ahmed, A.H., Saad, N.M., Mahmoud, Y.H. 2000. Quality evaluation of camels' milk in New Valley Governorate, Egypt. *J. Agric. Res.*, 78 (1): 241-248.
- Pissang Tchangai, D. 1998. Evaluation de la qualité du lait et des produits laitiers dans les systèmes traditionnels de transformation au Tchad. Dans Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne: actes de l'atelier international de Montpellier, France, 9-10 septembre 1998, 125-133.
- Rozier, J., Carlier, V., Bolnot, F. 1985. Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Ecole nationale vétérinaire, Maisons-Alfort (éd.), Sepaic, Paris, 230 p.
- Thioulouse, J., Chessel, D., Doledec, S., Olivier, J-M. 1997. ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and computing*, 7: 75-83.

Chapitre 7

Les produits laitiers traditionnels à base de lait de chameau en Asie centrale

G. Konuspayeva¹⁴, B. Faye¹⁵, A. Serikbaeva¹⁶

RÉSUMÉ

En Asie centrale, l'élevage du chameau de Bactriane (chameau à deux bosses) est prédominant, bien qu'on rencontre également des systèmes de production basés sur l'élevage du dromadaire, réputé meilleur laitier; de même, l'hybridation entre ces deux espèces est fréquente de nombreuses zones. Le chameau est élevé pour son lait dont la consommation est assurée sous plusieurs formes, par exemple:

- un lait fermenté entier (shubat au Kazakhstan, agaran au Turkménistan) ou dilué dans l'eau (chal);
- une crème fermentée (doïran au Turkménistan);
- un «fromage» en fait issu de la déshydratation d'une pâte obtenue à partir du lait fermenté (kourt au Kazakhstan);
- un produit sucré appelé balkaimak (Kazakhstan), consommé comme une friandise.

Ces produits peuvent être considérés comme des «produits-terroir» fortement associés à une identité culturelle locale et issus d'un savoir-faire ancestral. Ils témoignent de la possibilité de proposer aux consommateurs des formes très variées de produits provenant de la traite des chameaux. Par ailleurs, ces produits ont la réputation de présenter des propriétés médicinales et probiotiques auxquelles l'industrie agroalimentaire commence à s'intéresser. Néanmoins, l'absence d'une standardisation des méthodes de transformation incite à développer une démarche qualité tout au long de la filière.

Traditional camel milk products in Central Asia

ABSTRACT

In Central Asia, Bactrian (double humped) camel farming predominates, but production systems with dromedary camels, which are better dairy animals, occur in some areas.

¹⁴ Faculté de Biologie, Université nationale kazakh Al-Farabi. 71 av. Al-Farabi, 480078 Almaty, Kazakhstan.

¹⁵ Programme productions animales, TA 30/A CIRAD-EMVT. Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier, France.

¹⁶ Université nationale kazakh agraire. 8 av. Abaï, 480013, Almaty, Kazakhstan.

Crossbreeding between the both species is also common. The camels are kept for their milk, which is converted into different products, such as:

- fermented milk (shubat in Kazakhstan, agaran in Turkmenistan) or mixed with water (chal);
- fermented cream (doïran in Turkmenistan);
- a "cheese" prepared from dehydrating a paste prepared from fermented milk (kourt in Kazakhstan); and
- a sweet product called balkaimak (Kazakhstan), consumed as a candy.

These products can be considered as "land products" strongly associated to a local cultural identity and prepared in traditional ways. This means that various types of camel milk products presented to the consumers. Elsewhere, these products are reputed to have medicinal properties, which the food and agriculture industries are beginning to take interest in. The lack of standardization in processing still inhibits the development of a quality approach within the milk sub-sector.

7.1 INTRODUCTION

La production laitière caméline est une pratique traditionnelle de l'élevage camélin en Asie centrale et tout particulièrement au Kazakhstan. Les produits laitiers y font l'objet d'une préparation et d'une transformation très spécifiques à ces régions, marquant fortement l'identité culturelle de ces pays. L'effondrement de l'URSS et de l'économie planifiée de type soviétique a provoqué un recul, parfois dramatique, de l'activité agricole. Sur le plan de la filière lait, on assiste au développement de laiteries «clés en main» sur le modèle occidental qui proposent, dans la grande et moyenne distribution en pleine expansion, des produits laitiers classiques de l'Europe de l'Ouest et des Etats-Unis, reléguant sur les marchés classiques (bazars et petite distribution) les produits traditionnels issus du lait de jument et de chamelle. Or, ces derniers sont à même de pouvoir constituer un débouché viable pour les producteurs de la steppe, éloignés des centres urbains. Il est à l'évidence urgent de fournir à ces produits dits traditionnels toute la place qui leur revient en œuvrant pour une meilleure caractérisation de ces produits et en se focalisant sur une démarche qualité de leur production et de leur valorisation.

7.2 LA POPULATION CAMÉLINE AU KAZAKHSTAN ET EN ASIE CENTRALE

En Asie centrale, et en particulier au Kazakhstan, les pâturages naturels représentent plus de 180 millions d'hectares. Selon les données de la FAO, la population caméline au Kazakhstan était, en 2002, de 98 300 chameaux, dont 80 pour cent de Bactriane (tableau 1). En effet, on distingue au Kazakhstan des chameaux de Bactriane de race Kazakh, réputés pour leur bonne productivité en viande et en laine, et des dromadaires d'origine turkmène de race Arvana, réputés pour leur production laitière. Enfin, il existe aussi tout un ensemble d'hybrides entre chameaux et dromadaires. Cette population a beaucoup varié au cours du XX^e siècle (tableau 2). Estimés à plus de un million de têtes au début du siècle, les effectifs ont considérablement chuté à la suite de la collectivisation soviétique. Une nouvelle régression des effectifs est survenue au moment de l'indépendance du Kazakhstan et de la privatisation des structures agricoles. La population actuelle représente à peine 10 pour cent du cheptel qui existait il y a 100 ans.

Comme dans beaucoup de pays, les camélidés du Kazakhstan ont traditionnellement une vocation multi-usages et sont utilisés pour le lait et la

TABLEAU 1
Les effectifs de chameaux en Asie centrale

République	
Azerbaïdjan	200
Kazakhstan	98 300
Kirghizistan	46 000
Ouzbékistan	25 000
Russie	12 000
Tadjikistan	42 000
Turkménistan	40 000

Source: FAO, 2002.

fabrication du shubat, la viande, la laine et le transport. Afin d'améliorer la production laitière des chameaux de Bactriane, les femelles de Bactriane (vocation viande) sont croisées avec les mâles de dromadaire (race Arvana du Turkménistan). Les hybrides F_1 obtenus sont ensuite croisés avec des chameaux de Bactriane afin de disposer d'hybrides à deux fins (lait et viande). La région la plus riche en terme d'élevage camélin (Mangystau) comprend 32 700 chameaux, 35 pour cent étant élevés dans des entreprises privées et des sociétés collectives, et 65 pour cent dans des exploitations paysannes.

La productivité laitière est en moyenne de 4 à 6 litres par jour pendant 12 à 14 mois de lactation avec jusqu'à quatre traites manuelles par jour. L'alimentation des animaux est basée sur les pâturages naturels pendant toute l'année. Cependant, cette productivité peut atteindre plus de 10 litres chez les animaux sélectionnés (dromadaires Arvana notamment).

7.3 LAIT ET PRODUITS LAITIERS

Au Kazakhstan, les possibilités de garder les produits frais sont rares. Traditionnellement, on commercialise donc de préférence des produits laitiers fermentés (tableau 3). Le lait de vache fermenté en Asie centrale s'appelle aïran (ou kefir en russe). Le shubat (au Kazakhstan), le chal et doïran (au Turkménistan), le khoormog (en Mongolie) sont des laits de chamelle fermentés. Le koumis est le produit de la fermentation du lait de jument. Le lait de yak fermenté commercialisé au Kirghizistan s'appelle kourout. Il existe aussi une espèce de fromage dur dénommé kourt. La crème de lait de chamelle s'appelle agaran (au Turkménistan). Enfin, on fabrique aussi des caramels (ou nougat) à partir de lait de chamelle, appelés balkaimak.

Bien entendu, ces valeurs varient en fonction de la race, de la saison, de l'alimentation et des modes de préparation. Cependant, on manque d'informations sur les effets de ces différents facteurs de variation. Dans la littérature russe,

TABLEAU 2
Population caméline au Kazakhstan

	1927	1941	1991	2002	Références
Chameaux	1 200 000	104 600	145 000	102 300	Z. Mousaev, 2002
Chevaux	3 500 000	869 700	1 700 000	1 010 000	Z. Mousaev, 2002
Moutons	18 000 000	12 000 000	35 000 000	9 207 500	FAO

TABLEAU 3
Quelques paramètres des produits laitiers en Asie centrale

	Lait de dromadaire	Lait de Bactriane	Shubat	Chal	Doïran	Agaran	Koumis
Acidité ($^{\circ}T$)			120-180	90-120	65-120	70-80	100-120
pH	6,54-6,63		4,8				4,0
Matières grasses (%)	3,20-3,80	4,30-5,70	4,0	1,0	3,3-4,0	13,0	1,5-1,9
Protéines (%)	3,10-3,30	3,8-4,2					
Alcool (%)			1,2	1,2-1,5	1,2-1,5	0,8-1,0	0,5-2,5

certains auteurs donnent des valeurs très générales, d'autres utilisent des méthodes d'analyse variées, ce qui rend les comparaisons difficiles entre publications. La production des produits laitiers n'est pas encore standardisée pour la grande industrie, et tous ces produits relèvent de procédés artisanaux ou semi-artisanaux. Le mode de préparation peut ainsi changer, selon les régions et selon les saisons. Pour illustrer les difficultés de caractérisation standardisée des produits laitiers traditionnels, on peut citer, par exemple, le degré d'acidité Turner du shubat qui varie entre 80 et 180 °T, ou celui du koumis, entre 120 et 220 °T, qui conduit à des produits finaux aux goûts très contrastés. Dans ces conditions, les taux de matières grasses, de protéines et d'alcool varient également. Pour les produits tels que le kourt, le kourout et le balkaimak, il est impossible de fournir des chiffres.

Par ailleurs, des analyses microbiologiques récentes de shubat réalisées au CIRAD, ont montré que huit souches bactériennes appartenant à quatre types de bactéries lactiques intervenaient de façon différenciée sur la fermentation du lait de chamelle: *Lactobacillus casei*, *Leuconostoc lactis*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus plantarum*. Ces résultats laissent penser qu'il est possible de piloter les processus fermentaires pour obtenir des produits différenciés mieux standardisés (Aussel, 2002).

7.4 LE LAIT DE CHAMELLE, UN «PRODUIT-TERROIR»

Les produits du lait de chamelle, spécifiques aux pays d'Asie centrale, sont le fruit d'une technologie fort ancienne inscrite dans la tradition. A ce titre, ils sont associés à un territoire et à une culture, celle des steppes d'Asie centrale. On peut ainsi les considérer comme des «produits-terroir» qui pourraient relever d'un dispositif commercial de type label ou appellation d'origine.

7.4.1 Préparation de shubat (Mousakaraev et al., 1985d)

La préparation du shubat relève essentiellement d'une technologie artisanale. Cependant, une préparation industrielle existe depuis quelques années dans certaines laiteries du Kazakhstan.

Shubat artisanal: en l'absence de shubat, le lait de chamelle cru est conservé à température ambiante; puis, il reçoit des fermentes composés à partir de pâte de blé fermentée ou d'aïran (kéfir); le mélange est remué pendant 30 à 40 minutes, puis laissé à température ambiante pendant quatre à cinq heures. Après un nouveau brassage et un temps de repos de cinq à six heures, le shubat est prêt. On peut également préparer le shubat en ajoutant le lait de chamelle cru sur un shubat déjà prêt qui joue le rôle de ferment dans la proportion de 4 à 1. La préparation du shubat varie selon les régions du Kazakhstan, les fermentes utilisés, la saison, le stade de lactation, l'alimentation, l'âge des animaux.

Shubat industriel: il est produit dans l'ouest du Kazakhstan, région Mangystau (du côté de la mer Caspienne) spécialisée dans l'élevage des chameaux. Pour le préparer, on chauffe le lait cru jusqu'à 30-40 °C et sous une pression de 10-15 MPa, puis on l'homogénéise. Après pasteurisation à 85-87 °C, on refroidit le lait jusqu'à 26-28 °C et on ajoute les fermentes de shubat. On homogénéise pendant

15-20 minutes puis on laisse au repos pendant huit à dix heures dans un récipient fermé. Le produit est de nouveau homogénéisé pendant 40 à 70 minutes à température de 18-22 °C et mis au repos pendant neuf à douze heures. Une nouvelle période de repos de 24 heures à 14-18 °C est nécessaire avant la mise en bouteilles de 1,0 litre. Ce shubat se conserve à 2-4 °C jusqu'à trois mois (technologie du producteur Taushyk). D'autres technologies sont proposées, notamment par AgroMerkur – industrie agroalimentaire intervenant dans la région d'Almaty.

7.4.2 Préparation de chal et agaran (Mousakaraev et al., 1984, 1985b et 1985c)

Le lait de chamelle cru est mélangé avec le levain (acidité de 120-130 °T) en proportion de 1 à 1 et soumis à une homogénéisation active de deux à trois minutes, et le mélange est gardé pendant quatre à douze heures à 20-25 °C; puis, de l'eau potable est ajoutée en proportion de 1 à 2. Après 25-30 minutes, le surnageant, composé d'un mélange de lipides et de caséines, est collecté. Ce mélange crémeux est appelé agaran. La partie liquide qui demeure après extraction de l'agaran constitue le chal. Celui-ci est conditionné en bouteilles de 0,5 litre et de 1 litre. Ces produits se conservent à 5-8 °C pendant quatre à cinq jours.

7.4.3 Préparation de doïran (Mousakaraev et al. [1985a], Mousakaraev et Saparov [1985])

Le lait de chamelle cru est mélangé avec le levain (acidité de 120-130 °T) en proportion de 1 à 1 et soumis à une homogénéisation active de 10 minutes.

7.4.4 Préparation de kourt à partir de lait de chamelle

Le shubat est égoutté à travers une poche de coton. Ce procédé permet l'évacuation du lactosérum (qui peut être utilisé pour le pain, par exemple). La phase contenant les caséines est homogénéisée, puis séchée en petites boules (soit salées, soit sucrées). Le kourt se conserve à température ambiante pendant longtemps.

7.4.5 Préparation de balkaimak

On chauffe environ 10 litres de lait de chamelle que l'on additionne d'un bol de sucre; le produit est alors soumis à ébullition jusqu'à la caramélation du lactose et l'obtention d'une pâte épaisse.

7.5 LE LAIT DE CHAMELLE, UN PRODUIT «SANTÉ»

Le lait de chamelle et le shubat sont réputés pour leurs propriétés médicinales. De nombreuses références bibliographiques font mention du rôle du lait de chamelle et de ses produits dans des usages préventifs et thérapeutiques. Le shubat présente, notamment, des propriétés antibiotiques et un certain nombre d'effets prophylactiques. Il est utilisé, en particulier, dans le traitement de la tuberculose, de la gastroentérite, des ulcères gastriques et pour l'alimentation du nourrisson. Les facteurs «santé» attribués au lait de chamelle et ses produits transformés

peuvent être liés à certains de ses composants: lactoferrine, immunoglobulines, lysozyme, lactoperoxidase, vitamine C, etc.

7.5.1 Lactoferrine

La forte teneur des laits de camélidés en lactoferrine, une protéine qui possède une activité antimicrobienne, antivirale, anticancéreuse, anti-inflammatoire et analgésique pourrait être une des raisons des propriétés thérapeutiques du lait de chameau et du shubat.

La lactoferrine (LF) est une glycoprotéine contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}). Cette capacité à capter le fer explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes, telles que *Staphylococcus aureus* ou *Escherichia coli* (Zagulki et al. [1989], Diarra et al. [2002]).

Sur le plan des propriétés physiques, la lactoferrine de la chameau, comme beaucoup d'autres protéines laitières camélidés, est plus thermorésistante que chez les autres espèces et plus thermorésistante que l'immunoglobuline (IgG). Par exemple, à 85 °C pendant 10 minutes, la lactoferrine du lait de chameau ne représente plus que 37 pour cent de la valeur initiale, contre 1,2 pour cent pour le lait de vache et 0 pour cent pour le lait de bufflesse dans les mêmes conditions (Elagamy, 2000).

La LF n'est pas une protéine spécifique du lait. On la trouve dans la plupart des sécrétions (larmes, salive, sécrétions utérines, sang, sécrétions nasales, urines, fluide amniotique, plasma séminal) des mammifères, mais c'est dans le lait de chameau qu'elle est la plus abondante puisqu'on en trouve de 30 à 100 fois plus que dans le lait de vache (tableau 4).

Du point de vue des propriétés physicochimiques, les lactoferrines camélidés et bovine sont assez proches (tableau 5).

TABLEAU 4
Intervalle de concentration en LF de laits à différents stades de la lactation des mammifères
(en mg/ml)

	Chameau	Jument	Vache	Chèvre	Brebis	Truie	Souris	Lapin	Chien
LF	2-6	0,2-2,0	0,02-0,2	0,02-0,2	0,02-0,2	0,2-2,0	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Source: Mason et Heremans (1971), Qian et al. (1995).

TABLEAU 5
Caractéristiques physicochimiques des lactoferrines camélidés et bovine

	Chameau	Vache
Résidus d'acides aminés	689	689
Masse moléculaire (kDa) par spectrométrie de masse	80,16-80,73	84,0
Masse moléculaire (kDa) par séquence des acides aminés	75,250	76,143
Point isoélectrique	8,14	8,18
Concentration dans le lait (mg/litre)	220	140
% homologie	74,9%	

Source: Kappeler et al., 1999.

Cependant, la difficulté de disposer de lactoferrine caméline pure sur le marché – pour pallier l’absence d’une méthode rapide de dosage – persiste. Des essais d’isolement de la lactoferrine par chromatographie d’affinité (sur support héparine-sépharose) et chromatographie d’interaction hydrophobe (sur support Butyl-Toyopearl 650 M), pour obtenir les anticorps de anti-LF anti-chamelle, ont été effectués (Konuspayeva, 2003). Des techniques plus rapides et peu coûteuses, comme la spectrométrie dans le proche infrarouge pour doser la LF sont à l’étude.

7.5.2 Lysozyme

Le lysozyme est une protéine naturellement présente dans les laits de mammifères où il représente un facteur antimicrobien puissant. Le lysozyme contient une chaîne polypeptidique de 129 acides aminés, avec un poids moléculaire d’environ 14 kDa. Dans le milieu physiologique, le lysozyme est chargé positivement, son pH étant compris entre 10,5 et 11 (alcalin). Le lysozyme se lie en conséquence électrostatiquement sur les surfaces anioniques des bactéries.

Les bactéries gram-négatif sont plus résistantes au lysozyme car elles contiennent une membrane externe de lipopolysaccharide, qui peut protéger les bactéries contre l’accès du lysozyme. En revanche, les bactéries, telles que *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus lentus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Actinomyces viscosus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Fusobacterium nucleatum*, *Serratia marcescens*, *Micrococcus luteus*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Listeria monocytogenes*, *Pasteurella pseudotuberculosis*, *Yersinia enterocolitica*, *Bordetella bronchiseptica*, *Bacteroides fragilis*, *Capnocytophaga gingivalis*, *Helicobacter pylori*, les levures, telles que *Candida krusei*, *Candida parapsilosis*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*, et le virus Herpès simplex sont sensibles au lysozyme.

La quantité de lysozyme dans le lait de chamelle est plus élevée que dans le lait de vache, 15 µg 100 ml⁻¹ contre 7 µg 100 ml⁻¹. L’activité enzymatique du lysozyme du lait de chamelle est également plus forte que celle de la vache, mais plus faible que celle de l’œuf (Elagamy et al., 1996). Tout comme la lactoferrine de cette espèce, le lysozyme du lait de chamelle est thermorésistant. À 85 °C pendant 10 minutes, le lysozyme du lait de chamelle ne représente plus que 44 pour cent de la valeur initiale, contre 26 pour cent pour le lait de vache et 18 pour cent pour le lait de bufflesse dans les mêmes conditions (Elagamy, 2000).

7.5.3 Immunoglobulines

Les IgG jouent un rôle dans le système immunitaire chez les nouveau-nés. Le taux des immunoglobulines est très élevé dans le colostrum chez tous les mammifères. Cependant, la concentration d’immunoglobulines dans le lait varie selon les espèces concernées.

Trois classes fonctionnelles d’IgG sont définies chez le dromadaire: Ig1, qui est composée de deux chaînes légères identiques et de deux chaînes lourdes comme dans les autres IgG; Il existe donc deux autres isotopes. Ce qui est remarquable,

c'est que l'organisation des anticorps à chaînes lourdes du dromadaire diffère complètement de ce qui est connu chez les autres vertébrés (Atarhouch et al., 1997). Du point de vue structural, les IgG du dromadaire sont plus proches des immunoglobulines humaines que de celles des autres ruminants.

Le pic d'IgG dans le colostrum est de $0,26 \pm 0,232$ mg/ml. Il se situe entre 18 et 30 heures après la naissance (Hulsebush, 1999). Dans le lait, la concentration est plus faible mais la teneur répertoriée dans le lait de chamelle est quatre fois supérieure à celle de la vache à 0°C , et six fois plus élevée à 65°C . Par ailleurs, elle est plus thermorésistante: il reste 0,048 mg/ml d'IgG dans le lait de chamelle à 85°C alors qu'elle disparaît dans le lait de vache (Elagamy, 2000).

7.5.4 Lactoperoxydase

Les peroxydases sont des enzymes qui appartiennent aux systèmes non-immuns normaux de la défense du lait; on les trouve également dans les sécrétions des glandes à sécrétion externe (telles que la salive, les larmes, les sécrétions intestinales, le mucus cervical et la thyroïde).

Le lait contient naturellement assez de lactoperoxydase pour que le système soit actif. L'action du système peroxydase résulte de l'oxydation de l'ion SCN^- en présence du peroxyde d'hydrogène, qui fait apparaître des oxacides ayant des propriétés bactéricides. Le premier produit de l'oxydation est l'ion hypothiocyanate (OSCN^-), puis différents acides se succèdent, dont l'action inhibitrice varie en fonction des espèces microbiennes. L'action de la lactoperoxydase est susceptible d'être renforcée artificiellement en optimisant les concentrations des éléments qui entrent en jeu. Des bactéries, telles que *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Shigella sonnei*, *Listeria monocytogenes*, *Acinetobacter* spp., *Neisseria* spp., *Haemophilus influenzae*, *Campylobacter jejuni*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Capnocytophaga ochracea*, *Selenomonas sputigena*, *Wolinella recta*, *Enterobacter cloaca*, des virus, tels que *Herpès simplex*, virus d'immuno-déficience, virus respiratoire syncytial, et la levure *Candida albicans* sont sensibles au système lactoperoxydase.

Cette enzyme du lait de chamelle est considérée comme étant une des plus thermorésistantes par rapport au lait de vache. La lactoperoxydase du lait de chamelle a 78 kDa de poids moléculaire (Elagamy et al., 1996). Par ailleurs, la lactoperoxydase du lait de dromadaire présente une stabilité encore plus forte vis-à-vis des traitements thermiques. Elle est, par exemple, fortement active dans les échantillons de lait pasteurisé de la laitière de Mauritanie (Sabumukama, 1997). Les résultats du test API ZYM lactoperoxydase sur le lait de dromadaire montre encore une activité enzymatique à forte température, alors même que la lactoperoxydase du lait de vache a perdu toute activité (Loiseau et al., 2001).

7.5.5 Vitamine C

La réputation du lait de chamelle est en grande partie due à sa richesse en vitamine C. De tous les laits de mammifères collectés pour les besoins de l'homme, celui

de la chamelle est le plus riche en cette vitamine dont le rôle tonique permettant de lutter contre la fatigue et l'infection est bien connu. Il y a en moyenne trois fois plus de vitamine C dans le lait de chamelle que dans le lait de vache. Cela dit, les facteurs de variation de la teneur en acide ascorbique dans le lait sont très peu étudiés (Elkhidir, 2002).

La vitamine C joue un rôle biologique considérable par ses propriétés antioxydantes. Récemment, il a été montré qu'elle avait aussi une action positive sur la réponse immunitaire des organismes agressés par diverses maladies.

On observe des variations selon les races de dromadaires: par exemple, au Soudan le type Arabi est plus doté que le type Anafi, lui-même mieux pourvu que le type Bishari. En revanche, on n'observe pas de variations liées au sexe de l'animal, bien que les femelles excrètent plus de vitamine C dans l'urine que les mâles. Par ailleurs, le taux de vitamine C dans le plasma et les leucocytes augmente significativement après les six premiers mois de lactation. On remarque une évolution parallèle entre les teneurs sanguines et lactées. Les chamelles multipares ont plus de vitamine C dans leur lait que les primipares, et les chamelons nouveau-nés ont plus de vitamine C dans leur plasma que les mères, puis cela se stabilise après 4 semaines pour atteindre des valeurs similaires à la mère, chez qui la tendance est à l'accroissement après la parturition. Le colostrum est d'ailleurs plus riche en vitamine C que le lait, soulignant ainsi le rôle de transfert actif de la mère vers le jeune.

L'alimentation de la chamelle semble jouer un rôle non négligeable, les rations à base de pâturages naturels étant moins favorables sur la concentration en acide ascorbique, dans le plasma et les leucocytes, que les rations contenant de la luzerne, par exemple. Les maladies parasitaires, telles que la gale sarcoptique et la trypanosomose, sont associées à une diminution des teneurs dans le plasma et les leucocytes. Chez les animaux cliniquement affectés par la trypanosomose, cette chute est particulièrement marquée. Les maladies infectieuses (brucellose, mammites) présentent le même impact bien que moins marqué. Sans pouvoir préciser si cette chute est une cause ou une conséquence de la maladie, on peut cependant affirmer que la vitamine C joue un rôle essentiel dans la résistance à l'infection. On peut, du reste, en déduire que les femelles en période de repos sexuel ou en début de lactation sont plus résistantes. Cela dit, l'effet immunostimulant de l'acide ascorbique, notamment dans des situations de stress (travail intense, par exemple) mériterait d'être approfondi.

7.5.6 Bactéries lactiques du shubat

Les produits fermentés issus du lait de chamelle, tels que le shubat, ont en plus de la composition chimique classique, la particularité d'être riches en bactéries lactiques. Ces bactéries sont souvent bénéfiques pour la santé humaine et elles produisent de l'acide lactique comme produit terminal du processus final de fermentation à partir de différents sucres, notamment du lactose. La production de l'acide lactique peut s'accompagner de l'apparition d'autres produits. Dans ce cas,

les bactéries sont dites hétérofermentaires. Si la fermentation du lactose ou autre sucre donne uniquement de l'acide lactique, les bactéries sont homofermentaires. Les bactéries lactiques peuvent être considérées comme des probiotiques.

Les probiotiques doivent répondre à certaines exigences avant d'être à même de produire un effet bénéfique:

- résistance à l'acidité gastrique, à la bile et aux ferments pancréatiques;
- capacité de coloniser transitoirement la muqueuse intestinale;
- absence de pathogénicité.

Les micro-organismes probiotiques les plus utilisés jusqu'ici sont les suivants: différentes souches de lactobacilles, les bactéries bifidus, le *Streptococcus thermophilus* ainsi qu'une levure, le *Saccharomyces boulardii*. Les probiotiques ont des effets cliniques et les mécanismes d'action sont bien décrits. Chez l'homme, les probiotiques ont principalement été utilisés jusqu'ici pour le traitement et la prévention des diarrhées. Au cours des dernières années, on a pu montrer que les probiotiques pouvaient également jouer un rôle dans le traitement des diarrhées chroniques inflammatoires ainsi que dans la prévention des infections respiratoires et des maladies allergiques. Cependant, nous ne disposons que de peu d'études à ce propos.

Les effets bénéfiques des probiotiques sur le taux de cholestérol (donc sur un des principaux facteurs de risque pour la maladie coronarienne), sur l'absorption du calcium (prophylaxie de l'ostéoporose) ainsi qu'un éventuel effet anticarcinogène n'ont pas été démontrés jusqu'ici par des travaux cliniques contrôlés; ils relèvent donc, jusqu'à nouvel avis, du domaine de l'hypothétique. Il en est de même pour l'effet «immunostimulateur» souvent invoqué, qui reste mal défini et dont on n'a, jusqu'ici, pas pu démontrer la relevance clinique (Braegger, 2002).

7.6 CONCLUSION

Les allégations «santé», attribuées au lait de chamelle et à ses produits, relèvent souvent d'observations empiriques qui méritent des analyses complémentaires, notamment en travaillant plus finement sur la composition et la caractérisation de ces produits par rapport à un certain nombre de facteurs de variation. C'est l'objectif principal d'un projet soumis récemment à l'Union européenne avec les pays d'Asie centrale. Ce projet vise, à partir d'un échantillonnage raisonné de lait de chamelle cru et de shubat, à obtenir une gamme de produits dont la variabilité relève de facteurs écologiques, techniques et biologiques. Il est attendu d'un tel projet l'identification d'un certain nombre de déterminants de la qualité microbiologique, probiotique et nutritionnelle qui font la réputation du lait de chamelle et de ses produits transformés.

Un second intérêt, dans le cadre du présent atelier, est de montrer que l'expérience asiatique en matière de transformation du lait de chamelle peut servir d'exemple. Des dispositifs simples de transformation pourraient être proposés et diffusés auprès des producteurs, pour mettre sur le marché de nouveaux produits à la disposition des consommateurs des zones arides et semi-arides d'Afrique.

BIBLIOGRAPHIE

- Atarhouch, T., Bendahman, N., Hamers-Casrerman, C., Hamers, R., Muydelmans, S. 1997. cDNA sequence coding for the constant region of the dromedary gamma3 heavy chain antibody. *J Camel Pract. Res.*, 4: 177-182.
- Aussel, X. 2002. Etude de bactéries lactiques isolées du shubat. Rapport de stage au CIRAD-AMIS, BTSA industrie agroalimentaire.
- Braegger, C. 2002. Le rôle des probiotiques dans la prévention et le traitement de la gastroentérite aiguë chez l'enfant. Die deutsche Fassung dieses Artikels ist in der *Paediatrica* erschienen, 13(5): 29-33.
- Elagamy, E.I. 2000. Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo milk proteins. *Food Chemistry*, 68: 277-232.
- El-Gawad, I.A.Abd., El-Sayed, E.M., Mahfouz, M.B., El-Salam, A.M.Abd. 1996. Changes of lactoferrin concentration in colostrum and milk from different species. *Egyptian Journal of Dairy Sciences*, 24:297-308.
- Elkhidir, H.E. 2002. Vitamin C status in Sudanese camels. PhD Thesis, University of Utrecht, Pays-Bas, 98 p.
- Hülsebush, C. 1999. Immunoglobulin G status of camels during 6 months post-partum. Hohenheim. Tropical Agriculture Series (éd.), Verlag publ., Weikersheim, Allemagne, 147 p.
- Konuspayeva, G. 2003. La lactoferrine dans le lait de chameau (*Camelus dromedarius*). Essai de séparation chromatographie sur colonne. Diplôme d'études approfondies, Université de Montpellier II, France, 31 p.
- Loiseau, G., Faye, B., Serikbaeva, A., Montet, D. 2001. Enzymes ability to serve as markers of pasteurized camel milk. Int. Conf. on new horizons in biotechnology, 18-21 avril 2001, Trivandrum, Inde.
- Mason, P.L., Heremans, J.F. 1971. Lactoferrin in milk from different species. *Comp. Biochem. Physiol.*, 39: 119-129.
- Mousakaraev, T., Saparov, K., Durdyrev, A. 1985a. Standard de la République turkmène SSR. Boisson essentielle doïran. RST TSSR 178-85, Achkhabad, Turkménistan, 6 p.
- Mousakaraev, T., Saparov, K., Nurkuliev, Sh. 1985b. Standard de la République turkmène SSR. Chal de chameau. RST TSSR 180-85, Achkhabad, Turkménistan, 6 p.
- Mousakaraev, T., Saparov, K., Durdyrev, A. 1985c. Standard de la République turkmène SSR. Agaran-crème. RST TSSR 177-85, Achkhabad, Turkménistan, 6 p.
- Mousakaraev, T., Saparov, K. 1985. Technologie de la préparation doïran. (1985). Boisson essentielle doïran. Achkhabad, Turkménistan, 5 p.
- Mousakaraev, T., Saparov, K., Durdyrev, A. 1985d. Technologie de fabrication shubat «Turkestan Mangystau». Société privée Taushyk, Mangystau région, Kazakhstan.
- Mousakaraev, T., Saparov, K., Nurkuliev, Sh. 1984. Technologie de la préparation chal et Agaran-crème. Achkhabad, Turkménistan, 6 p.
- Moussayev. 2002. Селекционно-племенная работа в коннеководстве и верблюдоводстве Казахстана Материалы I международного ветеринарного конгресса 10-11 октября 2002г. Almaty, Kazakhstan, 101-103.

- Qian, Z.-Y., Jolles, P., Migliore-Samour, D., Fiat, A.-M. 1995. Isolation and characterization of sheep lactoferrin, an inhibitor of platelet aggregation and comparison with human lactoferrin. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1243: 25-32.
- Sabumukama, C. 1997. Recherche d'enzymes adaptées pour la vérification de la pasteurisation du lait de dromadaire et mise au point d'un test simple de contrôle. Rapport de stage au CIRAD-SAR et ENSIA, Diplôme de mastère grandes écoles, France.

Chapitre 8

Camel milk hygiene and mastitis: Examples from Kenya and Somalia

M. Younan¹⁷, M. Kenyanjui¹⁸,
J. Wangoh¹⁹, A. Nganga²⁰, Z. Farah²¹,
A. Wasem²², V. Galetti²³, S. Bornstein²⁴

8.1 CAMEL MILK

Camel milk, a staple food of pastoralists has become a commodity and the economy of Somalia depends, to a large extent, on “commercial nomadism”. A EU/UNA project in Gardo, Somalia, has established a milk collection and processing centre to improve camel milk marketing. In Kenya, a very active trade system supplies fresh camel milk to Nairobi’s Somali community (up to 3 000 litres/day). A local camel milk supply to provincial centres is also evolving in North Kenya. Customers are sedentary ex-pastoralists. KCA/KARI are offering support and training to local camel milk processors (mainly women-groups).

The structure of the camel milk collection/marketing systems in Somalia and in the Somali regions of North Kenya is quite similar: highly mobile primary and secondary collection, urban trade based on a kinship trust-basis: public transport being the only means of transport, breakdowns and delays occurring during rains cause milk spoilage and financial losses (milk fetches about 40 percent less than fresh milk). As a result, the producer takes camel milk on foot to mobile collection camps; the collector trades goods for milk (barter), sometimes for cash; the transporter is contracted by collectors (payment per container); and the urban milk trader sends back goods/cash via the same system.

In most pastoral cultures in Kenya/Somalia, milking of camels is a male domain. Milk collection and marketing lies mainly in the hands of women, while transport is dominated by men. Transport distances vary from 60 to 300 km.

¹⁷ Kenya Camel Association (KCA). Nanyuki, Kenya (supported by GTZ).

¹⁸ European Union/UNA project, «Sustainable Improvement of Camel Milk Production and Trade». Gardo, Puntland, Somalia.

¹⁹ European Union/UNA project, «Sustainable Improvement of Camel Milk Production and Trade». Gardo, Puntland, Somalia.

²⁰ European Union/KARI, «Mini-dairies Project». Marsabit district, Kenya.

²¹ Institute of Food Science Laboratory of Dairy Science. ETH Zurich, Switzerland.

²² Institute of Food Science Laboratory of Dairy Science. ETH Zurich, Switzerland.

²³ Institute of Food Science Laboratory of Dairy Science. ETH Zurich, Switzerland.

²⁴ Institute of Food Science Laboratory of Dairy Science. ETH Zurich, Switzerland.

8.2 HYGIENE

A major hygiene hazard is the poor quality and limited availability of water to camel milk producers.

TABLE 1
Hygiene hazards in camel milk production, collection & marketing

Camel	Wounds/abscesses, unclean teats/udder, mastitis, zoonosis.
Milker	Unclean hands, milking bucket (plastic), and milking site.
Milk collector	Dirty transport container (plastic), pooling of milk, no or unclean filtration, exposure to hot environment.
Milk transporter	Delays, unnecessary extra exposure to hot environment.
Milk vendor	Additional pooling (milk adulteration is rare), selling from open containers in an unclean environment.
Consumer	Traditional preference for consumption of raw milk.

8.2.1 Total bacterial counts (TBC) in Kenyan and Somali camel milk

TABLE 2
Total bacterial counts in Kenyan camel milk (averages)

Milk sampled from	TBC
Udders during milking directly into clean container	10 ² -10 ⁴ CFU/ml
Milking bucket	10 ³ -10 ⁴ CFU/ml
Pooled raw milk immediately after milking	10 ³ -10 ⁵ CFU/ml
Pooled raw milk stored 24 hours without cooling	10 ⁵ -10 ⁸ CFU/ml
Milk vendors:	
- close to the production area (less than 24 hours old milk)	10 ⁶ -10 ⁷ CFU/ml
- in Nairobi (up to 48 hours old milk)	10 ⁶ -10 ⁸ CFU/ml

EU-standard for raw cow milk: TBC < 10⁵ CFU/ml.

Kenya Bureau of Standards raw milk categories:

- good raw milk: TBC 1 - 2x10⁶ CFU/ml.
- bad raw milk: TBC 2 - 5x10⁶ CFU/ml.
- very bad raw milk: TBC > 5x10⁶ CFU/ml.

TABLE 3
Total bacterial counts in Somali camel milk

Milk sampled from	TBC
Producing herds [#] (n = 26)	average 2.7x10 ⁷ CFU/ml (range 10 ⁵ -10 ⁸)
Primary collection (n = 15)	average 6.9x10 ⁸ CFU/ml (range 10 ⁵ -10 ⁹)
Local market* (n = 20)	average 6.7x10 ⁸ CFU/ml (range 10 ⁷ -10 ⁹)
Distant market** (n = 2)	1.7x10 ⁹ CFU/ml

[#] relative figures, due to prolonged sample transport (48 hours).

* < 100 km distance from producer.

** 300 km distance from producer.

8.2.2 Raw camel milk quality

TABLE 4

Raw camel milk quality from different production systems

Producing herds (herd size)	Milk transport container	Duration of transport	Milk temperature at reception	Resazurin test* (10 minutes)
Kenya: n = 5 herds (1-4 camels)	gourd (smoked); 1-3 litres	2-3 hours (on foot)	24-25 °C	range 5-6
Somalia: n = 7 herds (20-60 camels)	plastic/metal; 3-20 litres	6-9 hours (by car)	30-31 °C	range 0-3

*Milk tested upon arrival at the dairy.

Interpretation of Resazurin (10 minutes) results for cow milk:

0 = not to be processed

1 to 3 = only good for butter fat recovery

4 to 6 = good for pasteurization

Obviously, using smoked traditional gourds, receiving camel milk directly from the producer, avoid pooling milk of different hygienic quality, and short transport distances, offer milk hygiene advantages. However, such a system can only receive milk from a limited production area and is unlikely to provide the necessary volume of milk for profitable processing and marketing.

8.2.2.1 Milk quality improved by use of metal containers

TABLE 5

Comparison of split milk batches from four camel herds in Somalia: milk transported parallel in plastic and in metal containers

	Milk in metal container	Milk in plastic container
Resazurin 10 minutes	average 4 (range 3-6)	average 2 (range 0-5)

The transport time between herd and market was 6 hours \pm 40 minutes. Milk was sampled and tested immediately after arrival at the market.

8.2.2.2 Milk quality improved by filtration

At primary collection sites, camel milk from different producers was pooled and filtered. The resulting TBC is 10^8 CFU/ml, with "filtration" through reused gauze into transport container, and 10^6 CFU/ml with proper filtration – filtering through fresh gauze. Although the above figures are relative – due to prolonged sample transport (> 48 hours) – the TBC difference (10^2) is valid. The problem however, is the availability of filters.

8.2.3 Recommendations to improve camel milk hygiene

Standard dairy hygiene recommendations seem out of place in an environment without clean water.

TABLE 6
Options/problems to improve camel milk hygiene

Options	Problems
Replacement of cheap plastic with quality steel containers	Availability of containers, increased weight and transport costs
Filtration of milk with disposable clean gauze/paper-filters	Non-availability and costs of filters, old filters are reused
Rotation of sealed sanitised containers between bush and market: used successfully by traders that receive milk directly from large herds	Due to complex collection chain, clean containers receive dirty milk
Flash boiling of raw milk at primary collection sites	Recontamination results in complete milk spoilage instead of souring
Reducing milk temperature (shade box, evaporative charcoal-cooling): big potential for improving camel milk quality	-
Using hot boiled water for final cleaning of containers	Scarcity of firewood/charcoal/water
Accelerating transport	Huge costs of independent transport
Routine use of LPS	Almost all camel milk is marketed raw

Education of producers/collectors through demonstrating milk testing in the field can only create awareness, but will not have immediate effect on milk quality.

Based on individual milking and milk handling practices, camel milk quality at the production level already varies a lot – TBC in Kenyan herds immediately after milking varied from 10^3 - 10^5 CFU/ml. This offers the chance of selecting good practices for improved milk quality in the bush. A working solution could be routine 'clot on boiling' or alcohol test before milk is pooled at primary collection sites.

8.2.4 Preserving milk quality with LPS

TABLE 7
Kenyan LPS test run (milk temperature during transport at 31.4 -27.6 °C)

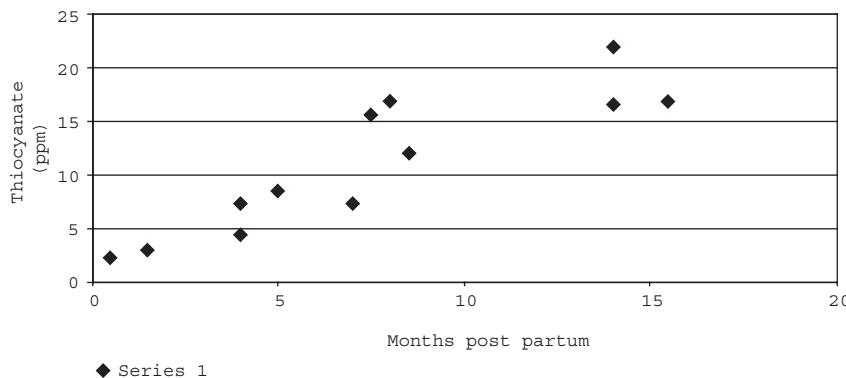
Milk treatment	Resazurin test		SCN- conc. [ppm]	
	8.45 am	2.30 pm	8.45 am	2.30 pm
none	5	3	4.2	3.2
LPS	5	5	8.7	6.5

TABLE 8
Somali LPS test run (milk temperature during transport at 27 -31 °C)

Milk treatment	Resazurin test					SCN- conc. [ppm]
	9 am	1 pm	5 pm	9 am	1 pm	
none	5	0	0	8.1		
LPS	5	4	1	15.2	14.2	
Cooled (8 °C)	5	4	4			

With the use of LPS, a wide variation of SCN⁻ concentrations in camel milk can be observed. The question of the length of the lag-phase of camel milk under hot conditions still needs to be examined.

FIGURE 1
Thiocyanate concentrations in camel milk in relation to stage of lactation



8.3 MASTITIS

Aseptically sampled milk from non-infected bovine udders contains 10^2 to 10^3 CFU/ml. From cattle with subclinical mastitis, the TBC increases up to 10^5 CFU/ml. By comparison, both healthy and mastitic camel milk may have a lower pre-secretion bacterial load than cow's milk.

TABLE 9
TBC in milk from infected and non-infected camel udders

California Mastitis Test (CMT)	Infection status	TBC
(4 camels) 16 quarters CMT+	12 quarters infected*	3.3×10^3
(6 camels) 24 quarters CMT-	24 quarters non-infected**	2.1×10^3

* subclinical *Streptococcus agalactiae* mastitis, normal milk consistence

** free of mastitis pathogens

Under poor hygiene conditions, post-secretion contamination from milkers' hands, milking buckets, udder exterior, is apparently more important than mastitis bacteria. But mastitis affects the milk processing quality.

8.3.1 Relevance of mastitis in camel milk production

Many pastoralists rank mastitis as a problem, and this reflects not just clinical mastitis. Interviews with Gabbra/Somali camel owners in Kenya report one third loss of teats (Kaufmann, 1998). Individual herd owners claim 10 to 50 percent of their camels have less than four intact quarters (Kenya Camel Forum). All lactating camels in the six herds examined, presented an average percentage of lactating camels with less than 4 intact quarters of 8 percent (range 0-18 percent).

TABLE 10
Prevalence of *Streptococcus agalactiae* in raw camel milk in Somalia

Milk sampled from	Number of milk batches*	<i>S. agalactiae</i> positive milk**
Producing herd	10	50%
Milk collector	37	62%
Urban market	23	70%
Milk plant reception	18	89%

* one milk transport container = one batch

** *S. agalactiae* prevalence increase along the marketing chain reflects degree of pooling

During this raw milk screening, 10 ml (bacteriol. loop) per milk batch were inoculated for bacteriological culture. When increasing the inoculated milk volume to 0.1 ml (micropipette), the *S. agalactiae* prevalence at milk collection sites was 100 percent!

8.3.2 Quick refresher course on mastitis terminology

Infectious ('udder-associated') mastitis:

- is successfully controlled in modern intensive dairy production;
- originates from infected udders;
- economically, one of the most important form of udder infections, persistent;
- progressive induration of the mammary glands of the dead quarters;
- few visible signs, mostly subclinical.

Main cause: *Streptococcus agalactiae* and *Staphylococcus aureus*.

Environmental mastitis:

- difficult to control, even in modern intensive dairy production systems;
- originates from the environment;
- secondary importance, lesser tendency to persist and often self limiting;
- sometimes exhibits dramatic clinical cases;
- caused by a wide variety of pathogens (e.g. *Escherichia coli*).

8.3.3 Camel mastitis in pastoral milk production

The emphasis of research and possible control interventions should be on subclinical udder associated infections (infectious mastitis).

TABLE 11
Comparative data from the region: intramammary infections of camels with *Streptococcus agalactiae* and *Staphylococcus aureus*

Country	<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
KENYA* (n = 1 305 milk samples)	12.1%	10.6%
SUDAN** (n = 757 milk samples)	26.7%	17.0%
SUDAN*** (n = 391 milk samples)	17.6%	5.4%

* Younan, 2001.

** Obied, 1996.

*** Abdurahman, 1995.

TABLE 12

Prevalence of intramammary infection with *Streptococcus agalactiae* and *Staphylococcus aureus* in six camel herds in Kenya (1998-2000)

Herd	Lactating animals	Prevalence ^a (% of lactating animals)	
		<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
A	n = 83	18	10
B	n = 54	6	13
C	n = 42	2	12
D	n = 10	50	10
E	n = 11	0	9
F	n = 7	14	0

^a For herds A, B, C the figures represent a period prevalence. For herds D, E, F they represent a point prevalence; repeatedly identified infections are only counted once. Herds A and D are commercial herds.

An important question is whether camel mastitis is of economic rather than hygienic importance.

TABLE 13

Potential milk losses in Gabbra and Somali camels due to *Streptococcus agalactiae* udder infections (milk yields in kg)

	Yield per lactation	25% reduced (milk lost per lactation)	Milk yield (income lost per lactation)*
Gabbra (subsistence production)	50	112.5	4 euros
Somali-Hoor camels	050	512.5	84 euros
Somali-average camels	600-700	150-175	13-131 euros

* Based on Nairobi average camel milk prices: 0.75 euro/kg. Camel milk prices in Bosaso/Somalia are 1 euro/kg and above. Camel milk price in Dubai is 1.50 euro/kg.

Source: Torry (1973), Hussein (1987), Herren (1987).

Chapitre 9

Aptitude à la conservation et à la transformation fromagère du lait de chamelle

J. P. Ramet²⁵

RÉSUMÉ

Le lait de chamelle représente une ressource alimentaire unique en milieu aride, toutefois sa valorisation est restée, jusqu'ici, très limitée par l'absence de procédés adaptés de conservation.

Des études récentes ont montré que la conservation du lait cru a température ambiante pouvait être prolongée en limitant la prolifération microbienne indésirable par réactivation du système endogène enzymatique lactoperoxydase (LPS). La méthode consiste à ajouter au milieu, immédiatement après la traite, de petites quantités équilibrées de thiocyanate et de peroxyde. Des essais de terrain ont montré, qu'après apport de 10 ppm de thiocyanate et de peroxyde d'hydrogène, l'acidification naturelle du lait était retardée, respectivement, de six à huit heures lors d'une conservation à 20 et 30 °C. La mise en opération de la méthode est très simple et facilitée par la disponibilité de kits commerciaux adaptés aux traitements de quantités définies de lait; son coût reste faible et voisin de 1 pour cent du prix du lait.

D'autres travaux ont permis d'expliquer la difficulté du lait de chamelle à être transformé en fromages: teneur réduite en caséine kappa, aptitude très limitée à l'acidification lactique et à la coagulation enzymatique. Parmi les différentes méthodes de corrections proposées, le mélange de lait casseux provenant d'autres espèces (ovins, bovins) permet de renforcer l'aptitude fromagère. L'expérimentation confirme, en particulier, l'intérêt d'utiliser le lait de brebis en quantités limitées (10 à 30 pour cent du mélange) pour améliorer considérablement les modalités de la coagulation et de l'égouttage, ainsi que les rendements fromagers.

Camel milk storage and cheese making methods

ABSTRACT

Camel milk represents a unique food resource in arid areas, however, its utilization is limited by a lack of suitable storage processes. Recent studies have shown that the

²⁵ Ecole Nationale Supérieure d'agronomie et des industries alimentaires, Laboratoire de physico-chimie et de génie alimentaires. 2, Avenue de la Forêt de Haye, BP 172 F- 54 505 Vandoeuvre lès Nancy, France (tél: [+33]-3-83 59 59 59, télécopie: [+33]-3-83 59 58 04; courrier électronique: Jean-Paul.Ramet@ensaia.inpl-nancy.fr).

storage of raw milk at ambient temperature can be increased by limitating detrimental microbial growth using the lactoperoxidase system (LPS). The method consists in adding, after milking, small balanced amounts of thiocyanate and peroxide. Field experience has shown that after introducing 10 ppm of sodium thiocyanate and hydrogen peroxide, the natural acidification of camel milk is delayed from six to eight hours at 20 °C and 30 °C, respectively. The method is simple and kits to treat precise amounts of milk are readily available and cheap, about 1 percent of the price of milk.

Other authors have explained the difficulties faced when processing camel milk into cheese: low casein content, weak lactic acidification and enzyme coagulation. Among the different methods proposed to improve cheese making, blending the camel milk with caseinous milk from other species (sheep, cattle) is of great interest. Experiments have demonstrated that mixing camel's milk with ewe's milk (10 to 30 percent of the total blend) improves the coagulation and draining, as well as the cheese yield.

9.1 INTRODUCTION

La production mondiale du lait d'origine caméline reste modeste comparée aux autres espèces (tableau 1).

La composition varie selon les espèces (tableau 2).

Les facteurs d'altération du lait sont les suivants:

- présence d'agents actifs de dégradation, tels que les micro-organismes et les enzymes d'origines endogène et exogène;
- présence de nombreux composants dégradables, à savoir une grande variété chimique de substrats dégradables et la présence de multiples nutriments pour la microflore contaminante;
- présence de conditions physiques et chimiques favorables à la dégradation, telles que la température (25-35 °C), l'acidité (pH 6,6-6,8), l'activité de l'eau ($Aw \sim 1$), le temps, l'oxygène;
- stabilité naturelle du lait cru, qui est de deux à six heures en fonction du type de lait, du taux de contamination et de la température ambiante; les composants du lait générant une activité antimicrobienne sont le lysozyme, la lactoperoxydase, la lactoferrine, la vitamine C;
- stabilité du lait et des produits dérivés après préservation, qui varie de quelques heures à plusieurs mois, selon le type de traitement.

TABLEAU 1

Production mondiale de lait (millions de tonnes)

Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vache	465,7	467,5	469,6	471,8	483,4	489,8	489,8	494,6
Bufflesse	48,1	52,3	57,0	59,7	63,4	65,8	68,0	69,1
Chèvre	10,0	10,1	11,8	12,1	12,1	12,2	12,4	12,5
Brebis	7,9	8,0	8,3	8,2	8,0	8,1	8,0	7,8
Autres	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Source: économie laitière en chiffres, CNIEL, éd. 2002, Paris.

TABLEAU 2

Composition chimique macroscopique du lait (%)

Type	Vache	Chèvre	Brebis	Bufflesse	Chamelle
Eau	87,3	87,1	81,0	84,5	87,4
Matière sèche	12,7	12,9	19,0	15,5	12,6
Matière grasse	3,8	4,1	7,5	6,7	3,6
Matières protéiques	3,3	3,5	6,0	3,9	3,6
Lactose	4,7	4,5	4,6	4,1	4,7
Matières minérales	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7

TABLEAU 3
Les voies principales de conservation du lait

Type de traitement appliqué	Produit obtenu
Refroidissement: 0-4 °C	Lait réfrigéré
Refroidissement: < 0,55 °C	Lait congelé
Chauffage: < 100 °C	Lait pasteurisé
Chauffage: > 100 °C	Lait stérilisé
Chauffage, puis fermentation lactique	Lait fermenté
Chauffage, puis gélification	Lait gélifié
	Lait emprésuré
Chauffage et dépression de l'activité de l'eau par évaporation:	
limitée, puis stérilisation	Lait concentré non sucré
limitée, puis sucrage	Lait concentré sucré
importante	Lait sec
Concentration sélective de la matière grasse par:	
écrémage spontané ou centrifuge	Crème crue
puis chauffage < 100 °C	Crème pasteurisée
puis chauffage > 100 °C	Crème stérilisée
puis acidification et agitation	Beurre
puis chauffage	Beurre concentré
puis chauffage, centrifugation	Huile de beurre
Concentration sélective de la matière sèche par:	
coagulation, puis égouttage	Fromage classique
ultrafiltration, puis coagulation	Fromage ultrafiltré

Les exigences de la qualité pour un aliment moderne requièrent qu'il soit sain, équilibré, naturel, pratique et bon.

9.2 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉLEVAGE CAMÉLIN

Animal emblématique du nomadisme en milieu désertique, le chameau se rencontre principalement en Afrique et en Asie; le cheptel est estimé à 20 millions de têtes, dont 18 millions de *Camelus dromedarius* et 2 millions de *Camelus bactrianus*.

Les finalités de l'élevage camélin sont la production de lait, de viande, de laine et le transport. Les élevages sont de types extensif traditionnel ou intensif.

La durée de lactation varie entre neuf et dix-huit mois et le rendement en lait entre 600 et 3 600 kg.

Les produits laitiers dérivés sont les laits boissons (frais, pasteurisé), les laits acidifiés, le beurre, la poudre de lait et les fromages.

9.3 PROPRIÉTÉS TECHNOLOGIQUES DU LAIT DE CHAMELLE

Les comportements spécifiques inhérents au lait de chamele sont l'aptitude limitée à l'acidification, l'instabilité au chauffage, l'aptitude limitée à la coagulation acide et enzymatique ainsi qu'à la fabrication de beurre.

Parmi les produits dérivés traditionnels du lait de chamele, on peut citer les boissons acidifiées, le beurre et la poudre de lait. Quant aux produits dérivés

modernes, tels que les fromages, ils ont fait l'objet d'une étude de faisabilité (menée par la FAO en Arabie Saoudite, 1985), d'une étude de la production (menée par la FAO en Tunisie, 1986), et d'une publication (FAO, Rome, 1993). En ce qui concerne la production de lait pasteurisé, le cas de la Mauritanie a également été étudié (1989).

9.4 AMÉLIORATION DE L'APTITUDE À LA CONSERVATION DU LAIT CRU DE CHAMELLE PAR RÉACTIVATION DU SYSTÈME LACTOPEROXYDASE

9.4.1 Principe

Il s'agit de prolonger dans le temps l'activité antimicrobienne du système LPS, contenu naturellement dans le lait cru, en vue de limiter la prolifération microbienne indésirable et l'altération de ses constituants.

9.4.2 Méthodologie (essais en Syrie [1998])

Des laits de mélanges issus de 18-22 chameaux en milieu de lactation ont été collectés au voisinage de Alep. Deux niveaux de qualités microbiennes des laits ont été identifiés: moyenne (MQ) – temps de réduction BM inférieur à deux heures –, et haute (HQ) – temps de réduction BM supérieur à deux heures. Deux températures de conservation, 20 et 30 °C, ont été appliquées. On a ensuite ajouté des réactifs dans l'heure suivant la traite: du thiocyanate de Na (10 ppm) et du peroxyde d'hydrogène (10 ppm), avec $n = 4$. (Auteurs: E. El Mayda et J.P. Ramet.)

9.4.3 Résultats

L'analyse des figures montre que la vitesse d'acidification est plus rapide dans les laits de qualité initiale moyenne, que dans ceux présentant une haute qualité; la vitesse d'acidification est plus rapide à 30 °C qu'à 20 °C; la qualité initiale du lait est maintenue pendant six à huit heures après avoir opéré l'apport des réactifs; et l'acidification différentielle entre les laits témoins et les laits réactivés est plus importante à 20 °C qu'à 30 °C.

9.5 AMÉLIORATION DE L'APTITUDE FROMAGÈRE DU LAIT DE CHAMELLE

Comme il a été souligné précédemment, le lait de chameau a une aptitude limitée à la transformation en fromage. Notamment, l'absence de tradition fromagère véritable donne un lait acidifié thermocoagulé.

Par ailleurs, la faible aptitude à la coagulation enzymatique aboutit à une affinité limitée pour la présure et à une structuration limitée des gels formés. Les origines de cette aptitude limitée sont la teneur réduite en matière sèche totale et caséine, notamment en saison chaude, le diamètre élevé des micelles de caséine, et la teneur réduite en caséine kappa.

Quant à la faible aptitude à la coagulation acide, elle suscite la présence de composants à activité antimicrobienne inhibiteurs de l'acidification lactique par voie fermentaire, un pouvoir tampon élevé ralentissant la baisse de pH, et une très faible structuration du gel avec formation d'un précipité floconneux.

En ce qui concerne l'égouttage, on constate des difficultés dans la conduction

des opérations mécaniques de l'égouttage en raison de l'extrême fragilité des gels formés, une séparation rapide du lactosérum avec perte importante de matière grasse dans le lactosérum et un rendement fromager bas.

Enfin, pour ce qui est de l'aptitude à l'affinage, on déplore un nombre limité d'observations, une texture onctueuse pour les fromages humides, des défauts ponctuels, tels qu'une texture en bouche rugueuse et collante pour les fromages à humidité moyenne et faible, et une saveur salée et (ou) amère.

9.6 MÉTHODES DE CORRECTION DE L'APTITUDE FROMAGÈRE DU LAIT DE CHAMELLE

Pour ce faire, il faut tout d'abord sélectionner un lait de bonne qualité chimique et microbienne.

La préparation du lait passe par la thermisation ou pasteurisation basse, puis par l'augmentation de la teneur en matière sèche – apport de lait frais (vache, brebis), apport de lait en poudre, évaporation, ultrafiltration – et enfin, par la correction des équilibres salins – chlorure, phosphate de calcium, chlorure de sodium.

La conduite de la coagulation passe, tout d'abord, par la sélection de la préparation coagulante – pepsine bovine, présure, protéase *M. miehei* –, puis l'augmentation de la concentration en enzyme coagulante et l'ajustement du pH – ferment lactiques, pré-maturation –, et enfin l'augmentation de la température de coagulation.

En ce qui concerne l'égouttage, il est nécessaire de limiter l'intensité et la durée des traitements mécaniques du gel en raison de sa fragilité.

Enfin, pour une bonne conduite de l'affinage, il est important de prévenir une susceptibilité accrue au séchage (moindre hydrophilie de la caséine, teneur réduite en MG).

9.7 INCIDENCE DE LA SUPPLÉMENTATION DU LAIT DE CHAMELLE PAR DU LAIT DE BREBIS LORS DE LA TRANSFORMATION EN FROMAGES

9.7.1 Objectif

La supplémentation vise à compenser le déficit du lait de chamele en caséine pour améliorer son aptitude à la coagulation et à augmenter la teneur du lait de chamele en matière sèche pour remédier à la fragilité des gels et pour améliorer les modalités de l'égouttage.

9.7.2 Matériel et méthodes

Cela consiste à ajouter du lait de brebis (10 à 50 pour cent) au lait de chamele, puis à mesurer la cinétique de coagulation enzymatique par turbidimétrie, et à fabriquer des fromages de type pâte pressée non cuite. Pour ce faire, on a effectué une mesure de la cinétique de l'égouttage et une évaluation des rendements en fromages ce qui a fait l'objet d'une étude menée par la FAO en Arabie saoudite (1990) ainsi que de publications: de J.P. Ramet, La technologie des fromages au lait de dromadaire – Etude FAO, Production et santé animales, 1993, Monographie n° 113 –; et de M.A. Mehaia (1994).

9.7.3 Résultats

L'ajout de lait de brebis au lait de chameau a des conséquences très positives sur l'aptitude fromagère: la coagulation est plus rapide et les propriétés rhéologiques sont renforcées en fermeté et élasticité; l'égouttage du lactosérum est plus rapide et plus important par suite d'une meilleure réticulation du gel, et l'acidification du lactosérum est également légèrement améliorée suite à l'atténuation du pouvoir tampon des mélanges; les rendements fromagers exprimés en poids bruts et en poids secs augmentent avec l'enrichissement en lait de brebis, et le taux de récupération de la matière sèche du lait dans le fromage est sensiblement amélioré.

9.7.4 Conclusion

Le mélange du lait de chameau avec d'autres types de laits caséieux améliore considérablement l'aptitude à la transformation fromagère. Le lait de brebis est le plus adapté à cet usage en raison de sa très haute teneur en caséine, mais les autres laits réputés de bonne aptitude fromagère (laits de bufflesse, de zébu, de vache), peuvent être aussi utilisés avantageusement.

Cette méthode, simple et efficace, est facilement applicable pour les fabrications familiales et artisanales.

9.8 CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

Le lait de dromadaire constitue une ressource alimentaire unique des régions arides, puisqu'il existe une production et une consommation saisonnières traditionnelles du lait et produits dérivés.

Le développement de la fabrication de fromages permet de mieux conserver et de différer dans le temps la consommation d'un aliment hautement nutritif. Pour ce faire, l'accession à de nouvelles techniques de fabrication – kit de coagulation – ainsi qu'à de nouveaux marchés et de nouvelles habitudes alimentaires est nécessaire.

La création de fromages nouveaux, pouvant être authentifiés par un signe officiel de qualité, représente donc une opportunité, à condition de parfaire la connaissance sur l'évolution saisonnière de l'aptitude fromagère du lait de chameau.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme. 1989. Le dromadaire. Maisons-Alfort, France, Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 42(1), 144 p.
- Anonyme. 1994. Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: Colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994. Bonnet, P. (éd.), Publ. CIRAD, France, 392 p.
- Farah, Z. 1996. Camel milk. Properties and products. St.Gallen, Suisse, Skat, 91 p.
- Ramet, J.P. 1985. La technologie des fromages au lait de dromadaire. Etude FAO, Production et santé animales, Monographie n° 113, Rome, Italie, 118 p.

Chapitre 10

Contrôle enzymatique de la pasteurisation du lait de chameau et mise au point d'un test pratique

M. Male²⁶, Franck S.G. Vias²⁷, M. Bengoumi²⁸

RÉSUMÉ

Afin de mettre au point une méthode de vérification de l'efficacité de la pasteurisation du lait de chameau, se basant sur l'usage d'un marqueur enzymatique, 10 échantillons de lait de chameau provenant de la province de Dakhla (Maroc) ont été testés.

Auparavant, le dénombrement de la flore microbienne du lait cru a révélé une charge plus importante dans le lait de chameau (9×10^6 UFC/ml) que dans le lait de vache (9×10^3 UFC/ml). Cependant, pour ramener la charge microbienne à un niveau acceptable, on doit appliquer au lait de chameau un barème de pasteurisation plus élevé que celui de la vache qui va de 75 à 80 °C pendant 10 ou 15 minutes. Deux enzymes, la γ -glutamyltransférase et la phosphatase alcaline ont été testées en vue de déterminer l'enzyme dont l'inactivation par la chaleur interviendrait légèrement après l'élimination du nombre de micro-organismes visée par une pasteurisation convenable.

La phosphatase alcaline n'est pas inactivée dans le lait de chameau pasteurisé, alors que la γ -glutamyltransférase est inactivée dans le lait de chameau ayant subi une bonne pasteurisation (70 °C pendant 45 minutes).

C'est la γ -glutamyltransférase qui a été alors retenue car son inactivation thermique intervient après la mort des micro-organismes due à la pasteurisation.

Un test pratique pour la détection de l'activité de la γ -glutamyltransférase a été mis au point grâce à des bandelettes en papier. L'étude de la stabilité de ces bandelettes montre qu'elle pourrait se conserver au minimum un mois à une température comprise entre 20 et 25 °C. Les calculs sur le coût de revient de ce test (moins de 2 euros par ml de substrat et moins d'un tiers d'euro par bandelette) montrent qu'il convient aux possibilités économiques des pays en développement.

Mots clés: dromadaire; lait; pasteurisation; marqueurs enzymatiques.

Enzyme monitoring of pasteurised camel milk and development of a

²⁶ Cellule d'appui à la promotion de l'élevage au Niger. BP 510, Niamey, Niger.

²⁷ Cellule d'appui à la promotion de l'élevage au Niger. BP 510, Niamey, Niger.

²⁸ Département de pharmacie, toxicologie et biochimie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. BP 6202 Rabat-Institut, Agdal, 10100 Rabat, Maroc (tél/télécopie: [+212] 37779684).

practical test

ABSTRACT

To develop a method to evaluate the efficiency of the camel milk pasteurisation, using an enzyme marker, several samples of camel milk from Dakhla, Maroc, were tested.

Fresh camel milk shows a higher content in micro-organisms (9×10^6 UFC/ml) than fresh cow milk (9×10^3 UFC/ml). The study has showed that the pasteurization of camel milk requires longer heat treatment (75 to 80 °C for 15 to 20 minutes) than cow milk to achieve the same standards of microbiological quality.

Two enzymes, γ -glutamyltransferase and alkaline phosphatase were tested to determine how they were affected by heat pasteurisation. Phosphatase proved to be still active in the pasteurised milk while γ -glutamyltransferase had been inactivated. This resulted in the development of a practical test using γ -glutamyltransférase with a strip of paper impregnated with substratum-solution. The enzyme substratum appeared to be remarkably stable on its paper support. An estimate of the cost of the test proved to be moderate considering the economical possibilities of the developing countries.

Key words: dromedary; milk; pasteurisation; enzymatic markers.

10.1 INTRODUCTION

Le développement de la filière laitière cameline nécessite l'amélioration des conditions de production, de collecte, de transformation et de la qualité de ses produits. Le lait contient, en général, des bactéries dont certaines peuvent être très pathogènes pour l'homme (tuberculose, brucellose, etc.). Un traitement thermique plus ou moins poussé est mis en œuvre pour éliminer la totalité des bactéries (lait stérilisés et UHT) ou seulement les bactéries pathogènes (lait pasteurisé). Au cours de ce traitement thermique, certaines enzymes du lait sont inactivées. C'est le cas de la phosphatase alcaline dont il est facile de déterminer l'activité. Les études réalisées sur le lait de vache indiquent que la disparition de l'activité catalytique de la phosphatase alcaline (PAL) apporte la garantie de l'innocuité du lait pasteurisé. La mise en évidence de cette enzyme dans le lait pasteurisé de vache est donc utilisée pour le contrôle d'une bonne pasteurisation. En revanche, des essais réalisés sur le lait de dromadaire, chauffé aux températures habituelles de pasteurisation du lait de vache, ont montré que cette enzyme est toujours active. Or, la production de lait pasteurisé de chameau nécessite un test rapide de contrôle de la pasteurisation pour garantir la sécurité du consommateur. Ce travail s'inscrit dans cette perspective. Son objectif est double, rechercher les marqueurs enzymatiques témoins d'une bonne pasteurisation, et utiliser l'enzyme qui aura manifesté une sensibilité à la chaleur afin d'établir un test pratique de terrain pour le contrôle de la pasteurisation.

10.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

10.2.1 Matériel

Les prélèvements de lait de chameau utilisés ont été effectués à Dakhla et acheminés au frais au laboratoire de biochimie clinique et nutritionnelle de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II de Rabat par avion. Ces prélèvements ont été ensuite conservés au congélateur et la décongélation s'est faite dans un bain d'eau de robinet courante. Les échantillons de lait cru de vache ont été prélevés à la ferme du Gharb, à moins de 60 km de Rabat. La pasteurisation a été réalisée à différents degrés de température par immersion d'un tube en verre (bord droit et fond rond) contenant 3 ml de lait dans de l'eau maintenue à une température voulue dans un bain-marie. Le contrôle de la température a été effectué grâce à un thermomètre plongé dans un tube témoin contenant du lait. Après la soumission à la température et à la durée de pasteurisation souhaitées, les échantillons ont été immédiatement refroidis dans de l'eau de robinet à 22 °C. L'efficacité de la pasteurisation a été évaluée par comparaison avec le lait de vache pasteurisé industriellement par une mini laiterie de Dakhla.

10.2.2 Méthodes

10.2.2.1 Les analyses microbiologiques

La qualité hygiénique des laits crus et pasteurisés de chameau a été déterminée pour trouver un barème de traitement thermique qui cadre avec les normes

préconisées pour le traitement du lait de vache. Des analyses quantitatives ont été réalisées pour déterminer le nombre de la flore mésophile aérobiole totale et des coliformes totaux (selon la méthode d'ensemencement en profondeur).

10.2.2.2 Evaluation des activités enzymatiques

Le substrat de la γ -glutamyltransférase (GGT) utilisé est le L- γ -glutamyl-p-nitroaniline qui, en présence de la glycylglycine, libère la L- γ -glutamylglycylglycine et la p-nitroaniline dont la vitesse de l'augmentation est déterminée par photométrie.

10.3 RÉSULTATS

10.3.1 Analyses microbiologiques et effet de la température sur les micro-organismes

Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale dans le lait cru non pasteurisé de dromadaire nous donne une quantité de 9×10^6 germes par millilitre et celui des coliformes totaux 3×10^3 germes par millilitre (tableau 1). Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale et des coliformes totaux, réalisé sur des échantillons de lait qui ont subi un traitement thermique, a donné les résultats présentés dans le tableau 2.

TABLEAU 1
Nombre de germes dans le lait cru de dromadaire

Groupes de micro-organismes	Unité (UFC/ml)
Flore mésophile aérobie totale	9×10^6
Coliformes totaux	3×10^3

TABLEAU 2
Nombre de germes immédiatement après traitement thermique du lait de dromadaire

Température (°C)	Nombre de germes par millilitre			
	Durée de 10 minutes		Durée de 15 minutes	
	Flore totale	Coliformes	Flore totale	Coliformes
83	503	0	87	0
79	6 750	0	3 310	0
73	14 000	0	6 000	0

Les micro-organismes aérobies totaux dénombrés sur le lait de chamelle pasteurisé ont été de 7×10^2 par millilitre, et on a noté une absence totale de coliformes.

10.3.2 Recherche de marqueurs enzymatiques de la pasteurisation du lait de chamelle

10.3.2.1 La phosphatase alcaline

Le traitement thermique effectué sur le lait de chamelle, à différents degrés de températures habituelles de chauffage du lait de vache, a révélé une coloration jaune, témoin de l'inactivation de la phosphatase alcaline. Cette enzyme n'est pas complètement inactivée après un chauffage de 82 °C pendant 30 minutes. L'inactivation de la phosphatase a été obtenue après un traitement thermique de 82 °C pendant 40 minutes (tableau 3).

Des échantillons de lait de chamelle ayant subi une température de 63 °C pendant 30 minutes (pasteurisation basse) ont montré une activité de la phosphatase alcaline, alors que cette enzyme est inactivée dans le lait de vache traité dans les mêmes conditions de température et de temps (tableau 4). A la même température, et à des durées de chauffage plus élevées pouvant aller jusqu'à une heure, cette enzyme n'est pas inactivée. La phosphatase ne peut être inactivée qu'à des températures supérieures à 90 °C pendant les durées usuelles de pasteurisation de lait de vache (tableau 5).

TABLEAU 3

Résultats de l'épreuve à la phosphatase alcaline, selon le temps de chauffage et la température, par la méthode qualitative d'Ashaffenburg et Muellen dans le lait de chamelle

Températures (°C)	Durées de chauffage (minutes)			
	30	40	50	60
63	+	+	+	+
75	+	+	+	+
80	-	-	-	-
82	+	-	-	-
85	-	-	-	-
95	-	-	-	-
100	-	-	-	-

TABLEAU 4

Résultats de l'épreuve à la phosphatase alcaline dans le lait de vache par la méthode semi-quantitative

Température (°C)	Temps de chauffage (minutes)	Quantité de nitrophénol libérée (µg/ml)	Epreuve à la phosphatase
63	30	0	Absence de phosphatase
	40	0	Absence de phosphatase
	50	0	Absence de phosphatase
	60	0	Absence de phosphatase

TABLEAU 5

Résultats de l'épreuve à la phosphatase alcaline par la méthode semi-quantitative

Température (°C)	Durée de chauffage (minutes)	Epreuve à la phosphatase (quantité de nitrophénol en µg)
63	30	42
	40	42
	50	42
	60	42
70	30	42
	40	42
	50	42
	60	42
75	60	25
85	30	25
90	15	6
100	5	0

10.3.2.2 La γ -glutamyltransférase

L'activité de la γ -glutamyltransférase a été déterminée en utilisant une courbe standard linéaire (figure 1). La γ -glutamyltransférase est toujours active dans le lait de chameau après une pasteurisation basse (63 °C/30 minutes) et même après une pasteurisation à 70 °C pendant 30 minutes. L'inactivation de cette enzyme a été obtenue à partir de 70 °C pendant 45 minutes. Cela prouve que la réduction du temps de chauffage et l'augmentation (le prolongement) de la température entraînent complètement l'inactivation de la γ -glutamyltransférase (figure 2).

10.4 DISCUSSION

10.4.1 Analyses microbiologiques et effet de la température sur les micro-organismes

Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale dans le lait cru non pasteurisé de dromadaire révèle une quantité de 9×10^6 UFC/ml, contre 3×10^3 UFC/ml pour celui des coliformes totaux. Ces résultats montrent clairement que le lait de dromadaire est 10 fois plus chargé en micro-organismes que le lait de vache (9×10^4 UFC/ml au jour du conditionnement et 3×10^5 UFC/ml à la date limite de consommation, selon Joffin et Joffin, 1992). Selon de nombreux auteurs, comme Farah (1986) et Faye (1997), le lait de chameau a des propriétés anti-bactériennes élevées qui lui assurent une bonne conservation au frais sans fermentation immédiate. Ce constat s'oppose à la charge microbienne anormalement élevée dans les échantillons analysés. Dans ce sens, Calvo et Olano (1992) signalent que quand le lait est collecté sous des conditions hygiéniques convenables, sa flore totale ne dépasse pas 10^3 à 10^4 UFC/ml. Cette charge microbienne élevée dans le lait de chameau serait due à plusieurs facteurs: les mauvaises conditions d'hygiène lors de la traite ou de la conservation qui entraînent une contamination du lait et les fortes températures dans les zones arides et semi-arides favorables à la croissance des micro-organismes. L'amélioration de l'hygiène de la traite, de la collecte et la conservation rapide au froid permettraient de réduire la charge microbienne.

FIGURE 1
Courbe standard linéaire pour le dosage de la γ -glutamyltransférase

$$Do = f \text{ (concentr:}$$

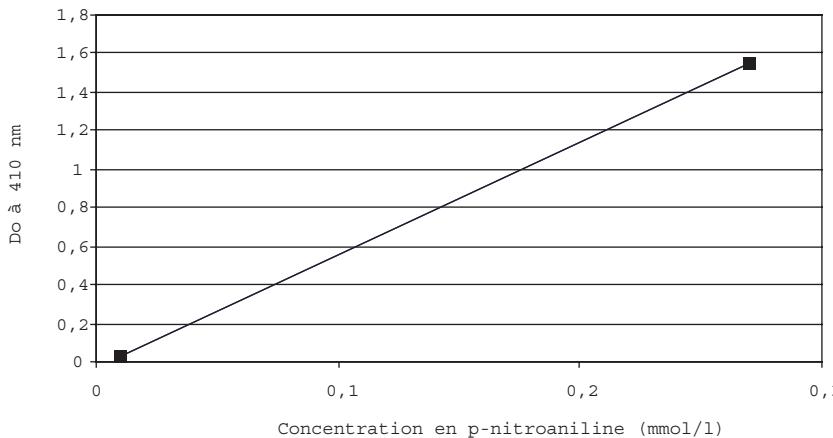
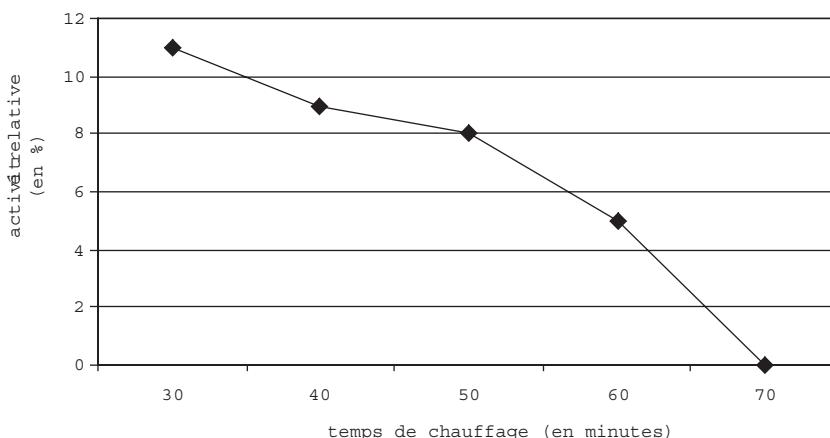


FIGURE 2
Baisse de l'activité de la γ -glutamyltransférase à la température de 70 °C en fonction de la durée de chauffage

Activité de la gamma-glutamyltransférase à 70°C au cours du temp



Le lait de dromadaire, soumis à un couple température/temps (83 °C pendant 15 minutes) supérieur au barème habituel pour la pasteurisation du lait de vache, est resté encore chargé en flore mésophile aérobie totale (87 germes par ml), alors que les coliformes sont détruits complètement. En revanche, les micro-organismes

aérobies totaux dénombrés sur le lait de chameau, pasteurisé à 79-80 °C pendant 30 minutes et commercialisé par la mini laiterie de Dakhla, ont été de 7×10^2 par millilitre, et on a noté une absence totale de coliformes. Or, les normes pour le lait de vache pasteurisé sont de 30 000 germes par millilitre quatre jours après pasteurisation, et celles des coliformes de 10 par millilitre. Ainsi donc, pour assurer une bonne pasteurisation du lait de chameau, il faut lui appliquer un couple de température/temps plus important que celui appliqué au lait de vache. Sabumukama (1997) a signalé dans ce sens que, pour être efficace, la pasteurisation du lait de dromadaire à 72 °C devrait durer bien au-delà de 30 secondes.

Enfin, la pasteurisation du lait de chameau collecté en pays chauds, dans de bonnes conditions d'hygiène et de conservation, devrait se réaliser à des températures de l'ordre de 75 à 80 °C. Cependant, les traitements thermiques peuvent induire la détérioration de la qualité par des phénomènes de caramélation, des réactions de brunissement, et les pertes de l'activité chimique chez le lait de chameau.

10.4.2 Recherche de marqueurs enzymatiques de la pasteurisation du lait de chameau

10.4.2.1 La phosphatase alcaline

La phosphatase alcaline n'a pas pu être inactivée aux températures usuelles de pasteurisation. Son inactivation a nécessité l'utilisation d'un barème de pasteurisation sévère (au-delà de 85 °C). A cette température, la qualité organoleptique et nutritionnelle du lait (destruction, par exemple, de la vitamine C) peut être affectée. La phosphatase alcaline ne peut donc être utilisée comme marqueur enzymatique de la pasteurisation du lait de chameau. Néanmoins, cette enzyme pourrait vraisemblablement convenir pour l'évaluation de pasteurisations menées à plus hautes températures (entre 95 et 100 °C, en quelques secondes) telles qu'elles se pratiquent de plus en plus sur le lait de vache (Bimbenet et Loncin, 1995). Dans cette perspective, il serait utile de vérifier si l'inconvénient que présente cette enzyme dans le lait de vache, qui consiste à la réactivation après inactivation à des températures élevées (Richardson et al. [1964], Andrews [1991]), ne se manifeste pas sur le lait de dromadaire au niveau de cette gamme de températures.

10.4.2.2 La γ -glutamyltransférase

La γ -glutamyltransférase est détruite totalement dans le lait de vache à une température de 79 °C pendant 16 secondes tandis que, dans le lait de dromadaire, elle nécessite 180 secondes à la même température pour être inactivée (Loiseau et al., 2001). La stabilité thermique de la γ -glutamyltransférase du lait de chameau est sensiblement égale à celle du lait de la vache. Cependant, en comparaison directe, la γ -glutamyltransférase affiche une stabilité thermique plus grande que celle de la phosphatase alcaline.

Des études réalisées sur ces deux enzymes dans le lait de vache (Martin et al., 1997) ont montré qu'à l'opposé de la phosphatase alcaline, la γ -glutamyltransférase est propice pour caractériser la pasteurisation courte du lait de consommation.

Des essais effectués sur le lait pasteurisé de la laiterie de Dakhla ont montré une inactivation complète de la γ -glutamyltransférase (activité = 0), alors qu'elle est toujours active dans le lait ayant subi une pasteurisation basse (voir tableau 6). Se basant sur le barème utilisé par la laiterie de Dakhla qui respecte la marge de température acceptable pour la destruction des germes pathogènes, on peut admettre que la mesure de l'activité de la γ -glutamyltransférase est valide pour être utilisée dans le contrôle de la pasteurisation du lait de chameau.

10.4.3 Test pratique pour la mise en évidence de la

γ -glutamyltransférase dans le lait de chameau

10.4.3.1 Mise au point du test et évaluation de son efficacité

L'élaboration de ce test se base, tout d'abord, sur la détermination de la concentration optimale en substrat et la fixation de la durée de la réaction au bout de laquelle le manipulateur doit révéler le résultat. L'évaluation de la faisabilité de ce test s'est faite par une étude de la stabilité des bandelettes-substrat dans le temps et aussi de l'estimation de leur coût de revient. La concentration de L-gamma-glutamyl-p-nitroanilide utilisée dans la méthode cinétique est de 4,8 mM. Cette concentration a été utilisée pour préparer la solution-substrat. Les bandelettes ont été imprégnées de cette solution et des essais avec des laits crus de chameau et de vache, des laits pasteurisés à différentes températures, ont été effectués. Lors de ces essais, des colorations jaunes apparaissent dans les laits crus testés et dans les laits chauffés où l'enzyme est encore active. Des concentrations supérieures à la concentration utilisée antérieurement (6 mM, 10 mM, 12 mM, 14 mM et 20 mM) ont été également testées avec le lait cru. Il apparaît que la coloration jaune augmente avec l'augmentation de la concentration en substrat, mais arrivée à une certaine concentration, l'intensité est stable. Ainsi à la concentration de 14 mM,

Tableau 6 Activité de la γ -glutamyltransférase en fonction du degré de chauffage et du temps dans le lait de chameau

Température (°C)	Temps (minutes)	DO (410 nm)	Concentration (mmol)	Concentration (μ mol)	Activité (U/l)
63	30	0,2178	0,042	42	20 913
63	40	0,0922	0,020	20	10 157
63	50	0,0352	0,011	11	5 275
63	60	0,0062	0,006	6	2 792
70	30	0,0378	0,011	11	5 498
70	40	0,002	0,005	5	2 432
70	45	0	0,005	5	2 261
70	50	0	0,005	5	2 261
70	60	0	0,005	5	2 261
85	30	0	0,005	5	2 261
85	40	0	0,005	5	2 261
85	50	0	0,005	5	2 261
85	60	0	0,005	5	2 261
Lait cru	-	0,286	0,054	54	26 753

l'intensité de la coloration jaune reste la même; c'est pourquoi la concentration de 14 mM, soit 0,4 g/100 ml, a été retenue pour la préparation des bandelettes-substrat dans la mise au point de ce test.

10.4.3.2 Détermination de la durée d'attente de la réponse

Les bandelettes-substrat préparées ont été plongées dans le lait traité à 63 °C pendant 30 minutes. L'apparition de la coloration jaune a commencé trois minutes plus tard. Au bout de 15 minutes, à la température ambiante, les bandelettes ont pratiquement séché avec une coloration jaune sur le quart de sa partie inférieure. Ainsi, on peut admettre qu'après tout au plus 20 minutes, la réaction enzyme-substrat est terminée et le manipulateur peut faire une lecture de ses résultats.

10.4.3.3 Evaluation de la stabilité des bandelettes dans le temps à température ambiante (20 à 25 °C)

Les bandelettes-substrat préparées un mois avant l'expérimentation ont été plongées dans le lait cru de chamelle; la coloration jaune est apparue au bout de cinq minutes. Cela prouve que le substrat fixé sur les bandelettes est encore actif, qu'il n'est pas dénaturé par l'air au cours du temps.

10.4.3.4 Evaluation du coût du test

La préparation d'1 millilitre de substrat coûte 82 centimes, ce qui revient à 12 centimes par préparation de solution nécessaire pour une bandelette. Le coût des bandelettes varie en fonction de la nature du papier ainsi que de la taille des bandelettes. Cependant, il est préférable de fixer la taille à 1 cm de largeur et 8,5 cm de longueur. Bien entendu, quelle que soit la nature (et donc le prix) du papier retenu, son coût de revient est insignifiant étant donné la taille réduite des bandelettes. Toutefois, on peut estimer à 20 centimes le prix de revient d'une bandelette.

10.5 CONCLUSION

La phosphatase alcaline, enzyme constamment présente dans le lait cru et progressivement inactivée par un chauffage à une température supérieure à 60 °C, doit être absente dans un lait de vache bien pasteurisé. Cependant, dans le lait de chamelle, cette phosphatase est thermostable. Par contre, la γ -glutamyltransférase semble correspondre au profil recherché. En effet, dans le lait de dromadaire, la γ -glutamyltransférase se dégrade à partir de 70 °C pendant 45 minutes. Compte tenu de la nécessité de chauffage du lait à des températures de l'ordre de 75 à 80 °C pendant quelques secondes pour ramener la charge microbienne à un niveau acceptable après pasteurisation, la γ -glutamyltransférase semble adaptée pour servir de marqueur fiable d'une bonne pasteurisation du lait de chamelle. La mise au point d'un test à la γ -glutamyltransférase avec des bandelettes en papier imprégnées de solution-substrat a donné d'excellents résultats. La révélation se fait en 15 minutes à l'air ambiant. Ces bandelettes-substrat se sont révélées stables dans le temps. Leur coût serait pratiquement insignifiant car on peut en confectionner

plusieurs à partir de petites quantités de réactifs. De plus, une seule bandelette suffirait pour tester une quantité de lait.

Si ce travail a permis d'élucider certaines particularités du lait de chameau et, en particulier, le contrôle enzymatique de la pasteurisation et la mise au point d'une technique simple de contrôle par l'utilisation de bandelettes au laboratoire, il n'en demeure pas moins que ces méthodes doivent être validées dans les unités industrielles pour une large utilisation.

Aussi, des études supplémentaires sur l'effet de ce traitement thermique sur les caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et thérapeutiques sont-elles nécessaires pour préserver les qualités du lait pasteurisé.

BIBLIOGRAPHIE

- Andrews, A.T. 1991. Phosphatases. Dans P.F. Fox (éd.), *Food enzymology*, Elsevier applied Science publishers Ltd., Londres, 90-99.
- Aschaffenburg, R., Drewry, I. 1959. New procedure for routine determination of various non-casein proteins of milk. XV Intern. Dairy congr., 3: 1631-1637.
- Bimbenet, J.J., Loncin, M. 1995. *Bases du génie des procédés alimentaires*, Masson, Paris.
- Faye, B. 1997. *Guide de l'élevage du dromadaire*, éd. Sanofi, Libourne, France.
- Joffin, J.N. et Joffin, C. 1992. *Microbiologie alimentaire*, 4^e éd., Centre régional de documentation pédagogique de Bordeaux, France.
- Le Moigne, A., Montet D., Bonnet P. 1996. Recherche de marqueurs enzymatiques du lait de chameau pasteurisé. Travaux préliminaires sur l'activation du système lactoperoxydase du lait de chameau, éd. CIRAD, Montpellier, France.
- Loiseau, G., Faye, B., Serikbaeva, A., Montet, D. 2001. Enzyme ability to serve as markers of pasteurized camel milk, Int. conf. on new horizons in biotechnology, 18-21 avril 2001, Trivandrum, Inde.
- Sabumukama, C. 1997. Recherche d'enzymes adaptées pour la vérification de la pasteurisation du lait de dromadaire, Mémoire soutenu à l'ENSIA-SIARC de Montpellier, France.

Session 3

Filière lait et organisation des producteurs

Chapitre 11

Le développement des systèmes camélins laitiers périurbains en Afrique

B. Faye²⁹, M. Bengoumi³⁰, A. Barkat³¹

RÉSUMÉ

On assiste de plus en plus à une évolution des systèmes de production caméline vers une intensification laitière, particulièrement visible dans la périphérie des villes des régions sahariennes et sahéliennes. L'approvisionnement des centres urbains en lait de chamelle est assuré par des systèmes basés sur la sédentarisation des animaux en production associée au maintien des animaux non productifs en zone pastorale. Les filières induites par ces concentrations périurbaines peuvent être courtes, les produits laitiers passant directement du producteur au consommateur. Elles peuvent être plus longues lorsque des centres de collecte ou une mini laiterie, conditionnant les produits, se mettent en place. Trois exemples contrastés sont rapidement analysés dans la présente étude: les systèmes fortement subventionnés de la périphérie de Laâyoune dans les provinces sahariennes du Maroc; la filière organisée autour de la laiterie Tiviski dans la périphérie de Nouakchott en Mauritanie; et, à l'autre bout du continent, les systèmes familiaux spontanés autour de la ville de Djibouti.

Ces dynamiques récentes doivent être étudiées plus en détails car elles témoignent d'évolutions pouvant être le moteur d'un développement local novateur.

The development of peri-urban camel dairy systems in Africa

ABSTRACT

The dromedary camel is being used more and more in intensified dairy systems, especially in the peri-urban areas of the Sahel and Sahara. The camel milk supply for the towns is based on sedentary herds of lactating camels. The supply chains associated with peri-urban herds is usually short and directly limited to the consumer, but may be longer where collection centres and small dairies are involved. The paper represents three examples: the highly subsidized systems around Laâyoune in Morocco; the organised sector around the "Tivisky" dairy in Nouakchott, Mauritania; and the smallholder systems around Djibouti.

²⁹ Programme productions animales, CIRAD-EMVT TA 30/A. Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier, France.

³⁰ Département de biochimie, IAV Hassan II. BP 6202, Rabat, Maroc.

³¹ Direction de l'élevage. BP 427, Djibouti.

The recent developments need to be studied in detail as they reveal changes in farming systems, which have important implications in the development of the milk sub-sector.

11.1 INTRODUCTION

Le développement de l'agriculture périurbaine dans les pays du sud est une donnée récente qui interpelle les réseaux internationaux de recherche, notamment en élevage (Moustier [1999], Guérin et Faye [1999]). Dans l'espèce caméline, on assiste également depuis quelques décennies à une évolution sensible des systèmes de production laitiers, évolution qui se caractérise par: i) une spécialisation du troupeau, passant d'une fonction multi-usage à une fonction plus ou moins unique (en l'occurrence, la production laitière); ii) une intensification des moyens de production tant sur les aspects prophylactiques qu'alimentaires; et iii) une structuration de la filière autour des centres urbains. Cette évolution engendre un ensemble de changements (notamment du point de vue alimentaire) dans les pratiques d'élevage, le statut sanitaire et l'occupation de l'espace. Elle nécessite aussi de s'appuyer sur une organisation des producteurs au bénéfice de la filière. A la lumière de ces changements, qui peuvent être contrastés, trois exemples seront analysés, au Maroc, en Mauritanie et à l'autre bout du continent africain, à Djibouti.

11.2 UNE POLITIQUE VOLONTARISTE DE DÉVELOPPEMENT LAITIER:

L'EXEMPLE DE LAÂYOUNE DANS LES PROVINCES SAHARIENNES DU MAROC

Dans le cadre du conflit politique faisant suite au retrait en 1976 de la puissance coloniale espagnole du Sahara Occidental, le Gouvernement marocain a suscité un développement volontariste de l'élevage camélin dans ce qu'il a convenu d'appeler les «provinces sahariennes du Maroc». Élément central de l'activité agricole (avec la pêche maritime), l'élevage camélin de ces régions désertiques est une activité identitaire très forte des populations sahraouies (Michel et al., 1997). La vocation laitière y est ancienne bien qu'essentiellement vouée à l'autoconsommation, selon des critères semblables à ceux que l'on observe chez les Maures de Mauritanie. Conscient de l'importance culturelle et économique de l'élevage camélin, et de l'enjeu politique qu'il représentait vis-à-vis de la partie de la population nomade sahraouie favorable à une indépendance des provinces, le Gouvernement marocain a suscité un certain nombre d'actions de développement et d'appui à la recherche caméline: création de centres de recherche caméline, subvention des intrants alimentaires et vétérinaires, renforcement des structures d'encadrement technique.

11.2.1 Un développement volontariste

Du fait de l'autoconsommation traditionnelle du lait de chameau dans cette partie du monde, les projets de développement laitier engagés par le Gouvernement marocain (notamment le Plan national laitier) n'avaient, jusque récemment, jamais envisagé d'intégrer l'espèce caméline pour contribuer au déficit laitier national. L'élevage camélin était donc confiné dans l'espace pastoral et les systèmes extensifs à intrants quasiment nuls. Ses effectifs avaient considérablement chuté passant de 223 000 têtes en 1967 à moins de 50 000 en 1985. Depuis cette date, la population caméline marocaine a connu une croissance positive avec un effectif de

149 000 têtes en 1999 dont la majorité (104 000 têtes) est située dans les provinces sahariennes. De plus, dans la tradition sahraouie, la vente de lait de chameau est difficilement admise, les surplus, quand il y en a, étant distribués aux plus démunis de la communauté. Il a fallu une forte incitation gouvernementale, au travers d'un projet de développement de l'élevage camelin, et l'installation en 1996 d'un premier éleveur volontariste pour que les élevages camélins laitiers intensifs se mettent en place. Entre septembre 1996 et juin 1997, le nombre d'exploitations laitières camélins est passé ainsi de une à 22, ce qui représentait un effectif de chameaux en production qui a évolué de 30 à 500 têtes, et un volume de production de 120 à 2 000 litres de lait par jour (Faye et al., 1998). En 1999, un maximum de 30 exploitations livraient leur lait dans la ville de Laâyoune. En 2000, le nombre d'exploitations laitières s'était stabilisé à 17, soit environ 400 chameaux en production (Ould Barka, 2000), mais dans le même temps d'autres exploitations voyaient le jour autour de la ville de Dakhla et de Smara, avec un total pour ces deux villes de 148 chameaux en production au total. La multiplication des exploitations avait, en fait, conduit à une saturation du marché basé sur la seule vente de lait cru.

11.2.2 Organisation générale des unités de production

Le système de production est fondé sur la séparation des cycles de vie des chameaux, les troupeaux situés dans la proche périphérie (dans un rayon de 10-20 km) étant exclusivement constitués de femelles suitées, alors que les femelles taries, les jeunes sevrés et les mâles continuent d'occuper les espaces pastoraux. A cette séparation des cycles de vie des femelles correspondent deux modes d'élevage: 1) les femelles suitées sont sédentarisées pendant toute la durée de leur lactation, soit environ 10-12 mois; 2) les autres animaux du troupeau nomadisent et sont élevés selon un mode traditionnel. A la fin de leur période de lactation, les femelles du premier groupe rejoignent les troupeaux dans les parcours alors que les femelles proches de la mise bas sont intégrées dans le troupeau sédentarisé. L'intervalle moyen entre deux mises bas étant de deux ans, les chameaux sont donc soumises en moyenne à des cycles annuels. Les moins bonnes laitières peuvent être en permanence sur les parcours, car le coût de l'alimentation pour la partie sédentarisée du troupeau n'est justifié que pour les meilleures productrices. Il arrive également souvent que les primipares (plus faible production laitière, difficulté de traite) soient maintenues également dans le troupeau nomadisant. Sur les 22 exploitations enquêtées en 2000 par Ould Barka, 18 répondaient à ce schéma.

Les unités de production étaient, en 1997, de taille très variables allant de cinq à 62 têtes (Faye et al., 1998), réparties de façon assez homogène autour de la ville de Laâyoune, avec cependant des regroupements en vertu de la qualité des parcours. Les conditions globales d'élevage (logement, intrants alimentaires, soins vétérinaires) étaient également fort variables sans qu'une typologie nette puisse s'en dégager sur le plan des pratiques (Ould Barka, 2000). Toutefois, on peut distinguer sur le plan socioéconomique un groupe d'éleveurs spécialisés dans le lait de chameau pour lesquels le revenu tiré du lait est élevé (plus de 50 pour cent),

un groupe d'agro-éleveurs diversifiant leurs productions mais avec des coûts de production élevés, un groupe disposant de grands effectifs et d'une main-d'œuvre abondante pour lequel le lait n'est qu'une spéculation marginale, et enfin un groupe de petits éleveurs dont les coûts de production sont élevés en dépit de la faiblesse des investissements (Ould Barka, 2000).

11.2.3 La commercialisation du lait

Le lait est vendu dans des points de vente de détail (malahab) situés en ville. Acheté au producteur 10 dirhams le litre en 1997 (soit environ 1 euro), il était proposé à 14 dirhams (1,4 euro) au consommateur. Toujours en 1997, il existait 21 points de vente de lait de chamelle appartenant directement aux producteurs (70 pour cent du volume vendu sur la ville). Les malahab assuraient la vente de 20 pour cent du lait et 7 pour cent était livré à domicile. Enfin, 3 pour cent du lait faisait l'objet d'échanges entre producteurs (Faye et al., 1998). Cette production était loin de satisfaire la demande du marché local, composé d'une majorité de sédentarisés sahraouis au passé nomade récent culturellement attachés à la consommation de lait de chamelle dont on vante les vertus médicinales. Les sahraouis représentent 95 pour cent des consommateurs réguliers. La forme de consommation, de ce fait, demeure le lait cru, ce qui nécessite des circuits de commercialisation courts.

11.2.4 Le poids de l'Etat

Nous assistons donc à Laâyoune, à l'émergence d'une filière de production encore peu structurée mais qui devra rapidement s'organiser dès lors qu'elle atteindra une certaine masse critique. Les incitations de l'Etat se situent autant sur le plan de la recherche que du développement. Une convention, signée en 1997 entre la Direction provinciale de l'agriculture et l'Institut agronomique et vétérinaire de Rabat, prévoit spécifiquement le développement de travaux de recherche sur la valorisation du lait de chamelle et les conditions de transformation en fromage. Sur le plan du développement, les autorités locales tentent de légiférer sur l'accès au foncier, tout particulier aux dépressions pluviales (grara) où se constituent des réserves fourragères au détriment des cultures céréalières traditionnelles. Les subventions du Ministère de l'agriculture et de la mise en valeur agricole ne concernaient, jusqu'en 1998, que marginalement l'élevage camelin laitier. Depuis, la tendance à la distribution de subventions d'investissement s'est accrue (étables, magasins de stockage, réserves d'eau, citernes mobiles). Les intrants alimentaires (pulpe de betterave, orge, mil) et vétérinaires (traitement antiparasitaire, blocs à lécher) sont largement subventionnés car l'éloignement de Laâyoune par rapport aux zones de production renchérit considérablement les produits. L'Etat paie entre 10 et 30 pour cent du prix du transport. Des actions de crédit d'élevage sont également mises en œuvre par la Caisse nationale du crédit agricole.

Cependant, la multiplication des élevages laitiers camélins n'a pu être aussi importante que prévue, du fait d'une part des contraintes foncières évoquées, d'autre part de l'absence d'une structure de collecte et de transformation laitière comme en Mauritanie, et ce en dépit de plusieurs velléités de mise en place par

la Direction provinciale de l'agriculture qui a cherché, au travers d'une politique volontariste, à se substituer au secteur privé. On peut s'interroger sur la pérennité de ce dispositif si une dynamique professionnelle ne se met pas en place et surtout si, dans la perspective d'un règlement politique du conflit actuel, la stratégie de subvention du Gouvernement marocain venait à se modifier.

11.3 UNE FILIÈRE SUSCITÉE PAR LA MISE EN PLACE D'UNE LAITERIE PRIVÉE: L'EXEMPLE DE LA MAURITANIE

Le dispositif qui a prévalu en Mauritanie est fort différent. En effet, c'est la création d'une laiterie «la laitière de Mauritanie» par un opérateur privé, en 1989, qui a contribué à la structuration de la filière laitière caméline dans la périphérie de Nouakchott. C'était la première laiterie qui, dans ce pays, traitait du lait cru de provenance locale pour proposer sur le marché du lait pasteurisé. Cette création partait du constat que la quasi-totalité du lait était importé sous forme de poudre, alors que les effectifs du bétail mauritanien (1,3 million de dromadaires, 1,5 million de bovins et 13 millions de petits ruminants) paraissaient largement suffisants pour satisfaire cette demande. La dynamique laitière se basait donc sur des considérations sociales et économiques.

11.3.1 Le choix de la production locale

La laiterie ne traite pas uniquement le lait de chameau mais, compte tenu de l'importance économique et symbolique de l'espèce, le choix de donner la priorité au lait produit localement fournissait une occasion unique à la filière caméline de se positionner sur le secteur marchand laitier, dans un contexte de forte réticence à la commercialisation d'un produit voué au don comme au sud du Maroc. La laiterie n'a donc pas cherché au départ à modifier les moyens de produire du lait ni les systèmes de production (système semi-nomade extensif), mais dans les faits, la présence d'un débouché marchand a structuré la filière et modifié ses modes de production.

Le premier produit de la laiterie a été du lait de chameau pasteurisé (Abeiderrahmane, 1997) et, très rapidement, il a fallu répondre à deux questions: une question technique concernant la pasteurisation – modification possible du goût, choix des indicateurs fiables sachant que la lactoperoxydase du dromadaire est thermorésistante –, et une question culturelle relative à l'acceptation du produit dans le contexte décrit plus haut. Le choix d'un indicateur plus pertinent de pasteurisation, réalisé avec l'appui du CIRAD, et le développement simultané de la production laitière bovine périurbaine ont permis de solutionner ces problèmes.

Le choix de la production locale n'a pas altéré le choix d'un équipement moderne permettant de traiter 600 litres à l'heure et d'un conditionnement moderne, plus coûteux mais répondant bien aux exigences d'une certaine urbanité. Le fait que le produit soit local a contribué fortement et facilement à une substitution du lait en poudre ou du lait UHT, importé classiquement, consommé en ville, par du lait local «Tiviski» (nom de la marque) dans une ville où la majorité de la population d'origine nomade consomme traditionnellement une grande quantité de lait. De

plus, l'essentiel des produits est distribué par un réseau d'échoppes rompu à la commercialisation de proximité assurant, au début de cette aventure, un réel succès à ce projet.

11.3.2 Une production et une collecte structurant l'espace et les modes d'élevage

L'atomisation des unités de production n'est pas un facteur facilitant la collecte d'un produit de qualité, mais elle est socialement indispensable pour la pérennité de la laiterie qui ne peut s'appuyer que sur quelques «grands éleveurs». Actuellement, la quantité moyenne livrée par producteur est de l'ordre de 20 litres par jour avec des extrêmes allant de 2 à 130 litres. L'investissement dans des moyens de transport adéquats et dans un centre de collecte réfrigéré a permis d'accéder, dès 1991, en dépit de son relatif éloignement, au principal bassin de production, à savoir la région de Rosso dans le Delta du fleuve Sénégal desservie par une bonne route. L'attrait de la laiterie a donc modifié l'utilisation de l'espace en stimulant la production fourragère pour les élevages laitiers ou la création de nouveaux métiers comme les coupeurs d'herbe de brousse acheminant leurs fourrages vers les élevages périurbains éloignés des zones pastorales. Dans la périphérie des villes et selon un schéma déjà décrit dans le chapitre précédent, les troupeaux de femelles en production se sédentarisent, mais le maintien de l'activité pastorale est assuré avec la partie improductive du troupeau. Ce dispositif se traduit par un ensemble d'interactions entre les systèmes périurbains et la zone pastorale au bénéfice mutuel. Chez les éleveurs les plus spécialisés, les animaux improductifs sont même vendus à l'issue de leur période de production, l'éleveur rachetant régulièrement des femelles en fin de lactation.

Dans les faits, deux types d'éleveurs peuvent être identifiés: 1) des pasteurs semi-nomades, demeurant dans un rayon de 70 km de la ville et conservant un mode de gestion pastorale des troupeaux – ils représentent la majorité des fournisseurs de la laiterie; 2) des éleveurs sédentaires installés dans la banlieue de Nouakchott, utilisant davantage d'intrants alimentaires pour couvrir les besoins des animaux – le coût de production est plus élevé, mais le prix du lait souvent vendu directement aux consommateurs est plus élevé qu'à la laiterie. Seule une faible proportion de ce lait en fait acheminé à la laiterie est pasteurisé (Abeiderrahmane, 1997).

11.3.3 Le choix de la qualité et de la diversité

Le prix du lait cru au producteur étant élevé lors de transaction directe, le prix du lait proposé par la laiterie est forcément au-dessus des cours mondiaux. La laiterie est donc contrainte à proposer une large gamme de produits, à la fois pour satisfaire une demande urbaine moins encline à consommer toujours le même produit (lait cru), et pour diminuer les risques financiers par la plus-value assurée. C'est ainsi que, outre le lait pasteurisé, la laiterie propose des laits de chameau fermentés (zrig), des laits sucrés, des yaourts aromatisés et également, avec l'appui de la FAO, des fromages permettant de résoudre le problème des surplus saisonniers – bien que la faiblesse du rendement fromager du lait de chameau et le prix élevé

de la matière première en font un produit très cher. De plus, la clientèle visée par un tel produit est plus européenne que mauritanienne. Or, les barrières sanitaires imposées par l'Union européenne rendent difficile l'expansion de cette production en vue d'une exportation vers les pays consommateurs de fromage.

La qualité du produit final est sous la dépendance des conditions de traite, de collecte et de transport entre l'unité de production et la laiterie. Les mesures sont prises à l'arrivée dans l'entreprise pour contrôler l'état du lait provenant de près de 800 fournisseurs différents (Abeiderrahmane, 2002) et sensibiliser l'ensemble des acteurs au sein de l'entreprise. En revanche, l'absence de «culture hygiénique» chez les producteurs rend difficile le contrôle en amont de la chaîne. La laiterie milite donc pour un travail de sensibilisation. La concurrence des produits importés fait pression tant sur la qualité que sur les prix. De ce fait, il est difficile pour cette entreprise d'avoir les moyens de pression nécessaires pour un cahier des charges en bonne et due forme auprès des fournisseurs de lait.

11.3.4 Une structuration des producteurs de lait

Ces considérations sur la qualité ont représenté un des éléments suscitant la création d'une Association des producteurs laitiers de Tiviski. Après plusieurs échecs de création spontanée d'une association d'éleveurs, c'est une structure en partenariat avec la laiterie qui est optée. Le credo de cette association est la valorisation d'un secteur traditionnel en Mauritanie, jugé prometteur en termes économiques, mais aussi écologiques, techniques et sociaux. Elle se veut à la fois: 1) un service d'appui technique, de communication et de formation de proximité de ses producteurs laitiers dans les domaines de l'hygiène de la traite, de l'affouragement et de l'alimentation; et 2) une structure professionnelle capable d'assumer la gestion des ressources animales et pastorales, l'approvisionnement et la commercialisation. La qualité et l'augmentation de la productivité laitière sont au centre de ses préoccupations.

On ne manque pas de présenter l'histoire de Tiviski comme un «modèle de réussite» du développement. Pourtant, les obstacles à la concrétisation de ce projet ne manquent pas. Si le positionnement national de la laiterie Tiviski ne fait aucun doute, les contraintes à l'exportation, la concurrence des produits importés, la faible compétence technique des producteurs, les pressions sur l'environnement, l'accès aux ressources, sont autant d'éléments qui militent pour une évaluation permanente des acquis. Si l'expérience Tiviski est souvent présentée comme un modèle, elle ne peut en aucun cas être considérée comme un modèle unique, transposable dans tous les pays sahéliens.

11.4 L'ÉMERGENCE SPONTANÉE DE SYSTÈMES FAMILIAUX: L'EXEMPLE DE DJIBOUTI

On ne dispose d'aucune donnée sur les élevages camélins laitiers de Djibouti. Les seuls éléments d'information relèvent d'observations de terrain au cours de quelques visites d'élevage. Le rapport de Planchenault, en 1989, sur l'élevage laitier dans la périphérie de Djibouti ne fait à aucun moment mention des systèmes de production

camélins qui, pourtant, existaient déjà à l'époque. Dans son rapport de mission sur l'élevage camelin, Saint-Martin (1989) n'y consacre que quelques lignes.

Traditionnellement non vendu par les populations Afar et Issa, le commerce du lait de chamelle n'a été suscité que par la volonté de quelques éleveurs, installés à proximité des villes comme Tadjourah et surtout Djibouti où la production est entièrement entre les mains des pasteurs Issa. Ces élevages sont présents au sud de la ville sur la route frontalière avec la Somalie (région de Loyada), mais la plus forte concentration se situe sur la route de Doralé à l'ouest de la ville, en bordure de la côte. Il semble que la sécheresse des années 1985-1986 ait représenté un facteur déclenchant pour les premiers éleveurs qui se sont réfugiés à proximité des villes.

11.4.1 Un produit de luxe?

Le prix du litre de lait de chamelle est très élevé, presque deux fois le prix du lait de vache importé reconstitué (respectivement 350 et 200 francs djiboutiens [FD], soit 1,6 et 0,96 euro). Ce coût élevé est du à la fois à la valeur culturelle attribuée au lait de chamelle et au coût de production important, imposé par une alimentation essentiellement artificielle (son de blé, maïs), compte tenu de la rareté des parcours autour de Djibouti et de la dégradation très avancée de la mangrove, qui représentait une source non négligeable de fourrages dans les zones côtières bien que de faible valeur nutritive (Faye et al. [1993], Faye [1993]). L'accès à des compléments alimentaires est facilité par la présence du port de Djibouti, mais l'arrêt du fonctionnement de l'usine d'aliments du bétail ne permet pas de mettre sur le marché une provende réellement adaptée. De plus, contrairement au cheptel bovin, les producteurs ne disposent pas de terres arables pour assurer des cultures fourragères.

11.4.2 Une filière courte informelle

Les unités de production dont on ne connaît pas le nombre (il n'existe aucun répertoire) sont de petite taille: quelques chamelettes laitières, à l'inverse des élevages bovins laitiers dont certains comprennent des troupeaux à grands effectifs. Il s'agit donc de petits élevages familiaux sédentarisés à proximité de la ville et qui s'inscrivent dans une démarche de vente directe aux consommateurs. En règle générale, il n'y a pas de distribution dans des réseaux de boutiques en ville, à l'exception d'un éleveur de Tadjourah qui possède un lieu de vente. Les amateurs de lait cru de chamelle viennent acheter eux-mêmes, auprès des campements, la quantité de lait dont ils ont besoin, le lait étant conditionné dans des bouteilles d'eau minérale recyclées. Certains producteurs organisent une livraison à domicile en véhicule deux-roues. Il est probable que des petits transporteurs jouent ce rôle.

L'importance du système laitier camelin périurbain à Djibouti est très mal connue et la filière apparaît peu, voire pas du tout, organisée. Les producteurs se plaignent facilement de l'absence d'encadrement technique et plusieurs cherchent à améliorer les conditions de commercialisation, mais il est peu probable qu'on assiste rapidement à une structuration de la filière. En effet, dans la situation actuelle, la vente de lait cru exclusivement (ce qui correspond au goût des consommateurs)

n'incite pas à diversifier la production, et la concurrence du lait importé joue peu dans la mesure où le lait de chameau détient un avantage comparatif d'ordre culturel (compétitivité hors-prix). Enfin, contrairement aux autres situations, on ne note aucune initiative publique (projet de développement, mesures incitatives), ni structuration par les laiteries de Djibouti essentiellement tournées vers le traitement de lait en poudre.

11.5 CONCLUSION

Au travers de ces trois exemples contrastés, on a pu constater que le développement de l'élevage camélin périurbain a permis de contribuer à la couverture des besoins alimentaires des villes en lait de chameau. Ces exemples montrent aussi qu'il n'y a pas un modèle de développement et que plusieurs voies sont possibles. Cependant, du fait de l'évolution de ces systèmes, il convient de prendre mieux en compte certaines contraintes, communes à toutes les situations, liées à l'intensification de la production (changements alimentaires, accès aux soins vétérinaires, sédentarisation des animaux). L'intensification nécessite un accompagnement par les services vétérinaires en matière de vulgarisation et de traitement de certaines pathologies devenues une contrainte majeure au développement de cet élevage. En effet, la sédentarisation des troupeaux s'est accompagnée d'une forte infestation par les tiques et la gale et, par conséquent, de l'usage non contrôlé de certains anti-parasitaires comme les ivermectines qui sont fortement concentrées dans le lait avec des résidus nécessitant des délais d'attente dépassant parfois 20 jours. Par ailleurs, le manque d'hygiène au moment de la traite a favorisé l'apparition des mammites. Considérant l'anatomie de la mamelle de la chameau – quatre quartiers et chaque quartier présente une tétine avec deux ou trois orifices débouchant par un canal plus fin dans un réservoir indépendant –, il est impossible de traiter les mammites par voie locale en utilisant les seringues intramammaires destinées aux bovins. L'antibiothérapie par voie générale reste la seule solution d'autant plus que la cinétique de certains antibiotiques dans le lait est parallèle à celle du plasma, indiquant une bonne diffusion dans le lait. Toutefois, la rémanence dans le lait est encore plus importante avec des délais d'attente dépassant une semaine. Le non-respect de ces délais pourrait à terme nuire à l'image du lait de chameau. Des actions doivent être menées pour accompagner l'intensification de l'élevage camélin d'études écopathologiques et de recherches sur la pharmacocinétique des médicaments, largement utilisés chez le dromadaire en milieu périurbain, et d'une bonne vulgarisation auprès des éleveurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Abeiderrahmane, N. 1997. Camel milk and modern industry. *J. Camel Pract. Res.*, 4: 223-228.
- Abeiderrahmane, N. 2002. L'expérience de la laiterie Tiviski en Mauritanie: d'abord la sécurité alimentaire, ensuite la sécurité des aliments. Dans *Gestion de la sécurité*

- des aliments dans les pays en développement, Hanak, E., Boutrif, E., Fabre, P., Pineiro, M., (éd. Scientifiques), Actes de l'atelier international CIRAD-FAO, 11-13 décembre 2000, Montpellier, France.
- Faye, B. 1993. Mangrove, sécheresse et dromadaires. *Revue Sécheresse*, 4: 47-55.
- Faye, B., Ratovonanahary, M., Cherrier, R. 1993. Effet d'un facteur alimentaire sur la pathologie néonatale: résultats d'une enquête rétrospective sur la distribution de mangrove aux chameleons en République de Djibouti. *Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux*, 46: 471-478.
- Faye, B., Bengoumi, M., Hidane, K. 1998. Le développement de l'élevage camelin laitier périurbain: l'exemple de Laâyoune (provinces sahariennes du Maroc). Dans *Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne*, Duteurtre, G., Meyer, C., (éd. Scientifiques), Actes de l'atelier, 9-10 septembre 1998, Montpellier, France, Publ. CIRAD, coll. Colloques, Montpellier, France, 103-108.
- Guérin, H., Faye, B. 1999. Spécificité de la problématique périurbaine pour les systèmes d'élevage. Dans *Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne*, Moustier, P., Mbaye, A., De Bon, H., Guérin, H., Pagès, J. (éd. Scientifiques), Actes de l'atelier, 20-24 avril 1998, Montpellier, France, Coraf, Publ. CIRAD, coll. Colloques, Montpellier, France, 43-49.
- Michel, J.F., Bengoumi, M., Bonnet, P., Hidane, K., Zro, K., Faye, B. 1997. Typologie des systèmes de production camélins dans la province de Laâyoune-Maroc. *Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux*, 50(4): 313-323.
- Moustier, P. 1999. Définitions et contours de l'agriculture périurbaine en Afrique Subsaharienne. Dans *Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne*, Moustier, P., Mbaye, A., De Bon, H., Guérin, H., Pagès, J. (éd. Scientifiques), Actes de l'atelier, 20-24 avril 1998, Montpellier, France, Coraf, Publ. CIRAD, coll. Colloques, Montpellier, France, 29-41.
- Ould Barka, S. 2000. Développement socioéconomique de la production laitière cameline à la périphérie des villes du Sud-Maroc. Mémoire DESS productions animales en régions chaudes, Montpellier, France, 61 p.
- Planchenault, D. 1989. Développement de l'élevage laitier dans la périphérie de Djibouti et d'autres centres urbains (République de Djibouti). Rapport de mission IEMVT, Maisons-Alfort, France, 59 p.
- Saint-Martin, G. 1989. Mission de prise de contact avec l'élevage camelin de la République de Djibouti. Rapport de mission IEMVT, Maisons-Alfort, France, 20 p.

Chapitre 12

Organisation d'un réseau de collecte de lait en Mauritanie

A. Mohammed³²

RÉSUMÉ

Une entreprise privée mauritanienne collecte quotidiennement jusqu'à 20 000 litres de lait de dromadaire, de vache et de chèvre auprès de plusieurs centaines d'éleveurs nomades. L'entreprise achète le lait directement aux éleveurs, mais des véhicules appartenant à des transporteurs indépendants ramassent les bidons des fournisseurs et les livrent aux centres de collecte, situés loin de l'usine. Le lait est réceptionné, pesé, vérifié et refroidi dans les centres, et ensuite transporté par camion citerne isotherme à l'usine. Le paiement se fait grâce à un logiciel informatique. Une structure spécialisée fournit des aliments et des soins vétérinaires à crédit. L'ensemble du système permet de collecter du lait de qualité microbiologique remarquable.

Organisation of a milk collecting network in Mauritania

ABSTRACT

A private Mauritanian dairy collects up to 20 000 litres of camel, cow and goat milk daily from hundreds of nomadic herders. The company purchases the milk directly from the herders, but independent transporters deliver the milk in churns to collecting centres located far from the dairy. The milk is weighed, checked and chilled in the centres, then trucked in insulated tankers to the dairy. Milk payment is computerized. A specialized organization supplies feed and veterinary care on credit. This system is able to maintain high levels of milk quality.

³² Société laitière de Tiviski, Nouakchott, Mauritanie.

12.1 INTRODUCTION

La valorisation du lait de chameau ou de dromadaire fait l'objet d'un intérêt croissant de la part de la FAO et du CIRAD, qui y voient à juste titre une excellente opportunité de développement pour les habitants des zones arides. En effet, la vente quotidienne du lait apporte un revenu monétaire régulier aux éleveurs, sans entamer leur capital et sans modifier sensiblement leur mode de vie. Cependant, la collecte du lait de dromadaire ne va pas sans difficultés.

12.2 L'ENVIRONNEMENT

L'une des (nombreuses) particularités du dromadaire, par rapport à la plupart des autres animaux laitiers, est sa mobilité. Elevé principalement dans les zones arides, il est tributaire d'un pâturage forcément clairsemé qui oblige les troupeaux à parcourir de longues distances tous les jours, et à se déplacer chaque fois que le pâturage est épuisé. La densité du pâturage étant faible, la quantité de lait disponible pour la collecte l'est aussi: hormis le périurbain «hors sol», même avec une complémentation et une densification conduisant à un certain surpâturage, on calcule qu'il n'est possible de collecter (dans le sud et sud-ouest mauritanien) qu'entre 1 et 10 litres de lait au km².

Dans un tel environnement du sud mauritanien, où la pluviométrie est de 100 à 200 mm par an, une entreprise privée mauritanienne a progressivement mis sur pied un système de collecte qui draine des quantités relativement importantes de lait frais de dromadaire, de vache et de chèvre. En 2002, les livraisons ont atteint 15 000 litres par jour (et une pointe de 20 000 litres) dont environ 3 000 à 5 000 litres de lait de dromadaire, avec un millier de fournisseurs mais, à cause de la sécheresse, les 25 000 litres par jour espérés en 2003 sont loin d'avoir été atteints.

12.3 L'ENTREPRISE

La société Tiviski (qui s'appelait Laitière de Mauritanie lors de l'Atelier de Nouakchott en 1994) est une entreprise privée mauritanienne, créée en 1987 sur la base du constat qu'en Mauritanie, malgré un cheptel très important, la population citadine ne disposait que de lait stérilisé importé ou de petites quantités de lait cru. L'objectif était donc de faire le lien entre la brousse pastorale et la ville consommatrice de lait, faisant parvenir le lait frais dans toutes les (nombreuses) boutiques d'alimentation. Pour cela, il fallait conditionner le lait et, pour le conditionner et le conserver au-delà d'une journée, il fallait le pasteuriser. Cependant, il fallait d'abord trouver la matière première de l'industrie, c'est à dire du lait à traiter.

L'usine étant située à Nouakchott, au centre de gravité du marché national, le seul cheptel laitier à proximité était constitué par des élevages périurbains de dromadaires, dont le lait cru était vendu directement ou par des intermédiaires. La décision a été donc prise de pasteuriser du lait de dromadaire.

En ce qui concerne l'approvisionnement en lait, l'intention de départ était de trouver des fournisseurs dédiés, indépendants du circuit de vente de lait cru sur lequel les prix pratiqués étaient très élevés, mais il a fallu finalement se rabattre sur ce dernier.

12.4 LES ÉLEVEURS FOURNISSEURS DE LAIT

A l'heure actuelle, tous les fournisseurs de Tiviski, sans exception, sont plus ou moins nomades, ne disposant d'aucune ferme ni clôture.

Même l'élevage périurbain comprend deux catégories:

- Les dromadaires dont la traite se fait en proche banlieue, et qui broutent les pâturages dévastés près de la ville, plus pour la promenade – la force du chameau est dans ses jambes – que pour trouver de la nourriture; le lait est vendu directement aux passants.
- Les troupeaux stationnés à des distances plus importantes, par exemple à 30, 40 voire 80 km de la ville, au bord de la route. Le lait est transporté jusqu'à la ville en camionnette ou 4x4, une partie étant détaillée sur place à d'éventuels passants. Ces troupeaux sont le noyau de campements importants de citadins vacanciers en saison des pluies.

Les premiers fournisseurs de Laitière de Mauritanie, en 1989, étaient en quelque sorte périurbains, surtout parce que leur aire de nomadisation traditionnelle englobait la ville de Nouakchott. Ils étaient si nomades que l'un d'eux déclara un jour à la promotrice, un long doigt pointé vers le ciel, «nous sommes les fils du nuage, et là où il va, nous sommes obligés de le suivre» – il ignorait que le mot «nuage» est employé de façon emblématique pour décrire les nomades. Il parlait de leur parcours annuel immuable, s'étendant sur environ 130 km au nord et au sud et sur une trentaine de km à l'est de Nouakchott, parfois dans des vallées interdunaires inaccessibles.

Les éleveurs, qui appartiennent à toutes les ethnies du pays – en particulier les maures et les peulhs –, sont en majorité fidèles et réguliers. Certains fournissent l'usine depuis une douzaine d'années, mais d'autres sont très saisonniers, préférant se déplacer vers le sud plutôt que de recourir à l'alimentation pendant la saison sèche. Le cas des dromadaires est un peu particulier, dans la mesure où leurs mises bas, souvent synchronisées pour toute une région, ont lieu tous les deux ans. Il n'est pas rare que des éleveurs lointains ne fournissent qu'une année sur deux.

Il faut signaler, par ailleurs, que les camélins et bovins, et bien sûr les petits ruminants, se trouvent dans les mêmes régions d'élevage. La plupart des fournisseurs livrent une qualité de lait, mais un nombre significatif d'élevages mixtes fournissent du lait de deux, voire trois espèces. A cet égard, le personnel de réception, qui ne doit pas se tromper, reçoit une formation pour être capable de distinguer les différents laits.

12.5 UN PEU D'HISTOIRE

Pendant les deux premières années, l'approvisionnement ne dépassait guère 200 litres par jour, avec une production moyenne de 10 litres par fournisseur, réparti en deux traites. Mais, même cette production dérisoire ne se vendait pas entièrement, la population n'étant pas habituée au lait pasteurisé et ne faisant pas confiance aux produits nationaux.

Il faut dire qu'en Mauritanie la vente de lait faisait l'objet d'un fort préjugé social négatif, certes battu progressivement en brèche par l'attrait du revenu, mais

qui a longtemps freiné l'activité, et limite encore aujourd'hui le recrutement de nouveaux fournisseurs, notamment dans les catégories sociales ayant un statut social à défendre. Par contre, la demande de lait est très forte – les chiffres cités font état d'une consommation annuelle de 176 litres de lait per capita.

Certains éleveurs périurbains déjà bien installés avaient leurs propres moyens de transport, et livraient eux-mêmes le lait au début, bien que leur fourniture était aléatoire car, le prix du lait cru en vente directe étant (jusqu'à présent) souvent plus avantageux que le prix offert par la laiterie, la quantité livrée à l'usine était inversement proportionnelle à la demande. Pour ce qui est des «fils du nuage» recrutés par la suite moyennant le ramassage de leur lait, le problème était souvent de les trouver, surtout au moment des transhumances principales. L'usine ne disposait, au démarrage, que d'une seule camionnette Peugeot, qui partait matin et soir ramasser le lait dans des bidons en aluminium fournis par l'usine aux éleveurs et qui, après la production, allait distribuer le lait pasteurisé aux boutiquiers.

Au début, la collecte était gratuite, car il s'agissait de fidéliser les éleveurs et de les habituer à la fourniture de lait à l'usine. Peu à peu, avec l'augmentation de leur nombre et une certaine diversité des fournisseurs, étant donné les distances auxquelles ils bivouaquaient (jusqu'à 80 km de la ville pour certains fournisseurs de lait de vache, apparus près de Nouakchott en 1990), il a fallu augmenter les contraintes: horaire à peu près fixe du véhicule, délai de cinq minutes pour le chargement du lait, impliquant de finir la traite à temps, etc. Lorsqu'il a été également question de faire participer aux frais de transport en fonction de la distance, tout cela est finalement devenu trop contraignant pour les fournisseurs, qui ont préféré s'organiser pour le transport et la livraison du lait. Ils se sont arrangés avec ceux d'entre eux qui possédaient des véhicules ou avec des transporteurs, au grand soulagement de l'entreprise.

12.6 LES CENTRES DE COLLECTE

En 1991-1992, pour des raisons de pluviométrie et d'amélioration de la demande de lait, l'entreprise a ouvert un centre de collecte à Rosso, à 200 km au sud de Nouakchott, dans une région agricole offrant de meilleurs pâturages et des sources de fourrage (rizeries). Ce centre était surtout destiné aux fournisseurs de lait de vache, mais la région compte aussi de nombreux camélins.

Le problème de la collecte s'est également posé à Rosso. Les premiers fournisseurs, déplacés de Nouakchott, connaissaient déjà le principe et se sont donc organisés sur place, avec deux camionnettes. Avec l'accroissement de l'activité et du nombre de fournisseurs, d'autres véhicules se sont joints au carrousel – jusqu'à une vingtaine avant l'arrivée d'une entreprise concurrente qui a également implanté un centre de collecte à Rosso.

En 1999, l'entreprise a ouvert un deuxième centre de collecte à Boghé, dans un local loué, à 320 km de la capitale. Le terrain autour de Boghé est relativement plat, permettant à des camionnettes de circuler sur les pistes de fortune, mais la région de Rosso est plus accidentée, comprenant également une grande plaine inondable

et irriguée, parfois très boueuse. Pour cette raison, les véhicules de collecte à Rosso comprennent surtout des véhicules tout-terrain.

Le centre de collecte de Kaédi, ouvert fin 2002 également dans un local loué, pour tenter de compenser les effets de la sécheresse, s'est révélé très décevant car tout le bétail était parti en transhumance vers le sud. Il devrait rouvrir fin 2003 ou début 2004.

12.6.1 Le système de collecte

La société achète le lait directement aux éleveurs, n'imposant qu'un petit nombre de conditions simples:

- le lait doit être frais et propre;
- le lait ne doit pas contenir d'eau;
- le prix établi est livré sur le quai, c'est-à-dire que les frais d'approche sont à la charge de l'éleveur.

Il n'y a donc pas de collecteurs indépendants entre les fournisseurs et l'entreprise, uniquement des transporteurs.

La collecte s'étend sur des distances considérables, dans un rayon allant jusqu'à 90, voire 100 km, autour des centres. Les différents véhicules décident eux-mêmes de leurs parcours de collecte, en fonction d'affinités familiales ou géographiques, avec une certaine coordination exercée par l'entreprise. Les éleveurs paient eux-mêmes le transporteur, sur des bases fixées entre eux – en général un montant fixe par bidon et par mois, suivant la taille du bidon, qu'il soit plein ou vide.

Sur certains axes particulièrement difficiles, l'entreprise assure la collecte au moyen de véhicules de location (chers, mais finalement plus sûrs et plus faciles à gérer que des véhicules en propriété), dont le coût est réparti entre tous les utilisateurs à raison d'un montant par litre de lait, révisé chaque mois en fonction de la quantité transportée et précompté sur le prix du lait.

Sur les axes faciles ou les distances courtes, on recourt également à des charrettes à âne recouvertes d'un filet pour apporter les bidons d'un village et, à l'occasion, on fait appel à des femmes portant le lait sur la tête.

Ce système ne pose pas de problème majeur, si ce n'est celui de la gestion d'un grand nombre d'usagers assez chaotiques.

A titre d'anecdote, à un moment donné il a été décidé d'attribuer des numéros aux fournisseurs, à savoir un code alphanumérique comprenant une lettre correspondant à la zone de collecte (N correspondait à Nasra, T à Techeteyatt, et ainsi de suite), et donc au véhicule, et trois chiffres en ordre chronologique. Ainsi à Rosso le véhicule de R'Kiz était R, et ses clients R001, R002, etc. Des feuilles de pointage établies par véhicule se sont vite révélées inutilisables car, après trois mois, la voiture de Nasra – et tous les autres véhicules – transportaient du lait N, R, S et T. Les codes sont restés en vigueur, mais les listes de pointage ont disparu.

12.6.2 Equipement des centres

Les centres sont équipés de cuves réfrigérantes et d'un système de refroidissement instantané, vital pour la conservation du lait cru. En effet, la traite est faite

manuellement, sur les aires de parage, dans des récipients de traite traditionnels, et le lait est versé au fur et à mesure dans les bidons de transport, qui peuvent être en aluminium ou en plastique. L'entreprise a importé d'Inde déjà près d'un millier de bidons, très satisfaisants, mais pour des raisons financières n'a pas encore pu équiper tous les fournisseurs. Il reste donc encore des bidons en plastique. Tous les bidons sont lavés et désinfectés au centre de collecte.

12.6.3 Déroulement de la collecte

Le programme quotidien de la collecte est le suivant: tôt le matin, les véhicules font la tournée des campements et villages, ramassant les bidons de lait fraîchement trait, et arrivent au centre de collecte avant une heure limite, par exemple 9 h 30 ou 10 heures. Les véhicules se rangent devant le centre et attendent leur tour. Chacun se positionne alors sur le quai pour le déchargement des bidons, marqués chacun du numéro du fournisseur (poinçonné sur les bidons en aluminium). Chaque bidon est pesé et les pointeurs du véhicule et du centre enregistrent les quantités. Ensuite, les bidons passent à la vérification et, s'ils ne sont pas rejetés, le lait est versé à travers un filtre en tissu dans un bac d'où il est pompé à travers un filtre métallique et l'échangeur refroidisseur jusqu'aux cuves réfrigérantes de stockage, qui finissent le refroidissement du lait jusqu'à 3 °C.

La vérification du lait se fait par goutage. A la cadence imposée par le nombre de bidons à tester (dépassant 450 par centre par traite en deux heures), il est impossible d'envisager de faire des analyses d'acidité Dornic ou de point de congélation. Les ouvriers sont formés à reconnaître du lait très légèrement avarié ou du lait un peu mouillé. En cas de rejet, le bidon est rendu au transporteur et la cause du rejet est portée sur une feuille d'appréciation de tous les laits.

Pendant ce temps, les bidons et les couvercles sont lavés, brossés, rincés et désinfectés au peroxyde d'hydrogène. Ce dernier, plus rare que l'efficace et banale eau de javel utilisée auparavant, est imposé par les exigences de l'usine de lait UHT. Une petite quantité de désinfectant restant au fond du bidon fermé sera éliminée avant la traite. Chaque voiture récupère ses bidons et refait en sens inverse la route de la collecte, rendant les bidons à leurs propriétaires respectifs, peut-être après un moment de repos ou quelques courses en ville (achat de pain, menthe, aliment bétail, gaz, etc., pour les campements). En fin d'après-midi, le même processus recommence: ramassage des bidons, livraison, lavage des bidons, refroidissement du lait, et parcours retour pour distribuer les bidons vides.

Pendant ce temps au centre, le lait des deux traites, une fois refroidi, est transféré par pompage dans le camion-citerne arrivé de Nouakchott en fin d'après-midi, et transporté en fin de nuit (aux heures les plus fraîches) de manière à arriver à Nouakchott vers 7 ou 8 heures du matin.

Les camions-citerne sont isothermes et équipés de plusieurs compartiments pour porter séparément le lait des différentes espèces. Les trois premiers camions-citerne achetés par l'usine en France étaient d'occasion, et on a constaté qu'il était difficile de trouver de petits camions isothermes à plusieurs compartiments. En effet, dans les régions qui opèrent avec le lait de chèvre ou de brebis, il existe

des camions de collecte de 10 000 litres à plusieurs compartiments mais non isothermes car ils collectent du lait de proximité, tandis que la plupart des citernes isolées sont des camions de transport qui couvrent des distances plus longues mais transportent une seule sorte de lait. Ainsi, le premier camion avait un seul compartiment, les deux suivants en avaient trois, mais ils étaient tous très usés, les usines ne vendant les camions qu'en fin de vie pour les rentabiliser.

Pour l'usine UHT, une semi-remorque de 20 000 litres a été achetée neuve, construite sur mesure, avec cinq compartiments très bien isolés.

12.7 LA QUALITÉ DU LAIT CRU

Après des années d'explications, persuasion et rejet de lait, les éleveurs ont beaucoup amélioré leurs méthodes de travail et fournissent maintenant du lait d'une qualité bactériologique remarquable puisque, en grand mélange, la flore mésophile aérobio revivifiable (FMAR) ne dépasse guère les 500 000 germes au millilitre.

En 2002, pour obtenir du lait encore plus propre pour l'usine de lait UHT, un certain nombre de stratégies ont été tentées:

- Une structure, l'Association des producteurs laitiers de Tiviski (APLT), financée théoriquement à 50 pour cent (en réalité 80 pour cent) par l'entreprise et à 50 pour cent par les éleveurs, a été mise sur pied pour apporter à ceux-ci un encadrement multiforme: soins vétérinaires, vaccinations, fourniture d'aliments (dont le montant est récupéré sur le prix du lait), vulgarisation.
- L'APLT a conduit une recherche pour découvrir quels sont les gestes les plus «rentables» en matière d'impact sur la qualité du lait cru.
- Une centaine d'éleveurs ont été sélectionnés, en fonction de la quantité de lait fournie (pour ne pas disperser les efforts de formation) et de leur distance du centre de collecte. Il fallait que leur lait soit refroidi moins d'une heure et demie après la traite. Grâce au travail de vulgarisation, d'amélioration de la santé des animaux et de l'hygiène de traite, le lait de grand mélange de ces éleveurs sélectionnés présentait une FMAR ne dépassant pas 200 000 germes/ml. Les performances étaient liées à un système de paiement à la qualité, mais la dispersion des éleveurs, suite à la sécheresse de 2002, a contraint à abandonner le dispositif – peut-être légèrement prématuré ou mal expliqué jusqu'à nouvel ordre. Il a été cependant constaté qu'il est possible d'atteindre ce niveau de qualité avec un réseau de collecte nomade.

Un renseignement important obtenu des enquêtes, révèle que si les propriétaires de bétail sont tout à fait favorables au paiement à la qualité, ce n'est pas le cas de leurs bergers qui, n'étant pas motivés par la prime que les propriétaires ne partagent pas avec eux, n'effectuent pas les gestes nécessaires.

On constate une influence non négligeable des facteurs sociologiques lorsqu'on envisage de modifier des pratiques d'élevage ancestrales.

L'entreprise dispose d'un laboratoire de physique-chimie et de microbiologie très complet, qui effectue toutes les analyses habituelles sur les laits crus, pasteurisés et stérilisés, y compris des FMAR, surtout pour la production UHT.

Il est très important de noter que le lait des animaux en région tropicale semble mieux résister à l'action bactérienne que celui des régions tempérées. On constate, en effet, que même le lait de bovin (zébu) résiste jusqu'à cinq ou six heures à température ambiante après la traite. Certes, cela n'est pas souhaitable car en s'approchant de cette limite le lait est plus que «fatigué»; toutefois, s'il est refroidi et pasteurisé rapidement, il peut encore donner de bons produits. Ce facteur est très favorable pour l'établissement d'un réseau de collecte dans les conditions de l'Afrique de l'Ouest.

12.8 LE PAIEMENT DU LAIT

Le paiement du lait se fait en principe à la demande, c'est-à-dire qu'à partir du moment où l'éleveur a fourni son lait, il peut en réclamer le paiement. Chaque livraison est consignée dans le cahier de pointage, et une fois par jour un «bon» est établi pour chaque fournisseur en deux exemplaires – mentionnant le nom du fournisseur, son numéro de bidon, la date, le type de lait (vache, chameau, etc.) et le poids livré en 24 heures. Ces bons ont pratiquement acquis un cours légal dans le bassin laitier.

Les fournisseurs sont payés sur présentation des bons, mais jusqu'à présent cela n'a pu se faire qu'à Nouakchott, pour des raisons de logistique. Aussi voit-on arriver à Nouakchott des éleveurs, des transporteurs ou des commerçants, avec des sacs remplis de paquets de bons appartenant à de nombreux fournisseurs, et repartir avec d'importantes sommes d'argent. Certains fournisseurs ont ouvert des comptes en banque dans les chefs-lieux de région, et leur paiement individuel y est viré à la fin du mois.

L'informatique est la clé du système. En effet, si la première centaine de fournisseurs étaient gérée manuellement avec des fiches, le traitement manuel d'un millier de fournisseurs serait impossible. Les éleveurs, comme on l'a mentionné précédemment, ont été identifiés par des codes alphanumériques. Chaque jour, les centres de collecte envoient à Nouakchott les carnets avec les doubles des bons et ces derniers sont saisis dans un logiciel spécialement conçu à cet effet. Lorsque les éleveurs veulent être payés, ils s'adressent en premier lieu avec leurs bons à un poste informatique chargé des règlements; celui-ci vérifie l'exactitude des bons et établit automatiquement un bordereau comprenant la quantité et le prix du lait à payer, ainsi que les avances à déduire (aliment, médicaments vétérinaires, vaccins, transport dans les véhicules loués par l'entreprise, détergent ou parfois avance en espèces). Ce bordereau est présenté à la caissière qui paie le montant net indiqué, notant au passage le numéro de la carte d'identité de la personne s'il ne s'agit pas du titulaire des bons.

12.9 MODULARITÉ DU SYSTÈME

L'ensemble du système, qui a évolué au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de fournisseurs, est modulaire: en effet, le nombre de véhicules de collecte par centre est flexible, tout comme le nombre de fournisseurs par véhicule, et même le nombre de centres de collecte. La tâche la plus difficile est peut-être

d'étendre la capacité matérielle d'accueil d'un centre, c'est-à-dire la capacité de refroidissement et de stockage. C'est pour cette raison que les refroidisseurs sont de type instantané et non de réserve de glace. Quant aux cuves de stockage, il faut parfois construire une annexe pour loger une nouvelle cuve, mais ce n'est pas un problème majeur: l'entreprise emploie désormais un maçon et un carreleur à plein temps. Il arrive que des cuves soient déplacées d'un centre à un autre en fonction des migrations d'éleveurs motivés par la pluviométrie régionale.

12.10 CONCLUSIONS

L'expérience de Tiviski est, somme toute, simple et, sans aucun doute, reproductible. Les éléments de cette expérience qui pourraient être utiles et transposables sont les suivants:

- Il ne faut pas sous-estimer l'importance de la réticence éventuelle des populations nomades à vendre leur lait. C'est un facteur qui peut pénaliser fortement l'activité.
- En dehors de la brève saison des pluies, pour obtenir une production laitière commercialisable dépassant les besoins du veau ou du chameau, il est indispensable de fournir un complément alimentaire à tous les animaux du Sahel, y compris les dromadaires.
- C'est une banalité de dire que le lait est une denrée très périssable, mais il faut imposer au réseau de collecte le maximum de rigueur possible afin d'assurer une qualité suffisante pour éviter les pertes en production ou surtout en commercialisation.
- A condition d'appliquer de bonnes pratiques d'hygiène, on peut collecter en Afrique du lait de qualité remarquable.
- En recouplant l'expérience de Tiviski avec des informations en provenance d'autres pays, il semble que la raison de la bonne qualité du lait obtenu à travers le réseau de collecte est la maîtrise totale de ce réseau par la société. En effet, les collecteurs indépendants introduisent beaucoup de problèmes, aggravés par le climat tropical.
- L'exposé n'a traité que du réseau de collecte. Cependant, au risque d'énoncer des évidences, il faudrait signaler que pour la réussite de la collecte, il faut que la quantité de lait traité justifie les frais engagés et que, pour ce faire, il est indispensable d'avoir un marché avec une solide demande, de bons produits et un réseau de distribution efficace. Il faut également signaler que la rentabilité de Tiviski repose sur le lait de vache, qui fournit le volume permettant de traiter le lait de dromadaire disponible.
- Le système de collecte décrit peut sembler lourd et laborieux mais en réalité, une fois mis en place, il fonctionne bien. Il est, sans doute, plus aventureux qu'un élevage modèle de Holstein climatisé mais, d'une part, il n'y a pas de dromadaires Holstein et, d'autre part, malgré les apparences il est rentable. On calcule que tout le dispositif peut coûter environ 0,03 à 0,05 dollar EU par litre – bien entendu, selon la quantité de lait, la distance, le prix du kWh – sachant que ce coût inclut celui des opérations de vérification, pesée

et refroidissement du lait, qui seraient de toutes manières menées à l'usine s'il n'y avait pas de centre de collecte. Par ailleurs, il va de soi que la collecte de lait auprès du secteur d'élevage extensif transhumant présente un grand intérêt macroéconomique et sociopolitique.

Chapitre 13

Diarrhées du chamelon: écopathologie, physiopathologie et prévention

M. Bengoumi³³, J. Berrada³⁴, K. Hidane³⁵, B. Faye³⁶

RÉSUMÉ

La diarrhée du chamelon est une pathologie majeure au Maroc. Dans une étude de terrain, 58 animaux diarrhéiques et 20 animaux sains, issus de 30 troupeaux du sud du Maroc, ont été examinés et des prélèvements de sang et de matières fécales réalisés. L'état général des chameleons semble, en moyenne, relativement peu atteint. Les perturbations métaboliques remarquables sont une augmentation de l'hématocrite chez les chameleons malades (39 contre 29 pour cent), une diminution de la natrémie (152 contre 155 mmol/litre) et de la bicarbonatémie (22 contre 25 mmol/litre), une augmentation de la créatinine (97 contre 86 µmol/litre) et une hypoglycémie (6,5 contre 7,7 mmol/litre). Elles traduisent une déshydratation hypotonique avec acidose compensée.

La colibacillose est observée dans un tiers des cas de diarrhée et la salmonellose dans 8,5 pour cent des cas. Aucun cas de cryptosporidiose n'est observé.

Mots clés: dromadaire; chamelon; diarrhée; métabolisme; déshydratation.

Diarrhoea in the camel calf: ecopathology, physiopathology and prevention

ABSTRACT

Diarrhoea in the camel calf is the main disease of camels in Morocco. A field study of 58 camel calves suffering from diarrhoea and 20 healthy young camels from 30 South Moroccan herds were clinically examined and blood and faeces samples were taken. The general condition of the calves with diarrhoea was in average. The most notable metabolic disturbances in sick calves were an increase of hematocrit (from 39 to 29 percent), a decrease of natremia (from 152 to 155 mmol/litre) and bicarbonatemia (from 22 to 25 mmol/litre), an increase of creatinin (from 97 to 86 µmol/litre) and a hypoglycaemia (from 6.5 to 7.7 mmol/litre). These results indicate a hypotonic dehydration with compensating acidosis.

Colibacillosis was observed in one third of the cases, and salmonellas in 8.5 percent of the cases. No cryptosporidiosis was observed.

Key words: camel; camel calf; diarrhoea; metabolism; dehydration.

³³ Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. BP 6202, Rabat, Maroc.

³⁴ Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. BP 6202, Rabat, Maroc.

³⁵ Direction provinciale de l'agriculture. Laâyoune, Maroc.

³⁶ CIRAD-EMVT, Programme productions animales. BP 5035, 34032 Montpellier, France.

13.1 INTRODUCTION

Les diarrhées du chameau représentent une contrainte majeure à la productivité numérique du cheptel camélin (Faye, 1997), notamment au Maroc (Michel et al., 1996), du fait de leur impact sur la mortalité des jeunes. Au Niger, par exemple, les deux tiers (68 pour cent) des causes de mortalité du jeune entre 0 et 1 an sont attribuées aux diarrhées (Boubaker, 1995). Ces épisodes diarrhéiques peuvent parfois prendre une véritable allure épidématique. Au Maroc, pendant l'hiver 1996-1997, plus de 30 pour cent des chameaux de moins de 1 an ont été affectés par des entérites colibacillaires probablement associées à des viroses non identifiées, aboutissant à la mort dans un tiers des cas (Berrada et al., 1997).

Comme pour les autres espèces d'élevage, l'étiologie de ces diarrhées est multifactorielle et plusieurs agents pathogènes concourent à l'expression clinique de cette pathologie, en interaction avec d'autres facteurs tels que l'infestation parasitaire et le statut nutritionnel et immunologique des animaux (Bengoumi et al., 1998). Les pratiques d'élevage (distribution du colostrum) et le statut nutritionnel de la mère semblent également jouer un rôle prépondérant. Les travaux de recherche concernant les diarrhées ne peuvent donc se limiter à la seule diagnose des agents pathogènes dans les fèces des animaux malades. Des approches écopathologiques – prise en compte des pratiques d'élevage (Faye et al., 1994) – et physiopathologiques – analyse des perturbations métaboliques – peuvent utilement contribuer à améliorer la connaissance du syndrome diarrhée des jeunes.

La présente étude vise précisément à fournir quelques éléments d'information sur les perturbations métaboliques consécutives à des épisodes diarrhéiques chez le chameau dans le but de proposer des thérapeutiques appropriées à cette espèce.

13.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été réalisée dans la zone d'élevage camélin du Maroc (régions de Laâyoune, Boujdour, Dakhla, Tantan et Guelmim), c'est-à-dire grossièrement la moitié sud du pays. La période d'étude a correspondu avec la période maximale de mise bas, soit de décembre 1996 à février 1997. Au total, 30 troupeaux ont été visités. Le choix des troupeaux s'est basé sur la présence d'animaux diarrhéiques en leur sein, cette présence étant signalée par les vétérinaires locaux.

13.2.1 Prélèvements

Après un examen clinique, des prélèvements de sang et de matières fécales ont été réalisés chez tous les animaux diarrhéiques et, dans la mesure où cela était possible, sur des animaux sains appartenant au même troupeau et d'âge comparable. Au total, les observations ont porté sur 58 animaux diarrhéiques et 20 animaux apparemment sains. Les animaux prélevés étaient âgés de 0 à 3 mois maximum. Les jeunes étaient soumis à un allaitement maternel intégral mais, à partir de la troisième semaine, la consommation de fourrages sur parcours était courante.

Le prélèvement sanguin comportait deux échantillons de 10 ml ponctionnés à la veine jugulaire sur des tubes vacutainer hépariné. Après centrifugation, le plasma collecté a été stocké à -20 °C jusqu'à l'analyse. Les matières fécales ont été prélevées directement du rectum, puis stockées dans des tubes stériles à -20 °C.

13.2.2 Examen clinique

Une fiche d'anamnèse était remplie pour chaque chameleon prélevé, indiquant le sexe, l'âge, le poids, l'âge au début de l'apparition des symptômes, les signes cliniques relevés par l'éleveur, les mesures thérapeutiques et toute information sur les conditions d'apparition réelles ou supposées du syndrome diarrhéique. Au remplissage de cette fiche classique d'anamnèse, s'est ajouté un examen clinique approfondi comprenant trois temps:

- un examen de l'état général de l'animal: état des grandes fonctions (appétit, aspect général, attitude), auscultation cardiaque et pulmonaire, prise de température rectale;
- un examen détaillé des selles: consistance, couleur, odeur, présence d'éléments tels que mucus, sang, fibrine, parasites;
- une description des signes cliniques de déshydratation: enfoncement des globes oculaires, chaleur de la cavité buccale, test du pli cutané.

13.2.3 Analyse de sang

Dès le prélèvement, l'hématocrite a été estimé après centrifugation du sang total pendant 15 minutes à 3 000 grammes. Les paramètres biochimiques témoins des perturbations métaboliques ont été analysés sur un auto-analyseur Ektachem Kodak XR 700. Ces paramètres analysés étaient des électrolytes, indicateurs du métabolisme hydrominéral (sodium, potassium, chlorures, bicarbonates, calcium, phosphore), des paramètres organiques indicateurs du métabolisme énergétique et azoté (glucose, urée, protéines totales, créatinine, bilirubine totale) et des enzymes, témoins de la souffrance cellulaire, hépatique ou musculaire: aspartate aminotransférase (ASAT), alanine aminotransférase (ALAT), lactate déshydrogénase (LDH), gamma-glutamyltransférase (GGT) et phosphatases alcalines (PAL).

13.2.4 Analyse des fèces

L'analyse bactériologique des matières fécales s'est focalisée sur la présence de *Salmonella*, de colibacilles et de cryptosporidies selon les méthodes classiques: enrichissement sur bouillon de tétrathionate de sodium, isolement sur gélose, identification biochimique et sérotypage (salmonelles et colibacilles), frottis fixés au méthanol et lecture au microscope après coloration (cryptosporidies).

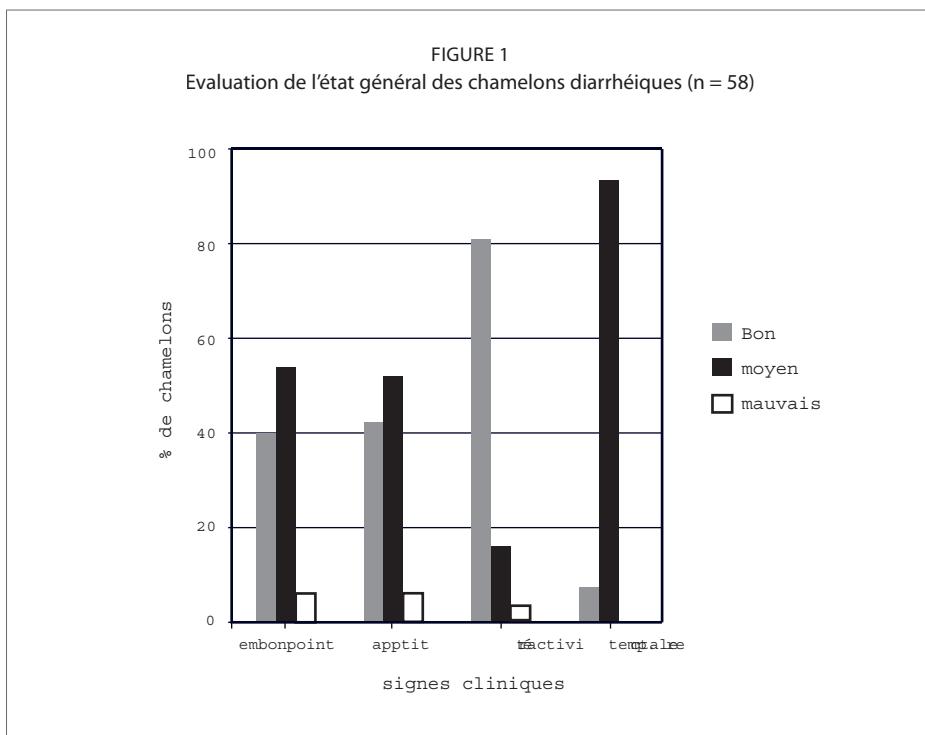
13.2.5 Analyse statistique

Le traitement statistique s'est appuyé sur des méthodes paramétriques de comparaison (test de Student) après analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA).

13.3 RÉSULTATS

13.3.1 Appréciation de l'état général

La diarrhée ne semble pas influencer fortement l'état général des animaux atteints sauf dans quelques rares cas (figure 1). Globalement, le syndrome diarrhéique s'est traduit par un état d'embonpoint moyen (54 pour cent des cas), une faible



perte d'appétit (52 pour cent des cas), une bonne réactivité (81 pour cent des cas) et une température rectale comprise entre 38 et 39,5 °C (93 pour cent des cas). Les chameaux sains ne sont pas mentionnés dans la figure 1, l'ensemble des critères étant classés dans la catégorie «bon».

13.3.2 Analyse des matières fécales

Les résultats de l'analyse descriptive des matières fécales sont répertoriés dans le tableau 1. Ils indiquent, entre autres, que plus de 50 pour cent des échantillons ont présenté une consistance liquide et séreuse, et une odeur nauséabonde. Par ailleurs, la présence d'éléments tels que sang, fibrine et mucus a été relevée dans 40 pour cent des cas.

13.3.3 Signes de déshydratation

La déshydratation est un indicateur de la gravité du syndrome diarrhéique chez le jeune. Elle se traduit par la persistance du pli cutané (supérieure à 10 secondes dans 43 pour cent des cas), une veine jugulaire faiblement perceptible (58 pour cent des cas), une énophtalmie sévère (9 pour cent des cas), une cavité buccale légèrement froide ou très froide (34 pour cent des cas) et un réflexe de succion faible ou désorganisé (67 pour cent des cas). En attribuant une note de 0 à 2 pour chacun de ces critères selon la gravité du symptôme observé, une note globale de 0 à 10 a été attribuée aux animaux diarrhéiques, permettant de les classer en trois groupes:

TABLEAU 1
Caractéristiques physiques des selles des chameleons diarrhéiques (en % des cas)

Signe	Degré	% de cas
Réflexe de défécation	rapide	78
	lent	22
Consistance	compacte	0
	pâteuse	16
	en bouillie	33
	liquide	29
	séreuse	22
Couleur	blanchâtre	4
	jaunâtre	14
	jaune verdâtre	21
	verdâtre	53
	brune	8
Odeur	normale	4
	légèrement fétide	45
	fétide	51
Eléments anormaux	absence	60
	mucus	17
	fibrine	4
	sang	19

- déshydratation nulle ou insignifiante (note générale de 0 à 3): 55 pour cent des cas;
- déshydratation modérée (note générale de 4 à 7): 41 pour cent des cas;
- déshydratation sévère (note générale de 8 à 10): 4 pour cent des cas.

Au total donc, près de la moitié des animaux affectés souffraient de déshydratation.

13.3.4 Paramètres sanguins

Sur l'ensemble des paramètres analysés, cinq d'entre eux diffèrent significativement entre les animaux diarrhéiques et les animaux apparemment sains. Il s'agit de l'hématocrite, de la natrémie, de la bicarbonatémie, de la créatininémie et de la glycémie (tableau 2).

13.3.5 Analyse bactériologique et parasitaire

Un tiers des animaux diarrhéiques (32 pour cent) présentaient une colibacille contre 8 pour cent chez les chameleons apparemment sains. En revanche, le taux de prévalence salmonellique était deux fois plus important chez les chameleons non diarrhéiques (16,6 pour cent) que chez les animaux atteints (8,5 pour cent). Le sérotype principal est *Salmonella Enteritidis*. Chez les animaux malades, quelques cas de *Enterobacter* (4,2 pour cent) et de *Proteus* (2,1 pour cent) ont été identifiés. Aucun cas de cryptosporidiose n'a pu être observé.

TABLEAU 2
Comparaison des paramètres métaboliques sanguins entre
les animaux diarrhéiques et les animaux sains

Paramètres	Animaux diarrhéiques (n = 58)	Animaux sains (n = 20)
Hématocrite (%)	39 ± 3	29 ± 4
Na (mmol/litre)	152 ± 6	155 ± 2
K (mmol/litre)	5,5 ± 0,9	5,0 ± 0,6
Cl ⁻ (mmol/litre)	113 ± 6	112 ± 3
HCO ₃ ⁻ (mmol/litre)	22 ± 4	25 ± 4
Ca (mmol/litre)	2,48 ± 0,24	2,61 ± 0,14
P (mmol/litre)	2,92 ± 0,53	3,06 ± 0,45
Prot. tot. (g/litre)	57 ± 10	56 ± 5
Urée (mmol/litre)	4,6 ± 2,2	4,4 ± 2,4
Créatinine (μmol/litre)	97 ± 48	86 ± 21
Bilirub. tot. (μmol/litre)	2,2 ± 0,6	2,2 ± 0,5
Glucose (mmol/litre)	6,5 ± 2,0	7,7 ± 1,7
PAL (U/litre)	324 ± 167	476 ± 159
ASAT (U/litre)	114 ± 50	117 ± 29
ALAT (U/litre)	21 ± 6	20 ± 8
LDH (U/litre)	2 735 ± 1 244	2 513 ± 1 252
GGT (U/litre)	16 ± 10	19 ± 11

13.4 DISCUSSION

13.4.1 Description clinique

Le syndrome diarrhéique ne semble pas affecter sévèrement l'état général des chameaux, contrairement à l'état adynamique décrit majoritairement chez le veau (Vallet, 1983). L'amaigrissement prononcé n'est observé que dans un nombre limité de cas et la température rectale reste comprise majoritairement entre 38 et 39 °C ce qui, dans le contexte climatique de la période d'étude (saison hivernale), peut être considéré comme quasiment normal. Quelques cas d'hypothermie ont pu être cependant observés.

En revanche, les caractéristiques des selles ont été sensiblement modifiées, notamment la réponse à la stimulation de la défécation, la consistance et l'odeur, en accord avec ce qui est observé chez le veau (Vallet, 1983). Les fermentations intestinales associées à l'entérite sont à l'origine de ces modifications, d'autant plus marquées chez les plus jeunes en allaitement total, les protéines du lait subissant des putréfactions rapides. Les pertes hydriques par la voie fécale lors de la diarrhée conduisent à un état de déshydratation généralement rapide, principalement marqué par l'énoptalmie (bien observée chez le veau). La froideur de la cavité buccale, et souvent aussi des extrémités, est la conséquence de l'hypovolémie et de la vasoconstriction périphérique qui en résulte, ce que révèle l'hématocrite.

Cependant, le degré de consistance des matières fécales ne semble pas lié au degré de déshydratation, conformément à des observations similaires faites chez le veau (Vallet, 1983).

13.4.2 Paramètres sanguins

13.4.2.1 Hématocrite

L'hématocrite renseigne globalement sur le volume des liquides circulant (hémodilution, hémocoïncrémentation) au cours des privations ou des apports d'eau. La mesure de l'hématocrite peut donc apporter des informations utiles sur l'état de déshydratation de l'animal. La fuite d'eau dans les selles se répercute directement sur le liquide extra-cellulaire, essentiellement le plasma. L'hypovolémie et l'hémocoïncrémentation qui s'ensuit, conduit à une élévation des éléments corpusculaires du sang. Les valeurs habituelles de l'hématocrite varient entre 25 et 30 pour cent avec des extrêmes pouvant varier de 22 à 43 pour cent. Ces valeurs sont comparables à celles des autres herbivores domestiques, mais inférieures à celles de la plupart des autres mammifères. Selon certaines observations, l'hématocrite est plus faible chez les jeunes chameleons: 22,3 pour cent contre 27,2 pour cent chez les adultes (Mutugi et al., 1993). Ces résultats ne concordent pas avec ceux de Petrelli et al. (1982) qui relèvent un hématocrite de 16,5 pour cent à la naissance, 22 pour cent à 1 an et 20,6 pour cent à 16 mois. Dans le cas présent, l'état diarrhéique se caractérise par une augmentation moyenne de 10 points de la valeur de l'hématocrite.

13.4.2.2 Electrolytes

Les valeurs observées chez les chameleons apparemment sains sont tout à fait comparables à celles répertoriées dans la littérature (Bengoumi [1992], Elias et Yagil [1984]). Chez les chameleons malades, la natrémie baisse significativement mais dans une proportion moins importante que celle décrite chez le veau diarrhéique (Demigné et Remesy [1980], Maach et al. [1995]). L'hyponatrémie est directement la conséquence de la fuite de cet électrolyte dans les matières fécales (Kaneko, 1989). Il s'agirait donc d'une déshydratation de type hypotonique, caractérisée par la diminution de la pression osmotique.

En moyenne, la kaliémie n'a pas été modifiée bien que, dans quelques cas, des augmentations soient observées chez les animaux malades. Chez le veau diarrhéique, l'élévation de la kaliémie est plus importante (Lewis et Phillips [1973], Demigné et Remesy [1980], Maach et al. [1995]). Cette hyperkaliémie est liée au passage des ions K⁺ du milieu intracellulaire vers le compartiment extracellulaire, contribuant ainsi, par l'échange avec l'ion H⁺, à compenser l'acidose métabolique (Fahmy et al., 1983). Le rapport K intracellulaire/K extracellulaire influe sur le potentiel d'action membranaire pouvant conduire à une perturbation des fonctions nerveuse, musculaire et cardiaque. L'animal en état d'hyperkaliémie devient faible, léthargique (Kaneko, 1989). Dans notre étude, l'absence d'hyperkaliémie chez le chameleon diarrhéique explique donc que l'abattement se révèle être un symptôme moins fréquent que chez les veaux.

Les relations entre chlorurémie et diarrhée sont loin d'être claires et les résultats de la littérature sont plutôt contradictoires (Fayet [1968], Lewis et Phillips [1973], Maach et al. [1995]).

Dans notre étude, bien qu'en moyenne aucune différence ne soit observée entre les malades et les sains, 12 pour cent des chameleons diarrhéiques présentent une chlorurémie élevée supérieure à 118 mmol/litre.

La diminution de la concentration en bicarbonates dans le sang des chameleons diarrhéiques est tout à fait conforme aux résultats répertoriés chez le veau (Brugère, 1983). Elle est le signe d'une acidose métabolique, l'ion bicarbonate ayant essentiellement un rôle de tampon.

13.4.2.3 Paramètres organiques

Les valeurs observées dans notre étude chez les animaux sains sont comparables aux résultats déjà publiés dans cette espèce (Elias et Yagil [1984], Faye et Mulato [1991]). La glycémie est généralement plus élevée chez les jeunes que chez les adultes, du fait de l'apport en lactose et sans doute du stress lors du prélèvement.

Généralement, la diarrhée se traduit par une élévation de la protéinémie, de l'urémie et de la créatininémie par un simple effet d'hypovolémie liée à la déshydratation. Celle-ci aboutissant à une diminution de la diurèse, on observe une accumulation des produits issus du catabolisme protéique dans le sang (Maach et al., 1995). Ces phénomènes apparaissent moins marqués chez le chameleon, comparé au veau, bien que chez les chameleons les plus déshydratés l'urémie dépasse 7 mmol/litre.

L'hypoglycémie chez les chameleons diarrhéiques peut être associée à plusieurs causes: anorexie (Lewis et Phillips, 1973), diminution des réserves glycogéniques lors d'insuffisance d'apport colostral (Demigné et Remesy, 1980), hypoxie tissulaire (Tennant et al., 1972). Enfin, l'absence de différence entre les types d'animaux concernant la bilirubinémie témoigne de l'absence d'atteinte hémolytique ou hépatobiliaire. Globalement, les chameleons diarrhéiques présentent des perturbations métaboliques moins sévères que les veaux malades.

13.4.2.4 Enzymes

Aucune valeur de l'activité enzymatique n'apparaît hors normes (Bengoumi, 1992). Seule la LDH, témoin d'une activité musculaire intense, paraît plus élevée chez les chameleons sains comparés aux résultats de la littérature (Snow et al., 1988), ce qui peut être attribué à l'effort physique accompli par ces animaux pendant les déplacements auxquels ils sont contraints. Chez les chameleons atteints de diarrhée, une diminution importante de l'activité plasmatique des PAL est observée chez les individus les plus malades. Cela pourrait être lié au retard de croissance induit par la maladie. En effet, les ostéoblastes, fortement impliqués dans la croissance osseuse, sont riches en PAL et tout ralentissement de cette croissance se traduit par une baisse de l'activité enzymatique (Bengoumi, 1992).

13.4.2.5 Agents pathogènes

Les résultats bactériologiques confirment que les agents pathogènes sont tout autant des témoins d'un déséquilibre organique que des causes primaires de la diarrhée. Le caractère multifactoriel de la diarrhée implique que la recherche des agents pathogènes ne représente qu'un élément dans l'analyse de la maladie.

Dans notre étude, les animaux porteurs de salmonelles (y compris les porteurs apparemment sains) appartenaient à des troupeaux différents et à des régions éloignées les unes des autres. Ce résultat suggère que les infections salmonelliennes

sont largement dispersées. Le sérotype isolé se révèle différent de ceux isolés sur le chameau en Mauritanie (Kane, 1988). Les épisodes épizootiques de diarrhée, associés à une forte mortalité des chameaux, relevés dans un passé récent au Maroc, pourraient être attribués à une infection salmonellique, dans la mesure où les signes cliniques observés (inappétence, faiblesse, diarrhée et mort en quelques jours) correspondent à ceux rapportés chez le veau salmonellique (Buxton et Fraser, 1977).

La colibacille est une cause majeure de la diarrhée chez les jeunes chameaux (Boubaker, 1995), comme chez les jeunes veaux et les agneaux. Cependant, dans notre étude, la pathogénicité des souches n'a pas été testée. Par ailleurs, le rôle des infections virales (souvent primaires par rapport aux infections bactériennes) n'a pas pu être abordé dans le cadre de cette étude.

Enfin, la cryptosporidiose n'apparaît pas, dans notre étude, comme étant un facteur essentiel dans l'étiologie des diarrhées du chameau au Maroc, contrairement au veau et à l'agneau (Bennani, 1988). Du reste, il semble que seul *Globidium camelii* (Faye, 1997) soit spécifique du dromadaire.

13.5 CONCLUSION

Cette étude a permis de préciser les signes cliniques de la diarrhée du chameau, rarement décrite dans la littérature accessible. Si le protocole d'étude n'a pas permis d'apporter des précisions sur l'étiologie des diarrhées chez le chameau, l'étude des perturbations métaboliques indique clairement que le principal symptôme se caractérise par une déshydratation hypotonique avec une acidose compensée. Lors du traitement antibiotique classique qui peut être proposé, il convient donc d'administrer au chameau, afin de rétablir les équilibres métaboliques, un rehydratant adapté. Cette mise au point constitue donc la prochaine étape de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- Benanni, Y. 1988. Epidémiologie des diarrhées néonatales à *Escherichia coli* K99⁺ et *Cryptosporidium* du veau. Thèse de doctorat vétérinaire, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- Bengoumi, M. 1992. Biochimie clinique du dromadaire et mécanismes de son adaptation à la déshydratation. Thèse de doctorat ès Sciences agronomiques, IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 184 p.
- Bengoumi, M., Michel, J.F., Hidane, K., Bonnet, P., Faye, B. 1998. Ecopathological study of the camel young mortality in the south of Morocco, Proceedings of the Third Annual Meeting for animal production under arid conditions, Al-Ain, 2-3 mai, 1998, Emirats arabes unis.
- Berrada, J., Bengoumi, M., Hidane, K., Touti, J. 1997. *Salmonella* infection in new-born camels in the south of Morocco, XII^e Congrès vétérinaire maghrébin, 3-6 mai 1997, Tripoli, Libye.
- Boubaker, A. 1995. Contribution à l'étude des agents infectieux et parasitaires des diarrhées du chameau au Niger. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, Ecole nationale de médecine vétérinaire de Sidi Thabet, Tunisie.

- Brugère, H. 1983. Les diarrhées: Physiopathologie et déductions thérapeutiques. Rec. Med. Vét., 159(3): 149-158.
- Buxton, A., Fraser, G. 1977. Animal microbiology. Blackwell scientific publ., Vol. 1, Oxford, Royaume-Uni.
- Demigné C., Remesy, C. 1980. Evidence of different types of acidosis associated with diarrhoea in the neonatal calf. Ann. Rech. Vét., 11: 267-272.
- Elias, E., Yagil, R. 1984. Haematological and serum biochemical values in lactating camels (*Camelus dromedarius*) and their newborn. Refuah Vet., 41: 7-13.
- Fahmy, F., Salem, F.S., Mohamed, S.E. 1983. Hemogram and serum electrolytes in camels suffering from dietetic diarrhoea before and after treatment. J. Drug. Res. Egypt., 14(1): 107-112.
- Faye, B. 1997. Le guide de l'élevage du dromadaire. Publ. SANOFI, Libourne, France.
- Faye, B., Lefevre, P.C., Lancelot, R., Quirin, R. 1994. Ecopathologie animale. Méthodologie et applications en milieu tropical. Publ. INRA/CIRAD, Versailles, France.
- Faye, B., Mulato, C. 1991. Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux dans le plasma chez le dromadaire de Djibouti. Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 44: 325-334.
- Fayet, J.C. 1968. Recherches sur le métabolisme hydrominéral chez le veau normal ou en état de diarrhée. Ann. Rech. Vét., 1: 109-115.
- Kane, Y.A. 1988. Contribution à l'étude de la variole du dromadaire (camelpox) en Mauritanie. Thèse de doctorat vétérinaire, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- Kaneko, J.J. 1989. Clinical biochemistry of domestic animals, 4^e éd., Academic Press, New York, Etats-Unis.
- Lewis, L.D., Phillips, R.W. 1973. Water and electrolytes losses in neonatal calves with acute diarrhoea. A complete balance study. Cornell Vet., 62: 596-607.
- Maach, A., Grunder, H.D., Boujija, A. 1995. La diarrhée néonatale du veau. Etude physiopathologique (II). Maghreb Vét., 7: 30.
- Michel, J.F., Bengoumi, M., Bonnet, P., Hidane, K., Zro, K., Faye, B. 1996. Typologie des systèmes de production camélins dans la province de Laâyoune, Maroc. Revue Elevage et médecine vétérinaire dans les pays tropicaux, 50(4): 313-323.
- Mutugi, M.W., Olaho-Mukani, W., Kuto, B., Alushula, H., Njogu, A.R. 1993. Haematological characteristics of the one-humped camel, *Camelus dromedarius*, in Kenya. Bull. Anim. Prod. Afr., 41: 181-184.
- Petrelli, F., Dahir, A.M., Mohamed, A.S., Moretti, P. 1982. Blood values in clinically normal African camels (*Camelus dromedarius*) of various age. Bull. Scient. Fac. Zootech. Vet., Univ. Nat. Somalia, 3: 133-137.
- Snow, D.H., Billah, A., Ridah, A. 1988. Effects of maximal exercise on the blood composition of the racing camel. Vet. Rec., 123: 311-312.
- Tennant, B., Harrold, D., Reina-Guerra, M. 1972. Harrold, D., Reina-Guerra, M., Physiologic and metabolic factors in the pathogenesis of neonatal enteric infections in calves. J. A. V. M. A, 161: 993-1007.
- Vallet, A. 1983. Rôle des facteurs du milieu dans la pathologie du veau nouveau-né. Epidémiologie et santé animale. Bull. A.E.E.M.A., 3: 5-24.

Chapitre 14

Dépistage de mammites subcliniques chez la chamelle en lactation à Nouakchott (Mauritanie)

Y. Kane³⁷, R. Alamedji-Bada³⁸,
 M. Ahmed O.³⁹, A. Diop⁴⁰, B.C. Diallo⁴¹,
 Y. Kaboret⁴², F.A. Abiola⁴³

RÉSUMÉ

Pour déterminer la prévalence des mammites subcliniques et les bactéries associées à ces mammites, une étude a porté sur 884 quartiers de 221 chamelettes (*Camelus dromedarius*), de race locale, en lactation, et élevées dans la zone périurbaine de Nouakchott. Le California mastitis test (CMT) a été appliqué sur 876 échantillons de lait dont 32 ont été analysés par la bactériologie.

Parmi les 221 chamelettes examinées, 54 (24 pour cent) étaient en début de lactation, 60 (27 pour cent) en milieu de lactation et 107 (48 pour cent) en fin de lactation. Il n'a pas été détecté de signe clinique de mammite. Les prévalences des scores du CMT ont été comme suit: 62 pour cent pour le score 0; 18 pour cent pour le score 1; 13 pour cent pour le score 2; 6 pour cent pour le score 3; et 1 pour cent pour le score 4. La prévalence de mammites subcliniques au sein des quartiers testés a été de 37,67 pour cent et celle des chamelettes des troupeaux suivis a été de 44,33 pour cent.

Les résultats bactériologiques ont permis d'isoler 52 isolats bactériens répartis en sept genres bactériens et qui sont: *Streptococcus* (42 pour cent), *Staphylococcus* (17 pour cent), *Escherichia* (12 pour cent), *Micrococcus* (11 pour cent), *Pseudomonas* (8 pour cent), *Proteus* (8 pour cent) et *Enterobacter* (2 pour cent). Dans 53,12 pour cent des prélèvements, une seule espèce bactérienne a été isolée par prélèvement; alors que dans 46,88 pour cent des prélèvements, les bactéries isolées sont mixtes et les germes sont associés en deux à trois espèces différentes. Plus le score du CMT est élevé, plus l'isolement bactérien mixte est observé. La sensibilité de certains isolats vis-à-vis de certains antibiotiques a été testée. Au sein de la flore bactérienne identifiée, certaines

³⁷ EISMV, BP 5077 Dakar-Fann, Sénégal. Tél.: (+221) 8651008; Télécopie: (+221) 8254283. Correspondance et tiré à part, courrier électronique: ykane@refer.sn.

³⁸ EISMV, BP 5077 Dakar-Fann, Sénégal. Tél.: (+221) 8651008; Télécopie: (+221) 8254283.

³⁹ CNERV, BP 167 Nouakchott, Mauritanie. Tél./télécopie: (+222) 5252803.

⁴⁰ CNERV, BP 167 Nouakchott, Mauritanie. Tél./télécopie: (+222) 5252803.

⁴¹ CNERV, BP 167 Nouakchott, Mauritanie. Tél./télécopie: (+222) 5252803.

⁴² EISMV, BP 5077 Dakar-Fann, Sénégal. Tél.: (+221) 8651008; Télécopie: (+221) 8254283.

⁴³ EISMV, BP 5077 Dakar-Fann, Sénégal. Tél.: (+221) 8651008; Télécopie: (+221) 8254283.

espèces sont pathogènes et d'autres sont des germes de contamination. L'habitat des animaux, les méthodes de traite et les moyens traditionnels de protection des pis sont autant de facteurs favorisant l'infection des trayons.

Mots clés: mammites subcliniques; chamelle; Mauritanie.

Screening of subclinical mastitis in lactating camels at Nouakchott, Mauritania

ABSTRACT

A study examined 221 local lactating camels (*Camelus dromedarius*) in peri-urban zone of Nouakchott. The California Mastitis Test (CMT) was applied to 876 milk samples, of which 32 were submitted to bacteriological analysis.

Of the 221 camels examined, 54 (24 percent) were in early lactation, 60 (27 percent) were in mid lactation and 107 (48 percent) were in late lactation. No signs of clinical mastitis are detected. The CMT scores were: 546 samples (62 percent) scored 0; 161 samples (18 percent) scored 1; 109 samples (13 percent) scored 2, 50 samples (6 percent) scored 3; 10 samples (1 percent) scored 4. The subclinical mastitis was detected in 38 percent of the quarter samples tested and 44 percent of the camels examined.

The bacteriological analysis resulted in 52 isolations of bacteria belonging to the following seven groups of bacteria: *Streptococcus* (42 percent), *Staphylococcus* (17 percent), *Escherichia* (12 percent), *Micrococcus* (11 percent), *Pseudomonas* (8 percent), *Proteus* (8 percent) and *Enterobacter* (2 percent). Fifty-three percent of positive bacteriological samples contained one bacterial species only, while 47 percent contained two or more different bacterial species. A higher CMT score appeared to be related to mixed bacterial infections. The antibiotic sensitivity of some isolates was tested. Out of the identified bacterial flora, certain of the species were pathogens while other were contaminants. The environment, the milking method and the traditional anti-suckling-device ("schmell") are all factors that exacerbate the infection of teat.

Key words: subclinical mastitis; camel; Mauritania.

14.1 INTRODUCTION

L'élevage camelin occupe une place importante en Mauritanie du fait de ses rôles socioéconomique et environnemental. Depuis quelques années, cet élevage connaît un nouvel essor en raison du développement de l'élevage périurbain laitier du fait de l'urbanisation massive, de la forte demande en lait de dromadaire, et de l'introduction de l'industrie laitière. Malheureusement, cet élevage périurbain connaît des contraintes principalement liées à l'alimentation et aux maladies. Parmi ces maladies, les affections mammaires constituent une composante majeure.

Les mammites sont des réactions inflammatoires de la glande mammaire. Chez les principales espèces domestiques, elles se traduisent par des signes cliniques divers en fonction, entre autres, du stade d'évolution de ces réactions (aiguë, subaiguë, chronique) et de la nature des agents étiologiques impliqués dans leur apparition. Par ailleurs, ces mammites peuvent être aussi subcliniques.

A l'instar d'autres espèces animales domestiques, les mammites ont été décrites chez les chameles dans plusieurs pays (Quandil et Oudar [1984], Barbour et al. [1985], Abdurahman [1994], Wernery et Kaaden [1995], Obied et al. [1996], Al-Ani et Al-Shareefi [1997], Tibary et Anouassi [1997], Sghiri et al. [2000], Kane et al. [2003]). Cependant, les mammites semblent moins fréquentes chez les chameles que chez les autres ruminants (vache, brebis, chèvre). En outre, les mammites subcliniques sont plus fréquentes que celles avec des signes cliniques évidents.

Les conséquences des mammites sont significatives, tant du point de vue économique (baisse de la production de lait, mauvaise croissance des jeunes, coût des traitements) qu'hygiénique (intoxication alimentaire, zoonose). A notre connaissance, il n'y a pas eu d'études sur les mammites subcliniques chez les chameles en Mauritanie.

L'objectif de cette étude est de déterminer la prévalence de mammites subcliniques et les bactéries qui y sont associées.

14.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

14.2.1 Animaux

L'étude a porté sur 221 chameles (*Camelus dromedarius*), de race locale, élevées dans la zone périurbaine de Nouakchott. Ces chameles appartiennent à cinq éleveurs et elles sont nourries aux pâturages avec une supplémentation à base de tourteaux d'arachide et de blé.

Les animaux sont élevés en plein air et leur abreuvement est assuré par l'eau de la ville de Nouakchott. La traite de lait se fait de façon traditionnelle, c'est-à-dire manuelle. En dehors de la période de traite, les mamelles sont protégées par un protège-mamelle en cordes, appelé «schmell» en Hassanyia, pour éviter que les chameleons têtent à tout moment.

14.2.2 Prélèvements de lait

Avant de prélever le lait, les mamelles ont été minutieusement examinées afin de détecter les signes de mammites cliniques. Au moment de prélever les échantillons de lait, la chamele est d'abord têtée par son chamelon afin de stimuler la descente

(montée) du lait. Ensuite, le chameçon est écarté et le pis de la chameuse est nettoyé avec du papier essuie-tout à usage unique imbibé d'eau distillée stérile. Sur les 884 quartiers, huit sont non fonctionnels, c'est-à-dire taris. Ainsi, 876 échantillons de lait provenant de chaque quartier ont été analysés par le California mastitis test (CMT). Parmi ces échantillons, 32 échantillons (deux de score 0 et 30 de score supérieur ou égal à 1) ont été prélevés dans des tubes stériles, puis conservés sous froid et acheminés au laboratoire pour des analyses bactériologiques. Les échantillons de score 0 ont été prélevés à cause de leur caractère sanguinolent.

14.2.3 Le California mastitis test (CMT)

Il s'agit d'un test basé sur l'utilisation d'un réactif à base d'un tensioactif (Alkyl-aryl-sulfonate de sodium). Sa réalisation consiste à mettre 2 ml de lait dans chaque cupule du plateau test auxquels on ajoute 2 ml du réactif contenu dans un flacon doseur. Le mélange est homogénéisé par des mouvements circulatoires et horizontaux du plateau test. La lecture est faite 10 secondes après et l'interprétation est basée sur les critères mentionnés dans le tableau 1.

14.2.4 Analyses bactériologiques

Les échantillons de lait destinés aux analyses bactériologiques ont été analysés par des techniques bactériologiques d'isolement et d'identification classiques (Quinn et al., 1994). La sensibilité de quelques souches à certains antibiotiques a été testée.

14.2.5 Analyse statistique

L'analyse statistique des résultats a été réalisée par le logiciel Programme statistique pour les sciences sociales.

14.3 RÉSULTATS

14.3.1 Stades de lactation et scores du CMT

Sur les 221 chameuses, 54 (24,4 pour cent) sont en début de lactation, 60 (27,1 pour cent) en milieu de lactation et 107 (48,4 pour cent) en fin de lactation. Aucun signe de mammite clinique n'a été décelé chez ces chameuses. Les scores globaux

TABLEAU 1
Lecture et interprétation du CMT

Degré	Scores	Aspects morphologiques
-	0	Mélange fluide, aucun flokulât, couleur grise.
±	1	Flokulât très fin qui disparaît après agitation, couleur gris-violet.
+	2	Flokulât léger, persistant sans gélification, réaction parfois réversible, couleur gris-violet.
++	3	Flokulât épais, formation d'un gel par endroits, tendance du flokulât à venir au centre de la coupelle lors de mouvements rotatifs; le flokulât s'étale lors de cessation du mouvement, couleur violette.
+++	4	Gel très épais, consistance d'un blanc d'oeuf et formant une masse convexe persistante au centre de la coupelle, couleur violet foncé.

Source: Schneider et al, (1966).

du test figurent dans le tableau 2. Sur les 876 échantillons testés, 62,33 pour cent sont de score 0 et 37,67 pour cent sont de score 1 à 4. Les pourcentages des scores 1 à 4 sont décroissants au fur et à mesure que le score du CMT augmente.

14.3.2 Résultats bactériologiques

Le résultat bactériologique a été positif sur les 32 échantillons analysés. Le tableau 3 indique le nombre et la fréquence des genres bactériens isolés. Les bactéries isolées sont réparties en sept genres parmi lesquels les Streptocoques sont majoritaires (65,62 pour cent), suivis des Staphylocoques (28,12 pour cent), des genres Escherichia (18,75 pour cent), Micrococcus (18,75 pour cent), Pseudomonas (12,50 pour cent), Proteus (12,50 pour cent) et Enterobacter (3,12 pour cent). Les pourcentages des isolats au sein de ces genres sont respectivement 42,31 pour cent (Streptocoques), 17,31 pour cent (Staphylocoques), 11,54 pour cent (Escherichia et Micrococcus), 7,69 pour cent (Pseudomonas et Proteus), et 1,92 pour cent (Entérobactéries).

Dans 53,12 pour cent des prélèvements, une seule espèce bactérienne a été isolée par prélèvement, alors que dans 46,88 pour cent des prélèvements, les bactéries isolées sont mixtes et les germes sont associés en deux à trois espèces différentes (tableaux 4 et 5). Plus le score du CMT est élevé, plus l'isolement bactérien mixte est observé (tableau 5). Dans les deux prélèvements d'aspect sanieux et de score 0, il a été isolé un *Staphylococcus* spp. (un prélèvement) et une association *Streptococcus* spp. et *Micrococcus* spp. (un prélèvement).

TABLEAU 2
Résultats globaux du CMT

Scores	Nombre	Fréquences (%)
0	546	62,33
1	161	18,38
2	109	12,44
3	50	5,71
4	10	1,14
Total	876	100

TABLEAU 3
Nombre et fréquence des genres bactériens isolés

Genres bactériens	Dans les échantillons		Au sein des isolats	
	Nombre	Fréquence (%)	Nombre	Fréquence (%)
Streptococcus	22	65,62	22	42,31
Staphylococcus	9	28,12	9	17,31
Escherichia	6	18,75	6	11,54
Micrococcus	6	18,75	6	11,54
Pseudomonas	4	12,50	4	7,69
Proteus	4	12,50	4	7,69
Enterobacter	1	3,12	1	1,92
Total	32		52	100

TABLEAU 4

Nombre et fréquence des espèces bactériennes isolées, seules ou en association

Bactéries	Nombre	Fréquence (%)
Streptococcus spp.	8	25
Streptococcus spp., Micrococcus spp.	5	15,62
Streptococcus spp., Staphylococcus spp.	1	3,12
Staphylococcus aureus	5	15,62
Enterobacter cloacae	1	3,12
Proteus mirabilis	1	3,12
Escherichia coli	1	3,12
Staphylococcus spp.	1	3,12
Streptococcus groupe D, Pseudomonas aeruginosa, Micrococcus spp.	1	3,12
Escherichia coli, Streptococcus groupe D, Proteus spp.	1	3,12
Streptococcus groupe D, Staphylococcus coagulase négatif	2	6,25
Streptococcus groupe D, Escherichia coli	2	6,25
Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Proteus spp.	1	3,12
Streptococcus groupe D, Pseudomonas aeruginosa, Proteus spp.	1	3,12
Streptococcus groupe D, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli	1	3,12
Total	32	100

TABLEAU 5

Espèces bactériennes isolées en fonction des scores du CMT

Bactéries	Scores				
	Score 0 (n = 2)	Score 1 (n = 2)	Score 2 (n = 10)	Score 3 (n = 8)	Score 4 (n = 10)
Streptococcus spp.	1	4	3		
Staphylococcus aureus		1	3	1	
Enterobacter cloacae			1		
Proteus mirabilis					1
Escherichia coli				1	
Staphylococcus spp.	1				
Streptococcus spp., Micrococcus spp.	1		1	2	1
Streptococcus spp., Staphylococcus spp.					1
Streptococcus groupe D, Staphylococcus coagulase négatif					2
Streptococcus groupe D, Escherichia coli					2
Streptococcus groupe D, Pseudomonas aeruginosa, Micrococcus spp.					1
Escherichia coli, Streptococcus groupe D, Proteus spp.					1
Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Proteus spp.					1
Streptococcus groupe D, Pseudomonas aeruginosa, Proteus spp.					1
Streptococcus groupe D, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli					1

Le test d'antibiogramme a révélé que la plupart des bactéries testées sont sensibles aux tétracyclines, à l'ampicilline et à la péni-streptomycine. Par contre, certaines souches bactériennes ont été résistantes à l'oxytétracycline, aux sulfamides et à la péni-streptomycine (tableau 6).

14.4 DISCUSSION

Nos résultats ont permis, pour la première fois, le dépistage de mammites subcliniques chez les chameles en lactation en Mauritanie. Comme le montrent Sghiri et al. (2000), en se basant sur le seuil de positivité à un score du CMT supérieur ou égal à 1, le pourcentage de quartiers atteints de mammites subcliniques est de 37,67 pour cent. Ce pourcentage est compris entre ceux observés à Lâayoune au Maroc (zone frontalière avec la Mauritanie) par Sghiri et al. (2000), qui sont de 40 pour cent en février et de 36,3 pour cent en juin. Cependant, notre pourcentage est inférieur à ceux observés par Obied et al. (1996) qui varient de 47,3 à 54,46 pour cent. Dans notre étude, le pourcentage de chameles atteintes de mammites subcliniques (score supérieur ou égal à 1) était de 44,33 pour cent. Ce taux a été de 66,9 pour cent au Maroc (Sghiri et al., 2000) et de 37 pour cent en Somalie, selon Faye (1997).

Ces différences peuvent être liées à plusieurs facteurs, parmi lesquels on peut citer les différentes méthodes employées (CMT, comptage des cellules somatiques [CCS]), des facteurs liés aux stades de lactation des chameles testées, et les antécédents pathologiques (cas de mammites) des chameles.

Dans notre étude, les bactéries isolées sont diverses mais avec une prédominance de quatre genres: *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*. Nos résultats bactériologiques sont comparables à ceux obtenus dans d'autres études. Toutefois, la répartition des germes bactériens isolés dans le lait de chamele varie d'un auteur à l'autre. Dans l'étude de Sghiri et al. (2000), les Staphylocoques et les Entérobactéries ont été les germes dominants. Barbour et al. (1985) ont isolé principalement les Microcoques, les Staphylocoques, les

TABLEAU 6
Sensibilité de quelques bactéries isolées vis-à-vis de certains antibiotiques

Espèces bactériennes	Antibiotiques*											
	Tétra.		Oxytétra.		Amp.		Sulf.		Péni-strepto.		Néom.	
	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	3	3	5	1	1	3	3	2	1	0
<i>Streptococcus</i> spp.	6	1	5	2	4	3	6	1	3	3	-	-
<i>Escherichia coli</i>	2	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	0
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	0	1	0	0	1	0	1	-	-	-	-
<i>Staphylococcus</i> spp.	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	1	-	-	-	-	0	1	-	-	1	0

* Antibiotiques: Tétra. (tétracycline), Oxytétra. (oxytétracycline), Amp. (ampicilline), Sulf. (sulfamides), Péni-strepto. (pénistreptomycine), Néom. (néomycine).

* 0 à 6: nombre de souches.

- non testé.

Streptocoques et les Corynèbactéries. Selon Guliye et al. (2002), des bactéries ont été isolées dans 81,4 pour cent de leurs prélèvements dont 40,7 pour cent avec des bactéries mixtes (deux ou plus bactéries). Au sein de ces bactéries, les principaux germes sont des Staphylocoques, des Microcoques, des Bacillus, des Streptocoques et *Escherichia coli*. Al-Ani et Al-Shareefi (1997) ont montré que *Staphylococcus aureus* et *Corynebacterium pyogenes* sont les principaux germes responsables de mammites chroniques alors que les mammites subcliniques sont essentiellement dues à *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus spp.*, *Pasteurella haemolytica*, *Escherichia coli*, et *Micrococcus spp.* Quandil et Oudar (1984) ont isolé des Streptocoques, des Staphylocoques, *Escherichia coli* et *Bacillus cereus* chez des chameaux atteintes de mammites cliniques. Par contre, les bactéries isolées par ces derniers à partir du lait de mamelles apparemment saines, sont des Microcoques, des Staphylocoques coagulase négatif et des Entérocoques. Obied et al. (1996) ont montré que *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus agalactiae*, *Micrococcus spp.* et *Aerobacter spp.* sont les principaux germes responsables de mammite des chameaux au Soudan.

Dans notre étude, il n'a pas été isolé de Corynèbactéries, ni de Bacillus; par contre, le genre *Pseudomonas* a été isolé dans quatre prélèvements où il a toujours été en association avec d'autres germes bactériens; à noter que le genre a rarement été isolé du lait de chameau (Guliye et al., 2002).

Par ailleurs, les germes bactériens isolés par les différents auteurs et qui ont été précédemment cités sont de deux types. Il y a ceux qui sont à l'origine de mammites cliniques (selon Kane et al. [2003], Quandil et Oudar [1984], Al-Ani et Al-Shareefi [1997]) et ceux qui sont associés à des mammites subcliniques (selon Sghiri et al. [2000], Guliye et al. [2002], Barbour et al. [1985]).

Dans notre étude, ces deux types de germes ont été isolés. Les isolats sont quelquefois associés à une forte positivité du test CMT et le score 4 de ce test a été le score où il y a le plus d'isolats d'espèces bactériennes mixtes; ce qui témoigne de l'association de ces bactéries aux mammites subcliniques des chameaux testées. La présence de ces germes et leur diversité peuvent être expliquées par des facteurs liés à l'environnement où vivent les chameaux (sols poussiéreux, traite manuelle dont l'hygiène est douteuse, protège-mamelle souillé).

Par rapport à la sensibilité des bactéries vis-à-vis de certains antibiotiques, certaines souches y sont résistantes. Cela pourrait être lié à l'utilisation courante de ces antibiotiques car ils sont fréquemment employés pour le traitement des affections chez le dromadaire en Mauritanie. Ces résultats corroborent ceux de Barbour et al. (1985).

14.5 CONCLUSION

Notre étude a permis de montrer que 37,67 pour cent des quartiers de mamelles testés sont atteints de mammites subcliniques et que la prévalence de ces mammites au sein des chameaux des troupeaux suivis est de 44,33 pour cent. Ces mammites sont associées à la présence d'une flore bactérienne diverse avec des espèces bactériennes pathogènes. L'existence de ces bactéries et les conditions

d'hygiène défectueuses dans les élevages (habitat, traite, protège-mamelle) sont parmi les facteurs qui favorisent l'infection mammaire. Compte tenu de la fréquence de ces mammites subcliniques au sein des chameaux en lactation et de la diversité des germes bactériens mis en évidence, il est fort probable que les infections mammaires de la chameau en Mauritanie soient à l'origine de pertes économiques non négligeables pour l'éleveur et les industriels, du fait de la baisse de la production laitière et de l'impact néfaste sur la qualité du lait à transformer industriellement. Par ailleurs, en raison de la grande consommation du lait de chameau cru, le lait mammiteux peut constituer un risque hygiénique pour la santé des consommateurs mauritaniens. C'est pourquoi les études doivent être poursuivies, afin de déterminer la prévalence des mammites cliniques et leur étiologie et de mieux affiner les données sur les mammites subcliniques de la chameau en Mauritanie. Pour lutter efficacement contre ces mammites, les mesures suivantes peuvent être envisagées: dépistage des mammites subcliniques, hygiène de la traite et de l'habitat des animaux, traitement des mammites cliniques par des antibiotiques appropriés et sensibilisation des consommateurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdurahman, O.A.Sh. 1994. Detection of subclinical mastitis in camel: Relationship between udder infection and inflammatory indicators in milk. Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, 7 p.
- Al-Ani, F.K., Al-Shareefi, M.R. 1997. Studies on mastitis in lactating one humped camels (*Camelus dromedarius*) in Iraq. Journal of Camel Practice and Research, 4(1): 47-49.
- Barbour, E.K., Nabbut, N.H., Frerichs, W.M., Al-Nakhli, H.M., Al-Mukayel, A.A. 1985. Mastitis in *Camelus dromedarius* in Saudi Arabia. Trop. Anim. Hlth. Prod., 17: 173-179.
- Faye, B. 1997. Guide de l'élevage du dromadaire, 1^{re} éd., SANOFI Santé Nutrition animale, Libourne, France, 119-120.
- Kane, Y., Diop, A., Isselmou, E., Kaborat, Y., Ould Mekhalle, M., Diallo, B.C. 2003. Contraintes majeures de l'élevage camelin en Mauritanie. RASPA, 1(1): 31-37.
- Obied, A.-I., Bagadi, H.-O., Mukhtar, M.-M. 1996. Mastitis in *Camelus dromedarius* and the somatic cell content of camel milk. Res. Vet. Sci., 61: 55-58.
- Quandil, S.S., Oudar, J. 1984. Etude bactériologique de quelques cas de mammites chez la chameau (*Camelus dromedarius*) dans les Emirats arabes unis (note préliminaire). Revue Méd. Vét., 135(11): 705-707.
- Quinn, P.J., Carter, M.E., Markey, B., Carter, G.R. 1994. Clinical veterinary microbiology, MOSBY, Londres, 648 p.
- Schneider, E., Jasper, D.E., Elde, R.N. 1966. The relationship between bulk tank, microscopic cell count and the individual CMT relation. Am. J. Vet. Res., 27: 1169-1175.

- Sghiri, A., El Idrissi Hamzi, A., Bouslikhane, M., Boujema, O., Hidane, K. 2000. Dépistage des mammites subcliniques chez la chamele dans la région de Lâayoune (Maroc). Proceedings Maladies parasitaires et infectieuses du dromadaire, A. Dakkar (éd.), Actes Éditions, Rabat, 79-88.
- Tibary, A., Anouassi, A. 1997. Theriogenology in Camelidae. Anatomy, physiology, pathology and artificial breeding. (1^{re} éd.), Actes Editions, Rabat, Maroc, 366-368.
- Wernery, U., Kaaden, O.-R. 1995. Infectious Diseases of Camelids. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Allemagne, 133 p.

Chapitre 15

Valorisation du lait de chameau au Sahel: opération «fromages camélins» au Niger et au Mali

Franck S.G. Vias⁴⁴, B. Bonfoh⁴⁵,
M. Garba⁴⁶, I. Ilou⁴⁷,
H. Kamil⁴⁸, B. Faye⁴⁹

RÉSUMÉ

La mise au point d'un ferment (CamiflocND) permettant de coaguler le lait de chameau offre aux éleveurs camélins du Sahel (Niger et Mali) une opportunité intéressante de valoriser les excédents laitiers d'hivernage sous forme de fromages. Des opérations pilotes de promotion et de vulgarisation de cette technologie ont été expérimentées et lancées auprès de 120 éleveurs de dromadaires dans les parties septentrionales du Niger et du Mali, respectivement par l'ONG Karkara et Vétérinaires sans frontières. La finalité de ces opérations était de susciter l'adoption d'une innovation technique, mais aussi d'améliorer les modes de conservation et l'alimentation, et de diversifier les sources de revenu pour les nomades.

Le présent document restitue les résultats de l'expérience en insistant, d'une part, sur les contraintes du système d'élevage rendant l'accès difficile au grand potentiel laitier (mobilité des troupeaux) et, d'autre part, sur les contraintes d'ordre technologique (accessibilité, coût et dosage du CamiflocND). Par ailleurs, les caractères organoleptiques peu habituels pour les nomades font du fromage un produit destiné aux consommateurs externes au milieu. Le coût élevé des fromages, et l'hygiène douteuse restreignent le marché du produit.

La maîtrise de l'utilisation du CamiflocND, l'évaluation de la qualité du produit et les essais en cours d'utilisation de l'enzyme «chymosine» peuvent permettre de mieux valoriser ce produit.

Mots Clés: valorisation; lait de chameau; Sahel; fromages camélins; Niger; Mali.

Camel milk development in the Sahel: “Camel cheeses” campaign in

⁴⁴ Cellule d'appui à la promotion de l'élevage au Niger. BP 510, Niamey, Niger.

⁴⁵ Institut tropical suisse. 4002 Bale, Suisse.

⁴⁶ Cellule d'appui à la promotion de l'élevage au Niger. BP 510, Niamey, Niger.

⁴⁷ Cellule d'appui à la promotion de l'élevage au Niger. BP 510, Niamey, Niger.

⁴⁸ Vétérinaires sans frontières. 14, av. Berthelot, 69361 Lyon Cedex 07, France.

⁴⁹ CIRAD-EMVT. Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier, France.

the Tadsit (Niger) and in Timbuktu (Mali)

ABSTRACT

The use of a CamiflocND to coagulate camel milk provides an opportunity for camel breeders in the Sahel (Niger and Mali) to use surplus milk produced in the rainy season into cheese. Programmes have been launched in the northern Niger and Mali under the supervision of the NGOs Karkara and "Vétérinaires sans frontières". These programmes aim at familiarizing users with the new technology, improved conservation methods, food quality and cheese as a source of income within nomads.

This study presents the results of the study focused on the constraints of the breeding system, which enables only little access to the main quantity of milk (due to herds mobility), or on technology constraints (accessibility, cost and dosage of CamiflocND). Moreover, the organoleptic character of cheese makes it an unusual product for nomads but is readily consumed by urban people; however, its high price and the lack of hygiene restrict the product's market.

A better understanding of CamiflocND, a quality evaluation of the product and ongoing experiments on the use of chymosine enzyme are reviewed to further develop this product.

Key words: valorization; camel milk; Sahel; camel cheeses; Niger; Mali.

15.1 INTRODUCTION

La mise au point d'un ferment (CamiflocND) permettant de coaguler le lait de chameau offre une opportunité intéressante aux éleveurs camélins du Sahel (Mali et Niger), de valoriser les excédents laitiers d'hivernage sous forme de fromages. En effet, la saison de mise bas des chameaux et le pic de lactation deux à trois mois après, coïncident avec la migration des troupeaux dans la zone pastorale nord. Ainsi, des quantités importantes de lait sont produites à une période où le troupeau est le moins accessible aux populations consommatrices. Ces excédents sont donc perdus. La fabrication du fromage permettrait ainsi de faire bénéficier les familles de pasteurs, qui n'ont pas accompagné les animaux dans leur migration, d'une source nutritive. Ces familles pourraient également s'assurer une source de revenu en commercialisant les fromages sur les marchés locaux.

Le présent document restitue les résultats de l'expérience en insistant, d'une part, sur les contraintes du système d'élevage rendant l'accès difficile au grand potentiel laitier (mobilité des troupeaux) et, d'autre part, sur les contraintes d'ordre technologique (accessibilité, coût et dosage du CamiflocND).

15.2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

15.2.1 Le Camifloc

Le ferment CamiflocND a été fabriqué pour équiper des mini laiteries pouvant traiter le lait de dromadaire. Cette méthode exige un équipement minimum, des locaux et du matériel propre associé à la chaîne de froid. Cette fabrication semi-industrielle n'étant pas réalisable en zone pastorale, il a fallu rechercher une adaptation extrême de la procédure ayant comme impératifs de conserver son efficacité (acceptation et appropriation par les éleveurs) et de lui donner une forme facile à vulgariser. Ces recherches ont été menées au Niger par l'ONG Orion, le Projet camélin de Zinder et le Projet de renforcement institutionnel et technique de la filière caméline. Elles ont abouti à la méthode de fabrication qui s'inspire de la technique traditionnelle employée par les femmes de la zone pastorale pour fabriquer du fromage de bovins (tchoukou en Haoussa et tikomart en Tamasheq). Des opérations pilotes de promotion et de vulgarisation de cette technologie ont été conçues puis testées auprès de 120 éleveurs de dromadaires dans les parties septentrionales du Niger et du Mali, respectivement par l'ONG Karkara et Vétérinaires sans frontières. La finalité de ces opérations était de susciter l'adoption d'une innovation technique, mais aussi d'améliorer les modes de conservation et l'alimentation, et de diversifier les sources de revenus pour les nomades.

15.2.2 Procédé de fabrication du fromage par le Camifloc

La méthode proposée consiste à fabriquer des fromages à l'unité. La fabrication dure trois à cinq minutes selon la fermeté du caillé et l'habileté de la fromagère. Elle comprend sept étapes décrites dans l'encadré 1.

ENCADRÉ 1

Etapes et techniques de fabrication du fromage camélin

1. Préparation du lait

- traire 2 litres de lait frais;
- filtrer le lait à l'aide d'un tamis fin et le recueillir dans la tasse ou la calebasse propre.

2. Préparation du ferment

- prélever une cuillerée arasée de ferment à l'aide de la dosette que l'on maintiendra propre et sèche en la remettant après usage dans la boîte de ferment;
- verser le contenu de la dosette dans un verre à thé;
- compléter le verre à moitié avec du lait ou de l'eau et mélanger;
- conserver la boîte de Camifloc fermée entre chaque utilisation et à l'abri du soleil.

3. Ensemencement du lait et aromatisation

- ajouter les aromates traditionnels dans le lait;
- tout en remuant le lait, verser le contenu du verre à thé dans la tasse de lait;
- maintenir l'agitation pendant quelques minutes.

4. Formation du caillé

- recouvrir le récipient d'un linge propre ou d'une natte;
- laisser le lait au repos (éviter les secousses) pendant une nuit ou une journée.

5. Egouttage

- égoutter la totalité du caillé avec la natte fine placée sur une calebasse permettant de récupérer le petit lait;
- presser le caillé et donner au fromage une forme rectangulaire.

6. Séchage

- sécher le fromage au soleil pendant 24 à 48 heures sur une natte à mailles plus larges;
- pendant le séchage, retourner le fromage plusieurs fois avec précautions pour ne pas le casser.

7. Stockage

- stocker le fromage dans un endroit aéré, à l'abri de la poussière et des chocs.

15.2.3 Echantillonnage

Dans un premier temps, le travail a consisté à identifier des éleveurs camélins dans la partie septentrionale du Niger et à établir une typologie des élevages de dromadaires basée sur la dynamique des troupeaux. Cette typologie a permis de définir les zones les plus favorables au lancement de cette opération (Pacholek et Vias, 1998). Une évaluation du potentiel fromager des troupeaux camélins a été faite sur la base des connaissances existantes quant à la composition des troupeaux et la production laitière individuelle des chameaux. L'effectif minimum autorisant la fabrication de fromages camélins a été estimé à 15-20 chameaux. En dehors de

la nécessité pour les troupeaux de dégager des excédents laitiers, trois critères ont été retenus pour sélectionner, à partir de la typologie, la zone la plus favorable au lancement de la filière fromagère: i) l'intérêt de reporter dans l'espace et dans le temps la consommation du lait qui dépend de l'amplitude des migrations – plus les déplacements sont grands, plus l'intérêt de différer la consommation de la matière utile du lait est important – et du type de gardiennage des troupeaux; ii) l'accès aux troupeaux et aux familles de pasteurs qui doit être précoce, pour permettre la formation des pasteurs avant leur départ en migration, et continu pour la mise en place d'un suivi des activités; et iii) la concentration en troupeaux de la zone pour bénéficier d'un choix optimum de troupeaux cibles pour la vulgarisation et obtenir un impact maximum chez les pasteurs camélins en général. 120 éleveurs Touareg, répondant à ces critères et appartenant à 12 sites de la région du Tadsit nigérien, ont été retenus pour produire au moins un fromage par jour, selon la technique décrite à l'encadré 1, ce qui signifie que chacun des 120 éleveurs ciblés devrait fournir pendant cinq mois 150 fromages de taille identique, soit un total de 18 000 fromages en fin d'opération.

Des essais de vulgarisation des techniques ont été effectués dans la région de Tombouctou auprès de cinq campements nomades, dans le grand nord où l'on constate une grosse production laitière dont seulement 13 pour cent est utilisée pour la consommation.

15.2.4 Zone de l'étude

Le Tadsit au Niger et la région de Tombouctou sont situés sur des isohyètes n'autorisant pas une activité agricole normale (moins de 300 mm). Ils sont peuplés d'une grande diversité d'espèces végétales dont la strate arborée est constituée essentiellement d'épineux (surtout du genre acacia) attestant de la grande aridité du climat. La disponibilité en eau de surface est rare. Cependant, en saison des pluies, des mares temporaires peuvent naître des rares précipitations enregistrées et des cours d'eau provisoires sont susceptibles d'être momentanément actifs.

15.2.5 Production et rendements

Le dosage du Camifloc n'est pas standard. Il est fonction des saisons donc de la composition du lait. Le rendement de la quantité de Camifloc par le poids du fromage a été évalué. Le rapport du litre de lait sur le poids du fromage donne le rendement de la production.

Lors de l'évaluation de l'opération, les coûts de production de fromages sont calculés en prenant en compte toutes les charges (prix du litre de lait, prix du Camifloc, coût d'opportunité de la main-d'œuvre, coût des sachets, etc.). Par contre, lors de la commercialisation, le prix de vente du fromage est fixé par comparaison à celui du fromage de vache ou de chèvre.

15.2.6 Caractéristiques organoleptiques et évaluation de la composition

La couleur, le goût, la dureté au toucher, le poids sont évalués. L'analyse bromatologique réalisée dans le laboratoire du CIRAD-EMVT a permis de

déterminer la composition chimique (matière sèche, matière grasse, protéines, sels minéraux, etc.). Sur le plan microbiologique, la flore aérobiose totale, les coliformes totaux, et les coliformes fécaux sont énumérés et identifiés selon les méthodes de la FAO et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de 1997, ainsi que celles de la Fédération internationale de laiterie (FIL) de 1997.

15.3 RÉSULTATS DE L'OPÉRATION ET DISCUSSION

15.3.1 Production du fromage

Près de 407 kg de fromages ont été fabriqués par 96 éleveurs dans les différents sites (tableau 1). La quantité de fromages collectée a varié en fonction de la période de collecte. En septembre-octobre (période de forte pluviométrie et de transhumance), 83 kg ont été collectés sur 127 kg fabriqués, soit 34 pour cent de pertes liées à une mauvaise conservation. La fabrication des 407 kg démontre une adoption facile et une bonne maîtrise de la technique de fabrication par les éleveurs. Cette maîtrise est due à la simplicité de la méthode – une seule démonstration suffit pour se l'approprier –, à l'existence d'une culture de fabrication de fromages dans cette zone, et à son faible coût en matériel de fabrication. L'écart entre les quantités de fromages fabriqués en septembre et les quantités collectées indique des pertes importantes. Ces pertes traduisent les difficultés de séchage et de conservation de fromages pendant les déplacements des troupeaux. Le système de séchage actuel expose particulièrement le fromage à la poussière, aux éperviers, aux animaux domestiques et aux enfants.

Les productions les plus importantes de la période septembre-octobre ont été celles des sites d'Intamate, d'Egawen, de Zig-Zil et d'Allaghadade, respectivement 31, 12, 16 et 18 kg de fromages. La particularité de ces trois premiers sites est le faible déplacement des éleveurs pour la transhumance. En revanche, malgré

TABLEAU 1
Production de fromages par sites et par périodes

Sites	1 ^{re} période: septembre-octobre (kg)	2 ^e période: novembre-décembre (kg)	3 ^e période: janvier-février (kg)
Tagigalt	7	4	0
Intamate	31	4	0
Egawen	12	10	14
Zig-Zil	16	26	6
Chicolanène	9	54	32
Akaraz-razan	12	18	4
Tadamakat	3	15	5
Wondossahak	0	20	5
Mirikini	2	0	0
Inwagheur	6	5	6
Allaghadade	18	16	29
Mini-Mini	11	3	4
Total	127	175	105

la transhumance des troupeaux vers le nord, l'implication des femmes dans la fabrication des fromages a amélioré la production d'Allaghadade.

En novembre-décembre (période des récoltes agricoles), la production de fromages camélins la plus importante (175 kg contre 127 kg en septembre et 105 kg en janvier) a été globalement enregistrée. Elle coïncide avec l'installation effective des éleveurs sur leurs terroirs d'attache. Les chameaux, de retour de la cure salée, ont consommé le sel indispensable à l'amélioration de la lactation. Elles profitent également de l'abondance du pâturage de cette année. L'amélioration la plus importante du niveau de production est réalisée sur le site de Chicolanène (près de cinq fois supérieure à la période précédente). En effet, elle est passée de 9 à 54 kg. Par contre, la production dans les autres sites (Intamate, Tagigalt, Mirikini et Mini-Mini) est restée faible. Elle s'explique par la non-disponibilité en lait, la faible motivation des éleveurs et le désistement de deux sites (Intamate et Mirikini) de l'opération.

En janvier-février, la production de fromages camélins la plus faible de la période couverte par cette opération a été enregistrée (105 kg). Le taux de régression est d'environ 40 pour cent par rapport au mois de novembre, et de 17 pour cent par rapport au mois de septembre. Au cours de cette phase, trois sites (Tagigalt, Mirikini, Intamate) n'ont pas fabriqué de fromage par manque de lait. Le rendement étant faible, l'utilisation de volumes importants de lait pour quelques kilogrammes de fromage n'est pas très appréciée des éleveurs.

La production de fromages a connu une variation spatiale et temporelle. En septembre et octobre, période de transhumance, les difficultés de séchage et de conservation limitent la production de fromages, bien que la transhumance soit caractérisée par l'abondance du lait. La mobilité des éleveurs limite donc la traite et a pour conséquence la chute de la production de fromages. L'implication des femmes, très peu occupées à la conduite du troupeau, permet de maintenir la production. Le retour et l'installation effective des éleveurs sur leur terroir d'attache en novembre-décembre est favorable à la reprise de la production de fromages. Cette production est maintenue grâce à l'abondance des ressources fourragères qui améliorent la production laitière. L'amenuisement du disponible fourrager en janvier se traduit par une chute de la production laitière chez la chameau. Cette réduction rend difficile la mobilisation du lait destiné à la consommation. Cette période qui a enregistré une faible production n'est donc pas favorable à la fabrication de fromages. A Tombouctou, la mobilité du troupeau était le facteur déterminant de l'accessibilité du lait pour la fabrication du fromage. Le Camifloc, très efficace pour le traitement de la diarrhée des chameaux (par caillage du lait dans le tractus digestif) a été rapidement adopté par les éleveurs nomades. Le produit était conservé pour le traitement et non pour la fabrication du fromage. L'expérience a tout de suite montré ses limites pour les mêmes raisons évoquées dans le cas du Niger.

15.3.2 Caractéristiques organoleptiques et hygiéniques des fromages produits

Le fromage frais obtenu est de couleur jaune paille, mou et amer. Son aspect est identique au fromage de vache bien connu des populations de la zone pastorale:

tchoukou en Haoussa et tikomart en Tamasheq (fromage très dur, de couleur jaune, avec une forme rectangulaire, un peu salé et qui doit être broyé au mortier pour être consommé) décrit par Lambert et Soukéhal (1994). Le poids des fromages fabriqués a varié et 38 pour cent seulement des fromages produits ont un poids compris entre 70 et 90 grammes, c'est-à-dire une fourchette acceptable si l'on se réfère au poids du fromage standard de vache ou de brebis qui est de 80 grammes. Près de 60 pour cent des fromages sont trop petits (poids inférieur à 70 grammes). C'est la conséquence de la rapidité avec laquelle les éleveurs ont tendance à fabriquer le fromage, à partir d'un caillé mal formé. Il leur arrive aussi de tricher sur la quantité de lait à utiliser par fromage qu'ils tendent souvent à diminuer.

A Tombouctou, bien que le produit soit proche du fromage sec de chèvre ou de brebis, son goût amer semble décourager les producteurs. L'hétérogénéité des fromages fabriqués traduit la difficulté de standardiser la technique et les produits. La présentation du fromage a connu une évolution vers la forme râpée, pour répondre aux premières réactions des consommateurs qui jugeaient le produit trop dur à croquer par rapport aux tchoukou des autres espèces.

L'analyse chimique montre que la matière sèche représente 93 pour cent, dont 30 pour cent de matière grasse, 8 pour cent de protéines et 6 pour cent de matières minérales. Les analyses microbiologiques ont révélé une contamination de $9,4 \times 10^5$ UFC/gramme pour la flore aérobie totale, $1,2 \times 10^4$ UFC/gramme pour les coliformes totaux, et $1,5 \times 10^3$ UFC/gramme pour les coliformes fécaux ainsi qu'une présence anormale de *Pseudomonas aeruginosa* et d'*Enterobacter cloacae*. La qualité microbiologique du produit présente un risque certain pour le consommateur. La non-pasteurisation du lait constitue également un facteur de risque pour les consommateurs. Cette contamination démontre la nécessité d'amélioration de l'hygiène lors de la préparation et du conditionnement.

15.3.3 Rendement du ferment

Au total, 17,9 kg de ferment ont permis de fabriquer 407 kg de fromage, soit 45 grammes de ferment pour 1 kg de fromage. Un autre problème soulevé dans les essais menés à Tombouctou reste, de loin, l'accessibilité du ferment, son coût et notamment le tâtonnement dans le dosage du Camifloc.

15.3.4 Analyses financière et commerciale

Deux formes de fromages sont proposées au consommateur: les plaquettes (poids moyen: 80 grammes) et le fromage râpé (poids moyen: 100 grammes). 23 pour cent de plaquettes (28 kg mis sur le marché) et 55 pour cent de fromage râpé (27 kg mis sur le marché) ont été vendus. Les coûts de production d'une feuille de fromage et du fromage râpé ont été respectivement de 8 000 et 8 150 FCFA/kg, alors que le coût d'achat du Camifloc est de 7 150 FCFA le kilogramme. Au total, la vente du fromage camélin a été médiocre et nettement en deçà de l'objectif de 1 440 kg de fromages initialement visé. Le coût élevé du produit par rapport à son poids (250 FCFA les 100 grammes) et au pouvoir d'achat des consommateurs en est la principale raison. Les habitudes alimentaires des consommateurs et le goût peu

apprécié du fromage (amer à l'état frais, sans goût ou au goût de lait caillé à l'état sec) expliquent cette mévente. Cependant, le fromage râpé a été mieux apprécié que la feuille, ce qui s'est traduit par une vente plus importante. D'une manière générale, une opération fromage camélin n'est pas financièrement viable si l'on se réfère au prix des tchoukou fabriqués avec du lait des autres espèces sur les différents marchés (100 FCFA les 100 grammes). Des essais d'amélioration de la technologie pour la rendre plus économique peuvent donc être envisagés. De toutes façons, une plus-value dégagée, même sur un marché restreint, est toujours plus avantageuse qu'un potentiel laitier perdu en hivernage.

15.4 CONCLUSION

Le bilan de l'opération tchoukou camélin indique qu'il est possible de fabriquer du fromage traditionnel à partir du lait de chameau, mais que cette technique se heurte à des difficultés d'approvisionnement en CamiflocND. Par ailleurs, il semble que les éleveurs utilisent le CamiflocND plutôt pour traiter les diarrhées des chameaux que pour faire du fromage. La mise au point d'un circuit de distribution du CamiflocND dans les zones pastorales ne semble possible que dans le cadre de l'approvisionnement des éleveurs en produits vétérinaires. La fabrication durable de tchoukou camélin en zone pastorale apparaît donc comme une action susceptible d'être induite par le traitement des diarrhées du chameau au CamiflocND, et non l'inverse. Les travaux du projet dans ce domaine ont été concentrés sur l'évaluation scientifique des propriétés thérapeutiques du CamiflocND et sur la recherche de substances de caillage alternatives. Des essais d'amélioration de la technique, ou l'utilisation d'autres procédés peuvent être envisagés pour valoriser le potentiel laitier camélin du Sahel.

BIBLIOGRAPHIE

- Abeiderahmane, N. 1998. La pasteurisation du lait de chameau: une expérience en Mauritanie. Dans Bonnet, P. (éd.), Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, 213-220.
- Bonfond, B., Aboubacrine, I. 1999. Filière laitière en zone urbaine et périurbaine de Tombouctou, Vétérinaires sans frontières, France, 64 p.
- Bonnet, P. (éd.). 1998. Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, CIRAD, Montpellier, France 298 p.
- FAO et OMS. 1997. General requirements (food hygiene), Codex Alimentarius (supplément au volume 1B). Rome, Italie.
- Farah, Z. 1996. Camel milk properties and products, SKAT, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management, St Gallen, Suisse, 91 p.
- FIL. 1997. International Standards 117B: enumeration of characteristics micro-organisms colony counts at 37 °C, Bruxelles, Belgique.
- Granry, E., Abba Issa. 1988. Le fromage dans le département de Tahoua, Rapport de mission MRAH/AFVP, Tahoua, Niger, 95 p.

- Lambert, J.C. 1998. La transformation laitière et le nomadisme: exemple du Niger. Dans Bonnet, P. (éd.), op. cit., 263-266.
- Lambert, J.C., Soukéhal, A. 1994. Amélioration de la technologie du fromage tchoukou au Niger. Revue Mondiale de Zootechnie, 79(2): 34-45.
- Pacholek, X., Vias, G. 1998. Etude de faisabilité pour la mise en place d'une filière fromage camélin dans le département pilote de Tahoua, Rapport, Projet de renforcement institutionnel et technique de la filière caméline, Niamey, Niger.
- Ramet, J.P. 1993. La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*), Etude FAO Production et santé animales n° 113, Rome, Italie, 116 p.

Chapitre 16

Organisation de la collecte de lait de chamelle à Agadez (Niger)

A. Hammo⁵⁰, M. Akhmad⁵¹, I. Ilou⁵²

RÉSUMÉ

La mini laiterie de l'Aïr Azla Saveur est une entreprise qui valorise le lait de chamelle dans la zone pastorale d'Agadez (Niger), en mettant sur le marché des produits laitiers du lait de chamelle pasteurisé. Cette entreprise a mis en place un système de collecte sur les trois axes du bassin laitier qui s'étale sur un rayon de 5 à 50 km. La commercialisation de ce produit se fait suivant un circuit de distribution très court, consistant à la vente sur place et au niveau des points de vente détenus par des commerçants de la ville.

La production journalière représente actuellement environ de 60 litres; mais cette production devrait atteindre facilement plus de 200 litres par jour très prochainement.

Si la demande est croissante et solvable, la mini laiterie souffre de problèmes d'approvisionnement liés à la difficulté de la collecte de la matière première; mais aussi de l'irrégularité de la production qui demeure atomisée et sujette à des fortes variations saisonnières et aux fréquents mouvements mal maîtrisés des producteurs.

En outre, pour stimuler la production et asseoir une démarche qualité qui assure la sûreté alimentaire de la matière première, de gros efforts en direction des producteurs pastoraux doivent être accomplis, ce qui dépasse largement le champ d'intervention de la mini laiterie.

Mots clés: mini laiterie; chamelle; lait pasteurisé; système de collecte.

⁵⁰ Mini laiterie de l'Aïr Azla Saveur. BP 156, Agadez, Niger.

⁵¹ Mini laiterie de l'Aïr Azla Saveur. BP 156, Agadez, Niger.

⁵² CAPEN/ONG Karkara. BP 510, Niamey, Niger.

16.1 CONTEXTE

La région de l'Aïr comprend trois villes principales dont Agadez (77 000 habitants), les villes minières d'Arlit (plus de 1 500 salariés et leurs familles) et de Tchirozerine (317 salariés et leurs familles).

L'économie de la région est dominée essentiellement par l'élevage, la production maraîchère et les activités touristiques. L'adaptation de l'espèce caméline aux contraintes climatiques que connaît la région a favorisé le développement d'un élevage périurbain des camélins qui vient compléter un cheptel existant autour d'Agadez, d'où la disponibilité toute l'année d'un bassin laitier exploitable pour la mise en place d'une mini laiterie.

16.2 HISTORIQUE

La laiterie de l'Aïr a été créée en janvier 2003 et a commencé la production le 4 février 2003. Elle a été initiée par l'ONG Karkara en partenariat avec un opérateur privé d'Agadez dans le cadre d'un financement du Département de la sécurité alimentaire (DSA) de la Coopération française. L'objectif visé était de rentabiliser les excédents de lait de chameau et, par là même, de valoriser la filière lait de chameau dans cette zone pastorale.

16.3 ÉLÉMENTS CLÉS

16.3.1 Valorisation du lait

Pour atteindre l'objectif de promotion qui est la production laitière locale, la laiterie Azla Saveur utilise du lait local à 100 pour cent du volume traité, dans le souci de valoriser les excédents de lait de chameau.

16.3.2 Système de collecte du lait

Un système de collecte a été mis en place en procédant à une collecte de productions individuelles au niveau des campements, puis au transport par véhicule et par motocyclette vers la mini laiterie. Il existe trois axes de collecte:

- l'axe ouest, composé de cinq campements, dont le plus proche est à 5 km et le plus éloigné à 20 km d'Agadez;
- l'axe sud, composé de trois campements, dont le plus loin se trouve à 50 km;
- l'axe est, à 7 km d'Agadez; les producteurs situés dans cet axe livrent leur lait à la laiterie.

Le volume de lait collecté varie selon l'axe de la collecte et demeure insuffisant en raison du faible degré d'organisation des producteurs. Ainsi, on enregistre à l'ouest 50 litres par jour, 80 litres par jour deux fois par semaine au sud, et 40 litres par jour à l'est de février à juin.

La vaisselle de la collecte (bidons, tamis, gobelets de mesure) est nettoyée et désinfectée par la mini laiterie. Les bidons ainsi nettoyés sont distribués durant le trajet aller et récupérés au retour.

16.3.3 Prestations de services aux éleveurs

La mini laiterie fournit trois types de services aux éleveurs. Il s'agit de:

- désenclavement des campements;

- formation et sensibilisation des éleveurs à l'hygiène de la traite;
- interventions sanitaires.

16.3.4 Procédés et technologies de transformation

Les procédés de transformation sont artisanaux:

- le filtrage se fait au moyen de matériel tel que le filtre en toile, le tamis;
- la pasteurisation se fait par bain-marie, à 75 °C pendant 15 minutes;
- le refroidissement s'effectue par choc thermique en introduisant la marmite de pasteurisation dans une bassine contenant de l'eau glacée;
- le conditionnement adopté est celui en sachets d'un quart et d'un demi-litre qui sont, par la suite, soudés à l'aide de thermosouddeuses;
- la conservation se fait à 8 °C dans les réfrigérateurs.

Ce choix de procédés permet d'écraser le seuil de rentabilité et de s'adapter à l'environnement – pouvoir d'achat, infrastructures –, et de favoriser une maîtrise relativement facile pour les employés n'ayant pas de formation initiale dans le domaine de la transformation laitière.

16.3.5 Circuit de distribution

Les produits sont écoulés par un circuit de distribution court (vente à la laiterie et au niveau des points de vente dans la commune d'Agadez). Cependant, des circuits de distribution longs qui concerneront les villes d'Arlit, Tchirozerine et éventuellement Niamey, sont envisagés.

16.4 DESCRIPTION DE L'ENTREPRISE

16.4.1 Statut de l'entreprise

La mini laiterie a actuellement un statut juridique d'entreprise individuelle.

16.4.2 Les ressources humaines et l'organisation de l'entreprise

La mini laiterie est dirigée par un Directeur général salarié, qui assure les tâches de gestion courante, et par l'opérateur privé, qui intervient dans les grandes décisions d'investissement et les orientations stratégiques.

La laiterie emploie quatre personnes à plein temps:

- un technicien de laboratoire;
- un chauffeur collecteur;
- deux ensacheurs.

En outre, l'entreprise contractualise avec des prestataires privés pour l'appui aux éleveurs en matière de santé animale.

16.4.3 La production

La laiterie Azla Saveur s'approvisionne en lait local auprès de 48 éleveurs installés dans un rayon de 5 à 50 km autour de la ville d'Agadez. Les éleveurs s'organisent en coopératives ou en groupements et ont en charge toute la fonction de collecte primaire; par contre, des points de collecte collectifs sont à organiser.

Le volume d'activité est de 60 litres par jour en moyenne, faute d'un circuit de collecte organisé. La production laitière augmente fortement après la saison hivernale, compte tenu de l'abondance du pâturage et de la fréquence des mises bas.

Les prix d'achat du lait sont négociés en fonction de la distance par rapport à la ville d'Agadez. Ainsi, le prix d'achat du litre de lait cru est de 200 FCFA à l'ouest, 125 FCFA au sud, et 250 FCFA à l'est car le lait est livré à la laiterie.

16.4.4 Gamme des produits

La mini laiterie met sur le marché les produits suivants:

- lait pasteurisé de chamelle en sachets d'un quart et d'un demi-litre;
- yaourt à base de lait de chèvre en sachets d'un quart de litre;
- fromage à pâte pressée de chèvre emballé dans du papier aluminium.

La transformation se fait de manière artisanale et l'équipement comprend: des marmites, des bassines réfrigérantes, trois réchauds à gaz, deux thermosoudeuses, deux congélateurs, deux réfrigérateurs, du petit matériel de laboratoire (pH-mètre, acidimètre, lactodensimètre, microthermomètre électronique).

16.4.5 Démarche qualité

La démarche qualité comprend une formation des éleveurs en hygiène de la traite, une formation initiale du personnel aux bonnes pratiques d'hygiène et de laboratoire, la fixation des normes et des procédures de contrôle (test au bromocresol, test d'ébullition, acidité titrable). Même s'il a permis d'améliorer certains aspects, ce dispositif est encore insuffisant pour maîtriser la qualité des produits.

Des efforts plus importants doivent être consacrés à la formation des éleveurs et du personnel, à l'amélioration des procédés de fabrication, à la continuité de la chaîne du froid chez les revendeurs, et au suivi sanitaire des troupeaux concernés.

16.4.6 Fonction commerciale

Le choix des produits a été dicté par le souci de mettre sur le marché un produit local de haute valeur nutritive pour la population. Le conditionnement des produits est fait en sachets pour le lait pasteurisé et le yaourt, et en emballage de papier aluminium pour le fromage à pâte pressée. Les produits sont vendus aux prix suivants: 125 FCFA le sachet d'un quart de litre, 250 FCFA le sachet d'un demi-litre pour le lait pasteurisé de chamelle. Pour le fromage à base de lait de chèvre, la production est prévue pour la fin novembre, les tests effectués ayant été probants. Les prix ont été fixés en appliquant une marge sur le coût du produit, tout en veillant à ne pas dépasser les prix de la concurrence (produits transformés).

16.4.7 Circuit de distribution

Le circuit de distribution est court:

- vente directe à la laiterie (30 pour cent);
- vente aux points de vente (70 pour cent).

La commission des revendeurs est de 25 FCFA pour le quart de litre et de 50 FCFA pour le demi-litre.

16.4.8 La promotion

La promotion se fait principalement par la participation de la mini laiterie aux différentes fêtes d'éleveurs (cure salée, Ichihar), et par la livraison de lait pasteurisé aux restaurants et hôtels de la zone.

16.4.9 Fonction financière

La fonction financière se limite essentiellement à la production et l'analyse, par le Directeur général, d'un compte d'exploitation mensuel. Cette analyse porte en particulier sur la maîtrise des charges, le taux de perte et la valorisation du produit.

16.5 STRATÉGIE GLOBALE DE L'ENTREPRISE

La stratégie globale de l'entreprise a pour objectif de valoriser au mieux le lait de chameau par sa transformation et sa mise sur le marché. Pour ce faire, plusieurs moyens sont envisagés:

- optimisation de la production par une organisation efficace du circuit de collecte – renforcement des structures des éleveurs, formalisation du cadre de travail par la signature de contrat de livraison du lait;
- recherche des moyens efficaces de collecte du lait de chameau;
- incitation et encouragement de la production de lait, notamment en saison sèche – rechercher les moyens de constituer des réserves alimentaires, formation des éleveurs à la gestion de troupeaux.

L'autre objectif visé par la stratégie globale de l'entreprise est d'appliquer un système de gestion axé sur la motivation du personnel à travers la mise en place d'une politique de promotion interne.

16.6 ÉLÉMENTS CHIFFRÉS

Personnel	5
Investissements	5 718 500 FCFA (hors bâtiment)
Chiffre d'affaires février-août 2003	2 842 500 FCFA
Charges de fonctionnement	4 736 200 FCFA, dont 1 420 860 FCFA (30 pour cent) uniquement pour la collecte

16.7 CONSTAT ET ENSEIGNEMENTS TIRÉS

L'organisation du circuit de collecte est un élément déterminant. En effet, les entreprises agroalimentaires doivent maîtriser leur approvisionnement en matières premières. Cette entreprise en particulier, dont la matière première se trouve dans des campements isolés, nécessite un travail de persévérence et de longue haleine. Le problème lié à l'approvisionnement relève surtout du type d'élevage pratiqué dans la zone (élevage de type extensif, caractérisé par des animaux qui vont au pâturage seuls et qui reviennent à la tombée de la nuit).

On constate un faible degré d'organisation et une grande mobilité des éleveurs à cause de la rareté du pâturage et de l'eau, ainsi qu'une forte incidence de l'impact

culturel sur la production laitière (refus de la part des éleveurs de vendre leur lait, etc.).

On relève également un retard dans la mise en place de la traite (les éleveurs attendent que le chameau ait 2 mois pour commencer la traite).

Par ailleurs, le contrat entre les principaux acteurs (laiterie, éleveurs, etc.) constitue un élément important de la structuration d'une filière. L'organisation des éleveurs en coopératives est un outil vers la mise en place d'un contrat de livraison de lait. Les parties contractantes peuvent ainsi courir des risques et investir. Malheureusement, la mini laiterie de l'Aïr Azla Saveur souffre du manque de ces assurances.

Pour pallier ces carences, il serait souhaitable d'améliorer la production laitière en fournissant un appui aux éleveurs à travers la mise à disposition des intrants zootechniques (aliment bétail) et vétérinaires à un coût supportable.

Enfin, pour soutenir l'idée de valorisation du lait de chameau, il serait opportun d'acquérir des moyens de collecte et des équipements conséquents, de fournir un appui à la formation et à la sensibilisation du personnel et des éleveurs, et de faciliter l'accès au crédit.

Chapitre 17

Les facteurs de valorisation du lait de chamelle dans les pays du Sahel

B. Bonfoh⁵³, E. Scheling⁵⁴, G.F. Vias⁵⁵,
H. Kamil⁵⁶, B. Faye⁵⁷, Z. Farah⁵⁸, J. Zinsstag⁵⁹

RÉSUMÉ

Les expériences des projets de recherche-action à Tombouctou et à Agadez (1998-2003) ont été analysées dans la perspective d'adapter les méthodes de développement de la filière laitière au système d'élevage camélin et aux conditions du marché; d'autre part, une étude épidémiologique menée au Tchad (1999-2000) a permis d'établir les relations entre les séroprévalences de la brucellose et de la fièvre Q, chez 911 pasteurs nomades et 1 637 animaux dont 288 camélins. De plus, des sondages ont établi la séroprévalence de la brucellose, parmi 500 chameaux à Agadez.

Les analyses de la filière montrent que la forme du marché du lait de chamelle conditionne au préalable la planification des projets. Le second facteur est représenté par le système d'élevage basé sur la mobilité du cheptel, avec comme effets les fluctuations saisonnières de la disponibilité en lait. De ce fait, il est fort intéressant, d'une part, d'adapter le système de collecte aux amplitudes de déplacements et aux saisons et, d'autre part, de promouvoir les facteurs de production (nouveaux aspects zootechniques) face à la semi-sédentarisation de certains troupeaux camélins.

Les produits laitiers issus de la filière caméline sont essentiellement du lait cru et du lait chauffé. Les tentatives de valorisation du lait en fromage se sont heurtées aux problèmes de technologie et de préférences des consommateurs. La diffusion des produits laitiers camélins hors de leur berceau naturel est sous-tendue par l'identification d'un marché et l'assurance de la qualité. Cette qualité dépend aussi bien de la technologie que des mesures d'hygiène prises dans les élevages et dans les circuits de distribution.

Si les propriétés intrinsèques du lait de chamelle lui confèrent une relative stabilité à la température ambiante, les analyses de laboratoire montrent des

⁵³ Institut du Sahel INSAH. BP 1530, Bamako, Mali. (Courrier électronique: bassirou@agrosoc.insah.ml.); Epidémiologie et santé publique, Institut tropical suisse, ITS. 4002 Bale, Suisse.

⁵⁴ Epidémiologie et santé publique, Institut tropical suisse, ITS. 4002 Bale, Suisse.

⁵⁵ Cellule d'appui à la promotion de l'élevage au Niger. BP 510, Niamey, Niger.

⁵⁶ Vétérinaires sans frontières. 14, av. Berthelot, 69361 Lyon Cedex 07, France.

⁵⁷ CIRAD-EMVT. BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

⁵⁸ Institut de biotechnologie alimentaire, ETHZ. 8092 Zurich, Suisse.

⁵⁹ Epidémiologie et santé publique, Institut tropical suisse, ITS. 4002 Bale, Suisse.

produits plutôt contaminés. Aujourd'hui, les toxi-infections liées à la consommation du lait de chameau ne sont pas décrites. Par contre, sur le plan zoonotique, au Tchad les séroprévalences chez les dromadaires, de 1,4 pour cent (brucellose) et de 73,4 pour cent (fièvre Q) déterminent, outre la contribution des autres espèces animales (bovins et petits ruminants), une prévalence humaine de 2 pour cent pour la brucellose et de 4 pour cent pour la fièvre Q. Par conséquent, les éleveurs de dromadaires sont fortement exposés au risque de séropositivité à la fièvre Q.

Mots clés: lait; dromadaire; marché; mobilité; technologie; qualité; brucellose; fièvre Q.

Factors affecting camel milk development in the Sahel countries

ABSTRACT

In order to adapt dairy development methodologies to market oriented camel milk production, the results from research/development projects undertaken from 1998 to 2003 in Timbuktu and Agadez were examined. An epidemiological study conducted in Chad (1999-2000) identified Q-fever and brucellosis infections among 911 livestock breeders and 1 637 animals including 288 camels. Another survey established the seroprevalence of brucellosis in 500 camels in Agadez.

Key words: milk; camel; market; mobility; technology; quality; brucellosis; Q-fever.

17.1 INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, deux situations ont littéralement permis de prendre en compte la filière laitière caméline dans les programmes de recherche et de développement: l'exemple de la Mauritanie et la rébellion ayant affecté le nord des pays sahéliens (Mali, Niger, Tchad). Ainsi, des programmes aux objectifs variés ont été mis en place: i) le Programme de sécurisation des systèmes d'élevage au nord Mali; ii) le Projet camélin au Niger; et iii) le Projet relatif à la santé des nomades au Tchad.

La complexité des systèmes d'élevage camélin, les difficultés d'accès aux zones de forte concentration caméline, la non-maîtrise d'un sujet resté jusque-là au second plan, ont parfois découragé les acteurs. Aujourd'hui, au vu du fort potentiel des programmes d'appui, plusieurs modèles de valorisation de la filière caméline sont en cours. Au Mali, au Tchad et au Niger le développement de la filière a été perçu sous l'angle de la production laitière et de ses implications en santé publique.

Le lait de chameau est apprécié des pasteurs nomades (Maures, Touaregs, Peulhs, Toubous, Arabes) qui lui trouvent des vertus thérapeutiques. Il est consommé cru, fermenté, pasteurisé, stérilisé ou transformé en fromage, et assurerait près de 50 pour cent de l'alimentation des communautés pastorales.

La chameau présente des capacités laitières atteignant en moyenne 6 litres par jour. Au Tchad, et plus précisément autour de N'Djamena, le lait de chameau est un produit de substitution en saison sèche et représente 14 pour cent du volume de lait commercialisé. Au Mali, les populations nomades (Touaregs, Maures) qui possèdent les dromadaires, commercialisent très peu le lait et la production est autoconsommée. Au Niger, le lait de chameau trait constitue 80 pour cent de l'alimentation des nomades. Il est souvent troqué contre des céréales. Certaines femmes nomades ont appris des techniques leur permettant de transformer le lait en fromage, qui se conserve bien dans les conditions sahéliennes, mais tout reste encore fort artisanal.

Les observations indiquent, avec l'effet induit de l'exemple mauritanien, que le lait de chameau est de plus en plus apprécié dans les centres urbains en pleine croissance démographique. Pour satisfaire la demande des fins connaisseurs et de certains curieux, le développement de la filière pourrait se faire dans le cadre d'une bonne maîtrise du marché. L'efficacité de ce marché sera fonction de la préférence des consommateurs et de la qualité des produits. L'objet de cette communication est d'énumérer quelques facteurs de base du développement de la filière laitière caméline en mettant l'accent sur la santé publique.

17.2 DE LA RÉBELLION À L'ÉMERGENCE D'UNE FILIÈRE

La crise de 1994 au nord Mali a contraint des milliers de Touaregs à trouver refuge à l'étranger. La paix est aujourd'hui revenue, avec une situation qui, depuis 1996, s'est progressivement améliorée. Les populations qui ont réintégré leur milieu se disent définitivement tournées vers leur développement. Elles sont revenues avec, certes, des souvenirs amers, mais surtout des idées et des projets.

Le projet lait de dromadaire a été initié par l'Association Salamett Albadan⁶⁰ (cinq chefs de ménage arabes). Pendant leur séjour en Mauritanie, ceux-ci se sont

⁶⁰ Santé du corps en arabe.

rendu compte de l'importance de la filière laitière caméline dans la génération de revenus. A son arrivée, le groupe s'était fixé comme objectif d'accroître ses revenus par l'exploitation laitière.

Le démarrage fût d'abord difficile à cause des réactions décourageantes du milieu: «Le dromadaire a sa place dans le grand nord!»; «Le projet est utopique, la coutume interdit cette forme d'exploitation caméline!», etc. Mais, fort de ce qui peut être perçu comme une visite d'étude en Mauritanie, le groupe n'a pas tardé à placer le dromadaire au centre de l'économie familiale.

Cette vision tient aussi de la situation climatique aléatoire du nord qui aurait imposé cette espèce comme la plus adaptée aux conditions difficiles (chaleur, sous-alimentation et soif). Malgré cela, l'espèce reste bonne productrice de lait (6-7 litres par traite journalière), excellente pour la monture, le bât, le travail⁶¹, et la viande. L'espèce est donc fortement liée à la vie sociocultuelle, économique des populations du nord. Elle est présente partout dans les régions de Tombouctou, Gao et Kidal, où son exploitation pour la production commerciale de lait est méconnue.

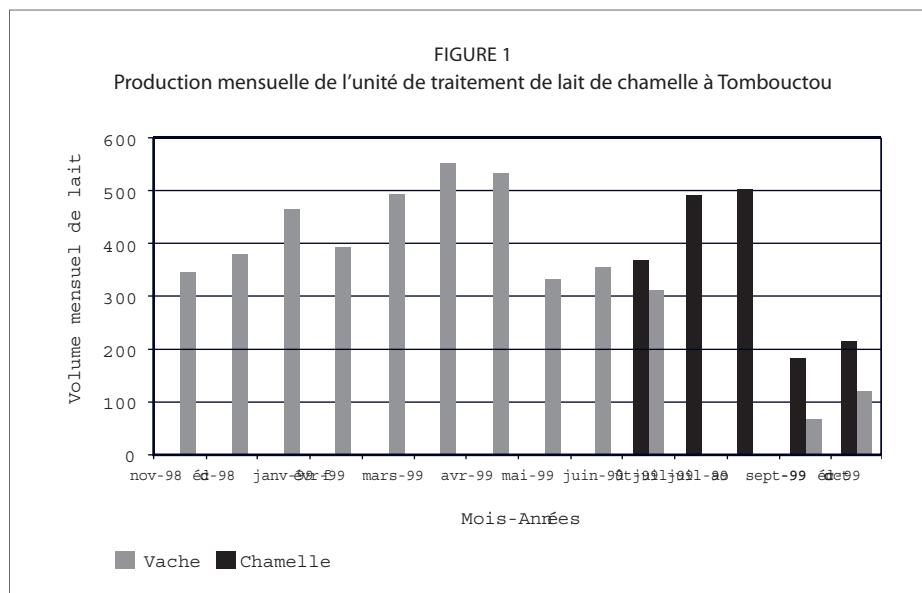
Au démarrage du projet, en novembre 1998, les promoteurs avaient mis en place un effectif de 10 femelles (plus 10 chamelons) en début de lactation, pour un coût de revient d'un montant de 2 millions de FCFA. Les animaux, en stabulation nocturne sur l'esplanade de la «flamme de la paix» à côté d'une borne fontaine, sont conduits par un berger, le jour, sur les pâturages dunaires (*Leptadenia*, *Cenchrus*, *Panicum*, *Acacia*, etc.) situés entre 5 et 15 km au nord de Tombouctou. Au retour, ils sont abreuves et reçoivent en saison sèche une complémentation à base de bourgou, de tourteau de coton et de sel.

Après les premières tétées des chamelons pour la montée du lait, la traite manuelle est effectuée simultanément par deux personnes dans une calebasse. A la fin, un tissu végétal est placé sur les mamelles pour éviter les tétées «frauduleuses» des chamelons. La traite est souvent unique et se fait, en général, le soir sur demande ou par abonnement. Avec une capacité journalière estimée de 50 à 60 litres, l'unité ne produisait que 15 litres par jour (310 à 560 litres par mois) pour les clients fidèles (figure 1). Les chamelons bénéficient ainsi, après la traite, du reste de lait pour leur croissance. Le lait trait est ensuite remis au distributeur qui le livre à pied, au crépuscule, auprès des domiciles des clients et abonnés. Le litre de lait frais non pasteurisé était cédé à 500 FCFA.

Le produit est surtout prisé des arabes qui privilégièrent ses propriétés nutritionnelles, thérapeutiques et même aphrodisiaques. De plus, le lait en saison sèche froide peut rester homogène pendant 12 à 24 heures, facilitant ainsi le transport et la conservation pour une distribution ultérieure. Le phénomène serait lié à la pauvreté du lait en calcium, caséine et à son fort pouvoir bactériostatique.

Les objectifs de diversification des produits pour toucher un plus grand nombre de consommateurs afin d'augmenter les revenus, ont conduit le groupe à approcher

⁶¹ Exhaure et caravanes de sel et de céréales.



le Projet de sécurisation des systèmes d'élevage au nord Mali, appuyé par l'Union européenne et Vétérinaires sans frontières (VSF), en février 1999, en vue d'obtenir un appui technique et financier pour une meilleure organisation de l'activité.

Une étude technique et financière de l'activité a été conduite pour juger de la faisabilité, de la rentabilité de l'entreprise, ainsi que de la qualité des produits. Fort de la contribution des services régionaux d'hygiène et de la réglementation et du contrôle, une unité d'un coût global de 1 500 000 FCFA, cofinancée à 18 pour cent par le groupe et à 82 pour cent par VSF, a été mise en place (aménagement du local, équipement technique, formations, voyage d'étude, besoin en fonds de roulement) depuis mai 1999. La pasteurisation au bain-marie a été introduite afin de mettre sur le marché du lait pasteurisé de chamele (435 litres/mois) dans des sachets plastiques scellés d'un quart de litre (250 ml) au prix de 200 FCFA le sachet.

L'unité de production-transformation emploie un berger-distributeur, un gérant et un distributeur occasionnel, puis dégage un chiffre d'affaire mensuel variant entre 360 000 et 500 000 FCFA. Le bénéfice net mensuel du groupe est évalué à 165 000 FCFA. Le tarissement des chameles en saison sèche couplé à la forte demande a amené les promoteurs à traiter le lait de vache fourni de façon journalière par la Coopérative agropastorale de Kabara (CAPK) sur la base d'un contrat de livraison. Le groupe pouvait donc mettre sur le marché une gamme complémentaire de lait pasteurisé de vache (80 litres/mois) et du yaourt sucré à base de lait de vache (450 litres/mois). L'unité est restée artisanale et principalement orientée vers les clients fidèles sans toutefois engager un marketing de proximité permettant de promouvoir ses produits.

Après 14 mois d'activité, plusieurs problèmes d'ordre technico-organisationnel sont apparus:

- incapacité de remplacement des femelles taries;

- contraintes zootechniques (alimentation) liées aux nouvelles formes d'exploitation caméline;
- conflit d'intérêt avec la CAPK ayant abouti à la rupture du contrat;
- restriction du marché exacerbée par les produits de substitution (lait de chèvre, lait de vache et poudre de lait importée).

Le groupe, après avoir renouvelé les femelles en novembre 1999, a finalement cessé de produire. L'exemple a été repris par un second groupe d'arabes avec la distribution de lait cru de chamelle sous le même modèle. Le seul facteur de rentabilité a conduit la CAPK à mettre en place une mini laiterie qui traite le lait de vache fourni par ses membres. Avec une production journalière 50-100 litres de lait suivant les saisons, cette laiterie est aujourd'hui la seule unité de transformation laitière dans la ville de Tombouctou. Depuis 2001, les demandes sont de plus en plus importantes dans les régions de Gao et de Kidal pour l'appui à la promotion des filières camélines. Cette expérience doit servir à la proposition d'alternatives de développement de la filière laitière au nord Mali.

17.3 LA MOBILITÉ DES CAMÉLINS ET LE MARCHÉ LAITIER

Dans les conditions pastorales, l'intensification de la production laitière caméline reste difficile à cerner, à la fois dans son approche théorique et dans ses applications pratiques zootechniques.

L'articulation entre les besoins d'accès aux pâturages, à l'eau et l'intégration de la filière dans les circuits modernes de commercialisation semble paradoxale. Les stratégies de stratification de la production en cours dans le milieu pastoral (Thébaud, 1988) sont possibles avec un découpage géographique des troupeaux en relation avec les centres urbains.

A Tombouctou, on assiste à des déplacements de type erratique, bien qu'il y ait une tendance nord-sud. C'est le cas de troupeaux camélins qui dépendent moins des pâturages que des points d'eau. Les puits permettent l'accès à des pâturages inexploités. Toutefois, les conflits d'accès à l'eau constituent la première source de litige entre les lignages dans l'Azawad. Le foncier pastoral prend ici une autre signification. Habituellement, le mode d'élevage s'apparente au lâcher – les dromadaires sont récupérés au bout de quelques jours pour être abreuvés et relâchés pour paître sans réel gardiennage.

Le niveau de prélèvement laitier est lié au mode d'appropriation des animaux et aux volumes de lait autoconsommé. Certes, les éleveurs sont sensibles aux variations du marché, mais l'augmentation des prélèvements laitiers est soutenue par les termes d'échange représentés par un prix garanti aux producteurs, comme cela est décrit en Mauritanie (Abeiderrahmane, 1998).

Avec un marché stable, les éleveurs pourraient accéder temporairement à des espaces en zones périurbaines pour la mise en place de noyaux laitiers. Cela ne va pas sans créer une concurrence avec les fronts d'agriculture périurbaine et d'urbanisation. Pour minimiser les risques, les exploitations doivent être en mesure d'assurer une maîtrise zootechnique (aliment équilibré) et une main-d'œuvre adéquate pour la conduite des animaux.

A Tombouctou, la filière s'est orientée vers la satisfaction d'une clientèle spéciale, les arabes. Aucune stratégie n'était adoptée par les acteurs pour développer le marché. Une implication des éleveurs dans un système de nucléarisation des laitières au profit de la zone périurbaine semblait raisonnable face à la structure du marché.

Au Tchad, le lait de dromadaire, tout comme celui de la chèvre, est un produit de substitution de saison sèche. Il concourt à remédier à la pénurie de lait de vache. Aucune action n'est entreprise pour saisir les opportunités offertes par la descente des chameliers autour de N'Djamena. Cette situation démontre bien le désir des éleveurs d'intégrer les circuits commerciaux. Le lait produit pendant cette période est fourni à une clientèle bien spéciale.

A Agadez, le programme camélin a entrepris un énorme travail d'information sur les opportunités qu'offre la filière caméline. La laiterie d'Agadez, basée sur les expériences de Nouakchott et de Tombouctou, a connu une période de sous-production à cause de la non prise en compte de la mobilité du troupeau dans le système de collecte. L'un des éléments essentiels permettant le développement de la filière laitière caméline, mis à part le marché, reste la proximité des animaux en périphérie des centres urbains. Le cas mauritanien milite bien en faveur cette thèse.

Au Niger, les déplacements des chameliers sont directement corrélés aux modes d'élevage nomade ou transhumant et sont motivés par la recherche de pâturages et d'eau. Cette mobilité est influencée par la taille du troupeau, la proportion des dromadaires et celles des laitières (Grangier, 2002). La prise en compte de ces facteurs dans chaque contexte peut permettre de définir des rayons de collecte avec des éleveurs fidélisés. La compréhension de la dynamique des déplacements des chameliers et la considération des facteurs d'influence donnent des directives pour la mise en place d'un système de collecte de lait de chameau en vue d'une meilleure valorisation.

17.4 LES ESSAIS DE VALORISATION DU LAIT DE CHAMELLE

La traite de la chameau peut se faire plusieurs fois dans la journée (trois à quatre fois) selon les besoins d'autoconsommation. Il a toujours été admis dans les discours que les excédents laitiers sont décrits en terme de potentiel laitier, qui est déterminé par sa population caméline, sa proportion en femelles allaitantes et sa productivité. Si ce potentiel est bien exploité, l'on pourrait envisager la mobilisation des excédents pour la transformation en produits laitiers.

Le caractère exotique et les sentiments de curiosité, exprimés par des consommateurs occasionnels de produits laitiers camélins, reposent essentiellement sur leurs propriétés chimiques et certaines de leurs spécificités diététiques. Par conséquent, la forme des produits doit être induite par la préférence des consommateurs et par certaines considérations socioculturelles des fins connaisseurs. Aussi, la complexité de l'économie domestique des pasteurs nomades, liée à la mobilisation de la main-d'œuvre régit-elle l'adoption des nouvelles techniques de transformation laitière par les populations pastorales entrant dans un vaste marché.

Des essais ont été néanmoins menés de manière artisanale avec l'utilisation du CamiflocND au Niger et à Tombouctou. C'était une réponse à la demande de recherche-action de certains acteurs du développement, qui devrait aboutir à la proposition de la technologie dans les bassins laitiers camélins. Cette technologie s'est rapidement heurtée à plusieurs contraintes:

- les caractéristiques organoleptiques (goûts et couleur) ne correspondaient pas aux préférences des consommateurs;
- les difficultés de dosage et d'ajustement technique;
- la non-disponibilité du CamiflocND dans les circuits commerciaux qui engendre un coût de revient relativement élevé;
- le faible rendement des produits par rapport à la quantité de lait utilisé;
- les faibles prix offerts par rapport aux coûts de revient du fromage.

Paradoxalement, la demande en CamiflocND s'est accrue en milieu pastoral pour des traitements des diarrhées des chameleons. Par ailleurs, les caractères organoleptiques peu habituels pour les nomades font du fromage un produit destiné aux consommateurs externes au milieu. Le coût élevé des fromages et l'hygiène douteuse restreignent le marché du produit.

17.5 LA QUALITÉ DES PRODUITS LAITIERS CAMÉLINS ET SES IMPLICATIONS EN SANTÉ PUBLIQUE

Le lait de chameau à la traite présente une flore bactérienne très basse. Les propriétés antimicrobiennes et protectrices des protéines du lait de chameau (Farah [1996] et Kappeler [1998]) permettent d'avoir un produit frais à plus de 24 heures, si les conditions d'hygiène (lavage et désinfection des ustensiles) et de température (inférieure à 15 °C) sont appliquées. Dans le cas contraire, le lait subit une détérioration quand il arrive au point de vente (tableau 1). Cette détérioration est plus prononcée dans le cas du lait de vache (Bonfoh et al., 2003). Les mammites subcliniques à Streptocoques sont fréquentes chez les chameaux, et pourraient provenir des pratiques de pose de «tissu végétal» sur les mamelles pour prévenir les tétées des chameleons. Ces infections seraient en partie à l'origine de la fréquence de diarrhées chez les chameleons.

Au Niger la séroprévalence de la brucellose (test de l'anneau et ELISA) chez les camélins est de 0,5 pour cent (2/404). Au Tchad, les relations entre les séroprévalences de deux zoonoses (brucellose et fièvre Q) chez les hommes et les animaux ont été évaluées dans les campements de trois communautés nomades (Foulbés bouviers, Arabes bouviers et Arabes chameliers). (Tableaux 2 et 3.)

TABLEAU 1
Variation de la microflore laitière de la production au point de vente

Niveaux	Germes totaux (UFCxml ⁻¹)	Coliformes (UFCxml ⁻¹)
Production (ferme)	10 ² -10 ⁴	< 10-10 ²
Marché	10 ⁴ -10 ⁷	10 ⁶ -10 ⁷

Source: Wassem (2001).

TABLEAU 2

Séroprévalences de la brucellose et de la fièvre Q chez les animaux (bovins, ovin, caprins, camélins) et les humains (pasteurs)

Espèces	Brucellose				Fièvre Q			
	n	Positif	Prévalence*	95% IC*	n	Positif	Prévalence*	95% IC*
Humains 0-4	31	2	6,5	1,6-22,4	26	1	3,8	0,5- 22,8
Humains 5-14	133	1	0,8	0,1- 5,1	72	4	1,8	0,1- 34,0
Humains ≥ 15	747	13	1,7	1,0- 3,0	270	10	1,6	0,3- 7,2
Bovins	608	54	7,3	0,9-10,7	195	13	4,1	1,3- 12,1
Dromadaires	288	4	1,4	0,5- 3,6	142	89	73,4	52,0- 87,6
Moutons	367	2	0,5	0,1- 2,2	142	18	9,8	4,5- 19,8
Chèvres	374	2	0,5	0,1- 2,1	134	16	11,9	7,4- 18,6

* Les séroprévalences et leurs intervalles de confiance (IC) ont été calculés considérant les campements comme grappes.

TABLEAU 3

Répartition de la séropositivité à la brucellose et à la fièvre Q selon les facteurs de risques

Brucellose		Négatifs (n = 736)	Positifs (n = 14)	OR	95% IC	Significance
Système d'élevage	Bouviers	597	8	1,0	-	-
	Chameliers	239	6	1,5	0,5-4,4	ns
Sexe	Femme	335	2	1,0	-	-
	Homme	401	12	4,9	1,1-22,5	***
Classe d'âge	>15 ans	659	13	1,0	-	-
	<15 ans	77	1	0,6	0,1-5,1	ns
Consommation de lait cru	Non	13	0	1,0	-	-
	Oui	723	14	-	-	ns
Contact avec les placentas	Non	455	10	1,0	-	-
	Oui	281	4	1,0	0,3-3,4	ns
Fièvre Q		Négatifs (n = 301)	Positifs (n = 10)	OR	95% IC	Significance
Système d'élevage	Bouviers	191	2	1,0	-	-
	Chameliers	110	8	8,1	1,1-61,7	***
Sexe	Femme	141	1	1,0	-	-
	Homme	160	9	7,1	0,8-62,9	ns
Classe d'âge	>15 ans	245	9	1,0	-	-
	<15 ans	56	1	0,5	0,1-38,6	ns
Consommation de lait cru	Non	4	0	1,0	-	-
	Oui	297	10	-	-	ns
Contact avec les placentas	Non	55	9	1,0	-	-
	Oui	246	1	0,6	0,01-45,7	ns

**Des modèles de régression logistique multivariée (considérant les campements comme grappes) ont été utilisés pour évaluer les facteurs de risques influençant la séropositivité de manière significative.

OR = odds ratio.

*** = valeur p ≤ 0,05.

ns = non significatif.

Seize sérum humains positifs à la brucellose ont donné une séroprévalence de 2 pour cent. Les participants masculins ont été, de manière significative, plus souvent séropositifs à la brucellose que les femmes. Aucune association nette n'a pu être établie entre la sérologie et l'examen clinique des participants ou les symptômes rapportés par ces derniers. Au Mali, par contre, une corrélation a été bien établie entre la consommation de lait cru et les symptômes rapportés par les patients fébriles (Steinmann, 2003). Les sérologies positives ont été plus fréquentes chez les bovins (7 pour cent de séroprévalence) que chez les dromadaires (1,4 pour cent) et les petits ruminants (0,5 pour cent). Quinze sérum positifs à la fièvre Q ont été prélevés chez 11 Arabes chameliers et quatre Arabes bouviers (la séroprévalence totale était en dessous de 1 pour cent). Le fait d'être un éleveur de dromadaires constituait un facteur de risque significatif pour la séropositivité à la fièvre Q. Parmi les espèces animales, les dromadaires avaient la séroprévalence la plus élevée (73 pour cent) pour la fièvre Q.

17.6 CONCLUSIONS

L'analyse du marché laitier camélin donne une bonne illustration d'une problématique qui peut servir de référence dans les projets de développement des filières. La structure du marché, hormis l'expérience de la Mauritanie, est caractérisée par deux autres facteurs: i) la capacité des projets de recherche-action à répondre aux sollicitations des éleveurs; et ii) les considérations socioculturelles face à l'intégration des acteurs dans les circuits marchands.

La disponibilité du lait de chamelle est fonction de l'amplitude des déplacements des camélins entre leur berceau naturel et les grandes zones de consommation. Le système de collecte dépend en partie de cette mobilité.

Le choix de transformer les excédents laitiers de la saison des pluies en fromages dans les bassins laitiers camélins se démontre nettement plus difficile en termes technologique et de préférence des consommateurs. Cette transformation peut être envisagée dans le cadre du développement des élevages camélins périurbains, comme c'est le cas en Mauritanie. Dans les autres pays, les producteurs souvent éloignés, ne bénéficient pas d'un marché capable de les inciter à améliorer le niveau de production. La structure du marché du lait de chamelle est donc étroitement corrélée au type de produits, aux consommateurs, aux infrastructures et aux modes d'organisation.

Avec la diffusion d'informations sur l'importance du lait de chamelle et les mutations zootechniques, la demande théorique de ce produit devrait augmenter d'ici quelques années avec des formes d'unité de production et de transformation qui permettraient d'améliorer la production et la qualité des produits.

REMERCIEMENTS

La compilation des résultats est rendue possible grâce à l'appui du Bureau de la coordination de la coopération Suisse au Mali, l'Institut du Sahel, l'Institut tropical suisse et l'ONG Karkara (Niger).

BIBLIOGRAPHIE

- Abeiderrahmane, N. 1998. Collecte, transformation et commercialisation du lait pour l'approvisionnement de Nouakchott, l'expérience de la laiterie de Mauritanie, Dans Cirad 2001 (éd.), Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne, Actes de l'atelier, 9-10 septembre 1998, Montpellier, France, 157-167.
- Bonfoh, B. 1999. Filon malin au Mali. (Disponible sur le site: www.jade.sn/laitchamelle/transfoconso.htm.)
- Bonfoh, B., Wasem, A., Traoré, A.N., Fané, A., Spillman, H., Simbé, C.F., Alfaroukh, I.O., Nicolet, J., Farah, Z. et Zinsstag, J. 2003. The milk microbiological contamination chain from the cow's udder to the selling point in Bamako, Mali. Food control, 14: 495-500.
- Farah, Z. 1996. Camel milk: properties and products. SKAT, St Gallen.
- Grangier, V. 2002. Typologie des déplacements des éleveurs de camélins dans le bassin laitier d'Agadez, Niger. DESS, CIRAD-EMVT, France, 46 p.
- Kappeler, S. 1998. Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. Diss. ETH n° 12947, Zurich, Suisse.
- Steinmann, P. 2003. Brucellosis and Q-fever in Mali: Case detection, role of milk contamination and other risk factors. Diploma Thesis, Biology 1, University of Basel, Suisse, 77 p.
- Thébaud, B. 1988. Elevage et développement au Niger, Quel avenir pour les éleveurs du Sahel? Bureau international du travail, Genève, Suisse, 147 p.
- Wasem, A. 2001. Hygiene of camel milk: study of the microbiological quality of camel milk in Kenya. Winter Semester 2000/01, ETHZ Zurich, Suisse 22 p.

Chapitre 18

Les bars laitiers à N'Djamena: des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse

M.O. Koussou⁶² et G. Duteurtre⁶³

RÉSUMÉ

L'accroissement démographique de la ville de N'Djamena génère une demande de plus en plus importante en produits laitiers. Alors que certains auteurs avaient pronostiqué le développement rapide des importations pour répondre à cette extension du marché, on constate que les circuits de commercialisation du lait de brousse sont dynamiques. Une étude auprès des commerces de revente du lait frais à N'Djamena a permis de mieux comprendre les avantages comparatifs du lait local. Deux recensements, conduits à deux ans d'intervalle, révèlent un triplement du nombre de bars laitiers à N'Djamena entre 2000 et 2002. Cet essor s'appuie sur la consommation du lait entier sucré, ainsi que sur le succès du rayeb, un lait entier fermenté local. Ces produits correspondent à un besoin nouveau des populations urbaines pour des boissons rafraîchissantes. Leur succès repose sur le caractère «fermier» du produit, comme en témoignent les enseignes «lait pur de vache» présentes sur la devanture de 71 pour cent des bars laitiers recensés. L'essor de ces petites entreprises est du au dynamisme des collecteurs laitiers qui, outre le transport et la distribution du produit, assurent la sensibilisation des producteurs et des boutiquiers à l'hygiène du lait. Ils proposent aussi aux boutiques potentiellement intéressées dans ce commerce des contrats de livraison «à l'essai», et contribuent ainsi à l'extension du marché du lait local. Des perspectives d'amélioration de la qualité du rayeb et du lait entier sont examinées, notamment à travers la mise en place d'un label de garantie des enseignes «lait pur de vache».

⁶² Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha, Tchad (LRVZ)/Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale (PRASAC).

⁶³ Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha, Tchad (LRVZ)/Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale (PRASAC).

18.1 INTRODUCTION

Le secteur laitier est en plein essor en Afrique subsaharienne. Des travaux récents ont montré que, depuis 15 ans, la privatisation des grandes laiteries, l'abandon des monopoles d'Etat et la dévaluation du Franc CFA ont renforcé la compétitivité des filières locales (Duteurtre et Meyer, 2001). De nombreuses études soulignent un regain d'intérêt pour les produits traditionnels qui représentent jusqu'à 65 pour cent des produits laitiers consommés dans les grandes villes: lait frais, lait fermenté, beurre fermier liquide et solide. Mais surtout, il est maintenant reconnu que les petites entreprises de commerce et de transformation sont au centre des mutations récentes des filières laitières. Par leur dynamisme, leur souplesse et leurs faibles coûts de fonctionnement, elles s'adaptent particulièrement bien aux changements politiques et aux spécificités de la demande locale. De nouvelles formes d'entreprise font leur apparition, comme les fromageries artisanales, les collecteurs à vélo ou à mobylette ou les mini laiteries qui commercialisent du lait fermenté en sachet. Malheureusement, ces entreprises sont encore mal connues, ce qui rend difficile la mise en œuvre de projets ou de politiques adaptées à leurs spécificités.

Dans le cas de N'Djamena, plusieurs études avaient déjà mis en évidence le dynamisme des collecteurs à mobylettes et des bars laitiers qui assurent la commercialisation du lait auprès des consommateurs (Zafindrajaona et al. [1997], Gauthier et al. [1998], Koussou [2001]). Ce lait est consommé sous forme de lait frais et de lait entier fermenté sucré (rayeb, en arabe local). Toutefois, les travaux précités n'avaient pas permis de connaître avec précision leurs caractéristiques, leurs contraintes et leurs besoins.

Le présent article rend compte d'une enquête de terrain menée de janvier à mars 2002 auprès des bars laitiers de N'Djamena. La première partie du travail présente la méthodologie d'enquête. La deuxième partie replace les bars laitiers dans le contexte des différents circuits de commercialisation du lait à N'Djamena, en insistant sur la concurrence entre la production de lait local et les importations de lait en poudre. La troisième partie traite des caractéristiques des bars laitiers révélées par les enquêtes. Enfin, la quatrième partie discute des conséquences de ces travaux sur les orientations en matière de projets et de politiques d'appui au secteur.

18.2 MÉTHODOLOGIE D'ENQUÊTE

Afin d'accompagner les mutations en cours dans la filière d'approvisionnement en lait et en produits laitiers des grandes villes du Tchad, le Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha (LRVZ) a mis sur pied un Observatoire de la filière lait au Tchad. Cet observatoire a été mis en œuvre dans le cadre du Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale (PRASAC).

Il s'agit d'une démarche de recherche participative basée sur la concertation entre les acteurs de la filière.

Il est constitué d'un dispositif léger de deux chercheurs employés à un quart de temps et d'un technicien d'enquête. Cet observatoire a pour objectif de:

- suivre en temps réel les évolutions des prix des marchés, l'apparition des nouveaux produits et l'émergence de nouvelles entreprises;
- animer des réunions de concertation entre les acteurs de la filière.

En plus des opérations de suivi, l'Observatoire de la filière lait au Tchad réalise des études thématiques destinées à répondre aux interrogations soulevées lors des réunions de concertation. Ainsi, plusieurs réunions avaient signalé l'urgence de mener une étude de terrain sur les entreprises commercialisant du lait à N'Djamena.

Un travail d'enquête a été mené du 1^{er} janvier au 31 mars 2002 pour réaliser un diagnostic des petites entreprises commercialisant du lait et du rayeb dans la ville de N'Djamena. Son objectif était de mieux connaître les points de vente, leurs stratégies d'approvisionnement et de vente, et les types de contrats qui les lient aux collecteurs. Les résultats devaient permettre d'apporter des propositions d'appui pour une éventuelle amélioration.

Ces enquêtes se sont déroulées en deux phases:

- Un recensement exhaustif a été conduit sur la base d'un questionnaire simple afin d'identifier tous les commerces de la ville impliqués dans la revente du lait et du rayeb.
- Une enquête approfondie a ensuite été menée auprès d'un échantillon réduit de 45 bars laitiers sur la base d'un guide d'entretien semi-ouvert. L'échantillonnage a été réalisé d'après le recensement en respectant les proportions des différents types de bars laitiers.

L'échantillon sélectionné pour les enquêtes approfondies se voulait représentatif de la population de commerces recensés. Les proportions des différents types de commerce et des différents arrondissements de cet échantillon ont donc été calquées sur la population recensée. Ces proportions sont données dans les tableaux 1 et 2.

L'histoire de vie de la filière a été reconstituée grâce à des entretiens avec des personnes ressources.

Avant de présenter les résultats de ces enquêtes, il convient de replacer les entreprises étudiées dans le contexte de la filière d'approvisionnement en produits laitiers de N'Djamena.

TABLEAU 1
Répartition de l'échantillon par arrondissement

Arrondissements de N'Djamena	Nombre de commerces existants (en %)	Nombre de commerces enquêtés (en %)
1	21 (6,6)	4 (9)
2	66 (20,7)	9 (20)
3	39 (12,3)	6 (13)
4	87 (27,3)	11 (25)
5	37 (11,6)	6 (13)
6	30 (9,5)	4 (9)
7	8 (2,5)	2 (4)
8	30 (9,5)	3 (7)
Total	318 (100)	45 (100)

Source: enquêtes.

TABLEAU 2
Répartition de l'échantillon par type de commerce

Type de commerce	Proportion recensée dans la population totale (en %)	Nombre d'individus (en %)
Boutiques	45	21 (47)
Alimentations	42	18 (40)
Restaurants	13	6 (13)
Total	100	45 (100)

Source: enquêtes.

18.3 PRÉSENTATION DE LA FILIÈRE: LAIT NIDO CONTRE LAIT DE BROUSSE

Depuis plusieurs dizaines d'années, la population de la ville de N'Djamena s'est accrue de manière très rapide, passant de 530 000 habitants en 1993 à environ 800 000 en 2000. Cette poussée démographique provoque une forte augmentation de la demande en lait et en produits laitiers pour la ville de N'Djamena.

Le bassin d'approvisionnement de la ville de N'Djamena repose sur des élevages situés dans un rayon de 80 km autour de la ville. Il s'agit d'élevages extensifs qui commercialisent surtout du lait de vache, mais aussi du lait de chèvre et, depuis quelques années, du lait de chamelle.

Peu d'éleveurs pratiquent la complémentation alimentaire. La production laitière suit donc les variations de la disponibilité en pâturage au cours des différentes saisons. La saison de forte production laitière est la saison des pluies (kharif) qui va de juin à octobre. La période la plus difficile est celle qui précède l'arrivée des pluies (tableau 3). Ces variations saisonnières sont en général atténuées par l'étalement des mises bas.

On estime que la production laitière du bassin de N'Djamena en saison sèche est de 118 900 litres par jour (Gauthier et al., 1998). Cette production peut être multipliée par quatre en saison des pluies. Ces fortes variations saisonnières soulignent que l'élevage est de type extensif.

On évalue à environ 50 000 litres par jour la quantité de lait local commercialisé dans la capitale, toutes espèces confondues, avec de très fortes variations saisonnières (Zafindrajaona et al., 1997).

On différencie trois sous-filières de commercialisation des produits laitiers vers la ville:

- la sous-filière des revendeuses traditionnelles qui commercialisent du lait caillé et du beurre clarifié, achetés en brousse ou produits par leurs soins dans les élevages les plus proches de la ville;
- la sous-filière des collecteurs à vélo-moteur, par laquelle le lait frais est acheminé le long des routes goudronnées vers la ville, et qui alimente les bars laitiers; ce circuit alimente aussi un réseau de distribution au porte-à-porte constitué de femmes appelées talaniés, ainsi que des petits ateliers de transformation;
- la sous-filière des importations par laquelle sont commercialisés les produits de luxe (beurre de table, fromages européens) et surtout la poudre de lait importée.

TABLEAU 3
Saisonnalité de la production laitière au Sahel tchadien

Mois	Déc.-févr.	Mars-mai	Juin	Juill.-sept.	Oct.-nov.
Nom arabe	Shité	Séf	Rouchach	Kharif	Darat
Nom français	Saison sèche froide	Saison sèche chaude	Début de saison des pluies	Saison des pluies	Saison des récoltes
Production laitière	Rareté du lait +	Rareté du lait ++	Carence du lait	Abondance du lait ++	Abondance du lait +

Source: enquêtes.

Les importations de poudre de lait et de produits de luxe interviennent pour compléter cet approvisionnement local. Elles représentent environ 35 à 40 pour cent des quantités consommées dans la capitale (Gauthier et al., 1998). Ces produits sont commercialisés par des épiceries. Mais le rapport de prix leur est pour l'instant défavorable. En effet, les relevés de prix publiés par l'Observatoire de la filière lait permettent de dresser le tableau 4 suivant:

TABLEAU 4
Comparaison des prix du lait local et de la poudre de lait

	Prix de collecte du lait de brousse (FCFA/litre)	Prix au détail du lait frais à N'Djamena (FCFA/litre)	Prix au détail du lait en poudre Nido à N'Djamena (FCFA/litre reconstitué)
Saison des pluies 2001	134	240	472
Saison sèche chaude 2002	175	312	476

Source: Observatoire de la filière lait au Tchad.

Ces trois circuits sont performants et complémentaires dans la mesure où ils approvisionnent la ville en produits différents (Duteurtre et Koussou, 2001). Le deuxième circuit apparaît le plus dynamique. C'est celui qui alimente les petites entreprises laitières qui, par leurs innovations, créent de nouveaux débouchés pour les laits de collecte. Le paragraphe qui suit permet de mieux les connaître.

18.4 L'ESSOR DES BARS LAITIERS

Plusieurs commerces vendent du lait et du rayeb à N'Djamena: les revendeurs de lait qui ont fait l'objet de la présente étude sont des commerces fixes mais très diversifiés dans leurs activités.

Certains n'ouvrent que le soir tandis que les autres ouvrent le jour (de 9 heures à 23 heures) avec une activité ralenti en début de journée. Les enquêtes préliminaires ont montré que le commerce de détail du lait et du rayeb semble en plein essor. Trois types de commerce ont été identifiés: les boutiques, les alimentations et les restaurants.

- Les boutiques sont des commerces de petite taille. L'espace réservé à la consommation sur place est en général réduit: il comprend habituellement une table à l'extérieur ou sous un hangar. Les boutiques commercialisent parfois plusieurs articles autres que des boissons, par exemple des produits cosmétiques ou des produits alimentaires importés.

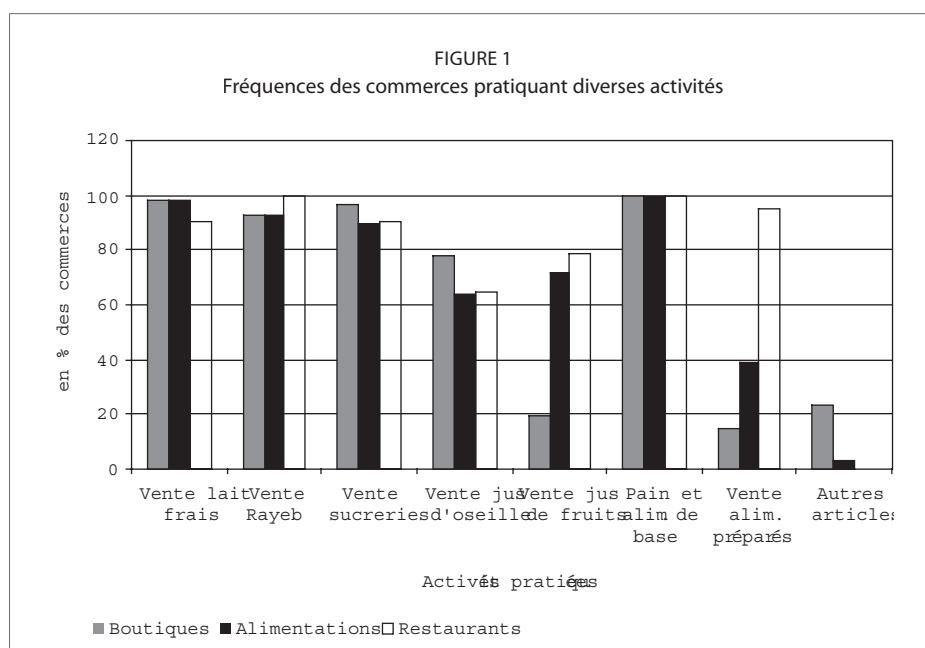
- Les alimentations sont des commerces de plus grande taille. L'espace réservé à la consommation sur place peut comprendre quatre à cinq tables. Ces commerces proposent des boissons et parfois des produits alimentaires de base comme le pain ou des produits alimentaires importés.
- Les restaurants sont des commerces dont l'activité principale est la vente de plats préparés. Ils comprennent tous un espace cuisine. En général, ils ne commercialisent pas d'autres articles que les plats préparés et les boissons.

En plus de ces trois types de commerce, on note l'existence de quelques yaourteries, de fromageries et de revendeurs de glaçons de rayeb. Ces revendeurs sont souvent des femmes qui effectuent cette activité à domicile. Elles conditionnent le rayeb sucré en sachets d'environ 4,2 cl (soit un septième de 30 cl) vendu à 25 FCFA. Des arômes artificiels sont parfois ajoutés au rayeb. Ces sachets sont en général glacés et conservés en glacière. La vente s'effectue alors dans diverses institutions ou à la sortie des écoles. Les glaçons sont souvent appelés «yaourts». Ces transformateurs n'ont pas fait l'objet de la présente étude car leur diagnostic a été conduit ailleurs, dans le cadre des activités de l'Observatoire de la filière lait.

18.5 RÉSULTAT DU RECENSEMENT

Le recensement a permis d'identifier 318 commerces fixes de revente du lait à N'Djamena. Une enquête similaire, menée en 1999 par l'Observatoire de la filière lait, en avait recensés 141. Ainsi, le nombre de ces commerces aurait plus que doublé en l'espace de deux ans, ce qui souligne le dynamisme de cette activité.

Sur les 318 commerces recensés, 45 pour cent sont des boutiques, 42 pour cent des alimentations et 13 pour cent des restaurants. La répartition des activités de ces commerces est présentée à la figure 1.



Les commerces de revente du lait et du rayeb sont donc des commerces de boissons fraîches: 93 pour cent d'entre eux vendent des «sucreries» (boissons gazeuses sucrées, industrielles), 70 pour cent du jus d'oseille et 50 pour cent du jus de fruits frais. On constate que les boutiques se différencient des autres commerces par la faible importance des plats préparés: moins de 20 pour cent d'entre elles proposent des menus et des jus de fruits frais. Par contre, elles sont les seules à commercialiser des produits non alimentaires (pour seulement 23 pour cent d'entre elles).

Ces commerces possèdent, pour 92 pour cent d'entre eux, des congélateurs ou réfrigérateurs en état de marche. Certains disposent de groupes électrogènes de secours qui sont activés en cas de coupure d'électricité. Les boutiques sont donc les commerces les mieux équipés, ce qui s'explique par leur spécialisation commerciale dans la vente de boissons fraîches. Près de 96 pour cent d'entre elles possèdent un congélateur ou un réfrigérateur en marche. Les alimentations sont elles-aussi relativement bien équipées, même si la part ayant recours à la conservation en glacière est plus importante. Par contre, les restaurants, pour qui la vente de boissons fraîches n'est qu'une activité secondaire, sont moins bien équipés: seulement 65 pour cent d'entre eux possèdent un appareil réfrigérant en marche.

Au moment de l'enquête, ces commerces vendaient tous le lait et le rayeb au même prix de détail: 150 FCFA les 30 cl, soit 500 FCFA le litre.

18.6 RÉSULTATS DES ENQUÊTES APPROFONDIES

18.6.1 L'essor de la collecte à mobylette

Jusqu'en 1990, la totalité des livraisons de lait vers la capitale s'effectuait soit à pied soit en taxi-brousse. Quelques personnes collectaient occasionnellement du lait en camionnette, sans que ce mode de transport ne soit significatif au-delà des besoins de quelques petits ateliers laitiers de la capitale.

L'arrivée de la mobylette dans l'approvisionnement de la ville semble liée à l'essor de la contrebande des produits camerounais et nigérians dans la région de N'Djamena au cours de l'année 1990. Un certain nombre de petits commerçants s'engagèrent alors dans le transport du sucre, du savon ou des étoffes en vue d'acheminer ces marchandises des villages transfrontaliers vers les centres de consommation les plus proches. Ce commerce fut particulièrement dynamique dans les environs proches de la ville de N'Djamena, mais aussi le long du fleuve Chari au nord de N'Djamena, à la frontière avec le Cameroun. Un réseau de transport nocturne s'organisa en direction des villes de Djermaya et Pont-Béliblé et bien sûr en direction de N'Djamena. La contrebande était transportée en pirogue de part et d'autre du fleuve, puis à pied, à dos d'âne ou à vélo suivant la distance restant à parcourir. Dans la région de Djermaya, la mobylette fut utilisée pour ce commerce dès l'année 1991.

Rapidement, le carburant nigérien fut acheminé par les mêmes réseaux, en bidons de 40 litres chargés sur des vélos et des mobylettes. Ce fut à cette occasion qu'apparurent les premiers «quarantiers», transporteurs à mobylette équipés d'un

bidon de 40 litres coincé entre les jambes et de deux autres fixés sur le porte-bagages. Mais le carburant est intrinsèquement explosif, et son transport l'est encore plus en présence des brigades mobiles de la douane prêtes à tout pour saisir la contrebande. Cette activité présentait donc des risques importants.

En 1991-1992, certains transporteurs décidèrent de s'orienter dans le commerce du lait frais. Cette nouvelle activité avait l'avantage de valoriser de manière plus prudente l'outil de transport des quarantiers. Il semble que cette innovation ait été lancée par une personne originaire d'un village de la région de Djermaya. Il fut bientôt rejoint par d'autres transporteurs à vélo et à mobylette. Le but de la collecte était de livrer le lait aux ateliers de transformation de N'Djamena.

Mais cette innovation bouleversa les potentialités d'approvisionnement en lait de la capitale et l'arrivée des quarantiers eut des conséquences importantes sur le secteur de la transformation laitière. Avant 1992, la collecte du lait frais dans un rayon de plus de 15 km était réservée aux ateliers qui possédaient une voiture. L'essor du transport du lait à mobylette a élargi ce rayon de collecte et multiplié les quantités de lait frais disponibles. Rendant cette matière première disponible à des utilisateurs non possesseurs de véhicule, l'arrivée des quarantiers abaissa les barrières d'entrée dans le secteur de la transformation. L'inventivité des quarantiers fit le reste: pour augmenter leur clientèle, ils s'adressèrent aux boutiques des quartiers qui vendaient des jus de fruits. Ces dernières s'engagèrent alors dans la distribution de lait frais et de rayeb et c'est alors qu'apparurent les bars laitiers qui prirent le nom de boutiques «lait pur de vache».

18.6.2 Les bars laitiers, des entreprises apparues récemment

Ce type de commerce du lait frais est une activité nouvelle: 74 pour cent des commerces ont moins de cinq ans d'existence. La moitié de l'échantillon vend du lait depuis deux ans et moins, ce qui corrobore l'hypothèse de doublement du nombre de commerces laitiers depuis 1999.

L'âge moyen des commerçants est de 28,7 ans, ce qui est assez jeune. Cela montre une fois de plus le caractère récent de cette activité. Ces commerçants se sont, pour la plupart, investis dans la seule gestion de leur commerce: seulement deux individus sur 45 (soit 4,5 pour cent) ont une autre activité.

18.6.3 Des profils socioculturels assez variés

Les commerçants des boutiques lait sont assez diversifiés d'un point de vue ethnique, même si les groupes originaires du nord et du centre dominent (plus de 83 pour cent). Les Ouaddaïens et les Arabes sont les plus nombreux, puisqu'ils représentent chacun environ un tiers de l'échantillon. Les Goranes forment le troisième groupe par son importance avec 10 pour cent de l'échantillon (tableau 5).

Le niveau d'études de ces commerçants est très faible: plus de la moitié ne savent pas lire et plus de 87 pour cent ont un niveau d'études inférieur ou égal au primaire. Seulement 2,2 pour cent ont fait des études supérieures (tableau 6).

18.6.4 Des commerces tenus par des hommes

Les commerces enquêtés étaient tenus à 100 pour cent par des hommes. Au Tchad, le commerce du lait est traditionnellement l'affaire des femmes. Pourtant, la croissance du marché urbain qui a donné naissance à des nouveaux circuits d'approvisionnement de la ville de N'Djamena en lait frais a conduit à l'entrée des hommes dans ce commerce.

18.6.5 Essai de typologie des gérants

Cette étude nous a permis de classer les gérants des commerces enquêtés en trois groupes:

- Les gérants non-propriétaires. Ils représentent 17 pour cent du total et un tiers d'entre eux ignore tout de l'historique de leur commerce.
- Les gérants propriétaires orientés prioritairement dans la vente du lait. Ils représentent 51 pour cent du total. La plupart de ces commerces ont vu le jour grâce à l'initiative du gérant propriétaire. Certains ont bénéficié de l'apport financier et matériel de parents outre leur propre capital. On trouve rarement deux personnes en association.
- Les gérants nouvellement engagés dans le commerce du lait, par suite d'un changement d'activité. Ce groupe représente 32 pour cent du total. Ce changement peut être du à leur entrée en retraite, à une diminution de leur chiffre d'affaire, à l'attrait de la rentabilité du commerce du lait, à leur arrivée récente en ville, ou à l'abandon d'anciennes activités. Font partie de ce groupe les commerces qui se sont engagés dans la vente du lait suite à des

TABLEAU 5
Appartenance ethnique des gérants des commerces

Groupe ethnique	Proportion (en % de l'échantillon)
Arabe	28,9
Gorane	8,9
Kanembou	6,7
Ouaddaïen	37,8
Sara	6,7
Autres	11,1
Total	100,0

Source: enquêtes.

TABLEAU 6
Niveau d'études des gérants des commerces

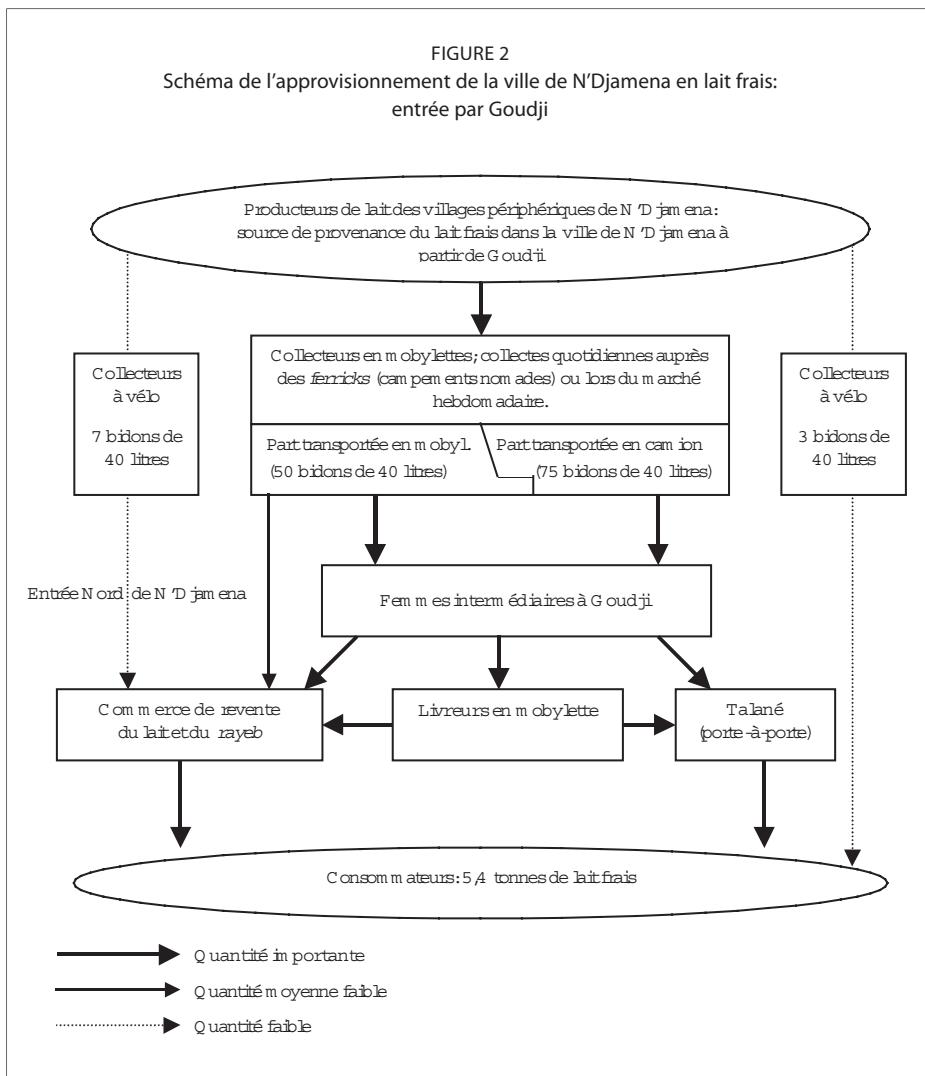
Niveau d'études	Proportion (en % de l'échantillon)
Ne sait pas lire	53,3
Primaire	33,3
Secondaire	11,1
Supérieur	2,3
Total	100,0

Source: enquêtes.

visites de quarantiers qui démarchent les commerces en période d'abondance de lait (saison pluvieuse). Les quarantiers incitent les boutiques équipées de réfrigérateur à vendre du lait; ils conseillent aussi les boutiquiers sur les techniques laitières: il s'agit donc d'un contrat de livraison et d'appui technique.

18.6.6 L'approvisionnement en lait

La livraison des commerces est assurée dans 93 pour cent des cas par des hommes (collecteurs à mobylettes). Dans 7 pour cent des cas, ils sont approvisionnés par des femmes productrices. Dans ce deuxième cas, le lait est vendu à un prix légèrement inférieur (275 FCFA/litre contre 300 FCFA/litre en saison sèche froide au moment même de l'enquête).



Les quarantiers sillonnent les campements d'éleveurs afin de collecter le lait. Les premiers sont liés aux derniers par des relations parentales, ethniques ou religieuses. Le lait d'approvisionnement est d'origine bovine. Cela explique que 75 pour cent des boutiques possèdent une enseigne «lait pur de vache». En réalité, on constate parfois le mélange du lait de vache avec du lait de chèvre, de brebis ou de chameau: c'est ce qui entraîne quelquefois la confiance entre le quarantier et le boutiquier. Le lait de chameau est le plus souvent commercialisé par les femmes d'éleveurs arabes qui sont présents dans les environs de N'Djamena en saison sèche. Il s'agit d'arabes Ouled Rached qui passent la saison des pluies dans le Kanem. Ce lait est en général sollicité par les consommateurs originaires du Kanem, du BET et de Biltine car ce sont là les zones d'élevage de dromadaires par excellence au Tchad. Ce lait est, d'ailleurs, vendu directement aux consommateurs.

Les contrats de livraison du lait possèdent généralement deux caractéristiques:

- approvisionnement régulier en quantité et en qualité du lait, effectué par un livreur unique, et qui concerne 98 pour cent des commerces enquêtés;
- stabilité du prix d'achat du lait par le boutiquier; cet engagement est plus ou moins respecté car le contrat du quarantier avec le producteur est variable selon les saisons, tandis que les commerces du lait et du rayeb conservent le même prix de vente sur toute l'année.

Les variations saisonnières d'approvisionnement des commerces en lait de brousse sont données dans le tableau 7:

TABLEAU 7

Moyenne des quantités de lait reçues par commerce

Saison sèche froide (Shité)	Saison sèche chaude (Séf)	Saison des pluies (Kharif)
87 litres par semaine	153 litres par semaine	113 litres par semaine

Source: enquêtes.

Il est important de noter que la période de grande consommation se situe en saison sèche chaude. Ce pic s'explique par les fortes températures qui génèrent une demande importante en boissons fraîches. A l'inverse, la demande est la plus faible en saison sèche froide.

Ainsi, les variations saisonnières de la consommation en lait des boutiques sont en opposition avec les variations de l'offre. C'est lorsque le lait est le plus rare (saison sèche chaude) que la demande est la plus forte, et la consommation diminue lorsque les quantités disponibles augmentent en saison des pluies. Cette tension entre l'offre et la demande explique les variations saisonnières du prix du lait (voir pour plus de détails, Duteurtre et Koussou, 2001).

Si on estime l'approvisionnement de N'Djamena en lait local à 50 000 litres par jour (moyenne sur l'année d'après Gauthier et al., 1998), la part des boutiques représenterait environ 13 pour cent du total (20 litres par jour et par boutique).

De cet approvisionnement, une part importante du lait est transformé en rayeb avant d'être commercialisée, soit en moyenne 49 pour cent.

18.6.7 Origine du savoir-faire et techniques laitières

Dans 74 pour cent des cas, l'origine du savoir-faire est le village. Cela s'explique par le fait que les commerçants de lait et de rayeb sont originaires de zones rurales où l'on pratique l'élevage laitier de manière traditionnelle. Par contre, 13 pour cent d'entre eux ont acquis leurs compétences techniques auprès de leurs anciens «patrons». Une faible proportion (2 pour cent) ont appris de leurs parents. Enfin, 11 pour cent des commerces enquêtés ont bénéficié d'un apprentissage auprès de connaissances ou amis. Cela montre que les grandes agglomérations sont les lieux de brassage socioéconomique.

Dans les commerces enquêtés, le lait est soit mis au frais soit laissé à la température ambiante pendant quelques heures pour qu'il fermente naturellement. Aucun ferment n'est ajouté. Le rayeb ainsi obtenu est mis au frais. On ajoute du sucre uniquement lorsque le lait ou le rayeb sont servis pour la consommation.

Les facteurs qui entrent en jeu dans la réussite de la fabrication du rayeb sont les suivants:

- la qualité du lait: seul le lait de vache est le mieux indiqué; le lait de chameau est impropre à la fermentation;
- l'hygiène et les précautions d'usage: l'hygiène est une règle d'or et il convient de ne pas agiter le lait pendant la fermentation.

Pour évaluer la qualité du lait livré, les commerçants ont recours à des techniques traditionnelles:

- la distinction du lait des espèces se fait par le simple odorat: chaque espèce laisse son odeur à son lait;
- le lait dilué ne laisse pas de trace dans le récipient et une goutte de ce lait sur l'ongle du pouce coule tandis que le lait non dilué reste;
- le goût des laits diffère suivant l'espèce: le lait de la chameau a un goût au fond amer; le lait de la vache est un peu plus lourd et de couleur plus sombre que celui de la chèvre et surtout que celui de la brebis qui est marqué par le goût de graisse;
- les acheteurs (livreurs) soutiennent qu'une tige du jujubier (*Ziziphus mauritiana*) épluchée et trempée dans le lait non dilué se colore en blanc, tandis que si le lait est dilué, la tige trempée reste incolore;
- le lait de la vache venant de mettre bas (colostrum) peut colorer en verdâtre une quantité importante de lait de traite auquel il est ajouté.

La quantité du sucre ajoutée est en moyenne d'un verre (88 grammes) de sucre par litre de lait et d'un verre et demi (132 grammes) de sucre par litre de rayeb.

18.6.8 Mode de paiement

Le paiement se fait soit au comptant soit à crédit à chaque livraison. Le paiement au comptant concerne 28 commerces sur 45, soit 62 pour cent du total. Le paiement repose sur un rapport de confiance entre les deux parties. Chaque commerce a généralement un seul livreur. Toutes les productrices sont payées au comptant. Le paiement à crédit concerne les 17 autres commerces soit 38 pour cent du total.

Plusieurs de ces commerces viennent de voir le jour et leur fonds de roulement ne leur consent pas de payer le lait au comptant. Cela permet aussi de faire revenir le fournisseur régulièrement dans les cas où le contrat est récent.

Le lait est vendu en général le jour même de l'achat. Par contre, le rayeb est vendu après un temps de fermentation de plusieurs heures. La vente du rayeb inclut donc un risque de «tournage» du lait, par exemple lorsque le lait est issu d'un mélange de plusieurs espèces ou d'une espèce qui n'est pas indiquée pour la fabrication du rayeb (chamelle, chèvre). Pour ces raisons, certains commerçants préfèrent payer le lait à crédit. Les risques de «ratage» du rayeb sont alors supportés par le collecteur.

18.6.9 La vente et les performances financières

Le lait est conditionné, pour la plupart des commerces, dans des bouteilles de 30 cl et vendu à un prix unique de 150 FCFA la bouteille, soit 500 FCFA le litre.

Les clients sont généralement diversifiés. Les jeunes et les vieux consomment le lait sur place (plus de 60 pour cent). Les enfants et les femmes, qui achètent le lait «à emporter», se partagent le reste (40 pour cent). Aucune vente ambulante n'a été constatée lors de l'enquête si ce n'est les quelques rayeb transformés en glaçon de 25 FCFA.

La moyenne du chiffre d'affaires de la vente du lait par commerce est de 237 081 FCFA par mois ($\pm 148 379$).

Cette vente rencontre deux problèmes majeurs:

- le problème d'approvisionnement, qui est crucial en saison sèche chaude lorsque la demande est importante et que la production est faible;
- les coupures d'électricité, qui sont particulièrement fréquentes en saison chaude et qui occasionnent des pertes importantes en lait.

Pour faire face à ces fortes contraintes, les commerces vendent d'autres articles. De fait, leur chiffre d'affaires total s'élève en moyenne à 1 209 236 FCFA/mois ($\pm 772 857$). C'est là une façon de surmonter certains obstacles financiers: les charges en électricité et en loyer sont importantes ainsi que les taxes.

Ainsi, sur l'ensemble des commerces, le lait représente en moyenne 27,7 pour cent du chiffre d'affaires total. La marge brute moyenne du lait est de 61 891 FCFA/mois en moyenne ($\pm 40 473$). Elle est calculée en déduisant des revenus de la vente du rayeb les charges d'achat du sucre et du lait (sans tenir compte des charges fixes comme le loyer ou l'électricité). L'activité de revente du lait et du rayeb permet donc de prendre en charge une grande partie des charges fixes des commerces. Celles-ci s'élèvent en moyenne à 13 644 FCFA/mois pour le loyer, à 10 278 FCFA/mois pour l'électricité et à 1 944 FCFA/mois pour la location de matériel.

Ces commerces sont donc rentables. La moyenne du revenu net par mois est de 255 573 FCFA ($\pm 206 893$) et varie entre 40 300 et 1 137 000 FCFA/mois. Cette rentabilité pourrait être améliorée, notamment en réduisant les pertes en lait.

18.6.10 Organisation économique

Les commerces de revente du lait et du rayeb évoluent de manière indépendante les uns des autres. Ils n'ont aucune organisation commune. Il arrive qu'ils se concertent sur le prix du lait ou les livraisons, lorsqu'ils ont le même fournisseur.

Peu d'entre eux ont accès au crédit formel – banques ou petites institutions d'épargne et de crédit. Seulement 2 pour cent affirment avoir accès au crédit des petites institutions. Par contre, 42 pour cent sont soutenus par des parents proches ou éloignés lorsqu'il s'agit d'investir dans du matériel ou de démarrer une nouvelle activité. Le reste (56 pour cent de ces commerces) subsistent et développent leur activité grâce à leur propre fonds de roulement.

Rares sont les commerces qui ont des relations avec des projets de développement. On note néanmoins que, parmi les 45 commerces ayant fait l'objet de l'enquête approfondie (en mars 2002), certains avaient eu des contacts avec le Projet laitier de N'Djamena.

18.7 PRINCIPAUX PROBLÈMES

18.7.1 Diagnostic des principaux problèmes

En raison de la fragilité du produit, la conservation et la transformation du lait en vue de la vente de lait et de rayeb aux consommateurs demande beaucoup de précautions. Parmi toutes les contraintes citées par les commerces enquêtés (tableau 8), nous avons retenu quatre grands problèmes qui ressortent du dépouillement des réponses:

- Problème n° 1: l'électricité. 71 pour cent des commerçants estiment que le manque d'électricité est le problème majeur de leur activité, tandis que 25 pour cent des boutiques placent l'électricité au deuxième rang des problèmes, et 2 pour cent au troisième rang;
- Problème n° 2: la qualité du lait. 13 pour cent des commerces soutiennent que c'est la qualité du lait qui est leur principal problème, tandis que 31 pour cent évoquent ce critère en deuxième position, et 22 pour cent en troisième position;
- Problème n° 3: l'approvisionnement en lait. 13 pour cent des commerces se plaignent de l'approvisionnement en lait et le placent en première position, 22 pour cent en deuxième position et 11 pour cent en troisième position;
- Problème n° 4: l'emplacement du commerce. 2 pour cent de l'échantillon estiment que l'emplacement de leur commerce est leur principal problème.

TABLEAU 8

Hiérarchie des problèmes (en nombre de commerces citant le problème)

Type de problème	1	2	3
Electricité	32	11	1
Qualité du lait	6	14	10
Approvisionnement en lait	6	10	5
Emplacement de la boutique	1	5	7

Source: enquêtes.

Ce critère est cité comme deuxième problème par 11 pour cent du total, et comme troisième problème par 15 pour cent de l'échantillon.

18.7.2 L'électricité, une denrée rare et chère

L'électricité dans la ville de N'Djamena pose des problèmes de trois natures:

- La répartition spatiale du réseau de distribution est très médiocre. Une grande partie de la ville n'est pas électrifiée (question de capacité de la Société tchadienne d'eau et d'électricité [STEE]). Ainsi, les quartiers périphériques de la ville tels que Djari, Diguel, Dembé, Chagoua, Madjorio, Goudji, Milézi sont, en grande partie ou totalement, non électrifiés.
- Le coût de l'électricité est élevé: 197 FCFA/kilowatt, à l'exception des 60 premiers kilowatts qui sont subventionnés. En plus des 197 FCFA, il convient d'ajouter 18 pour cent de TVA.
- L'irrégularité dans le temps. Beaucoup de coupures sont constatées pendant la journée comme pendant la nuit.

Selon les techniciens de la STEE rencontrés lors de l'enquête, en saison chaude la demande en énergie électrique de la population de N'Djamena augmente et dépasse la capacité des groupes électrogènes disponibles. La STEE est alors contrainte d'effectuer des délestages par quartiers.

18.7.3 Le «lait pur de vache»

Après l'électricité, vient la qualité du lait. Ici, les gens s'interrogent surtout sur son origine (bovine, caprine ou cameline). Ainsi, la plupart des consommateurs préfèrent le lait de vache. Or, les élevages présents dans les environs de N'Djamena sont mixtes, c'est-à-dire qu'ils sont basés sur l'élevage conjoint de plusieurs espèces: bovins et petits ruminants, camélins et petits ruminants, etc. Les femmes productrices sont parfois amenées à mélanger les laits de plusieurs espèces présentes dans le troupeau familial. Ces pratiques de mélange sont importantes (Bourzat et al., 2001). Cela conduit au scepticisme des consommateurs vis-à-vis de la qualité du «lait pur de vache».

D'autre part, certains consommateurs se méfient des conditions de traite et des conditions de transformation et de conservation qui peuvent se traduire par un mauvais goût ou par un goût trop acide du rayeb.

18.7.4 La saisonnalité de l'approvisionnement

Le troisième problème concerne l'approvisionnement en lait. En effet, on constate que pendant la saison sèche chaude la quantité de lait fait défaut; l'élevage tchadien étant de type extensif, il dépend en grande partie du fourrage naturel disponible de manière saisonnière.

En plus de l'utilisation commune des fourrages naturels, on note l'absence de vaches spécialisées dans la production de lait. Les vaches présentes dans le bassin d'approvisionnement de la ville de N'Djamena sont utilisées à la fois pour le travail (vache de traction), la production de viande (vaches allaitantes), et la production de lait. De plus, ces animaux sont rustiques et supportent des périodes de déficit

alimentaire sévères pendant la fin de la saison sèche, raison pour laquelle ils ont un rendement laitier médiocre (un peu plus d'un litre par jour).

Ainsi, à la fin de la saison sèche qui précède l'arrivée des pluies, le pâturage est rare et la production de lait peut se tarir. C'est ce qui explique les difficultés d'approvisionnement en lait de la ville de N'Djamena, pendant les mois de mars à mai. Pour remédier à ce problème, certains éleveurs fournissent à leurs animaux des compléments alimentaires: tourteau de coton, tourteau d'arachide, son, etc.

Afin de stimuler l'activité des commerces laitiers en saison chaude, il conviendrait de favoriser la distribution et la vente de tourteaux d'arachides. Ces tourteaux sont produits à N'Djamena dans des moulins artisanaux et constituent un complément protéique idéal pour la production laitière. La disponibilité de tourteau de coton, complément de moins bonne valeur protéique, bute sur le monopole de commercialisation du tourteau produit par la Cotontchad. De ce fait, les prix de ce tourteau vendu à N'Djamena sont assez élevés (3 500 FCFA/sac de 80 kg).

18.7.5 L'emplacement des commerces

Ces commerces évoquent également l'emplacement de leur point de vente comme une entrave à leur développement. En effet, il paraît intéressant d'insister sur quelques éléments nécessaires au succès du commerce laitier:

- la zone doit être électrifiée pour éviter de supporter le coût de l'achat de glace;
- la position du commerce doit être sur un grand axe pour accueillir un grand nombre des passants ou dans un lieu d'attrouement (marché);
- le commerce doit être installé dans un milieu arabo-musulman car se sont eux qui consomment le plus de lait et de rayeb.

18.7.6 Le problème de la compétence

En plus des points précités, on peut également ajouter l'hygiène du local et du lait ainsi que le sens du savoir-être du commerçant. Ces compétences pourraient être améliorées par des formations aux commerçants.

Ce type de formation améliorerait l'image que les consommateurs se font du «lait pur de vache». Il convient également de souligner le rôle moteur des quarantiers dans le suivi technique des commerces laitiers à N'Djamena.

18.7.7 Le problème de la monnaie

Il ne faut pas oublier que le problème des pièces de monnaie existe toujours à N'Djamena.

18.8 PERSPECTIVES

Le travail futur doit être axé sur les points suivants:

- le renforcement du rôle et de la place de la femme dans la filière laitière;
- la sensibilisation et la formation des acteurs aux règles d'hygiène et de salubrité;
- la caractérisation objective des produits laitiers;

- l'alphabétisation des acteurs;
- la mise en place d'un cadre de concertation entre acteurs (interprofession, par exemple) qui servira de base à toutes ces actions.

BIBLIOGRAPHIE

- Bourzat, D., Souvenir, P. 2001. Le marché des produits laitiers dans le bassin de collecte de N'Djamena: impact à court terme de la dévaluation du FCFA. Dans Duteurtre, G. et Meyer, C. (éd.), 2001, op. cit.
- Deconninck. 1969. Le beurre au Tchad. Thèse de médecine vétérinaire, Ecole vétérinaire de Toulouse, France.
- Duteurtre, G., Koussou, M.O. 2001. L'observatoire de la filière lait, un outil de concertation entre acteurs. Communication au 2^e comité scientifique du PRASAC, Maroua, 5-9 février 2001, 8 p.
- Duteurtre, G., Meyer, C. (éd.). 2001. Marché urbain et développement laitier en Afrique subsaharienne, 233 p.
- FAO. 1975. Proposition d'amélioration de la production laitière au Tchad. Projet PNUD/FAO/CHD/72/007, 101 p.
- Gauthier, J., Boutinot, L., Koussou, M.O. 1998. Etude complémentaire sur la filière lait. Rapport CIRAD-EMVT n° 98-030, 83 p.
- Hugo, P. 1993. Etude des techniques de conservation des produits animaux au Sahel. LRVZ, CIRAD-EMVT, 54 p.
- Institut Babcoch pour la recherche et le développement international du secteur laitier. 1988. Guide des techniques laitières. Université de Wisconsin, Madison, Etats-Unis, 103 p.
- Koussou, M.O. 2001. La filière lait à N'Djamena. Dans Duteurtre, G. et Meyer, C. (éd.), 2001, op. cit.
- Koussou, M.O. et Duteurtre, G. 2002. Diagnostic et propositions en vue de moderniser le commerce et la transformation des produits de l'élevage au Tchad. Rapport de mission pour le PASEP, Ministère de l'élevage, 61 p.
- Le Bras, F. 1994. Les règles d'or pour rédiger un rapport, un mémoire, 179 p.
- LRVZ. 1987. Rapport annuel du Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de 1986-1987, 320 p.
- Matthewman, R.W. 1996. La production laitière. CTA, Maison-neuve et Larose, 223 p.
- Ngoniri Nodjimbatem. 1997. Population de la ville de N'Djamena en 1993. Ministère du plan, Division de la population. 98 p.
- Roy, L. 1997. Etude de deux méthodes permettant de différer dans le temps l'utilisation du lait au Tchad: l'activation de la lactoperoxydase et la fabrication traditionnelle du beurre. LRVZ, CIRAD-EMVT, 42 p.
- Zafindrajaona, P.S., Gauthier, J., Bouchel, D. 1997. Mission d'identification d'un projet visant à l'amélioration de l'approvisionnement laitier de N'Djamena. Rapport CIRAD-EMVT n° 97.022, 78 p. (et annexes).

Synthèse des travaux

CONSIDÉRANT:

1. le poids socioéconomique représenté par la filière caméline, notamment sa composante informelle,
2. les avancées technologiques les plus récentes,
3. la place incontournable de la recherche au service du développement,
4. les caractéristiques intrinsèques du lait de chameau,
5. les systèmes de production en place et les évolutions envisageables notamment en faveur du développement des prestations privées,
6. les responsabilités qui nous incombent dans le domaine de la santé publique,

IL EST RECOMMANDÉ LES POINTS SUIVANTS:

1. Création d'un comité d'experts «Lait de chameau» au sein de la «Fédération internationale des laitiers» pour définir un standard «Lait de chameau et produits dérivés» susceptible d'être reconnu par le Codex Alimentarius;
2. Proposition de mise en place de réglementations nationales harmonisées afin d'intégrer les standards du lait de chameau et de ses produits dérivés;
3. Contribution à la mise en place des dispositifs d'accréditation des laboratoires de contrôle de qualité des produits alimentaires d'origine animale;
4. Promotion de guides de bonnes pratiques de production, de transformation et de conservation du lait de chameau;
5. Développement de modules de formation pour les cadres, les techniciens, les producteurs et les acteurs de la filière caméline;
6. Incitation aux transferts de technologie et des modèles de développement de la filière caméline dans les différents pays du sud;
7. Appui aux dispositifs de diffusion de petits équipements et de produits de transformation, notamment pour la valorisation du lait de brousse;
8. Adaptation de la méthode de réactivation du système lactoperoxydase (LPS) pour la conservation du lait cru de chameau;
9. Appui aux réseaux de recherches camélinées pour contribuer à une meilleure connaissance du lait de chameau et aux conditions de production (alimentation, santé), de transformation et de commercialisation;
10. Promotion de structures interprofessionnelles assurant la sécurisation sociale, la durabilité environnementale et la pérennité économique des entreprises de production caméline;
11. Proposition de soutien à des politiques nationales et internationales incitatives pour le développement des productions camélinées locales;
12. Promotion du lait de chameau et des produits dérivés, sur la base de leurs propriétés spécifiquement nutritionnelles et médicinales, auprès des consommateurs et des professionnels aux niveaux local, national et international pour les segments de marché existants et potentiels.

Annexes

Annexe 1

Photos



Séance de fabrication fromagère durant l'atelier.



Visite de terrain.

Annexe 2

Liste des participants

N°	Nom et Prénom	Adresse	Pays
1	Gilles Vias	ONG Karkara. BP 510 Niamey. Courrier électronique: camelin@intnet.ne	Niger
2	Ahmed Mohamed	Société Laitière Tiviski. Nouakchott. Tél.: (+222) 6502786. Courrier électronique: tiviski@marnitel.mr	Mauritanie
3	Y. Aghouba Kane	EISMV. BP 5077 Dakar. Tél.: (+221) 8651008. Télécopie: (+221) 8254283. Courrier électronique: ykane@refer.sn	Sénégal
4	Marichatou Hamani	Faculté d'agronomie. BP 10960 Niamey. Tél.: (+227) 733238. Télécopie: (+227) 733943. Courrier électronique: cresa@intnet.ne	Niger
5	Dr Ahomlanto Desire	Direction de l'élevage. BP 2041 Cotonou. Tél.: (+229) 330285. Télécopie: (+229) 402944. Courrier électronique: deleavage@intnet.bj	Bénin
6	Bernard Faye	CIRAD-EMVT. Programme productions animales. Tél.: (+33) 4 67593703. Télécopie: (+33) 4 67593825. Courrier électronique: faye@cirad.fr	France
7	Touhami Khorchani	Institut des régions arides. Laboratoire d'élevage et de faune sauvage. 4100 Médémine. Tél.: (+216) 75633005. Télécopie: (+216) 75633006.	Tunisie
8	Chehma Abdoulmadjid	Université d'Ouargla. Faculté des sciences. Département d'agronomie saharienne. 30 000 Ouargla. Tél/Télécopie: (+213) 29712697. Courrier électronique: achemra@caramail.com	Algérie
9	Zakaria Farah	Swiss Federal Msl. of Technology. Dep.of Food Science. ETH-Zemtrum. 8092-Zurich.	Suisse
10	Philippe Steinmetz	Chargé de mission DCT/EPS, Ministère des Affaires Etrangères. 20, rue Monsieur, 75700 Paris 07 SP Tél.: (+33) 1 53693046. Télécopie: (+33) 1 53693319 Courrier électronique: philippe.steinmetz@diplomatie.gouv.fr	France
11	Konuspayeva Gaukhar	Université Nationale Kazakh Al-Farabi. Faculté de biologie. 71, av. Al Farabi. 480078 Almaty. Courrier électronique: konuspayeva@cirad.fr ou gauka@ok.kz	Kazakhstan
12	Mansouranne Abdoulaye	Association AKH/Fraternité.	Niger
13	Dr Mario Younan	Kenya Camel Asso. BP 14050. Nairobi. Courrier électronique: younana@africaonline.co.ke	Kenya
14	Pr Jean Paul Ramet	Ecole nationale supérieure agronomique et des industries alimentaires. BP 172F. 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy. Courrier électronique: jean_paul.ramet@ensaia.inpl-naney.fr	France
15	Dr Chaibou Mahamadou	Doctorat au CIRAD-EMVT. 34398 Montpellier. France. ONG Karkara. BP 2045 Niamey. Niger. Courrier électronique: chaibou@cirad.fr ou camelin@intnet.ne	France
16	Frederic Lhoste	FAO/AGAP/C6561. Viale delle Terme de Caracalla. Rome. Tél.: (+39) 06 57054229. Télécopie: (+39) 06 57655749. Courrier électronique: frederic.lhoste@fao.org	Italie
17	Souley Boubacar	Société Laitière du Niger. BP 404 Niamey. Tél.: (+227) 732369. Cel.: (+227)925789.	Niger

18	Sallam Abdelfadeil	University of Rordafam. Faculty of National Ressources of Animal Science. Elobeid. Tél.: (+249) 61127010. Cel.: (+249) 12960154. Courrier électronique: abdeladeil@yahoo.com	Soudan
19	Dr Ilou Issa	CAPEN/Karkara. BP 510 Niamey. Tél.: (+227) 755230. Courrier électronique: camelin@intnet.ne	Niger
20	Dr Moussa Akhmad	Directeur Technique, Laiterie de l'Air Azla Saveur. BP 156 Agadez. Cel.: (+227) 982004. Courrier électronique: laiteriedel.air@yahoo.fr	Niger
21	Abdou Yahouza	Association pour la redynamisation de l'élevage au Niger (AREN). BP 12758 Niamey. Tél.: (+227) 736622. Télécopie: (+227) 736621. Courrier électronique: aren@intnet.ne	Niger
22	Mahamadou Yaye	Ministère des ressources animales. Direction des études et de la programmation. Tél.: (+227) 927977/960995.	Niger
23	Frédéric Poudevigne	Vétérinaire. Coopération française SCAC. BP 12090 Niamey. Tél.: (+227) 723814. Courrier électronique: pseav@intnet.ne	Niger
24	Mohamed Argreinaret Gaïka	Les Echos du Sahel. Tél.: (+227) 743217.	Niger
25	Hachimou Tounaou Zara	Vétérinaire. Labocel. Niamey. Tél.: (+227) 732009.	Niger
26	Dr Haido Abdoul Malik	DSA/MRA. Tél.: (+227) 738386/976917. Courrier électronique: haido.malik@caramail.com	Niger
27	Dr Houndete André	BH-Vétérinaire. BP 345 Parakou. Tél.: (+229) 652028. Télécopie: (+229) 613286/937134. Courrier électronique: bhvet.conseil@netcourrier.com	Bénin
28	Dr Zaki Ousmane	Département de chimie. Université Abdou Moumouni. Tél.: (+227) 733072. Cel.: (+227) 986870. Courrier électronique: ousmanz@yahoo.com	Niger
29	Dr Sido Souley	DRRA/CUN. BP 12091 Niamey. Tél.: (+227) 733581. Cel.: (+227) 970784.	Niger
30	Cisse Oumarou Abdoulkader	Poste vétérinaire de l'Aéroport Inter Diori Hamani de Niamey. Cel.: (+227) 931060. Courrier électronique: cissé-kader@yahoo.fr	Niger
31	Maman Laminou Tata	ONG Karkara. Tél.: (+227) 753023. Cel.: (+227) 982686. Courrier électronique: karkaran@intnet.ne	Niger
32	Tahirou Doulla Biga	DPA/PF Ministère des ressources animales. Niamey. Tél.: (+227) 732147/733132/733184.	Niger
33	Yahaya Mahamane Abdoulaye	SDRA/Tillabery. Tél.: (+227) 711446. Courrier électronique aynat55@yahoo.fr	Niger
34	Amanaya Irichid	Eleveur. Tahoua. ONG APPEL ZP.	Niger
35	Ilou Ali	Eleveur. Tillabery.	Niger
36	Agli Ahmed	Eleveur. Filingué.	Niger
37	Oumarou Roua	ONG Agropast. Tél.: (+227) 755454.	Niger
38	Maïmouna Malé	ONG Karkara. Tél.: (+227) 753023. Cel.: (+227) 982686. Courrier électronique: karkaran@intnet.ne	Niger
39	Moussa Garba	ONG Karkara. Tél.: (+227) 753023. Cel.: (+227) 982686. Courrier électronique: karkaran@intnet.ne	Niger
40	Mamadou Ellephy	ONG Karkara. Tél.: (+227) 753023. Cel.: (+227) 982686. Courrier électronique: karkaran@intnet.ne	Niger
41	Hamissou Daouda	ONG Karkara. Tél.: (+227) 753023. Cel.: (+227) 982686. Courrier électronique: karkaran@intnet.ne	Niger
42	El Hdji Bello	Collectif des Associations pastorales du Niger (CAPAN).	Niger
43	Knud Scheinder	Knud Schneider. BP 11895 Niamey. Tél.: (+227) 722043. Courrier électronique: eva@intnet.ne	Niger

Le présent ouvrage rassemble les actes de l'atelier international "Lait de chamelle pour l'Afrique" qui s'est tenu à Niamey du 5 au 8 novembre 2003 à Niamey au Niger. Cet atelier, organisé par la FAO en collaboration avec le CIRAD-EMVT et l'ONG nigérienne Karkara a permis de rassembler une trentaine de personnes, chercheurs, agents de développements, éleveurs de dromadaires et transformateurs ; tous impliqués dans la filière laitière caméline. Cette rencontre a permis de faire le point sur l'évolution de l'état des connaissances sur le produit « lait de chamelle » et sur les systèmes de production caméline. Elle a également montré l'importance des productions camélines dans la sécurisation alimentaire des populations dans les pays arides et la nécessité d'accompagner le développement des systèmes camélins vers l'intégration dans des logiques marchandes en matière de production laitière.

Durant cet atelier, ont été présentés des conférences scientifiques, des exposés techniques, des partages d'expérience de terrain et des démonstrations pratiques de transformation fromagère à base de lait de chamelle.

Cet ouvrage reprend l'ensemble des communications et recommandations prononcées au cours de l'atelier.