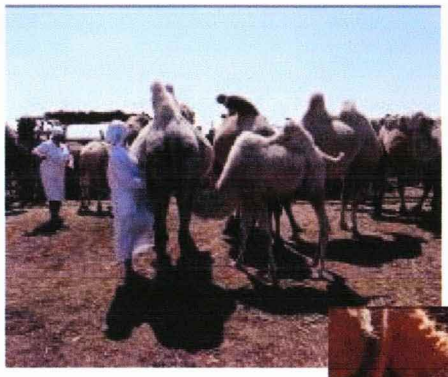
Ministère de l'Agriculture
050000 Almaty
Kazakhstan

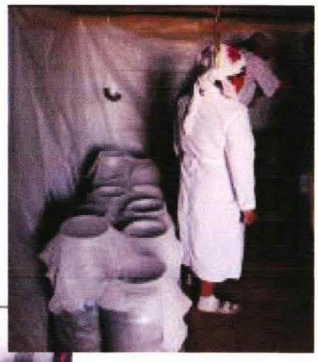
Improvement of the technology and development of the rules for national products from the camel milk according to FAO and FIL/IDF requirements

KAZAKHSTAN

18 au 28 août 2008

Bernard FAYE, Gaukhar KONUSPAYEVA





Septembre 2008

CIRAD-ES
Département ENVIRONNEMENTS et SOCIETES du CIRAD
Campus International de Baillarguet
TA C-DIR / 02
34398 Montpellier Cedex 5
FRANCE

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

000103525

CIRAD-ES 2008

Tous droits de traduction, de reproduction par tous procédés,
de diffusion et de cession réservés pour tous pays.

AUTEUR :
Bernard FAYE

ORGANISME AUTEUR :
CIRAD

ETUDE FINANCÉE PAR :
Ministère de l'Agriculture du Kazakhstan

REFERENCE :

AU PROFIT DE : Entreprise ANTIGEN

ACCÈS au DOCUMENT :
Service Documentation du CIRAD

ACCÈS à la RÉFÉRENCE du DOCUMENT :
Libre

TITRE : **Improvement of the technology and development of the rules for national products from the camel milk according to FAO and FIL/IDF requirements**

TYPE D'APPROCHE DATE et LIEU de PUBLICATION :
Rapport de mission, septembre 2008, Montpellier, France

PAYS ou RÉGIONS CONCERNÉS : KAZAKHSTAN

MOTS-CLEFS : Kazakhstan, lait, camélidés

RÉSUMÉ :

La présente mission était commanditée par l'entreprise ANTIGEN (Kazakhstan) sur la base d'un projet financé par le Ministère de l'Agriculture du Kazakhstan, visant à définir les règles et les normes nationales pour le lait de chamelle en accord avec les recommandations de la FAO et de la Fédération Internationale laitière (FIL). Au cours de la mission, plusieurs grandes fermes laitières ont été visitées et les entretiens avec l'Entreprise ANTIGEN et le représentant de la CAREC (Coordination des Actions Régionales de la Banque Asiatique de développement) ont eu lieu.
Une autre mission d'expertise est prévue pour G. Loiseau. En marge de la mission, il a été également procédé à la finalisation de deux articles scientifiques valorisant la thèse De G. Konuspayeva, la préparation des communications pour la conférence « les minéraux dans les produits laitiers » organisé par l'INRA à Saint-Malo en octobre prochain, ainsi qu'à l'organisation du voyage d'un éleveur à l'invitation du Festival du pastoralisme et des grands espaces qui se tiendra près de Grenoble en octobre. Par ailleurs, deux autres projets ont été discutés : l'organisation d'un séminaire national sur les camélidés sur financement du ministère de l'agriculture kazakh, et la soumission à l'appel d'offres ECONET 2009 du MAE. Enfin, le centre de coordination des projets financés par le Ministère de l'agriculture Kazakh, m'a sollicité pour être expert international pour tous leurs projets concernant les productions animales.

SOMMAIRE

Pages

1. Introduction 1

2. Facteurs à prendre en compte pour établir les standards 1
3. Les éléments d'un standard pour le lait de chamelle 3
   3-1. Standard hygiénique du lait de chamelle 3
      3-1-1. Comptage des germes totaux 3
      3-1-2. Identification des germes pathogènes 5
4. Composition physicochimique et valeur nutritionnelle du lait de chamelle 6
   4-1. Méthodes d'analyses physicochimiques du lait 6
5. Le contrôle qualité dans les lieux de production 9
6. Traitement technologique du lait de chamelle 10
7. Variabilité de la composition chimique du lait de chamelle 11
8. Contrôle de la spécificité du lait de chamelle 13
9. Standards pour la transformation industrielle et la distribution du lait de chamelle chez les détaillants 13

10. Conclusion 14

Références 15

Calendrier et personnalités rencontrées 17

Cette mission était la première entièrement financée par le partenaire Kazakh depuis le début de la collaboration en 1998. En effet, le Pr. AKHMETSADYKOV (Université agraire et entreprise ANTIGEN), ainsi que Gaukhar KONUSPAYEVA (Université Al-Farabi) ont obtenu avec succès les appuis financiers (environ 60 000 €) du Ministère de l'Agriculture du Kazakhstan sur « *l'amélioration de la technologie et le développement des normes pour les produits nationaux issus du lait de chamelle selon les besoins de la FAO et de la Fédération Internationale Laitière* ».

Le présent rapport vise à proposer quelques éléments pour un standard destiné au lait de chamelle dans le contexte national du Kazakhstan.

1 - INTRODUCTION

Le lait de chamelle, comme tous les produits de la traite des mammifères destinés à la consommation humaine, est soumis aux règles du marché. Au Kazakhstan, jusqu'à une période récente, le lait de chamelle était essentiellement consommé localement sous forme de produits traditionnels dont la vocation n'était en aucun cas l'exportation.

Après l'indépendance, la volonté de modernisation de l'agriculture et le souhait d'appliquer les règles du commerce international (adhésion à l'Organisation Mondiale du Commerce – OMC), la nécessité pour le pays de se référer aux standards de qualité et de sécurité internationaux, devait forcément impliquer des produits comme le lait de chamelle qui participe à l'identité culturelle du pays, le *shubat*, lait de chamelle fermenté, pouvant être considéré, au même titre que le *koumis* fabriqué à partir du lait de jument comme un « produit terroir », fortement identitaire.

Les standards sont classiquement divisés en standards microbiologiques (sûreté) et physicochimiques (qualité). Le lait de vache, qui représente plus de 85 % du lait consommé dans le monde, est le plus souvent la norme pour les autres laits, notamment les laits « marginaux » comme celui de la chamelle, bien que la composition physicochimique (Farah, 1993 ; Konuspayeva, 2007) et les capacités de réaction face à la contamination bactérienne soient, de façon bien connue, sensiblement différentes (Conesa et al., 2008). Toutefois, même si les capacités de préservation antibactérienne du lait de chamelle sont connues, les conditions d'hygiène pour sa collecte, sa transformation et sa distribution doivent a priori respecter les règles appliquées classiquement au lait de vache.

La mise en place d'un standard pour le lait de chamelle doit comprendre en réalité deux éléments majeurs :

- s'assurer que le lait commercialisé ne pose aucun problème de santé aux consommateurs (standard de sûreté alimentaire),
- s'assurer que le produit vendu corresponde à ce qui a été produit tant en terme de composition physicochimique que du point de vue de sa valeur nutritionnelle, autrement dit qu'il n'y a pas « tromperie » sur la marchandise (Sawaya et al.,1984).

2. FACTEURS A PRENDRE EN COMPTE POUR ETABLIR LES STANDARDS

A la base, les conditions de production en élevage déterminent les paramètres de la qualité à retenir pour les produits des fermes, sources de la matière première. Concernant le lait, les conditions hygiéniques de traite, les pratiques de gestion (alimentaire, prophylactique) exercent une influence notable, tant sur la qualité sanitaire, que sur la composition du lait.

Le lait de chamelle est encore rarement collecté mécaniquement, même s'il existe des prototypes de machine à traire qui étaient plus souvent utilisés à l'époque soviétique que maintenant. Ces machines n'ont du reste pas connu de succès commercial. En tant qu'espèce à production plus alvéolaire que citernale (Balasse, 2003), la chamelle nécessite la présence de son chamelon pour faciliter la descente du lait. Toutefois, au Kazakhstan, la pratique de l'injection d'ocytocine quelques minutes avant la traite permet de prélever le lait des femelles en l'absence de chamelon.

Par ailleurs, le développement de fermes laitières modernes dans les pays du Golfe a montré que les chamelles peuvent être habituées aux salles de traite avec prélèvement automatique sans la présence du chamelon (Nagy, 2008). Le développement de machines à traire adaptées à la morphologie de la mamelle de la chamelle est pourtant un point important pour permettre l'émergence d'une industrialisation de la production.

	SCC		*NAGase*	
	Non infecté	**Infecté**	**Non infecté**	**Infecté**
Chamelle	118,000	308,000*	96	89
vache	100,000	>1,000,000	18	60
Brebis	374,000	3,272,000	38	77
Chèvre	485,000	2,203,000	-	-

Table 1. *Valeurs comparées de la concentration en cellules somatiques (SCC) et d'activité de la NAGase chez différentes espèces laitières (d'après, Merin et al., 2004)*

A travers le monde, le lait de chamelle fait rarement l'objet de transformation. Ses faibles propriétés coagulantes l'empêchent de pouvoir le transformer aisément en fromage et sa consommation sous forme de beurre ou de yaourts est marginale, bien que des méthodes modernisées aient permis de lever les principaux obstacles technologiques.

C'est ainsi que des laiteries modernes en Afrique ou au Proche-Orient proposent des produits tels que le fromage (par exemple en Mauritanie) ou des yaourts aromatisés (par exemple aux Emirats Arabes Unis). La transformation industrielle du lait reste néanmoins peu développée pour cette espèce.

Au Kazakhstan, cependant, le lait de chamelle fait l'objet d'une transformation traditionnelle par fermentation lactique conduisant à la fabrication du *shubat*. Cette transformation demeure le plus souvent artisanale et fait l'objet, de façon très marginale, de tentatives d'industrialisation.
En conséquence, il n'existe pas de réel standard établi ou recommandé sur le plan biologique ou chimique de lait cru de chamelle entrant dans les processus d'industrialisation. Et pour établir de tels standards, il faut poursuivre les études sur le lait de chamelle, la variabilité de sa composition chimique, les conditions de sa production, de sa transformation et de sa distribution.

Par exemple, il est notoire que la concentration en cellules somatiques (SCC en anglais) est un standard acceptable pour le lait de vache cru, les valeurs ne devant pas dépasser 120.000 cellules selon les normes européennes pour que le lait soit classé en catégorie A. Or, les quelques références disponibles chez la chamelle ont montré qu'un lait contaminé se traduit par des valeurs autour de 300.000 cellules (Chaffer et al., 2000), soit des valeurs nettement inférieures à celle des vaches atteintes de mammites subcliniques qui dépassent souvent les 800.000 cellules. Autre exemple, la présence d'indicateurs d'infections intra-mammaires tels que la N-acetyl-β-D-glucosaminidase (*NAGase*). Chez la vache cet indicateur est positivement corrélé aux infections intramammaires et aux SCC. Or, chez la chamelle saine produisant un lait non contaminé, la teneur en *NAGase* est naturellement 5 fois plus élevée que chez les vaches de même statut. En conséquence, cet indicateur ne peut être utilisé pour évaluer le statut bactérien du lait de chamelle comme il tend à l'être chez la vache, ainsi que le conclurent Merin et al., en 2004 (*Table 1*).

Ces quelques exemples témoignent de la nécessité de collecter de nombreuses données sur le lait de chamelle afin d'établir des standards adaptés.

3. LES ELEMENTS D'UN STANDARD POUR LE LAIT DE CHAMELLE

3.1. Standard hygiénique du lait de chamelle

La contamination du lait tout au long de la chaîne depuis la production jusqu'à la consommation se mesure à partir du comptage des germes totaux, mesure classique dans le lait de vache à la ferme, et si besoin par l'identification des bactéries hautement pathogènes pour l'homme.

3.1.1. Comptage des germes totaux

L'évaluation de la charge bactérienne du lait est un critère largement utilisé à travers le monde pour qualifier le statut hygiénique du lait de vache, de brebis ou de chèvre, généralement du lait de mélange prélevé par les laiteries en ferme. Les normes globalement admises sont par exemple de moins de 100.000 germes/ml pour livrer du lait destiné à une consommation sous forme de lait cru (lait de catégorie A), et moins de 300.000 germes/ml pour le lait destiné à la pasteurisation. Il existe peu de références sur le sujet pour le lait de chamelle.
Dans une étude réalisée en Israël, il a cependant été montré que la qualité bactérienne du lait de chamelle n'était pas différente du lait de vache et les valeurs observées dans les quelques études disponibles (*Table 2*) sont parfois bien supérieures aux standards acceptés pour le lait de vache (Sela et al., 2003) bien que le lait de chamelle ait la réputation de mieux résister que le lait de vache à la multiplication des germes après la traite du fait de sa richesse probable en éléments antimicrobiens (Konuspayeva et al., 2004).
En revanche, il ne semble pas y avoir de différence entre lait de chamelle et lait de vache pour ce qui concerne la sensibilité des germes pathogènes au traitement thermique. Par exemple, *Escherichia coli* présente la même cinétique de destruction (**figure 1**) quel que soit le lait incriminé (Merin et al., 2004).

Echantillon	Germes totaux CFU/mL	Coliformes CFU/mL
1	1.41×10^5	6.80×10^4
2	2.44×10^4	8.00×10^3
3	6.20×10^5	1.17×10^5
4	1.20×10^8	4.00×10^7
5	2.50×10^6	1.40×10^3
6	5.50×10^6	9.00×10^2
7	8.00×10^4	5.00×10^3
8	5.30×10^8	9.00×10^7
9	4.70×10^6	8.50×10^5

Table 2. Comptage bactérien dans le lait de chamelle (d'après Sela et al., 2003)

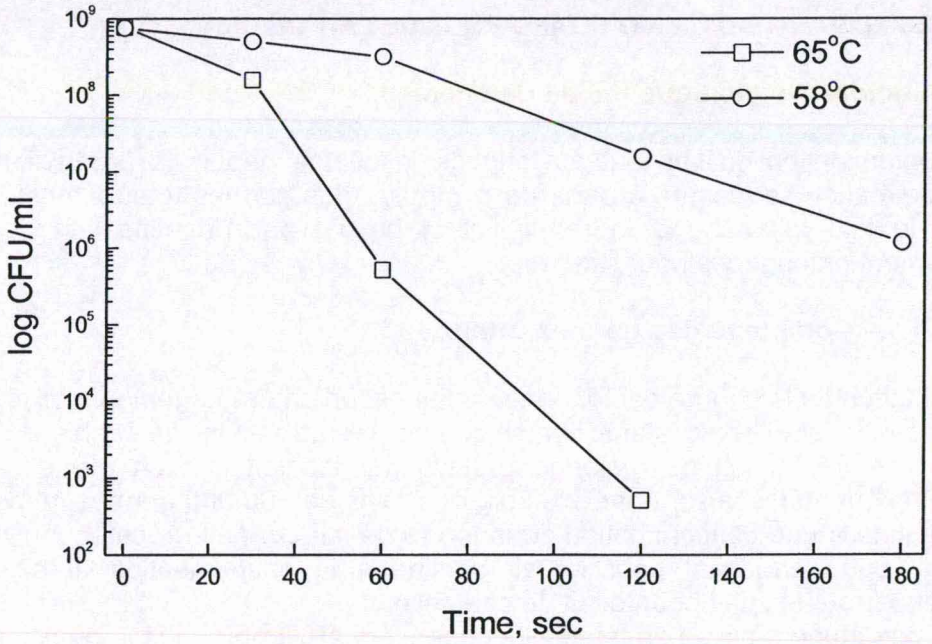


Figure 1. Décroissance de la population d'*E. coli* par traitement thermique à 65 et 58°C (d'après Merin et al., 2004)

En revanche, on ne dispose pas de références, pour ce qui concerne le lait fermenté, même si l'acidité conférée par la fermentation lactique entraîne un milieu défavorable à la multiplication des germes pathogènes.

Le comptage bactérien permet également de tester la qualité tout au long de la filière et pas uniquement dans le lait collecté à la ferme. Au Kenya par exemple (*Table 3*), il a été montré l'importance des différentes étapes, depuis la production jusqu'à la distribution dans les réseaux détaillants, de la contamination liée aux différentes manipulations (Younan et al., 2003).

Classification des laits crus par le *Kenya Bureau of Standards*	
· bon ("A")	germes totaux 1 - 2 x10^6 cfu/ml
· mauvais ("B")	germes totaux 2 - 5 x10^6 cfu/ml
· très mauvais ("C")	germes totaux > 5 x10^6 cfu/ml.

Germes totaux dans le lait de chamelle Somali :

Echantillon de:	Germes totaux
Lait de traite (n = 26)	**moy 2.7 x 10^7cfu/ml** valeurs de 10^5 - 10^8
Centre de collecte (n = 15)	**moy 6.9 x 10^8cfu/ml** valeurs de 10^5 – 10^9
marché local* (n = 20)	**moy 6.7 x 10^8cfu/ml** valeurs 10^7 – 10^9
marché éloigné** (n = 2)	**1.7 x 10^9cfu/ml**

* < 100km de distance du producteur
** 300km de distance du producteur

Table 3. Contamination du lait de chamelle le long de la filière (d'après Younan et al., 2003)

A l'arrivée dans la laiterie, le lait peut être également contrôlé par des tests simples (bleu de méthylène, résazurine) (Table 5).

Note	Qualité du lait	Bleu de méthylène (temps de réduction)		Résazurine (teinte après une heure)	
1	Contaminé	t < 2h	(<1h30)	0, 1, 2	(0, 1)
2	Peu contaminé	2h<t<4h	(1h30<t<3h)	3, 4	(2, 3)
3	Bonne qualité	T > 4h	(> 3h)	5, 6	(4, 5, 6)

Les indications entre parenthèses correspondent aux valeurs appliquées en été

Table 4. Contrôle de la qualité du lait à l'arrivée en laiterie

Ces tests sont applicables au lait de chamelle.

3.1.2. Identification des germes pathogènes

On dispose d'un nombre incalculable de références sur les germes pathogènes dans le lait de vache, tant sur le plan qualitatif (identification des germes) que quantitatif (nombre de colonies sur milieu de culture) ou épidémiologique (sources de contamination).
Parmi les bactéries présentes dans le lait, certaines sont pathogènes pour l'homme ou le petit allaitant, d'autres ont des propriétés technologiques, probiotiques intéressantes pour l'industrie et pour la santé de l'homme (bactéries lactiques), d'autres enfin sont simplement indésirables car peuvent perturber les processus technologiques (bactéries protéolytiques par exemple altérant la qualité des fromages).
Il est notoire que ces aspects sont parfaitement peu étudiés dans le lait de chamelle.

Les profils de croissance des bactéries peuvent être perturbés par la présence dans le lait de chamelle des lactoprotéines comme la lactoferrine aux propriétés inhibitrices de la croissance bactérienne (Konuspayeva et al., 2006 ; Conesa et al., 2008). La richesse connue du lait de chamelle en lysozymes, vitamine C peut également contribuer à modifier les risques de surcontamination.
Cependant, les interactions entre la contamination bactérienne et les paramètres environnementaux (conditions de préservation du lait, conditions de traite et de stockage ou de transport) ne sont que rarement étudiées chez le lait de chamelle. Il y a, en particulier, très peu d'études sur l'influence de la flore bactérienne naturelle du lait de chamelle sur la contamination externe par des germes pathogènes, sur les interactions entre pathogènes mineurs et pathogènes majeurs, toute situation bien connue dans le lait de vache.

Enfin, le rôle potentiel du lait de chamelle dans la transmission de certaines zoonoses comme la brucellose (des anticorps anti-Brucella ont pu être isolés dans le lait de chamelle) ou la tuberculose demeure pratiquement inconnu.

4. Composition physicochimique et valeur nutritionnelle du lait de chamelle

Par rapport à la composition physicochimique du lait, deux problèmes se posent : (i) la qualité et la fiabilité des méthodes d'analyse, (ii) la variabilité naturelle de sa composition.

4.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques du lait

Une analyse rapide de la littérature sur le sujet montre qu'il existe une assez grande variabilité des méthodes utilisées tant pour le dosage des matières grasses (méthode de référence « Gerber », méthodes de l'AOAC, méthode gravimétrique, méthode Röse-Gottlieb, extraction par Soxlhet, méthode de Ling, analyse par infra-rouge,...) que pour le dosage des protéines totales (méthode de Kjeldhal, méthode de Srekely, dosage direct des protéines...).

Même si ces méthodes sont très proches les unes des autres, les informations sur les techniques de dosage mises en œuvre sont souvent peu explicites dans de nombreuses références rendant les comparaisons délicates. De plus, il est probable que certaines de ces méthodes ne soient pas adaptées au dosage des matières grasses du lait de chamelle compte-tenu des particularités de sa composition en acides gras et surtout de la structure de la partie grasse du lait (Karray et al., 2005).

Une méta-analyse réalisée sur 82 références concernant la composition globale du lait de chamelle a bien montré, notamment, la variabilité des résultats tant sur le plan des chroniques (valeurs de la littérature depuis 1905) que sur le plan des origines géographiques des échantillons (Konuspayeva et al., 2008b) comme on peut le voir dans les figures 2 et 3. A cet égard, le choix des méthodes d'analyses est essentiel pour disposer de valeurs comparables aux résultats de la littérature et surtout des analyses de routine réalisées désormais par nombre d'organismes de traitement du lait et de contrôle de sa qualité.

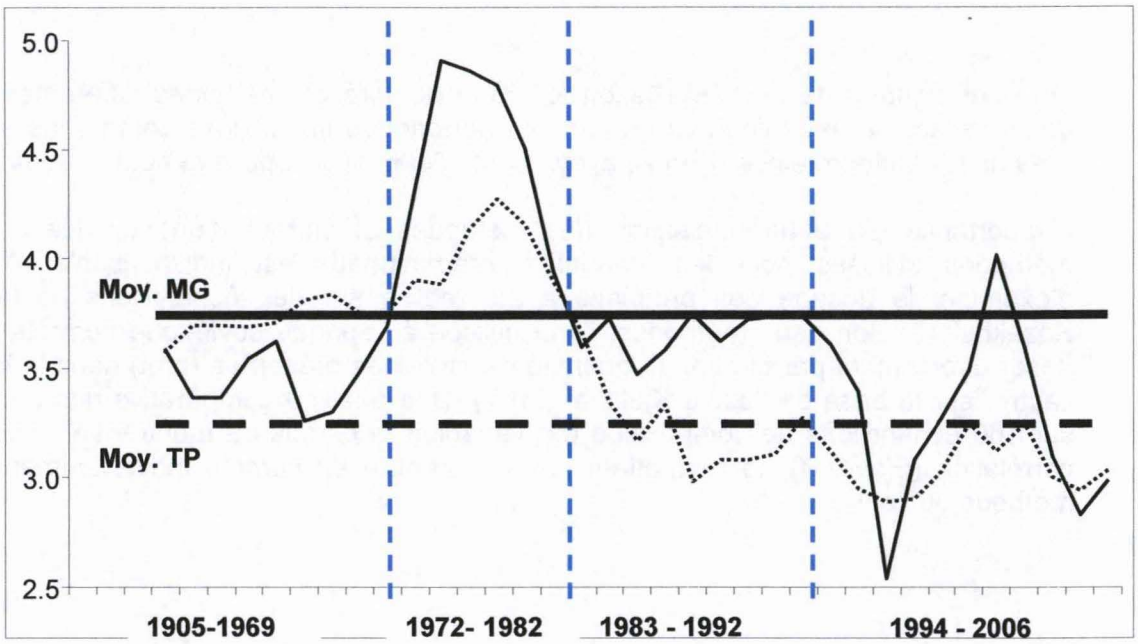


Figure 2. Chronique des valeurs de la matière grasse (MG) du lait et du taux protéique (TP) depuis 1905 jusqu'à 2006 selon les références de la littérature (d'après Konuspayeva et al., 2008b).

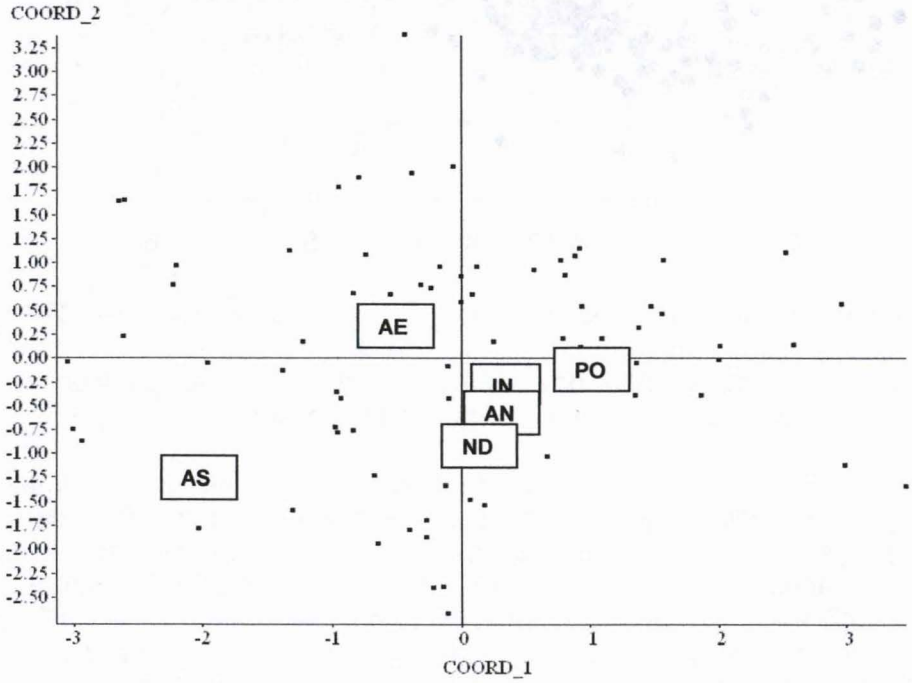


Figure 3. Répartition des échantillons de lait d'Asie (AS), d'Afrique de l'Est (AE), d'Afrique du Nord (AN), d'Inde (IN), du Proche-Orient (PO) ou d'origine inconnue (ND) sur le plan factoriel construit à partir de la composition de lait dans 82 références (selon Konuspayeva et al., 2008b)

On peut signaler de la même façon le grand nombre de méthodes différentes pour doser le lactose, les minéraux ou certains paramètres spécifiques comme les acides gras ou les lactoprotéines (Konuspayeva et al., 2006 ; Konuspayeva et al., 2008a).

L'importance d'une harmonisation des méthodes et surtout d'une application des méthodes utilisées pour les standards internationaux est indispensable. A titre d'exemple, le dosage des protéines a été réalisé sur des échantillons de lait du Kazakhstan selon deux méthodes, l'une utilisée à l'époque soviétique permettant de doser directement par titration la quantité de protéines présentes (prot) dans le lait, et l'autre, sur la base de l'azote Kjeldhal (MAT). Une analyse comparative des résultats sur 160 échantillons de composition fort variables, a permis de montrer l'absence de corrélation (*Figure 4*) ne permettant pas de prendre en compte indifféremment une méthode ou l'autre.

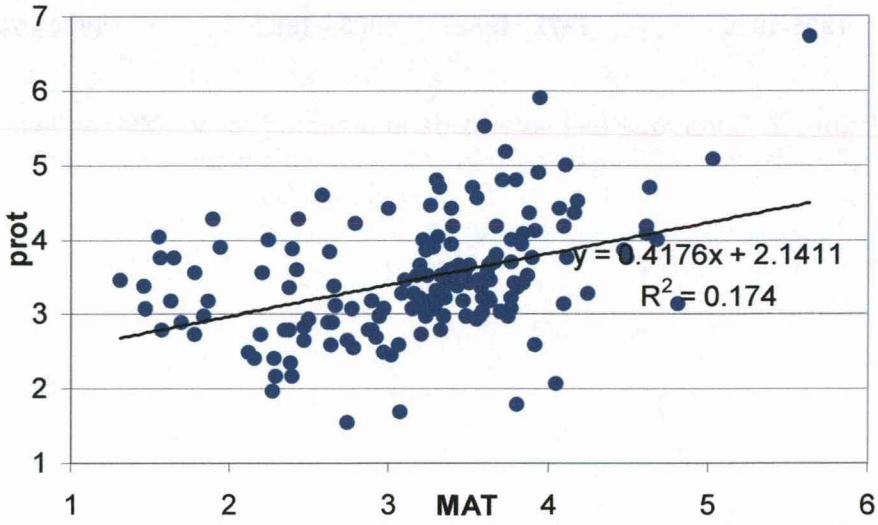


Figure 4. Matrice de corrélation entre les méthodes MAT et prot (*n=160*), r^2=0,174 n.s.

Il est important également, au-delà des méthodes utilisées, que les laboratoires d'analyses puissent s'appuyer sur des références internationales.

Par exemple, dans une étude portant sur la présence de métaux lourds dans le lait de chamelle, plusieurs échantillons de lait ont été dosés par trois laboratoires, deux au Kazakhstan s'appuyant sur les méthodes classiques mises en œuvre dans le pays, l'autre en France s'appuyant sur les méthodes standard disposant d'échantillons de références (disponibles dans le commerce, comme par exemple AccuTrace™ Reference Standard solutions). Le laboratoire 1 (Kazakhstan) a utilisé un appareil ICP, le laboratoire 2 (Kazakhstan), une méthode Volt-ampérométrique, et le laboratoire 3 (France), un spectrophotomètre d'absorption atomique. Ainsi, les valeurs de la teneur pour un minéral classique comme le zinc, a varié de 0,4 à 4,9 ppm, pour le fer de 0,46 à 1,72 ppm, pour le cuivre de 0,09 à 0,51 ppm. Pour les polluants comme le plomb et l'arsenic des variations d'un facteur 5 sont également observées (*Figure 5*).

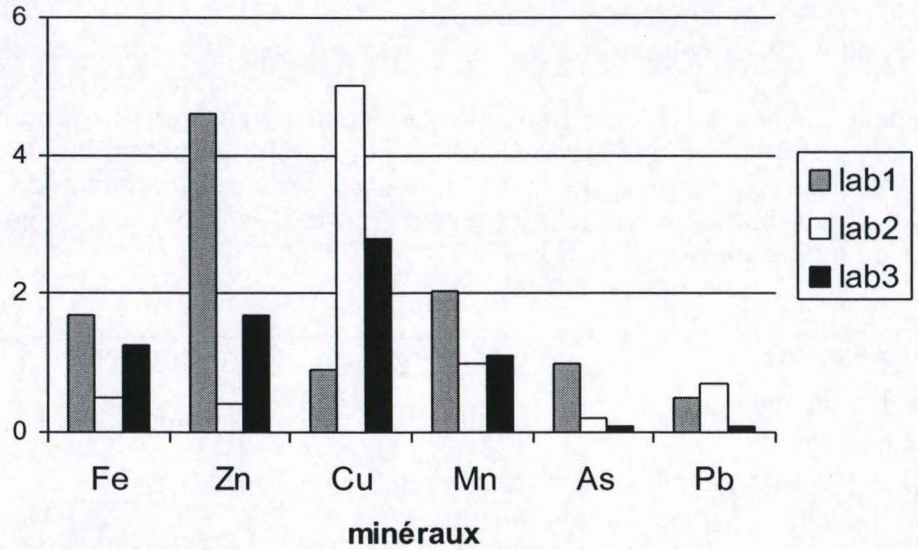


Figure 5. Teneurs en Fe (ppm), Zn (ppm), Cu (µg/10g), Mn (µg/10g), As (µg/10g) et Pb (µg/10g) dans un échantillon de lait de chamelle déterminées dans 3 laboratoires différents (d'après Meldebekova er al., 2008)

De tels résultats témoignent clairement de la nécessité d'harmoniser les méthodes d'analyses. Ces remarques valent aussi pour les composants nutritionnels plus rarement déterminés dans le lait (vitamines, acides gras polyinsaturés, polyphénols, etc...).

5. Le contrôle qualité dans les lieux de production

A l'exception des fermes modernes du Proche-Orient, le lait de chamelle est collecté dans la plupart des pays manuellement. Même si le Kazakhstan a connu la traite mécanique, celle-ci était peu répandue et a même régressé semble t'il après l'indépendance et le démantèlement des systèmes de production collectifs.
De plus, les chamelles vivent dans des zones souvent extrêmes sur le plan écologique. Les milieux secs sont propices aux vents de poussière qui contaminent le lait. La présence permanente du chamelon à la traite peut également poser des problèmes épidémiologiques.

Pour produire un lait sain, il importe de respecter un ensemble de règles de base assez simples qu'on peut énumérer ainsi :

- lavage soigneux des mains du trayeur à l'eau et au savon,
- lavage, voire désinfection, des récipients destinés à la collecte (récipient métallique ou en plastique facilement nettoyable),
- nettoyage des trayons des femelles laitières avec un tissu à usage unique trempé dans un produit désinfectant non irritant,
- attache des membres postérieurs de l'animal qui a tendance à bouger et attache du chamelon à la mère pour l'empêcher de perturber la traite et rassurer la femelle,
- utilisation de vêtements propres pour la traite (blouse),
- utilisation d'un tissu de genre gaze pour filtrer le lait collecté avant de le stocker dans des bidons spécifiquement destinés à cet usage,
- lavage et désinfection des récipients de stockage du lait,

- entreposage des récipients dans des endroits frais si le refroidissement dans un tank réfrigéré n'est pas possible,
- nettoyage de l'aire de traite

Le respect de ces consignes peut modifier l'état hygiénique du produit final. Par exemple, en Mauritanie, une étude (Tourette et al., 2003) a montré que le respect des règles de base en hygiène de la traite des chamelles, permettant de classer les éleveurs en « propre », « correct » et « sale » se traduisait par une contamination du lait plus ou moins importante (*Table 4*).

Analyses	Type "propre"	Type "correct"	Type "sale"
Temps de réduction du bleu de méthylène	> 5h00	> 4h00	< 4h00 pour 25 % des échantillons
Contamination en FAMT (en germes /ml)	$1,7.10^4$ à $1,7.10^5$	0 à $1,7.10^4$	$7,9.10^4$ à $1,5.10^8$
Contamination en coliformes (germes /ml)	Absence d'échantillons très contaminés	0 à $5.\ 10^3$ Contamination importante	$5.\ 10^3$ à $1,3.10^6$ Contamination très importante

Table 5. Résumé des liens entre types de pratiques de traite et qualité microbiologique du lait (d'après Tourette et al., 2003)

Le contrôle qualité dans les fermes ne peut se faire que par des visites de traite au cours desquelles le contrôleur relève les points respectés ou non respectés si possible en ayant recours à un système de notation (quantification des pratiques d'hygiène). Il existe de nombreuses enquêtes de ce genre en élevage bovin.

6. Traitement technologique du lait de chamelle

Au Kazakhstan, le lait de chamelle est consommé essentiellement sous forme fermentée (*shubat*). La fermentation du lait est sous l'emprise de différentes souches de bactéries lactiques. Les processus fermentaires associés à ces différentes souches sont encore peu connus et des recherches sont encore nécessaires. On pourrait fort bien, dans l'avenir, envisager la mise en œuvre de processus de fermentation dirigés par exemple en pasteurisant le lait puis en rajoutant des souches de bactéries lactiques afin d'obtenir un produit spécifique standardisé.

La pasteurisation du lait de chamelle permet également d'obtenir un produit sûr pouvant se conserver plusieurs jours. Elle s'opère par un traitement thermique pendant une durée limitée dans le temps qui assure une destruction des germes pathogènes mais aussi des germes d'intérêt technologique comme les bactéries qui permettent de transformer le lactose en acide lactique. Il y a peu de données sur l'efficacité bactéricide de la pasteurisation chez le lait de chamelle (Sela et al., 2003) d'autant que le témoin de pasteurisation utilisé classiquement chez le lait de vache (phosphatase alcaline) n'est pas opérationnel chez la chamelle du fait de ses propriétés thermorésistantes dans cette espèce (Loiseau et al., 2001). D'autres enzymes tels que la γ-glutamyltransferase (GGT), ou la lactate dehydrogenase (LDH) ont pu être proposés (*Table 5*).

Destruction thermique totale des enzymes du lait	vache	chamelle
Alkaline phosphatase	15sec/72°C	stable
(-Glutamyltranspeptidase	16sec/79°C	180 sec
Lactoperoxidase	16sec/76°C	stable
Xanthine oxidase	15min/76.6°C (16sec/90.6°C)	stable
Leucine arylamidase		28 sec

Table 6. Temps de destruction thermique des enzymes du lait aux températures de pasteurisation (d'après Loiseau et al., 2001)

La stérilisation (chauffage à 110-120°c pendant 15-30 minutes ou à 135-140°C pendant 2-4 secondes – lait UHT) est très rarement utilisée pour le lait de chamelle en vertu de son instabilité thermique. Les causes de cette instabilité du lait de chamelle lors du chauffage à haute température ne sont pas encore totalement connues (Farah et Atkins, 1992). Une des causes avancées serait les faibles quantités, voire l'absence de κ-caseine et de β-lactoglobuline responsables de la stabilité à haute température.

Il existe aussi des modes de transformation possible en lait en poudre par lyophilisation ou en lait concentré sucré ou non. Au Kazakhstan, les produits traditionnels comprennent également le *kourt* (boule de caséines de *shubat* deshydratées) et le *baïkalmak* (lait de chamelle concentré caramélisé). Si les procédés de fabrication de ces produits sont bien normalisés, leur caractérisation reste peu étudiée, surtout au regard de la variabilité de leur composition. Ce point de vue dépasse d'ailleurs les produits traditionnels. Le produit de base, le lait cru de chamelle, est lui-même peu étudié au regard de la variabilité de sa composition.

7. Variabilité de la composition chimique du lait de chamelle

On se rapportera sur ce point sur les travaux de thèse de G. Konuspayeva (2007) qui ont pris en compte les effets régions, saisons et espèces. On ne soulignera dans le présent rapport que quelques points saillants. Le Kazakhstan a la particularité de disposer de deux espèces, le dromadaire (*Camelus dromedarius*) et le chameau de Bactriane (*Camelus bactrianus*) ainsi qu'une grande variété d'hybrides. Le lait de ces deux espèces diffère sensiblement (Faye et al., 2008) avec une plus grande teneur en matières grasses , vitamine C, calcium et phosphore dans le lait de Bactriane et une part plus élevée d'acides gras polyinsaturés dans le lait de dromadaire. Le lait des hybrides et comme on pouvait s'y attendre, plutôt intermédiaire.

Il existe une grande variabilité régionale qu'on peut attribuer en partie à l'alimentation, les parcours naturels n'étant pas identiques d'une région à l'autre malgré l'apparente similitude des paysages steppiques. Il existe également une grande variabilité saisonnière qui recouvre en grande partie l'effet physiologique sachant que les mises bas sont plutôt concentrées en une seule saison (février-mars). Au final, on obtient une échelle de variation allant de 1 à 10% pour le TB et de 2 à 10% pour le TP (Figures 6 et 7).

CIRAD-Dist
UNITE BIBLIOTHEQUE
Baillarguet

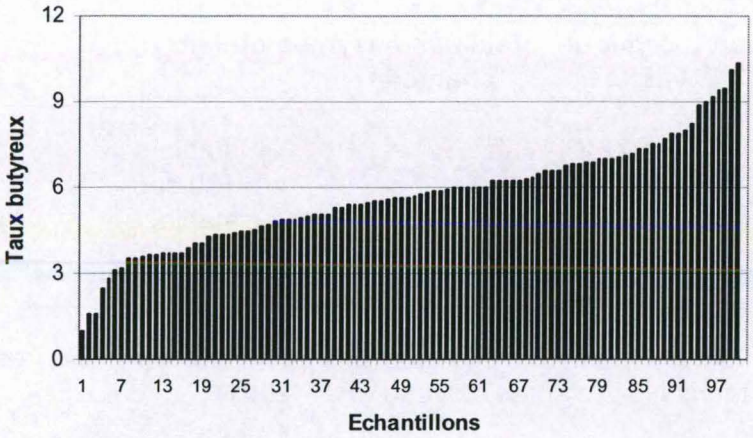
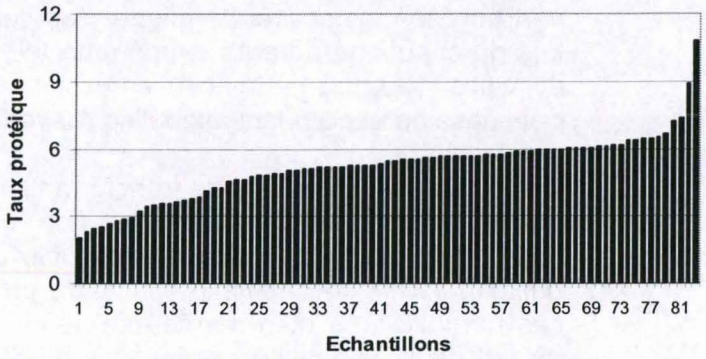


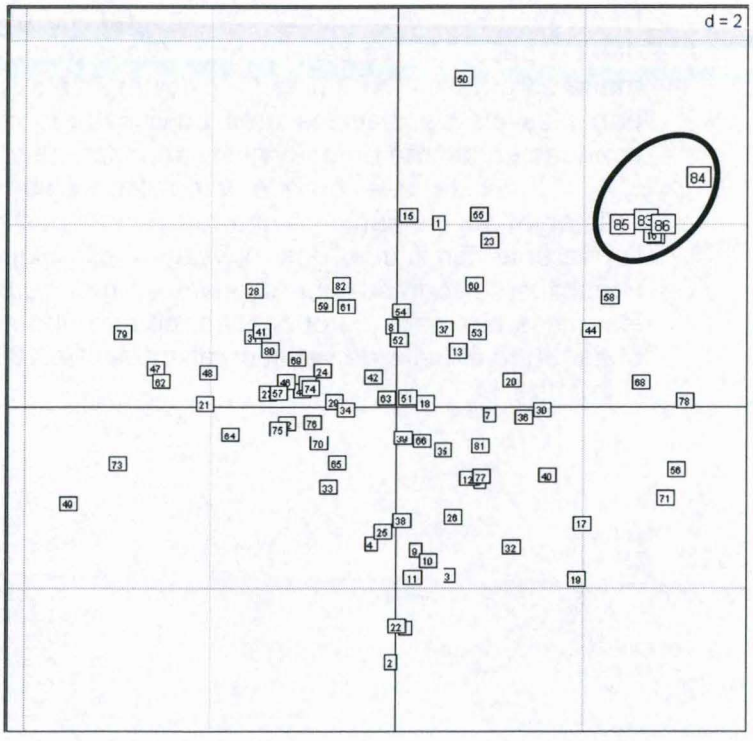
Figure 6. Variabilité du taux butyreux du lait de chamelle sur 101 échantillons de 4 régions du Kazakhstan prélevés au cours de l'année

Figure 7. Variabilité du taux protéique du lait de chamelle sur 84 échantillons de 4 régions du Kazakhstan prélevés au cours de l'année



Cette variabilité se complète par des valeurs moyennes parfois très différentes des valeurs observées dans les autres pays du monde induisant l'application de standards différents. Ainsi, reprenant l'analyse de la composition moyenne du lait de chamelle au Kazakhstan selon diverses sources dans la méta-analyse présentée plus haut, on observe nettement un positionnement particulier du lait de chamelle d'une part dans les pays d'Asie Centrale en général (cf. Figure 3 plus haut, le positionnement de l'étiquette « AS »), mais également des échantillons en provenance du Kazakhstan (Figure 8).

Figure 8. Projection des résultats (ellipse noire) du Kazakhstan sur le plan factoriel principal issu d'une ACP de 82 références de la littérature.



8. Contrôle de la spécificité du lait de chamelle

Il existe plusieurs méthodes pour contrôler la spécificité des laits notamment pour tester le mélange de lait de chèvre et de lait de vache à partir des immunoglobulines. La particularité du lait de chamelle est son absence de β-lactoglobuline (Merin et al., 2001), de sorte que sa présence dans un lait déclaré lait de chamelle peut être considéré comme un marqueur de fraude, comme cela a été utilisé notamment en Israël (Figure 9).

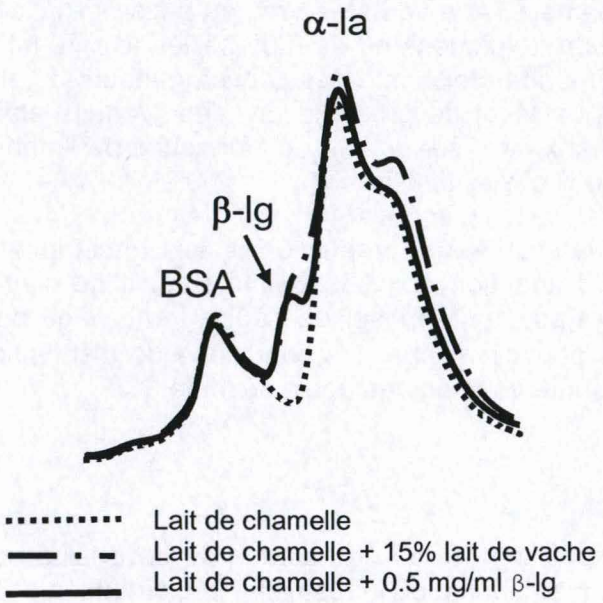


Figure 9. Chromatogramme du lait de chamelle cru et du lait contaminé par du lait de vache (15%) ou complémenté avec de la β-lactoglobuline (d'après Merin et al., 2001).

9. Standards pour la transformation industrielle et la distribution du lait de chamelle chez les détaillants

Dans la plupart des pays produisant du lait de chamelle, il existe des standards nationaux, plus ou moins appliqués, pour les industries laitières traitant du lait de chamelle. Ces standards ne sont pas toujours publiés, discutés ou mis en œuvre d'autant qu'ils s'appuient sur des règlementations concernant le lait de vache. Ils impliquent, en général, les spécifications pour les structures, les machines, les systèmes de nettoyage, les appareils d'emballage et les emballages eux-mêmes utilisés pour le lait de vache. Or tous ces éléments ne sont pas forcément applicables au lait de chamelle.

Au niveau international, le problème est accentué du fait que les normes et standards sont le plus souvent imposés par des pays industrialisés fortement producteurs et exportateurs de produits laitiers (USA, Australie, Union Européenne...) qui ne disposent pas d'élevage camelin laitier et pour lequel la chamelle n'apparait pas comme un animal producteur laitier.

Significatif, à cet égard, l'absence pendant longtemps de la chamelle dans la liste des animaux producteurs de lait destiné à la consommation humaine dans le *Codex alimentarius*.

L'autre écueil, comme il a été signalé plus haut, est la pratique courante au Kazakhstan, d'une transformation du lait de chamelle en ferme (transformation

artisanale). Ce mode de transformation est une difficulté supplémentaire à l'établissement de standards à l'échelle nationale, mais est aussi un gage de la diversité des produits transformés pouvant valoir d'argument commercial que l'on pourrait aisément comparer à la diversité des fromages en France à la fois produits par l'industrie (produits destinés à la consommation nationale et à l'exportation) et par les transformateurs en ferme (produits destinés à la consommation locale ou régionale).

On pourrait formellement distinguer de la même manière un *shubat* « laitier » (issu de la transformation industrielle) d'un *shubat* « fermier » (issu de la transformation en ferme) selon des règles de fabrication codifiées mais différentes.

L'émergence, depuis l'indépendance, au côté de petites épiceries, de grandes et moyennes surfaces (GMS) représente un atout pour la distribution au détail des produits laitiers à base de lait de chamelle. A la vente en vrac au bazar, ou à la vente dans des récipients de récupération (typiquement des bouteilles d'eau minérale reconverties) se substituent, à la demande croissante des consommateurs de plus en plus exigeants sur les critères de qualité et de présentation, des produits emballés répondant aux standards internationaux, tant sur le plan de l'innocuité de l'emballage que de la sûreté de la chaîne du froid si elle se justifie.

Autant donc que sur le contrôle de la qualité à la production et à la transformation, il s'agit de veiller aux conditions de distribution aux consommateurs. Il ne s'agit pas d'interdire une forme (vente en vrac) pour en imposer une autre (emballage de type tetra-pack© par exemple), mais de pouvoir afficher les conditions de distribution en fonction de la demande des consommateurs avec une égale sécurité.

10. CONCLUSION

Les méthodes d'analyse de la composition du lait, les standards de qualité pour la production en ferme, la transformation artisanale ou industrielle, la distribution dans les points de vente au détail ou dans les supermarchés, sont bien standardisés pour le lait de vache dans la plupart des pays : normes ISO, IDL, FAO etc... Par ailleurs, de nombreuses entreprises commerciales proposent sur le marché des systèmes automatisés pour formater la composition du lait tout au long de la chaîne de commercialisation, y compris pour le lait de chamelle (par exemple, chaîne de production de lait pasteurisé et de fabrication du *shubat* par les entreprises israéliennes). Toutefois, ces instruments et appareillages ne sont pas toujours bien adaptés au produit « lait de chamelle » comme on a pu le voir pour la pasteurisation, car sur le plan industriel aussi, les méthodes mises en œuvre font presque toujours référence au lait de vache.

Biologiquement différent du lait de vache dans sa composition fine, dans ses réactions face aux traitements de l'industrie (filtration, coagulation, chauffage, etc...), le lait de chamelle doit être encore étudié afin de pouvoir se plier aux exigences de la standardisation internationale, et les pratiques nationales doivent être mieux appréhendées pour pouvoir mettre en œuvre des standards reconnus par tous.

Références

Balasse M., 2003. Keeping the young alive to stimulate milk production ? Differences between cattle and small stock. Anthropozoologica, 37, 3-10

Chaffer, M., Leitner, G., Glickman, A., van Creveld, C., Winkler, M., Saran, A. and Yagil, R., 2000. Determination of udder health in camels (Camelus dromedarius). J. Camel Practice Res., 7:171-174

Conesa C., Sanchez L., Rota C., Pérez M.D., Calvo M., Farnaud S., Ewans R.W., 2008. Isolation of lactoferrin from milk of different species: Calorimetric and antimicrobial studies. Comp. Biochem. & Physiol., Part B., 150, 131-139.

Farah Z., Atkins D., 1992. Heat coagulation of camel milk. Journal of Dairy Sci., 59,229-231.

Farah, Z., 1993. Composition and characteristics of camel milk. J. Dairy Res., 60:603-626

Faye B., Konuspayeva G., Messad S., Loiseau G., 2008. Discriminant milk components of Bactrian camel (Camelus bactrianus), dromedary (Camelus dromedarius) and hybrids. Dairy Sci. Technol., 88, DOI: 10.1051/dst:2008008

Karray N., Lopez C., Ollivon M., Attia H., 2005. La matière grasse du lait de dromadaire: composition, microstructure et polymorphisme. Une revue, OI. Corps Gras Lipides, 12, 439-446

Konuspayeva G., Loiseau G. Faye B., 2004. La plus-value « santé » du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan. Renc. Rech. Ruminants, 11, 47-50.

Konuspayeva G., **Faye B.**, Loiseau G., Levieux D., 2006. Lactoferrin and Immunoglobin content in camel milk from Kazakhstan. J. Dairy Sci., 90, 38-46.

Konuspayeva, G., 2007. Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus, Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan, PhD thesis, Université Montpellier II, France, 255 pp.

Konuspayeva G., Lemarie E., Faye B., Loiseau G., Montet D., 2008a. Fatty acid and cholesterol composition of camel's (Camelus bactrianus, Camelus dromedarius and hybrids) milk in Kazakhstan. Dairy Sci. Technol., 88, 327-340 (DOI: 10.1051/dst:2008005)

Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G., 2008b. The camel milk composition: a meta-analysis of the literature data. J. Food Composition Anal., (sous presse).

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.

Meldebekova A , Diacono E, Konuspayeva G, Faye B., 2008. Heavy Metals and trace elements content in camel milk and shubat from Kazakhstan. Proc. of Intern. Workshop, « Impact of pollution on animal products". Almaty (Kazakhstan), 27-30 Septembre 2007, B. Faye and Y. Sinyavskiy (Eds), 117-123.

Merin, U., Bornstein, S., van Creveld, C., Yagil, R. and Gollop, N., 2001. Camel (Camelus dromedarius) colostrum and milk composition during the lactation. Milchwissenschaft, 56:70-74.

Merin U., Sela S, Rosen B., Pinto R. , Leitner G. 2004. Standards for camel milk. Proc. of . Intern. Workshop, « Desertification combat and food safety : the added value of camel producers". Ashkabad (Turkménistan), 19-22 april 2004. In "Vol. 362 NATO

Sciences Series, Life and Behavioural Sciences". B. Faye and P. Esenov (Eds), IOS press Publ., Amsterdam (The Netherlands), 152-158

Nagy P., 2008.******

Sawaya, W.N., Khalil, J.K., Alshalhat, A. and Almohammad, H., 1984. Chemical-composition and nutritional quality of camel milk. *J. Food Sci.*, 49:744-747.

Sela, S., Pinto. R., Merin, U. and Rosen, B., 2003. Thermal inactivation of *Escherichia coli* in camel milk. *J. Food Protect.*, 66:1708-1711

Tourette I., Messad S., Faye B., 2003. Interactions entre pratiques de traite et qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. Atelier Int. sur le lait de chamelle en Afrique. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey (Niger), 5-8/11/03, 61-69.

M.Younan, Kenyanjui M., Wangoh J., Nganga A., Farah Z., Wasem A., Galetti V., Bornstein S., 2003. Camel Milk Hygiene and Mastitis : Examples from Kenya and Somalia. . Atelier Int. sur le lait de chamelle en Afrique. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey (Niger), 5-8/11/03, 71-78

Calendrier et personnalités rencontrées

Lundi 18 août

- Départ pour Almaty via Marseille et Amsterdam

Mardi 19 août

- Arrivée à Almaty
  - Visite de l'institut Franco-Kazakhe à l'Université Al-Farabi (en présence du nouveau recteur de l'université)
  - Séance de travail sur les corrections de l'article « méta-analyses des données de la littérature sur le lait de chamelle » (accepté dans *Journal of food composition and analysis*) issu de la thèse de G. KONUSPAYEVA

Mercredi 20 août

- Préparation de la mission de terrain
- Entretien avec le Pr. IVASHCHENKO (Université Al-Farabi)
- Entretien avec le Pr. Nurlan AKHMETSADYKOV (ANTIGEN et Université agraire)
- Entretien avec le SCAC d'Almaty (F. O. SEYS, Conseiller culturel et L. GIRIAT, Attaché de Coopération)

Jeudi 21 août

- Rédaction article REMVT
- Départ pour Ouralsk

Vendredi 22 août

- Visite de l'université agraire technique de l'Ouest-Kazakhstan et entretien avec le vice-recteur
- Visite de la ferme d'Ecet
- Discussion avec B. KOURMANOV, F. ZAHIROVA et I. ZHOUBANTAEV, professeurs « camélologues »

Samedi 23 août

- Départ pour Atyrau
  Accueil par A. Yeskariev

Dimanche 24 août

- Visite de la ferme des chameaux de Pervomaïski à Aksaï

Lundi 25 août

- Départ pour Almaty (avion), puis Astana (train)

Mardi 26 août

- Arrivée à Astana
  - Entretien avec le Dr Ayup ISKAKOV, Chef du centre de coordination des projets du Ministère de l'Agriculture.
- Retour sur Almaty (train)

Mercredi 27 août

- Entretien avec N. AKHMETSADYKOV (ANTIGEN), Yon FLEERACKERS (expert consultatnt au Central Asia Regional Economic Cooperation program – CAREC), Olga LATIPOVA (Directrice générale du Centre de testage des produits alimentaires) et Olga YUNUSBAYEVA (Directrice du centre de certification)

- Visite d'ANTIGEN
- Travail à l'université Al-Farabi

Jeudi 28 août

➢ Départ pour Montpellier via Amsterdam et Marseille