



**ETUDE DE L'INFLUENCE DES PRATIQUES DE TRAITE ET
D'ELEVAGE SUR LA QUALITE SANITAIRE DU LAIT DE
CHAMELLE
EN REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE**

THESE
Pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

Présentée et soutenue publiquement en 2002
devant l'université Paul-Sabatier de Toulouse

par

Isabelle TOURETTE
Née le 15 février 1977 à Longjumeau (Essonne)

JURY

PRESIDENT :

M. le Professeur Dabernat Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

ASSESEURS :

M. le Professeur Xavier Berthelot Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. le Professeur Philippe Jacquet Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

A Monsieur le Professeur Henri DABERNAT,

Professeur des Universités
Praticien hospitalier
Bactériologie - Virologie

Qui a accepté avec bienveillance la présidence de notre jury de thèse.

A Monsieur le Professeur BERTHELOT,

Professeur de l' Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie de la Reproduction

Qui a consacré du temps et de l'attention aux corrections de cette thèse.

A Monsieur le Docteur Philippe JACQUIET,

Maître de Conférences de l' Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Parasitologie et Maladies Parasitaires

Qui a bien voulu prendre part à notre jury de thèse.

Très sincères remerciements.

Remerciements

Honneur aux Mauritaniens...

Je tiens tout particulièrement à remercier Nancy Abeiderrhamane pour m'avoir ouvert en grand les portes de la *Laitière de Mauritanie* ainsi que Maryam et Yahyah Abeiderrhamane.

Merci à Omar pour la découverte de Nouakchott.

Mes remerciements vont également aux deux personnes avec qui j'ai travaillé pendant ces quatre mois : Abdellahi Salem Ould Lellah, qui a parfois tenté de m'expliquer la Mauritanie et Yacoub Cissoko qui a réalisé, avec une grande sagesse malgré la chaleur, toutes les analyses de laboratoire.

Je remercie tous les fournisseurs de *Tiviski* qui ont eu la gentillesse et la patience de répondre à mes questions et qui m'ont laissée perturber leur traite sans se départir de leur bonne humeur. Je remercie les employés de la société qui ont toujours été très coopératifs et nous ont souvent facilité la tâche.

Je remercie la famille d'Abdellahi Salem au grand complet pour m'avoir accueillie chez elle avec une incroyable hospitalité.

Je remercie Alem, Pierre-Alain Audebert et Idrissa Diara pour leurs conseils avisés.

Je remercie la Faculté des Sciences de Nouakchott ainsi que le Centre National de l'Élevage et de la Recherche Vétérinaire qui m'ont laissé piller leurs réserves d'eau distillée et de soude dornic.

Une pensée toute particulière pour Ramatoulaye, Birama, Fatimetou et Ahmed, sans qui mon stage n'eut pas été ce qu'il fut.

Du côté français...

Je remercie en premier lieu Bernard Faye de m'avoir mise en relation avec Nancy et de m'avoir conseillée.

Je remercie beaucoup Samir Messad qui m'a entraînée dans les hyper-espaces statistiques et m'a accordé son temps et sa patience pour traiter les données de cette étude.

Je remercie Gérard Loiseau pour ses conseils en microbiologie et la palette de réactifs qui fût bien utile.

Je remercie Alexandra Mailles pour son soutien et ses conseils.

Je remercie l'ensemble de ma famille d'être comme elle est...

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
I. DESCRIPTION DES PRODUCTEURS DE LAIT DE CHAMELLE	7
II. DESCRIPTION DE LA TRAITE.....	8
OBJECTIF DE L'ETUDE.....	8
MATERIEL ET METHODE	9
I. POPULATION PRÉLEVÉE	9
II. PROTOCOLE D'ENQUÊTE.....	9
III. RÉALISATION DES PRÉLÈVEMENTS :.....	9
IV. ANALYSES DE LABORATOIRE :	10
1. <i>Titrage de l'acidité Dornic</i> :.....	10
2. <i>Dénombrement de la flore aérobie mésophile (FAM)</i> :	10
3. <i>Dénombrement des Coliformes totaux</i> :	11
4. <i>Réduction des colorants</i> :	11
V. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE STATISTIQUE :	12
VI. CODAGE ET CONSTITUTION EN CLASSES DES RÉSULTATS AUX TESTS DE LABORATOIRE : .	13
VII. VARIABLES ÉTUDIÉES DANS L'ANALYSE STATISTIQUE :	14
RESULTATS	15
I. DESCRIPTION DES RÉSULTATS BACTÉRIOLOGIQUES ET VÉRIFICATION DU MATÉRIEL:.....	15
II. DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON ÉTUDIÉ:	17
1. <i>Description des résultats aux analyses de laboratoire</i> :.....	17
A/ Distribution des résultats bactériologiques :	17
B/ Relation entre la qualité du lait et le délai entre traite et réception du lait :.....	17
2. <i>Description des exploitations</i> :.....	19
3. <i>Description des chammelles prélevées</i> :.....	22
III. TYPOLOGIE DES PRATIQUES DE TRAITE DES FOURNISSEURS :	24
IV. TYPOLOGIE DES RÉSULTATS BACTÉRIOLOGIQUES :.....	25
1. <i>Typologie des résultats aux tests bactériologiques</i> :	25
V. RELATIONS ENTRE PRATIQUES SANITAIRES ET TYPES BACTÉRIOLOGIQUES :	27
1. <i>Quels liens entre les types de fournisseurs et les types de résultats bactériologiques ?</i>	27
A/ Différences de répartition des résultats et types bactériologiques parmi les trois types de fournisseurs :.....	27
B/ Relations entre les types de fournisseurs et les profils bactériologiques :.....	28
2. <i>Relations entre les résultats bactériologiques et les variables non liées aux pratiques d'élevage ?</i>	29
DISCUSSION.....	30
I. EXISTENCE DE BIAIS :	31
II. DISCUSSION DES RÉSULTATS :	32
1. <i>Matériel de traite</i> :	33
2. <i>Hygiène de traite</i> :.....	34
3. <i>Lieu de traite</i> :.....	34
4. <i>Chammelles</i> :	34
5. <i>Délai entre traite et réception du lait</i> :.....	35
III. PERSPECTIVES:	36
CONCLUSION	37

BIBLIOGRAPHIE.....	38
---------------------------	-----------

LOGICIELS UTILISÉS :.....	39
----------------------------------	-----------

LISTE DES ANNEXES :

<i>Annexe 1 : Carte de République Islamique de Mauritanie, Ressources disponibles</i>	40
<i>Annexe 2 : Etapes de la Traite des Chamelles</i>	40
<i>Annexe 3 : Etapes de la Traite des Chamelles</i>	41
<i>Annexe 4 : Etapes de la Traite des Chamelles</i>	42
<i>Annexe 5 : Principales pathologies affectant les camelins et autres animaux de rente en Mauritanie</i>	43
<i>Annexe 6 : Questionnaire Eleveur</i>	44
<i>Annexe 7 : Fiche Prélèvement</i>	45
<i>Annexe 8 : Composition du milieu de culture PCA</i>	47
<i>Annexe 9 : Composition du milieu de culture Désoxycholate</i>	47
<i>Annexe 10 : Codage des variables d'élevage</i>	48
<i>Annexe 11 : Distribution des résultats des tests bactériologiques</i>	49
<i>Annexe 12 : Typologie des fournisseurs, partition en trois classes</i>	50
<i>Annexe 13 : Décomposition de la variance inter-classes de la typologie des fournisseurs</i>	51
<i>Annexe 14 : Représentation graphique de la typologie des profils bactériologiques</i>	52
<i>Annexe 15 : Décomposition de la variance inter-classes de la typologie des profils bactériologiques</i>	53
<i>Annexe 16 : Représentation graphique de la typologie des profils bactériologiques après ACP barycentrique, dans le plan factoriel (F1, F2)</i>	54
<i>Annexe 17 : Représentation graphique de l'ACM barycentrique dans le plan factoriel (F1, F2)</i>	55
<i>Annexe 18 : Contribution des modalités des variables « résultats bactériologiques » à la constitution des axes F1 et F2 de l'ACM barycentrique</i>	56
<i>Annexe 19 : Représentation graphique du résultat de l'AFD dans le plan factoriel (F1, F2)</i>	57
<i>Annexe 20 : Représentation graphique de la relation entre résultats bactériologiques et délais entre traite et réception du lait, ACM barycentrique dans le plan factoriel (F1, F2)</i>	58
<i>Annexe 21 : Représentation graphique des relations entre litrage vendu quotidiennement et résultats bactériologiques, ACM barycentrique dans le plan (F1, F2)</i>	59

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Tableaux :

<i>Tableau 1 : correspondance entre temps de réduction du BdM et réduction de la résazurine (Guiraud, 1998).....</i>	<i>11</i>
--	-----------

<i>Tableau 2 : correspondance entre temps de réduction du bleu de méthylène et contamination bactérienne en bactéries/ml (Guiraud, 1998).</i>	12
<i>Tableau 3 : intervalle de confiance des moyennes des résultats aux divers tests des échantillons de lait de vache</i>	15
<i>Tableau 4 : intervalles de confiance des moyennes des résultats aux divers tests des échantillons de lait</i>	16
<i>Tableau 5 : coefficients de corrélation entre les tests</i>	17
<i>Tableau 6 : augmentation du temps de réduction du BdM selon le délais entre traite et réception du lait.</i>	18
<i>Tableau 7 : augmentation de la contamination en FAM selon le délai entre traite et réception du lait.</i>	18
<i>Tableau 8 : augmentation de la contamination en coliformes selon le délais entre traite et réception du lait.</i>	18
<i>Tableau 9 : résumé de l'influence du délais entre traite et réception du lait sur la qualité sanitaire du lait de chamelle.</i>	19
<i>Tableau 11 : association entre profils bactériologiques et variables non liées aux pratiques de traite :</i>	29
<i>Tableau 12 : relations entre centre de collecte et résultats bactériologiques.</i>	30
<i>Tableau 13 : relations entre quantité de lait vendue quotidiennement et qualité bactériologique du lait.</i>	30

Figures :

<i>Figure 1 : distribution des exploitations selon le nombre de trayeurs.</i>	20
<i>Figure 2 : distribution des exploitations selon la propreté du lieu de traite.</i>	21
<i>Figure 3 : distribution des exploitations selon la propreté du récipient de traite.</i>	21
<i>Figure 5 : distribution des exploitations selon le nettoyage des mains avant la traite.</i>	22
<i>Figure 6 : distribution de l'âge des chamelles prélevées.</i>	23
<i>Figure 7 : distribution du rang de lactation des chamelles prélevées.</i>	23

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

ACM : Analyse des Composantes Multivariées

ACP : Analyse des Composantes Principales

AFD : Analyse Factorielle Discriminante

APLT : Association des Producteurs de Tiviski

BdM : Bleu de Méthylène

ddl : nombre de degrés de liberté

FAM : Flore Aérobic Mésophile

PIB : Produit Intérieur Brut

UM : Ouguiya Mauritanien, 38 UM = 1 Franc français = Euros

WST: White Side Test

INTRODUCTION

En 1998, l'élevage mauritanien représente 15 % du P.I.B. national (« Marchés Tropicaux », mars 1998). Avant les sécheresses successives de 1968 à 1983, les éleveurs pratiquaient un élevage totalement nomade et extensif. On observe aujourd'hui un élevage semi-nomade avec transhumance pendant l'hivernage et apport d'aliment au bétail pendant la saison sèche. L'effectif camelin mauritanien est estimé à 1 200 000 têtes en 1998, avec une majorité située au Nord de l'isohyète 400mm ainsi qu'à l'Ouest (où se trouvent les pâturages salés). Mais on rencontre aussi de nombreux troupeaux au voisinage du fleuve Sénégal, zone riche en eau et

pâturages en saison des pluies (régions du Trarza et Brakna entre autres). La transhumance dans ces régions se fait vers le Nord, par souci de fuir les Insectes qui abondent avec l'arrivée des pluies. Par ailleurs, l'élevage péri-urbain (notamment à Nouakchott) et la sédentarisation de l'élevage traditionnel tendent à se développer (Grillet, 1995).

C'est dans ce contexte que la Société Tiviski collecte du lait auprès d'éleveurs traditionnels pour le pasteuriser ou le transformer en yaourts, laits fermentés, fromages (Ramet, 1994 et Gnan,1994), etc. La vente de ces produits finis se fait par l'intermédiaire du réseau de boutiques. Le marché est marqué par de fortes variations saisonnières de l'offre et de la demande (Abeiderrhamane, 1994 et Diop,1994). Il y a donc parfois des excédents à écouler, d'où l'intérêt majeur d'ouvrir une nouvelle unité de production de lait stérilisé UHT. Cette unité sera fonctionnelle dès janvier 2002.

Tiviski commercialise du lait de vache, de chamelle et de chèvre/brebis. Actuellement, le litre de lait est acheté au producteur 100 UM et on trouve dans les boutiques le paquet d'un demi litre à 120 UM (38 UM = 1 FF).

La société est en train de mettre en place un système de paiement à la qualité pour obtenir du lait stérilisable (i.e. un lait de bonne qualité sanitaire). Afin d'aider les éleveurs à produire du lait de qualité, une association des producteurs de Tiviski (APLT) a débuté ses activités en septembre 2001. L'APLT va tenter d'améliorer la productivité des troupeaux et former les éleveurs sur les plans de l'hygiène et de la santé animale. Diverses actions vont être menées à plus ou moins long terme : formation à l'hygiène de traite, rationnement équilibré des animaux producteurs, recherche de cultures fourragères, accès à des aliments et médicaments d'origine connue et à prix compétitifs, suivi vétérinaire avec traitements préventifs, vaccination, sélection génétique, etc.

Les producteurs fournissent individuellement de 3 à 120 litres par jour (25 litres en moyenne) et exploitent de 1 à 70 chammelles en lactation. Ils sont installés dans les régions du Trarza et du Brakna dont les centres de collecte respectifs sont à Rosso et Boghé. La collecte du lait se fait deux fois par jours : les véhicules de collecte déposent les bidons en inox avant l'heure de traite chez chaque producteur. Une fois la traite terminée et les bidons remplis, les véhicules font le trajet inverse pour ramener les bidons au centre de collecte. Les bidons sont alors pesés un par un, enregistrés. Le lait est goûté par des employés qui jugent s'il est consommable ou non, puis il est filtré et versé dans l'échangeur thermique pour être enfin stocké dans des cuves entre 0 et 4°C. Si le lait est jugé impropre à la consommation, il est restitué au fournisseur et non payé. Les bidons en inox sont nettoyés par les employés de l'usine avant d'être confiés aux voitures de collecte qui vont repartir pour la deuxième traite.

Deux camions citerne acheminent le lait cru réfrigéré des centres de collecte à Nouakchott, où s'effectuent les transformations.

I. Description des producteurs de lait de chamelle

Trarza et Brakna sont des régions semi-désertiques bordées par le fleuve Sénégal. On y rencontre essentiellement des cultures de riz et de sorgho. L'eau disponible vient de puits, puisards, forages, mares temporaires ou du fleuve. Les principales pathologies qui y sévissent sont citées en annexe 5.

Un tiers des producteurs de Tiviski fournit du lait de chamelle. Ces producteurs se déplacent vers le Nord d'août à février, en quête des meilleurs pâturages et fuyant surtout les « moustiques », en pratique ils fuient surtout la trypanosomose. Les chammelles en production consomment du tourteau d'arachide pendant la saison sèche (en moyenne 4 à 5 Kg pour une chamelle et son chamelon). Il est fréquent que l'ensemble des chammelles d'un troupeau reçoive un complément pendant la période de soudure (i.e.mai, juin, juillet), ne serait-ce que pour éviter

qu'elles ne disparaissent à la recherche de nourriture. Le tourteau d'arachide existe sous plusieurs formes dont une artisanale « savi » présentant un réel danger de contamination par les aflatoxines et une forme « gouessi », importée du Sénégal semblant présenter un danger moindre.

La grande majorité des producteurs ont un troupeau-mère en brousse, les animaux sont seuls ou avec un berger et ne reçoivent jamais de complément alimentaire. Les femelles ayant mis-bas sont alors amenées sur le lieu d'exploitation (exceptées une ou deux chamelles du lait desquelles se nourrissent le berger et sa famille). Le lait est entièrement laissé au petit le premier mois, puis la mamelle est protégée par un « chmel » qui lui interdit de téter à son gré. Le chamelon ne tète plus que pour initier la traite, deux fois par jour (vers 6H30-7H00 et 18H30-19H00).

Chez les producteurs rencontrés et en moyenne :

- la lactation des chamelles dure un an
- les chamelles mettent bas tous les quinze mois
- un tiers des chamelles du troupeau est en production (très variable)
- un tiers des producteurs emploie du personnel pour la traite

II. Description de la traite

Lorsque le troupeau rentre du pâturage, toutes les chamelles se voient poser une entrave sur un antérieur et « barquent », leur petit attendant à côté. Les chamelles sont traitées une par une et il faut deux trayeurs par chamelle. Les trayeurs font lever la chamelle, retirent le chmel et laissent téter le petit. Après quelques instants, le petit est repoussé sur le côté et une personne traite tandis que l'autre tient le récipient sous la mamelle (et le petit à distance). Parfois le chamelon est autorisé à téter à nouveau après la traite, puis le chmel est remis en place jusqu'à la prochaine traite. Le lait est versé du récipient dans le bidon (équipé d'un filtre ou non) et une autre chamelle peut être traitée. Cf annexes 2, 3 et 4.

Il faut préciser que les chamelles sont des animaux très sensibles et qu'il est arrivé que certaines retiennent leur lait du simple fait de notre présence inhabituelle sur le lieu de traite. Une telle rétention peut favoriser les mammites cliniques qui sont fréquentes chez la chamelle.

OBJECTIF DE L'ETUDE

L'étude que nous avons menée avait pour objectif de vérifier s'il existe un lien entre les pratiques de traite d'un éleveur et la qualité sanitaire du lait produit par ses chamelles. Elle nous a en outre permis d'estimer les liens entre les différents tests de laboratoire (utilisés ici pour les analyses des échantillons) appliqués au lait de chamelle. En effet, si ces tests sont bien connus pour le lait de vache, ils sont moins fréquemment utilisés pour le lait de chamelle.

L'étude a débuté le 10 mai 2001 et s'est terminée le 20 août 2001. La première pluie étant arrivée vers le 10 juillet ; en conséquence l'étude eu lieu sur deux saisons différentes (deux mois en saison sèche puis deux mois en saison des pluies).

MATERIEL ET METHODE

I. Population prélevée

La population cible (Bouyer, 1995) de cette étude est constituée par les producteurs de lait de chamelle vendant du lait à Tiviski. Les éleveurs avec lesquels nous avons travaillé ont été désignés par un tirage au sort sur listing complet :

- 22 éleveurs à Rosso pour un total de 115, soit un échantillon de 19%
- 17 éleveurs à Boghé pour un total de 87 , soit un échantillon de 19 %

Par ailleurs, nous avons réalisé les mêmes tests sur les vaches de 9 éleveurs tirés au sort parmi les fournisseurs de Boghé, afin de pouvoir comparer les résultats des chameles avec ceux des vaches. Des échantillons sont prélevés sur 44 vaches et analysés selon le même protocole que le lait de chamelle, afin de vérifier que les résultats obtenus sur le lait de vache sont en accord avec les normes disponibles dans la bibliographie.

II. Protocole d'enquête

Pour chaque éleveur, un questionnaire (annexe 6) a été rempli puis une traite a été suivie et notée avec prélèvement de lait de 5 animaux et questionnaires à propos de ces animaux (annexe 7). Les animaux prélevés n'ont pas été tirés au sort par soucis de gêner le moins possible la traite et pour ne pas prélever les chameles atteintes de mammite clinique. En effet, la mammite clinique est une source de contamination du lait qui n'est pas directement dépendante de la technique et de l'hygiène de traite. Le plus souvent, les éleveurs vendent à l'usine le lait produit par les chameles atteintes de mammite (même clinique).

Les producteurs sont prévenus le jour même de notre visite ou ne le sont pas. Prélèvements, questionnaires et observation de la traite ont toujours été réalisés par la même personne.

III. Réalisation des prélèvements :

Une très large majorité des prélèvements a été effectuée lors de la traite du soir. Pour chaque troupeau, les chameles prélevées ont été les cinq premières traites.

Après initiation de la traite par le petit, le trayeur extrait quelques jets de chaque pis dans une plaque à quatre cupules pour White Side Test (WST) (Abdurahman,1994 et 1992). Un petit volume de soude molaire est ajouté dans chaque cupule de la plaque (environ un volume de soude pour cinq volumes de lait) et la lecture est faite immédiatement. Pendant ce temps le trayeur termine de traire la chamelle. Après homogénéisation du lait, trois tubes de 15 ml sont remplis à partir du récipient de traite; le lait restant est versé dans le bidon en inox.

Parmi ces trois tubes, deux sont mis immédiatement dans une glacière contenant un mélange d'eau et de glace ; le troisième est gardé à température ambiante.

Une fois que cinq chameles ont été prélevées, l'éleveur (ou le trayeur), répond aux questions concernant chaque animal.

Lorsque la traite de toutes les chameles est terminée, deux tubes de 15 ml sont remplis avec le lait du bidon, après homogénéisation de celui-ci, et sont placés dans la glacière.

Un dernier tube est rempli à partir du bidon lorsque celui-ci est arrivé au centre de collecte. Il est mis dans la glacière, et en même temps que lui, les cinq tubes qui étaient restés à température ambiante (un par chamelle prélevée).

Tous les tubes sont transférés au réfrigérateur, entre 0 et 4°C

N.B.1 : les prélèvements dans le bidon n'ont été faits qu'à Boghé.

N.B.2 : les échantillons qui restent à température ambiante entre la traite et l'arrivée du lait au centre de collecte, sont soumis au seul test du temps de réduction du bleu de méthylène. L'intérêt

de cette opération étant d'avoir une idée de l'influence du temps de transport sur la multiplication des germes initialement présents dans l'échantillon.

IV. Analyses de laboratoire :

Elles sont réalisées le lendemain matin, soit environ 12 heures après les prélèvements. Les protocoles suivis sont ceux qu'indiquent Guiraud dans son ouvrage *Microbiologie alimentaire* (1998).

1. Titrage de l'acidité Dornic :

La solution de soude utilisée pour titrer l'acidité Dornic est préparée par dilution de 4,44 g de soude dans 1 litre d'eau distillée, ce qui nous donne une solution de soude de concentration N /9. Nous avons également utilisé de la soude Dornic industrielle.

Un échantillon de 10 ml de lait est placé dans un bécher en présence de trois gouttes de phénolphthaléine à 1% ; la soude Dornic est ajoutée à la burette graduée à 0,1 ml jusqu'à obtenir une coloration rose persistante du contenu du bécher. Le nombre de degrés Dornic correspond alors au nombre de dixième de ml de soude Dornic qu'il aura fallu ajouter pour obtenir le virage de l'indicateur coloré.

L'acidité développée du lait repose sur la transformation bactérienne du lactose en acide lactique. Un degré Dornic correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait. On a donc une augmentation de l'acidité Dornic avec la contamination bactérienne. Les laits normaux de vache ont une acidité de 14 à 18°D. Un lait de vache de bonne qualité doit avoir une acidité Dornic inférieure ou égale à 21°D.

2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile (FAM) :

Une dose très précise de 1 ml de lait est diluée dans une solution de tryptone sel. La solution de tryptone sel est obtenue par dissolution de 9.5g de tryptone sel en poudre dans un litre d'eau distillée. Cette solution est répartie en volumes exacts de 9ml dans des tubes en verre, qui sont fermés puis portés à 110°C pendant 25 minutes. Notons que les premières analyses faites à Rosso ont été réalisées avec une solution de tryptone sel préparée avec de l'eau déminéralisée bouillie et non de l'eau distillée (ce qui peut avoir pour effet une légère sous-estimation de la contamination bactérienne).

Les dilutions sont faites jusqu'à $10^E(-4)$ et une boîte estensemencée avec 1 ml de la dilution $10^E(-3)$ ainsi qu'une boîte avec la dilution $10^E(-4)$. L'ensemencement se fait dans la masse sur milieu Plate Count Agar (PCA) (annexe 8)¹:

- on transfère 1 ml de la dilution voulue dans une boîte de Pétri stérile
- puis on coule un tube de milieu PCA préalablement liquéfié et ramené à 45°C
- on homogénéise le tout par des mouvements rotatifs dans les deux sens
- on laisse le milieu se solidifier
- la boîte ensemencée est mise à l'étuve à 30°C pendant 48 à 72 heures.

Le dénombrement de la FAM est un bon indicateur de la contamination globale du lait. Un lait de qualité moyenne ne devrait pas contenir plus d'un million de germes par ml au moment de son traitement thermique. Le lait destiné à être pasteurisé ou stérilisé doit contenir moins de 10 000 germes aérobies mésophiles par ml.

¹ Préparation du milieu PCA : 20,5g de poudre PCA sont dissous dans un litre d'eau déminéralisée bouillie. La solution est répartie dans des tubes en verre (environ 8 ml par tube). Ces tubes sont portés à 110°C pendant 25 minutes (grâce à un bain-marie).

3. Dénombrement des Coliformes totaux :

Les dilutions se font exactement de la même façon ; les dilutionsensemencées sont les mêmes. Ici le milieu de culture est un milieu désoxycholate (annexe 9)² et l'incubation à l'étuve se fait à 30°C pendant 24 heures.

Le dénombrement des coliformes dans le lait permet de mettre en évidence une contamination fécale (et donc la présence possible d'Entérobactéries pathogènes comme les salmonelles , Yersinia, E.coli, etc.).

Un lait de bonne qualité à la production doit contenir moins de 100 coliformes par ml (Guiraud, 1998).

4. Réduction des colorants :

Les échantillons de lait restent environ 2 heures à température ambiante (soit 40-45°C en moyenne) avant d'être utilisés pour les tests de réduction des colorants.

- Temps de réduction du bleu de méthylène :

La solution de bleu de méthylène (BdM) est préparée par dissolution de 5 mg de BdM dans 100 ml d'eau déminéralisée bouillie. Pour le test, 10 ml de lait sont versés dans un tube en verre auquel on ajoute 1 ml de notre solution de BdM. Le tube est mis au bain-marie à 37°C, il est homogénéisé par simple retournement chaque demi-heure. Le temps au bout duquel la coloration bleue de la solution a disparu est soigneusement noté : c'est le temps de réduction du bleu de méthylène. Ce test est réalisé sur les échantillons mis immédiatement dans la glacière ainsi que sur ceux qui sont restés à température ambiante un temps équivalent aux délais de transport du lait.

- Réduction de la Résazurine :

La solution de résazurine est préparée avec 5 mg de résazurine en poudre pour 100 ml d'eau déminéralisée bouillie. Dix ml de lait sont versés dans un tube en verre avec 1 ml de solution de résazurine. La solution obtenue est homogénéisée et mise au bain-marie à 37°C pendant une heure. Le tube est alors sorti du bain-marie et placé dans un comparateur lovibond (disque de plastique donnant la correspondance entre couleurs et notes) qui permet d'attribuer une note à cet échantillon en fonction de la couleur du contenu du tube.

Le tableau 1 présente le classement des laits en différentes catégories selon les résultats des tests de réduction des colorants. Il faut bien garder à l'esprit que ces résultats ne donnent qu'une estimation de la contamination d'un lait. De plus, ils se rapportent à du lait de vache et non de chamelle. Enfin, ces tests devraient être réalisés sur des laits non réfrigérés ou bien mis en pré-incubation 18 heures à 13°C (ce que nous n'avons bien sûr pas pu faire faute de temps et d'étuve). Le fait de travailler sur des échantillons réfrigérés allonge le temps de réduction du BdM.

Tableau 1 : correspondance entre temps de réduction du BdM et réduction de la résazurine (Guiraud, 1998).

Appréciation	Temps de réduction du bleu de méthylène	Teinte après 1 heure à 37°C avec la résazurine
Lait contaminé	temps < 2 heures	0 et 1
Lait peu contaminé	2 heures < temps < 4 heures	2 et 3

² Préparation du milieu désoxycholate : 20g de poudre sont dissous dans un litre d'eau déminéralisée bouillie, le mélange est chauffé sur le feu puis réparti dans des tubes en verre (environ 8 ml par tube). Il n'est pas utile d'autoclaver ces tubes.

Lait de bonne qualité	temps > 4 heures	4, 5 et 6
-----------------------	------------------	-----------

Le tableau 2 présente une grille de correspondance entre contamination bactérienne et temps de réduction du BdM réalisé sur lait réfrigéré :

Tableau 2 : correspondance entre temps de réduction du bleu de méthylène et contamination bactérienne en bactéries/ml (Guiraud, 1998).

Temps de réduction du BdM	Nombre de bactéries par ml
5 heures	12 à 20 000
4 heures	30 à 50 000
2 heures	1 à 2 millions
1 heure	6 à 10 millions

Ces tests de réduction des colorants sont basés sur le fait que la plupart des bactéries présentes dans le lait sont capables, grâce à leurs réductases, d'abaisser le potentiel d'oxydo-réduction jusqu'à décoloration d'un indicateur rédox. C'est pourquoi ces tests ne permettent qu'une estimation de la contamination bactérienne ; en effet l'activité réductrice dépend non seulement du nombre de bactéries présentes mais aussi des espèces présentes et de leur état physiologique (certaines bactéries réduisent le rH beaucoup plus rapidement que d'autres). De plus, le colorant peut être réduit par des cellules somatiques et leucocytes éventuellement présents dans le lait (Guiraud, 1998). Ces tests sont donc utiles en pratique mais ne peuvent pas être utilisés à des fins de gestion sanitaire des troupeaux.

V. Méthodologie d'analyse statistique :

Nous décrivons graphiquement la population enquêtée, c'est-à-dire comment sont distribuées les variables d'élevage au sein de la population des fournisseurs. L'intérêt est d'avoir une idée de la fréquence des différentes modalités des pratiques d'élevage. Nous décrivons de même la population des chèvres prélevées quant à leurs caractéristiques individuelles (âge, rang de lactation, etc.).

Nous regardons ensuite la distribution des résultats aux tests, croisés deux à deux (matrice de distribution, représentation graphique). Les résultats sont transformés au préalable en « log » étant donné les ordres de grandeurs très différents des résultats aux divers tests.

L'objectif de l'analyse est de cerner les relations entre des types de fournisseurs et les résultats bactériologiques de leurs chèvres. Nous effectuons une typologie des fournisseurs : on cherche à décrire des classes de fournisseurs selon leurs pratiques d'élevage, chaque classe est alors décrite par un ensemble de pratiques. Puis une typologie des résultats bactériologiques déterminera des types de résultats bactériologiques des laits.

Il s'agit alors de déterminer quelles sont les relations entre ces deux typologies. Quelles sont les associations entre les types de fournisseurs et les types de résultats bactériologiques ? La typologie des fournisseurs est réalisée par la méthode d'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). L'ACM permet de dégager les éventuelles liaisons existant entre les pratiques d'élevage des fournisseurs (Escofier et al, 1998). La CAH permet de visualiser la manière dont se regroupent les fournisseurs et aide à choisir une typologie optimale, elle permet de classer les profils de pratiques des fournisseurs (Faye, 1995). Le choix de la partition retenue est basé sur le « critère de Ward » (Lebart et al, 1995). La partition se fait sur les 39 fournisseurs enquêtés.

La typologie des profils bactériologiques est réalisée par deux méthodes : l'ACM et l'Analyse des Composantes Principales (ACP) ; elles permettent de traiter les variables respectivement sous forme qualitative et quantitative. L'intérêt ici d'utiliser ces deux méthodes est de comparer les résultats obtenus.

Une fois les typologies de résultats bactériologiques et de fournisseurs obtenues, il nous faut les croiser et voir quels sont les liens éventuels qui les unissent. Pour ce faire, nous utilisons en premier lieu le test du « chi-deux » (Bouyer, 1995) afin de voir si la répartition des effectifs d'éleveurs varie en fonction des types de fournisseurs et des types bactériologiques (on cherche à mettre en relation des différences de qualité bactériologique avec des différences de pratiques d'élevage). Puis nous utilisons les méthodes d'analyse barycentrique et d'analyse factorielle discriminante (AFD) pour préciser les liens entre ces deux typologies (Escofier et al, 1998).

Enfin, nous étudions le rôle de variables non liées aux pratiques d'élevage à l'aide de l'ACM et du test de Manly (Bryan J-F Manly, 1997). L'intérêt ici est de définir les liens entre ces variables et les typologies obtenues.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels ADE-4 (Thioulouse et al, 1996) et R (Ihaka et Gentleman, 1996).

VI. Codage et constitution en classes des résultats aux tests de laboratoire :

- Acidité Dornic :

Les quartiles des résultats de ce test sont 21, 19 et 17,5. Nous avons divisé l'ensemble des résultats de ce test en 4 classes notées de 1 à 4.

Degré Dornic du prélèvement	classe
Entre 27 et 21°D (compris)	4
Entre 20,5 et 19°D	3
Entre 18 et 17,5°D	2
Inférieur à 17°D (compris)	1

- Résazurine :

La médiane est ici 3, nous avons divisé l'ensemble des résultats en 2 classes.

Note en résazurine	classe
1 et 2	1
3, 4 et 5	2

- Réduction du bleu de méthylène :

Temps de réduction du BdM	classe
5 heures et plus	1
Entre 4 heures et 5 heures (exclu)	2
Moins de 4 heures (exclu)	3

- Dénombrement des coliformes :

Nombre de bactéries par ml	classe
Entre 2 610 000 et 1 305 000	4
Entre 1 305 000 et 650 000	3
Entre 650 000 et 5 000	2
Entre 5 000 et 0	1

- Dénombrement de la FAM :

Les classes correspondent ici aux quartiles.

Nombre de bactéries par ml	classe
Entre 150 000 000 et 470 000	4
Entre 470 000 et 79 000	3
Entre 79 000 et 17 000	2
Entre 17 000 et 0	1

VII. Variables étudiées dans l'analyse statistique :

Les variables à expliquer sont les résultats des analyses bactériologiques et les variables explicatives sont les pratiques d'élevage et de traite.

Les variables d'élevage enregistrées et incluses dans l'étude statistique sont les suivantes :

- Présence d'un ou plusieurs trayeurs employés par le producteur
- Temps depuis lequel le fournisseur travaille avec la société Tiviski
- Distance entre le lieu de production et le centre de collecte
- Etat de propreté du lieu de traite
- Etat de propreté du récipient de traite
- Utilisation ou non d'un filtre par le trayeur pour filtrer le lait
- Etat de propreté de la tenue du trayeur
- Lavage ou non des mains, avec ou sans savon (Louly, 1992)
- Rang de lactation des chamelles prélevées
- Présence de mammite (résultats du WST).
- Etat de propreté des mamelles des chamelles
- Quantité journalière de lait vendu à l'usine
- Délais entre la traite et l'arrivée du lait aux centres de collecte
- Centre de collecte auquel le fournisseur vend son lait

Le codage des variables est présenté en annexe 10.

N.B.1 Les trois dernières variables de la liste précédente sont considérées dans l'analyse statistique comme des variables non liées aux pratiques de traite parce qu'elles ont une forte influence sur la partition des classes. Elles risquent de masquer les effets des variables d'élevage et de pratiques de traite si on les incluse dans l'étude en tant que variables explicatives.

On étudie donc séparément l'association de ces variables avec les classes de profils de résultats avec le test de Manly .

Les variables « rang de lactation » et « présence de mammite », qui sont des variables individuelles , sont traitées de même.

N.B.2 La variable « propreté des mamelles », qui est encore individuelle, est transformée en variable caractérisant les élevages. En effet, cette variable est initialement assez homogène pour les diverses exploitations (grossièrement, soit toutes les chamelles sont

sales, soit elles sont toutes propres). Pour cette raison, nous nous permettons d'attribuer à un élevage la modalité la plus fréquemment rencontrée pour ses chamelles.

RESULTATS

I. Description des résultats bactériologiques et vérification du matériel:

Nous nous intéressons ici aux résultats des analyses du lait de vache (cf. "I.Population prélevée"). Il nous faut en effet vérifier que les résultats obtenus sont dans des intervalles de valeurs attendus et en tout cas pas aberrants. Les résultats attendus pour des laits de vache de bonne qualité ont été mentionnés plus haut. Cette phase de validation était nécessaire dans la mesure où nous n'avions pas de données correspondant à l'application de ces tests au lait de chamelle, et où il nous était donc impossible de vérifier la cohérence des résultats sur des échantillons de lait de chamelle uniquement. Le tableau 3 résume en quelques chiffres les résultats des analyses du lait de vache.

Tableau 3 : intervalle de confiance des moyennes des résultats aux divers tests des échantillons de lait de vache

	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de Confiance 95%
<i>Quantité de lait /24 H (litres)</i>	3,78 L	1,92	[3,22 ; 4,35]
<i>FAM (germes/ml)</i>	158 000 B/ml	238 311	[87 500 ; 228 500]
<i>Coliformes (germes/ml)</i>	40 800 B/ml	152 800	[0 ; 86 000]
<i>Résazurine (note)</i>	4	1,52	[3,53 ; 4,3]
<i>Acidité Dornic (degrés Dornic)</i>	19,80°D	2,15	[19,17 ; 20,44]
<i>Réduction BdM (heures)</i>	04 :35	71,25 minutes	[04 :14 ; 04 :56]
<i>Réduction BdM après temps de transport (heures)</i>	04 :13	86,84 minutes	[03 :46 ; 04 :40]
<i>Distances élevage/centre de collecte (km)</i>	22,71 km	11,43	[14,25 ; 31,18]
<i>Délais traite/arrivée au centre</i>	02 :20	43.50 minutes	[01 :48 ; 03 :04]

Ces chiffres ont été calculés à partir des résultats d'analyses de 44 échantillons de lait de vache, à l'exception du temps de réduction du bleu de méthylène des tubes réfrigérés après un délais correspondant au temps de transport qui a été calculé sur les résultats de 39 vaches, du fait de données manquantes. Les bornes des intervalles de confiance sont calculées avec une erreur alpha de 5%.

La distance entre élevage et centre de collecte ainsi que le délai entre traite et arrivée au centre de collecte sont calculés à partir des données des 9 élevages prélevés.

Le temps de réduction du bleu de méthylène est de 4h35 en moyenne, ce qui correspond à un nombre de bactéries de 30 à 50 000 par ml. Ceci est bien compatible avec les intervalles de confiance du nombre de bactéries aérobies mésophiles et coliformes obtenus pour ces 44 vaches. Ce niveau de contamination correspond bien à une note de 4 au test de réduction de la résazurine. On a donc en moyenne un lait de bonne qualité pour lequel on devrait peut-être avoir une moyenne des acidités Dornic de 18 ou 19 °D. Or on observe une acidité moyenne comprise entre 19 et 20°D. Mais ce résultat, s'il est supérieur d'un degré Dornic à celui attendu compte

tenu des résultats aux autres tests, n'est pas aberrant. On obtient ainsi pour le lait de vache des résultats cohérents entre eux et aux limites raisonnables. Le protocole et le matériel utilisés sont par conséquent exploitables pour mener notre étude sur la qualité sanitaire du lait de chamelle. Notons que les dates de prélèvement des vaches ont été intercalées tout au long de la période de prélèvement des chamelles à Boghé afin qu'il n'y ait pas de différence induite par le changement de saison par exemple.

Le tableau 4 présente les moyennes des résultats aux différents tests réalisés sur le lait de chamelle.

Tableau 4 : intervalles de confiance des moyennes des résultats aux divers tests des échantillons de lait

	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de Confiance 95%	Taille de l'échantillon
<i>Quantité de lait/24 H (en litres)</i>	4,56 L	1,67	[4,31 ;4,81]	176
<i>FAM (en germes/ml)</i>	1 650 000	12 280 000	[0 ;3 460 000]	177
<i>Coliformes (en germes/ml)</i>	35 500	240 000	[175 ;71 000]	177
<i>Résazurine</i>	3	1,06	[2,5 ;2,8]	177
<i>Acidité Dornic</i>	19,36°D	2,44	[19,0 ;19,7]	176
<i>Réduction BdM (en heures)</i>	04 :21	85,7 minutes	[04 :11 ;04 :31]	175
<i>Réduction BdM après temps de transport (en heures)</i>	03 :24	84,8 minutes	[03 :11 ;03 :37]	172
<i>Distance élevage/centre de collecte (en km)</i>	29,5 km	30,6	[19,9 ;39,1]	39 élevages
<i>Délai traite/arrivée au centre de collecte (en heures)</i>	02 :52	49,6 minutes	[02 :37 ;03 :08]	39 élevages

Il apparaît que les intervalles de confiance des résultats de réduction du bleu de méthylène et de la résazurine, de la contamination en coliformes et bactéries aérobies mésophiles et de l'acidité Dornic ont tous des valeurs communes avec les intervalles de confiance correspondant calculés pour le lait de vache. On a donc pour le lait de chamelle des résultats aux différents tests comparables aux résultats obtenus pour le lait de vache. Les ordres de grandeur observés pour les résultats des analyses de lait de chamelle paraissent donc corrects.

Pour le temps de réduction du bleu de méthylène après délais de transport, l'intervalle calculé pour le lait de chamelle n'a aucune valeur commune avec celui du lait de vache : toutes les valeurs sont supérieures. On peut de plus noter que les temps de réduction du bleu de méthylène immédiat (sans délais de transport) sont presque les mêmes pour les laits de vache et de chamelle et que le délais de transport est au moins aussi long, voire plus long, pour le lait de chamelle que pour le lait de vache. Ceci pourrait s'expliquer par les propriétés antimicrobiennes du lait de chamelle : la multiplication bactérienne serait plus lente dans le lait de chamelle que dans le lait de vache du fait de la présence de nombreux agents antibactériens (haute teneur en lysozymes, présence de lactoperoxydase et lactoferrin),(Gnan, 1994; Farah, 1993; Ramdaoui, 1998; Bengoumi, 1994).

Regardons maintenant quelques coefficients de corrélation entre les différents tests utilisés afin de s'assurer qu'ils vont bien dans des directions attendues et logiques les uns par rapport aux autres.

Tableau 5 : coefficients de corrélation entre les tests

Tests	Coefficient de corrélation
Réduction du BdM et (FAM+Coliformes)/2	-0,35
Réduction du BdM et réduction du BdM après transport	0,74
Acidité Dornic et (FAM+Coliformes)/2	0,10
Résazurine et (FAM+Coliformes)/2	-0,12
Résazurine et FAM	-0,25
Résazurine et acidité dornic	-0,15
Résazurine et réduction du BdM	0,55
Acidité Dornic et réduction du BdM	-0,12

Ces différents tests sont faiblement corrélés (valeurs faibles des coefficients) mais le sens des corrélations est conforme aux attentes.

II. Description de l'échantillon étudié:

1. Description des résultats aux analyses de laboratoire :

A/ Distribution des résultats bactériologiques :

La distribution est présentée en annexe 11. Cette figure montre la distribution des résultats aux cinq tests bactériologiques et la répartition de ces résultats deux à deux, les résultats numériques ont subi une transformation « log ».

Pour le temps de réduction du BdM, la distribution n'est pas linéaire du fait d'une classe seuil (5heures et plus)liée à la lecture du test. En effet, la réaction est interrompue au bout de 5 heures. On peut noter que les résultats sont les plus nombreux dans cette classe.

Pour le test de réduction de la résazurine, la majorité des notes est 3 et 4.

Pour le dénombrement des germes coliformes, on retrouve le même effet de seuil qu'avec le BdM et une distribution qui est loin d'être linéaire. La catégorie la plus représentée est 0 coliformes, ce qui ne signifie pas l'absence totale de coliformes mais l'absence dans 1 ml aux dilutions ensemencées.

On remarque donc une mauvaise distribution des résultats quantitatifs aux analyses effectuées, et ceci du fait des effets de seuil mentionnés et des nuages de points mal exploitables. C'est cette mauvaise distribution en données quantitatives qui nous incite à travailler sur des données qualitatives et donc à transformer les résultats numériques en classes.

B/ Relation entre la qualité du lait et le délai entre traite et réception du lait :

Nous étudions maintenant l'effet du délai entre la traite et la réception du lait dans les centres de collecte sur la qualité sanitaire du lait.

- **Evolution du temps de réduction du bleu de méthylène :**

Nous disposons des temps de réduction du bleu de méthylène pour les échantillons réfrigérés sur le lieu de traite ainsi que pour les échantillons réfrigérés au moment de la réception du lait. Il nous suffit donc de calculer les différences entre ces deux temps de réduction et de les répartir selon des classes basées sur le délai entre traite et arrivée au centre de collecte. Les classes sont au nombre de trois .

Tableau 6 : augmentation du temps de réduction du BdM selon le délais entre traite et réception du lait.

Classes (délais entre traite et réception)	Moyenne des différences de temps de réduction du bleu de méthylène (en minutes)	Taille de l'échantillons	Ecart-type	Test F d'analyse de la variance
Délais < 2H30	45,3	49	55,6	F(2,167) = 3,06 p < 0,05
2H30 < délais < 3H35	56,3	81	58,3	
3H35 < délais < 4H30	76,0	40	56,3	

Il existe donc une différence significative ($p < 0,05$) pour l'évolution du temps de réduction du bleu de méthylène selon le délai existant entre traite et réception du lait.

- **Evolution du dénombrement de la FAM :**

Les classes sont toujours les mêmes, mais les analyses sont ici celles des échantillons prélevés directement dans le bidon. Il y a donc un nombre bien moins important d'échantillons et il devient nécessaire de regrouper les deux dernières classes pour avoir des effectifs suffisants dans chacun des groupes.

De même que précédemment, nous étudions les différences de dénombrements de la FAM des échantillons prélevés dans le bidon sur le lieu de traite et de ceux prélevés au centre de collecte.

Tableau 7 : augmentation de la contamination en FAM selon le délai entre traite et réception du lait.

Classes (délais entre traite et réception)	Moyenne des différences de dénombrement de la FAM	Nombre d'échantillons	Ecart-type	Test de Student :
Délais < 3H35	93 357,14	7	126 681,56	t = 2,365 p < 0,025
3H35 < délais < 4h30	639 875,00	8	774 799,6	

Le test est significatif avec un degré de signification $p < 0,025$.

On montre que l'augmentation du nombre de bactéries aérobies mésophiles dans le bidon est d'autant plus importante que le délai entre traite et réception est long.

- **Evolution du dénombrement de la flore coliforme :**

Le principe est rigoureusement le même que pour la FAM.

Tableau 8 : augmentation de la contamination en coliformes selon le délais entre traite et réception du lait.

Classes (délais entre traite et réception)	Moyenne des différences de dénombrement des coliformes	Nombre d'échantillons	Ecart-type	Test de Student
--	--	-----------------------	------------	-----------------

Délais < 3H35	12 714,28	7	16 967,76	t = 2.365 Non significatif
3H35 < délais < 4h30	559 750,00	8	1 016 714,70	

Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative d'augmentation du nombre de bactéries coliformes dans le bidon en fonction du délai de transport. Ceci est peut-être dû au fait que la contamination initiale en coliformes est en général nettement inférieure à celle en FAM (or la croissance d'une population bactérienne est d'autant plus rapide que la contamination initiale est importante).

Le tableau 9 résume les résultats précédents.

Tableau 9 : résumé de l'influence du délais entre traite et réception du lait sur la qualité sanitaire du lait de chamelle.

Facteur d'élevage testé	Résultat du test statistique	Degré de signification
Influence du délais sur l'augmentation du temps de réduction du Bleu de Méthylène	Significatif	P<0,05
Influence du délais sur l'augmentation de la FAM	Significatif	P<0,05
Influence du délais sur l'augmentation des coliformes	Non significatif	

2. Description des exploitations :

A/ Description des exploitations selon les pratiques d'élevage :

- **Variables reflétant la taille des exploitations:**

Les trois quarts des exploitations possèdent moins de 100 chameles et un tiers en possède moins de 50. Il s'agit donc d'exploitations de petite taille, de type familial, pour qui la

vente du lait est plus une opportunité que l'objectif initial (Lambert,1994 et Moslah, 1994). La moitié des fournisseurs enquêtés possèdent entre 50 et 100 chamelles.

La moitié des fournisseurs vend entre 25 et 50 litres de lait chaque jour ; 40% vendent moins de 20 litres et seuls 7% vendent plus de 50 litres. La distribution des fournisseurs selon le litrage quotidien vendu à Tiviski est moins uniforme que leur distribution en fonction des effectifs de chamelles. En effet, toutes les chamelles d'un élevage ne sont pas en production et la proportion d'animaux laitiers varie d'un producteur à l'autre. De plus, les chamelles n'expriment pas toute le même potentiel laitier, qui dépend, entre autres, de la génétique et de l'alimentation.

La figure 1 présente la distribution des exploitations selon le nombre de trayeurs employés

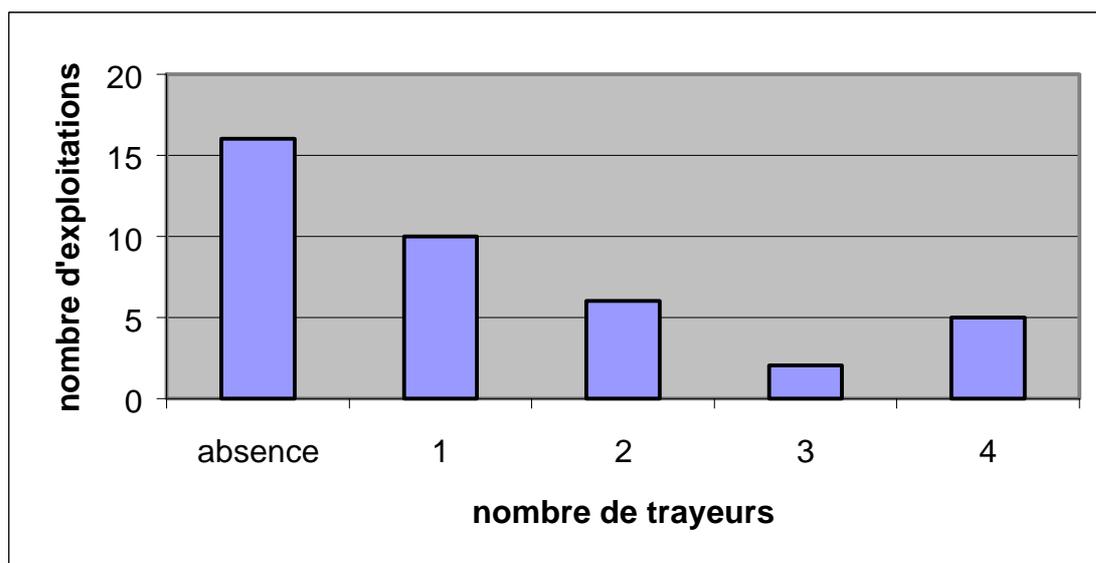


Figure 1 : distribution des exploitations selon le nombre de trayeurs.

Moins de 20% des exploitations fonctionnent avec 3 trayeurs ou plus. La grande majorité des producteurs trait elle-même (ils sont 40% à ne pas employer de personnel). Dans les exploitations comptant 1 ou 2 trayeurs, c'est souvent le frère ou le fils qui aident à la traite. Les élevages dans lesquels on trouve plus de 3 employés appartiennent à des producteurs importants chez qui une main d'œuvre est nécessaire. Il existe alors souvent un gestionnaire responsable du troupeau et de ses collègues.

Le problème majeur de ce type d'exploitation (au dire des propriétaires) est la fréquence du turn-over des employés qui restent en moyenne six mois puis démissionnent ou sont licenciés. Cela mène alors à un manque de constance dans la méthode de travail.

- **Variables reflétant les pratiques de traite rencontrées dans les exploitations:**

Environ 40% des producteurs filtrent le lait à l'aide, le plus souvent, d'un tissu de type moustiquaire. Le lait est filtré au moment où il est transvasé du récipient de traite au bidon en inox. Cette opération peut avoir un intérêt pour filtrer les plus grosses particules (des tiques tombent parfois dans le lait), à condition bien sûr que le filtre soit propre (Louly, 1992). Les autres fournisseurs versent le lait directement du récipient de traite au bidon en inox.

La figure 2 présente la distribution des exploitations en fonction de la propreté du lieu de traite.

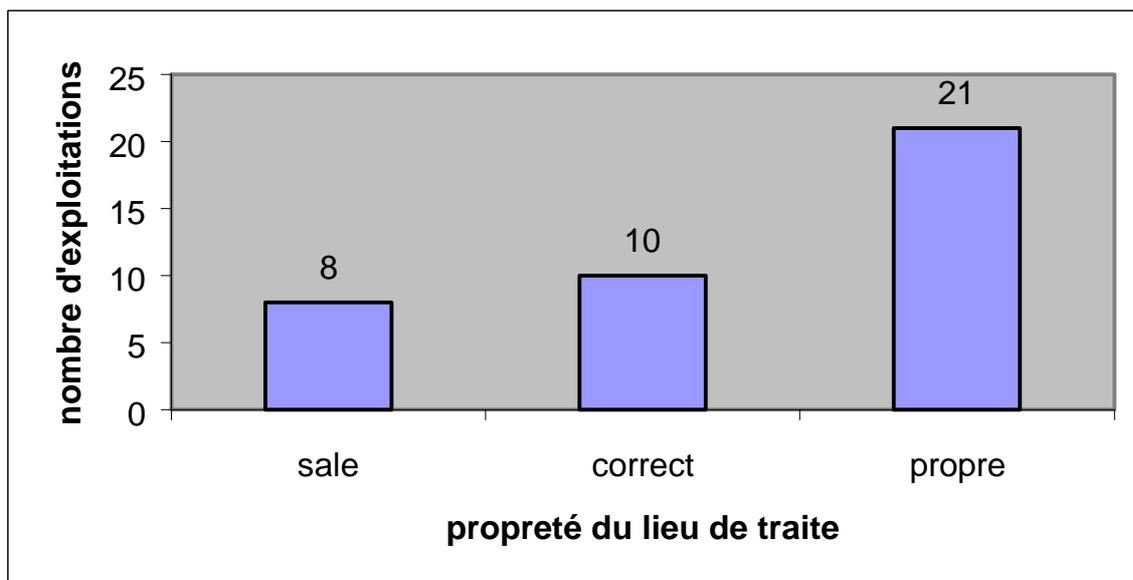


Figure 2 : distribution des exploitations selon la propreté du lieu de traite.

Une bonne moitié des producteurs traite leurs chameilles dans un endroit propre, alors que presque un quart traite dans un endroit sale et un quart dans un endroit correct. Étant donné la mobilité des troupeaux, le lieu de traite peut facilement rester propre.

La figure 3 présente la distribution des exploitations en fonction de la propreté du récipient de traite.

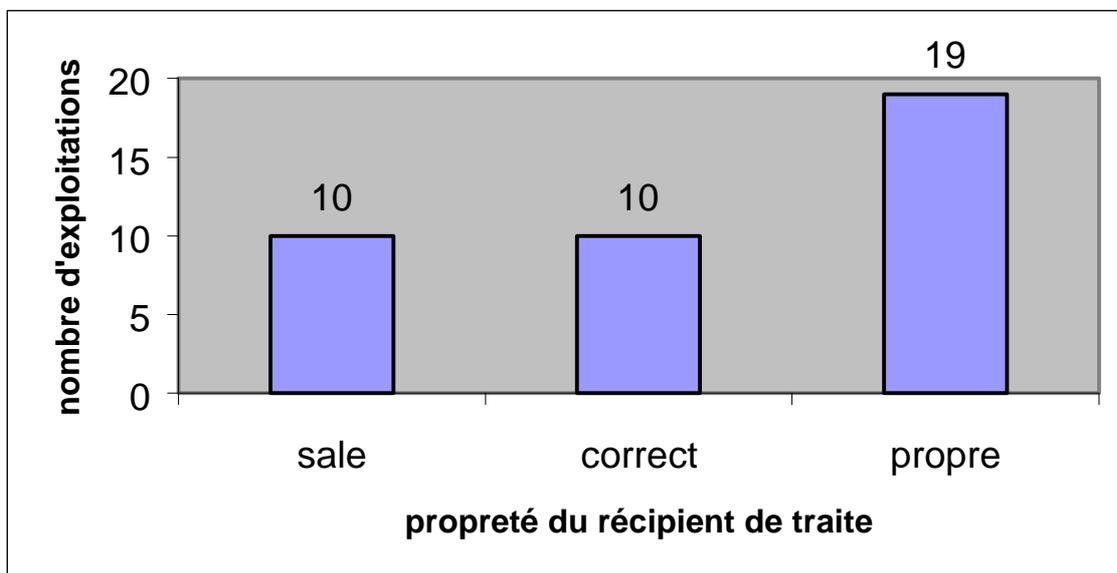


Figure 3 : distribution des exploitations selon la propreté du récipient de traite.

Les proportions sont ici les mêmes que pour l'histogramme précédent : la moitié des producteurs utilise un récipient de traite propre et un quart, un récipient sale. Le récipient de traite est fréquemment gardé sous la tente, à l'abri du vent et des animaux.

La figure 4 présente la distribution des exploitations en fonction de la propreté de la tenue du trayeur.

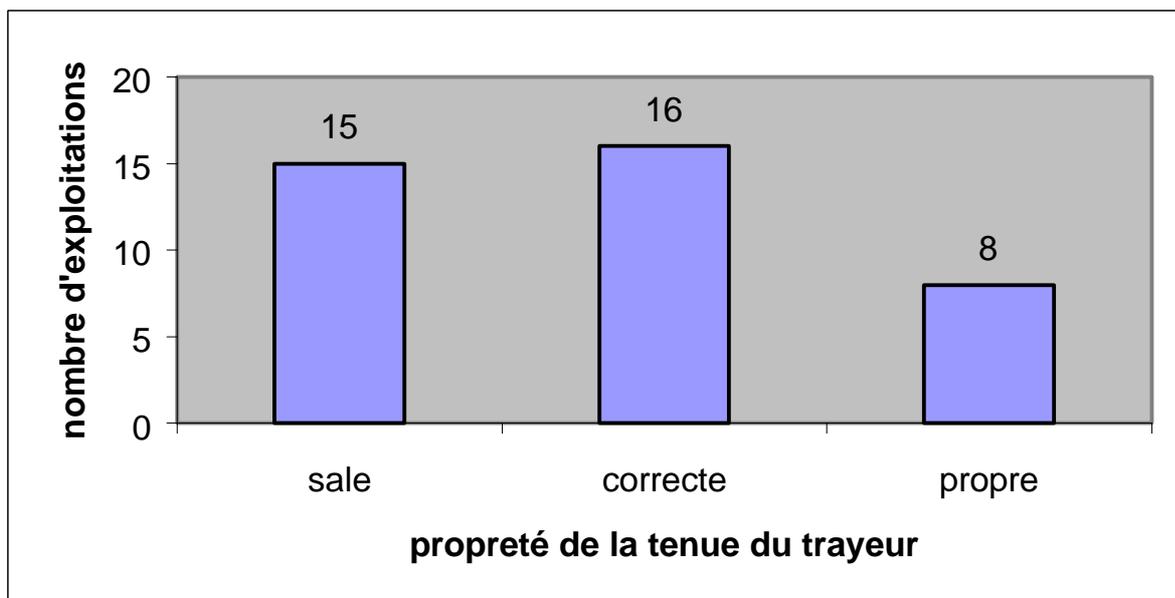


Figure 4 : distribution des exploitations selon la propreté de la tenue du trayeur.

Seuls 20% des trayeurs enquêtés portent une tenue propre pour traire alors que 40% portent une tenue sale. L'état de propreté de la tenue dépend probablement du moment de notre visite ainsi que de paramètres tels que le vent ou la pluie. Quoiqu'il en soit, ce n'est pas un facteur auquel les trayeurs (employés ou propriétaires) semblent prendre garde.

La figure 5 présente la distribution des exploitations en fonction du nettoyage des mains avant la traite.

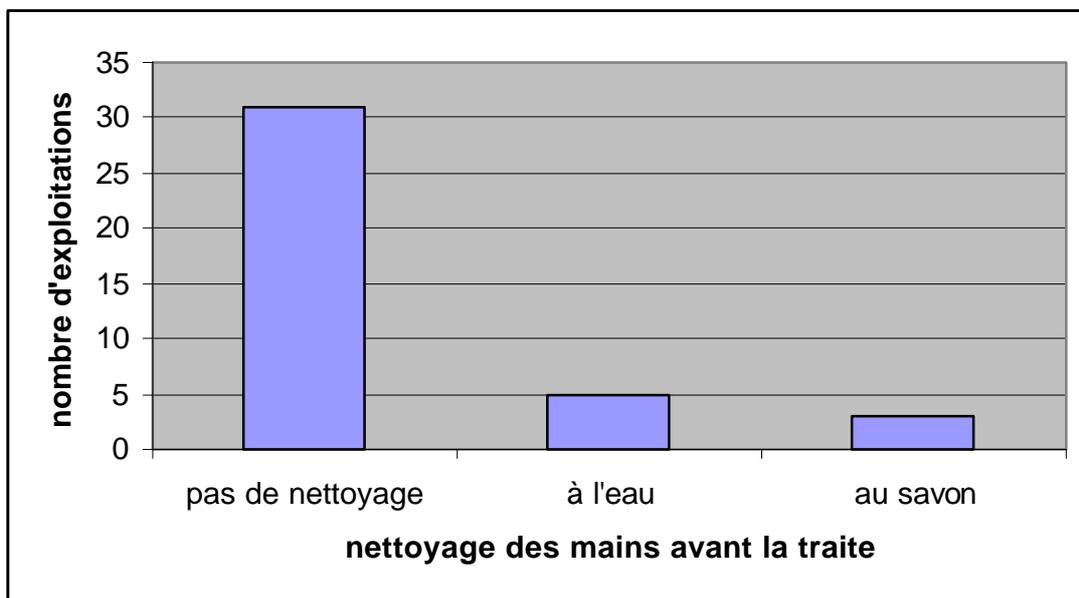


Figure 5 : distribution des exploitations selon le nettoyage des mains avant la traite.

Plus des trois quarts des trayeurs ne se lavent pas les mains avant de traire. Seuls 13% se lavent les mains à l'eau et 7% avec du savon.

La distance entre les centres de collecte et lieux de production se répartit uniformément de 3 à 60 kilomètres.

3. Description des chamelles prélevées :

La figure 6 présente la distribution des chamelles en fonction de leur âge.

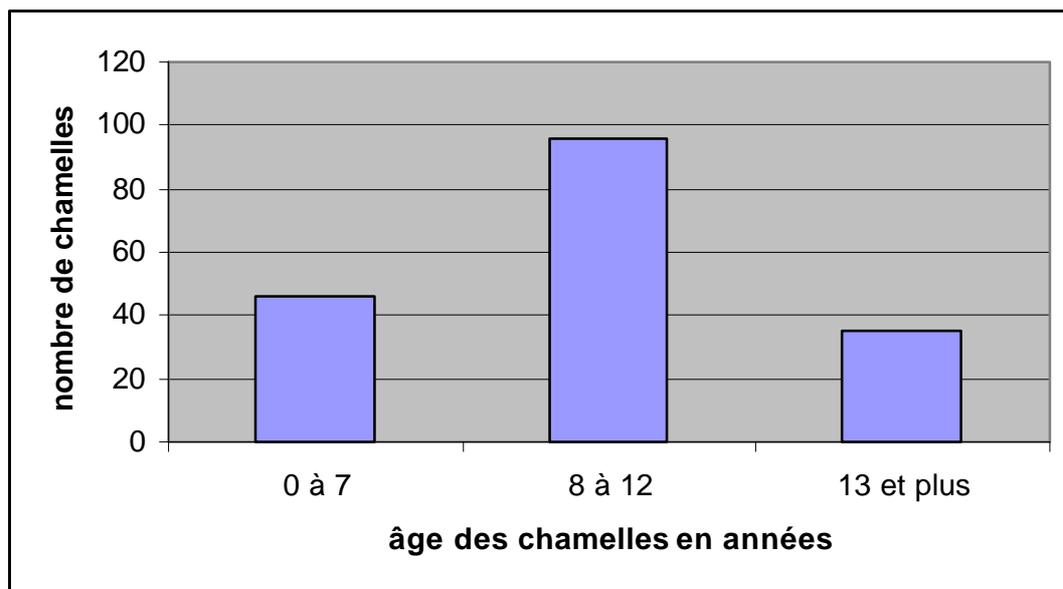


Figure 6 : distribution de l'âge des chamelles prélevées.

Deux tiers des chamelles prélevées sont âgées de moins de 10 ans et toutes ont moins de 20 ans. Une seule chamelle a 30 ans.

La figure 7 présente la distribution des chamelles en fonction de leur rang de lactation.

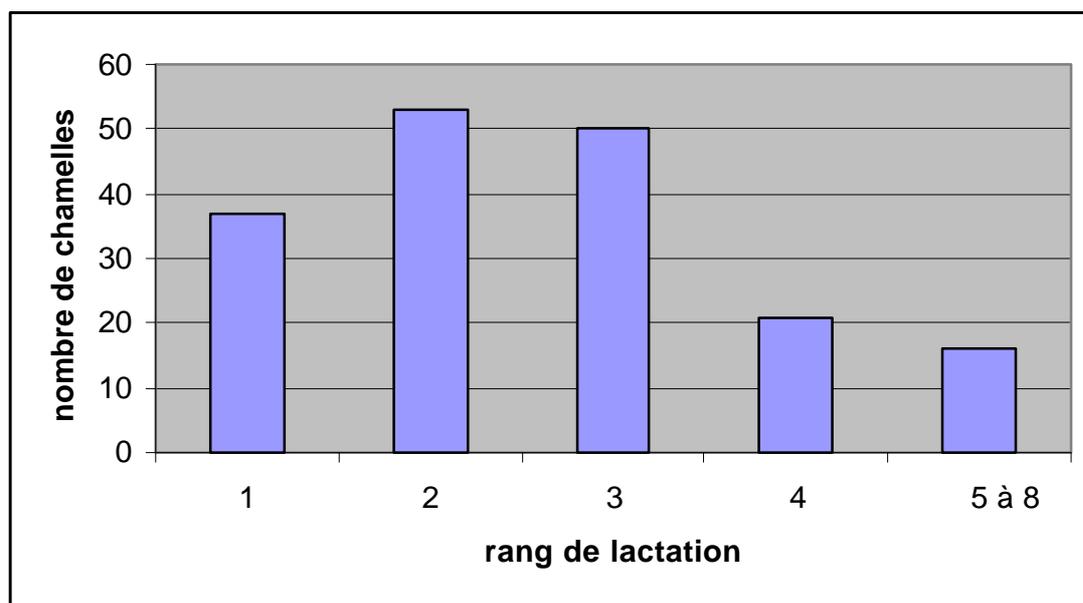


Figure 7 : distribution du rang de lactation des chamelles prélevées.

80% des chamelles prélevées sont à 3 lactations et moins. Les chamelles à plus de 4 lactations sont rares (moins de 10%).

La figure 8 présente la distribution des chamelles en fonction de leur production quotidienne de lait.

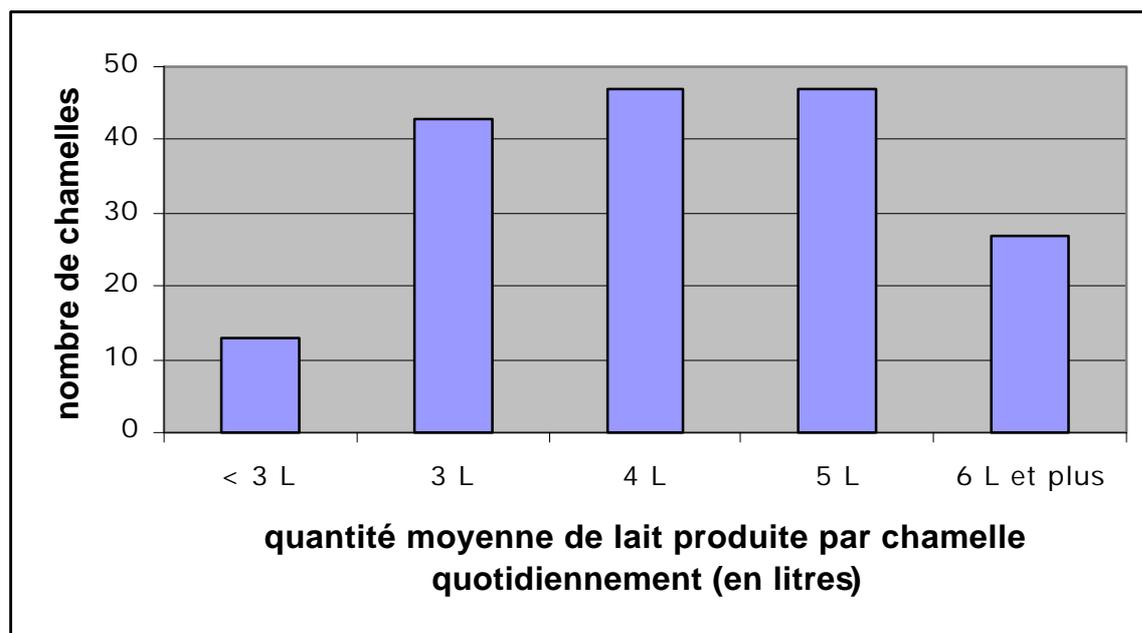


Figure 8 : distribution de la production quotidienne de lait des chamelles prélevées.

Plus de la moitié des chamelles prélevées produit moins de 5 litres de lait par jour et. elles sont peu nombreuses à dépasser une production quotidienne de 8 litres. le maximum se situe à 10 litres.

75 % des chamelles prélevées ne sont pas affectées de mammite ; ceci est dû au fait que ce sont les fournisseurs qui ont choisi les chamelles à prélever (Faye, 1997: environ 75% des chamelles sont affectées de mammites). On note tout de même un résultat positif au WST chez 25% d'entre elles. Parmi les chamelles touchées, 5% présentent des résultats très positifs au WST (plusieurs quartiers touchés avec des réactions très nettement positives).

III. Typologie des pratiques de traite des fournisseurs :

La typologie est représentée par un dendrogramme en annexe 12. Cette représentation nous permet de définir trois types principaux. La décomposition de la variance inter-classes par les variables est présentée en annexe 13, elle décrit le poids de chaque variable dans chaque classe.

On retient les variables les plus discriminantes pour décrire les trois types comme suit.

Type I : 14 fournisseurs

Propreté des mamelles des chamelles : sale à très sale

Temps depuis lequel le fournisseur vend à Tiviski : moins de six mois

Utilisation d'un filtre pour le lait : oui

Propreté du récipient de traite : propre à très propre
Lavage des mains avant la traite : oui, à l'eau ou au savon.

Type II : 10 fournisseurs

Emploi de trayeur(s) : non
Propreté du lieu de traite : sale à très sale
Propreté du récipient de traite : correct
Propreté de la tenue du trayeur : correcte
Lavage des mains avant la traite : non

Type III : 15 fournisseurs

Propreté des mamelles des chamelles : correctes
Propreté du lieu de traite : correct
Propreté du récipient de traite : sale à très sale
Propreté de la tenue du trayeur : sale à très sale
Lavage des mains avant la traite : non

Considérons maintenant l'association entre ces types de fournisseurs et les variables indépendantes des pratiques d'élevage :

Le type I est associé au centre de collecte de Boghé (où l'enquête correspond globalement à la saison des pluies et où les fournisseurs sont en effet de plus courte expérience avec Tiviski puisque ce centre a été mis en place bien après le centre de Rosso).

Les types II et III sont associés à un litrage quotidien par fournisseur important et un délai entre traite et réception du lait plus long.

Globalement, on peut constater que le type I correspond aux fournisseurs travaillant le plus proprement, le fait que les chamelles soient sales peut s'expliquer par la saison des pluies (les chamelles se couchent dans les mares temporaires boueuses au pâturage).

Les types II et III sont celles de fournisseurs peut-être moins appliqués et qui travaillent en apparence moins proprement que le type I. L'éloignement de la ville pourrait induire une plus grande difficulté à s'approvisionner en savon, voire en eau, mais l'importance du litrage vendu ne met à priori pas en cause un manque de moyens financiers.

IV. Typologie des résultats bactériologiques :

1. Typologie des résultats aux tests bactériologiques :

La partition des types bactériologiques se fait sur 140 chamelles seulement. On ne retient en effet que les chamelles des fournisseurs chez qui on a prélevé cinq laitières afin de donner le même poids à tous les éleveurs (certains fournisseurs enquêtés n'avaient pas 5 chamelles en production au moment de l'étude).

Regardons tout d'abord les résultats de l'ACM, le résultat de la typologie est représenté sur le dendrogramme en annexe 14. La décomposition de la variance inter-classes par les variables est présentée en annexe 15. De même que pour les fournisseurs, le dendrogramme permet de mettre en évidence trois types bactériologiques, décrits comme suit à l'aide des

variables discriminantes (les types bactériologiques sont ici dénommés « classes » afin d'éviter les confusions avec les types de fournisseurs).

Classe A :

Contamination faible en FAM (entre 17 000 et 79 000 germes/ml)

Absence de contamination très forte en FAM (entre 470 000 et 150 000 000 germes/ml)

Absence de contamination très forte en coliformes (entre 1 305 000 et 2 610 000 germes/ml)

Classe B :

Réduction du BdM rapide (inférieur à 4 heures)

Contamination très forte en FAM (entre 470 000 et 150 000 000 germes/ml)

Contamination très forte en coliformes (entre 1 305 000 et 2 610 000 germes/ml)

Classe C :

Contamination très faible en FAM (entre 0 et 17 000 germes/ml)

Contamination faible en coliformes (entre 5 000 et 650 000 germes/ml)

La classe A est la classe la moins contaminée en coliformes et la moins contaminée globalement puisqu'elle est caractérisée par une contamination faible en FAM.

La classe B est la plus contaminée, elle a de plus de mauvais résultats pour le BdM.

La classe C est la moins contaminée en FAM mais elle est plus contaminée en coliformes que la classe A. Or les coliformes sont des germes potentiellement pathogènes (ils proviennent en général d'une contamination fécale). Notons que l'acidité Dornic et les notes en résazurine sont des variables peu discriminantes, elles interviennent peu dans la constitution des classes (cf annexe 15).

L'ACP donne les mêmes résultats que précédemment. La représentation graphique de la typologie des types bactériologiques après ACP est en annexe 16. La seule différence avec les résultats de l'ACM est portée par la classe C : elle est caractérisée par de mauvais résultats aux tests, sauf pour le dénombrement des coliformes.

Par ailleurs, on note une association forte entre les trois tests suivants : réduction du BdM, de la résazurine et dénombrement de la FAM sont très corrélés. Le dénombrement des coliformes est déjà moins corrélé et le dosage de l'acidité Dornic est indépendant des autres tests. Cela signifie qu'il n'existe pas de réelle corrélation entre l'acidité Dornic et les résultats aux autres tests.

V. Relations entre pratiques sanitaires et types bactériologiques :

1. Quels liens entre les types de fournisseurs et les types de résultats bactériologiques ?

Regardons maintenant les liens éventuels entre les types bactériologiques et les différents types de fournisseurs.

A/ Différences de répartition des résultats et types bactériologiques parmi les trois types de fournisseurs :

Tableau 10 : tableau de contingence entre les types de fournisseurs et les résultats bactériologiques, résultats des tests statistiques du chi-deux (ou test exact de Fisher si les effectifs par case sont insuffisants):

Types de fournisseurs	Type I	Type II	Type III	Test du chi-deux
Classes de BdM 5 heures et + 4 à 5 heures Moins de 4 h	45 (75,4%) ³	19 (63,3%)	26 (57,8%)	p < 0.05
	2 (3,1%)	8 (26,7%)	7 (15,5%)	
	14 (21,5%)	3 (10%)	12 (26,7%)	
Classes de résazurine 3,4 et 5 1 et 2	44	21	26	non significatif
	21	9	19	
Classes de FAM (en germes/ml) 0 à 17 000 17 à 79 000 79 à 470 000 470 000 à 15.10 ^{E7}	14 (21,5%)	11 (36,7%)	7 (15,5%)	p < 0.05
	28 (43%)	7 (23,3%)	9 (20%)	
	13 (20%)	6 (20%)	16 (35,5%)	
	10 (15,4%)	6 (20%)	13 (28,9%)	
Classes de Colif. (en germes/ml) 0 à 5 000 5 à 650 000 650 000 à 1,3.10 ^{E6} 1.3.10 ^{E6} à 2,6.10 ^{E6}	39	23	19	Non significatif
	15	5	16	
	9	2	8	
	2	0	2	
Classes Dornic (en °D) moins de 17 17,5 à 18,5°D 19 à 20,5°D 21 à 27 °D	11	4	11	Non significatif
	23	6	12	
	22	9	11	

³ Les pourcentages entre parenthèses correspondent à la répartition des laits dans chaque type de fournisseurs. Le total par colonne est de 100%.

	9	11	11	
Typologie des profils bactériologiques	35	11	15	Non Significatif
Classe A	11	10	14	
Classe B	19	9	16	

- **Types de fournisseurs et classes de résultats en BdM :**

Les résultats du test au BdM varient significativement avec le type de fournisseur.

Les trois quarts des individus de type I ont des bons résultats en BdM ; les types II et III ont proportionnellement moins d'individus dans cette catégorie (or ces deux types ont les pratiques de traite les moins bonnes) .

- **Types de fournisseurs et classes de contamination en FAM :**

Il existe une différence significative de contamination en FAM entre les trois types de fournisseurs. La majorité des individus du type I produit du lait de contamination faible à très faible en FAM. Ceux du type III font du lait plutôt fortement à très fortement contaminé et ceux du type II sont répartis de façon assez homogène sur les quatre classes de contamination. Le type II a tout de même tendance à présenter de bons résultats en FAM. On note alors une diminution de la contamination en FAM pour les fournisseurs ayant des bonnes pratiques de traite.

On a montré qu'il existe des différences significatives pour les résultats des analyses BdM et dénombrement de la FAM entre les types de fournisseurs : on a une détérioration des résultats bactériologiques du lait des fournisseurs de type I vers les fournisseurs de type III. Autrement dit, la qualité bactériologique du lait semble d'autant meilleure que les pratiques de traite du fournisseur sont bonnes.

B/ Relations entre les types de fournisseurs et les profils bactériologiques :

On travaille maintenant sur les profils de résultats aux tests bactériologiques et non plus sur les types de résultats (puisque l'on a vu qu'il n'y a pas de différence significative de types bactériologiques entre les trois types de fournisseurs). Un profil bactériologique est la combinaison des résultats aux cinq tests d'un même échantillon. Le résultat de l'ACM barycentrique est présenté dans le plan factoriel (F1, F2) en annexe 17. Il représente l'association entre les types de fournisseurs et les profils de résultats aux tests de laboratoire. Le test de Manly est significatif avec $p = 0,004$, ce qui implique qu'il existe un lien significatif entre types de fournisseurs et profils bactériologiques. On en déduit les associations suivantes :

Le type I est associé à une contamination faible en FAM (17 000 à 79 000 germes/ml)

Le type II est associé à une contamination très faible en FAM (0 à 17 000 germes/ml)
et très faible en coliformes (0 à 5 000 germes/ml)

Le type III est associé à une contamination forte à très forte en FAM (79^{E3} à $1,5^{E8}$)
et faible ou forte en coliformes (5 000 à $1,305^{E6}$ germes/ml)

Le type II est ici associé aux meilleurs résultats en terme de dénombrement bactériologique, le type III a les plus mauvais résultats et le type I est faiblement contaminé. Le type I est caractérisé par des chamelles sales à cause de la saison des pluies, ce qui peut expliquer sa moindre performance (en comparaison au type II). Le type III cumule mauvaises pratiques et mauvais résultats bactériologiques, ce qui semble logique. Le type II a des pratiques relativement correctes (meilleures en tout cas que le type III) et obtient peut-être de meilleurs résultats que le type I parce que les chamelles sont généralement propres.

Le principe de l'AFD est le même que précédemment mais avec des données quantitatives. L'intérêt est à nouveau de vérifier qu'on obtient à peu près les mêmes résultats qu'avec des données qualitatives.

Les résultats de l'AFD sont représentés graphiquement en annexe 19. On obtient globalement les mêmes résultats qu'avec l'analyse barycentrique. Le test de Manly est encore significatif ($p = 0,007$).

2. Relations entre les résultats bactériologiques et les variables non liées aux pratiques d'élevage ?

Rappelons tout d'abord que les variables non liées aux pratiques d'élevage considérées sont le centre de collecte, le litrage quotidien de l'exploitation, le délais entre traite et réception du lait, le rang de lactation de la chamelle et l'affection éventuelle par une mammite. Les résultats sont résumés dans le tableau 11.

Tableau 11 : association entre profils bactériologiques et variables non liées aux pratiques de traite :

Variable étudiée					Test de Manly
Rang de lactation					Non Significatif
Présence de mammite					Non Significatif
Centre de Collecte	<u>Rosso</u>	<u>Boghé</u>			p < 0,001
Dornic	Très mauvais	Très bon			
FAM	Mauvais	Très bon			
BdM	Très mauvais				
Délai traite/reception	<u>Court</u>	<u>Moyen</u>	<u>Long</u>		p < 0,01
FAM	Mauvais	Très bon			
BdM			Mauvais		
Litrage quotidien	<u>0 à 19 litres</u>	<u>20 à 29 L.</u>	<u>30 à 39 L.</u>	<u>40 à 100 L.</u>	p < 0,025
Colif.	Mauvais		Bon		
FAM			Très bon	Bon	
BdM	Mauvais	Très mauvais			

Centre de collecte :

On note que le centre de collecte de Boghé est associé à de meilleurs résultats que celui de Rosso, et ce malgré le fait que les prélèvements aient été faits à Boghé pendant la saison des pluies. Mais on a vu également que Boghé est lié au type I de fournisseurs, qui ont de bonnes pratiques de traite. Le tableau 11 indique quelles modalités des résultats bactériologiques sont associées aux centres de collecte.

Tableau 12 : relations entre centre de collecte et résultats bactériologiques.

Centre de collecte	Rosso	Boghé
Modalités associées acidité Dornic (°D) FAM (germes/ml) BdM (heures)	Plus de 21°D Plus de 470 000 4 heures et moins	Moins de 18°D Entre 17 et 79 000

Délais traite /réception du lait :

La représentation graphique du résultat est présentée en annexe 20. Ce résultat est difficilement interprétable.

Litrage quotidien vendu :

La représentation graphique du résultat est présentée en annexe 21. On constate de meilleurs résultats bactériologiques pour les fournisseurs vendant un gros litrage. Les laits de la classe vendant les plus grandes quantités de lait sont faiblement contaminés en FAM. Les laits de la classe en dessous sont très faiblement contaminés en FAM mais sont caractérisés par une contamination non négligeable en coliformes. Les laits des classes ayant les moins gros litrages ont plutôt des temps de réduction du BdM courts, ce qui traduit une qualité sanitaire médiocre. Le tableau 12 reprend ces résultats.

Tableau 13 : relations entre quantité de lait vendue quotidiennement et qualité bactériologique du lait.

Litrage vendu quotidiennement	0 à 19 litres	20 à 29 litres	30 à 39 litres	40 à 100 litres
Modalités associées Colif (germes/ml)	6,5 ^{E5} à 1,3 ^{E6}		5 000 à 6.5 ^{E5}	
FAM (germes/ml)			0 à 17 000	17 à 79 000
BdM (heures)	4 à 5 heures	Moins de 4 heures		

DISCUSSION

I. Existence de biais :

Comme dans toute étude, il existe des sources de variabilité et d'erreurs que nous allons tenter de lister. Il peut exister des biais de classement dus à la qualité des analyses de laboratoire et des réponses aux questionnaires, dus aux conditions de terrain pour la réalisation des prélèvements.

- Qualité des réponses aux questionnaires : plusieurs facteurs interviennent ici pour nous faire penser que certaines réponses des éleveurs ne reflètent pas la vérité. Premièrement parce que certains producteurs ne sont pas toujours des adeptes de la vérité ; et deuxièmement parce qu'il est parfois difficile de savoir quel est le nombre exact d'animaux que possède le propriétaire en raison du mauvais œil (les mauritaniens ne comptent pas précisément leurs animaux par superstition).
- Qualité des analyses de laboratoire : nous avons déjà parlé du problème de la réfrigération des échantillons qui peut entraîner un biais systématique dans les résultats de certains tests. Mais ce biais sera alors le même pour tous les laits analysés et n'entrave pas la comparaison des échantillons entre eux (tous les germes présents dans les échantillons réfrigérés subissent la même inhibition). Par ailleurs, le laboratoire installé dans les centres de collecte pour cette étude n'était pas équipé de bec bunzen et les manipulations en bactériologie se sont donc faites en l'absence d'une flamme stérilisatrice. La paillasse était simplement bien désinfectée à l'eau de javel avant et après chaque série de manipulations. A cela il faut ajouter les légères différences de protocole d'analyse puisque les dilutions pour ensemencement bactériologique des premiers échantillons ont été réalisées avec de l'eau déminéralisée bouillie tandis que la deuxième moitié des échantillons a été diluée avec de l'eau distillée. De même la soude dornic employée pour la première moitié des échantillons a été préparée manuellement tandis que celle utilisée pour la deuxième moitié des échantillons est industrielle. Il peut donc y avoir une différence de dosage entre les deux.
L'ensemble de ces résultats doit donc être considéré avec réserve, cette étude est plus à prendre comme un préliminaire à l'élaboration d'un travail plus conséquent.
- Qualité des prélèvements : les lieux de traite étant en plein air, les prélèvements se sont parfois déroulés lors de vents de sable ou encore après des pluies génératrices de boue. Lorsqu'un vent de sable souffle pendant la traite, il est inévitable de retrouver un peu de sable dans le lait. De plus, il n'y a qu'un récipient de traite par troupeau de chamelles, or les prélèvements de lait se font dans ce récipient qui contient toujours des résidus de lait des chamelles précédentes (le récipient n'étant pas nettoyé entre deux chamelles). Le niveau de contamination individuelle n'a donc pu être évalué avec précision (mais il s'agit ici de relier la qualité sanitaire du lait avec les pratiques de traite d'une exploitation).
- L'évaluation de l'état de propreté des chamelles, du matériel de traite et de la tenue du trayeur s'est faite de manière subjective mais a été réalisée par un même et unique enquêteur, avec une notation constante tout au long de l'étude.

Les tests que nous avons employés au cours de cette étude sont généralement utilisés sur des laits de vaches ou de petits ruminants ; les normes ne sont jamais mentionnées pour du lait de chamelle. Cependant, les résultats obtenus dans cette étude laissent à penser que ces méthodes

d'analyses sont utilisables pour le lait de chamelle. L'objectif de notre étude est de formuler des hypothèses quant aux liens éventuels entre les techniques de traite et d'élevage et la qualité sanitaire du lait de chamelle ; les hypothèses qui sont formulées ici pourront être confirmées ou infirmées par la mise en œuvre d'une enquête plus puissante et réalisée dans des conditions expérimentales améliorées afin de limiter les biais.

Il eut été judicieux de réaliser des analyses de l'eau utilisée par les éleveurs en parallèle des analyses de laits. En effet, l'eau peut être une source de contamination bactérienne du lait : si le matériel est nettoyé avec une eau insalubre, le lait sera contaminé par les micro-organismes présents dans cette eau. L'eau représente probablement un facteur de confusion pour cette étude (et c'est en tout cas un point critique de la qualité sanitaire du lait).

L'étude menée ici peut susciter plusieurs critiques :

- La méthodologie n'utilise pas de procédure standardisée
- Aucun facteur de confusion n'a pu être pris en compte du fait de la trop petite taille des effectifs
- On n'a pas étudié l'influence des saisons parce que les prélèvements à Rosso se sont faits en saison sèche et la majorité des prélèvements à Boghé s'est faite en saison des pluies.

Les tests statistiques non significatifs n'excluent pas qu'il y ait réellement une différence entre les classes comparées. Cela signifie seulement qu'on ne met pas de différence en évidence avec cet échantillon et ces résultats (manque de puissance).

Pour les tests statistiques significatifs, les différences mises en évidence entre les classes signifient que les résultats des analyses sont bien différents selon les classes et que ce n'est pas dû à l'aléa des échantillons (avec 95 % de chances). Cela ne signifie pas que les facteurs à l'origine des classes élaborées soit la cause de ces différences ; on ne peut qu'en émettre l'hypothèse parce que

- on n'a pas pris en compte les facteurs de confusion éventuels
- il est impossible de prouver l'antériorité du facteur par rapport à la contamination du lait.

II. Discussion des résultats :

Résumons les résultats de l'étude statistique :

- il existe une forte association entre les résultats aux tests de réduction de la résazurine, du bleu de méthylène et le dénombrement de la flore aérobique mésophile. Le dénombrement de la flore coliforme est moins lié et l'acidité dornic est indépendante.
- On n'a pas montré de différence entre les trois classes de fournisseurs pour l'acidité dornic, la réduction de la résazurine et la contamination en coliformes.
- La qualité bactériologique du lait est meilleure à Boghé qu'à Rosso ainsi que pour les producteurs vendant un litrage important.

- Le type I a de bonnes pratiques de traite mais des chamelles sales, son lait est faiblement contaminé
- Le type II a des pratiques de traite passables, son lait est très faiblement contaminé malgré un lieu de traite sale.
- Le type III a de mauvaises pratiques de traite et un lieu de traite propre, son lait est fortement contaminé.

On peut donc recommander de respecter de bonnes pratiques de traite (et notamment de se laver les mains) et de tenter de garder ses chamelles propres et un lieu de traite propre. Bien que les autres tests que nous avons effectués ne soient pas significatifs, on peut proposer quelques recommandations simples visant à améliorer la qualité sanitaire du lait:

1. Matériel de traite :

- Le récipient de traite doit être propre à l'intérieur mais aussi à l'extérieur et ne doit être utilisé que pour traire. Il doit être lavé avec de l'eau propre et du savon (plus un désinfectant si possible) avant et après chaque traite. Ce récipient ne doit pas toucher le sol pendant toute la durée de la traite . Il doit être entreposé dans un endroit propre et sec, à l'abri du vent et des animaux. On préférera un récipient en plastique ou en inox (surtout pas en bois : les analyses de lait des vaches traites à l'aide de récipients traditionnels en bois sont catastrophiques).
- Si un filtre est utilisé pour verser le lait du récipient de traite dans le bidon en inox, celui-ci doit être extrêmement propre. Il doit être nettoyé obligatoirement avec du savon et un désinfectant, avant et après chaque traite. Si le producteur ne peut pas, pour des raisons matérielles, avoir un filtre propre, il vaut mieux alors ne pas filtrer le lait ! Les filtres de type tamis sont à proscrire absolument si le contour dudit tamis est en bois.
- Le trayeur doit être revêtu d'une tenue propre.
- Le bidon en inox doit être entreposé à l'ombre non seulement après la traite en attendant le passage des voitures de collecte mais aussi avant la traite (afin d'éviter que la température augmente trop dans le bidon) et si possible pendant la traite. Il serait d'ailleurs intéressant d'essayer de mettre le bidon dans un trou creusé dans le sol avec un peu d'eau au fond afin d'abaisser au maximum la température du lait qui est versé dans le bidon. Ceci supposerait néanmoins que les bidons soient rincés avant d'être chargés dans les voitures de collecte (dans le but de ne pas ensabler les quais de réception du lait dans les centres de collecte). Si cette méthode permettait de diminuer efficacement la température du lait, on limiterait ainsi la multiplication bactérienne durant le délais entre traite et réception du lait dans les centres, qui est parfois fort pénalisante.

- Les cordes servant à attacher les membres des animaux (et parfois les petits) doivent être relativement propres et sèches. Le trayeur doit absolument éviter de les traîner sur le sol jonché de déchets. En effet, il manipule ces cordes entre deux traites de chamelles, ce qui limite fortement l'effet bénéfique d'un éventuel lavage des mains préalable à la traite.

2. Hygiène de traite :

- Le trayeur doit se laver les mains avec du savon et les sécher avant de commencer la traite proprement dite (c'est-à-dire après avoir attaché les animaux par exemple). Une fois les mains propres, il doit essayer de traire sans les recontaminer. Pour cela, il faudrait que le trayeur ait toujours un aide qui manipule les petits et le matériel sale type cordes, chmel , et qui ne touche pas aux mamelles ni au lait (récipient de traite, bidon, filtre). De cette manière, la personne qui trait ne touche que le matériel propre et les mamelles.
- La descente du lait étant initiée par le petit, lorsque le trayeur commence à traire, les pis sont recouverts de la salive du chamelon. Il serait plus hygiénique d'essuyer les pis de la chamelle après que le petit ait tété. Mais cela pose un problème car la chamelle est très sensible et retient le lait dès qu'un événement inhabituel survient. Il faudrait donc essayer d'habituer les chamelles à une désinfection des pis avant la traite manuelle.
- Les premiers jets sont en pratique éliminés par le chamelon. Cependant, il arrive que le petit ne tète pas aux quatre pis et il y a alors des premiers jets qui sont traits dans le récipient de traite. L'élimination du premier jet devrait donc être effectuée par le trayeur sur les pis non tétés par le chamelon.

3. Lieu de traite :

- Le lieu de traite doit être raclé régulièrement pendant les périodes sédentaires afin d'éviter l'amoncellement de déchets. Ceci n'est pas nécessaire durant les périodes où le troupeau se déplace fréquemment (tous les trois à cinq jours pendant l'hivernage). Si le raclage n'est pas possible pour quelque raison, il est possible de déplacer le lieu de traite de quelques dizaines de mètres tous les cinq jours par exemple. Mais cela suppose que les chamelles ne soient pas attachées à un lieu de traite bien précis (ce qui est très souvent le cas) sous peine de provoquer des rétentions de lait et par suite, des mammites.
- Il serait préférable que le lieu de traite et l'aire d'alimentation soient deux endroits distincts (ceci limitera la quantité de déchets émis sur le lieu de traite).

4. Chamelles :

- Les chamelles doivent être les plus propres possible (en saison sèche elles sont assez propres, mais elles peuvent vite devenir sales pendant l'hivernage puisque le troupeau se couche parfois dans les mares pendant la journée).
- La mamelle étant protégée par le chmel, celle-ci est sale si le chmel est sale. De plus, selon une proportion importante des éleveurs, le chmel est à l'origine de mammites cliniques. On pourrait donc essayer de placer un tissu de coton entre le chmel et la mamelle afin de protéger la mamelle et de la garder propre (en lavant et désinfectant régulièrement le tissu). Par ailleurs, on doit déconseiller le traitement des mammites qui consiste à placer de la bouse entre chmel et mamelle.

5. Délai entre traite et réception du lait :

- La qualité sanitaire du lait se détériore d'autant plus que le temps de transport entre le lieu de production et le centre de collecte est long. Or les délais les plus longs ne sont pas forcément liés aux producteurs les plus éloignés. Tout est une question d'organisation ; ainsi, les voitures qui collectent les bidons de producteurs éparpillés mettent bien plus de temps que les voitures qui collectent le lait de producteurs groupés au même endroit. Il faudrait donc réorganiser les circuits de collecte afin de réduire au maximum les délais de transport du lait.
- Les voitures de collecte font parfois des trajets lents pour cause de pannes multiples et variées. L'emploi de voitures moins vétustes représenterait dans ce domaine une nette amélioration.
- Il faudrait que les producteurs essaient de traire le plus tard possible par rapport au passage de la voiture, le but étant ici de réduire au maximum le délai entre la traite et le ramassage du bidon. Mais cette mesure n'est pas la plus simple à appliquer ; il est en effet hasardeux de retarder l'heure de traite des chamelles, sous peine de risquer l'apparition de mammites. Cette mesure devra donc être mise en place progressivement et une fois que le passage des voitures se fera à peu près à heure fixe.

Parmi ces recommandations, certaines sont très simples à mettre en œuvre ; elles ne demandent ni temps ni matériel supplémentaires. D'autres sont un peu plus contraignantes pour les producteurs mais peuvent être suivies avec un peu de bonne volonté. Enfin certaines recommandations demandent un investissement de temps et de matériel qui n'est pas forcément possible dans l'immédiat.

Pour avoir un impact facilement et rapidement sur la qualité du lait, on peut de façon très réaliste retenir quatre des propositions précédentes et transmettre le message aux producteurs qu'il faut les appliquer sur le terrain. Le choix qui suit tente d'allier la simplicité des mesures à prendre et l'importance de leur impact :

- Traire avec des mains propres dans un récipient propre. Pour cela, inciter les trayeurs à se laver les mains avant la traite, avec du savon et à laver le récipient de traite en même temps : après cette opération, mains du trayeur et récipient de traite seront propres.
- Garder un lieu de traite propre. Pour cela, séparer les lieux de traite et de distribution des aliments.
- Réorganiser les circuits de collecte afin de réduire au maximum les délais de transport (au moins pour les producteurs affectés par les délais les plus longs) ; proscrire un délai entre traite et réception du lait qui dépasse trois heures et demie.

III. Perspectives:

Cette étude et ces résultats sont une première approche de la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. C'est un point de départ pour une étude plus complète. Elle doit aussi permettre à la société d'utiliser les bons tests bactériologiques pour suivre l'aspect sanitaire du lait qu'elle achète et transforme. Ces tests doivent être simples, efficaces, fiables et rapides à lire. Au vu des résultats, on peut d'ores et déjà déconseiller le titrage de l'acidité Dornic (le test est indépendant des autres), les dénombrements bactériens (trop longs à mettre en œuvre). Reste la réduction des colorants (BdM et résazurine) qui donne en quelques heures une estimation du niveau global de contamination du lait. Il est cependant nécessaire de prendre des précautions quant à l'interprétation des résultats de ces tests (on risque parfois de pénaliser des laits de bonne qualité à cause d'éventuels leucocytes); il serait intéressant de réaliser d'autres tests en parallèle à ceux-ci (mesure du pH, test à l'alcool, etc.).

Quoiqu'il en soit, les prélèvements et analyses devront être faits dans de bonnes conditions, avec une chaîne du froid efficace, un laboratoire équipé et un protocole standard.

On pourrait suivre l'évolution de la qualité du lait au cours des années à venir pour évaluer l'impact des actions de formation /vulgarisation entreprises par l'APLT. Il faudrait refaire ce type d'étude: déterminer quels ont été les changements dans les pratiques d'élevage et quelle a été l'amélioration de la qualité sanitaire du lait. On pourrait alors tenter de comprendre quels types d'impacts ont touché quels types de fournisseurs et pourquoi, et voir quels sont les liens entre les nouvelles pratiques de traite et les résultats aux différents tests.

On peut imaginer un protocole avec un questionnaire pour les producteurs (enquête sur les pratiques de traite et sur la perception de la formation), une fiche accompagnant les prélèvements et des prélèvements de lait pour analyses.

Techniquement, il s'agit de limiter l'influence des facteurs de confusion et des biais. Pour cela, il faudra

- ajouter des analyses bactériologiques de l'eau,
- utiliser un récipient propre par chamelle pour prélever le lait,
- travailler avec le matériel adéquat,
- établir une grille de notation pour l'évaluation de la propreté des animaux,
- éviter les prélèvements dans de mauvaises conditions météorologiques,
- prendre en compte la saison des pluies dans le planning de l'étude,

- décider d'inclure ou non les chamelles atteintes de mammites,
- garantir au producteur l'anonymat quant aux réponses faites et résultats d'analyses,
- vérifier les déclarations autant que faire se peut,
- travailler sur un effectif suffisant,
- etc.

Il faudrait également prendre en compte la variable "stade de lactation" qui pourrait avoir un impact sur la contamination initiale et la croissance bactérienne dans le lait. En effet, la composition du lait change au cours de la lactation (Kamoun, 1994) et peut offrir un milieu plus ou moins favorable aux germes présents.

Du point de vu bactériologique, on pourra choisir d'autres tests de laboratoires, on éliminera par exemple le titrage de l'acidité Dornic. On prendra soin de garder les dénombrements des bactéries coliformes et aérobies mésophiles (tests sur lesquels on peut s'appuyer pour trancher sur le niveau de contamination du lait). Il s'agit d'ajouter des tests présentant les qualités pré-citées afin de proposer à la société un outil simple et efficace.

Enfin, il serait intéressant de réaliser une étude sur les facteurs favorisant et les germes des mammites de la chamelle. Cela nécessite de pouvoir cultiver et identifier les bactéries présentes dans le lait de chamelles atteintes et sur les chmels (de chamelles saines et atteintes). Devraient être étudiés en tant que facteurs favorisant: le port du chmel, sa matière et sa propreté; des évènements tels que l'absence de traite (lorsque la chamelle ne rentre pas pour la traite), la fréquence de changement du trayeur, etc.

Une évaluation de la qualité sanitaire du lait de chamelle a eu lieu en Egypte en mars 2000 sur un échantillon de 50 chamelles. La contamination moyenne en FAM est de $4,32 \cdot 10^4$ germes /ml et celle en coliformes est de $2,9 \cdot 10^2$ germes /ml. 50% des échantillons sont contaminés en coliformes (Moustafa Sabah I. et all, 2000). Si l'on compare ces résultats aux nôtres (FAM : $1,65 \cdot 10^6$ germes /ml et coliformes : $3,55 \cdot 10^4$ germes /ml) on s'aperçoit que nos échantillons sont en moyenne 100 fois plus contaminés. On peut formuler diverses hypothèses pour expliquer ces différences de résultats. Les conditions de laboratoire sont plus difficiles dans notre cas ; les pratiques de traite de l'élevage camelin en Egypte sont probablement mieux maîtrisées qu'en Mauritanie. Quoiqu'il en soit, très peu de données décrivant la contamination bactérienne du lait de chamelle sont disponibles et il est difficile de savoir dans quels intervalles se situe la contamination bactérienne moyenne de lait de chamelle.

CONCLUSION

La société Tiviski va débiter la fabrication de lait pasteurisé en janvier 2002. Pour obtenir du lait de bonne qualité et en grande quantité, la société a décidé de mettre en place un système de paiement du lait à la qualité. Afin de donner aux fournisseurs les moyens de produire en quantité un lait de qualité, l'association des producteurs de Tiviski a été créée. Par son truchement, la qualité du lait va aller dans le sens d'une amélioration. Les recommandations faites ici seront les plus simples à appliquer mais une importante série d'amélioration est à venir. Il serait intéressant de refaire des prélèvements et analyses de laits dans quelques temps afin de suivre l'évolution de la qualité du lait au fil du travail réalisé au sein de l'APLT. Le lait de chamelle et de vache est pour le moment de qualité moyenne, il sera d'ici quelques temps de bonne qualité.

Bibliographie

1. Abeiderrhamane N. ; 1994. La pasteurisation du lait de chamelle : une expérience en Mauritanie, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p213-220
2. Abdurahman O.A.Sh. ;1994. Détection of subclinical mastitis in camels : relationship between udder infection and inflammatory indicators in milk, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p31-34
3. Abdurahman O.S., Cooray R., Bornstein S. ; 1992. The ultrastructure of cells and fragments in mammary secretions of *Camelus bactrianus*. J.vet .Med. : 39A (9) p648-655
4. Bengoumi M., Faye B., Tressol J-C. ; 1994. Composition minérale du lait de chamelle du Sud marocain, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p145-150
5. Bouyer J., Hémon D. , Cordier S., Derrienic F., Stücker I., Stengel B., Clavel J.; 1995. Epidémiologie, principes et méthodes quantitatives. Ouvrage, Inserm. 487 p.
6. Bryan F.J. Manly ; 1997. Randomization, bootstrap and monte carlo methods in biology (2^{nde} édition). Chapman et Hall. 376 p.
7. Devey-Malu Malu M., Masson-Boisriveau J., Richard S. Mauritanie, Marchés Tropicaux et méditerranéens, 1998, hors-série. 24 p.
8. Diop D. ; 1994. Production du lait de chamelle (*C.dromaderius*) en Mauritanie : étude technico-économique. Thèse vétérinaire. Sidi Thabet (Tunisie). 86 p.
9. Eleya M.O., Ramet J-P. ; 1994. Amélioration de l'aptitude à la coagulation des laits de dromadaire, chèvre et vache par supplémentation en lait de brebis, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p237-240
10. Escofier B., Pages J.; 1998, Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation (3^{ème} édition). Dunod, Paris. p95-121.

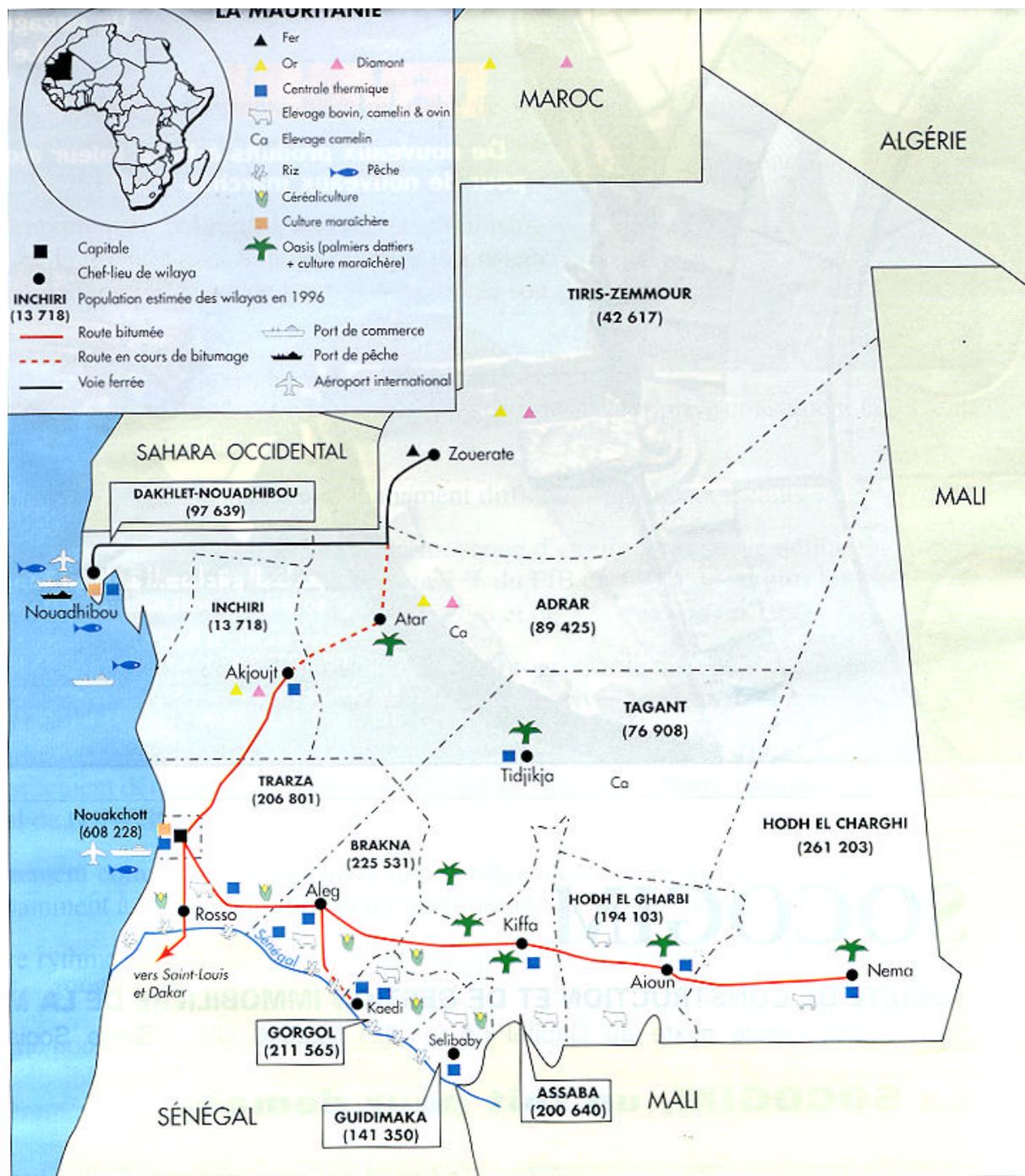
11. Farah Z. Composition and characteristics of camel milk, *J. Dairy Res.*, 1993, 60, p603-623.
12. Faye B., Saint-Martin G., Bonnet P., Bengoumi M, Dia M.L.; 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Sanofi Santé Nutrition Animale éditeur, Libourne, France. 126 p.
13. Faye B.; 1995, Initiation à l'analyse des données. CNPR-Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Lempdes. 83 p.
14. Gnan S.O., Mohamed M.O., Shereha A.M., Igwegbe A.O. ; 1994. Fermentation ability of camel's milk, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p 173-176
15. Gnan S.O., Mohamed M.O., Shereha A.M., Igwegbe A.O. ; 1994. Antimicrobial activity of camel's milk, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p185-188
16. Grillet S. ; 1995. La filière laitière cameline, DESS-PARC, IEMVT, Maisons-Alfort. 27 p.
17. Guiraud J-P.; 1998. Microbiologie alimentaire. Dunod. 652 p.
18. Kamoun M. ; 1994. Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p167-172
19. Lambert J-C. ; 1994. La transformation laitière et le nomadisme : exemple du Niger, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p263-266
20. Lebart L., Morineau A., Piron M. ; 1995. Statistique exploratoire multidimensionnelle, Dunod, 438 p.
21. Louly M.M. ; 1992. Les conditions hygiéniques de la filière lait dans le district de Nouakchott, incidence sur la qualité bactériologique du lait, (Mémoire d'ISS).Inst.Sup.Scient., Nouakchott. 150 p.
22. Moslah M. ; 1994. La production laitière du dromadaire en Tunisie, (Dromadaires et chameaux, animaux laitiers ; Cirad actes du colloque 26-24 octobre 1994 , Nouakchott, Mauritanie).p61-66.
23. 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), 2000. p 241-248.
24. Ramdaoui, Abad ; 1998. Caractérisation physico-chimique et microbiologique du lait de dromadaire et étude de sa stabilité thermique, (Mémoire de troisième cycle, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II – Rabat).

Logiciels utilisés :

Ihaka R., Gentleman R. ; 1996. R : A language and environment for statistical computing and graphics, vol.5 (3), 299-314 p. <http://www.r-project.org/>

Thioulouse J, Chessel D., Dolédec S., Olivier J.M. ; 1997.ADE-4 : a multivariate analysis and graphical display software. Statistics and computing. 7, p. 75-83.

Annexe 1 : Carte de République Islamique de Mauritanie, Ressources disponibles



Annexe 2 : Etapes de la Traite des Chamelles

Annexe 3 : Etapes de la Traite des Chamelles

Annexe 4 : Etapes de la Traite des Chamelles

Annexe 5 : Principales pathologies affectant les camelins et autres animaux de rente en Mauritanie

CAMELINS

Babésiose

BOVINS

Agalaxie contagieuse (?)

Anthrax

Babésiose

Botulisme

Brucellose

PETITS RUMINANTS

Agalaxie contagieuse

Anthrax

Carence Vitamine A**Carence en vitamine A****Carence vitamine A**

Charbon symptomatique
Dermatophilose
Douve

Charbon symptomatique
Clavelée
Echinococcose
Ecthyma contagieux
Entérotoxémie

Fièvre Aphteuse**Fièvre Aphteuse**

Fièvre Vallée Rift

Fièvre Vallée Rift
Fièvre vitulaire

Gale**Gale****Gastro-entérite néonatale****Gastro-entérite néonatale****Gastro-entérite néonatale**

Haemonchose

Indigestion
Maladie nodulaire cutanée

Hydatidose

Indigestion

Mammites

Œdème du palais

Oestrose**Oestrose****Pasteurellose**

Parasitoses digestives

Parasitoses digestives

Pasteurellose**Pasteurellose**

Teigne

Pica

Pica

Trypanosomose

PPCB

Piétin

Variole du chamelon

Theilériose

Polyarthrite

PPR

Annexe 6 : Questionnaire Eleveur

Eleveur

Qualité : chamelle – vache – ovin – caprin

Axe routier : _____

Distance fournisseur/centre de collecte : _____ km

Nom éleveur : _____

Depuis combien de temps travaillez-vous avec Tiviski ?

Plus de 2 ans – entre 1 et 2 ans – entre 1 an et 6 mois – moins de 6 mois

Combien de trayeurs employez-vous ? _____

Quelles sont les maladies qui affectent votre troupeau ? _____

Troupeau

Quelles est la quantité moyenne de lait produite par jour ? _____ litres

Quelle est la race de vos animaux ? _____

Quel est le nombre de Chamelles en lactation : _____

Jeunes non sevrés : _____

Chamelles tariées : _____

Jeunes sevrés : _____

Mâles adultes : _____

Apportez-vous un aliment du bétail :

En saison sèche – pdt la lactation – jamais – toujours

Type de complément : tourteau d'arachide : savi – gouessi – néma – jarga – farine de riz -
paille de riz – blé – autre : _____

Quantité administrée par tête : _____ kg

Traite

Quel est le délais entre la mise-bas et la vente du lait ? _____

Qui achemine le lait à la laiterie ?

Gestionnaire – membre de la famille – collecteur – charrette – autre : _____

Quelles sont les heures de traite : _____ et _____

Heures d'arrivée au centre de collecte : _____ et _____

Délais entre traite et réception : Moins d'1 heure – entre 1 et 2 heures – entre 2 et 3 heures –
entre 3 et 4 heures – plus de 4 heures

Le récipient est nettoyé : non – à l'eau – à la javel – avec de l'omo

Annexe 7 : Fiche Prélèvement

Hygiène de Traite

Le lait est filtré : oui – non

Le filtre est : sale – correct – propre

Type de filtre : tissu – moustiquaire – passoire – autre : _____

Le lieu de traite est : très sale – sale – correct – propre – très propre

Type de récipient utilisé : en bois – en plastique – en inox – autre : _____

Le récipient est : très sale – sale – correct – propre – très propre

La tenue du trayeur : très sale – sale – correcte – propre – très propre

Lavage des mains en début de traite : oui – non

Avec savon : oui – non

Séchage des mains en début de traite : oui – non

La traite est initiée : par le petit – à la main – autre : _____

Le premier jet est éliminé : oui – non

Le petit tète en cours de traite : oui – non

Le pis est nettoyé après que le petit ait tété : oui – non

Heure de prélèvement de la première chamelle : _____

Heure de prélèvement du lait dans le bidon : _____

Heure de prélèvement au centre de collecte : _____

Chamelle

Annexe 8 : Composition du milieu de culture PCA

P.C.A. (Plate Count Agar) (gélose pour dénombrement, formule simple A)

(conforme aux normes NF T 90-401,
NF T 90-402, NF ISO 4833 et V 08-051)

1 - PRESENTATION

- Milieu précoulé
 - 20 boîtes x 90 mm code 63989

- Milieu prêt à l'emploi
 - flacon de 100 ml code 54451
 - flacon de 200 ml code 54452

- Milieu déshydraté
 - boîte de 500 g code 64475
 - fût de 5 kg code 64478

2 - DEFINITION

Milieu gélosé utilisé lors du dénombrement de la flore aérobie totale des eaux et des produits alimentaires.

3 - FORMULE (en grammes par litre d'eau distillée)

Peptone	5
Extrait de levure	2,5
Glucose	1
Agar	12

pH final = 7,0 ± 0,2

4 - PRINCIPE

La croissance de la plupart des bactéries aérobies est favorisée par les substances nutritives apportées par la peptone, les facteurs de croissance de l'extrait de levure, et le glucose utilisé comme source énergétique.

Annexe 9 : Composition du milieu de culture Désoxycholate

DESOXYCHOLATE 1 ‰
(gélose pour dénombrement des coliformes)

1- PRESENTATION

- Milieu déshydraté
• boîte de 500 g

code 64424

2- DEFINITION

Milieu utilisé pour la recherche et le dénombrement des coliformes par ensemencement en profondeur lors de l'analyse des produits laitiers et des autres denrées alimentaires.

3- FORMULE (en grammes par litre d'eau distillée)

Peptone bactériologique	10
Chlorure de sodium	5
Phosphate dipotassique	2
Citrate ferrique	1
Citrate de sodium	1
Lactose	10
Désoxycholate de sodium	1
Rouge neutre	0,03
Agar	12,5

pH final = 7,3 ± 0,2

4- PRINCIPE

Le principe du milieu repose sur l'aptitude des coliformes à fermenter le lactose (colonies rouge brique).
Le milieu est rendu inhibiteur vis-à-vis des bactéries Gram (+) par le désoxycholate de sodium, le citrate de sodium et le citrate ferrique.

5- CONSERVATION

- Milieu déshydraté : boîte soigneusement fermée dans un endroit frais et sec.

La date de péremption et le numéro de lot sont indiqués sur le conditionnement.

Annexe 10 : Codage des variables d'élevage

Emploi de trayeur(s) : Non = 0
Oui = 1

Ancienneté du fournisseur : travaille avec tiviski depuis moins de 6 mois = 0

1 à 2 ans = 1
plus de 2 ans = 2

Eloignement du lieu de production : Moins de 13 km = 0
Entre 13 et 20 km = 1
Entre 20 et 36 km = 2
Entre 36 et 60 km = 3

Quantité de lait produite : Moins de 20 litres = 0
Entre 20 et 29 L. = 1
Entre 29 et 40 L. = 2
Entre 40 et 100 L. = 3

Propreté du lieu de traite : lieu Très sale ou sale = 0
Correct = 1
Propre ou très propre = 2

Propreté du récipient de traite : récipient Sale = 0
Correct = 1
Propre = 2

Utilisation d'un filtre : Non = 0
Oui = 1

Propreté de la mamelle : mamelle Très sale et sale = 0
Correcte = 1
Propre et très propre = 2

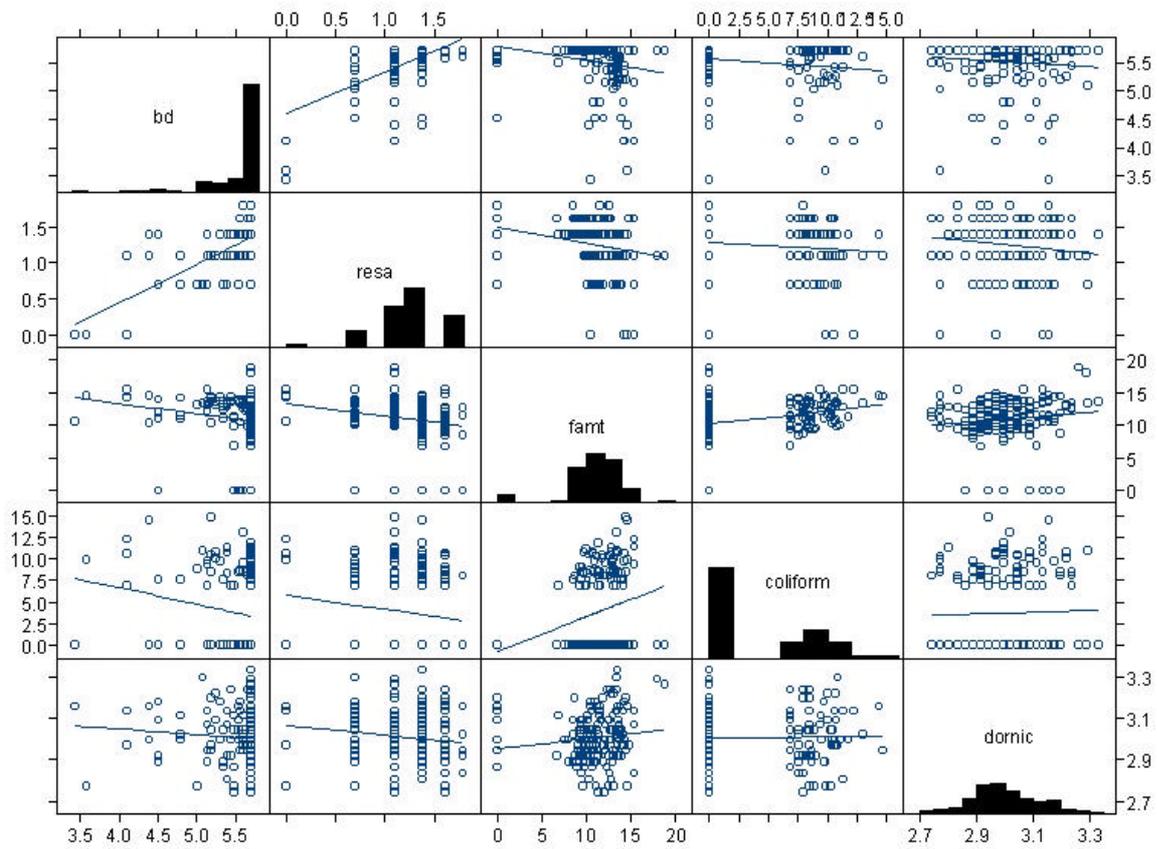
Mammite subclinique : note au CMT = nombre de + obtenus pour les quatre pis au test

Propreté de la tenue du trayeur : tenue Très sale ou sale = 0
Correcte = 1
Propre ou très propre = 2

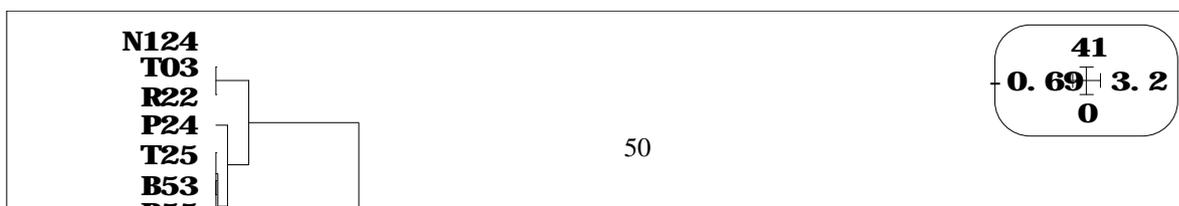
Lavage des mains du trayeur : Pas de lavage = 0
Lavage à l'eau = 1
Lavage au savon = 2

Délais entre traite et réception du lait : Moins de 2H30 = 0
Entre 2H30 et 3H35 = 1
Entre 3H35 et 4H30 = 2

Annexe 11 : Distribution des résultats des tests bactériologiques



Annexe 12 : Typologie des fournisseurs, partition en trois classes



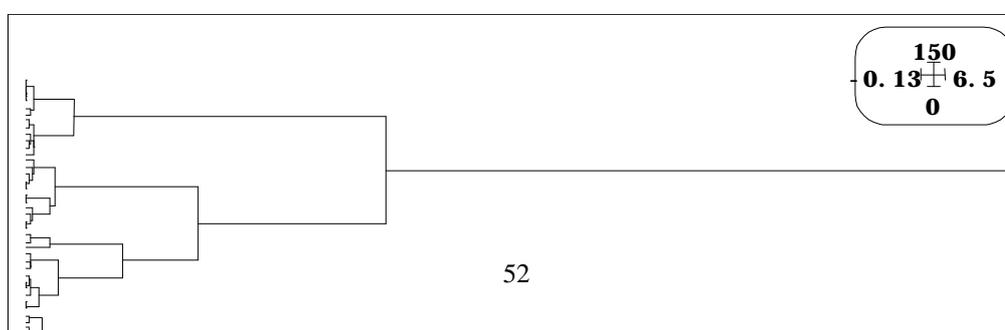
Ce dendrogramme est obtenue par CAH sur la population des fournisseurs (et après ACM).

Annexe 13 : Décomposition de la variance inter-classes de la typologie des fournisseurs

	Classe I	Classe II	Classe III
Chamelles sales	5	-8	0
correctes	-4	-2	9
propres	0	2	-1
Ancienneté < 6 mois	6	1	-10

1 à 2 ans	0	-1	1
> 2 ans	0	0	0
Trayeurs employés: non	-4	4	0
oui	2	-2	0
Utilisation filtre : non	-4	2	1
oui	9	-4	-2
Lieu de traite : sale	0	7	-4
correct	-8	0	7
propre	2	-2	0
Récipient de traite : sale	-8	-8	25
correct	-2	24	-5
propre	5	-1	-2
Tenue du trayeur : sale	-2	-8	11
correcte	0	4	-4
propre	1	2	-4
Lavage des mains : non	-1	1	0
à l'eau	12	-8	-2
savon	26	-8	-10

Annexe 14 : Représentation graphique de la typologie des profils bactériologiques



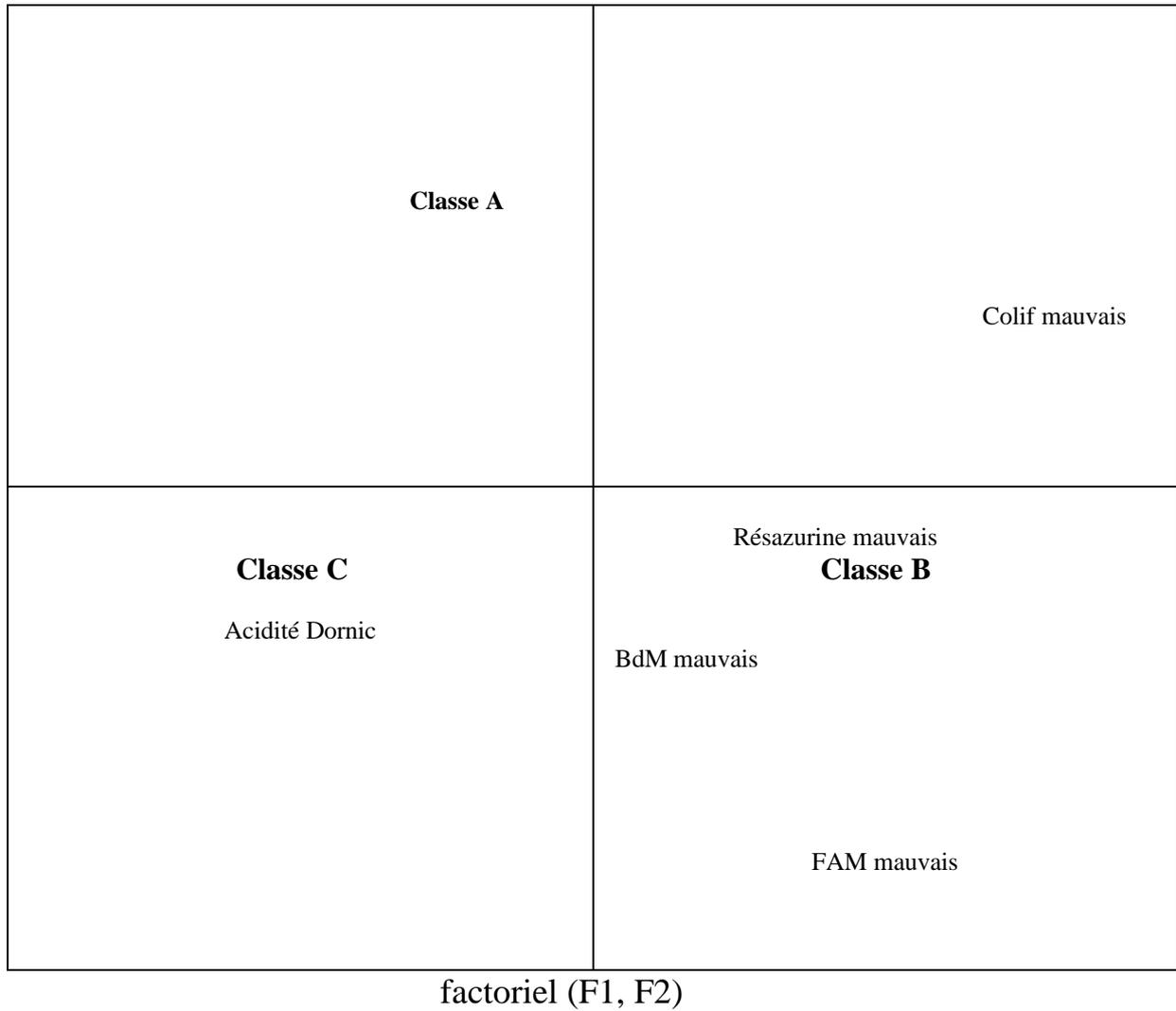
Annexe 15 : Décomposition de la variance inter-classes de la typologie des profils bactériologiques

	Classe A	Classe B	Classe C
Réduction BdM> 5heures	0	-2	2
de 4 à 5 heures	-1	10	-10
< 4 heures	-1	10	-10
Note résazurine = 3, 4, 5	-1	0	2
= 1 ou 2	3	1	-8
FAM= 0 à 17 000 germes/ml	8	-1	18

17 à 79 000 germes/ml	28	-4	-7
79 à 470 000 germes/ml	0	-1	4
4,7 ^{E5} à 1,5 ^{E8} germes/ml	-17	31	-10
Colif = 0 à 5 000 germes/ml	2	0	0
5 000 à 6,5 ^{E5} germes/ml	-7	0	7
6,5 ^{E5} à 1,3 ^{E6} germes/ml	0	2	-2
1,3 ^{E6} à 2,61 ^{E6} germes/ml	-19	34	-10
Acidité Dornic < 17°D	2	-3	0
17,5 à 18,5°D	-3	0	3
19 à 20,5°D	4	0	-6
21 à 27°D	-3	1	0

Annexe 16 : Représentation graphique de la typologie des profils bactériologiques après ACP barycentrique, dans le plan factoriel (F1, F2)

Annexe 17 : Représentation graphique de l'ACM barycentrique dans le plan



<p style="text-align: right;">FAM c</p> <p style="text-align: center;">FAM d</p> <p>BdM b</p> <p style="text-align: center;">Dornic d</p>	<p style="text-align: right;">Colif a</p> <p>Colif b</p> <p style="text-align: right;">Colif c</p> <p>Dornic a</p> <p style="text-align: center;"><u>III</u> BdM c</p> <p>résa b</p>
<p style="text-align: center;">Colif a</p> <p style="text-align: center;"><u>I</u></p> <p style="text-align: center;"><u>II</u></p> <p style="text-align: center;"><i>FAM a</i></p>	<p style="text-align: right;">Dornic b</p> <p>résa a</p> <p style="text-align: center;">BdM a</p> <p style="text-align: center;">Dornic c</p> <p style="text-align: right;">FAM b</p>

Les résultats aux tests en gras sont les plus déterminants dans la constitution des axes. Les types de fournisseurs sont représentés en gras et soulignés. La lettre « a » est celle des classes les meilleures bactériologiquement et la lettre « d » est celle des plus mauvaises. La contribution détaillée des modalités des variables « résultats bactériologiques » dans la constitution des axes est en annexe 18.

Annexe 18 : Contribution des modalités des variables « résultats bactériologiques » à la constitution des axes F1 et F2 de l'ACM barycentrique

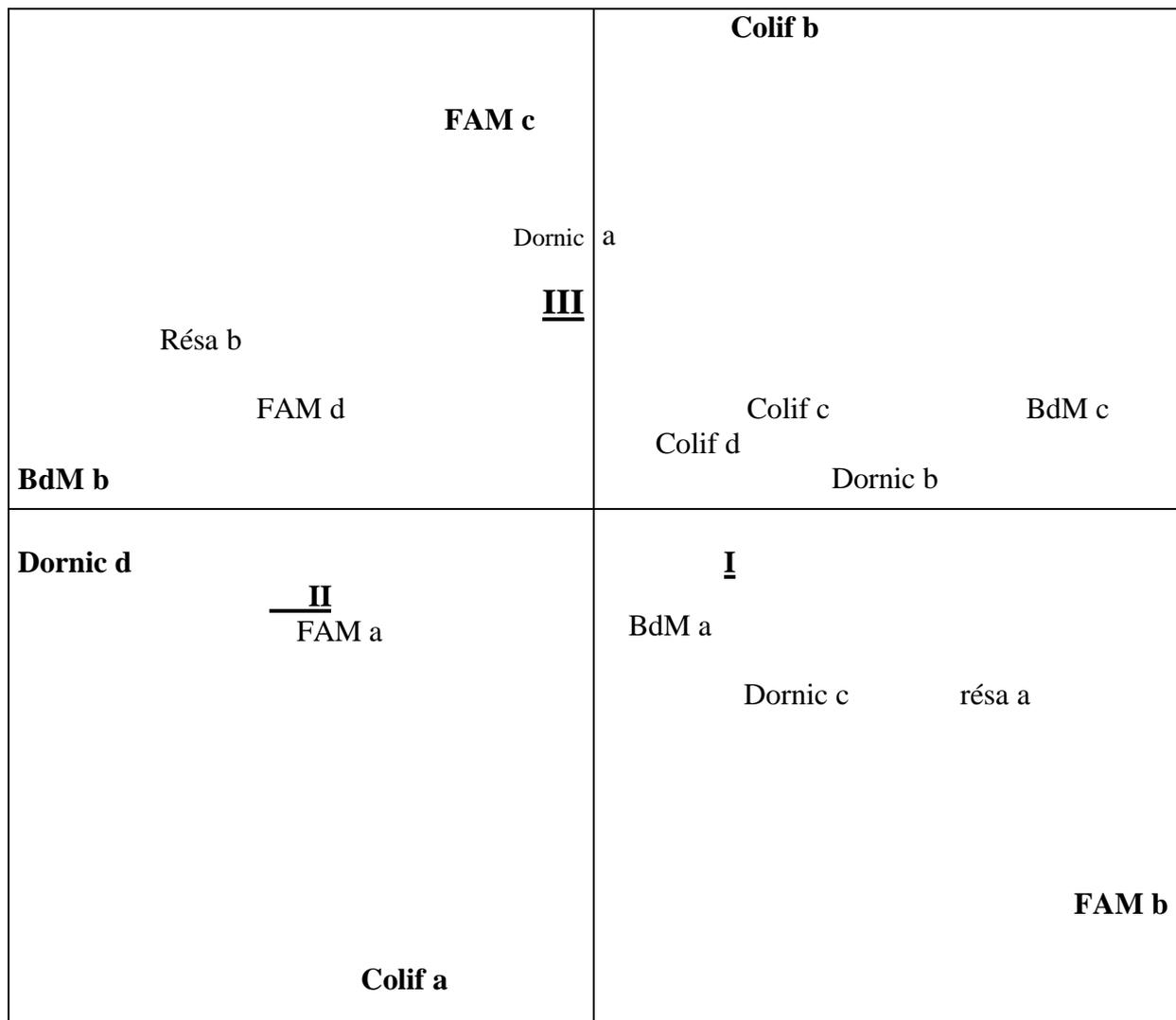
	Axe F1	Axe F2
Réduction BdM > 5 heures	225	325
de 4 à 5 heures	3840	99
< 4 heures	415	618

Note résazurine = 3, 4, 5	1	242
= 1 ou 2	2	450
FAM= 0 à 17 000 germes/ml	656	854
17 à 79 000 germes/ml	1211	979
79 à 470 000 germes/ml	12	1299
4,7 ^{E5} à 1,5 ^{E8} germes/ml	145	879
Colif = 0 à 5 000 germes/ml	258	1389
5 000 à 6,5 ^{E5} germes/ml	64	1183
6,5 ^{E5} à 1,3 ^{E6} germes/ml	238	459
1,3 ^{E6} à 2,61 ^{E6} germes/ml	214	318
Acidité Dornic < 17°D	26	580
17,5 à 18,5°D	683	29
19 à 20,5°D	63	276
21 à 27°D	1939	12

Annexe 19 : Représentation graphique du résultat de l'AFD dans le plan factoriel (F1, F2)

Les résultats aux tests en gras sont les plus déterminants dans la constitution des axes. Les types de fournisseurs sont représentés en gras et soulignés. La lettre « a » est celle des classes les meilleures bactériologiquement et la lettre « d » est celle des plus mauvaises.

Annexe 20 : Représentation graphique de la relation entre résultats bactériologiques et délais entre traite et réception du lait, ACM barycentrique dans le plan factoriel (F1, F2)



<p style="text-align: right;">FAM</p> <p style="text-align: center;"><u>Délais moyen</u></p> <p style="text-align: right;">Résa a</p>	<p style="text-align: center;">a</p>
<p style="text-align: center;"><u>Délais court</u></p> <p>FAM c</p>	<p>Résa b</p> <p style="text-align: center;"><u>Délais long</u></p> <p style="text-align: right;">BdM b</p>

Les modalités des résultats bactériologiques les meilleurs sont notées avec la lettre a ; la modalité c est la moins bonne (en terme sanitaire).

Les délais sont divisés en trois classes :

- « long » correspond à un délai entre 3H35 et 4H30 ;
- « moyen » correspond à un délai entre 2H30 et 3H30 ;
- « court » correspond à un délai inférieur à 2H30.

Annexe 21 : Représentation graphique des relations entre litrage vendu quotidiennement et résultats bactériologiques, ACM barycentrique dans le plan (F1, F2)

BdM c <u>2</u>	<u>3</u> FAM a Colif b
FAM b <u>4</u>	<u>1</u> Colif c BdM b

Les chiffres en gras et soulignés sont les quatre classes de litrage retenues.
 La classe « 1 » regroupe les producteurs vendant moins de 20 litres par jour ;
 la classe « 2 » regroupe les producteurs vendant entre 20 et 29 litres par jour ;
 la classe « 3 » regroupe les producteurs vendant entre 30 et 39 litres par jour ;
 la classe « 4 » regroupe les producteurs vendant entre 40 et 100 litres par jour.

Toulouse, 2002

NOM : TOURETTE

PRENOM : Isabelle

TITRE : ETUDE DE L'INFLUENCE DES PRATIQUES DE TRAITE ET D'ELEVAGE SUR LA QUALITE SANITAIRE DU LAIT DE CHAMELLE EN REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

RESUME : La société Tiviski achète du lait dans le Sud de la Mauritanie pour le transformer en produits finis à Nouakchott. Cette étude est menée sur un échantillon des producteurs de lait de chamelle travaillant avec cette société. Elle a pour but de déceler les liens existant entre les pratiques de traite et d'élevage et la qualité sanitaire du lait. Le principe est de croiser les caractéristiques des producteurs choisis par tirage au sort et les résultats des analyses bactériologiques du lait prélevé sur leurs chamelles. L'étude a commencé en mai 2001 pour se terminer en Août 2001.

Le résultat de cette étude montre tout d'abord que les tests de laboratoire, utilisés habituellement sur des laits de vache ou de petit ruminant, s'avèrent applicables au lait de chamelle. Elle montre par ailleurs que la qualité sanitaire du lait varie avec les pratiques de traite mais aussi avec les facteurs environnementaux tels que la saison des pluies.

Ce travail permet enfin de dresser une liste non exhaustive de recommandations simples à mettre en oeuvre et susceptibles d'améliorer significativement la qualité sanitaire du lait.

MOTS-CLES : LAIT DE CHAMELLE/QUALITE/METHODE
D'ELEVAGE/MICROBIOLOGIE/CAMELIDE/MAURITANIE

ENGLISH TITLE : RESEARCH ON THE MILKING AND BREEDING PRACTICES INFLUENCE ON THE CAMEL MILK MICROBIOLOGICAL QUALITY ; ISLAMIC REPUBLIC OF MAURITANIA