

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES



ECOLE INTER-ETATS DES
SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES



Année 2004

n° 12

**ETUDE DE LA PRODUCTION ET DE LA
TRANSFORMATION DU LAIT DE CHEVRE
DANS LES NIAYES (SENEGAL)**

**MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES
DE PRODUCTIONS ANIMALES**

Présenté et soutenu publiquement
Le 05 Novembre 2004 à l'EISMV

Par

Laba DIOUF

Né le 08/07/1978 à Ndongol (Sénégal)

JURY :

<i>Président</i> : M. François Adébayo	ABIOLA	Professeur à l'E.I.S.M.V.
<i>Membres</i> : M. Bhen Sikina	TOGUEBAYE	Professeur à l'U.C.A.D.
M. Malang	SEYDI	Professeur à l'E.I.S.M.V. Codirecteur de mémoire
M. Ayao Clément	MISSOHOU	Maître de conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V. Directeur de mémoire
Racine	SOW	Chercheur à l'I.S.R.A (L.N.R.V) Codirecteur de mémoire

REMERCIEMENTS

- A mes parents
- A Wagane Faye et famille à Dakar
A mon mari
- Au professeur Missohou
- Au Professeur Malang SEYDI et à tout le personnel du laboratoire d'HIDOA
- A monsieur Racine SOW
- A l'EISMV de Dakar de son apport financier à la réalisation de ce travail
- Au directeur de l'EISMV
- Au père Jean Mari moine, responsable de l'unité de transformation de Keur Moussa
- A Monsieur Jule KA et famille à Keur Moussa
A monsieur NDOUR, chef du service départemental vétérinaire de Mbour et famille
- A monsieur Bocar Hann technicien du laboratoire de zootchnie et alimentation de l'EISMV
- A tous ceux qui participer à la réalisation de ce travail

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre président du jury, Monsieur François Adébayo ABIOLA Professeur à l'EISMV de Dakar

Nous sommes ravis de vous voir présider notre jury de mémoire. Vos qualités scientifiques et sociales vous ont permis de diriger un tel établissement de grande renommée.

Hommage respectueux

A notre directeur de mémoire Ayao Clément Missohou maître de Conférence à l'EISMV de Dakar

Vous avez inspiré le sujet de ce mémoire et guider le travail avec franchise et entière disponibilité. Vous avez montré une dynamique, une rigueur scientifique, une simplicité qui ne laisse personne indifférente.

Reconnaissance éternelle.

A notre co-directeur Monsieur Malang SEYDI Professeur à l'EISMV de Dakar

Vous avez accepté de participer avec plaisir à la réalisation à la réalisation, de ce travail dont une partie a été effectuée au laboratoire d'HIDAOA de l'EISMV dont vous êtes le chef. Votre disponibilité, vos qualités intellectuelles et humaines font l'admiration de tous les étudiants de l'EISMV.

Sincères remerciements

A notre codirecteur Monsieur Racine Sow Chercheur à l'ISRA (LNRV).

Nous vous remercions de votre participation à la réalisation de ce travail. Vos qualités humaines, scientifiques et votre constante disponibilité suscite beaucoup d'admiration.

profonde gratitude

Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE professeur à la faculté des sciences et techniques l'UCAD.

vous avez accepté avec spontanéité d'être membre de ce jury, malgré vos multiples préoccupations vos grandes qualités d'enseignant et votre caractère social ont toujours suscité notre admiration

Veillez trouver ici le respect que nous vous portons.

DEDICACES

JE REND GRACE A ALLAH, LE TOUT PUISSANT !

LE MISERICORDIEUX! QUI M'A DONNE

LE POUVOIR DE POURSUIVRE LES ETUDES.

JE PRIE SUR SON PROPHETE MOHAMED (PSL)

- A mes grands parents

- A mes parents

Vos conseils, encouragements et sacrifices ont été une source de motivation pour moi et m'ont permis d'affronter les difficultés de la vie afin d'aboutir à un tel résultat.

Profonde Reconnaissance.

- A ma tante Safiétou Dao, une tutrice qui ma traitée comme sa propre fille

Eternelle reconnaissance

- A mes oncles : Wagane FAYE, Fary, Malick , Modou Diouf et Dockor DIENG. Je ne saurais en quelques lignes dire tout ce que je vous dois, car vos soutiens financiers m'ont permis de continuer les études

- A mes frères : Moussa, Ibrahima, Cheikh, Ibou, Saliou, Lamane qui me considèrent comme une sœur de lait et me souhaite bonne réussite dans la vie

- A mes sœur bien aimées Adama, les Fatou, Seynabou, les amis à Fatou Faye et Seynébou SENE

- A tante Seynabou, Amy, Adama, Mari, Rokhya , Awa, Diack, Diouma

- A mon homonyme tante Laba et ses sœurs Penda et Khady

A mon mari Issa SENE qui ma compris et soutenu.

Tu as toujours voulu que ta femme aille loin dans les études. Ce que tu as bien montré depuis notre union.

- A mes beaux frères : Modou, Aliou, Babacar, Moussa, Ibou

- A ma belle mère madame Sira depuis la RC

- A tous mes camarades et collègues

- A tous ceux qui m'estiment

- Au Sénégal mon beau pays

- A l'Afrique mon continent

Table des illustrations

Les Figures

Figure 1 : Courbe laitière des femelles chevretant tous les ans

Figure 2 : Traite d'une chèvre

Figure 3 : Moulage et égouttage

Figure 4 : Affinage

Les Tableaux

Tableaux I : Evolution des Effectifs (x 1000) de têtes du cheptel au Sénégal.

Tableaux II : Performances de reproduction et de production de lait.

Tableaux III : Caractéristiques de la production de lait dans les Niayes (Sénégal).

Tableaux IV : Propriétés physico-chimiques du lait de chèvre dans les Niayes (Sénégal).

Tableaux V : Propriétés physico-chimiques du lait de chèvre dans les Niayes (Sénégal).

Tableaux VI : Résultats des Analyses microbiologiques du lait de chèvre.

Tableaux VII : Résultats des analyses microbiologiques de fromage de chèvre.

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

A F N O R :	Association Française de Normalisation
C N R S :	Centre National de Recherche Scientifique
E.I. S.M.V :	Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaire
F C F A :	Franc de la Communauté Financière Africaine
H I D A O A :	Hygiène et Industrie des Denrées d'Origines Animale
I S R A :	Institut Sénégalaise de Recherche Agronomique
Km :	kilomètre
L N R V :	Laboratoire National de Recherche Scientifique
N F :	Norme Française
U C A D :	Université Cheikh Anta Diop de Dakar

RESUME

Cette étude qui vise à analyser de la production et de la transformation du lait de chèvre a été réalisée de février à décembre 2003 dans les départements de Thiès et de Mbour situés dans en zone sahélienne à 70 km de Dakar. A partir de 3 unités de transformations, 45 éleveurs fournisseurs de lait à ces unités ont été soumis à un questionnaire de même que les transformateurs. Le lait frais de chèvre (45 échantillons) et le produit fini (fromage) (30 échantillons) ont été soumis à des analyses physico-chimiques microbiologiques.

La taille moyenne des troupeaux est de 45 têtes. La conduite des caprins est basée sur la divagation complète sous contrôle d'un berger. La complémentation des animaux est faible (17,7%) et le déparasitage est quasi inexistant. La production quotidienne de lait est de 0.52 ± 0.12 litre par femelle traite. Le lait est transformé en trois types de fromage (fromage affiné, fondu et frais) qui sont vendus dans des hôtels de la place ou à Dakar dans les supermarchés. Le rendement de transformation varie de 12 à 15% en fonction des unités de transformation.

La composition chimique du lait (140,2 de MS, 37,93 de protéines et 49,83 de MG par litre de lait) et du fromage (43,99% de MS, 54,87% de MG et 15,2% de protéines dans la matière sèche) sont appréciables. Cependant, les qualités microbiologiques, en particulier celles du lait cru sont médiocres avec 84,4% des échantillons non satisfaisants.

Mot-clefs : Lait, production, transformation, fromage, chèvre, qualité microbiologique, composition chimique, Niayes, Sénégal.

Abstract

This study was carried out from February to December 2003 to analyse goat milk production and processing in the department of Thiès and Mbour located in a sahelian area, 70 km from Dakar. Among the suppliers of the 3 processing units identified, 45 milk producers were identified and surveyed. 45 milk samples from farmers and 30 cheese samples from a processor were collected and submitted to chemical and microbiological analysis.

The flock size averaged 45 animals per household and was equally detained by men (51.1 %) and women (48.9 %). Feeding was based on extensive grazing under the control of a shepherd. Only 17.7% of the farmers fed agricultural by-products (beans and groundnut haulm) to lactating goats; 4.4 % dewormed their animals. Average daily milk production was 0.54 ± 0.12 l for a length of lactation of 3.6 months.

Three types of cheese were produced and sold to supermarkets and hotels. The processing yield was 12-15 %. The chemical composition of milk (dry matter: 140,2 g/l, protein: 49,83 g/l, fat: 37,93 g/l) and cheese (dry matter: 43.99%, protein: 15.2, fat: 54.87) was good but microbiological quality was low mainly in milk with more than 84,4% unsatisfactory samples.

Key-words: Milk, production, processing, goat, cheese, microbiological, chemical composition, Niayes, Senegal.

SOMMAIRE

	PAGE
INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : ELEVAGE CAPRIN AU SENEGAL	2
1.1 - CHEPTEL CAPRIN.....	2
1.1.1 – RACES CAPRINES DU SENEGAL	2
1.1.1.1 - Chèvre du Sahel	2
1.1.1.2 - Chèvre du Fouta Djallon ou chèvre Djallonké.....	2
1.1.2 – EFFECTIFS ET EVOLUTION	3
1.2 - SYSTEMES D'ÉLEVAGE.....	3
1.2.1 - SYSTEME PASTORAL	4
1.2.2 - SYSTEME AGRO-PASTORAL.....	4
1.3 – PERFORMANCES DE REPRODUCTION ET DE PRODUCTION DE LAIT	5
CHAPITRE II : LAIT DE CHEVRE ET SES DERIVES.....	7
2.1 - LAIT DE CHEVRE.....	7
2.1.1 - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES	7
2.1.1.1 – pH.....	7
2.1.1.2 - Composition chimique	8
2.1.2 - CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES	9
2.1.2.1 – Bactéries.....	9
2.1.2.2 - Levures et moisissures	11
2.2 - PRODUITS DERIVES DU LAIT DE CHEVRE	
CAS DU FROMAGE	11
2.2.1- CAILLAGE.....	12
2.2.1.1 - Caillé purement acide	12
2.2.1.2 - Caillé emprésuré	12
2.2.1.3 - Caillé mixte.....	12
2.2.2 - EGOUTTAGE	12
2.2.3 – MOULAGE.....	12
2.2.4 - AFFINAGE	13
2.2.5 - SALAGE ET L'ENSEMENCEMENT DE PENICILLIUM	13

PARTIE EXPERIMENTALE	
CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES	14
1.1- ENQUETES	14
1.1.1 - ZONE D'ETUDE	14
1.1.2 - ECHANTILLONNAGE	14
1.1.3 - QUESTIONNAIRE ET SON ADMINISTRATION	14
1.2 - ANALYSES DE LABORATOIRE	15
1.2.1- PRELEVEMENT ET TRANSPORT DES ECHANTILLONS	15
1.2.2 -ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	15
1.2.2.1 Mesure du pH.....	15
1.2.2.2 - COMPOSITION CHIMIQUE	15
1.2.3 - ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU LAIT ET DE FROMAGE ...	16
1.2.3.1 - Préparation des échantillons	16
1.2.3.2 - Germes recherchés.....	16
1.2.4 - ANALYSES STATISTIQUES	17
CHAPITRE II: RESULTATS	18
2.1-APPROVISIONNEMENT EN LAIT DES UNITES DE TRANSFORMATION	18
2.1.1 - PRODUCTION DE LAIT	18
2.2.1 - TRAITE ET COLLECTE DU LAIT.....	19
2.2 -TRANSFORMATION DU LAIT	20
2.2.1- CARACTERISTIQUES DES UNITES DE PRODUCTION.....	20
2.2.2 - TECHNOLOGIES MISES EN ŒUVRE.....	20
2.2.2.1 - Transformation semi-industrielle	20
2.2.2.2 - Transformation artisanale	22
2.2.3 - PROBLEMES RENCONTRES LORS DE LA TRANSFORMATION...	22
2.3 - COMMERCIALISATION DU FROMAGE.....	22
2.4 - QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET HYGIENIQUE DES PRODUITS	23
CHAPITRE III: DISCUSSION	25
3.1 - LA PRODUCTION DE LAIT.....	25
3.2 - TRANSFORMATION ET QUALITE DES PRODUITS	25
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATION	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29

INTRODUCTION

Au Sénégal, malgré les nombreux efforts entrepris pour atteindre l'autosuffisance en lait et produits laitiers, la production locale est toujours faible et la demande couverte à 60% par des importations (10). De 1980 à 2001, la quantité de ces denrées importées est passée de 87 083 t à 120 674 t alors que parallèlement la consommation de lait a fortement diminué passant de 34,6 kg/habt/an à 25,4 kg/habt/an (13).

Les caprins peuvent contribuer à l'autosuffisance en ces denrées du fait de leur bonne adaptation à l'environnement, de leur cycle de reproduction court et de leur facilité d'élevage. Par ailleurs, selon Talaki (32), la principale race caprine du Sénégal, la chèvre du Sahel, possède de bonnes aptitudes laitières et fromagères. Malgré ses potentialités, l'élevage caprin a été négligé dans les stratégies de développement de la filière laitière, longtemps axées sur les bovins (8). Toutefois, au cours de cette dernière décennie, sous l'impulsion d'investisseurs privés, un secteur industriel de transformation de lait de chèvre commence à se mettre en place dans les Niayes.

Au Sénégal, la plupart des études disponibles sur l'élevage caprin portent sur le secteur rural (15,23) alors que le secteur périurbain a fait l'objet de peu de travaux. L'objectif de la présente étude est d'analyser la production et la transformation du lait de chèvre dans les Niayes.

Ce travail comprend deux parties:

- Une partie bibliographique qui traite des généralités sur l'élevage caprin au Sénégal et sur le lait de chèvre,
- Une partie expérimentale consacrée à la description des systèmes de production et de transformation du lait de chèvre dans les Niayes.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : ELEVAGE CAPRIN AU SENEGAL

1.1 - CHEPTEL CAPRIN

Au Sénégal, suivant les zones agro-écologiques, deux types de races caprines sont élevés (Sahel et Djallonké). Mais pour des raisons de diversification des produits caprins sur le marché, d'autres races ont été introduites au Sénégal. C'est le cas de la chèvre rousse de Maradi par le service de l'élevage en 1972 pour la qualité de sa peau très recherchée sur le marché international. C'est aussi le cas d'une race exotique laitière, la race Alpine, introduite par des initiateurs privés de projet de production du fromage à partir du lait de chèvre. Cependant, du fait de problèmes de survie, ces dernières n'ont pas pu proliférer et se diffuser (15, 19, 31).

1.1.1 – RACES CAPRINES DU SENEGAL

1.1.1.1 - Chèvre du Sahel

Selon GUEYE (19), les animaux de cette race sont hypermétriques et longilignes. Ils mesurent 62,2 cm au garrot, pour un poids vif adulte de 25 kg. La tête est petite et triangulaire, les cornes sont fines chez la femelle ; épaisses, longues, aplaties, annelées et spiralées chez le mâle. Elles sont parfois portées horizontalement mais souvent elles sont dirigées en arrière et en haut en divergeant avec parfois un retour vers l'intérieur aux extrémités. Les oreilles sont courtes ou longues, semi-pendantes à pendantes. La barbiche et les pendeloques sont fréquentes. Le cou, mince et long, porte chez le mâle une crinière qui peut s'étendre à tout le dos. Le garrot et le dos sont saillants, le thorax est peu profond, la croupe est courte et inclinée, les membres sont longs et minces. La robe est de couleur variable.

1.1.1.2 - Chèvre du Fouta Djallon ou chèvre Djallonké

Contrairement à la chèvre du Sahel, elle est de type concave ou subconcave, ellipométrique et bréviligne. Elle est courte sur pattes (0,4 m) d'où le nom de chèvre naine de Guinée. Certains individus peuvent peser jusqu'à 20 kg (19, 24). Son caractère trypanotolérant l'oppose à la chèvre du Sahel et explique sa présence dans la partie sud du Sénégal (climat subhumide). La tête forte à profil rectiligne ou légèrement concave porte une barbiche courte et peu fournie plus fréquente chez le mâle. Les cornes peu spiralées, sont dirigées en dehors et en arrière et sont assez développées chez la femelle. Le cou est ramassé, court et gros à la base. La robe est de couleur variable. Toutefois,

selon Gueye (19), la robe la plus courante est la fauve avec une raie de mulet sur le dos.

1.1.2 – EFFECTIFS ET EVOLUTION

Ces dernières années, le développement de l'élevage des petits ruminants et plus particulièrement, celui des caprins a connu un essor considérable, lié aux contraintes climatiques et environnementales. En effet, la diminution des aires de pâturage, leur niveau nutritionnel pauvre et saisonnièrement déficient pour les grands ruminants est assez suffisant aux ovins et caprins, assure leur survie et leur permet de continuer à donner de la viande et du lait (19, 7). Ainsi, les effectifs sont passés de 2 853 000 en 1991 à 3 995 000 têtes en 2001 (tableau 1), soit une croissance annuelle de 3% (9). Différents modes d'élevage sont à la base de cet essor démographique.

Tableau I : Evolution des effectifs (x 1000) de têtes du cheptel sénégalais (9)

Années	Espèces		
	Bovins	Ovins	Caprins
1991	2.539	3.342	2.853
1992	2.602	3.498	3.076
1993	2.693	3.657	3.076
1994	2.760	3.821	3.213
1995	2.800	3.890	3.293
1996	2.870	4.045	3.440
1997	2.898	4.239	3.572
1998	2.912	4.344	3.703
1999	2.927	4.497	3.833
2000	2.986	4.542	3.879
2001	3.227	4.678	3.995
2002	2.996	4.540	3.899

1.2 - SYSTEMES D'ELEVAGE

Au Sénégal, deux systèmes d'élevage ont été décrits, à savoir, le système pastoral et le système agropastoral.

1.2.1 - SYSTEME PASTORAL (2, 15)

Dans ce système qui est caractéristique des zones sahéliennes, les caprins sont en général élevés en troupeau bi-spécifique (ovin-caprin) par les peulhs. Les animaux d'une même concession sont regroupés en troupeaux de grande taille (24 têtes en moyenne) et sont conduits tous les matins au pâturage par des enfants ou des jeunes. Vers la fin de la saison sèche, avec la disparition du couvert herbacé, les éleveurs pratiquent une complémentation à base d'arbustes et arbres émondés, de gousses d'acacia et de paille de brousse. Toutefois, du fait du grand nombre d'animaux et de la rusticité des caprins par rapport aux ovins, le niveau de complémentation est faible. L'abreuvement se fait au niveau des sources d'eau temporaires et permanentes (mares, puits et forages) et constitue un sérieux problème pendant la saison sèche. L'habitat, présent dans 82% des concessions (15), est un enclos d'épineux où le troupeau passe la nuit. Il sert également à garder dans la journée les jeunes sujets non sevrés au moment où les autres animaux sont au pâturage.

1.2.2 - SYSTEME AGRO-PASTORAL (15, 26)

On le rencontre dans les climats soudanien et soudano-guinéen. Les troupeaux de concession sont souvent bi-spécifiques, de petite taille (moins de 10 têtes dans 45 % des concessions en climat soudanien et dans 68 % des concessions en climat soudano-guinéen) et appartiennent en majorité (jusqu'à 75 % des effectifs caprins) aux femmes. Pendant la saison sèche (Novembre à mai-juin), ils divaguent librement sur l'ensemble du finage et exploitent les parcours naturels et les résidus de culture. Une complémentation à base de fanes de légumineuses, de restes de cuisine est possible mais les quantités distribuées aux caprins sont très faibles. Pendant l'hivernage, pour éviter les dégâts aux cultures, ils sont soit gardés au piquet sur les parcours naturels, les jachères et au bord des routes, soit confiés à un berger collectif. La mise au piquet le matin et l'abreuvement deux à trois fois par jour sont à la charge des femmes. Les animaux passent la nuit sous les toits des cases ou dans des abris le plus souvent couverts.

Dans le système pastoral comme agro-pastoral, la productivité du cheptel est faible.

1.3 - PERFORMANCES DE REPRODUCTION ET DE PRODUCTION DE LAIT

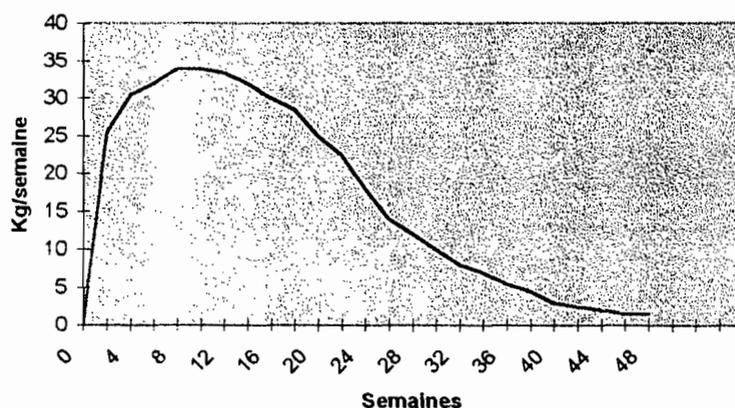
Les mises bas ont lieu toute l'année, mais elles sont plus marquées entre octobre et mars (système pastoral) et entre octobre et juin (système agropastoral) du fait d'un nombre plus important de fécondations pendant hivernage caractérisé par une abondance fourragère. L'âge à la première mise bas est de 14,8 mois (Sahel) et de 12,1 mois (guinéenne) pour un rythme de reproduction de 1,66/an (Sahel) et 1,96/an (Guinéenne) (15, 23, 33) (tableau II).

Tableau II: Paramètres de reproduction et de production de lait (23)

Paramètres de reproduction et production de lait	Chèvre du Sahel	Chèvre guinéenne
Age à la mise bas en mois	14,8	12,1
Nombre de mise-bas / femelle / an	1,66	1,96
Taille de la portée	1,7	2
Production de lait (l/j)	0,2 à 0,3	-

La lactation est une phase essentielle du cycle de reproduction qui permet à la mère de nourrir son ou ses petits et la quantité de lait produite est fonction des races, des conditions environnementales et de l'alimentation (19). Au Sénégal, la courbe de lactation qui s'étend sur 48 semaines comprend une phase ascendante qui conduit à un pic lui-même suivi d'une phase descendante (figure 1).

Figure1: Courbe laitière des femelles chevretant tous les ans (19).



La production de lait des populations caprines du Sénégal est faible contrairement aux races exotiques (Toggenbourg, alpine, Saanen ...) issues

d'une sélection. Elle est de 0,2-0,3 l de lait par jour chez la chèvre du Sahel alors que chez la chèvre guinéenne qui n'est pas traitée en général, elle est peu connue. Par ailleurs, peu de travaux sont effectués sur la valeur nutritive et hygiénique du lait et de ses dérivés (23, 27).

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE II : LE LAIT DE CHEVRE ET SES DERIVES

D'après le congrès sur la répression des fraudes, à Paris en 1909, «le lait est le produit intégral de la traite totale ou ininterrompue d'une femelle laitière bien portante bien nourrie et non surmenée ». Cependant, dans le commerce il est exigé de spécifier l'espèce productrice du lait s'il ne s'agit pas de celle de la vache. En effet, le lait de vache représente 90% de la production mondiale et, de ce point de vue, a un sens générique. Il est donc le seul qui a droit d'être appelé lait sans aucune autre spécification (14).

2.1 - LAIT DE CHEVRE

Le lait de chèvre est un liquide blanc ou mât, opaque d'une saveur peu sucrée dont l'odeur (chèvre) lorsqu'il est récolté et conservé proprement, est peu marquée voir inexistante. Il donne une impression bien homogène c'est-à-dire ni trop fluide ni trop épais (6, 3).

Du point de vue de ces qualités nutritives et digestives, le lait de chèvre possède une valeur de premier ordre. Il est moins allergène et subit plus lentement la fermentation lactique que celui de la vache (17). Ces qualités diététiques sont la conséquence d'un certain nombre de caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques (3, 17, 25).

2.1.1 - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

2.1.1.1 – pH

Le pH est le cologarithme de la concentration en ions H^+ ($pH = - \log [H^+]$) d'une solution donnée. Il permet de déterminer « l'acidité actuelle » du lait, qui peut être mesurée soit par le pH-mètre soit par le papier pH (11). Un lait normal de chèvre à la sortie de la mamelle est proche de la neutralité et a un pH de 6,5 qui peut varier jusqu'à 6,7. Toute valeur située en dehors de cet intervalle traduit une anomalie. Il en résulte la détection des mammites par simple mesure du pH ; tout lait mammiteux étant alcalin ($pH > 7$). L'alcalinité est due à l'albumine et aux caséines des cellules somatiques du tissu mammaire (3).

2.1.1.2 - Composition chimique

Eau et extrait sec

L'eau est l'élément le plus important du lait sur le plan pondéral soit 88,6 % du poids total. Elle tient en suspension tous les autres éléments (glucides, lipides, protéines et divers sels minéraux). La détermination de sa teneur permet de détecter les mouillages (3, 17).

L'extrait sec ou matière sèche totale du lait est composé par les constituants du lait autres que l'eau. L'extrait sec joue un rôle dans la technologie de transformation du lait surtout en fromagerie en influençant les rendements (17).

Matières azotées

Elles constituent la fraction azotée du lait avec un taux qui varie entre 25 et 35g/l. elles sont composées de protéines vraies et d'azote non protéique. Les protéines vraies sur le plan technologique et surtout en fromagerie sont constituées de protéines coagulables et non coagulables.

Les protéines coagulables ou caséines possèdent la propriété de se coaguler soit sous l'action de l'acide produit par la flore lactique, soit sous l'action d'un agent coagulant tel que la présure. Elles se présentent sous forme de micelles, c'est-à-dire, de petites particules de phosphocaséinates en suspens dans le lait (12, 17).

En réalité, il existe plusieurs types de caséines (αS_1 , αS_2 , γ , K ...) dont la synthèse est sous le contrôle d'allèles spécifiques. Certains de ces allèles sont dits forts (A, B, C) car ils codent pour des niveaux de synthèse élevés (3,6 g de caséine par litre de lait) et d'autres moyens à faibles (D, E, F) et codent pour 1,6 à 0,6 g de caséine par litre de lait (17). Des études réalisées par Talaki (32) ont montré que les allèles rencontrés chez les races caprines en Afrique de l'ouest sont des allèles forts (A et B) ce qui suggère des potentialités fromagères importantes.

Matières grasses

Elles sont présentes dans le lait sous forme d'émulsion de globules gras. Elles sont produites dans la mamelle à partir de précurseurs provenant de la circulation sanguine. Constituées de lipides simples (99 % de triglycérides) et de lipides complexes (phospholipides, stérols, caroténoïdes...).

Les matières grasses du lait de chèvre sont sous forme globulaire dont le diamètre peut varier entre 1 à 10 μ m. Cependant, le diamètre moyen est

environ 3 mm (contre 6 mm pour le lait de vache). En fromagerie, elles contribuent à la saveur et à la texture de la pâte (3, 17).

Glucides

Les glucides constituent d'une manière générale les sucres du lait. Ils sont formés principalement d'oligosaccharides, de saccharides azotés et non azotés. Le lactose, galactosido (1-4) glucose, dioloside réducteur, principal sucre du lait est fermentescible. Il est transformé en acide lactique par la flore lactique lorsque les conditions sont réunies et est à l'origine de la coagulation via l'abaissement du pH (17).

Eléments minéraux

Ils sont présents en faible quantité dans le lait mais jouent un rôle important dans la l'organisme et dans la transformation du lait. Ces éléments sont le calcium, et divers chlorures (17, 12,).

Au total, les principales caractéristiques physico-chimiques du lait sont l'acidité et sa composition chimique. Elles déterminent largement l'aptitude fromagère du lait en relation avec les facteurs microbiologiques (4).

2.1.2 - CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES

2.1.2.1 - Bactéries

La teneur en nutriments et en eau élevée du lait fait de lui un biotope favorable au développement des micro-organismes dont certains peuvent être nuisibles à la santé du consommateur (bactéries pathogènes) à la conservation et à la fabrication de produits laitiers (bactéries d'altérations) (3, 6).

Les bactéries retrouvées dans le lait sont d'origines différentes. Certaines sont liées à la nature du produit, d'où l'expression flore native du lait ; tandis que, d'autres sont issues d'une contamination endogène ou exogène.

Flore native du lait

Le lait contient peu de micro-organismes s'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain. Les germes rencontrés sont des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores (11, 12, 29) et jouent des rôles importants : inhibition de la flore pathogène et d'altération, accroissement de la qualité marchande du lait, action antiseptique intestinale du consommateur.

Ces rôles découlent du pouvoir fermentescible de la flore native du lait dont le type de fermentation permet de distinguer deux groupes de bactéries. Les homofermentaires et les hétérofermentaires (3, 4)

- Les bactéries homofermentaires fermentent le lactose en produisant de l'acide lactique sans produit résiduel. Elles appartiennent particulièrement au genre *Streptococcus* et *Lactobacillus*.
- Les hétérofermentaires appartiennent au genre *Leuconostoc* et contrairement aux précédentes, elles produisent des résidus (gaz carbonique, eau oxygénée...).

Flore de contamination endogène

Les bactéries de ce groupe accompagnent le lait depuis sa sécrétion et sont constituées de germes pathogènes pour l'homme pouvant être source d'intoxication (agents de mammites) ou d'infection (responsable de zoonoses). Les principaux agents de mammites sont les *Staphylocoques*, certains *Mycoplasmes*, *Escherichia-coli*, alors que ceux des zoonoses sont représentés essentiellement par *Brucella* et *Listeria* (16, 3).

Flore de contamination exogène

Les sources multiples de contamination sont responsables de la diversité des germes. Une contamination élevée par ces derniers peut avoir des conséquences néfastes allant de l'altération du produit (flore d'altération) à la transmission de maladies d'origine alimentaire (flore pathogène) (11, 17, 29).

Flore d'altération

Elle est à l'origine des pertes de lait (cru ou transformé). Les germes impliqués sont :

- Les *Pseudomonas*, qui par leur rôle protéolytique ou lipolytique sont souvent responsables des anomalies du goût et / ou de l'odeur du lait ou des produits laitiers.
- Les entérobactéries, quant à elles, sont indésirables en fromagerie car elles produisent des gaz et des acides pouvant induire des défauts de texture (gonflement précoce), des saveurs désagréables ou un mauvais caillage.

Flore pathogène

La contamination microbienne des aliments constitue une obsession dans les pays en voie de développement où *Salmonella*, *Escherichia-coli*, *Clostridium*, *Staphylococcus* et *Streptococcus* sont les causes fréquentes des maladies transmissibles par les aliments.

2.1.2.2 - Levures et moisissures

Levures

C'est un groupe hétérogène de champignons microscopiques qui, à un certain stade de leur développement se présentent sous forme unicellulaire et se multiplient par bourgeonnement ou par scissiparité. En fromagerie, ils jouent un rôle indéniable dans la saveur et l'arôme de la pâte mais peuvent souvent induire des changements indésirables (11).

Moisissures

Ce sont également champignons microscopiques qui se développent sur les substances inertes ou en voie de décomposition. Certaines comme pénicillium sont utilisées en fromagerie. Cependant, beaucoup d'autres espèces sont redoutées par leur pouvoir de production de mycotoxines. Substances très puissantes (thermostables et liposolubles), elles présentent des activités mutagènes, cancérigènes, toxiques pour l'embryon et le système immunitaire. La contamination de l'homme peut se faire par consommation d'aliments souillés ou après biotransformation par les animaux. Par exemple, l'aflatoxine M₁ produite par *Aspergillus flavus* est véhiculé par le lait (11, 20).

Les altérations du lait par ces microorganismes constituent l'une des raisons de la transformation du lait frais en dérivés moins périssables.

2.2 - PRODUITS DERIVES DU LAIT DE CHEVRE : CAS DU FROMAGE

A partir du lait frais de chèvre, il est possible d'obtenir toute une gamme de produits (fromage, lait UHT ou yaourt) en fonction de la technologie utilisée. La valorisation du lait de chèvre est, cependant, essentiellement orientée vers la production de fromage. Il s'obtient avec le lait caillé formant une matière coagulum ou caséine. Certains levains peuvent activer la coagulation, c'est le cas de la présure. Quelque soit le type de fabrication (artisanale ou industrielle), le processus comprend trois étapes successives : le caillage, l'égouttage et la maturation (12, 17).

2.2.1- CAILLAGE

Le caillage du lait est une floculation des particules de caséines (micelles) qui emprisonnent le sérum et le lait liquide sous forme d'un gel appelé «caillé ». En fonction du type de caillage, on obtient un caillé purement acide (caillé lactique), emprésuré ou mixte.

2.2.1.1 - Caillé purement acide

La coagulation du caillé se fait sous l'action de l'acide lactique issu de la fermentation des glucides par la flore lactique. Cela se traduit par un caillé fortement acide avec beaucoup d'ions H^+ qui entrent en concurrence avec les ions calcium et jouent un rôle de ciment. Il s'ensuit un caillé mal lié et peu contracté qui se déminéralise lors de l'égouttage qui se fait sans difficulté.

2.2.1.2 - Caillé emprésuré

Il est issu d'un laitensemencé avec 15 ml ou 20 ml de présure d'une force de 1/10 000. Le caillé qui se forme sous la seule action de la présure en un temps record (30mn), n'est pas facile à égoutter. L'égouttage nécessite une force supplémentaire, qui peut être mécanique (découpage, pressage...) ou thermique (chauffage). Toutefois, le gel obtenu est fortement minéralisé et ferme.

2.2.1.3 - Caillé mixte

C'est un caillé obtenu sous l'action de la présure et de l'acide produit par la flore lactique. Ce type de caillage donne un produit (fromage) plus ou moins ferme et peu déminéralisé.

2.2.2 - EGOUTTAGE

Il permet la séparation de la phase liquide et de la phase solide suite à l'expulsion du lactosérum par contraction du réseau de micelles. Il est fonction du type de caillage et de la technologie utilisée.

2.2.3 – MOULAGE

Comme son nom l'indique, il permet de donner une forme aux futurs fromages. Au cas où il est associé à l'égouttage, les moules utilisés sont troués permettant ainsi l'exsudation du lactosérum.

2.2.4 - AFFINAGE

Dernière phase de la fabrication au cours de laquelle on note une digestion enzymatique de substrats préparés par la coagulation et l'égouttage, elle doit se faire à basse température (environ 5°C). Les caséines hydrolysées donnent des polypeptides, des peptides, des acides aminés, de l'ammoniac. La digestion des lipides libère des acides gras, du glycérol, des aldéhydes des cétones.... Ainsi, le fromage acquiert au cours de l'affinage ces caractéristiques spécifiques. La durée de l'affinage permet de différencier les fromages frais (temps d'affinage court ou absent) des fromages affinés (temps d'affinage long, plusieurs jours voire plusieurs semaines).

2.2.5 - SALAGE ET ENSEMENCEMENT DE PENICILLIUM

Ce sont des opérations effectuées lors de la fabrication de certains fromages juste après l'égouttage et avant l'affinage. Le salage est très important car, en plus de ce que le fromager recherche (goût salé, saveur relevée de la pâte), il entrave le développement des microorganismes indésirables (putréfiants et producteurs de gaz à la surface des fromages), permet le drainage du sérum en raison de son pouvoir hygroscopique et la formation de la croûte.

L'ensemencement est effectué une fois le caillé égoutté et salé ou lors de l'emprésurage. Certaines moisissures peuvent cependant se développer spontanément à la surface des fromages au cours de l'affinage et peuvent, dans certains cas, être à l'origine d'accidents de fabrication.

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

Le travail comprend une partie de terrain sous forme d'enquêtes et d'analyses de laboratoire.

1.1 – ENQUETES

Elles ont concerné les principaux acteurs de la filière lait de chèvre que sont les éleveurs et les transformateurs.

1.1.1 - ZONE D'ETUDE

L'étude s'est déroulée de février à décembre 2003 dans les villages de Keur Moussa, de Pout, de Sindia de NguéKhokh et de Noto situés dans les départements de Thiès et de Mbour.

La zone est soumise à un climat sahélien avec des températures moyennes annuelles peu élevées (25 à 28°). Les principales formations végétales sont la savane arborée avec une strate herbacée et des steppes arbustives (30).

C'est une zone touristique abritant plusieurs hôtels où la pêche, l'agriculture et l'élevage jouent un rôle indéniable dans la vie économique des populations.

1.1.2 – ECHANTILLONNAGE

L'échantillon d'enquête a été constitué après une étude prospective dans les départements environnants de Dakar dans le but d'identifier l'ensemble des transformateurs de lait de chèvre. A partir de 3 transformateurs identifiés, 45 éleveurs choisis parmi leurs fournisseurs de lait ont été retenus pour être soumis à l'outil d'enquête. La méthode non probabilistique consistant à retenir un élément de l'échantillon lorsqu'on le rencontre a été utilisée pour choisir les éleveurs.

1.1.3 – QUESTIONNAIRE ET SON ADMINISTRATION

Le questionnaire éleveur (Annexe I) a porté sur le statut socio-économique des éleveurs, le cheptel, sa conduite, sa composition et son exploitation. Quant au questionnaire transformateur les éléments recueillis au cours de l'enquête ont été les caractéristiques technico-économiques de la production de fromage. Les données ont été recueillies lors d'entretiens directs

avec les enquêtés. Ces derniers ont été préalablement sensibilisés par des visites de terrain avec l'aide d'agents vétérinaires de la direction de l'élevage.

1.2 - ANALYSES DE LABORATOIRE

1.2.1- PRELEVEMENT ET TRANSPORT DES ECHANTILLONS

45 échantillons de lait frais prélevés auprès des éleveurs enquêtés et 30 échantillons de fromage collectés auprès de la principale unité de transformation, celle de Keur Moussa, ont été transportés sous le couvert du froid au laboratoire d'HIDAODA de l'EISMV pour être analysés.

1.2.2 -ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

1.2.2.1 Mesure du pH

La Mesure du pH du lait frais a été faite directement après étalonnage du pH-mètre à l'aide de deux solutions tampon de référence (pH=4 ; pH=7). Le pH du fromage a été mesuré après dispersion de ce dernier dans de l'eau distillée (5g dans 50 ml d'eau distillée).

1.2.2.2 - COMPOSITION CHIMIQUE

La détermination de la composition chimique du lait et du fromage a été faite comme décrit par Lecoq (21) et Amariglio (1)

Détermination de la matière sèche et des cendres

Pour le lait frais, une prise d'essai de 5 ml a été introduite dans une capsule séchée, pesée puis placée pendant 30 mm sur un bain-marie. La capsule a ensuite été mise à l'étuve à 103°C pendant 3 h au terme desquelles elle a été refroidie puis pesée à nouveau.

Pour le fromage, la prise d'essai (5 g) a été préalablement mélangée avec 20 g de sable marin lavé avec de l'acide chlorhydrique et rincé avec de l'eau distillée avant d'être mis à l'étuve à 103°C pendant 3 h pour l'évaporation de l'eau.

La matière sèche obtenue après étuvage des prises d'essai a été incinérée dans un four à moufle à 530 pendant 3 h.

Détermination de l'azote total

Elle a été effectuée selon la méthode de Kjeldahl. Une prise d'essai de 5 ml de lait ou d'un gramme de fromage a été minéralisée dans 15 ml d'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur (sulfate de potassium 5 à 6 g). Le minéralisat, additionné d'une solution d'hydroxyde de sodium concentrée, a été distillé dans une solution d'acide borique (10 ml) contenant un indicateur coloré, la phénolphthaléine. Le dosage de l'ammoniac ainsi formé a été réalisé à l'aide d'une solution d'acide sulfurique (0,1N).

Détermination de la matière grasse

La méthode d'extraction éthero-chlorhydrique a été utilisée. Pour cela, une prise d'essai de 10 ml de lait ou de 2 g de fromage a été mélangée à 20 ml d'acide chlorhydrique dans une fiole conique et placée sur l'orifice d'un bain-marie pendant 30 mn. Le contenu chaud de la fiole a été filtré à l'aide de deux filtres plats emboîtés et disposés dans un entonnoir. Après séchage, les filtres enveloppés dans un filtre neuf ont été introduits dans l'appareil de Soxhlet et soumis à l'extraction de la matière grasse par reflux à l'aide d'un solvant, l'oxyde diéthylique.

1.2.3 - ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DE LAIT ET DE FROMAGE

1.2.3.1 - Préparation des échantillons

Suivant les recommandations de la norme Afnor NF V08 – 010 (mars 1996), des solutions mères diluées à 10^{-1} obtenues par mélange de 25 ml de lait ou 25 g de fromage et 250 ml d'eau peptonée tamponnée ont servi à la préparation de dilutions décimales 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-6} , 10^{-7} ayant permis la recherche de différents germes.

1.2.3.2 - Germes recherchés

Staphylococcus aureus

La gélose Baird – parker fondue, refroidie est coulée dans des boites de pétri contenant 0,5 ml d'une solution de jaune d'œuf ou tellurite de potassium. Après solidification, 0,1 ml des solutions 10^{-1} et 10^{-2} ont été étalés sur la surface gélosée à l'aide d'un étaleur stérile. L'incubation a eu lieu à 37°C pendant 24 h à 48 h. Une solution de bouillon de cœur cervelle a servi à la culture des colonies caractéristiques (colonies noires bombées entourées ou non d'un halo clair) à 37°C pendant 20 à 24 h. Les germes qui parviennent à coaguler sous l'action de la coagulase sont dits coagulase + ou *Staphylococcus aureus*

Coliformes fécaux

La recherche a été faite selon la méthode double couche. Dans des boîtes de pétri, 1 ml des solutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} a été homogénéisé avec de la gélose de V R B L (Violet Red Bile Lactose). Sur cette première couche une deuxième couche de gélose a été versée. L'incubation des boîtes a été faite à 44 °C pendant 24 h. Les colonies rouge violacé d'un diamètre d'environ 0,5 mm ont été prises en compte.

Flore lactique

Sa détermination s'est faite aussi selon la méthode double couche. 0,5 ml des solutions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6} ont servi à la culture des germes par le milieu gélosé M R S (Man Rogeosa Sharpe) et l'incubation a été réalisée à 37 °C pendant 48 h. Toutes les colonies qui ont poussé à la fin de l'incubation ont été prises en compte.

Salmonelles

La recherche des salmonelles comporte des étapes de pré-enrichissement non sélective, d'enrichissement sélective et d'isolement + identification. Au cours du pré-enrichissement, la solution-mère (25 g de fromage + 250 ml E P T) a été incubée à 37 °C pendant 18 à 20 h. Au cours de l'enrichissement, 0,1 ml et 1 ml de l'incubat précédent ont été introduits respectivement dans 10 ml de Bouillon de Rappaport Vassiliadis (RV) et de Bouillon au Cystine Sélénite (BS). L'incubation a été faite à 37°C pour le bouillon au sélénite cystine et à 44°C pour le Rappaport Vassiliadis pendant 24 h. Lors de la dernière étape, celle de l'isolement et d'identification, les cultures précédentes ont été isolées sur de la gélose Hektoën et l'incubation a eu lieu à 37°C pendant 24 h. A la fin de l'incubation, les colonies bleuâtres avec ou sans centre noir ont été de nouveau cultivées sur gélose nutritive (GN). Les colonies qui ont poussé sur la GN et qui sont oxydases (-) ont été retenues pour le test biochimique à l'aide du « BBL ^{tn}entérotube^{tn} II » utilisé pour l'identification des entérobactéries.

1.2.4 - ANALYSES STATISTIQUES

Les données ainsi recueillies ont été dépouillées (données d'enquête), puis saisies sous Excel et soumises à des analyses statistiques à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

CHAPITRE II: RESULTATS

2.1-APPROVISIONNEMENT EN LAIT DES UNITES DE TRANSFORMATION

2.1.1 - PRODUCTION DE LAIT

Les producteurs de lait sont des peuls (93%). Du point de vue genre, la proportion d'hommes propriétaires de caprins (51,1%) est presque identique à celle des femmes (48,9%) (tableau III). Celles-ci ne détiennent cependant que 38,33% du cheptel. La taille du cheptel est en moyenne de 44,6 têtes dont 16,6% de femelles en production, 6,7% de mâles reproducteurs et 21,1% de jeunes animaux.

Tableau III: Caractéristiques de la production de lait de chèvre dans les Niayes, Sénégal

Statut socioéconomique des éleveurs	
Groupes ethniques	
Peul (%)	93
Sérère (%)	7
Proportion de femmes éleveurs (%)	48,9
Composition du cheptel	
Taille	44,6
Nombre de femelles en production	16,8
Nombre de mâles reproducteurs	6,7
Nombre de jeunes animaux	21,1
Conduite du cheptel	
Complémentation (%)	17,7
Personne responsable de la traite	
Femmes (%)	77,8
Hommes (%)	20
Enfants (%)	2,2
Déparasitage (%)	4,7
Production de lait	
Quantité de lait (l/j)	0,54±0,12
Durée de lactation (mois)	3,6±0,38

La conduite des troupeaux est sommaire et est basée sur l'exploitation quasi-exclusive de pâturage sous le contrôle d'un berger. Seuls 17,8% des éleveurs complémentent les femelles en

production à base de résidus de récolte (13,3%) ou de concentré (4,5%).

Le Taux de déparasitage (4,5) est également faible. Le grand nombre de vaccinations observé (94,4) est le fait d'une campagne de vaccination contre la peste des petits ruminants. Selon les éleveurs, les maladies qui causent le plus de dégâts sont la peste des petits ruminants, la pasteurellose et la gale. Face à ces maladies, 66% des éleveurs enquêtés font appel aux vétérinaires. Les autres ont recours à la pharmacopée traditionnelle à base de beurre de karité, d'huile de vidange et de feuilles d'*Accacia nilotica* pour le traitement des parasitoses externes.

2.2.1 - TRAITE ET COLLECTE DU LAIT

La traite des chèvres est effectuée manuellement par les femmes (77.8%), les hommes (20%) et les enfants (2.2%). Elle a lieu le matin avant la tétée des petits, au lieu de parcage des animaux. Seules les femelles ayant perdu leurs petits sont traitées matin et soir. La traite consiste à prendre la femelle par derrière (figure 2) (contre par le flanc chez la vache), à masser la mamelle pour stimuler la descente du lait avant son extraction. Le lavage de la mamelle qui joue un rôle important de décontamination n'est mis en œuvre que par un sur les 45 éleveurs enquêtés.

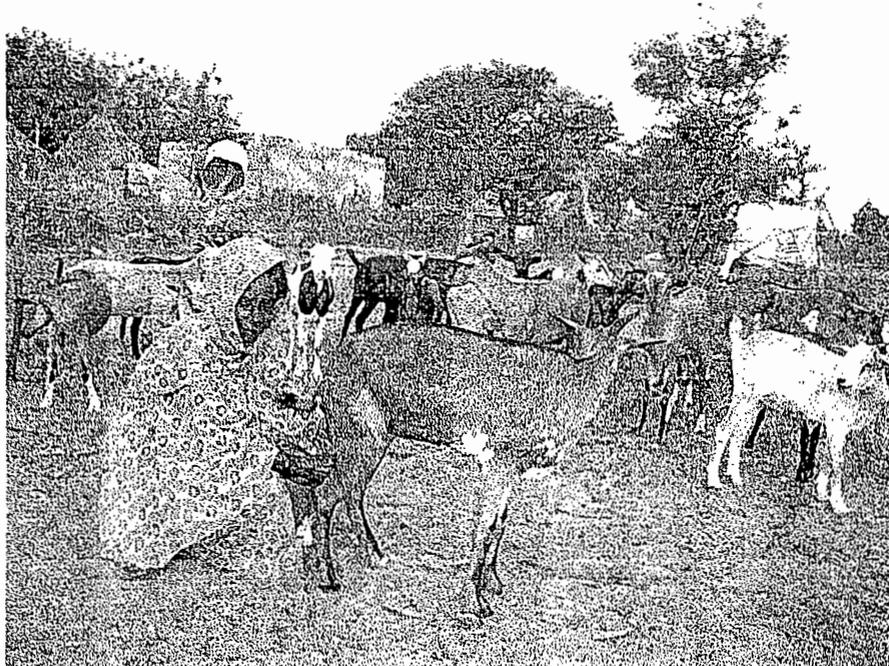


Figure 2 : Traite d'une chèvre

La quantité de lait traite par jour et par femelle est de $0,54 \pm 0,12$ l.

La collecte de lait se fait le matin 2 fois (unité de transformation artisanale, UTA) à 3 fois (unité de transformation semi-industrielle, UTI) par semaine. Son organisation est fonction des unités de transformation.

Pour L'UTI de Keur Moussa, une collecte primaire est effectuée par des responsables de collecte situés dans les différentes zones de collecte. Un ouvrier véhiculé ramasse ensuite le lait auprès des responsables de collecte et l'achemine vers l'unité de transformation. S'agissant des UTA, des collecteurs - livreurs assurent la collecte et la livraison.

Le prix au producteur varie de 300FCFA (UTA) à 400FCFA/l (UTI) contre 350 FCFA/l pour le lait de vache. Le revenu moyen quotidien estimé est de 2 954 FCFA par éleveur et par jour de collecte.

2.2 -TRANSFORMATION DU LAIT

2.2.1- CARACTERISTIQUES DES UNITES DE PRODUCTION

Le tableau IV présente les caractéristiques des unités de transformation. Elles sont toutes localisées dans le département de Thiès (Abbaye de Keur Moussa) et de Mbour (Corne d'abondance, Chèvre d'abondance) et ont été créés entre 1996 et 2000. L'Abbaye de Keur Moussa est la plus grande et la mieux structurée avec un personnel de trois ouvriers, une technique de transformation semi-industrielle et capacité de production de 120 pièces de 100 à 110g par jour.

2.2.2 - TECHNOLOGIES MISES EN ŒUVRE

Deux types de transformation, à savoir, une transformation semi-industrielle et artisanale sont observés.

2.2.2.1 - Transformation semi-industrielle

Cette technologie permet la production de fromage à pâte molle fleurie et de fromage fondu.

Fromage à pâte molle fleurie.

A l'arrivée du lait à la fromagerie, il subit le test de l'acidité avant d'être pasteurisé à la température de 65°C à 70°C pendant 15 minutes. Il est ensuite refroidi jusqu'à une température de 23°C avant d'être versé dans des bacs de 40 l pour le caillage qui dure 24 h à la température de 18°C. L'emprésurage à raison de 0,125 cm³ de présure (force de 1/10.000) par litre de lait, l'ensemencement en pénicillium et en ferments lactiques sont effectués au début du caillage.

Au bout de 24 h, le caillé est versé à l'aide d'une louche dans des moules percées de petits trous qui permettent l'exsudation du lactosérum : c'est le moulage + égouttage (figure 3). A la fin de cette étape qui dure 24h à 8°C, on obtient une pâte plus ou moins ferme qui prend la forme des moules.

La troisième et dernière étape de la transformation est l'affinage. Les fromages démoulés et salés par immersion dans une solution de saumure saturée sont mis dans la chambre d'affinage (figure 4) où règnent une température de 5°C à 9°C et une hygrométrie de 90 %. Au bout de l'affinage qui dure 10 à 12 jours, les fromages prêts à la consommation sont conditionnés en unités de 200 à 210 g dans du papier sulfurisé avant leur commercialisation.

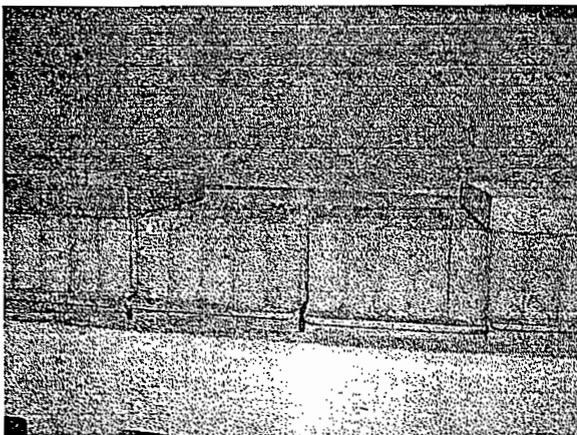


Figure 3 : Egouttage et moulage

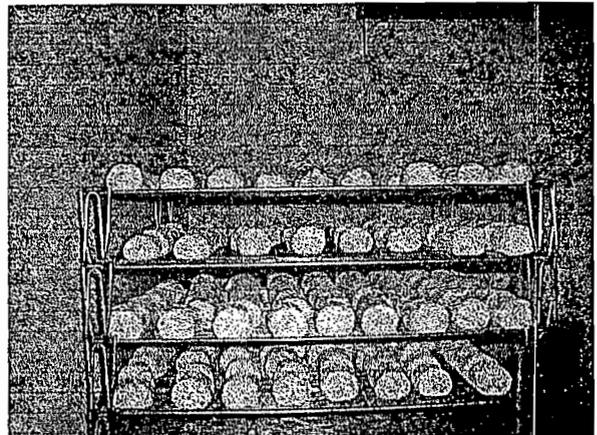


Figure 4 : Affinage

Fromage fondu

La production de fromages fondus est un moyen utilisé pour la récupération des pertes en fromagerie. Ainsi, dès lors qu'un défaut

est détecté le long de la chaîne de production, le produit obtenu est fondu et mis en portions de 200 g. Chaque portion séchée est appelée fromage fondu.

2.2.2.2 - Transformation artisanale

Elle est caractérisée par l'utilisation de procédé, d'un matériel rudimentaire et la production de fromage au lait cru. Les étapes de la transformation (caillage, moulage + égouttage affinage) sont les mêmes que celles d'écrites précédemment. Cependant, leurs durées sont fonction de la température ambiante, en l'absence d'un dispositif de froid.

Le produit fini est connu sous le nom générique de fromage frais ou affiné et est présenté sous différentes formes qui sont fonction de celles des moules. On a ainsi des pièces de petit format appelées crottins (50 à 60 g) de forme ronde, bûchette (100 g) de forme pyramidale et de grand format appelées tommes (0,5 à 2 kg).

2.2.3 - PROBLEMES RENCONTRES LORS DE LA TRANSFORMATION

Les transformateurs sont confrontés à des problèmes d'accidents de fabrication notés au cours du caillage. On parle donc de défauts de caillage donnant lieu à des caillés feuilletés ou mal pris, qui entravent la réussite des autres étapes de la fabrication. Les causes de ces accidents ne sont pas encore maîtrisées par les transformateurs qui évoquent souvent les fraudes (mouillage ou addition de poudre de lait).

2.3 - COMMERCIALISATION DU FROMAGE

La vente du fromage se fait en détail directement dans les unités de transformation. Les unités de transformation de Mbour vendent également dans les hôtels de la zone alors que celle de Keur Moussa achemine ses produits à Dakar. Le prix de vente du kg de fromage est de 6 000 FCFA/kg chez Abbaye de Keur Moussa contre 4000 FCFA à 7000 FCFA chez Corne d'abondance et Chère d'abondance.

2.4 - QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET HYGIENIQUE DES PRODUITS

Le pH moyen du lait frais est de 6,7 (tableau V) avec moins de la moitié des échantillons ayant un pH normal (6,5 et 6,7). Les autres valeurs de pH observées sont inférieures à 6,5 (4 %) ou supérieures à 6,7 (39 %). Les teneurs en extraits secs, en protéines et en matières grasses sont très élevées et sont respectivement de 140,2, 37,93 et 49,83 g/l. Les échantillons de lait analysés sont très chargés en flore lactique ($7,5 \cdot 10^5$), en flore mésophile aérobie totale ($19,2 \cdot 10^7$), en coliformes totaux ($32,7 \cdot 10^4$) et en staphylocoques (4,9). Si l'on se réfère aux critères microbiologiques en rigueur au niveau de la CEE, la proportion de lait de qualité hygiénique non satisfaisante varie de 2,2 % par rapport aux staphylocoques à 84,4 % par rapport à la flore mésophile aérobie totale(5).

La matière sèche totale du fromage est de 43,99 % pour une teneur en protéines de 15,2 % et en matière grasse de 26,31 %. Le niveau de contamination du fromage est moins marqué avec seulement 4,4 % des échantillons qui ont une qualité hygiénique non satisfaisante par rapport aux salmonelles.

Tableau V : Propriétés physico-chimiques du lait et du fromage de chèvre dans les Niayes

	Lait	Fromage
pH	6,7	4,98
Extraits secs	140,2 g/l	43,99%
Protéines	37,93 g/l	15,2%
Matières grasses	49,83 g/l	26,31%
Minéraux	8,28 g/l	-

Tableau IV: Caractéristiques des unités de transformation dans les Niayes (Sénégal)

	Corne d'abondance	Chèvre d'abondance	Abbaye de Keur Moussa
Localisation	Ngapparou	Ngapparou	Keur Moussa
Année de création	1998	2000	1996
Personnel	2	1	3
Techniques de transformation	Artisanale	Artisanale	Semi-industrielle
Capacité de production	50 pièces de 110 g	30 pièces de 100 g	120 pièces de 200 g
Rendement de production (%)	12	12	15
Matériel de conservation du fromage	Réfrigérateur	Réfrigérateur	Chambre froide
Lieu de vente du fromage	Hôtels (Saly)	Hôtels (Saly)	Supermarchés (Dakar)

Tableau VI : Résultat des analyses micro biologiques du lait de chèvre dans les Niayes

Germes	Moyennes	Valeurs extrêmes	Critères biologique		Qualité hygiénique en %	
			Tolérance	Limite	Satisfaisant	Non satisfaisant
Flore lactique	$7,5 \cdot 10^5$	$10^3 - 10^7$	-	-	-	-
FMAT	$19,2 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^3 - 10^9$	-	$5 \cdot 10^5$	15,6	84,4
Coliformes T	$32,7 \cdot 10^4$	$+ 10 - 10^5$	-	10^3	22,2	77,8
St aureus	4,9	$0 - 2 \cdot 10^4$	500	2000	92,8	2,2

Tableau VII : Résultat des analyses microbiologiques de fromage de chèvre dans les Niayes

Germes	Moyennes	Valeurs extrêmes	Critères biologique		Qualité hygiénique en %	
			Tolérance	Limite	Satisfaisant	Non satisfaisant
FMAT	$22,2 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^5 - 10^9$	-	-	-	-
Coliformes T	296,3	$0 - 3 \cdot 10^3 - 10^9$	100	10^5	100	0
St aureus	0	-	-	1 000	100	0
Salmonelle	-	-	absence	absence	95,6	4,4

CHAPITRE III: DISCUSSION

3.1 - LA PRODUCTION DE LAIT

Bien que situé en zone périurbaine, l'élevage caprin dans les Niayes est proche de celui décrit en milieu rural (15,26). Il est basé essentiellement sur l'exploitation des parcours avec un apport réduit d'intrants zootechniques et vétérinaires malgré l'existence dans la zone d'importants résidus agricoles et surtout horticoles (28). La conséquence en est une faible productivité et des pertes sans doute importantes liées aux maladies rapportées par les éleveurs.

La taille du cheptel est élevée en comparaison à celle rapportée dans le système agropastoral (15, 33) et même pastoral (23). Elle témoigne sans doute de l'importance de cet élevage dans l'économie des populations de cette zone. La forte présence de mâles dans le cheptel, contrairement à des observations antérieures (22) pourrait traduire l'importance accordée par les éleveurs à la reproduction et à la production de lait.

Bien que le cheptel soit majoritairement détenu par les hommes, les femmes qui font partie des couches les plus vulnérables de la population sénégalaise détiennent une part non négligeable. L'élevage constitue donc pour elles, une source de revenus dont l'importance est limitée par le faible niveau de production de lait des chèvres. Des innovations techniques simples comme la valorisation des sous-produits horticoles dans l'alimentation, la mise à disposition des animaux de pierres à lécher voire l'institutionnalisation de la vaccination contre la peste des petits ruminants constituent autant de pistes à sonder pour accroître la production de lait de chèvre dans le cadre d'une stratégie globale de lutte contre la pauvreté. Les travaux récemment menés à L'EISMV visant à maîtriser l'insémination artificielle en élevage caprin périurbain (22) pourraient participer de cet objectif.

3.2 - TRANSFORMATION ET QUALITE DES PRODUITS

Chez les populations caprines d'Afrique de l'ouest, peu de données existent sur la transformation du lait et la qualité des produits. La forte teneur en extrait sec et en protéines observée dans la présente étude est en accord avec les résultats rapportés par Najari et *al* (27) chez les races marocaines mais elle est supérieure à celle observée par les mêmes auteurs chez les races européennes. Cette richesse du

lait en matière utile pourrait être le fait du faible niveau de production en relation avec la corrélation génétique défavorable généralement admise entre la quantité de lait et la teneur en matière sèche (18). Elle peut aussi relever d'une spécificité de la chèvre du Sahel. En effet, selon Talaki (32), celle-ci possède essentiellement les allèles A et B au locus de la caséine αS_1 . Il s'agit d'allèles forts associés à une synthèse importante de caséine, à une forte teneur en protéine du lait et à un rendement en fromage élevé (18).

Le pH alcalin d'une proportion élevée de l'échantillon suggère l'existence de mammites sub-cliniques au sein de la population caprine. Il est cohérent avec la forte contamination du lait observée dans cette étude. Des études antérieures réalisées chez les bovins (11, 31) ont également fait état d'une contamination importante du lait et de ces dérivés. Ces résultats sont sans doute la conséquence de l'absence de lavage de la mamelle lors de la traite et d'une hygiène défectueuse des mains, des récipients et du lieu de la traite (site de parcage des animaux) (4, 11).

Par insuffisance de moyens financiers, l'analyse des fromages s'est limitée à la principale unité de transformation de Keur Moussa. Elle montre, outre une valeur nutritive appréciable, une qualité hygiénique acceptable, en relation sans doute, avec la pratique de la pasteurisation. Il serait intéressant d'apprécier dans les autres unités où la pasteurisation n'est pas mise en œuvre, la qualité des produits.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Dans les Niayes, il existe un important élevage caprin caractérisé par des troupeaux d'assez grande taille détenus en majorité par des hommes et soumis à un mode extensif de conduite. Il permet d'approvisionner des unités artisanales et semi-industrielle de production de fromage et constitue pour les populations des sources appréciables de revenus. La faible productivité du cheptel ajoutée à la mauvaise qualité hygiénique du lait limitent cependant les potentialités de génération de revenus dans cette filière. Pour améliorer la contribution de l'élevage caprin au revenu des ménages et accompagner l'industrialisation naissante de la filière dans les Niayes, un certain nombre d'actions pourraient être menées.

Au niveau de la production:

- Valoriser les nombreux sous-produits horticoles et agricoles disponibles dans les Niayes en supplémentation stratégique des femelles gestantes et en production de lait,
- Lutter contre les maladies auxquelles les éleveurs sont confrontés en organisant annuellement, comme c'est le cas chez les bovins des campagnes de vaccination au moins contre la peste des petits ruminants.

Au niveau de la transformation

- Consolider les résultats obtenus et approfondir la relation entre la qualité du lait et son aptitude à la transformation
- Promouvoir par le biais de la formation un code de conduite hygiénique au niveau de la traite et de la transformation

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Amariglio S. (1986).** Contrôle de la qualité des produits laitiers. Analyses physico-chimiques 3^{ème} édition : Recueil de normes françaises. -France: Afnor-ITVS , 1986.- 415 p.
2. **Brahim T-B ; BARO S-M. (1997).** Contribution à l'étude de l'élevage caprin en milieu urbain : exemple de Nouakchott. Mém : Maîtrise : Nouakchott : 4.
3. **Bosset J-O ; Albrecht B ; Badertscher R ;... et al. (2000).** Caractéristiques microbiologiques, chimiques et sensorielles de lait, de caillés et de fromage de chèvre de type Formaggini (buxion, robiola) et Foermagella. Péd . LAIT. -France : C N R S, 2000, 95 (5) :546-580.
4. **Casalta E. (2000).** Caractérisation du fromage bastelicacia Péd. Laitag. - France : C N R S, 2001, 81 (4) : 529-549.
5. **CEE (Communauté Economique Européene). (1992).** Aperçu sur les critères microbiologiques en rigueur dans la communauté, concernant les denrées alimentaires d'origine animal : Directive /92/ 46/ CEE <http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/mr-crit-fr.pdf>.
6. **Coulin J-B ; Rock E. (2003).** Caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers et variations selon leur origine . INRA. Prod. Anim. 16 : 275-278.
7. **C T A (Centre technique de coopération agricole et rurale). (1986).** Séminaire sur le développement de l'élevage des petits ruminants en Afrique: Rapport.- Montpellier : C T A, 13-17 Octobre 1986.-32 p.
8. **Denis J.P. Mbaye M. (1981).** Les résultats des importations de bovins laitiers au Sénégal. Dakar, LNERV. 10p.
9. **DIREL. (Direction de l'élevage) (2003).** Evaluation des effectifs du cheptel : Etude Statistiques. -Dakar : D I R E L, 2003. .
10. **DSP (Direction des Statistiques et des Prévisions). (2003).** Annuaire des statistiques du commerce extérieur 2002. -Dakar : D S P, 2003 . -13
11. **DOUTOUM A- A. (1995).** Contribution à l'étude de la qualité du lait des ceintures laitières périurbaines de la zone cotonnière du Sénégal. Th. Méd.Vét.: Dakar: 1995; 21.
12. **Evette J-L. (1975)** La fromagerie. -Paris : Presse universitaire de France, 1975 -140 p
13. **FAO (2002).** Statistical database <http://fao.org>
14. **FAO/OMS (Food and Agriculture Organization)/ Organisation Mondiale de la Santé (1985).** Principes concernant le lait et les produits laitiers, normes internationales pour les produits laitiers et normes internationales individuelles pour les fromages. -Rome: FAO,16.-242p.

15. **Fougère O., Dokers A-C., Perrot C. (1990).** L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 43, 261-273.
16. **Fresse O-M. , Paul-pascal M-P. (1993).** Listéria monocytogène dans le lait et les produits laitiers.Th. Méd . Vét. :Toulouse :4115.17. Gelais S-T.(2002). Composition du lait de chèvre et son aptitude à la transformation- Canada, Québec.
18. **Grosclaude, F., M.F. Mahé, G., Brignon, L. Di Stasio and R. Jeunet. (1987).** A Mendelian polymorphism underlying quantitative variation of goat α S1-casein. *Génét. Sél. Evol.* 19: 399-412.
19. **Guèye El. (1972).** Ovins et caprins au Sénégal : Elevage et perspectives d'avenir.Th . Méd . Vét . : Alfort : 94.
20. **I N R A (Institut National de Recherche Agronomique). (2002).** Sécurité des aliments à INRA. -France : INRA, 2002 .-21p.
21. **Lecoq R.; (1965).** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Tome I et II. ed Doin, Paris France.
22. **Mbaindingatolou F-M., (2003).** Essai d'un protocole d'insémination artificielle chez les chèvres en milieu reel. Mem. D E A . P A T: Dakar: 08.
23. **Missohou A ; BA A , Dièye A...ET AL.** Ressources génétiques caprines d'Afrique de l'ouest , systèmes de production et caractéristiques ethniques . 7th International conference on goats. France, 2000, 2 : 412-420.
24. **Missohou A., Talaki E., Ibrahim L, 2003.** Determination of genetic relationships between West. African breeds of goat. 9th World Conference Animal Production, 26-31 October 2003, Porto Alegre, Brésil.
25. **Montel N-C., (2003).** Pratiques d'élevage, microflore du lait et qualité des produits laitiers. *Prod. Anim.-France : INRA,16 ,(4): 279-282.*
26. **Moulin C.H, Fougère O., (1990).** L'élevage des petits ruminants au sénégâl Pratique de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la communauté rurale de kaymor (Sine Saloum, sénégâl). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 43 : 22-31.
27. **Najari S, Ben Hammadou M. (2000).** A mélioration de la production caprine en zone arides par l'utilisation de races excotiquesIn :7th International conference on goats. France, 2000, 1 : 213-220
28. **Niang M-T.,(2002).** Potentiel et utilisation des résidus horticoles dans les systèmes agricoles urbains des Niayes du sénégâl :Th. Méd. Vét : Dakar :2
29. **Njassap H-V-N., (2001).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait fermenté kossam commercialisé dans les rues de Yaoundé (Cameroun).Th. Méd. Vét. : Dakar : 11
30. **Sénégal., (1978).** Milieux climatiques du Sénégal .-Sénégal : 1978
31. **Seydi M., Ndiaye M., 1993.** Acidity and microbiological flora contaminating Senegalese reconstitued curdled milk produced on smal scale.

Bull de la Société Médicale d'Afrique Noire de Langue Francophone, 38, 61-67.

32. Talaki E. (2002) . Caractérisation des chèvres naines , Sahel, guera et Rouse de Maradi : Etude du polymorphisme des microsatélites et des caséines α_{s1} α_{s2} du lait. Mem. D E A. Biol. Anim. : U C A D, Dakar ;153
33. Tourand JF, Landais E, 1996. Productivités des caprins dans le système de production agricole du Delta du Fleuve Sénégal. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop, 49, 168 - 173.

Fiche d'enquête transformateur

DESCRIPTION DE L'UNITE DE TRANSFORMATION

Localisation

Nature juridique

Adresse

Historique

Personnel

Nombre de cadres

Nombre d'ouvriers spécialisés

Nombre d'ouvriers

COLLECTE OU ACHAT DU LAIT

Fournisseurs

Nom de

Eleveur

provenance

Groupement d'éleveurs

provenance

Moyens de transport du lait

coût du transport

Personne responsable du transport

Nombre de collecte /jour

Prix d'achat du lait

Critères d'appréciation de la qualité du lait

TRANSFORMATION

Analyses effectuées avant transformation

Technique et durée de conservation

Produits de transformation

	Produit 1	Produit 2
Nature		
Quantité produite/semaine		
Rendement de transformation		
Conditionnement		
Prix		

Techniques de transformation(d'écrire)

Produit 1

Produit 2

Accidents de transformation

COMMERCIALISATION

Lieu de vente

Clients

Supermarché

Hôtel

Autres

Saisonnalité de la production

FICHE D'ENQUETE ELEVEUR

IDENTIFICATION DE L'EXPLOITATION

Nom du propriétaire

Localité

Activité professionnelle principal

Activité professionnelle secondaire

Sexe

Nombre de personnes à charge

Formation/encadrement en production et transformation du lait de chèvre

Structure responsable de la production /encadrement

Durée de la formation encadrement

DESCRIPTION DU CHEPTEL CAPRIN

Effectif total

Nombre de femelles en production

Nombre de mâles reproducteurs

Autres espèces présentes dans l'exploitation

CONDUITE DE L'ELEVAGE CAPRIN

FEMELLES EN PRODUCTION

Divagation complète

Sans berger

Avec berger

LIEN DE PARENTÉ

Rémunération

Divagation partielle

Moment de la stabulation

Dans la journée

Dans l'année

Complémentation

	Complément 1	Complément 2	Complément 3
Nature			
Moment de la distribution			
Quantité distribuée			

Elevage des chevreaux

Mode d'allaitement

Moment de sevrage

INTERVENTION SANITAIRE

Principales maladies

Prophylaxie

déparasitage

Vaccination

TRAITEMENT EN CAS DE MALADIE

Méthode traditionnelle

intervention vétérinaire

TRAITE DES CHEVRES

Moment de la traite

Personne responsable de la traite

Matériel de traite

Technique de traite(décrire)

Quantité de lait par femelle et par traite

Utilisation du lait

Quantité autoconsommée

Fraîche

Transformée (préciser le type de transformation)

vendue