

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

E.I.S.M.V.

ANNEE 1997



N° 09

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA PASTEURISATION DU LAIT :
FAISABILITE TECHNIQUE ET CONTROLE DE LA QUALITE DANS
LA REGION DE BOLDA**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 07 Août 1997 devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie pour obtenir le grade de **DOCTEUR VETERINAIRE**
[DIPLOME D'ETAT]

Par

Serigne Abdoulaye CISSE
né le 01 Octobre 1968 à Dakar (Sénégal)

JURY

Président : Monsieur Ibrahima WONE
Professeur à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar.

Directeur et Rapporteur de Thèse : Monsieur El Hadji Malang SEYDI
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Membres : Monsieur Papa El Hassane DIOP
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Madame Sylvie Gassama SECK
Maître de Conférences Agrégé à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie.

Co-Directeur de Thèse : Mr. Papa Nuhine DIEYE
Chercheur à l'I.S.R.A./CRZ Kolda.

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR

ANNEE UNIVERSITAIRE 1996-1997

COMITE DE DIRECTION

1. LE DIRECTEUR

Professeur François Adébayo ABIOLA

2. LE DIRECTEUR ADMINISTRATIF ET FINANCIER

Monsieur Jean Paul LAPORTE

3. LES COORDONNATEURS

. Professeur Malang SEYDI
Coordonnateur des Etudes

. Professeur Justin Ayayi AKAKPO
Coordonnateur des Stages et Formation
Post-Universitaires

. Professeur Germain SAWADOGO
Coordonnateur Recherche-Développement

LISTE DU PERSONNEL CORPS ENSEIGNANT

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PRÉVU)**

☞ **PERSONNEL EN MISSION (PRÉVU)**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (PRÉVU)**

I. PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

A. - DEPARTEMENT DE SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DU DEPARTEMENT

Professeur ASSANE MOUSSA

S E R V I C E S

1. - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Kondi Charles AGBA
Kossi ALOEYI

Professeur
Moniteur

2. - CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP
Mohamadou YAYA
Fidèle BYUNGURA

Professeur
Moniteur
Moniteur

3. - ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY
Guy Anicet RERAMBYATH

Maître-Assistant
Moniteur

4. - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

ASSANE MOUSSA
Mouhamadou CHAIBOU

Professeur
Docteur Vétérinaire Vacataire

5. - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO
Aimable NTUKANYAGWE
Toukour MAHAMAN

Professeur
Moniteur
Moniteur

6. - ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Gbeukoh Pafou GONGNET
Ayao MISSOHOU
Grégoire AMOUGOU-MESSI

Maître de Conférences
Maître-Assistant
Moniteur

B.- DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT

Professeur Louis Joseph PANGUI

S E R V I C E S

1. - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (H I D A O A)

Malang SEYDI	Professeur
Mouhamadou Habib TOURE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Etchri AKOLLOR	Moniteur

2. - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Rianatou ALAMBEDJI (Mme)	Maître-Assistante
Kokouvi SOEDJI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Patrick MBA-BEKOUNG	Moniteur

3. - PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Jean AMPARI	Moniteur
Rose (Mlle) NGUE MEYIFI KOMBE	Monitrice

4. - PATHOLOGIE MEDICALE- ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Maître de Conférences Agrégé
Pierre DECONINCK	Maître-Assistant
Balabawi SEIBOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mohamed HAMA GARBA	Moniteur
Ibrahima NIANG	Moniteur

5. - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA	Professeur
Patrick FAURE	Assistant
Abdou DIALLO	Moniteur

II. - PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

. Biophysique

Sylvie (Mme) GASSAMA SECK **Maître de Conférences Agrégé**
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

. Botanique

Antoine NONGONIERMA **Professeur**
IFAN - UCAD

. Agro-Pédologie

Alioune DIAGNE **Docteur Ingénieur**
Département « Sciences des Sols »
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie
(ENSA) - THIES

II - PERSONNEL EN MISSION (Prévu)

. Parasitologie

- Ph. DORCHIES

Professeur
ENV - TOULOUSE

- M. KILANI

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. Anatomie Pathologie Générale

- G. VANHAVERBEKE

Professeur
ENV - TOULOUSE (France)

. Pharmacodynamie-Thérapeutique

- M. GOGNY

Professeur
ENV - NANTES (France)

. Pathologie du Bétail

- Th. ALOGNINOUBA

Professeur
ENV - LYON - (France)

. Pathologie des Équidés et Carnivores

- A. CHABCHOUB

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. Zootechnie-Alimentation

- A. BEN YOUNES

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. Denréeologie

- J. ROZIER

Professeur
ENV - ALFORT

- A. ETTRIQUI

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

IV. - PERSONNEL ENSEIGNANT CEPV

1 - MATHEMATIQUES

- Sada Sory THIAM

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

. Statistiques

- Ayao MISSOHOU

**Maître-Assistant
EISMV - DAKAR**

2. - PHYSIQUE

- Djibril DIOP

**Chargé d'Enseignement
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

. Chimie Organique

- Abdoulaye SAMB

**Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

. Chimie Physique

- Alphonse TINE

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

TP. Chimie

- Abdoulaye DIOP

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

3. BIOLOGIE VEGETALE

. Physiologie Végétale

- K. NOBA

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

4. BIOLOGIE CELLULAIRE

. Anatomie Comparée et Extérieur des Animaux Domestiques

- K. AGBA

**Professeur
EISMV - DAKAR**

5. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

- Bhen Sikina TOGUEBAYE

**Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

6. PHYSIOLOGIE ET ANATOMIE COMPAREES DES VERTEBRES

- ASSANE MOUSSA

**Professeur
EISMV - DAKAR**

- Cheikh T. BA

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

7. BIOLOGIE ANIMALE

- D. PANDARE

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

- Jacques N. DIOUF

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

9. GEOLOGIE

- A. FAYE

**Chargé d'Enseignement
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

- R. SARR

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

10. TP

Abdourahamane DIENG

Moniteur



BISMILAHİ RAHMANİ RAHİMİ

"NOUS RENDONS GRACE À ALLAH

LE TOUT PUISSANT ET LE MISERICORDIEUX

PRIONS SUR SON PROPHÈTE MOUHÀMMAD (P.S.L)

ET

DEDIONS CE MODESTE TRAVAIL À.....

- A notre regrettée soeur **FATOU NDIAYE**
- A nos regrettés **EDOUARD BADOU, IDRISSE VALENTIN DIOP AHMETH DIEYE**
- A tous nos disparus
Que la terre vous soit légère et que Dieu vous accueille dans son Paradis Eternel.
- A notre père : **MOR CISSE** et notre mère : **COUMBA FAYE**
Une réserve inépuisable de courage vous a permis d'accomplir votre devoir et de vous fier au bon Dieu pour le lendemain.
C'est que vous avez compris que toute réussite déguise une abdication
Puisse ce travail récompenser votre patience, votre persévérance dans l'effort, votre probité morale, votre sens de la dignité et de l'honneur.
Profonde et éternelle reconnaissance pour tous les sacrifices consentis au nom de la famille.
Puisse Dieu vous accorder . Félicité - Santé et longévité.
- A nos frères : **MOUSSA, SENI, KABA** et **LAMINE** et notre soeur adorée **FATOU CISSE**.
Que notre amour fraternel soit inébranlable, c'est la plus belle chose qui nous est donnée naturellement.
Pour une famille toujours solide et unie en toute situation.
- A nos belles soeurs **KHADY** et **LARISSA**
- A nos oncles, tantes, cousins, cousines, neveux et nièces.
- A tous nos parents de **DOUGNANE, PAMBAL**, et **NDIAKHATÉ** (Tivaouane).
- A tonton **PAPE DIOP** et **TATA OULY**
Exemples de bonté et de sincérité.
Votre maison a toujours été pour nous un havre de paix et de grâce.
Vous nous y avez accueilli et donné affection, conseils et soutien.
Puisse ce travail être l'occasion de vous exprimer nos sincères remerciements qui ne sont rien devant la sollicitude dont vous avez toujours fait preuve.
- A notre ami **DAOUDA DIOP**,
Ce travail t'est entièrement dédié
Rien au monde, même dans les moments les plus durs, n'a pu ébranler notre amitié.
Puisse Dieu la bénir éternellement.

- A nos amis et frères

SÉGA, MALICK NDIAYÉ, NDIAGA YADE, SÉRIGNE BAMBA TOURE, IBOU SOW, DOUDOU, KHADIM SAMB, SÉRIGNE LEYÉ, ARONA, ASSANE SARR, PAPE ALI DIOP etc...

- A **FATOU KINÉ, ANNA, NDÉYE AWA, MAÏ**, Monsieur et Madame **DIARISSO, OUMOU KHAÏRY, AMY SOCK**, Monsieur et Madame **BASSE, ANNA DIOP**, Monsieur et Madame **PARRISH**.
- A **CECELIA, JONNHY**, Monsieur et Madame **MATTILA**.
- A **SALY SARR, FATOU DIAW, SIRA NDAO, ASTOU KANE, OUMY WADE, FAMA WANE** et toute leur famille.
- A Monsieur **ABDOULAYE DIOP** et Madame **AWA MBAYE** et toute leur famille.
- A Messieurs **ABDOULAYE SY, LAMINE WADE, MAMADOU WOURY BAH**, Monsieur **BA** des Parcelles Assainies
- A Messieurs **ABDOULAYE SOW, ABDOULAYE BAMBA TOURE, DOCTEUR CHEIKH NDIAYE** de Guédiawaye.
Pour vous précieux conseils.
- A **JULIETTE, MALICK** aux familles **DIALLO (DOUMASSOU) DIARRA (SIKILO) BALDE (SARÉ MOUSSÉ) ET DANIFF (Bantagniel)** à Kolda.
- A mes amis Docteurs Vétérinaires : **MAMADOU CISSE, MAMADOU DIAKHATE** et notre aîné **ABDOULAYE NDIAYE** : sincère amitié.
SÉRIGNE SALL, SOUMARE, FATOU KA, MALICK NDIAYE, ISSA KANE, SAMBA NDAO, BALLA SOW, ALIOU GUEYE...
Ensemble nous avons partagé des moments d'intenses émotions qui resteront à jamais gravés dans notre mémoire.
Restons toujours unis et solidaires.
- A tous mes camarades de la 23^{ème} promotion : **AHMADOU LAMINE NDIAYE** et à tous les étudiants de **L'EISMV**.
- A ma **FUTURE CONJOINTE**
- Aux illustres "pionniers" de la profession vétérinaire au Sénégal en particulier :
- Feus Professeur **FRANÇOIS DIENG, DOCTEUR BIRAGO DIOP....**
- Aux **HUMBLES CONTRIBUABLES SÉNÉGALAIS** qui par leurs énormes sacrifices nous ont permis d'arriver là où nous sommes aujourd'hui. Ces sacrifices permanents pour instruire vos enfants ne sauraient être vains.

AU SÉNÉGAL MA PATIRE ET À L'AFRIQUE

REMERCIEMENTS

Nos remerciements très sincères

- A Monsieur **AMBROISE DIATTA**, Chercheur Leader du **CRZ DE KOLDA** et tout le personnel dudit centre
Mention spéciale au Docteur **MOMAR TALLA SECK**, Monsieur **SÉRIGNE DIAW** et Monsieur **PAPE DIALLO**
- Au projet de Développement de l'Élevage : **VSF/AFDI**
 - Messieurs : **PIERRE CASTIONI** : Coordinateur
 - **MOUSSA BALDE**, **BOULA DIARRA**, **PIERRE DIATTA**, **LUC RABALLAND**, **MAGAYE MAMADOU**
 - **DIA MANE** et **MALANG**
- Monsieur **SOULEYMANE DIALLO** dit **JULES**, Gérant de l'Unité de Pasteurisation pour sa constante sollicitude, les facilités accordées et les multiples remarques d'affections qu'il nous a témoigné
- A Madame **CASTIONI** : **FADIMATOU NÉNNÉ**, **FAÏÇAL**, **AÏCHA** et **LAETITIA**, profonde et sincère gratitude
- Au **JARGA** et **GAYNAKO** des villages de Bantankountou, Ndangane et Saré Samboudiang pour leur franche et précieuse collaboration et leur chaleureuse hospitalité
- A la Chambre d'Agriculture de Bourgogne franche Comté de la Nièvre qui nous a aimablement fourni le réactif Lactognost
 - Messieurs **PAUL COINTE**, **JACKY ROUDIER**, **JEAN POMMERY**
- A Monsieur **AHMADOU CISSE**, Administrateur de **VSF** pour l'Afrique de l'Ouest
A Monsieur **CHEIKH LY** : Docteur Vétérinaire ; Economiste Agricole qui malgré ces multiples occupations a accepté de manière spontanée de réaliser le traitement statistique de nos données
A Monsieur **IBRAHIMA DIOP**, **MOMAR** et **FATOU DIOP** et tout le Personnel de **M. GUEYE SERVICE** pour leur remarquable travail de mise en forme de cet ouvrage.
- A Monsieur **NGOM PATERNE** Informaticien et Monsieur **DJIBRIL COULIBALY** Technicien Breveté en Electricité pour les facilités accordées
- A Madame **MARIAM DIOUF**, Bibliothécaire à **L'EISMV**
- A tout le personnel du Laboratoire d'**HIDAOA** de **L'EISMV** : **KONE**, **NALLA**, Madame **DIEYE**.

Il nous serait très long de nommer et de remercier individuellement tous les autres qui par leur disponibilité constante, leur soutien, leur contribution effective et efficace, nous ont permis de réaliser ce travail.

Mais nous nous devons de reconnaître leur collaboration et de l'apprécier à sa juste valeur.

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Président de Jury

Monsieur **IBRAHIMA WONE**, Professeur à la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie,

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury de thèse, malgré vos nombreuses occupations. Vos qualités d'homme de science et d'homme pieux forcent au respect, à l'admiration et constituent pour nous un modèle.

Que **ALLAH**, Le Tout Puissant raffermisse d'avantage votre foi, vous guide dans la **SIRATAL MOUSTAKHIM** et vous accorde santé, longévité et plénitude de moyens pour l'accomplissement de vos nobles et exhaltantes missions AMINE.

- A notre Directeur et Rapporteur de Thèse

Monsieur **EL HADJI MALANG SEYDI**, Professeur à l'EISMV. Ce travail est le votre, vous l'avez guidé avec toute la compétence et la rigueur scientifique qu'on vous connaît.

Plus qu'un Directeur de Thèse, vous avez été pour nous un père à travers votre dévouement et vos précieux conseils.

Cher Maître la langue de Molière nous a paru insuffisante pour vous exprimer toute notre gratitude, cependant veuillez recevoir tous nos vœux de santé, félicité et longévité.

- A Monsieur **PAPA EL HASSAN DIOP**

Professeur à l'EISMV

Avant même d'être étudiant vétérinaire, nous admirions déjà vos qualités scientifiques à travers vos travaux sur les biotechnologies de la reproduction.

Nous sommes touchés par votre simplicité, votre pragmatisme et votre engouement pour tout ce qui touche le monde rural. Les précieuses heures de cours et la formation complémentaire que nous avons reçues de vous resteront gravées dans notre mémoire comme nos plus intenses moments d'étudiant.

Très haute considération.

- **A Madame SYLVIE GASSAMA SECK**

Maître de conférence agrégé à la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'odontostomatologie.

Vous nous avez séduit par votre abord facile et votre constante disponibilité.

Votre qualité de membre de ce jury nous honore à plus d'un titre.

Puisse ce travail être l'occasion de vous exprimer notre grande sympathie et notre vive reconnaissance.

A notre Co-Directeur de Thèse

Mr **PAPA NOUHINE DIEYÉ** CHERCHEUR A L'ISRA/CRZ Kolda

Vous nous avez séduit par votre disponibilité, votre simplicité et par la rigueur de votre raisonnement scientifique, vous n'avez ménagé aucun effort pour la réalisation de ce travail que vous nous avez inspiré.

Veillez recevoir nos sincères remerciements qui ne sont rien devant le soutien fraternel et toute la sollicitude dont vous avez fait preuve.

"Par délibération la Faculté et l'Ecole ont arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées doivent être considérées comme propre à leur auteur et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION :	01
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE LAIT	03
1 - DEFINITION ET CLASSIFICATION	03
2 - IMPORTANCE DU LAIT	04
2.1 - Importance alimentaire	04
2.2 - Importance économique	04
2.3 - Importance hygiénique	05
3 - CARACTERISTIQUES DU LAIT	06
3.1 - Caractéristiques organoleptiques	07
3.2 - Caractéristiques physicochimiques	07
3.2.1 - Densité	09
3.2.2 - Extraits secs	09
3.2.3 - Point d'ébullition	10
3.2.4 - Point cryoscopique ou point de congélation	10
3.2.5 - Acidité du lait	10
3.3 - Composition chimique	10
3.3.1 - Eau	11
3.3.2 - Glucides	11
3.3.3 - Matières grasses	12
3.3.4 - Matières azotées	13
3.3.5 - Matières minérales et salines	13
3.4 - Caractéristiques biologiques	13
3.4.1 - Vitamines du lait	13
3.4.2 - Enzymes	14
3.4.3 - Cellules	15
3.5 - Caractéristiques microbiologiques	16
3.5.1 - Parasites	16
3.5.2 - Virus et Rickettsies	17
3.5.3 - Levures et Moisissures	17
3.5.4 - Bactéries du lait	17
3.5.4.1 - Microflore lactique	18
3.5.4.2 - Microflore d'altération	18
3.5.4.2.1 - Microflore thermorésistante	18
3.5.4.2.2 - Coliformes	19
3.5.4.2.3 - Psychotrophes	19
3.5.4.2.4 - Flore butyrique	19
3.5.4.3 - Microflore pathogène	19
4 - LAITS ANORMAUX	20
4.1 - Laits anormaux proprement dits	20
4.2 - Laits altérés	20
CHAPITRE II - METHODES DE CONSERVATION	22
1 - BASES TECHNOLOGIQUES DE LA CONSERVATION DU LAIT	22
1.1 - Conservation par le froid	23
1.1.1 - Définition	23
1.1.1.1 - Réfrigération	23
1.1.1.2 - Congélation et surgélation	23
1.1.2 - Action du froid	23
1.2 - Conservation par la chaleur	24
1.2.1 - Action de la chaleur sur le lait	24
1.2.1.1 - Aspects physicochimiques	24
1.2.1.2 - Aspects bactériologiques	25

**DEUXIEME PARTIE : FAISABILITE TECHNIQUE DE LA PASTEURISATION DU LAIT
ET CONTROLE DE LA QUALITE EXEMPLE DE LA REGION DE
KOLDA**

CHAPITRE I - EXPERIENCE DE LA PASTEURISATION DU LAIT A KOLDA	53
1 - ETABLES LAITIERES VILLAGEOISES	53
2 - UNITE DE PASTEURISATION	53
2.1 - Equipements et personnel	57
2.2 - Productions	57
2.3 - Commercialisation	57
2.4 - Résultats	59
CHAPITRE II - MATERIEL ET METHODES	60
1 - MATERIEL	60
1.1 - Lait et produits laitiers	60
1.2 - Milieux de culture - réactifs et matériel technique (appareillage et verrerie)	60
1.2.1 - Mesure de l'acidité	60
1.2.1.1 - pH	60
1.2.1.2 - Acidité Dornic	60
1.2.2 - Mesure de la densité	60
1.2.3 - Test ébullition	60
1.2.4 - Test à l'alcool	60
1.2.5 - Test aux détergents	61
1.2.6 - Test à la réductase microbienne	61
1.2.7 - Détermination du taux de matière grasse	61
1.2.8 - Test à la P.A.L	61
1.2.9 - Matériel prélèvement - Transport - Conservation	61
2 - METHODES	62
2.1 - Site de l'étude	62
2.2 - Lieux et techniques de prélèvement	62
2.2.1 - Lait cru	62
2.2.2 - Lait pasteurisé	62
2.3 - Données collectées	62
2.3.1 - Au niveau des villages	62
2.3.2 - A l'unité de pasteurisation	62
2.3.3 - Examens organoleptiques	63
2.3.4 - Analyses physicochimiques	63
2.3.4.1 - Lait cru	63
2.3.4.1.1 - Mesure de l'acidité	63
2.3.4.1.1.1 - pH	63
2.3.4.1.1.1 - Acidité Dornic	63
2.3.4.1.2 - Test ébullition	64
2.3.4.1.3 - Test alcool	64
2.3.4.1.4 - Test aux détergents	64
2.3.4.1.4.1 - Méthode à la soude	64
2.3.4.1.4.2 - Méthode au teepol	64
2.3.4.1.5 - Test à la réductase microbienne	65
2.3.4.1.6 - Détermination du taux de matière grasse	65
2.3.4.2 - Lait pasteurisé	66
2.3.4.2.1 - Examens organoleptiques	66
2.3.4.2.2 - Test P.A.L	66
2.4 - Analyses statistiques	67
CHAPITRE III - RESULTATS ET DISCUSSION	68
1 - RESULTATS	68
1.1 - Performances des étables	68
1.2 - Caractéristiques du lait cru	69
1.2.1 - Paramètres de la production	69
1.2.1.1 - Pratique de la stabulation	69
1.2.1.2 - Période d'arrivée du lait	69

1.2.1.3 - Distance villages - unités de pasteurisation	69
1.2.1.4 - Température d'arrivée du lait	69
1.2.2 - Examens organoleptiques	69
1.2.3 - Tests physico chimiques	76
1.2.3.1 - Test ébullition	76
1.2.3.2 - Test alcool	76
1.2.3.3 - Test CMT et soude	76
1.2.3.4 - Test au bleu de méthylène	76
1.2.3.5 - Mesure de l'acidité	76
1.2.3.5.1 - pH	76
1.2.3.5.2 - Acidité Dornic	76
1.3 - Caractéristiques du lait pasteurisé	81
1.3.1 - Examens organoleptiques	81
1.3.2 - Test P.A.L.	81
1.3.3 - Taux de matière grasse	81
1.4 - Contrôle de la technique de pasteurisation	81
1.4.1 - Approvisionnements	81
1.4.2 - Procédés (Matériel et techniques)	88
1.4.3 - Locaux	88
1.5 - Hygiène du lait avant et après pasteurisation	90
1.5.1 - Avant pasteurisation	90
1.5.2 - Hygiène de la pasteurisation et des opérations annexes	90
2 - DISCUSSION	91
2.1 - Performances des étables	91
2.2 - Caractéristique du lait cru	91
2.2.1 - Caractéristiques organoleptiques	91
2.2.2 - Analyses physicochimiques	91
2.2.2.1 - pH	91
2.2.2.2 - Acidité Dornic	91
2.2.2.3 - Test à l'ébullition	92
2.2.2.4 - Test à l'alcool	92
2.2.2.5 - Test CMT et soude	92
2.2.2.6 - Test au bleu de méthylène	93
2.3 - Interprétation des corrélations entre les différentes caractéristiques du lait cru	93
2.3.1 - pH	93
2.3.2 - Temps de décoloration du bleu de méthylène	93
2.3.3 - Qualité organoleptique	93
2.3.4 - Test ébullition	93
2.4 - Caractéristiques du lait pasteurisé	95
2.4.1 - Test P.A.L.	95
2.4.2 - Qualité organoleptique	95
2.4.3 - Taux de matière grasse	95
2.5 - Efficacité et limites du dispositif	95
 CHAPITRE IV - RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES D'AVENIR	 97
 CONCLUSION GENERALE	 105
 ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX	Pages
I Couverture des besoins énergétiques de l'homme par le lait	04
II Place des importations dans la consommation de lait et produits laitiers des villes africaines avant la dévaluation	05
III Evolution des importations de lait et produits laitiers au Sénégal de 1986 à 1996	06
IV Caractéristiques organoleptiques du lait	07
V Différents composés du lait	08
VI Caractéristiques physicochimiques du lait	09
VII Lait de vache composition typique	11
VIII Valeur chimique des laits suivant l'espèce	12
IX Sensibilité des vitamines à la chaleur à l'oxydation et à la photolyse	14
X Principales enzymes du lait	15
XI Proposition des différentes cellules dans le lait	16
XII Les différents procédés de conservation du lait et des dérivés laitiers	22
XIII Effets de la température sur les constituants du lait	24
XIV Traitement thermique continu ou discontinu : avantages et inconvénients respectifs	33
XV Classement des laits en fonction des temps de réduction	39
XVI Résultats économiques des élevages laitiers péri-urbains (Kolda), de Février à Juin 1996 (suivi V.S.F - CRZ)	54
XVII Résultats de l'unité de pasteurisation de Février à Décembre 1996 (en F. CFA)	59
XVIII Résultats de l'unité de pasteurisation de Janvier à Avril 1997	59
XIX Bénéfices par litre de lait des éleveurs pratiquant la stabulation du bétail en saison sèche	68
XX Caractéristiques du lait cru (échantillon N° 01 à 20)	70
XXI Caractéristiques du lait cru (échantillon N° 21 à 40)	71
XXII Caractéristiques du lait cru (échantillon N° 41 à 60)	72
XXIII Caractéristiques du lait cru (échantillon N° 61 à 80)	73
XXIV Caractéristiques du lait cru (échantillon N° 81 à 100)	74
XXV Caractéristiques du lait pasteurisé (échantillon N° 01 à 20)	82
XXVI Caractéristiques du lait pasteurisé (échantillon N° 21 à 40)	83
XXVII Caractéristiques du lait pasteurisé (échantillon N° 41 à 60)	84
XXVIII Caractéristiques du lait pasteurisé (échantillon N° 61 à 80)	85
XXIX Caractéristiques du lait pasteurisé (échantillon N° 81 à 100)	86
XXX Evolution des quantités collectés de Février 1996 à Avril 97	87
XXXI Relevés des barèmes de chauffage	89
XXXII Correlation entre les différentes caractéristiques du lait cru	94
XXXIII Contrôle de la qualité du lait à la livraison	103

FIGURES

		Pages
01	Les microflores importantes dans le lait pasteurisé	26
02	Systèmes de collecte du lait	27
03	Différents types de laiterie	27
04	Diagramme de fabrication des laits pasteurisés	28
05 - 06	Cuves de pasteurisation	31
07	Principes des divers types de pasteurisateurs tubulaires	34
08	Plaques de pasteurisation	35
09	Schéma général d'un pasteurisateur à plaques	35
10	Carte administrative de la région de Kolda	47
11	Etable fumière modèle de grande capacité (30 bêtes)	51
12	Fosse cimentée d'une étable de 4 bêtes	51
13 et 14	Photos d'une étable laitière	55
15	Photo de la traite	55
16 et 17	Photos de la collecte du lait	56
18	Photo du transport (livreur à vélo)	56
19 et 20	Cuves de pasteurisation et défaut du lait après traitement	58
21	Matériel de conditionnement	58
22	Pratique de la stabulation	75
23	Répartition des périodes d'arrivée du lait	75
24	Qualité organoleptique du lait	77
25	Répartition des tests à l'ébullition	77
26	Répartition des tests CMT et SOUDE	78
27	Répartition des tests à l'alcool	78
28	Répartition des temps de décoloration	79
29	Répartition des pH	79
30	Répartition de l'acidité Dornic	80
31	Qualité organoleptique du lait pasteurisé	80
32	Evolution des quantités collectées et traitées	81
33	Plan de masse de l'unité de pasteurisation	88
34	Plan de masse amélioré.	100

**PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

INTRODUCTION

Dans les systèmes agro-pastoraux de la Haute Casamance (Kolda), le lait constitue une source importante de protéines animales mais également de revenus monétaires.

Néanmoins sa production est soumise à de grandes fluctuations saisonnières. Ainsi en saison des pluies, avec les pics de vêlage et la disponibilité alimentaire, des quantités importantes sont produites, tandis qu'en saison sèche le lait devient une denrée rare.

Il en résulte que dans le contexte post-dévaluation actuel près de 40.000 équivalents litres de lait en poudre importé sont commercialisés mensuellement sur Kolda pour satisfaire les besoins de la population. VSF, 1996 (50).

Dans le but de maintenir et d'améliorer les performances de l'élevage dans la zone, des ceintures laitières péri-urbaines furent mises en place autour de Kolda, Vélingara et Tambacounda en 1993.

Cependant le lait produit dans ces étables présentait des défauts de qualité (présence de germes d'altération et de germes pathogènes (1)).

Pour résoudre les défauts de la qualité du lait et mieux valoriser les importantes quantités produites en saison des pluies l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles)/CRZ (Centre de Recherches Zootechniques) Kolda et l'ONG VSF (Vétérinaires Sans Frontières) ont entrepris un programme de développement et de promotion de techniques de transformation et de conservation du lait, notamment par la mise en place d'une unité de pasteurisation pilote à Kolda en 1996.

C'est donc pour apporter notre modeste contribution à la réalisation de ces objectifs que nous avons choisi de traiter le sujet : "FAISABILITE TECHNIQUE DE LA PASTEURISATION DANS LA REGION DE KOLDA ET CONTROLE DE LA QUALITE DU LAIT"

Notre travail comprend deux (02) parties :

- la première est une synthèse bibliographique traitant :
 - des généralités sur le lait et ses méthodes de conservation notamment la pasteurisation

 - de la production laitière dans la région de Kolda et du contrôle de la qualité du lait

- la deuxième intitulée : faisabilité technique de la pasteurisation dans la région de Kolda porte sur :
 - l'expérience de la pasteurisation du lait à Kolda

 - le matériel et les méthodes utilisés pour l'étude expérimentale.

 - les résultats suivis de leur discussion

 - les recommandations et perspectives d'avenir

CHAPITRE I - GENERALITE SUR LE LAIT

I - DEFINITION ET CLASSIFICATION

Selon le congrès international pour la répression des fraudes Genève 1905 "le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum".

Le décret du 25 Mars 1924 précise : la définition "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache (ou de zébu). Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination "lait" suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

Exemple : "lait de chèvre"
"lait de brebis"

Selon le code FAO/OMS, la dénomination "lait" est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ni soustraction.

Les produits laitiers sont définis comme des denrées obtenues à partir du lait lorsque celui-ci a subi divers traitements qui modifient sa qualité bactériologique et ses caractères organoleptiques.

En résumé nous pouvons retenir que le lait est le produit de sécrétion des glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune dont il constitue l'aliment exclusif pendant la période postnatale.

Les laits sont classés en laits de consommation et produits laitiers.

- les laits de consommation sont composés du lait cru, des laits traités par la chaleur (lait pasteurisé, lait stérilisé) et des laits transformés (laits aromatisés, concentrés, gélifiés, emprésurés, acidifiés ou fermentés) ;
- Parmi les produits laitiers nous pouvons distinguer, les crèmes, le beurre, les fromages, les crèmes glacées etc...

2 - IMPORTANCE DU LAIT

2.1 - IMPORTANCE ALIMENTAIRE

Le lait et les produits laitiers jouent un rôle important dans l'alimentation humaine. Le lait est le seul aliment qui peut répondre de façon équilibrée à la plupart des besoins nutritionnels de l'homme.

Le tableau I donne les taux de couverture des besoins de l'homme en certains éléments nutritifs par un demi-litre de lait.

Tableau I: Couverture des besoins énergétiques de l'homme par le lait

LAIT	CALORIES	PROTEINES	CALCIUM ET RIBO FLAVINE	VITAMINE A	VITAMINE C
½ LITRE	25 %	40 %	70 %	30 %	Quantité très importante dans le lait de jument et d'ânesse

SOURCE : KON, 1972 (29)

Le lait couvre près de la moitié des besoins énergétiques du jeune (cinq ans) et près du quart dans le cas de l'adulte.

En outre il fournit des protéines de haute valeur biologique qui reviennent moins chers que celle de la viande, du poisson ou du poulet.

2.2 - IMPORTANCE ECONOMIQUE

L'Afrique abrite 14 p. 100 du cheptel bovin mondial, cependant sa contribution au marché mondial est très modeste, elle est estimée à 2 p. 100 **DIOP. (13).**

La production laitière des races africaines est faible du fait de leur potentiel génétique faible et de l'influence des facteurs environnementaux.

La couverture des besoins de consommation est faite dans plus de 50 p. 100 des cas à partir des importations (FAO/GRET, 1995). Le tableau II donne la place des importations avant la dévaluation.

Tableau II : Place des importations dans la consommation de lait et produits laitiers des villes africaines avant la dévaluation

Ville	P. 100
Bobo-Dioulasso	91
Bujumbura (Burundi)	51
Korhogo (Côte d'Ivoire)	87
Bouaké (Côte d'Ivoire)	95
Bamako (Mali)	92
Dakar (Sénégal)	98

SOURCE : L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers - FAO/GRET, 1995

Au Sénégal, la production locale de lait est estimée à 1.667.347 hl (MDRH, 1994). Cette production ne permet de couvrir que 40 % des besoins consommation, les 60 % restants sont couverts par les importations. Le volume de lait disponible par habitant était de 21,5 kg en 1991 - 1992 alors que l'objectif FAO était de 50 kg (32).

Tableau III montre l'évolution de la valeur des importations en lait et produits laitiers de 1986 à 1996.

TABLEAU III : Evolution des importations de lait et produits laitiers au Sénégal de 1986 à 1996

ANNEES	POIDS NET	VALEUR C.A.F
1986	23.244.891	8.708.603.070
1987	29.430.722	10.152.377.363
1988	28.299.279	12.246.269.680
1989	23.383.789	13.134.458.412
1990	23.465.262	11.637.100.427
1991	26.919.619	12.046.731.834
1992	32.533.725	16.507.104.932
1993	34.242.935	17.952.514.488
1994	23.266.968	21.927.930.878
1995	16.718.773	16.446.853.390
1996	16.593.259	16.722.790.516
TOTAL GENERAL	277.599.222	157.488.850.990

SOURCE : Centre Informatique Douanier, 1997

La dévaluation du F. CFA en 1994 a eu des effets négatifs sur les quantités importées mais elle a contribué au renchérissement du montant déjà élevé des devises consacrées aux importations laitières.

2.3 - IMPORTANCE HYGIENIQUE

Le lait, par sa constitution physicochimique et biologique, est un excellent aliment pour les mammifères et particulièrement l'homme, il le sera aussi pour les micro-organismes.

Du point de vue physiologique le lait est un émonctoire de germes pathogènes, de substances dangereuses et de résidus toxiques

3 - CARACTERISTIQUES DU LAIT

3.1 - CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES

Les caractéristiques organoleptiques constituent la base de l'appréciation de la qualité du lait (matière première et produits finis).

Le tableau IV montre les principales caractéristiques organoleptiques.

Tableau IV : Caractéristiques organoleptiques du lait

COULEUR	Blanc jaunâtre, à blanc mât (à cause de la réflexion de la lumière sur les micelles et caséine). Bleutée ou franchement jaunâtre (lait riche en lacto flavine)
ODEUR	Peu accentuée, fonction de l'espèce et alimentation
SAVEUR	Légèrement sucrée (le lactose à un faible pouvoir sucrant)
VISCOSITE	Deux fois plus visqueux que l'eau - Plus visqueux chez les monogastriques chez les polygastriques - Plus visqueux en début de lactation (colostrum)
PROPRETE PHYSIQUE	Le lait doit être propre c'est à dire ne pas contenir d'éléments figurés

SOURCE : VEISSEYRE, 1979

3.2 - CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES

Le lait est une des matières premières les plus complexes tant du point de vue structure que composition chimique. Il contient quatre (04) phases associées.

Le tableau V montre les différents composés du lait

Tableau V : Les différents composés du lait

PHASE	COMPOSES
Phase Gazeuse	Gaz carbonique
	Oxygène
	Azote
Phase Grasse	- Lipides : triglycérides phospholipides sterols et insaponifiables (cholesterol)
	- Vitamines liposolubles et provitamines
	- Oligoéléments minéraux
	- Protéines membranaires
Phase Colloïdale	- Caseines
	- Phosphore
	- Phosphate et Calcium, magnésium
	- oses variés
	- Fractions protidiques "mineures"
	- Oligo-éléments minéraux
	- Vitamines hydrosolubles
	- Protéines solubles albumine, globuline
	- Fraction enzymes
Phase aqueuse	- Azote non protidique
	- Electrolytes "Sodium - Potassium, chlore ...
	- Citrate
	- Oligosaccharides
	- Vitamines hydrosolubles

SOURCE : Microb Hyg Ali - Vol 5, N° 14 - Décembre 93

Les caractéristiques physicochimiques définissent la qualité d'un lait frais, non contaminé.

Le tableau VI montre les différentes caractéristiques physicochimiques et leurs valeurs.

Tableau VI : Caractéristiques physicochimiques du lait

CARACTERISTIQUES	NORMES
Densité à 15° C	1030 - 1034
Chaleur spécifique	0,93
Point de congélation	- 0,55° C
ph	6,6 à 6,8
Acidité exprimée en degrés Dornic	16 à 18
Indice de réfraction à 20°	1,35
Eau	900 à 910 g
Extrait sec total	Matière grasse : 35 - 45 g
	Extrait sec - lactose 47 - 52 g
	125 à 130 g dégraissé matières azotées
	33 à 36 g
	90 - 95 g - matières salines 9-9,5 g
Biocatalyseurs non dosables ou à l'état de traces	Pigments, enzymes, vitamines
Gaz dissous	Oxygène, azote et gaz carbonique 4 à 5 p.100 du volume du lait à la sortie de la mamelle

SOURCE : VEISSEYRE, 1979

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MÉDECINE
VÉTÉRINAIRES DE L'ALGER
BIBLIOTHEQUE

3.2.1 - Densité

La densité du lait a une valeur moyenne de 1030 à 1034. Elle diminue lors du mouillage. Cependant le lait écrémé peut avoir une densité normale **ALAIS** (3). La densité varie en fonction de l'espèce, de la température et de la composition chimique. Elle est mesurée à l'aide du thermolacto densimètre.

3.2.2 - Extraits secs

L'extrait sec est formé par les constituants du lait autres que l'eau. Il est aussi appelé matière sèche ou résidu sec ou taux de concentration.

3.2.3 - Point d'ébullition

Il est compris entre 100,15° C et 100,17° C. Toutefois à la température de 80 à 90° C, il y a rupture de l'équilibre ionique entraînant la formation d'une membrane protéinocalcaire, la "peau de lait" ou frangipane. Cette fine couche gêne l'ébullition si elle n'est pas enlevée.

3.2.4 - Point cryoscopique ou point de congélation

Il est de - 0,555° C (identique à celui du sérum sanguin) avec des variations de - 0,530 à - 0,575 en fonction du climat. Il se rapproche de zéro lors du mouillage. Il est aussi abaissé par la pasteurisation, l'acidification lactique et l'addition de sels solubles, mais il n'est pas modifié par l'écémage.

3.2.5 - Acidité du lait

Le lait est caractérisé par deux types d'acidité.

L'acidité actuelle exprimée par le pH et qui correspond à la concentration en ions hydrogènes. Elle est mesurée à l'aide du pH-mètre ou d'indicateurs colorés, sa valeur est comprise entre 6,6 et 6,8.

Selon ALAIS (3) cette faible acidité est due à la présence d'ions phosphates et de caséines.

Selon SEYDI (44) la fermentation l'abaisse en dessous de 5.

L'acidité de titration : elle indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Un lait normal a une acidité de titration de 16 à 18° D.

3.3 - COMPOSITION CHIMIQUE : Tableau VII

Le lait est une émulsion de matières grasses sous forme globulaire dans une pseudosolution colloïdale dont le liquide intermicellaire est une solution complexe de substances ionisables et non ionisables. Le tableau VII présente la composition typique du lait de vache.

La valeur chimique des laits varie suivant l'espèce, la race, l'individu, le climat (saison) et l'alimentation (Tableau VIII).

Tableau VII : lait de vache composition typique

SUBSTANCES	Composition g/l	Etat Physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) + eau liée (3,7 %)
Glucides : lactose	49	solution
Lipides :	35	Emulsion de globule gras (3 - 5 μ)
matière grasses proprement dite	34	
Lécithine (phospholipide)	0,5	
partie insaponifiable (stérol, carotène, tocophérol)	0,5	
Protides	34	Suspension micellaire de phospho-caséinates de calcium
caséine	27	0,08 à 0,12 μ
Protéines solubles (globuline, albumine)	5,5	Solution colloïdale
Substances azotées non protéiques	1,5	Solution vraie
Sels	9	Solution ou état colloïdal (P et Ca) (sels de K, Ca, Na, Mg...)
acide citrique	2	
acide phosphorique (P ₂ O ₅)	2,6	
acide chlorydrique (Na, Cl)	1,7	
Constituant divers		
(vitamines, enzymes, gaz dissous)	traces	
extrait sec total	127	
extrait sec non gras	92	

SELON ALAIS (3)**3.3.1 - Eau**

L'eau est filtrée au niveau de la glande mammaire à partir du sang. Elle occupe une proportion importante (86 % à 88 %) du point de vue pondéral. L'eau favorise le développement microbien.

3.3.2 - Glucides

Le principal sucre du lait est le lactose qui est un diholoside (Glucose + galactose) (C₁₂H₂₂O₁₁). Sous l'action de la chaleur le lactose va s'associer aux acides aminés soufrés, il s'ensuit une formation de prémélanoïdines puis de mélanoïdines (toxiques) substances brunes responsables du brunissement non enzymatique ou réaction de MAILLARD. Ceci limite les possibilités de surchauffer les laits de mauvaise qualité pour détruire les bactéries.

Tableau VIII : Composition du lait

	VACHE (en g/l)	CHEVRE (g/l)	BREBIS (g/l)	CHAMELLE (g/l)
Eau	900 - 910	900	860	902
E.S.T	125 - 135	140	190	140
Matière Grasse	35 - 45	45 - 50	70 - 75	46
Matière Protéique	30 - 36	35 - 40	55 - 60	36
Caséines	27 - 30	30 - 35	45 - 50	28
Protéines Solubles	4 - 5	6 - 8	8 - 10	8
Lactose	40 - 50	40 - 45	45 - 50	50
Matières Minérales	7,5 - 8,2	8 - 10	10 - 12	7,2

E.S.T : Extrait sec total - **Source** : ALAIS (3)

3.3.3 - Matières grasses

Elle est synthétisée dans la mamelle à partir du glycérol et des acides gras **VEISSEYRE (48)**. L'unité structurale de la matière grasse est constituée par le globule gras.

L'étude de la matière grasse a permis différentes applications en technologie laitière :

- l'homogénéisation et l'écémage qui sont deux opérations préliminaires à la pasteurisation pour obtenir du lait écrémé, demi-écémé ou entier ;
- la butyrication.

3.3.4 - Les Matières azotées

Elles sont constituées par l'ensemble des composés chimiques qui renferment dans leur molécules un ou plusieurs atomes d'azotes.

Les matières azotées sont représentées par les matières protéiques et l'azote non protéique

3.3.5 - Matières minérales et salines

On désigne par matières minérales les cendres du lait, et par matières salines, les sels et les matières minérales dans le lait. Elles ont une grande importance diététique.

L'addition de sels complexants (phosphate ou citrate) diminue la teneur en ions calcium et augmente la stabilité de la caséine native lors du chauffage prolongé. Ces données sont mises à profit en technologie laitière.

3.4 - CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES

Les caractéristiques biologiques du lait sont :

- les vitamines ;
- les enzymines ;
- les cellules.

3.4.1 - Vitamines du lait

Les vitamines sont des substances qui à l'état de traces permettent la croissance, l'entretien et le fonctionnement de l'organisme.

Le lait est l'aliment qui contient la plus grande variété de vitamines. Ces vitamines sont classées suivant leur solubilité dans l'eau ou dans la matière grasse. Ainsi, les vitamines liposolubles (A.D.E.K) se retrouvent intégralement dans la crème et le beurre, alors que les hydrosolubles (B et C) restent dans le lait écrémé.

La teneur du lait en vitamine est souvent faible et en plus il existe de nombreux facteurs de variation :

- la période de lactation ;
- l'alimentation ;

- les traitement du lait après sa récolte.

Le tableau IX montre la sensibilité des vitamines à la chaleur, à l'oxydation et à la photolyse.

Dans le lait les vitamines entretiennent des rapports étroits avec les enzymes en jouant le plus souvent le rôle de coenzyme.

Tableau IX : Sensibilité des vitamines à la chaleur à l'oxydation et à la photolyse

VITAMINES	Sensibilité aux agents physique et chimiques				PERTES DANS LES CONSERVES %
	O ₂	Chaleur	U.V	Irradiations	
A	+	+		+	10
D			+		Pas déterminé
E	+	+		++	Pas déterminé
K					
B1		++			30
B2					Pas déterminé
C	+	+		+	30 - 50

SOURCE : VEISSEYRE (48)

3.4.2 - Enzymes

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques d'origine lactée, microbienne, ou fongique dont les propriétés sont utilisées en technologie laitière et en inspection du lait et des produits laitiers.

Le tableau X montre les principales enzymes du lait.

Tableau X : Principales enzymes du lait

ENZYMES	DEGRE DE CHAUFFAGE ET D'INACTIVATION	INTERET TECHNOLOGIQUE
Hydrolases		
- lipase	63° C - 8 min	- facteur rancidité
	72° C - 10 min	
- phosphatase alcaline	62° C - 20 min	- contrôle du degré de
	72° C - 15 s	chauffage
- protéase	70° C - 15 min	- facteur de caillage
	80° C - 1 min	
Oxydo-réductases		
- xanthine oxydase	75° C - 3 min	- contrôle du degré de
	80° C - 10 s	de chauffage
- lactoperoxydase	75° C - 19 min	- contrôle du degré
	80° C - 20 s	de chauffage

Selon : VEISSEYRE (1979)

3.4.3 - Cellules

Comme tout liquide biologique, le lait même normal, contient des cellules somatiques provenant de la mamelle ou du sang. Parmi ces cellules nous pouvons distinguer :

- des lymphocytes (B ou T) : 17 à 27 p. 100 des cellules (6).
- des macrophages (phagocytose) qui avec les cellules épithéliales ;
représentent plus des 2/3 des cellules ;
- des leucocytes polynucléaires neutrophiles (0 à 11 %).

Le tableau XI résume la proportion des différentes cellules dans le lait normal ou provenant d'un quartier infecté.

Tableau XI : Proportions des différentes cellules dans le lait

STATUT DES QUARTIERS	%			
	DU TYPE CELLULAIRE			
	Lymphocytes	Polynucléaires Neutrophiles	Cellules épithéliales et macrophages	Cellules lysées
Sain	5,2	7,2	68,9	18,4
infecté par <i>Staphylococcus aureus</i>	2,8	39,0	35,5	22,7
infecté par <i>Streptococcus agalactiae</i>	5,0	41,0	41,1	13,2

SOURCE : Rec Med. Vet. Spécial qualité (Juin - Juillet), 1994

Ainsi lors d'inflammation les rapports cellulaires mononucléaires (MN) / Polynucléaires (PN) généralement voisins de 0,5, sont modifiés.

- MN/PN > 0,5 augmentation des MN (ex Tuberculose)
- MN/PN < 0,5 augmentation PN (exemple Mammites)

Selon **GREAUME (19)** un lait normal contient un nombre de cellules variant entre 50.000 et 100.000/ml

3.5 - CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES

Le lait constitue un milieu de culture favorable aux germes du fait de sa richesse en nutriments essentiels aux micro-organismes au moins à un stade de leur développement. Parmi ces micro-organismes nous pouvons distinguer :

- des parasites ;
- des virus et rikettsies ;
- des levures et moisissures ;
- des bactéries

3.5.1 - Parasites

La consommation du lait peut provoquer certaines parasitoses comme la balantidose, la dysenterie amibienne, la toxoplasmose et l'oxyurose.

3.5.2 - Virus et Rickettsies

Selon SEYDI (44) les virus présents dans le lait et susceptibles d'infecter le consommateur sont : les adenovirus, le virus de l'encéphalite verno-estivale, les virus de l'hépatite infectieuse, de la poliomyélite, de la rage, de la fièvre aphteuse et enfin de la leucose bovine.

La consommation de lait peut aussi engendrer une rickettsiose comme la fièvre Q due à Coxiella burnetti

3.5.3 - Levures et moisissures

Les levures sont des champignons microscopiques aérobies facultatifs. Elles ne sont généralement pas affectées par les variations de pH. BILLAUDELLE. (7)

Les levures rencontrées dans le lait et les produits laitiers sont en général non pathogènes à l'exception de Candida albicans et Cryptococcus neoformans.

Les moisissures sont des champignons microscopiques fortement aérobies qui se multiplient activement dans le lait et les produits laitiers car elles supportent aussi bien les pH acides que les pH basiques.

Les moisissures peuvent avoir un rôle utile en industrie agro-alimentaire (fromagerie, fermentation) avec les genres Penicillium et Aspergillus. Cependant elles peuvent aussi provoquer l'apparition de métabolites toxiques (appelées mycotoxines). Selon WISEMAN et APPLEBAUM (51), ces mycotoxines ont des propriétés hépatotoxiques et cancérigènes. Leur chef de file est l'aflatoxine (type M1) sécrétée par Aspergillus flavus qui résiste à la pasteurisation.

3.5.4 - Bactéries du lait

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions (moins de 1000 germes/ml) (41). Il s'agit de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores.

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origine diverse :

- fécès et tégument de l'animal. KONTE (29) ;
- sols et litières ;
- air, eau, aliments ;
- matériel de traite et de stockage ;

- manipulateurs ;
- vecteurs divers (insectes...)

Parmi ces micro-organismes du lait certains sont inoffensifs et utilisés en technologie laitière, d'autres sont dangereux et d'autres sont capables de détériorer la qualité du lait.

3.5.4.1 - Microflore lactique

C'est une microflore naturelle du lait. Elle est mésophile (température optimum de développement : 10 à 20° C) et aérobie. C'est la flore des laits non réfrigérés. Elle transforme le lactose en acide lactique.

ORLA JENSEN, 1924 (9) a pour la première fois publié la classification des bactéries lactiques dans laquelle nous pouvons distinguer :

- les homofermentaires essentiellement acidifiants car elles produisent 90 à 97 p. 100 d'acide lactique ;
- les hétérofermentaires qui produisent 30 à 50 p. 100 d'acide lactique, du CO₂ mais aussi des substances aromatiques.

Les composantes de cette flore sont : Streptococcus - Lactobacillus - Leuconostoc.

Cette flore est globalement utile :

- par son pouvoir acidifiant, producteur d'arôme (diacétyl) et protéolytique (affinage des fromages)
- par son pouvoir bactéricide et bactériostatique (baisse du pH et production d'inhibiteurs spécifiques)

3.5.4.2 - Microflore d'Altération

Ce sont des bactéries indésirables apportées par la contamination.

3.5.4.2.1 - FLORE THERMORÉSISTANTE

Elle est capable de résister aux traitements thermiques habituels (pasteurisation) les composantes de cette flore sont : Micrococcus - Microbacterium et Bacillus dont l'espèce cereus produit une entérotoxine diarrhéogène stable après pasteurisation.

En excès cette flore peut provoquer la protéolyse (saveur amère) et un caillage non acide du lait pasteurisé.

3.5.4.2.2 - COLIFORMES

Son origine est fécale et son développement est optimum à une température de 37° C, possible entre 10 et 45° C et stoppé à une température inférieure à 4° C (au moins pendant deux jours) (30).

Elle témoigne souvent d'une mauvaise hygiène de la traite et des autres manipulations du lait.

Ces bactéries sont généralement lactiques et hétérofermentaires, elles peuvent provoquer un gonflement précoce des produits laitiers (fromage)

3.5.4.2.3 - PSYCHOTROPES

Ce sont des germes qui se multiplient à basse température, ils sont constitués de :

- Pseudomonas ;
- Bacillus (également thermorésistante).

Ils produisent des enzymes thermostables et protéolytiques dans le lait cru.

3.5.4.2.4 - FLORE BUTYRIQUE

Elle fait partie intégrante de la flore totale du lait cru. Elle est à l'origine de la lipolyse (goût rance) et de la fermentation butyrique due au spores de Clostridium tyrobutyricum (production de gaz dans le fromage qui devient impropre à la consommation humaine).

Cependant cette flore à un rôle utile en contribuant à la formation de l'arome et de la saveur des produits laitiers.

3.5.4.3 - Microflore pathogène

Elle regroupe les germes présentant un danger pour la santé humaine. Elle a pour origine l'homme, l'environnement, les infections générales et les infections de la mamelle.

Elle regroupe les germes suivants :

- Staphylococcus aureus ;
- Streptococcus spp ;
- Listeria monocytogenes ;
- Salmonella spp ;
- Escherichia coli ;
- Clostridium perfringens.

La majorité de cette flore est détruite par un traitement thermique bien conduit (pasteurisation) à l'exception de certains germes sporulés thermorésistants et de certaines toxines générées, c'est le cas de la Dnase (entérotoxine thermostable) produite par Staphylococcus aureus (30).

Cette flore est responsable d'infections, de toxi-infections graves et de certaines zoonoses majeures telles que la brucellose, la tuberculose...

4 - LAITS ANORMAUX

Sous ce terme il est classique de regrouper tous les laits dont les caractéristiques et la composition sont différentes de celles du lait normal. Nous pouvons ainsi distinguer :

- les laits anormaux proprement dits ;
- et les laits altérés.

4.1 - LAITS ANORMAUX PROPREMENT DITS

Ce sont des laits dont les caractères et la composition diffèrent de ceux du lait normal dès le moment de la traite par suite d'une modification fonctionnelle des cellules mammaires et qui relève soit d'une cause physiologique (lait colostral, lait de rétention) soit d'une cause pathologique (lait de mammites).

4.2 - LAITS ALTERES

L'altération se produit soit avant la traite sans qu'il y ait eu de troubles fonctionnels de la glande, soit après la traite en dehors de la mamelle. Les laits altérés sont constitués :

- des laits répugnants (altérations visibles après examen organoleptique) ;
- des laits malpropres (contenant des substances étrangères, impuretés d'étables...) ;

- des laits pathogènes (contenant des germes pathogènes, des substances dangereuses ou toxiques) capables de déterminer des maladies ou accidents chez le consommateur ;
- des laits fraudés :
 - * fraude par addition : eau (mouillage), lactosérum, eau sucrée, conservateurs chimiques...;
 - * fraude par soustraction : écrémage ;
 - * fraude mixte : mouillage et écrémage : mélange de lait de chèvre au lait de vache ou inversement.

L'ensemble des caractéristiques du lait en font une denrée très "fragile" et très périssable qui pose au cours du temps, de nombreux problèmes hygiéniques et technologiques (transport, conservation et transformation).

CHAPITRE II - METHODES DE CONSERVATION

Depuis des millénaires l'homme a su "prolonger" la durée de vie du lait par divers procédés de traitement et transformation auxquels l'on doit le développement des autres industries alimentaires modernes.

Ces méthodes de conservation sont basées sur des procédés physiques, chimiques et biologiques figurant sur le tableau XII

TABLEAU XII Les différents procédés de conservations du lait et des dérivés laitiers.

Procédés	Produits utilisés	Effets
Chimiques	Forte dose : sucre, sel alcool certains acides, faible dose: Eau oxygénée, formol, Acide borique.	Destruction des germes.
Biologiques	Ferments lactiques	Favoriser le développement de certains germe aux dépens d'autres .
Physiques	Température, dessiccation, Rayonnement	Arrêt de la multiplication et destruction des germes.

SOURCE (30)

Il est à noter que les procédés chimiques sont interdits par la réglementation en vigueur, les méthodes physiques visent l'arrêt de la multiplication des germes et la limitation des modifications biochimiques de la composition du lait.

Les procédés biologique visent à transformer le lait en un produit stable en utilisant des bactéries lactiques, des levures et moisissures

1 - BASES TECHNOLOGIQUES DE LA CONSERVATION DU LAIT

Le froid et la chaleur sont les bases technologiques élémentaires de l'industrie laitière. Ils ont une importance exceptionnelle et interviennent dans la

transformation du lait, la préparation de certains sous produits ainsi que le contrôle de l'activité microbienne.

1-1 - CONSERVATION PAR LE FROID

1-1-1 - Définitions

1-1-1-1 - Réfrigération

C'est un procédé de conservation à court terme faisant appel à des températures situées au dessus du point cryoscopique de la phase aqueuse des denrées alimentaires généralement voisins de 0° C **ROZIER (40)**.

1-1-1-2- Congélation et Surgélation

Ce sont des procédés de conservation à long terme faisant appel à des températures négatives. Ils sont moins utilisés que la réfrigération.

1-1-2 - Action du froid

Un lait réfrigéré à base température présente quelques caractéristiques qui le distingue du lait frais :

- accroissement de la stabilité du lait par ralentissement des réactions biochimiques ;
- ralentissement du développement microbien (flore de contamination) et inhibition de la flore pathogène ;
- modification de la nature des espèces microbiennes qui se développent : (sélection des psychotrophes et psychrophiles aux dépens de la flore mésophiles) ce qui peut entraîner l'apparition d'altérations particulières aux basses températures ;

L'action bactéricide du froid est discrète ou nulle. Selon **MAH JOUB** et **BOUDABOUS (30)** les Gram⁻ sont plus sensibles que les Gram⁺ dont certaines sont pratiquement insensibles telle Staphylococcus aureus.

La congélation a un effet bactéricide ou léthal, il n'est jamais total et varie selon des germes et les conditions de sa réalisation :

- total pour les parasites ;
- variable pour les Gram⁻, plus sensibles que les Gram⁺ ;
- les virus sont conservés par la congélation.

1-2- CONSERVATION PAR LA CHALEUR

L'action de la chaleur se distingue nettement de celle du froid par le fait qu'elle permet de tuer les microbes et non d'entraver simplement leur développement.

Le traitement par la chaleur n'est donc pas seulement une méthode de conservation, c'est également et surtout un procédé d'assainissement.

1-2-1- Action de la chaleur sur le lait

1-2-1-1 - Aspects biochimiques

En fonction de la température et du temps de chauffage la chaleur agit de différentes façons sur les caractéristiques physicochimiques du lait :

- elle modifie la stabilité de la solution colloïdale et de la matière grasse, la couleur, le goût du lait et elle diminue sa teneur en biocatalyseurs.
- les protéines solubles sont plus sensibles à la chaleur et peuvent être irréversiblement dénaturées au delà de 56° C pendant 30 mn.

Le tableau XIII montre le taux de protéines dénaturées en fonction de la température et de la méthode de chauffage utilisées . Ce taux peut atteindre une dénaturation complète des protéines .

- Les caseïnes sont plus résistantes au chauffage et supportent des températures de l'ordre de 80°C pendant plusieurs heures.

TABLEAU XIII Effets de la température sur les Constituants du lait

Traitement Thermique	inconvénients
Pasteurisation basse 63° C / 30 mn	- Négligeable
Pasteurisation haute 75° C / 15 s	dénaturation - 20p .100
U.H.T (140° C / 2 s)	Des protéines - 60p .100
Stérilisation (120° C / 20 mn)	-100p.100
Stérilisation (120° C / 20 mn)	Hydrolyse de la caséine
78° C- 80°C plusieurs heures	dégradation des glycérides et formation de lactones
Température > à 80°C	Les phosphates de calcium dissous sont voisins du point de saturation "pierre de lait".

Source VEISSEYRE, 1979

1-2-1-2 - Aspects bactériologiques Figure 1

La température agit aussi sur les germes et se traduit par une destruction des microorganismes. Les conditions de chauffage ainsi que les combinaisons température-temps sont choisies de manière à limiter ou annuler le nombre de germes sans modifier les caractéristiques physicochimiques du lait.

Le principe est donc de respecter le goût, l'aspect et la valeur nutritive du lait, ce qui explique à l'heure actuelle l'utilisation massive des procédés UHT (Ultra High Température) dans l'industrie laitière et dans de nombreuses autres industries alimentaires.

1-2-2 - Pasteurisation

1-2-2-1 - Définition

"Pasteuriser le lait c'est détruire en lui par l'emploi convenable de la chaleur, la presque totalité de la flore banale, la totalité de la flore pathogène quand elle existe, tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à la structure physique du lait, à ses équilibres chimiques ainsi qu'à ses éléments biochimiques: les diastases (enzymes) et vitamines". **CHARLES PORCHER, 1933 (8)**

1-2-2-2 - Historique

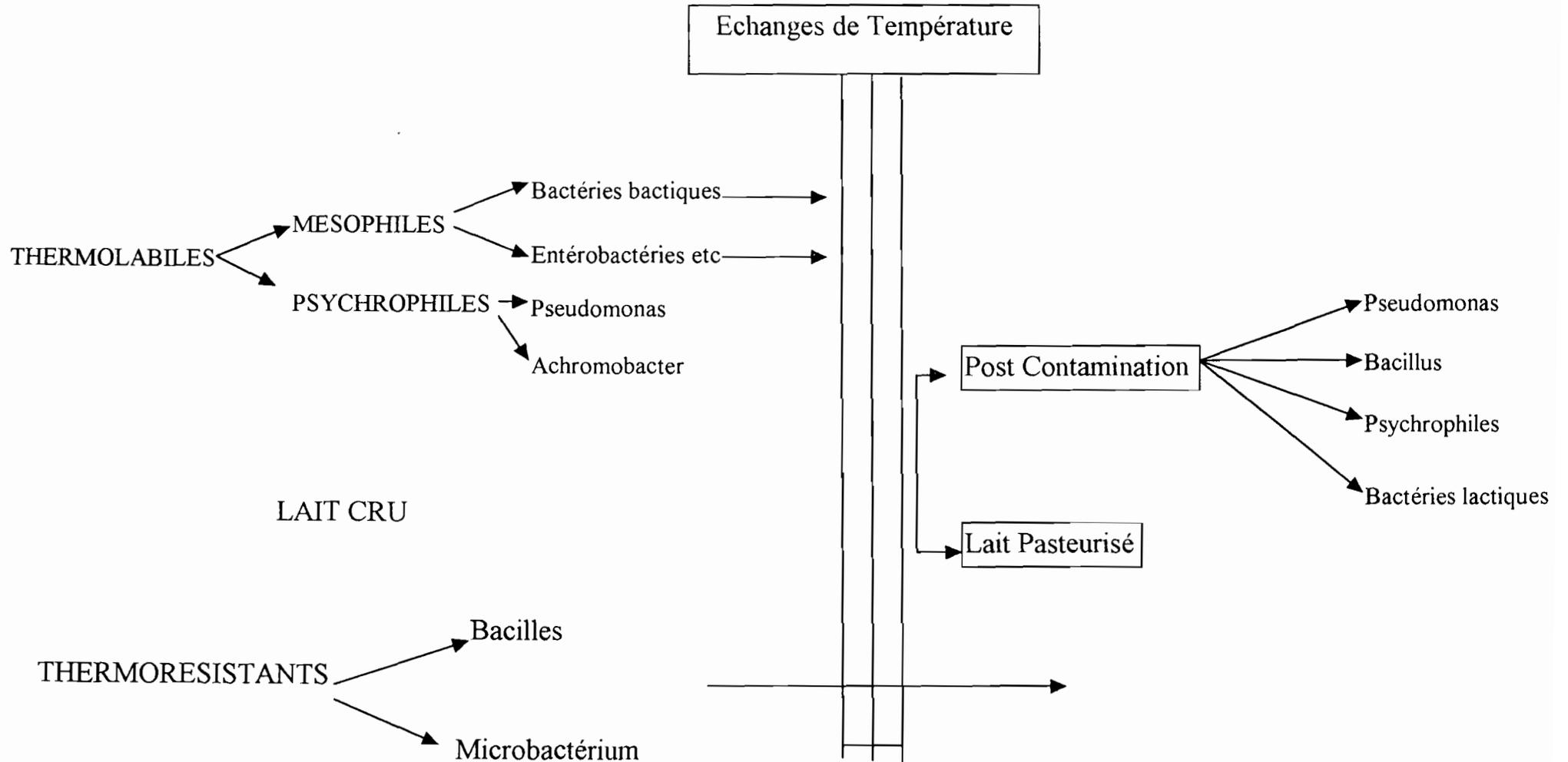
C'est à PASTEUR que l'on doit le principe de la méthode de conservation qui porte aujourd'hui son nom.

En étudiant les altérations du vin et de la bière de 1866 à 1876, il découvrit en effet qu'un chauffage modéré ne dépassant 60° C, était capable d'éviter certaines d'entre-elles en entravant le développement des microbes qui les provoquent.

C'est seulement vers 1880 que les Allemands puis les Danois appliquèrent cette méthode au lait.

Un peu plus tard on s'aperçut que la pasteurisation appliquée selon certaines modalités, pouvait permettre également la destruction des germes pathogènes fréquemment présents dans le lait.

FIGURE 1 : LES MICROFLORES IMPORTANTES DANS LE LAIT PASTEURISE



D'après ALAIS (3)

1-2-2-3 - Faisabilité technique

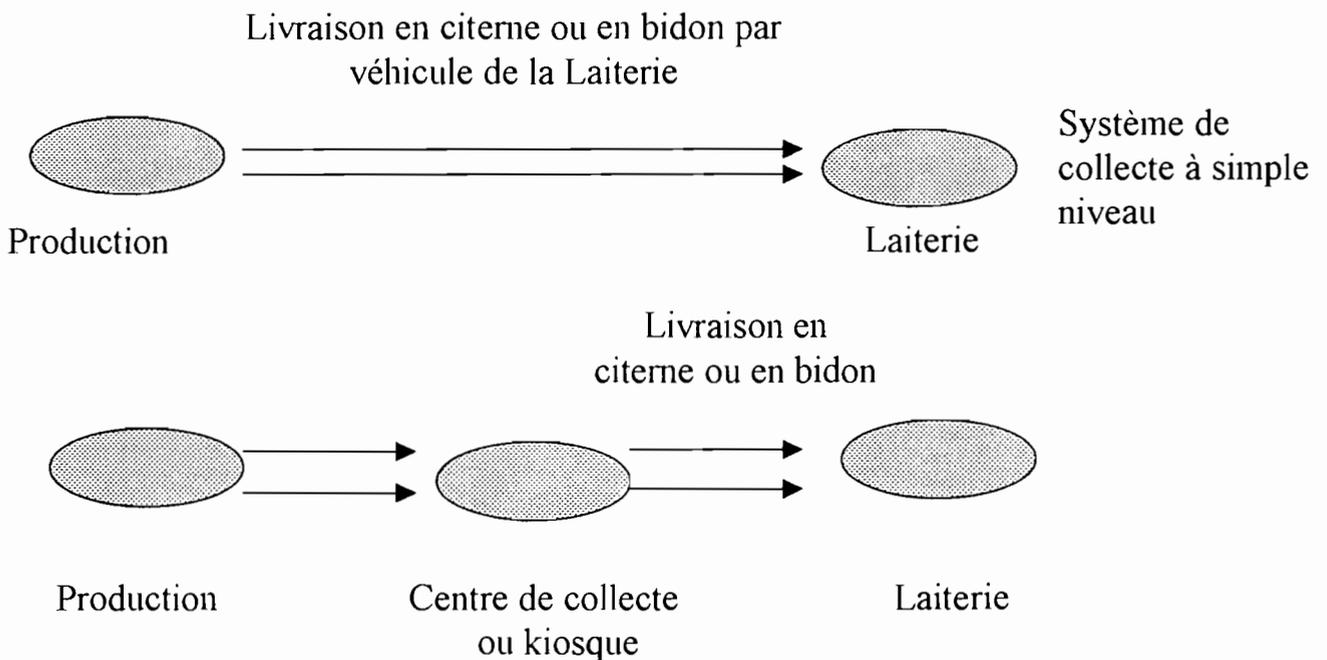
1-2-2-3-1 - APPROVISIONNEMENT.

L'hygiène de la collecte et du transport de la matière première (lait cru) ont une grande incidence sur sa qualité et de ce fait conditionnent grandement la réussite de la pasteurisation.

Avant d'envisager les transformations, il convient d'avoir organisé la collecte et le stockage du lait, de sorte que le lait reste le moins longtemps possible à une température supérieure à 10° C avant le traitement thermique (le lait sort de la mamelle à une température de 35° C à 37° C).

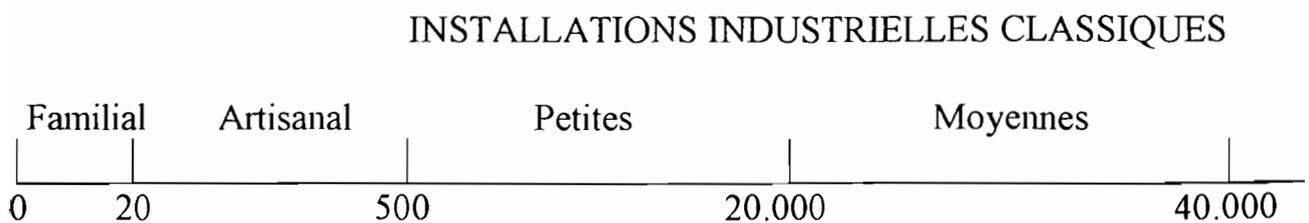
Il existe deux grands systèmes de collecte (figure 2).

Figure 2 : les deux grands systèmes de collecte du lait



SOURCE (26)

Figure 3 : Différents types de laiteries



Les quantités collectées et traitées varient en fonction des type de laiterie (figure 3)

Le système collecte à deux niveaux est bien adapté aux zones de production laitière dispersées et de conditions de transport difficiles. Les producteurs ou ramasseurs viennent à vélo, à cheval ou en camionnette, y apporter le lait dans des bidons ou dans de simples récipients domestiques ; l'ensemble des laits collectés au point de rencontre sera ensuite acheminé à la laiterie par des camions ou par un collecteur.

Dans tous les cas le lait destiné à la pasteurisation doit être propre à la consommation humaine et de bonne qualité bactériologique.

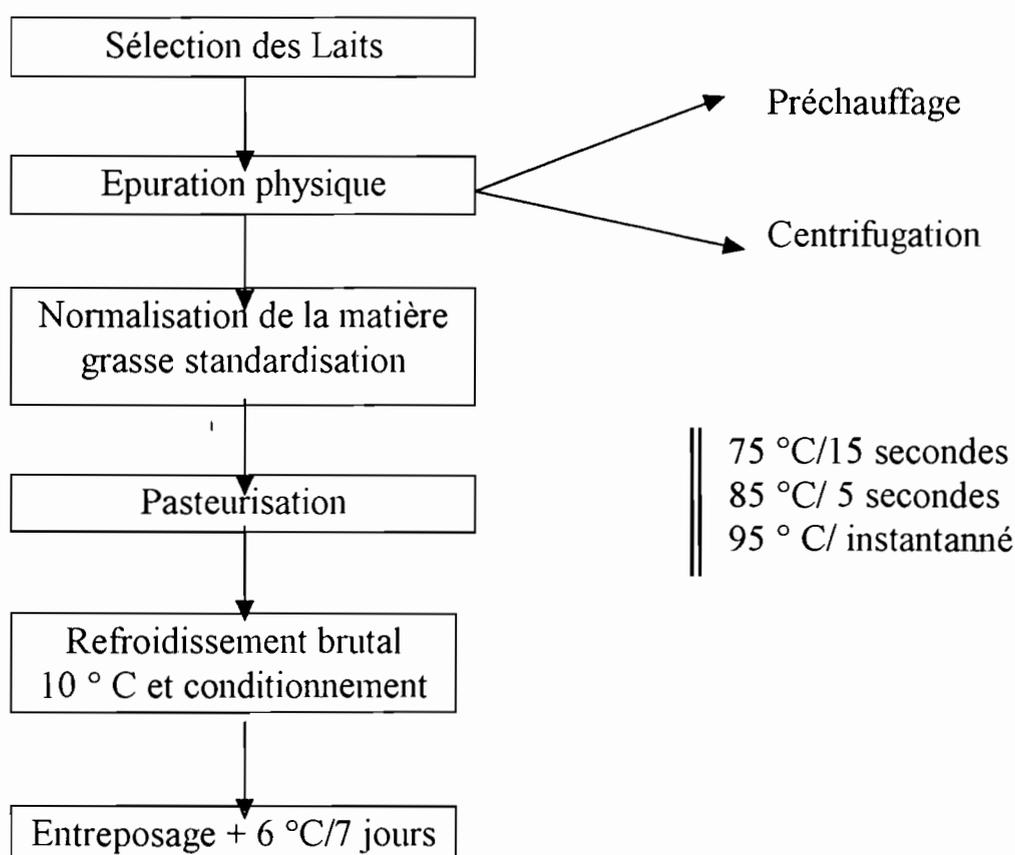
1-2-2-3-2 - PROCEDE (PROCESS) figure 4

La pasteurisation est la première opération technologique d'un lait destiné à l'industrie laitière. Elle se fait par divers procédés utilisant des appareils appelés pasteurisateurs.

1-2-2-3-2-1-Pasteurisation en discontinu.

C'est le cas de la pasteurisation basse ou LT.LT(Long Time Low Température) à 63° C pendant 30 minutes. Elle est aussi appelée HOLDER PROCESS.

Figure 4 : Diagramme de fabrication des laits pasteurisés.



1-2-2.3.2.2 - Pasteurisation en continu

Ici le travail se fait en circuit fermé à l'abri de l'air, des contaminations extérieures et sous pression évitant ainsi les pertes de gaz en dissolution et les oxydations.

C'est le cas de :

- la pasteurisation haute HTST (High Température Short Time) à 75° C / 15 sec ;
- la pasteurisation instantannée ou pasteurisation " éclair" ou encore Flash Pasteurisation " à 95° C pendant 1 s (31).

1-2-2-3-2-3 - Radiopasteurisation

C'est un traitement utilisant des doses de rayonnements ionisants suffisantes pour renforcer la conservabilité du lait en produisant une baisse sensible dans le nombre des microorganismes responsables de la détérioration ou pathogènes. L'énergie ionisante est supérieure à 300 ° K. rads.

1-2-2-3-2-4 - Autres procédés

Un exemple de pasteurisation au four à micro-ondes a été expérimenté aux U.S.A. par **KNUTSON** et **COLL** (27) qui ont simulé les H.T.S.T et LT.LT et soumis deux échantillons de lait :

- L'un inoculé (donc à charge microbienne connue)
- L'autre non inoculé.

L'efficacité de la pasteurisation a été étudiée en rapport avec les courbes de destruction respectives après dénombrement sur gélose.

Cette méthode est alors apparue (avec certaines réserves) comme un procédé pratique de pasteurisation IN HOME (à domicile) du lait.

1-2-2-3-3- APPAREILS OU PASTEURISATEURS

1-2-2-3-3-1 Conditions auxquelles doit répondre un pasteurisateur

Un pasteurisateur doit :

- assurer l'homogénéité du chauffage à la température choisie pour que l'effet bactéricide recherché soit réellement obtenu et pour que le lait ne soit pas modifié par des surchauffes intempestives (26);
- permettre le nettoyage complet et rapide de toutes les surfaces au contact du lait afin d'éviter les recontaminations après chauffage;
- être économique;
- être peu encombrant pour faciliter le nettoyage;
- respecter la structure et la composition du lait (il faut travailler à l'abri de l'air pour éviter le dégagement de CO₂);
- une installation de pasteurisation doit toujours comporter un appareil de réfrigération

1-2-2-3-3-2- Appareils de pasteurisation basse

Ces pasteurisateurs sont essentiellement constitués par une cuve à double paroi conditionnée (figures 5 et 6) .

Dans cette cuve le lait est chauffé à 63° C puis maintenu à cette température pendant 30 mn avant d'être refroidi. Un agitateur basse le lait au cours de l'opération afin d'accélérer les échanges thermiques. La production de mousses de surface doit être évitée pour ne pas soustraire de germes à l'action thermique.

Ces appareils fonctionnent le plus souvent en discontinu.

La cuve est un matériel largement utilisé en laiterie et qui peut être un élément de base d'une minilaiterie.

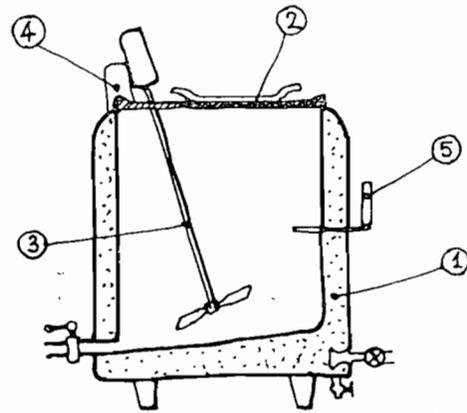
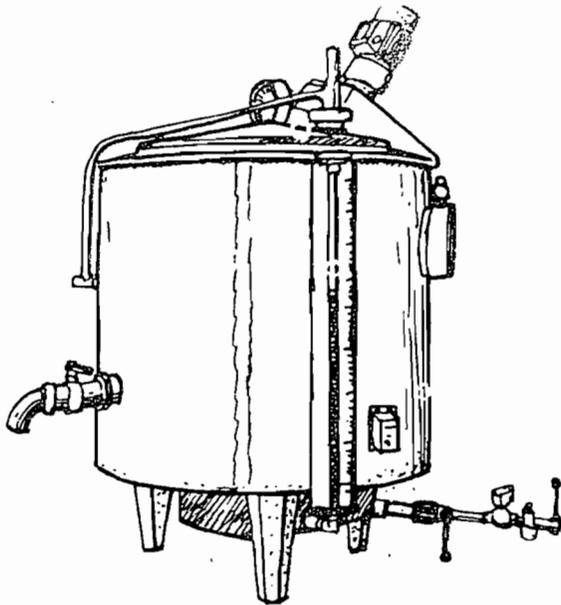
1.2.2.3.3.2.1 - Typologie

La cuve peut être :

- ouverte sans possibilité de fermeture (c'est une bassine);
- ouverte mais avec possibilité de mettre un couvercle;
- fermée avec juste des ouvertures d'entrée du produit et de sortie : matériel généralement trop sophistiqué pour une minilaiterie.

La cuve est ovale, ronde, à fond plat ou à fond conique (le fond conique favorise le soutirage par gravité). Elle peut être :

Figure 5: Cuves de pasteurisation (60 à 600 litres)

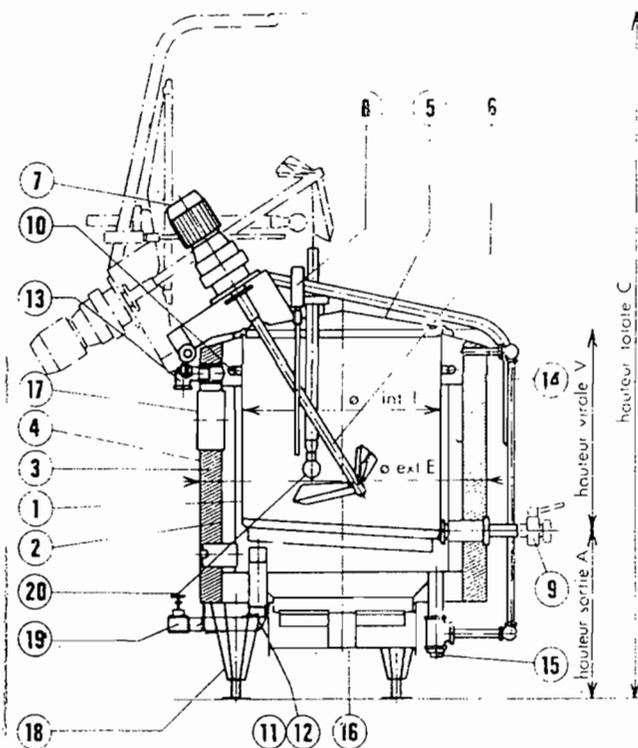


- 1 enveloppe chauffante 4 support d'agitateur
2 couvercle mobile 5 thermomètre
3 agitateur rotatif

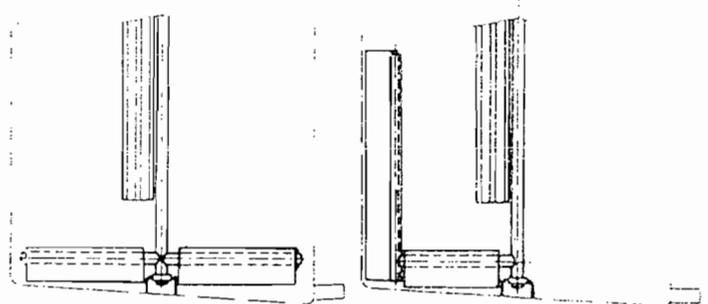
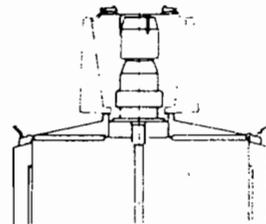
SOURCE : VEISSEYRE

Figure 6:

Exemple de cuve de pasteurisation à fond plat (160 à 600 litres)
Chauffage électrique (Document Pierre GUERIN)



DEMI-COUCVERCLES
RELEVABLES



Mélange

Pales racleuses

ACCESSOIRES STANDARDS

- | | |
|---|---|
| 1 - Cuve intérieure inox | 10 - Entrée rampe arrosage |
| 2 - Cuve médiane acier doux | 11 - Trop plein eau de refroidissement |
| 3 - Isolation paroi | 12 - Aspiration eau de refroidissement |
| 4 - Entourage inox | 13 - Trop plein de bain marie |
| 5 - Couvercle relevable | 14 - Niveau bain marie |
| 6 - Agitateur | 15 - Vidange totale |
| 7 - Moto-réducteur d'entraînement de l'agitateur
72 t/mn - 0,22 kW - 1500 t/mn | 16 - Brûleur à flamme pilote |
| 8 - Thermomètre à cadran | 17 - Evacuation des fumées |
| 9 - Sortie ϕ 38 avec vanne papillon, coude et embout | 18 - Pieds réglables et semelles de répartition |

- non isolée : elle peut servir à des stockages intermédiaires, à des préparations fromagères (chauffage externe possible)
- isolée par de la laine de verre, c'est à dire qu'elle pourra maintenir certaine température (temps relativement court, différence de température pas trop élevée entre le produit contenu dans la cuve et le milieu extérieur) : utilisable pour des opérations de stockage et de mélange
- thermisée, il s'agit d'une cuve de traitement thermique pour la pasteurisation, le traitement des fromages, la maturation des crèmes et yaourt.

La cuve peut être muni d'un axe ou d'un bati qui permet de fixer des instruments (brassage, découpage).

Les cuves se diversifient enfin bien entendu par leur capacité leur matière (cuivre, acier inoxydable, plastic)

1.2.2.3.3.2.2 - Thermisation

Le réchauffement peut se faire de plusieurs façons :

- soit on chauffe simplement la cuve sur un brûleur externe (cuve à paroi simple non isolée). La paroi transmet la chaleur au produit, c'est un réchauffement direct. Le principal problème est la mauvaise homogénéité de chauffage, la formation de croûtes sur les parois de la cuve ;
- soit on chauffe la cuve plus ou moins directement par des résistances électriques qui en réchauffent la paroi ou bien par des rampes hélicoïdales soudées à la face externe de la cuve et à l'intérieur desquelles on fait circuler l'eau chaude ou la vapeur.
- soit on chauffe indirectement par un bain-marie d'eau chaude ou de la vapeur. C'est le chauffage le plus homogène. La cuve intérieur baigne dans l'eau. L'eau chauffée vient de l'extérieur ou est chauffé par un brûleur intégré (à gaz), un échangeur de chaleur soudé à la cuve (vapeur ou par des résistances électriques plongées dans de l'eau)

1-2-2-3-3-3- Appareils de pasteurisation haute

Le fonctionnement est toujours continu. Le lait s'écoule en couche mince le long d'une ou de deux parois chauffantes.

Nous pouvons distinguer :

- pasteurisateurs tubulaires (figure 7)

Le lait traverse le faisceau dans lequel il est chauffé sur une ou deux faces selon le cas par l'action de l'eau chaude circulant à contre courant.

Pasteurisation à plaques (Figures 8 et 9)

Ils comportent principalement une série de plaques ondulées ou nervurées en nombre variable, serrées les unes contre les autres.

L'espace qui sépare deux plaques consécutives (3 à 4 mm) est parcouru par le lait alors que l'élément chauffant (eau ou vapeur à basse pression) circule à contre courant dans les espaces qui précédent et qui suivent immédiatement.

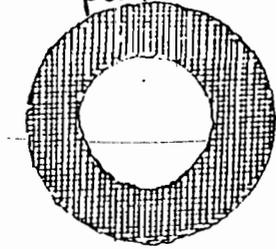
1.2.2.3.3.4 - Avantages et inconvénients respectifs des différents types d'appareils (Tableau XIV)

	DISCONTINU	CONTINU
Pasteurisation Types de matériels	à gaz - Cuves électrique	- Pasteurisateur tubulaire - Pasteurisateur à plaque - Pasteurisateur électrique
Avantages	- Coûts d'investissement plus faible - Polyvalence : utilisation possible en stockage et refroidissement à d'autres phases du process - Simplicité et facilité de nettoyage	- Rapidité - Economie d'énergie - Précision dans les barèmes (montée en température, séjour, refroidissement)
Inconvénients	- Durée plus longue des changements thermiques - Utilisables seulement en pasteurisation basse	- Coûts d'investissement très élevé - Matériels sophistiqués généralement importés - Nettoyage long et parfois difficile

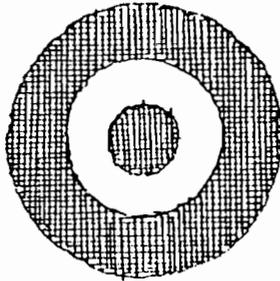
SOURCE (26)

Figure 7: Principe des divers types de pasteurisateurs tubulaires

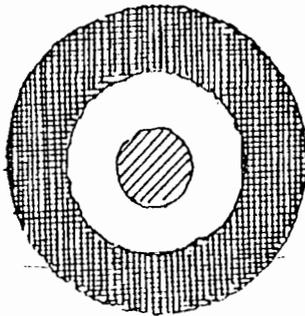
- Lait.
- ▣ Liquide chauffant (eau)
- ▨ Noyau métallique.



chauffage en couche épaisse

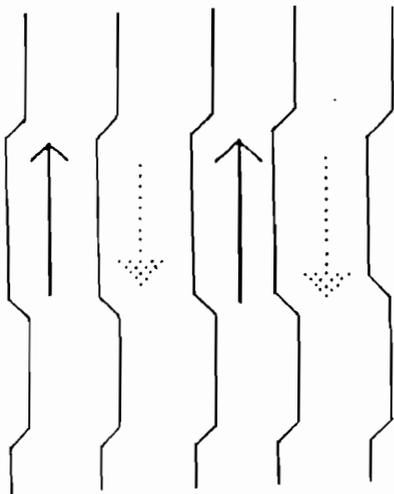


chauffage en couche mince sur deux faces



chauffage en couche mince sur une seule face

Figure 8: Plaques de pasteurisation.



- ▣ Lait
- eau chaude

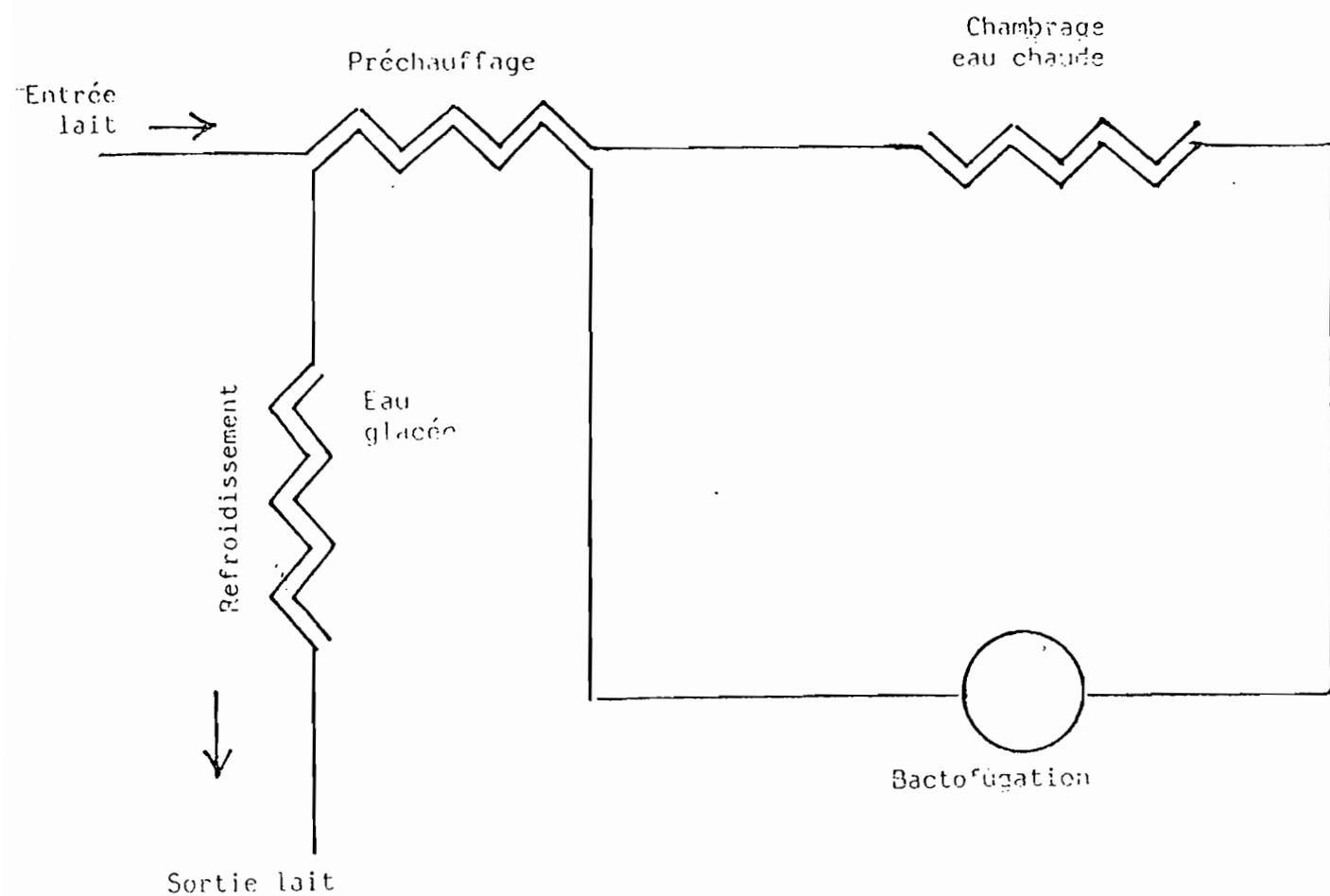


FIGURE 9 : SCHEMA GENERAL D'UN PASTEURISATEUR A PLAQUES

1.2.2.4 - Qualité de conservation et Post contamination

La qualité de conservation du lait frais pasteurisé dépend :

- du contenu en germes thermorésistants et/ou psychrophiles (pouvant donc se développer dans les enceintes refroidies) ;
- d'une éventuelle post contamination ou recontamination.

La durée de conservation du lait frais pasteurisé doit être d'au moins 7 jours avant qu'apparaisse un défaut.

Le conditionnement aseptique en empêchant la post contamination améliore la qualité de conservation du lait

CHAPITRE III - CONTROLE DE LA QUALITE DU LAIT

1 - DEFINITION DE LA QUALITE (ISO - 8402) (2)

La qualité se définit comme étant l'ensemble des caractéristique d'une entité qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire les besoins exprimés ou implicites.

2 - FACTEURS DE QUALITE DU LAIT

La qualité du lait comprend des composantes qui sont d'ordre hygiénique, nutritionnel, organoleptique et technologique.

Le contrôle de la qualité du lait est régi par des normes et des règlements internes au niveau de chaque pays.

3 - CONTROLE DE LA QUALITE

3.1 - TAUX DE MATIERE GRASSE

Le contrôle du taux de matière grasse a un intérêt technologique (écrémage et butyrication) intervenant le professionnel. Il permet aussi de détecter les fraudes.

En fonction de cette teneur on distingue trois (03) groupes de produits :

- Laits entiers (T.M.G > 35 g/l)
- Laits demi-écrémés (TMG = 18 à 15 g/l)
- Laits écrémés ou diététique (moins de 1 g/l)

3.2 - TAUX PROTEIQUE

Le rendement fromager est influencé par le taux protéique. Dans certains pays un bonus est donné sur ce taux

3.3 - DENSITE

Le contrôle de la densité permet de détecter la fraude la plus courante et la mieux connue : le mouillage.

Dans ce cas précis le lait est rejeté et des sanctions sont prévues à l'encontre des auteurs. Le contrôle de cette composante a aussi un intérêt hygiénique surtout en milieu rural du fait de l'insalubrité de l'eau.

3.4 - EXAMEN DES CARACTERES ORGANOLEPTIQUES

Il peut donner des indications sur la qualité du lait. Ces facteurs sensoriels motivent le consommateur face au produit.

3.5 - MESURE DE L'ACIDITE

Le contrôle de l'acidité a un intérêt double hygiénique et technologique. Il permet :

- d'éliminer les laits trop acides qui coagulent à l'ébullition
- d'éliminer les laits de mammite (alcalins) provenant d'animaux malades
- de contrôler le degré de fermentation.

3.6 - QUALITE BACTERIOLOGIQUE

L'appréciation de la qualité bactériologique s'effectue selon deux méthodes

- méthode indirecte ;
- méthode directe.

3.6.1 - Méthode indirecte

3.6.1.1 - Activité de la catalase

C'est une enzyme capable de décomposer l'eau oxygénée (H_2O_2) avec libération d'oxygène (O_2) moléculaire se dégageant à l'état gazeux.

Son origine est double leucocytaire et microbienne. Une forte activité catalasique provient des laits acidifiés ou fermentés, du lait colostral ou d'une suspicion de mammites. Cette activité est mesurée par un "indice de catalase"

3.6.1.2 - Réductase microbienne

Le principe est basé sur la réduction des colorants. La plupart des bactéries se multipliant dans le lait sont capables grâce à leur réductase, d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction jusqu'à la décoloration complète d'un indicateur redox. Le contrôle de l'activité réductrice est réalisée en utilisant le bleu de méthylène ou la résazurine.

En fonction de la vitesse de décoloration on attribue une note chiffrée.

Le tableau XV donne les notes attribuées en fonction des temps de réduction.

TABLEAU XV : Classement des laits en fonction des temps de réduction

Temps de Réduction du Bleu de Méthylène	Teinte après 1 H à la résazurine	Appréciation	Notes
t < 2 H (< 1 H 30)	0 - 1 - 2 (0 - 1)	Appréciation	1
2 H < t < 4 H	3 - 4 - (2 - 3)	Lait peu contaminée	2
t > 4 H (t > 3 H)	5 - 6 (4 - 5 - 6)	Lait de bonne qualité	3

SOURCE (18)

Les chiffres entre parenthèse correspondent aux résultats obtenus en période chaude (température externe moyenne > 20 °C)

3.6.2 - Méthode Directe

Il s'agit de l'analyse microbiologique classique :

- Coloration Giram
- Recherche du bacille tuberculeux
- Dénombrement de la flore totale
- Dénombrement des flores particulières

3.7 - TAUX CELLULAIRE

Les cellules du lait jouent un rôle important dans sa qualité hygiénique. En effet celles-ci ne présentant par elles mêmes aucun pouvoir pathogène mais elles sont le signe d'un désordre dans la sécrétion lactée.

Parmi les méthodes de contrôle utilisées nous pouvons distinguer :

- la numérotation (même procédé que dans le sang) ;
- le compactage électronique
 - California Mastitis Test (C.M.T) utilisant le réactif au Teepol
 - Méthode à la soude

Ces tests ont une importance sanitaire et réglementaire en permettant de mettre en évidence les laits anormaux (lait de mammite)

3.8 - CONTROLE DU DEGRE DE CHAUFFAGE (Pasteurisation)

La pasteurisation entraîne la destruction des germes pathogènes du lait. Il est donc intéressant de savoir si ce traitement thermique a eu lieu dans de bonnes conditions. Les méthodes utilisées sont :

3.8.1 - Recherche de la Phosphatase Alcaline (P.A.L)

Cette enzyme est naturellement présente dans le lait oui. Elle est inactivée par la pasteurisation et la température de destruction est légèrement supérieure à celle des germes pathogènes non sporulés les plus thermorésistants.

Le lait correctement pasteurisé ne contient plus de PAL. Le contrôle de la PAL est une méthode de rapide d'indirecte de l'appréciation de la salubrité du lait et de l'efficacité du traitement de pasteurisation.

3.8.2 - Autres Enzymes

Il s'agit de la peroxydase, de la xanthine oxydase, de la ribonucléase, de la phosphatase acide.

GRIFFITS (20) a évalué les niveaux de destruction de ces enzymes dans le but d'établir des gradients de sensibilité et ainsi mieux détecter les fraudes sur le chauffage.

3.9 - AUTRES CRITERES

Ils sont variables en fonction des pays, nous pouvons citer :

- les apports énergétiques (glucides, lipides, protides, vitamines...) ; la présence de substances à activité antimicrobienne telles que les antibiotiques décelés par le DELVOTEST (18). Les antibiotiques sont tous résistants à la chaleur et les ferments lactiques sont sensibles à de très faibles doses d'antibiotiques.
Les laits contenant des résidus d'antibiotiques sont sanctionnés par la réglementation.
- la température de réfrigération

4 - NORMES ET REGLEMENTS SENEGALAIS **ISN : (03.020 et 03.021) (22) (23)**

4.1 - LAIT CRU

4.1.1 - Caractéristiques de qualité

4.1.1.1 - Caractéristiques générales

Le lait cru doit présenter les caractéristiques suivantes :

- provenir d'animaux bien nourris et en bonne santé ;
- provenir d'une traite opérée plus de sept (07) jours après la mise bas ou le part ;
- être exempt de colostrum ;
- dépourvu de couleur d'odeur, de saveur anormales ;
- n'avoir subi aucun mouillage ;
- être exempt de micro-organismes pathogènes ;
- satisfaire à l'épreuve de dénombrement cellulaire ;
- être exempt d'antibiotiques et d'antiseptiques ;
- être collecté, transporté et mis en vente dans des récipients propres.

4.1.1.2 - Caractéristiques spécifiques

4.1.1.2.1 - MATIERES GRASSES

La teneur en matière grasse du lait cru doit être égale ou supérieure à 25 grammes par litre. Il ne peut être écrémé

4.1.1.2.2 - PROTEINES

La teneur en protéines du lait cru doit être égale ou supérieure à 28 grammes par litre

4.1.1.2.3 - CRITERES MICROBIOLOGIQUES

Le lait cru ne doit pas décolorer le bleu de méthylène en moins de trois (03) heures au moment de la vente au consommateur.

4.1.2 - Conditionnement

Les bouteilles ou emballages perdus, à l'exception des boîtes métalliques utilisées pour la vente des laits destinés à la consommation humaine devront contenir une quantité de liquide égale à un litre, un demi-litre, 25 centilitres ou inférieure à 25 centilitres.

4.1.3 - Conservation

Le lait cru doit être conservé au froid entre 0 °C et + 15 °C. Mais cette réfrigération n'est pas obligatoire pour les laits vendus directement au consommateur dans les deux (02) heures suivant la traite.

4.1.4 - Date Limite de vente

La date limite de vente du lait cru est de un (01) jour après la récolte si la vente est effectuée sur les lieux de traite.

Cette date limite est repoussée à trente six (36) heures si le lait est conditionné et conservé au froid.

4.1.5 - Etiquetage

La dénomination de vente "Lait cru", la date limite de vente et la température de conservation doivent être indiquées en lettres de 3 cm.

4.2 - LAIT PASTEURISE

4.2.1 - Caractéristiques générales

Le lait pasteurisé doit présenter les caractéristiques suivantes :

- être d'une propreté rigoureuse reconnue par l'épreuve de filtration sur onate ;
- être dépourvu de couleur, d'odeur et de saveur anormales ;
- présenter une réaction négative à l'épreuve de la phosphatase alcaline ;
- être exempt de germes pathogènes .

4.2.2 - Caractéristiquesz spécifiques de composition

4.2.2.1 - Teneur en matière grasse

La teneur en matière grasse du lait pasteurisé doit être :

- égale ou supérieure à 25 grammes par litre ou 2,5 % pour le lait entier ;
- supérieure ou égale à 15,45 grammes par litre et strictement inférieure à 25 grammes par litre pour le lait demi-écrémé ;
- inférieure ou égale à 3,09 grammes par litre pour le lait écrémé

4.2.2.2 - Teneur en Protéines

La teneur en protéine du lait pasteurisé doit être au moins de 28 grammes par litre (28 g/l).

4.2.3 - Caractéristiques microbiologiques

4.2.3.1 - Lait frais pasteurisé

Le lait frais pasteurisé doit :

- être exempt de micro-organismes pathogènes ;
- contenir moins de 100.000 germes/millilitres à la sortie de l'atelier;

- contenir moins de 200.000 germes/millilitre à la vente au consommateur

4.2.3.2 - Lait Pasteurisé conditionné

Le lait pasteurisé conditionné doit être :

- exempt de germes pathogènes ;
- contenir moins de 1 bactérie coliforme par millilitre : (1 germe/ml) immédiatement après conditionnement ;
- contenir moins de 10 bactéries coliformes par millilitre au moment de la vente au consommateur ;
- contenir moins de 30.000 germes par millilitre pour la flore mésophile totale

4.2.3.3 - Lait pasteurisé de haute qualité

Le lait pasteurisé de haute qualité doit :

- être exempt de germes pathogènes ;
- contenir moins d'une (01) bactérie coliforme par millilitre au moment du conditionnement ;
- contenir moins de dix (10) bactéries coliformes au moment de la vente au consommateur ;
- contenir moins de 30.000 germes par millilitre pour la flore mésophile totale.

4.3 - CONDITIONNEMENT

4.3.1 - Lait frais pasteurisé et lait reconstitué pasteurisé

Le lait frais pasteurisé ou le lait reconstitué pasteurisé doivent être conditionnés dans des récipients de contenance supérieure à un litre, maintenus fermés jusqu'au moment de la vente au consommateur.

4.4 - ETIQUETAGE

Les mentions suivantes doivent figurer sur l'étiquetage

4.4.1 - Mentions générales

- nom ou raison sociale de l'unité de pasteurisation ;
- dénomination de vente "lait pasteurisé" ou "lait reconstitué pasteurisé" ou "lait pasteurisé de haute qualité" ;
- contenance ;
- composition.

4.4.2 - Mentions particulières

- date de fabrication ;
- date limite de consommation ;
- température de conservation ou "tenir au frais"

4.5 - CONSERVATION

Le lait pasteurisé doit être conservé au frais entre 0 °C et + 10 °C jusqu'à la vente au consommateur

CHAPITRE IV : Production Laitière dans Région de Kolda

1 - PRESENTATION GENERALE DE LA REGION

La région de Kolda, née de la réforme administrative du Sénégal en 1984, occupe les espaces naturels de la moyenne et Haute Casamance. La région compte trois départements : Kolda, Vélingara, Sédhiou et couvre une superficie de 21011 km² soit 10,68 % du territoire national. La région est limitée à l'Est par la région de Tambacounda, à l'Ouest par les deux affluents du Fleuve Casamance (qui constituent une frontière naturelle avec la région de Ziguinchor) au Nord par la Gambie et au Sud par les deux Guinées (figure 10) : Carte administrative de la région de Kolda).

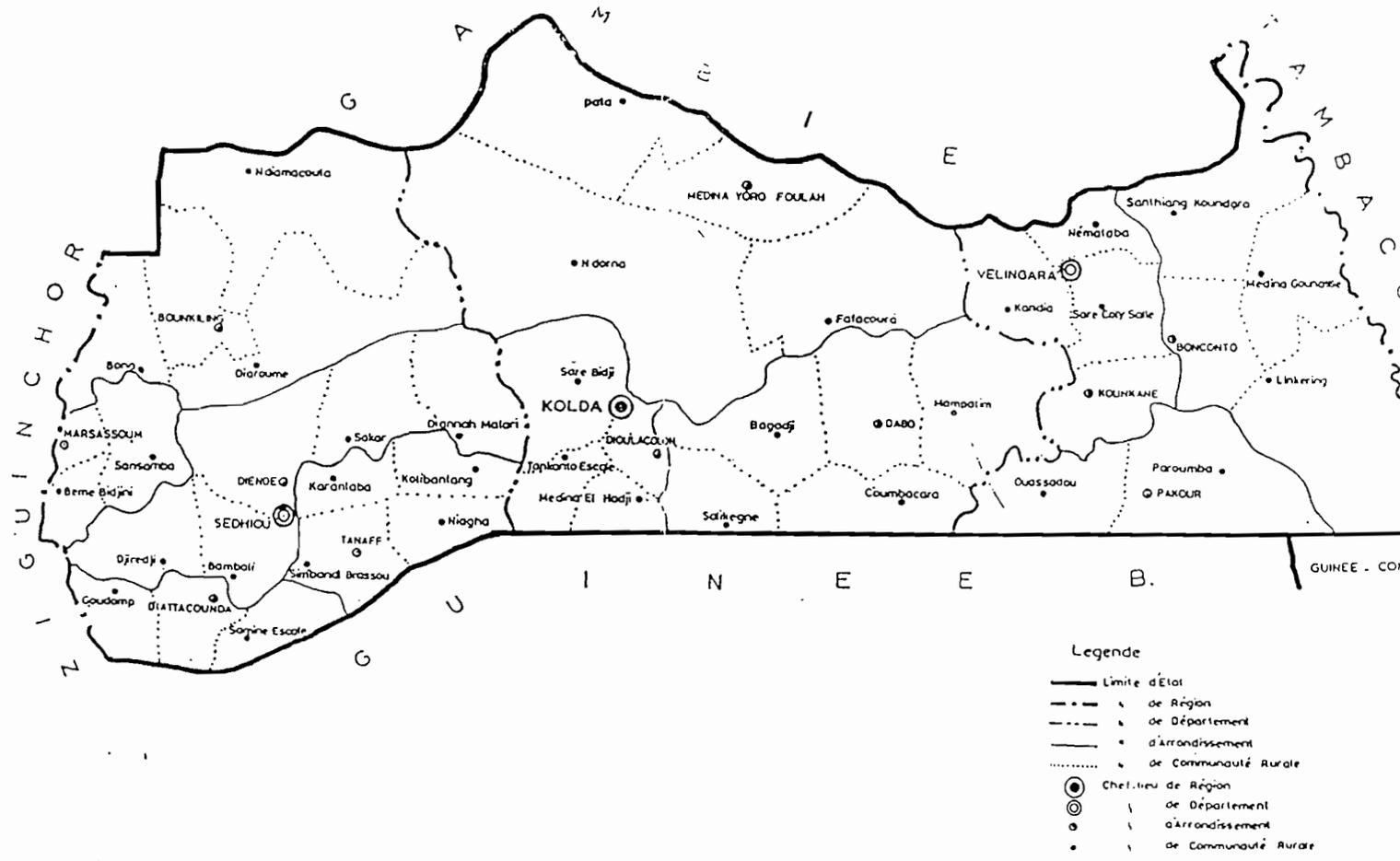
Le relief de la région de Kolda est plat, l'altitude maximum est de 150 m. Le climat est de type soudano-guinéen caractérisé par la succession de trois saisons, sèche et fraîche (de Novembre à Février), sèche et chaude (de Mars à Juin), humide et chaude ("Hivernage" de Juillet à Octobre). Les précipitations annuelles moyennes sont de 1000 à 1500 mm, (Station météorologique de Kolda, 1992) et les températures oscillent entre 12° C (Janvier) et 45° C (Mai). L'humidité relative est maximale pendant l'hivernage (98 p 100) avec l'arrivée de la Mousson.

La végétation de type soudano-guinéenne a subi beaucoup de dommages liés d'une part à la mauvaise répartition des pluies de ces dix dernières années et d'autre part, à l'action de l'homme avec les feux de brousses et la coupe anarchique du bois. Actuellement y prédomine une savane boisée avec beaucoup de bambous africains : Oxythenantera abyssina

Les ressources en eau sont très importantes, le réseau hydrologique est dense. On compte un cours d'eau principal : la Casamance et ses affluents. Il y a aussi la Kayanga et son affluent : l'Anambé. Les eaux souterraines sont constitués de trois aquifères.

La région de Kolda compte 591.833 habitants soit 10,8 p. 100 de la population totale du Sénégal, (RECENSEMENT GENERAL DE 1988). L'ethnie peulh est largement prédominante avec 49,3 p 100 (ce qui explique l'importance des activités pastorales) suivie des mandingues 23,6 p 100. Cette population est en majorité constituée d'agro-pasteurs.

Figure 10: Carte administrative de la Région de Kolda



Source : D.A.T

Echelle 1/1000.000

2 - CARACTERISTIQUES DU SYSTEME DE PRODUCTION

Selon **WILSON , 1983** cité par **BA (5)** : le système de production peut être caractérisé comme un système agro-pastoral c'est-à-dire un système dans lequel les agents économiques tirent 10 à 50 p. 100 de leurs revenus du bétail, c'est-à-dire 50 p. 100 ou plus de l'agriculture.

Les principales activités de la région tournent autour de l'agriculture et de l'élevage. Les activités agricoles concernent essentiellement les cultures vivrières (mil, maïs, riz et sorgho...), les cultures de rente (coton et arachide) et les cultures maraîchères.

L'élevage est de type extensif et les activités pastorales sont intégrées aux activités agricoles. En saison sèche les animaux sont conduits aux pâturages le jour et mis au piquet la nuit pour entretenir la fertilité des terres. En saison des pluies les animaux sont parqués au niveau des jachères ou dans la forêt, ils y reçoivent une supplémentation représentée par le "Mondé" et le "Yambou" pour améliorer la santé et la production laitière.

3 - PRODUCTION LAITIERE

3.1 - PERFORMANCES

Avec un cheptel de 374.000 têtes environ, la région de Kolda abrite 20 p. 100 de la population bovine du Sénégal (**Inspection Régionale de l'Élevage de Kolda, 1995**). La race bovine dominante est le taurin trypanotolérant Ndama. Selon **PAGOT, 1985** cité par **NEISSEM (35)** la production laitière moyenne annuelle serait de 588 ± 158 kg pour une durée de lactation de 206 ± 29 jours avec un lait riche en matières grasses (5,1 p. 100 en moyenne).

Les productions journalières varient de 400 à 850 ml en moyenne avec des pics de 2000 à 2500 ml.

En 1990, les performances suivantes ont été obtenues en station au CRZ de Kolda :

- durée moyenne de lactation (80 lactations) : 375 jours ;
- production moyenne par vache en saison sèche = $330 \pm 0,24$ ml ;
- production moyenne par vache en saison des pluies = $1370 \pm 0,36$ ml ;
- production moyenne par lactation 242 kg

Les différentes productions du secteur laitier sont :

- le lait frais "Biɗdam"
- le lait caillé entier "Kosaam" obtenu par fermentation (naturelle ou à base de présure) du lait frais ou du lait en poudre ;
- lait caillé écrémé "Kosaam Kadam", lait caillé frappé "Wool séré"
- le beurre traditionnel obtenu à partir de la crème "Nebbam Kethiam"
- l'huile de beurre "Nebbam Sirme" pour lequel l'obtention d'un litre nécessite le traitement de dix huit litres de lait frais.
- le fromage produit à Sassamba (Sédhiou) par la fromagerie de la PRIMOCA (Projet de Mise en Valeur de la Moyenne Casamance) qui traite par jour 100 à 400 litres de lait provenant des élevages traditionnels en fromages de variétés italiennes

3.2 - CONTRAINTES

La production laitière est exclusivement dépendante des ressources végétales du terroir qui constituent les principales sources alimentaires. La production laitière, dans ce contexte varie fortement en fonction de la saison.

En saison des pluies, avec la disponibilité des pâturages en quantité, et en qualité, la production est abondante, le lait généralement produit par une seule traite journalière, est principalement autoconsommé.

En saison sèche les pâturages s'amointrissent, les niveaux de production sont difficilement maintenus, le lait devient très rare car la traite est suspendue.

Dans le but de réduire ces contraintes notamment liées aux facteurs environnementaux, certaines solutions ont été mises en oeuvre :

- amélioration du potentiel génétique de la race Ndama ;
- semi-intensification de la production laitière par la stabulation du bétail en saison sèche avec l'exemple des étables laitières.

3.3 - ETABLES LAITIÈRES PERI-URBAINES

Les étables initialement utilisées pour la production de fumier et l'amélioration de la capacité de travail des animaux de trait, se sont révélées être par la suite un modèle pour l'intensification des productions animales notamment la production de lait. Elles permettent également le renforcement de l'intégration agriculture-élevage.

Le principe de cette technologie mise en place par la recherche et le développement consiste à :

- améliorer l'habitat par la construction d'un abri constitué ou non d'une fosse fumière protégée du soleil par un toit en matériel local (figures 11 et 12) ;

Deux (02) modèles d'étables existent :

- * les étables avec fosse : la fosse peut être cimentée ou non (simple), elle peut être creusée ou hors du sol ;
- * les étables sans fosse où le plancher est constitué par le sol

- améliorer l'alimentation par la mise en place de réserves fourragères (par fauche et fenaison) et par la supplémentation des animaux. Les suppléments utilisés sont la graine de coton, fane d'arachide, le tourteau de sésame et le son de céréales. L'apport de CMV (complexe minéralo-vitaminé) est également recommandé ;
- améliorer la santé des animaux par la mise en place d'une prophylaxie médicale (vaccination contre les principales maladies de la zone) et sanitaire (déparasitage et soins).

3.3.1 - Fonctionnement et performances

La stabulation est partielle et se déroule en deux (02) phases :

- une phase de stabulation nocturne (de Janvier à Mars) ;
- une phase de stabulation permanente (Avril à Juin).

Les étables assurent de nombreuses fonctions qui sont :

- la valorisation des sous produits de la récolte (tige de maïs et de mil, fanes d'arachide et de niébé ...) ;
- la production d'un fumier de qualité et de biogaz ;
- la diminution de l'intervalle vêlage-vêlage ;

Figure 11 : Etable fumière : modèle de grande capacité (30 bêtes)

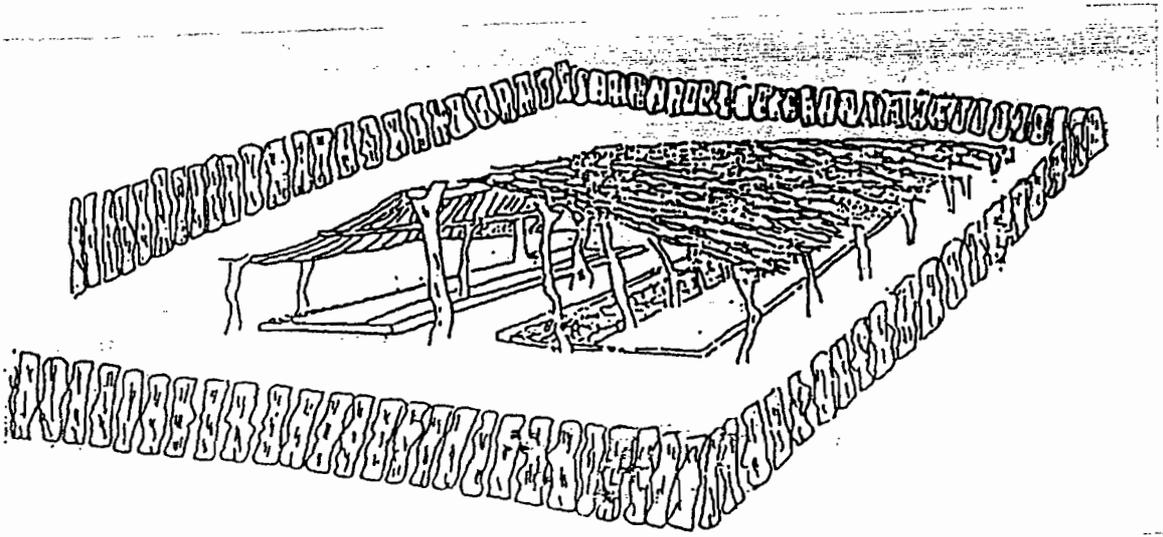
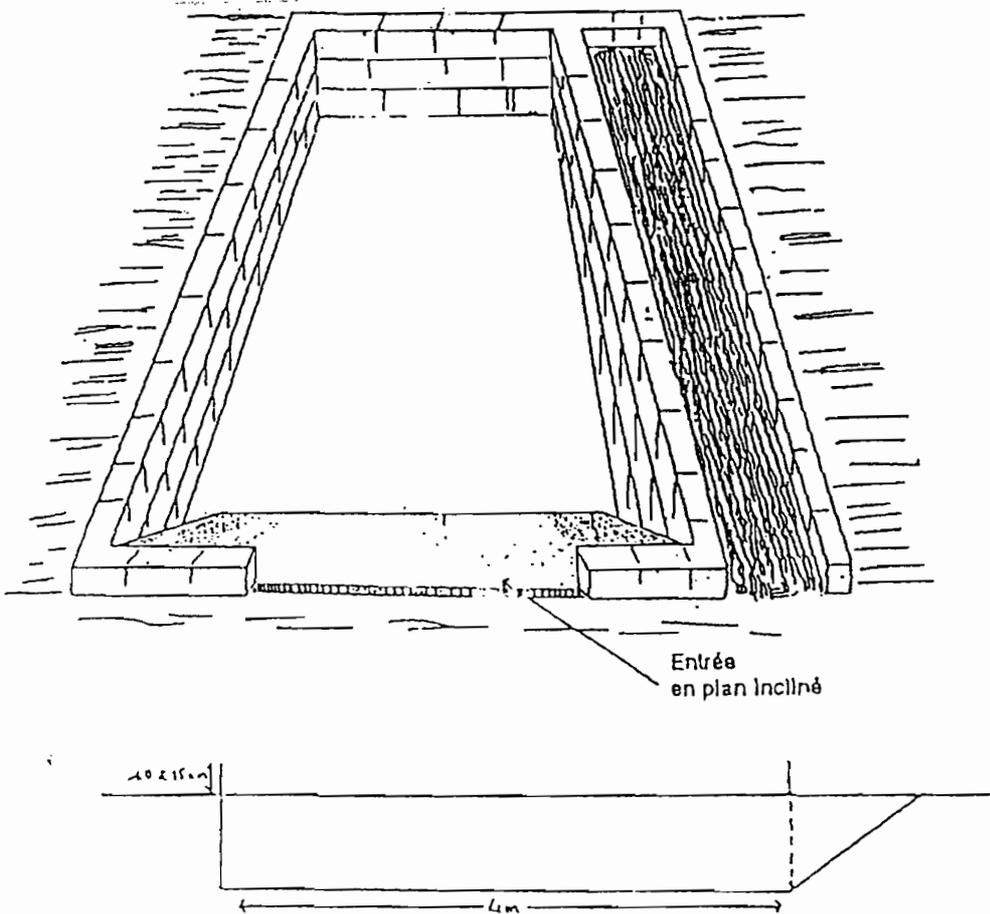


Figure 12 : Fosse cimentée d'une étable de 4 bêtes.



- l'accroissement de la production de viande ;
- l'augmentation de la production laitière en saison sèche.

Selon FALL, (1989) cité par BA (5), les vaches en stabulation réalisent en moyenne 507 ml par jour en saison sèche. La différence de performance entre vaches stabulées et non stabulées s'estompe avec la reprise du couvert végétal en saison des pluies assurant une alimentation convenable des vaches laitières

3.3.2 - Contraintes

Les contraintes qui pèsent sur la production des étables sont situées en amont et en aval :

- en amont :

- * rareté et cherté des intrants (alimentaires et médicamenteux) ;
- * faible accès aux crédits ;
- * difficultés d'abreuvement ;
- * mauvaise conduite de la reproduction

- en aval

- * faible niveau d'hygiène des éleveurs ;
- * mauvaise organisation de la filière laitière notamment en matière de système de collecte, commercialisation, transformation et conservation du lait...

**DEUXIEME PARTIE :
FAISABILITE TECHNIQUE DELA
PASTEURISATION DANS LA
REGION DE KOLDA**

CHAPITRE I - EXPERIENCE DE LA PASTEURISATION DU LAIT A KOLDA

Depuis 1995 le CRZ de Kolda a commencé à collaborer avec V.S.F dans plusieurs villages qui pratiquaient la stabulation. Ces villages se sont regroupés en GIE laitiers pour mieux gérer leur production.

Dans le souci d'améliorer la qualité du lait produit dans les étables, des essais de pasteurisation ont été entrepris par le fruit de cette collaboration, ce qui a conduit à la mise sur pied d'un contrat entre le CRZ/V.S.F, les GIE laitiers et une petite unité de pasteurisation gérée par un privé.

L'ISRA/CRZ s'occupe de l'aspect recherche développement V.S.F de son coté assure les volets formation, assistance technique et allocation d'un crédit de campagne aux agropasteurs. Les détails du contrat figurent en annexes.

Le dispositif des ceintures laitiers péri-urbaines est constitué par les éleveurs laitiers (en individuels ou en GIE) pratiquant la stabulation et qui livrent du lait à l'unité de pasteurisation.

1 - LES ETABLES LAITIERES VILLAGEOISES

Les villages sont situés à un maximum de 15 km de Kolda. Les données portant sur les éleveurs (en GIE ou individuels), le nombre d'animaux stabulés et les résultats technico-économiques obtenus figurent au tableau XVI.

La stabulation est pratiquée en saison sèche. Les animaux sont conduits aux pâturages très tôt le matin et reviennent entre 10 et 11 H à l'étable. Ils y reçoivent une supplémentation à base de graine de coton et de tourteaux sésame et sons de céréales permettant de produire du lait (figures 13, 14 et 15).

La traite se fait après la tétée du veau et le lait est collecté puis acheminé sur l'unité de pasteurisation à vélo dans des bidons de 10 à 20 l (figures 16, 17 et 18).

2 - L'UNITE DE PASTEURISATION

Cette unité est sise au quartier Doumassou, les locaux sont constitués d'une pièce se trouvant à l'entrée de la concession familiale et qui a été repeint à neuf. Cette pièce d'une superficie de 16 m² environ abrite les opérations technico-

Tableau XI

RESULTATS ECONOMIQUES DES ELEVAGES LAITIERS PERIURBAINS (Kolda), DE FEVRIER A JUN 1996
(SUIVI VSF - CRZ)

NOM	Nb. de vaches	Quantité de lait		% livré /prévu	valeur		Graine de coton		Tourteau sésame		Traitt. Exhelm	Total charges	Bénéfice		Bénéfice /animal	
		prévue	livrée		théorique*	unité**	qté	valeur	qté	valeur			réel***	unité**	réel***	unité**
GIE SARE SANBOUDIANG I	20	3 020	1 519,5	50,3%	528 500	265 913	3 990	151 620	423	14 805	15 400	181 825	579 215	84 088	28 961	4 204
GIE SARE SANBOUDIANG II	8	1 208	1 083,5	89,7%	211 400	189 613	2 705	102 790	392	13 720	9 818	126 328	178 089	63 285	22 261	7 911
GIE IMMO E JONDE	9	1 359	969,0	71,3%	237 825	169 575	3 200	121 600	510	17 850	5 775	145 225	197 243	24 350	21 916	2 706
GIE MBIRRA FENDINNA	31	4 681	3 575,5	76,4%	819 175	625 713	7 109	270 142	1 396	48 860	35 805	354 807	824 805	270 906	26 607	8 739
ALASSANE KANDE	5	755	388,5	51,5%	132 125	67 988	1 120	42 560	335	11 725	5 000	59 285	130 975	8 703	26 195	1 741
DOULLA BALDE	4	604	434,5	71,9%	105 700	76 038	1 070	40 660	158	5 530	4 240	50 430	101 778	25 608	25 445	6 402
IBRAHIMA KANDE	10	1 510	1 269,0	84,0%	264 250	222 075	2 200	83 600	836	29 260	10 010	122 870	257 650	99 205	25 765	9 921
MOHAMADOU FALL	8	720	361,5	50,2%	126 000	63 263	550	20 900	123	4 305	7 508	32 713	271 704	30 550	33 963	3 819
SARE GARDI	10	1 510	1 074,5	71,2%	264 250	188 038	1 705	64 790	161	5 635	0	70 425	310 095	117 613	31 010	11 761
TOTAL	105	15 367	10 675,5	69,5%	2 821 350	1 868 213	23 649	898 662	4 334	151 690	93 555	1 143 907	2 851 553	724 306	26 902	6 356



Figures 13 et 14 : photos d'une étable laitière.



Figure 15: photo de la traite

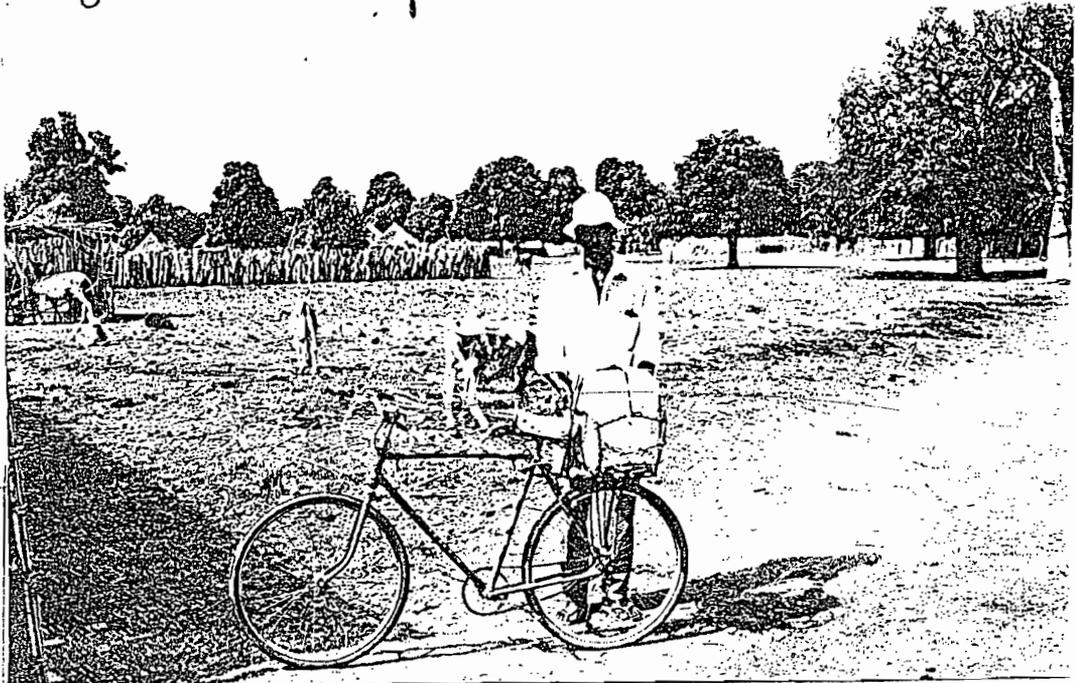




Figure 16 et 17 : collecte du lait



Figure 18 : transport : livreur à vélo.



administratives en dehors de la réception et de la commercialisation (figures 19, 20 et 21).

2.1 - EQUIPEMENT ET PERSONNEL

D'un montant initial de 70.000 l'équipement technique comprend actuellement :

- une thermoscelleuse (ou thermo-soudeuse) pour les emballages plastiques
- des marmites en cuves de pasteurisation (quatre) ;
- des bonbonnes de gaz pour le chauffage ;
- deux thermomètres ,
- un réfrigérateur ;
- accessoires divers (matériel nettoyage, désinfectants, tables ...) ;
- une écrémeuse manuelle.

Le personnel est constitué du gérant privé qui est parfois aidé par deux assistants pour les opérations annexes à la pasteurisation (réception - conditionnement - refroidissement...)

2.2 - PRODUCTIONS

Les différents produits de l'unité de pasteurisation sont :

- le lait pasteurisé (sachet ½ litre)
- le lait caillé (sachet ½ litre)
- la crème et le beurre (au stade expérimental)

2.3 - COMMERCIALISATION

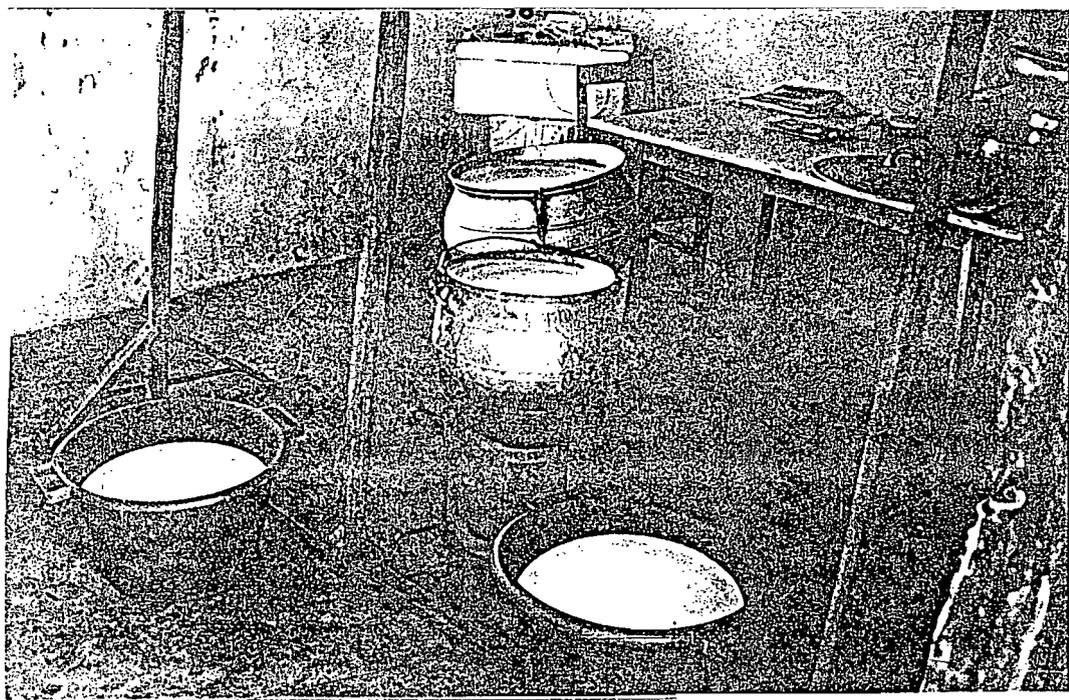
Le lait pasteurisé ou caillé est vendu à 300 F le litre en saison sèche et 250 F litre en saison des pluies. Le lait caillé est plus vendu avec $\frac{3}{4}$ des ventes.

Les lieux de vente sont ainsi répartis :

- unité de pasteurisation (25 % des ventes)
- commerçants détaillants (34 %)
- revendeurs ambulants qui sillonnent la ville avec des glacières (41 %)

Ces deux dernières catégories ont une remise de 25 F par sachet vendu

A l'heure actuelle, il n y a aucun problème d'écoulement des produits



Figures 19 et 20 Cures de pasteurisation et défaut après traitement

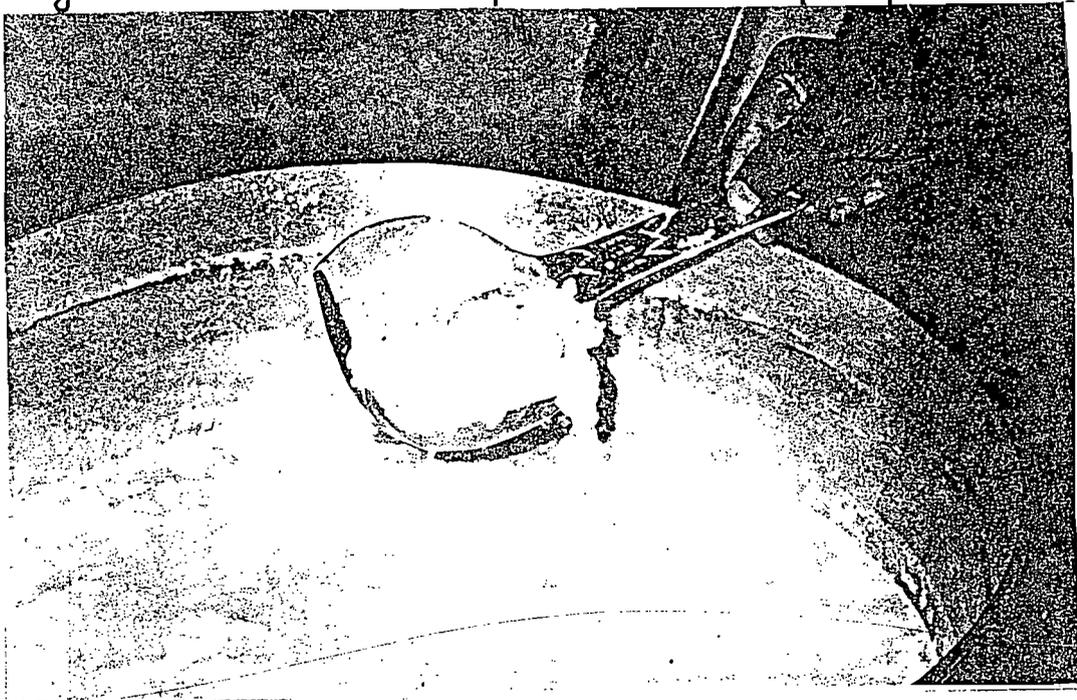


Figure 21: Matériel de conditionnement



2.4 - RESULTATS

Les tableaux XVII et XVIII présentent les résultats de l'unité de pasteurisation de Février 1996 à Avril 1997.

Tableau XVII : **RESULTATS DE L'UNITE DE PASTEURISATION**
de février à décembre 1996 (en francs CFA)

INTITULE	DETAIL CALCUL	ENTREE	SORTIE	% dépenses
achat lait	20.582,5 litres		3 482 862,50	69,44%
dépenses diverses	gaz, eau javel,....		226 395,00	4,51%
électricité			15 000,00	0,30%
perte lait			235 610,00	4,70%
prélèvement privé			227 940,00	4,54%
salaire aide			137 000,00	2,73%
ristourne vendeurs			230 227,50	4,59%
impayés			100 975,00	2,01%
achat plastique			359 555,00	7,17%
total dépenses			5 015 565,00	100,00%
vente lait	20.581 litres	5 826 025,00		
vente sans bénéfice	256,5 x 175 Fcfa	44 887,50		
total recettes		5 870 912,50		
bénéfice hors amortissement			855 347,50	

prix de revient par litre : 4.823.105 francs / 20.582,5 litres =	234,33	FCFA/ litre
prix de revente moyen du litre de lait pasteurisé :	285,22	FCFA/ litre
bénéfice par litre lait :	50,89	FCFA/ litre

Tableau XVIII

résultats de l'UP de janvier à avril 1997

INTITULE	DETAIL CALCUL	ENTREE	SORTIE
achat lait	11054,5		2 100 355,00
dépenses diverses	gaz, eau javel,....		124 265,00
électricité			5 000,00
perte lait			145 950,00
prélèvement privé			188 710,00
salaire aide			70 000,00
ristourne vendeurs			146 457,50
impayés			49 275,00
achat plastique			155 500,00
total dépenses			2 985 512,50
vente lait	11054 litres	3 286 670,26	
vente sans bénéfice	110,2894737	20 955,00	
total recettes		3 307 625,26	
bénéfice hors amortissement			322 112,76

prix de revient par litre : 2.985.512 francs / 11.054 litres =	270,08	FCFA/ litre
prix de revente moyen du litre de lait pasteurisé :	300,00	FCFA/ litre

CHAPITRE II - MATERIEL ET METHODES

1 - MATERIEL

1.1 - LAIT ET PRODUITS LAITIERS

Les analyses que nous avons effectuées ont porté sur le lait cru et le lait pasteurisé.

1.2 - MILIEUX DE CULTURE - REACTIFS ET MATERIEL TECHNIQUE

Le matériel varie en fonction des analyses.

1.2.1 - Mesure de l'acidité

1.2.1.1 - pH

Le pH est donné par des bandelettes réactives ou du papier-pH et par le pH-mètre digital. L'utilisation du pH-mètre digital nécessite également un thermomètre et une solution tampon (pH = 4,0 et pH = 7,0).

1.2.1.2 - Acidité Dornic

La mesure a été effectuée en utilisant une solution de soude N/9 contenue dans une burette suspendue à une potence, un indicateur coloré (phénol phtaléine qui est incolore en milieu acide et rose en milieu alcalin), un erlenmeyer et une pipette.

1.2.2 - Mesure de la densité

Cette mesure est réalisée à l'aide d'un thermolactodensimètre et d'un verre à pied.

1.2.3 - Test à l'ébullition

Ce test nécessite un tube à essais, une pipette et un bain marie

1.2.4 - Test à l'alcool

- Pipette ;
- tube à essais ;

- alcool à 68° C, 70° C ou 75° C

1.2.5 - Test aux détergents (C.M.T et test à la soude)

- teepol (pour C.M.T) ;
- soude normale ;
- cupules ou boîte de pétri, baguette de verre.

1.2.6 - Test à la réductase microbienne

- bleu de méthylène à 5 mg/100 ml (dont la forme réduite est incolore) ;
- pipettes stériles ;
- tubes à essais ;
- étuve ou bain-marie à 37° C.

1.2.7 - Détermination du taux de matières grasses

- butyromètre **GERBER** avec bouchons appropriés ;
- pipette à lait standard (11 ml) ;
- centrifugeuse ;
- pipette (1 et 10 ml)
- acide sulfurique de poids spécifique = $1,820 \pm 0,005$;
- alcool isoamylique de poids spécifique = $0,881 \pm 0,002$;
- bain-marie à $65^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$

1.2.8 - Test à la Phosphatase Alcaline (PAL)

- comprimés LACTOGNOSTND I et II ;
- poudre LACTOGNOSTND III ;
- eau distillée stérile ;
- tubes à essais ;
- etuve bain-marie à 37° C ;
- bec-bunsen.

1.2.9 - Matériel de prélèvement, Transport et Conservation

- flacons stériles de contenance 100 ml ;
- étuves, fours pasteur ;
- marqueur, papier-aluminium ;
- glacière , carboglaces, réfrigérateur ;
- alcool ;
- motocyclette...

2 - METHODES

2.1 - SITE DE L'ETUDE

L'étude s'est déroulée dans la région de Kolda, précisément dans le département de Kolda.

2.2 - LIEUX ET TECHNIQUES DE PRELEVEMENT

2.2.1 - Lait cru

Il est prélevé au village directement au niveau du pis de la vache (après examen clinique de l'animal et tétée du veau), à partir des récipients de collecte (bidons et calebasses), ou au niveau de l'unité de pasteurisation à partir des bidons. La quantité prélevée est de 100 ml.

2.2.2 - Lait pasteurisé

Le prélèvement est effectué soit avant conditionnement directement à partir des cuves de pasteurisation soit après (lait pasteurisé conditionné). La quantité prélevée est de 100 ml avant conditionnement ou 500 ml (lait ensaché)

Dans tous les cas le prélèvement se fait de manière aseptique avec du matériel préalablement stérilisé.

2.3 - DONNEES COLLECTEES

Les données collectées varient en fonction des différents sites de l'étude (villages et unité de pasteurisation).

2.3.1 - Au niveau des villages

Les données collectées portent sur :

- les étables : performances (alimentation, productions, utilisation) ;
- les animaux (suivi médico-sanitaire) ;
- l'hygiène de la traite, de la collecte et du transport du lait.

2.3.2 - A l'unité de pasteurisation

L'étude a porté sur les conditions de réception du lait :

- heure et température d'arrivée, distance village-unité de pasteurisation ;
- quantités livrées ;
- hygiène de la réception, du traitement et du stockage du lait ;
- le matériel, le personnel et les locaux ;
- la technique utilisée pour les différentes opérations

2.3.3 - Examens organoleptiques

L'étude des caractères organoleptiques constitue la base de l'appréciation de la qualité de la matière première destinée à la fabrication des produits laitiers. Elle fait appel au goût, au toucher, à l'odorat et à la vision...

2.3.4 - Analyses physico-chimiques

Les tests effectués au cours de ces analyses avaient pour but d'apprécier la qualité hygiénique et physico-chimique du lait, l'efficacité du traitement thermique et la stabilité du produit après pasteurisation.

Ces analyses ont porté sur le lait cru et le lait pasteurisé.

2.3.4.1 - Lait cru

2.3.4.1.1 - MESURE DE L'ACIDITE

2.3.4.1.1.1 - pH

Deux méthodes ont été utilisées en fonction du lieu et des conditions de l'analyse :

- méthode des bandelettes réactives : elle s'effectue en introduisant la bandelette dans l'échantillon de lait, puis on compare les trois niveaux de lecture sur la bandelette à une grille de couleurs de référence dont chacune correspond à un pH

- Méthode du pH-mètre digital : ici la lecture est directe après introduction de l'électrode dans l'échantillon

2.3.4.1.1.2 - Acidité Dornic

On introduit 10 ml de l'échantillon dans un bécher puis il faut ajouter 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine puis on verse la soude petit-à-petit jusqu'au virage de

la solution au rose. On note la chute de la burette en ml. Le résultat est exprimé en degré Dornic (°D).

1° D = nombre de 1/10 de ml de soude nécessaire au virage de la solution au rose = 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

2.3.4.1.2 - TEST A L'EBULLITION

Les laits anormaux (lait de mammite ou colostrum) ou acidifiés coagulent à l'ébullition. Un tube contenant 5 ml de lait est porté à l'ébullition au bain-marie (100° C) puis examiné. Le lait normal ne coagule pas.

2.3.4.1.3 - TEST A L'ALCOOL

Le test à l'alcool est assimilé à un test de stabilité du lait au chauffage. L'instabilité thermique provient :

- d'un excès d'acide lactique ;
- de l'instabilité des colloïdes (teneur élevée en calcium) ;
- d'un taux élevé de protéine en rapport avec une sécrétion de mammite ou colostrale.

Dans un tube à essais on introduit le lait et l'alcool en quantité égale (5 ml) on retourne le tube deux fois sans agiter. Le lait normal s'écoule sans laisser de traces le long de la paroi du tube tandis que le lait altéré présente des flocons de protéines précipitées. Cette méthode peut être assimilée à une détermination de l'acidité mais elle n'est pas assez rigoureuse pour le triage des laits destinés à la pasteurisation.

2.3.4.1.4 - TESTS AUX DETERGENTS

Ces tests sont basés sur l'évaluation de la viscosité produite par libération des acides nucléiques à partir des cellules sous l'action d'un alcalin ou d'un détergent.

2.3.4.1.4.1 - Méthode à la soude (test de WHITESIDE)

Un volume de soude normal est cinq volumes de lait sont mélangés dans une boîte de pétri ou une cupule et agités vingt secondes.

2.3.4.1.4.2 - Méthode au Teepol (California Mastitis Test)

Un mélange de 2 ml de teepol et 2 ml de lait est réalisé dans une boîte de pétri et agité quelques secondes.

Dans les deux cas le mélange est examiné et sa viscosité est évaluée. Une floculation plus ou moins importante se manifeste lorsque le nombre de cellules est supérieur à 5.10^5 par ml. Elle croit avec le nombre de cellules, il se forme un gel épais lorsque le nombre de cellules est supérieur à 5.10^6 par ml.

Le réactif au teepol contient généralement du pourpre de bromocrésol, dont la couleur traduit le pH du mélange et apporte des précisions sur la qualité du lait :

- gris ou gris-violet (pH = 6,6 à 6,7) : lait normal ;
- violet : (pH supérieur à 6,8) : lait de mammite ;
- jaune-verdâtre (pH = 6,4 à 6,5) : colostrum ;
- jaune (pH inférieur à 6,3) : lait acide

2.3.4.1.5 - TEST A LA REDUCTASE MICROBIENNE

Les échantillons prélevés spécifiquement pour cette analyse sont d'un volume de 10 ml. Ils sont recueillis dans les tubes à essais. 1 ml de solution de bleu de méthylène est introduit dans chaque tube à l'aide d'une pipette stérile. Les tubes sont agités par deux retournements successifs lorsqu'ils sont fermés hermétiquement. Ils sont ensuite placés au bain-marie à 37° C muni d'un couvercle opaque.

Une observation est effectuée toutes les heures. Une décoloration dans un temps inférieur ou égale à une heure correspond à une population d'environ 2.10^6 à 10^7 germes par ml. Il faut négliger l'anneau bleu-pâle qui peut persister en surface par réoxydation au contact de l'air.

2.3.4.1.6 - DETERMINATION DU TAUX DE MATIERES GRASSES

Lorsqu'on mélange du lait avec de l'acide sulfurique, il y a dissolution de tous les éléments à l'exception de la matière grasse. Sous l'influence de la force centrifuge et grâce à l'action de l'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en une petite couche claire et transparente.

Procédé

- Introduire 10 ml d'acide dans le butyromètre en prenant soin de ne pas mouiller le col. Puis il faut ajouter 11 ml de lait en évitant de mélanger prématurément le lait à l'alcool. L'alcool isoamylique (1 ml) ne sera introduit qu'après ces deux opérations.

- Bien boucher le butyromètre puis secouer fortement : le mélange atteint alors la température de 80° C

- Centrifuger pendant cinq minutes (y compris le temps nécessaire pour atteindre la vitesse requise) puis procéder au réchauffage des butyromètres à la sortie à 65° C au bain-marie.

- Procéder à la lecture en ajustant le bouchon pour ramener la colonne grasse sur la graduation principale.

$N = n - n'$ = taux de matières grasses exprimé en pourcentage

n = graduation correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse

n' = graduation correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse

2.3.4.2 - Lait pasteurisé

2.3.4.2.1 - Examen organoleptique (voir lait cru)

2.3.4.2.2 - Test à la Phosphatase Alcaline

Pour ce test, il faut introduire dans chacun des deux tubes (tube A = analyse, tube C = contrôle) :

- 10 ml d'eau distillée stérile ;
- 1 comprimé LACTOGNOST I ;
- 1 comprimé LACTOGNOST II, secouer fortement, si les comprimés ne se décomposent pas les casser avec une baguette de verre stérile.
- ajouter avec une pipette 1 ml de lait à analyser (à l'épreuve A) et 1 ml de lait sans PAL (à l'épreuve C) ce qu'on gagne par chauffage à 85° C et refroidissement ;
- les épreuves A et C sont à poser pendant une heure au bain-marie ou à l'étuve à 37° C ;
- aux épreuves A et C on ajoute une cuillère bien remplie de LACTOGNOST III.

Lecture

Dix minutes après avoir mis la poudre **LACTOGNOST** on compare l'épreuve A (si positif avec une coloration bleue) à l'épreuve C et on détermine l'intensité de la couleur obtenue avec l'échelle de coloration.

Le lait pasteurisé doit réagir négativement à l'épreuve de la Phosphatase Alcaline.

2.4 - ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse de base a porté sur tous les villages qui livrent le lait à l'unité de pasteurisation.

Cependant, pour tenir compte de l'effet de la stabulation, de la distance et de la formation à l'hygiène ou non : les villages ont été regroupés en 1, 2, 3 (stabulateurs) et 4 (non stabulateurs).

Les méthodes d'analyse ont été codifiées et toutes les caractéristiques du lait ont été transformées en variables qualitatives et variables quantitatives, même si certaines de ces dernières ont été modifiées en module qualitatif pour les besoins de classification. Ces données brutes ont été saisies sur DBASE 3 grâce à la constitution d'une base de données classiques.

Les méthodes d'analyses utilisées sont celles de l'analyse descriptive simple. Ces méthodes ont permis pour chaque variable d'établir sa moyenne, son écart type, et sa variance. Des tableaux croisés ont été construits et des coefficients de corrélation établis entre certaines variables.

Toutes ces analyses ont été réalisées grâce au logiciels : Statistical, Package For the Social Sciences/Personal Computer.

Le but est d'étudier les différents paramètres qui influencent la qualité du lait et d'étudier la conformité des laits vis-à-vis des normes en vigueur.

CHAPITRE III - RESULTATS ET DISCUSSION

1 - RESULTATS

1.1 - PERFORMANCES DES ETABLES

Le tableau XIX présente des performances techniques et économiques des étables

Tableau XIX - Bénéfices par litre de lait des éleveurs pratiquant la stabulation du bétail en saison sèche

RATION	Product° de lait par animal/ Jour	Recette par jour	Coût de la Ration	Fane d'ara- chide	Frais vété par litre	Livreur	Berger	Bénéfice par litre
Gaine de coton + Fane	01	190	100	50	5,3	14,6	8,3	11,8
Gaine de coton + Fane	01	190	100	00	5,3	00	00	84,7
Gaine de coton + Fane	1,5	285	100	50	8,0	21,9	8,3	64,6
Tourteau sésame + Son	01	190	70	50	5,3	14,6	8,3	41,8
Tourteau sésame + Son	1,5	285	70	50	8,0	21,9	8,3	84,6
Moyenne								57,5

- Le contrôle laitier a donné une moyenne de 1,44 l/jour.
- les éleveurs livrent environ 1 litre de lait / Animal stabulé / Jour conformément au contrat CRZ - VSF - Eleveur - Unité de Pasteurisation.
- les quantités autoconsommées varient entre 15 et 49 % de la production en fonction des étables.
- le litre de lait est vendu à 190 F à l'unité de pasteurisation
- les livreurs sont payés 17.500 par mois avec des quantités moyennes mensuelles de 1200 litres. Cependant tous les éleveurs n'utilisent pas un livreur. Les bergers sont payés 5.000 F/Mois pour 20 vaches ;
- les étables favorisent en outre la production de fumier et surtout la diminution de l'intervalle vêlage-vêlage qui passent de 2 ans à un an dans la majorité des étables contrôlées.

1.2 - CARACTERISTIQUES DU LAIT CRU (Tableau XX à XXIV)

Les résultats du contrôle des paramètres de la production, des examens organoleptiques et des tests physicochimiques sont présentés dans les tableaux

1.2.1 - Paramètres de la production

1.2.1.1 - Pratique de la stabulation (figure 22)

Dans 78 p. 100 des cas les laits arrivant à l'unité de pasteurisation proviennent des villages pratiquant la stabulation (liés en contrat avec la structure) carte 22 p. 100 pour les autres villages ne pratiquant pas la stabulation.

1.2.1.2 - Période d'arrivée (figure 23)

Les laits qui arrivent en première période (10 H - 11 H) représentent 47 p. 100 des livraisons, ceux de la deuxième période 14 p. 100 alors que les livraisons effectuées dans les troisième et quatrième périodes constituent respectivement 19 p. 100 et 20 p. 100 des cas.

1.2.1.3 - Distance village-unité de pasteurisation

La distance moyenne entre les villages et l'unité de pasteurisation est de $15,11 \pm 2,45$ km avec des variations de 13 km à 30 km.

Les livreurs provenant des villages pratiquant la stabulation parcourent 14,7 km en moyenne contre 16,4 km pour les livreurs provenant des autres villages "non stabulateurs"

1.2.1.4 - Température d'arrivée du lait

Le lait livré à l'unité de pasteurisation arrive à une température variant de 27° C à 33° C avec une moyenne de 30,2° C.

1.2.2 - Examens organoleptiques (figure 24)

Sur 100 échantillons examinés 49 sont satisfaisants, 45 acceptables et 7 sont non satisfaisants. Le taux de conformité est de 93 p. 100

TABLEAU XX. CARACTERISTIQUES DU LAIT CRU.

Date	Village	DV.UP	N°Ech	HA./HP	T°Amb	T°Arr	Qte/L	Qol.	pH	Test.Eb	A-D°	Alcool	CMT	Soude	TBM	Obs
04 - Nov	4	13	1	10 : 40	31	30	20	1	6,0	0	28	1	1	1	01 : 00	1
04 - Nov	4	13	2	10 : 40	31	30	20	1	6,5	1	28	1	0	0	01 : 00	1
04 - Nov	5	15	3	10 : 40	31	30	21	1	6,0	1	28	1	0	0	01 : 00	1
04 - Nov	5	13	4	11 : 30	31	30	18	2	6,0	1	29	1	0	0	01 : 00	1
04 - Nov	6	13	5	11 : 30	31	30	18	2	6,0	0	29	1	0	0	01 : 00	1
08 - Nov	1	15	6	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	16	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	7	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	16	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	8	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	16	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	9	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	20	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	10	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	20	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	11	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	20	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	12	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	16	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	13	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	16	0	0	0	03 : 00	3
08 - Nov	1	15	14	11 : 00	32	-	-	3	6,6	0	16	0	0	0	03 : 00	3
12 - Nov	7	14	15	11 : 00	28	28	30	1	6,7	0	25	1	0	0	02 : 30	2
12 - Nov	7	14	16	11 : 00	28	28	30	1	6,7	0	21	1	0	0	01 : 30	2
12 - Nov	7	14	17	11 : 00	28	28	24	1	6,7	0	21	1	0	0	01 : 30	2
12 - Nov	7	14	18	11 : 00	28	28	24	2	6,0	1	29	1	0	0	02 : 30	2
12 - Nov	8	15	19	11 : 00	28	28	24	2	6,5	0	24	1	0	0	02 : 30	2
12 - Nov	9	30	20	11 : 30	28	28	10	2	6,6	0	13	1	0	0	02 : 30	2

TABLEAU XXI CARACTERISTIQUES DU LAIT CRU.

Date	Village	DV. UP	N° Ech	HA./HP	T° Amb	T° Arr	Qte/L	Qol.	pH	Test. Eb	A-D°	Alcool	CMT	Soude	TBM	Obs
12 - Nov	10	15	21	13 : 30	28	28	9	2	6,5	0	25	1	0	0	02 : 30	2
12 - Nov	10	15	22	13 : 30	28	28	2	2	6,5	0	40	1	0	0	01 : 30	2
12 - Nov	11	16	23	13 : 30	28	28	20	2	6,5	0	25	1	1	1	01 : 30	2
12 - Nov	11	16	24	13 : 30	28	28	21	2	6,5	0	45	1	1	1	01 : 30	2
20 - Nov	1	15	25	13 : 30	29	28	35	2	6,7	0	25	0	0	1	03 : 00	3
20 - Nov	3	15	26	13 : 30	29	28	35	2	6,7	0	25	0	0	1	03 : 00	3
20 - Nov	2	13	27	13 : 30	29	28	22	2	6,7	0	25	0	0	1	03 : 00	3
20 - Nov	2	13	28	13 : 30	29	28	22	2	6,7	0	28	0	0	1	03 : 00	3
20 - Nov	2	13	29	13 : 30	29	28	22	2	6,7	0	25	0	0	1	03 : 00	3
25 - Nov	7	13	30	11 : 15	32	30	-	2	6,6	0	24	0	0	1	02 : 00	2
25 - Nov	7	13	31	11 : 15	32	30	-	2	6,6	0	25	0	0	1	02 : 00	2
25 - Nov	12	25	32	11 : 30	32	30	28	2	6,6	0	25	0	0	1	01 : 30	2
25 - Nov	12	25	33	11 : 30	32	30	28	2	6,6	0	29	0	0	1	03 : 00	3
25 - Nov	12	25	34	11 : 30	32	30	28	2	6,6	0	30	0	0	1	03 : 00	3
25 - Nov	10	15	35	11 : 45	32	30	5	2	6,6	0	30	0	0	1	03 : 00	3
25 - Nov	10	15	36	11 : 45	32	30	5	2	6,6	0	30	0	0	1	01 : 30	2
27 - Nov	1	15	37	13 : 00	33	30	34	2	6,6	0	35	0	0	1	03 : 00	3
27 - Nov	1	15	38	13 : 00	33	30	34	2	6,6	0	35	0	0	1	02 : 00	2
27 - Nov	1	15	39	13 : 00	33	30	34	2	6,6	0	36	0	0	1	02 : 00	2
27 - Nov	3	15	40	13 : 00	33	30	34	2	6,6	0	35	0	0	1	03 : 00	3

TABLEAU XXII CARACTERISTIQUE S DU LAIT CRU.

Date	Village	DV.UP	N°Ech	HA./HP	T°Amb	T°Arr	Qte/L	Qol.	pH	Test.Eb	A-D°	Alcool	CMT	Soude	TBM	Obs
27 - Nov	3	15	41	13 : 00	33	30	34	2	6,6	0	35	1	0	0	02 : 00	2
27 - Nov	2	13	42	13 : 30	33	30	10	2	6,6	0	35	1	0	0	03 : 00	3
27 - Nov	2	13	43	13 : 30	33	28	10	2	6,6	0	35	1	0	0	03 : 00	3
27 - Nov	2	13	44	13 : 30	33	28	10	2	6,6	0	35	1	0	0	03 : 00	3
27 - Nov	2	13	45	13 : 30	33	28	10	2	6,6	0	30	1	0	0	03 : 00	3
03 - Déc	1	15	46	13 : 00	30	30	33	2	6,6	0	27	1	0	0	03 : 00	3
03 - Déc	1	15	47	13 : 00	30	30	33	2	6,6	0	29	1	0	0	03 : 00	3
03 - Déc	1	15	48	13 : 00	30	30	33	2	6,6	0	30	1	0	0	03 : 00	3
03 - Déc	3	15	49	13 : 00	30	30	33	2	6,6	0	25	1	0	0	03 : 00	3
03 - Déc	3	15	50	13 : 00	30	30	33	2	6,6	0	28	1	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	51	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	16	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	52	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	16	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	53	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	54	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	55	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	56	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	57	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	58	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	59	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3
04 - Déc	1	15	60	11 : 00	28	-	-	3	6,7	0	18	0	0	0	03 : 00	3

TABLEAU XXIII CARACTERISTIQUE S DU LAIT CRU.

Date	Village	DV.UP	N° Ech	HA./HP	T° Amb	T° Arr	Qte/L	Qol.	pH	Test.Eb	A-D°	Alcool	CMT	Soude	TBM	Obs
10 - Déc	1	15	61	12 : 45	27	30	5	3	6,6	0	18	1	0	0	02 : 00	3
10 - Déc	1	15	62	13 : 15	27	30	20	3	6,6	0	18	1	0	0	02 : 00	3
10 - Déc	1	15	63	13 : 15	27	30	20	3	6,6	0	18	1	0	0	02 : 00	3
10 - Déc	3	15	64	13 : 15	27	32	20	3	6,6	0	18	1	0	0	02 : 00	3
10 - Déc	1	15	65	13 : 15	27	32	20	3	6,6	0	21	1	0	0	02 : 00	2
10 - Déc	3	15	66	13 : 15	27	32	20	3	6,6	0	21	1	0	0	03 : 00	2
10 - Déc	2	13	67	13 : 15	27	32	20	3	6,6	0	21	1	0	0	03 : 00	2
10 - Déc	2	13	68	13 : 30	27	32	20	3	6,6	0	21	1	0	0	03 : 00	2
10 - Déc	2	13	69	13 : 30	27	32	20	3	6,6	0	21	1	0	0	03 : 00	2
10 - Déc	2	13	70	13 : 30	27	32	20	3	6,6	0	21	1	0	0	03 : 00	2
12 - Déc	1	15	71	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	21	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	1	15	72	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	20	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	1	15	73	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	20	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	1	15	74	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	20	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	1	15	75	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	22	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	1	15	76	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	22	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	1	15	77	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	22	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	1	15	78	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	22	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	3	15	79	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	22	1	0	0	03 : 00	3
12 - Déc	3	15	80	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	22	1	0	0	03 : 00	3

TABLEAU XXIV - CARACTERISTIQUES DU LAIT CRU.

Date	Village	DV. UP	N° Ech	HA /HP	T° Amb	T° Arr	Qte/L	Qol	pH	Test Eb	A-D°	Acool	CMT	Soude	TBM	Obs
18 - Déc	1	15	81	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	20	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	1	15	82	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	20	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	1	15	83	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	18	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	1	15	84	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	18	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	1	15	85	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	18	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	1	15	86	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	18	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	1	15	87	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	18	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	1	15	88	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	18	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	3	15	89	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	20	1	0	0	03 : 00	3
18 - Déc	3	15	90	11 : 00	29	-	-	3	6,7	0	20	1	0	0	03 : 00	3
20 - Déc	2	13	91	13 : 15	29	33	6	2	6,2	0	21	1	0	0	01 : 00	1
20 - Déc	2	13	92	13 : 15	29	33	6	2	6,2	0	21	1	0	0	01 : 00	1
20 - Déc	2	13	93	13 : 15	29	33	6	2	6,2	0	21	1	0	0	01 : 00	1
20 - Déc	2	13	94	13 : 15	29	33	6	2	6,2	0	21	1	0	0	01 : 00	1
20 - Déc	1	15	95	13 : 20	29	33	20	2	6,5	0	22	1	0	0	01 : 00	2
20 - Déc	1	15	96	13 : 20	29	33	20	2	6,5	0	22	1	0	0	01 : 00	2
20 - Déc	1	15	97	13 : 20	29	33	20	2	6,5	0	22	1	0	0	01 : 00	2
20 - Déc	1	15	98	13 : 20	29	33	20	2	6,5	0	22	1	0	0	01 : 00	2
20 - Déc	3	15	99	13 : 20	29	33	20	2	6,5	0	22	1	0	0	01 : 00	1
20 - Déc	3	15	100	13 : 20	29	33	20	2	6,5	0	22	1	0	0	01 : 00	1

Figure 22: Pratique de la Stabulation

Villages	(2) Villages pratiquant la stabulation	(2) Villages ne pratiquant pas la stabulation
Pourcentage	78%	22%

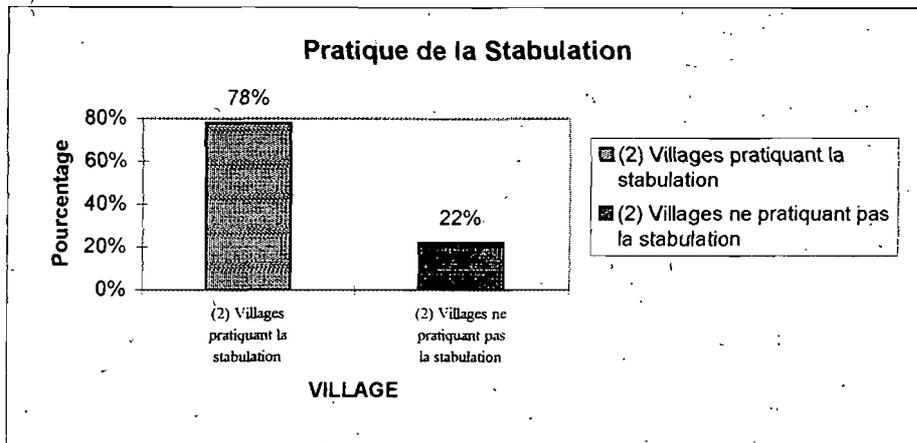
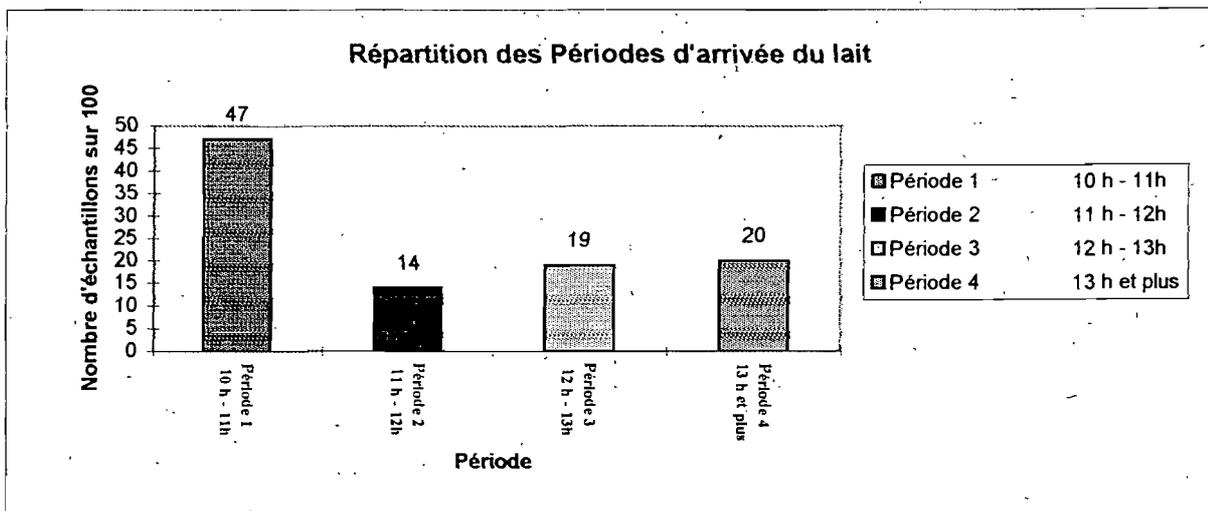


Figure 23: Répartition des périodes d'arrivée du lait

Période	Période 1 10 h - 11h	Période 2 11 h - 12h	Période 3 12 h - 13h	Période 4 13 h et plus
Nombre déchantillons sur 100	47	14	19	20



1.2.3 - Tests physicochimiques

1.2.3.1 - Test à l'ébullition (figure 25)

Aux tests à l'ébullition, 94 p. 100 des échantillons ont réagi négativement et 6 p. 100 positivement.

1.2.3.2 - Test C.M.T et à la soude (figure 26)

Pour ces deux tests les échantillons négatifs représentent 97 p. 100 et les échantillons positifs 3 p. 100.

1.2.3.3 - Test à l'alcool (figure 27)

- Tests positifs : 81 échantillons sur 100 soit 81 p. 100
- Tests négatifs : 19 échantillons sur 100 soit 19 p. 100

1.2.3.4 - Test au bleu de méthylène (figure 28)

Les temps de décoloration du bleu de méthylène varient de 1 H à plus de 3 H et sont ainsi répartis :

- t = 1 H : 9 échantillons sur 100 soit 9 p. 100
- t compris entre 1 H 30 et 3 H (<) : 29 échantillons sur 100 soit 29 p. 100
- t supérieur ou égale à 3 H : 62 échantillons sur 100 soit 62 p. 100

1.2.3.5 - Acidité (figures 29 et 30)

- Le pH moyen pour l'ensemble des échantillons est de $6,58 \pm 1,71$ avec des variations allant de 6,0 à 6,7. Ce pH atteint une valeur moyenne de 6,61 au niveau des villages qui pratiquent la stabulation et 6,45 au niveau des villages non stabulateurs.
Les pH compris entre de 6,6 à 6,7 représentent 80 % des échantillons contre 20 % pour les pH < 6,6
- L'acidité Dornic moyenne obtenue sur l'ensemble des échantillons est $23,38^\circ$ D. Elle varie de 16 à 45° D. La valeur moyenne au niveau des villages stabulateurs est de 22,11 elle atteint $27,86^\circ$ D au niveau des villages non stabulateurs.
Les acidités comprises entre 16 et 18° Dornic, représentent 26 % des échantillons contre 74 % pour les valeurs supérieures à 18° Dornic

Figure 24: Qualité organoleptique du lait cru

Qualité	Satisfaisante	Acceptable	Non satisfaisante
Nombre d'échantillons sur 100	49	45	7

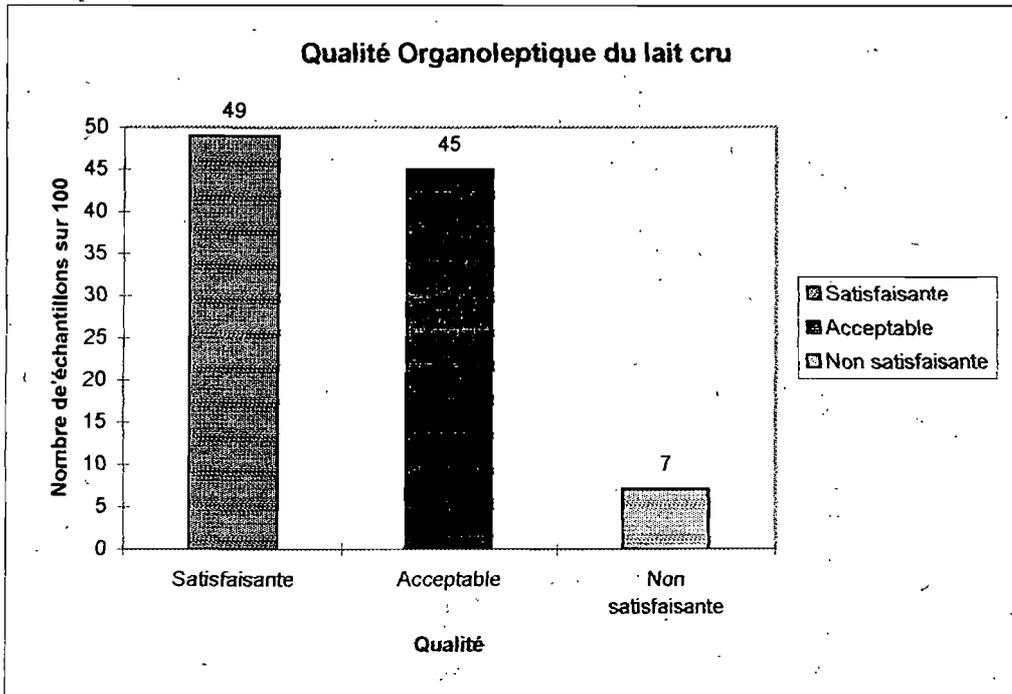


Figure 25 : Répartition des Tests à l'ébullition

Test à l'ébullition	Test négatif	Test Positif
Nombre d'échantillons sur 100	94	6

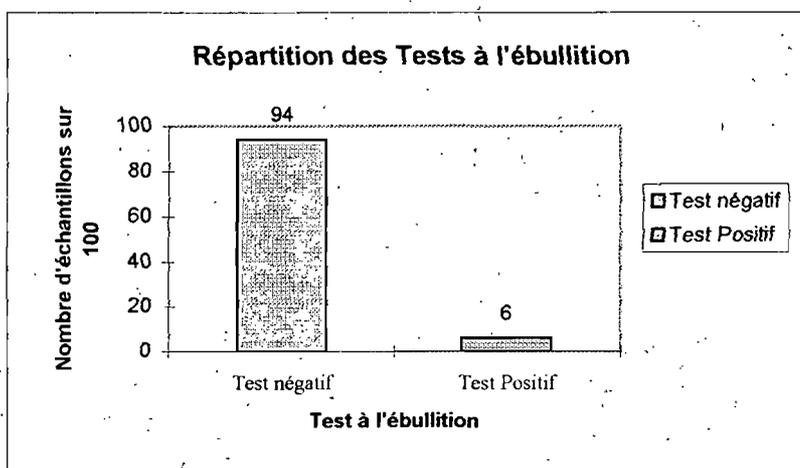


Figure 26 : Répartition des Tests C.M.T. et SOUDE

Test CMT et SOUDE	Test Négatif	Test Positif
Nombre déchantillons sur 100	97	3

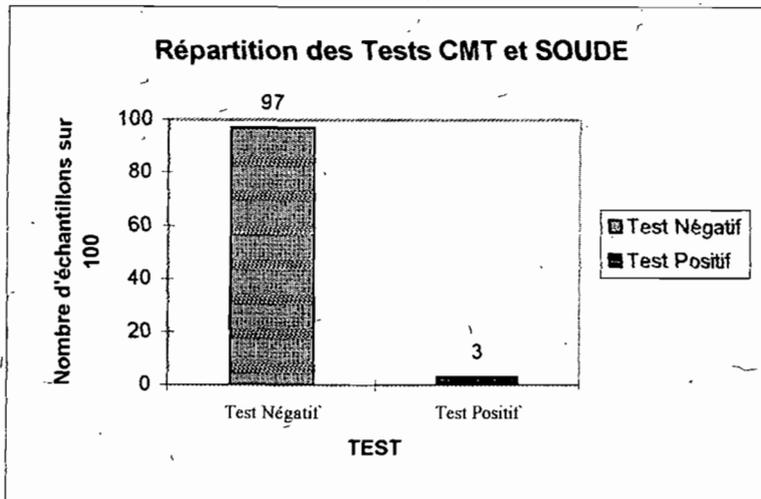


Figure 27 : Répartition des Tests à l'alcool

Tests à l'alcool	Test Positif	Test Négatif
Nombre déchantillons sur 100	81	19

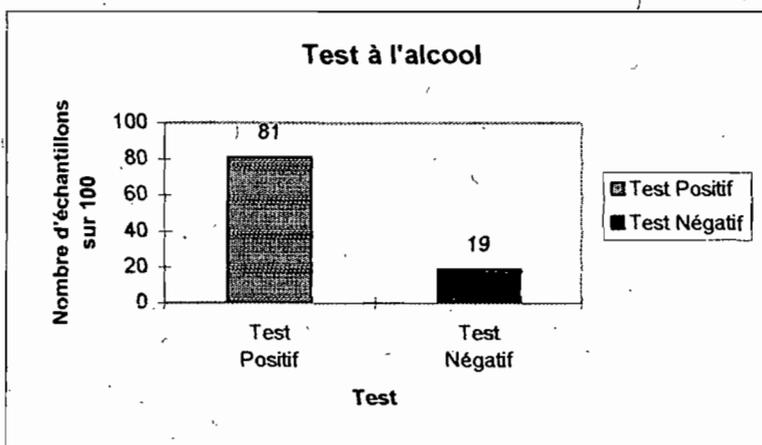


Figure 28 : Répartition des Temps de décoloration du bleu de Méthylène

Test du bleu de Méthylène	t = 1 Heure	1h30 ≤ t < 3h	t ≥ 3h
Nombre d'échantillons sur 100	9	29	62

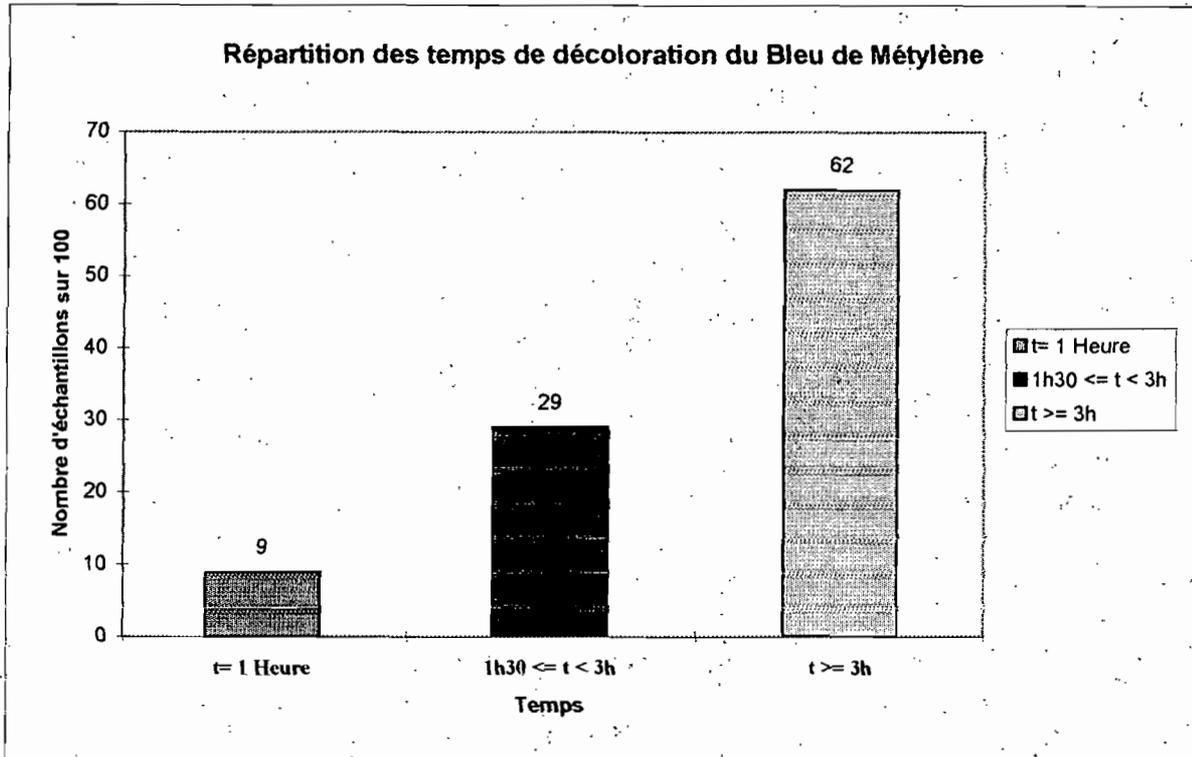


Figure 29 : Répartition des PH

PH	ph = 6,6 à 6,8	ph < 6,6
Nombre d'échantillons sur 100	80	20

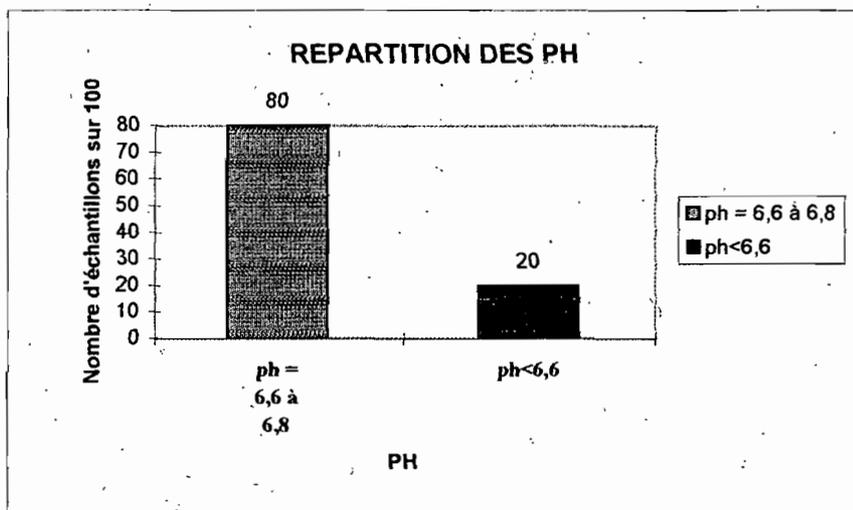


Figure 30 : Répartition de l'acidité Domic

Acidité	Acidité=16 à 18°	Acidité>18°
Nombre d'échantillons sur 100	26	74

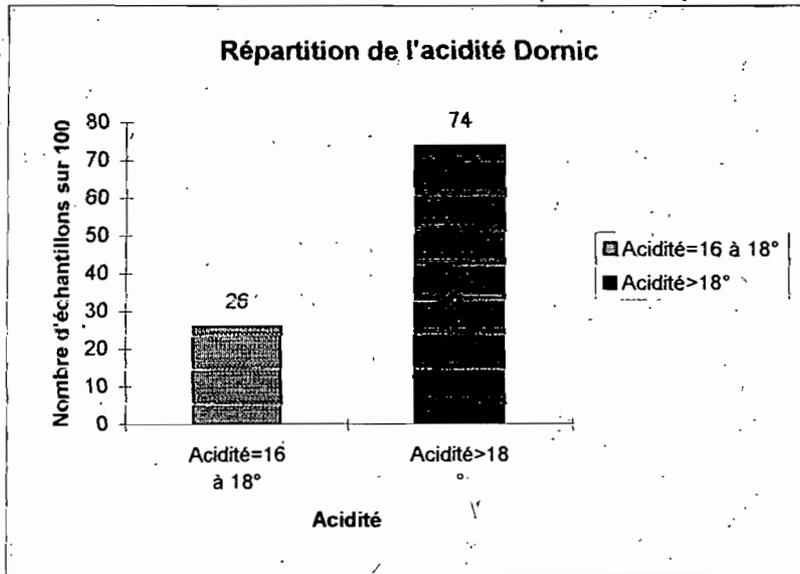
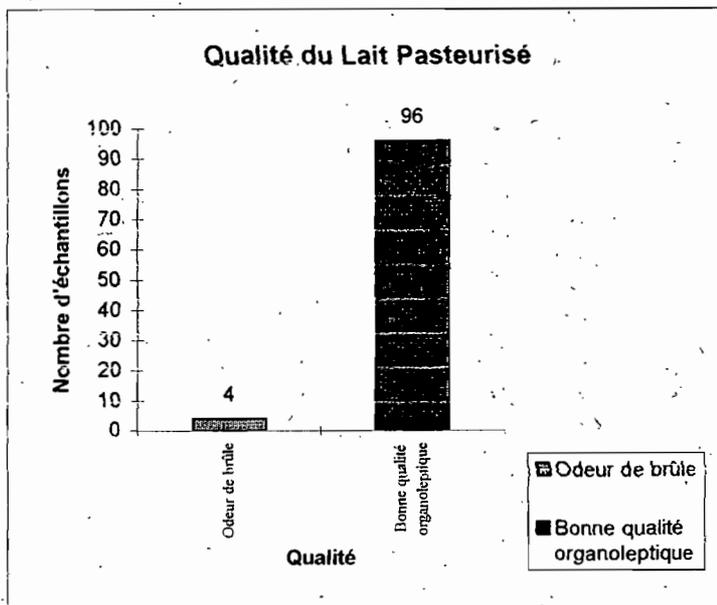


Figure 31 : Qualité organoleptique du lait pasteurisé

Qualité du lait Pasteurisé	Odeur de brûlé	Bonne qualité organoleptique
Nombre d'échantillons sur 100	4	96



1.3 - CARACTERISTIQUES DU LAIT PASTEURISE (Tableau XXV à XXIX)

1.3.1 - Examen organoleptique (figure 31)

L'examen organoleptique du lait pasteurisé a donné les résultats suivants :

- 4 échantillons sur 100 présentent une odeur de brûlé ;
- 96 échantillons sur 100 sont dépourvus de défauts organoleptiques.

1.3.2 - Test PAL

Tous les échantillons analysés ont réagi négativement à l'épreuve de la Phosphatase Alcaline.

1.3.3 - Taux de matières grasses

Le taux de matières grasses varie de 3 à 5 p. 100. La moyenne obtenue est de ?

1.4 - CONTROLE DE LA TECHNIQUE DE PASTEURISATION

1.4.1 - Approvisionnement

La collecte se fait suivant le système villages-unité de pasteurisation, il n'y a pas de relais. Les quantités collectées et traitées varient en fonction des périodes de l'année. Le tableau XXX et la figure 32 montrent l'évolution de ces quantités.

Ces quantités varient de 2 à 35 litres par livreur et par jour et sont plus importantes chez les villages qui pratiquent la stabulation.

A la réception du lait, il est effectué une mesure de la quantité et un contrôle de la qualité basé sur la mesure du pH, de la densité, le test à l'ébullition et l'examen des caractères organoleptiques pour apprécier la qualité générale du lait et son aptitude à subir le traitement thermique.

Les laits ayant satisfait à ces différentes épreuves sont ainsi soumis à la pasteurisation.

Tableau xxx : Evolutions des quantités collectées de Février ¹⁹⁹⁶ à Avril 1997

mois	quantité collectée	moyenne /jour	pertes	
			litre	%
février	1 200,0	42,9	0,0	0
mars	2 254,0	72,7	177,0	8%
avril	2 558,0	85,3	136,0	5%
mai	2 645,0	85,3	210,0	8%
juin	2 134,0	71,1	73,0	3%
juillet	992,5	32,0	58,0	6%
août	1 238,5	40,0	53,0	4%
septembre	1 669,5	55,7	57,0	3%
octobre	3 053,5	101,8	266,0	9%
novembre	2 837,5	94,6	408,0	14%
décembre	671,5	22,4	21,7	3%
janvier	296,5	9,9	21,7	7%
février	2 428,0	80,9	21,7	1%
mars	4 010,0	133,7	21,7	1%
avril	4 320,0	144,0	21,7	1%
total	32 308,5	71,5	1546,3	5%

Figure 38 : Evolution des quantités collectées de Février 1996 à Avril 1997.

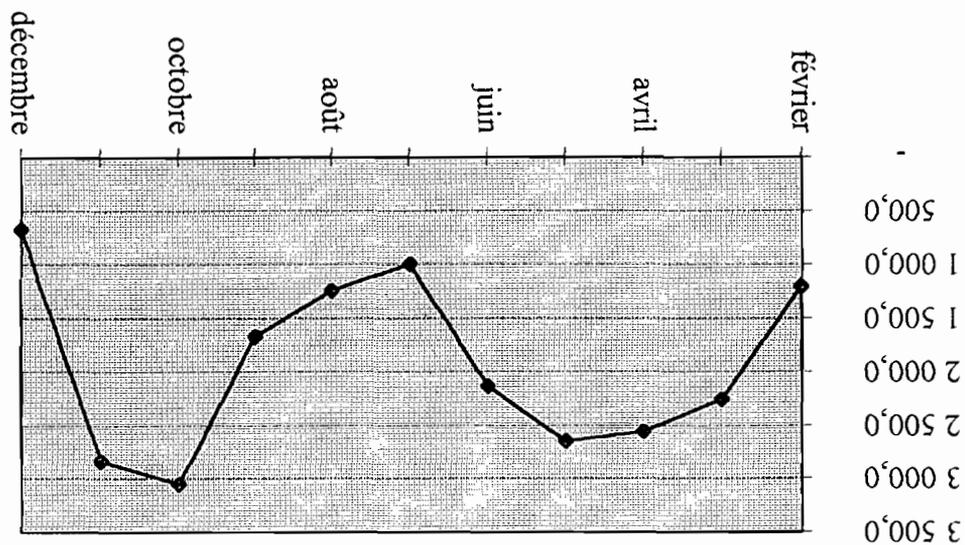


TABLEAU XXV : CARACTERISTIQUES DU LAIT PASTEURISE

Date	n° Echant	Moment Prélèvement	qté Lp en l	T° pasteurisation en° C	OBS	Test PAL	Taux MG en g/l
04 - Mars	1	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	35
04 - Mars	2	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	35
04 - Mars	3	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	37
04 - Mars	4	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	37
04 - Mars	5	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	37
04 - Mars	6	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	50
04 - Mars	7	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	50
04 - Mars	8	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	37
04 - Mars	9	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	40
04 - Mars	10	24 h après mise en sachet	23	90	Ras	négatif	40
05 - Mars	11	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	12	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	13	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	14	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	15	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	16	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	17	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	18	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	19	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
05 - Mars	20	24 h après mise en sachet	50	90	Ras	négatif	
07 - Mars	21	avant ensachage	8	90	Ras	négatif	42
07 - Mars	22	avant ensachage	8	90	Ras	négatif	44,8

TABLEAU XXVI : CARACTERISTIQUES DU LAIT PASTEURISE

Date	n° Echant	Moment Prélèvement	qté Lp en l	T° pasteurisation en° C	OBS	Test PAL	Taux MG en g/l
07 - Mars	23	avant ensachage	23	90	Ras	négatif	44,8
07 - Mars	24	avant ensachage	23	90	Ras	négatif	42
07 - Mars	25	avant ensachage	28	95	Ras	négatif	44,8
07 - Mars	26	avant ensachage	28	95	Ras	négatif	41,9
07 - Mars	27	avant ensachage	50	75	Ras	négatif	45
07 - Mars	28	avant ensachage	50	75	Ras	négatif	45
07 - Mars	29	avant ensachage	50	75	Ras	négatif	44,8
07 - Mars	30	avant ensachage	50	75	Ras	négatif	44,8
17 - Mars	31	avant ensachage	40	90	Ras	négatif	
17 - Mars	32	avant ensachage	40	90	Ras	négatif	
17 - Mars	33	avant ensachage	50	90	Ras	négatif	
17 - Mars	34	avant ensachage	50	90	Ras	négatif	
17 - Mars	35	avant ensachage	26	90	Ras	négatif	
17 - Mars	36	avant ensachage	26	90	Ras	négatif	
17 - Mars	37	avant ensachage	28	90	Ras	négatif	
17 - Mars	38	avant ensachage	28	90	Ras	négatif	
17 - Mars	39	avant ensachage	10	90	Ras	négatif	
17 - Mars	40	avant ensachage	10	90	Ras	négatif	
24 - Mars	41	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	
24 - Mars	42	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	
24 - Mars	43	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	
24 - Mars	44	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	

TABLEAU XXVII: CARACTERISTIQUES DU LAIT PASTEURISE

Date	n° Echant	Moment Prélèvement	qté Lp en l	T° pasteurisation en° C	OBS	Test PAL	Taux MG en g/l
24 - Mars	45	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	45
24 - Mars	46	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	37
24 - Mars	47	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	37
24 - Mars	48	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	30
24 - Mars	49	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	30
24 - Mars	50	avant ensachage	44	80	Ras	négatif	42
25 - Mars	51	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	45
25 - Mars	52	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	33
25 - Mars	53	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
25 - Mars	54	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
25 - Mars	55	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
25 - Mars	56	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
25 - Mars	57	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
25 - Mars	58	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
25 - Mars	59	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
25 - Mars	60	24 h après ensachage	55	90	Ras	négatif	
8 - Mars	61	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
8 - Mars	62	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
8 - Mars	63	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
8 - Mars	64	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
8 - Mars	65	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
8 - Mars	66	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	

TABLEAU XXVIII CARACTERISTIQUES DU LAIT PASTEURISE

Date	n° Echant	Moment Prélèvement	qté Lp en l	T° pasteurisation en° C	OBS	Test PAL	Taux MG en g/l
28 - Mars	67	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
28 - Mars	68	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
28 - Mars	69	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
28 - Mars	70	48 h après ensachage	48	90	Ras	négatif	
02 - Avril	71	24 h après ensachage	10	90	Ras	négatif	
02 - Avril	72	24 h après ensachage	10	90	Ras	négatif	
02 - Avril	73	24 h après ensachage	10	90	Ras	négatif	
02 - Avril	74	24 h après ensachage	10	90	Ras	négatif	
02 - Avril	75	24 h après ensachage	28	90	Ras	négatif	
02 - Avril	76	24 h après ensachage	28	90	Ras	négatif	
02 - Avril	77	24 h après ensachage	28	90	Ras	négatif	
2 - Avril	78	24 h après ensachage	28	90	Ras	négatif	
2 - Avril	79	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	
2 - Avril	80	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	
8 - Avril	81	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
8 - Avril	82	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
8 - Avril	83	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
3 - Avril	84	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
3 - Avril	85	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
3 - Avril	86	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
3 - Avril	87	72 h après ensachage	30	90	Ras	négatif	45

TABLEAU XXIX : CARACTERISTIQUES DU LAIT PASTEURISE

Date	n° Echant	Moment Prélèvement	qté Lp en l	T° pasteurisation en° C	OBS	Test PAL	Taux MG en g/l
08 - Avril	88	72 h après ensachage	30	90	Ras	négatif	45
08 - Avr il	89	72 h après ensachage	30	90	Ras	négatif	45
08 - Avril	90	72 h après ensachage	30	90	Ras	négatif	45
09 - Avril	91	72 h après ensachage	30	90	Ras	négatif	45
09 - Avril	92	72 h après ensachage	26	90	Ras	négatif	45
09 - Avril	93	72 h après ensachage	26	90	Ras	négatif	45
09 - Avril	94	72 h après ensachage	26	90	Ras	négatif	45
09 - Avril	95	72 h après ensachage	26	90	Ras	négatif	45
09 - Avril	96	72 h après ensachage	26	90	Ras	négatif	45
09 - Avril	97	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
09 - Avril	98	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
09 - Avril	99	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
09 - Avril	100	72 h après ensachage	44	80	Ras	négatif	45
		MOYENNE	37,86		Ras	négatif	44,7

1.4.2 - Le Process (matériel et technique)

Le traitement thermique est effectué dans des marmites ou cuves en aluminium ou en fer de contenance variable (10 à 50 litres). La température est contrôlée à l'aide d'un thermomètre et l'homogénéisation irrégulièrement assurée à l'aide d'une louche.

Les barèmes de chauffage adoptés sont de :

- 75° C pendant 15 s ;
- 80° C pendant 1 mn ;
- 90 à 95° C instantané.

Le relevé des barèmes de pasteurisation que nous avons effectué a donné les résultats figurant dans le tableau XXXI

Après le traitement thermique le lait est aussitôt ensaché et refroidi à l'eau ordinaire puis stocké au réfrigérateur.

1.4.3 - locaux

Les locaux sont d'une superficie de 16 m² environ. Le plancher est cimenté, les murs sont peints et le plafond est constitué de tôles ondulées surmontant un revêtement de nattes en pailles.

Ce local abrite toutes les opérations techniques. La figure 33 présente le plan de masse.

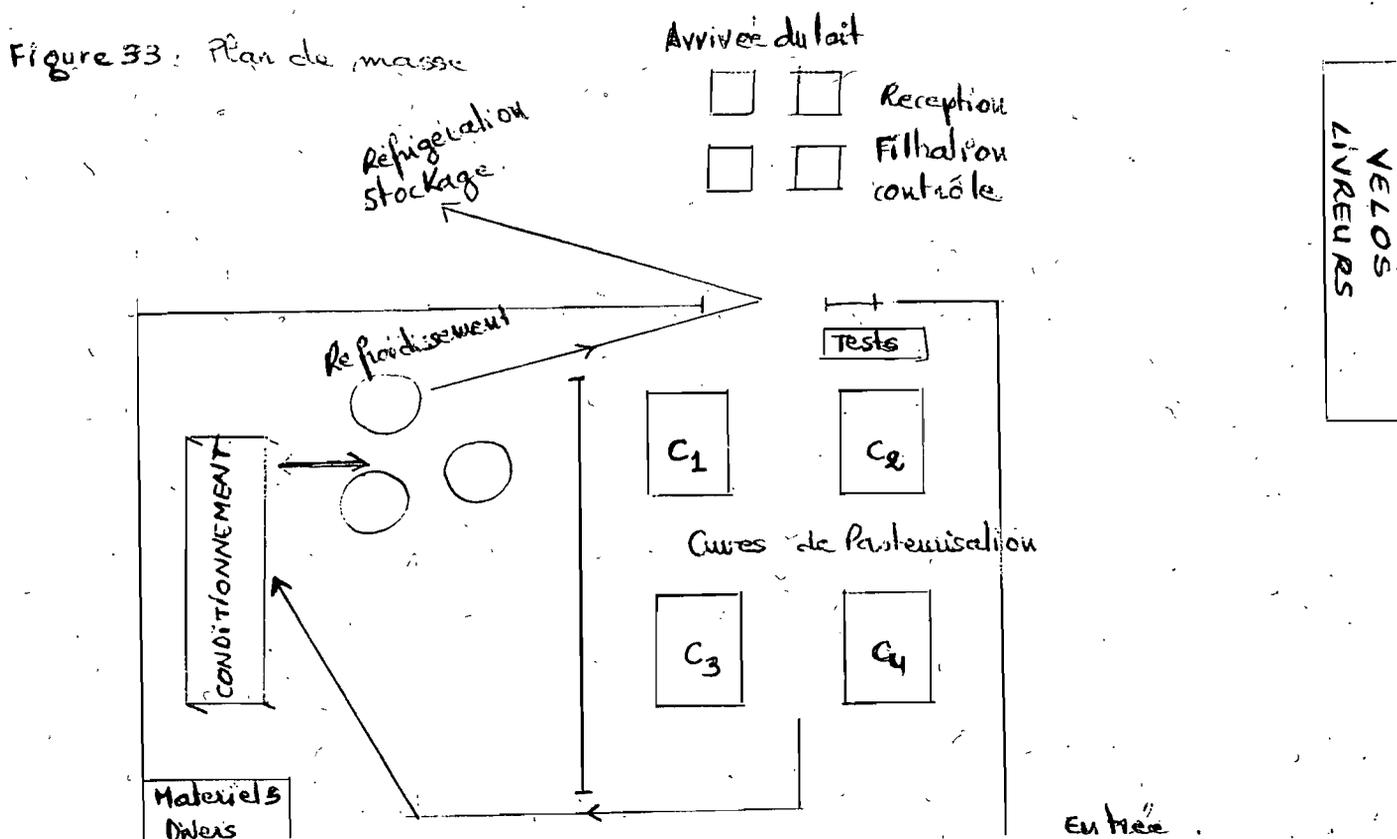


TABLEAU : Contrôle des barèmes de chauffage

DATE	Cuve de Pasteurisation	Quantité Pasteurisée	Température de départ (T°)	Température à un temps donné		Température finale		OBSERVATIONS
07/03/97	C4	30 l	35° C	75° C	31 mn	95° C	80 mn	R.A.S
07/03/97	C3	28 l	35° C	79° C	30 mn	95° C	75 mn	R.A.S
07/03/97	C2	23 l	37° C	71° C	22 mn	90° C	70 mn	R.A.S
11/03/97	C1	08 l	38° C	77° C	15 mn	90° C	20 mn	R.A.S
11/03/97	C5	50 l	37° C	61° C	40 mn	75° C	70 mn	R.A.S
13/03/97	C1	10 l	35° C	77° C	15 mn	90° C	26 mn	Mousse noire + odeur de brûlé
02/04/97	C1	09 l	32° C	76° C	15 mn	90° C	21 mn	odeur de brûlé
10/05/97	C1	10 l	37° C	78° C	45 mn	90° C	45 mn	R.A.S
12/05/97	C2	23 l	35° C	73° C	25 mn	85° C	33 mn	Lait à odeur brûlé

1.5 - HYGIENE DU LAIT AVANT ET APRES PASTEURISATION

1.5.1 - Avant pasteurisation (traite, collecte, transport)

Les défauts observés au niveau des étables sont :

- l'irrégularité ou l'absence de renouvellement de litière ;
- l'insalubrité des abords de l'étable ;
- l'absence de toilette du trayon même avec de l'eau simple ;
- la non utilisation d'antiseptiques par les trayeurs pour se désinfecter les mains avant la traite, seule l'utilisation de l'eau a été constatée dans quelques étables ;
- les récipients de collecte sont lavés à l'eau simple ou chaude et savonneuse ou parfois même non lavés ;
- la filtration du lait à l'étable est effectuée avec des filtres à gaz non stériles (parfois même très sales) ;
- la durée entre la traite et la livraison est parfois très longue (2 à 3 H) ;
- la réception du lait se fait à ciel ouvert en dehors des locaux de pasteurisation.

1.5.2 - Hygiène de la pasteurisation et des opération annexes

Le traitement thermique est effectué dans des cuves qui ne sont pas fermées hermétiquement, la même louche sert à homogénéiser le lait des différentes marmites.

Les matériaux de conditionnement n'ont pas une stérilité garantie au préalable et le refroidissement est pratiquement passif du fait de l'absence d'un système de froid.

Le port de la blouse observé par le personnel au début de l'étude a été progressivement abandonné. Cependant l'eau de javel est régulièrement utilisée pour la désinfection des mains et du matériel avant toutes les opérations effectuées.

L'accès à l'unité de pasteurisation n'est pas réglementé.

2 - DISCUSSION

2.1 - PERFORMANCES DES ETABLES

La stabulation améliore substantiellement la production laitière avec 1,44 litres par animal et par jour. DIAW (11) a obtenu des résultats similaires avec 1,3 dans les étables suivies par la SODEFITEX (Société de Développement des Fibres Textiles).

En outre elle procure aux agro-pasteurs des bénéfices substantielles et génère les revenus plus intéressants aux livreurs et aux bergers. En d'autre terme la pasteurisation du lait des étables à un effet bénéfique sur tous les acteurs de la filière.

2.2 - CARACTERISTIQUES DU LAIT CRU

2.2.1 - Caractères organoleptiques

Lors de l'examen des caractères organoleptiques les défauts observés n'ont concerné que 7 p. 100 des échantillons (laits malpropres) dans 45 p. 100 le lait était acceptable compte tenu des conditions de livraison. Au total 97 p. 100 des laits livrés à l'unité de pasteurisation sont propres physiquement, ce qui témoigne d'un bon respect des recommandations relatives à la filtration du lait avant sa livraison.

2.2.2 - Analyse physico-chimique

2.2.2.1 - pH

Un lait normal doit avoir un pH compris entre 6,6 et 6,8 - 80 p. 100 des échantillons analysés s'inscrivent dans cette fourchette et 20 p. 100 en dessous. Aucun pH supérieur à 6,7 n'a été observé.

Des résultats similaires ont été obtenus par ABDESSALAM (1) avec 75 p. 100 de conformité et 25 p. 100 de pH acide.

2.2.2.2 - Acidité Dornic

Un lait normal a une acidité de 16 à 18° Dornic. 26 p. 100 des échantillons satisfont à cette norme et 74 p. 100 ont une acidité supérieure à 18° D. Ces

résultats se rapprochent de ceux de **NDIAYE (37)** avec une variation de 20 à 35° D, et **ABDESSALAM** avec 17 à 40° D.

La forte acidité du lait peut provenir soit :

- d'une flore lactique importante présente initialement dans le produit. Cette flore a été très importante dans les analyses de **ABDESSALAM** et les cas de forte population étaient en rapport avec de pH très acides ;
- d'un non respect des règles d'hygiène ;
- d'une durée relativement importante entre la traite et la livraison du lait ce qui favorise la multiplication des germes acidifiants, quand on sait que le lait arrive à une température de 27° C à 33° C très favorable à ces germes mésophiles.

2.2.2.3 - Tests à l'ébullition

Les laits normaux ne coagulent pas à l'ébullition, ce qui été le cas dans 94 p. 100 des échantillons analysés. Seuls 6 p. 100 des échantillons ont été positifs à ce test. Cette anomalie est en rapport avec une forte acidité et un début d'altération du lait. Ces échantillons positifs ont tous fait l'objet d'un rejet au niveau de l'unité de pasteurisation.

2.2.2.4 - Tests à l'alcool

Ce test a montré un fort taux d'instabilité des laits soumis à l'action de l'alcool. Cependant cette instabilité ne peut pas toujours être attribuée à une forte acidité car certains échantillons ont été prélevés à la sortie de la mamelle et avait un pH normal.

2.2.2.5 - Tests C.M.T et soude

Le faible taux d'échantillons positifs (3 p. 100) atteste de la très faible prévalence des affections mammaires des vaches stabulées et témoigne de l'efficacité du suivi médico-sanitaire.

Ces résultats sont aussi confirmés au niveau des pH analysés car aucun pH supérieur à 6,7 n'a été observé.

2.2.2.6 - Tests au bleu de méthylène

Un lait de bonne qualité microbiologique ne doit pas décolorer le bleu de méthylène en moins de 3 heures. 62 p. 100 des échantillons sont conformes à cette norme.

48 p. 100 des échantillons présentent une mauvaise qualité bactériologique. Cette forte population est en rapport avec le non respect des principes d'hygiène et des délais livraison du lait, ce qui favorise la prolifération bactérienne. Cela est d'autant plus vrai que tous les laits prélevés au niveau de la mamelle présentaient des temps de décoloration supérieurs à 3 heures.

2.3 - INTERPRETATION DES CORRELATIONS ENTRE LES CARACTERISTIQUES DU LAIT CRU

Le tableau XXXII montre les différentes corrélations entre les caractéristiques du lait.

2.3.1 - pH

Il est négativement corrélé à l'acidité Dornic, en d'autres termes lorsque l'acidité augmente le pH diminue.

Il est positivement corrélé au test du bleu de méthylène, à la qualité organoléptique et au test à l'ébullition. Il présente aussi une corrélation positive au test à l'alcool.

2.3.2 - Temps de décoloration du bleu de méthylène

Ce test est positivement corrélé au pH, aux caractéristiques organoléptiques, au test à l'ébullition et à l'alcool. Les temps de décoloration les plus courts (bonne qualité bactériologique) sont en relation avec un bon pH, de bonnes caractéristiques du lait et un test à l'ébullition négatif.

2.3.3 - Caractéristiques organoléptiques

Elles sont positivement corrélées au pH, à l'acidité Dornic, à l'ébullition et au test à l'alcool.

2.3.4 - Test à l'ébullition

Il est positivement corrélé au pH au test du bleu de méthylène et aux caractéristiques organoléptiques.

TABLEAU : Correlations entre les différentes caractéristiques du lait cru

	DISTANCE VILLAGE-UP	pH	ACIDITE DORNIC	TEMPS DE DECOLORATION	Caractéristiques organoleptique	Test Ebullition	Test Alcool
DISTANCE VILLAGE-UP	1,000	0,1425 NS	0,0164 NS	0,0888 NS	0,0154 NS	0,1151 NS	- 0,0219 NS
pH	0,1425 NS	1,000	- 0,2680 **	0,7724 ***	0,4686 ***	0,7391 ***	0,2039 *
ACIDITE DORNIC	0,0164 NS	- 0,2680 **	1,000	- 0,2539 *	- 0,6256 ***	- 0,1958 *	- 0,4884 ***
TEMPS DE DECOLORATION	0,0888 NS	0,7724 ***	- 0,2539 **	1,000	0,5864 ***	0,4615 ***	0,3475 ***
Caractéristiques organoleptique	0,0154 NS	0,4686 ***	- 0,6256 ***	0,5864 ***	1,000	0,3192 **	0,4569 ***
Test Ebullition	0,1151 NS	0,7391 ***	- 0,1958 *	0,4615 ***	0,3192 **	1,000	0,1224 NS
Test Alcool	- 0,0219 NS	0,2039 NS	- 0,4884 ***	0,3475 ***	0,4569 ***	0,1224 NS	1,000

NS = non significatif

* : peu significatif

** : significatif

*** : très significatif

2.4 - CARACTERISTIQUES DU LAIT PASTEURISE

2.4.1 - Test PAL

Tous les laits analysés sont conformes à la réglementation sénégalaise et internationale : nous avons obtenu 100 p. 100 d'échantillons négatifs. Ces résultats sont identiques à ceux obtenus par SINA (46) à partir des laits pasteurisés en complexe industriel (SOCA).

Par sa thermosensibilité cette enzyme est détruite par la méthode de pasteurisation adoptée par l'unité pilote ce qui confère au produit une bonne qualité hygiénique.

2.4.2 - Qualité organoleptique du lait pasteurisé

Dans l'ensemble le lait pasteurisé présente de bonnes caractéristiques organoléptiques. Les 4 p 100 d'échantillons présentant une odeur de brûlé sont en rapport avec le traitement de petites quantités.

2.4.3 - Taux de matières grasses

Les taux obtenus sont très variables et montrent que l'homogénéisation n'est pas parfaite. Cependant les résultats obtenus sont non seulement conformes aux normes mais aussi ils sont supérieurs à la valeur normale, ce qui laisse des opportunités d'utilisation pour la fabrication de crème et beurre.

2.5 - EFFICACITE ET LIMITES DU DISPOSITIF

La technique de pasteurisation a donné certes des résultats satisfaisants lors des différents tests du lait pasteurisé, mais il n'en demeure pas moins que des pertes sont observées au niveau de la production.

- lait qui brûle ou qui coagule en cours de traitement ;
- recontamination après pasteurisation ce qui s'observe surtout avec le lait caillé ;

Ces pertes représentent 5 % en moyenne et atteignent parfois 14 %.

A cela il faut ajouter que la technique actuelle ne permet pas une montée en température rapide (le débit du gaz s'affaiblit avec le temps) et la méthode n'est pas adaptée à une pasteurisation haute.

Le système de refroidissement actuel n'est pas efficace, car il ne permet pas une baisse rapide de la température surtout pour le lait destiné au caillage.

L'absence de système d'étiquetage rend difficile le contrôle des dates de fabrication ou de péremption :

CHAPITRE IV - RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

1 - RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude, et compte tenu d'une part des résultats obtenus et d'autre part de l'environnement socio-économique, il nous est apparu judicieux de recommander un certain nombre de mesures.

Les mesures s'appliqueront aux différentes étapes de la filière et viseront essentiellement à conférer une bonne qualité aux produits de l'unité de pasteurisation.

1.1 - AU NIVEAU DE LA PRODUCTION

Les actions à entreprendre concerneront essentiellement les stades de la traite, de la collecte et du transport du lait, pour obtenir un lait cru de bonne qualité qui est la condition nécessaire à la réussite de toute opération de traitement de transformation du lait en particulier la pasteurisation.

1.1.1 - Traite

A ce stade il faudra :

- Veiller à la santé des vaches stabulées, il ne faut admettre à la production que les vaches en parfait état de santé, les animaux atteints de mammites doivent être écartés ;
- Veiller à la propreté des étables (nettoyage des abords, renouvellement de la litière...) et procéder à une traite précoce ;
- Sensibiliser les éleveurs au rôle fondamental de l'hygiène, les trayeurs doivent se désinfecter les mains et le trayon avec un désinfectant approprié à ce titre l'eau de Javel nous apparaît bien indiquée compte tenu de son faible coût.

1.1.2 - Collecte

Les récipients utilisés pour la collecte doivent être nettoyés et désinfectés auparavant car ils constituent des niches favorables à la multiplication des germes.

Les bidons doivent être progressivement remplacés par les seaux (ou si possible par les jerricans) qui se nettoient plus facilement. Les filtres utilisés doivent présenter une stérilité, car les opérations successives favorisent la présence des bactéries et de ce fait le filtre lui-même sera à l'origine de la contamination du lait. Les filtres doivent être bouillis au préalable pour diminuer le risque de contamination.

1.1.3 - Transport

Après la collecte, le transport du lait doit s'effectuer rapidement sur l'unité de pasteurisation pour minimiser la prolifération microbienne compte tenu de l'influence de la température ambiante.

1.2 - AU NIVEAU DE L'UNITE DE PASTEURISATION

Les mesures porteront essentiellement sur la réception, le process du lait, le matériel, le personnel ainsi que sur le local

1.2.1 - Réception du lait

La réception doit être organisée de manière à éviter les contaminations du lait à l'arrivée.

Le matériel servant à la mesure et au contrôle de qualité doivent impérativement être stériles. Le contrôle proprement dit doit porter sur la densité, le pH et la stabilité du lait à la chaleur (test à l'alcool, test à l'ébullition) de même la filtration doit être réalisée dans de bonnes conditions hygiéniques.

Il faudrait éviter une réception à l'air libre car l'air est vecteur de poussière et autres contaminants.

1.2.2 - Local

L'environnement dans lequel l'unité de pasteurisation est installée doit être sain. La construction des locaux peut se faire de manière à éviter l'accès à toute souillure (poussière, objets divers, rongeurs etc...). La conception des locaux doit respecter la séparation des secteurs "sains" et "souillés".

Les sols et les murs doivent être revêtu d'une surface carrelée jusqu'à une hauteur d'au moins 1,75 m ou enduits (murs) d'une peinture à l'huile afin de faciliter le nettoyage.

Pour rendre efficaces et effectives toutes ces recommandations nous avons conçu un plan de masse amélioré représenté par la figure 34.

Il faudra enfin veiller à n'entreposer dans le local que les objets servant à la transformation du lait. Les locaux doivent rester propres à la fin de chaque journée de travail.

1.2.3 - Process

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MÉDECINE
VÉTÉRINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

Le lait doit être soumis au traitement aussitôt après le contrôle. Les marmites (cuves) doivent être couvertes lors du traitement pour éviter les pertes de chaleur et l'oxydation. Il faudra procéder au brassage du lait de manière régulière pour éviter la formation de mousses de surface qui pourraient ainsi soustraire des germes à l'action bactéricide de la chaleur.

En outre cela permettrait d'assurer une homogénéité de température dans la masse du lait à pasteuriser.

Les barèmes de chauffage doivent être revus à la baisse (pasteurisation basse), le matériel actuel permet difficilement de procéder à une pasteurisation haute car le lait est trop en contact avec la paroi chauffante, d'où les surchauffes intempestives à l'origine du goût de cuit.

Après traitement le lait doit être mis en sachet automatiquement puis refroidit brutalement pour éviter la germination de certaines espèces bactériennes. Pour ce faire, il serait possible d'utiliser un bac de glace dans lequel les sachets seront introduits.

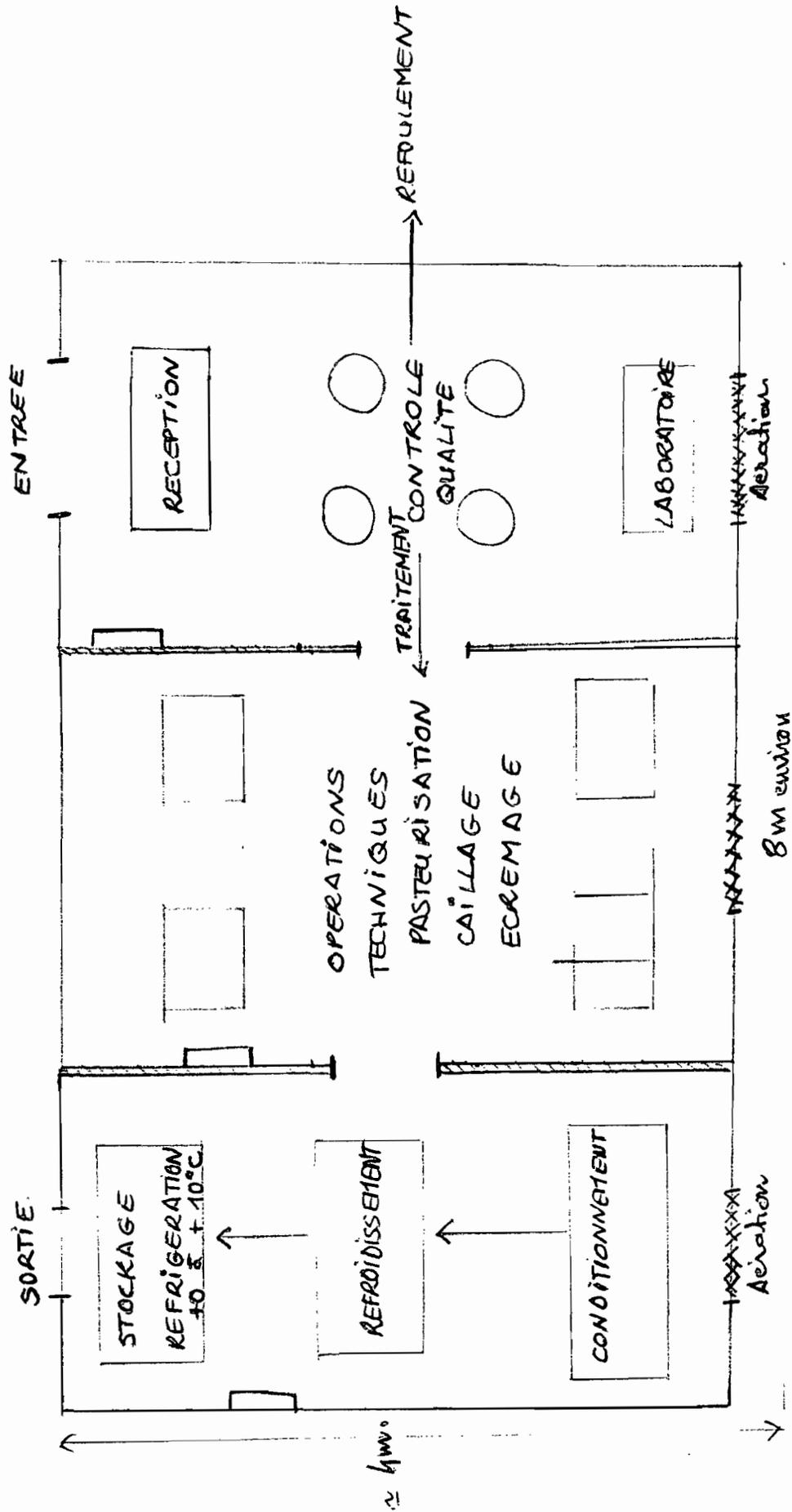
Les emballages utilisés doivent bien mentionner la date de fabrication ou de péremption. L'utilisation d'un dateur sec nous paraît adapté à ce type d'emballage.

Par ailleurs, il faudrait que la couleur de l'emballage corresponde avec la nature du lait :

- lait entier : rouge ;
- lait demi-écrémé : verte ;
- lait écrémé : bleue.

Il faudrait aussi distinguer le "lait caillé" et le "lait frais pasteurisé" et veiller aux conditions d'entreposage.

Figure 34: Plan de masse amélioré (de l'unité de pasteurisation)



1.2.4 - Matériel

Le matériel doit être conçu de façon à faciliter le nettoyage et la désinfection après chaque journée de travail. Les tables utilisées pour le conditionnement doivent être munies d'un revêtement en matière plastique ou en caoutchouc.

1.2.5 - Personnel

Par ces manipulations, il constitue le maillon le plus important de la chaîne de production. Toujours en contact avec le lait, son respect des principes d'hygiène est indispensable à l'obtention d'un produit de qualité. Ainsi l'hygiène corporelle et vestimentaire doivent être de rigueur par :

- le port de blouse et de coiffe blanches désinfectées après chaque journée de travail ;
- les mains doivent être lavées et désinfectées avant et après chaque opération ;
- la proscription de certaines habitudes : fumer, trop parler, s'essuyer les sueurs avec la main ou se gratter.

Il faudrait aussi veiller à une réglementation des entrées à la fabrique et surtout aux heures de travail.

2 - PERSPECTIVES D'AVENIR

Les étables fumières sont apparues comme de véritables outils de développement à la base par la valorisation des sous produits de la récolte et la production de lait en contre saison.

Cela a suscité un grand intérêt chez les agro pasteurs pratiquant la stabulation. Ainsi le nombre de vaches admises en étables ne cesse d'augmenter, d'où les importantes quantités de lait disponibles. En outre d'autres villages s'en doute alléchés par les revenus générés par une telle pratique se sont mis au diapason.

Néanmoins, il faudrait une adéquation entre l'augmentation considérable des quantités produites (saison sèche et saison des pluies) et les potentialités techniques de l'unité de pasteurisation. Des mesures d'accompagnement doivent être prises non seulement pour contrôler la qualité du lait cru à la production

(reflet de l'application ou non des mesures d'hygiène), mais aussi pour donner à l'unité de pasteurisation les moyens de produire un lait de qualité.

2.1 - CONTROLE DE LA QUALITE A LA PRODUCTION

Ces contrôles pourraient s'effectuer au niveau du laboratoire du CRZ notamment le dépistage des mammites, les tests au bleu de méthylène. Ces tests doivent être systématiques afin de suivre la qualité bactériologique du lait par étable et par livreur.

Il serait par ailleurs nécessaire d'étudier la teneur du lait pasteurisé en flore totale et en flores particulières indicatrices du niveau d'hygiène pour voir la stabilité du lait et donc la Date Limite de Consommation.

La qualité microbiologique du lait pasteurisé doit être régulièrement contrôlée soit par envoi d'échantillon au laboratoire d'HIDAOA/EISMV ou à l'ITA. Ces échantillons concernent aussi bien le lait frais que le lait caillé qui pose des problèmes par un gonflement précoce dont l'origine n'est pas bien établie.

L'instauration d'un cadre de concertation entre le CRZ, VSF, les Agro pasteurs et le gérant de l'unité de pasteurisation permettrait une meilleure gestion de la qualité des produits par une sensibilisation accrue des producteurs éleveurs et gérant.

Pour rendre plus efficace la gestion de la qualité nous avons initié des contrôles et un suivi sur la base d'un modèle que nous avons élaboré et qui est représenté par le tableau XXXIII.

2.2 - MODERNISATION DE L'UNITE DE PASTEURISATION

Elle permettra non seulement d'augmenter les quantités traitées, d'améliorer le qualité du lait mais aussi de limiter les pertes à la production.

C'est pour atteindre ces objectifs que nous avons mené une étude de modernisation pour l'acquisition d'un pasteurisateur à chauffage électrique et d'un matériel pour le contrôle du lait (densimètre, test acidité, alcool, mesure du taux de matières grasses...)

Cette étude a montré qu'avec un investissement de six millions (6.000.000) de francs cfa et un crédit de un million cinq cent mille (1.500.000) francs remboursable sur cinq (05) ans à un taux d'intérêt de 11 % : l'unité de pasteurisation pourrait faire des bénéfices substantiels en traitant un optimum de 200 par jours.

Tableau XXXIII

CONTROLE DE LA QUALITE DU LAIT A LA LIVRAISON

Test au bleu de méthylène

Date	N° échantillon	Origine	Réceptier de collecte	Caract. OL	Livreur/quantité livrée	Temps de décoloration (BMT)	Observations
14-mars	1	Saré Samb	bidon	moyen	Mamoudou 5 litres	3 heures	lait de bonne qualité
14-mars	2	BKM	bidon	moyen	Ousmane M'Ballo 5 l	2,30 heures	qualité acceptable
14-mars	3	BKM	bidon	moyen	Ousmane M'Ballo 21 l	1,30 heure	lait de mauvaise qualité
14-mars	4	BKM	bidon	moyen	Moussé 31 litres	1,30 heure	lait de mauvaise qualité
18-mars	5	BKM	seau	bon	Moussé 21 litres	> 2,30 heures	qualité acceptable
18-mars	6	BKM	seau	bon	Moussé *	> 3 heures	bonne qualité
18-mars	7	BKM	seau	bon	Ousmane M'Ballo 20 l	3 heures	bonne qualité
18-mars	8	BKM	seau	bon	Ousmane M'Ballo *	3 heures	bonne qualité
18-mars	9	BKM	bidon	moyen	Faty 5 litres	2,30 heures	qualité acceptable (caillage amorcé)
18-mars	10	N'Dangane	bidon	moyen	Yoba 27 litres	1,30 heure	lait de mauvaise qualité

Cette entreprise mérite d'être encouragée et étendue par les décideurs concernés pour que vive ce projet qui fait la fierté des éleveurs et des consommateurs Koldois.

"LA QUALITE CHACUN S'Y MET, TOUT LE MONDE Y GAGNE".

CONCLUSION GENERALE

Le Sénégal à l'instar de nombreux pays en voie de développement éprouve de grandes difficultés à assurer son autosuffisance alimentaire notamment en lait et produits laitiers nécessaire à un bon équilibre nutritionnel.

La production intérieure très faible ne couvre que 60 p. 100 des besoins d'une population en pleine croissance (2,9 p. 100/an en 1995). Ainsi le sénégalais moyen ne consomme que 21 litres de lait par an contre 70 litres dans les pays de la CEE. De surcroît le recours aux importations déjà limité par les quotas laitiers, constitue une source importante de sortie de devise qui grève lourdement toute politique de redressement économique.

Face à cette situation, plusieurs stratégies ont été mises en oeuvre, basées entre autres sur l'amélioration de la production locale provenant à près de 90 p. 100 du secteur traditionnel. C'est ainsi que des étables laitières péri-urbaines ont été implantées à Kolda (Haute Casamance) avec la stabulation et la supplémentation du bétail. Cela a permis de palier les contraintes agro-écologiques de la zone et d'améliorer les performances laitières.

Cependant malgré l'engouement des agropasteurs suscité en grande partie par l'impact financier et nutritionnel de cette denrée, il n'en demeure pas moins que le lait constitue une matière première fragile et donc un milieu de culture idéale pour bon nombre de micro-organismes. Certains provoquent une altération de la qualité tandis que d'autres sont pathogènes donc nuisibles à la santé du consommateur.

C'est ce qui explique le besoin d'entreprendre la transformation du lait dont l'étape de base est la pasteurisation. Cette transformation est indispensable pour trois raisons :

- allonger la durée de conservation du lait par la destruction des germes d'altération ;
- protéger la santé humaine par la destruction de toutes les bactéries pathogènes ;
- assurer une bonne qualité aux produits.

C'est fort de ce constat que nous avons jugé nécessaire d'entreprendre l'étude de la faisabilité technique de la pasteurisation et de contrôler la qualité du lait.

De cette étude il ressort les résultats suivants :

- le lait cru est trop acide dans 20 p. 100 des cas ;
- la flore bactérienne réductrice a été très importante dans 48 p. 100 des échantillons analysés ;
- le lait est instable à l'ébullition dans 6 p. 100 des cas contre 81 p. 100 lors des tests à l'alcool ;
- les tests de détection des mammites ont été très satisfaisants avec 97 p. 100 de conformité.

L'évaluation de la faisabilité technique de la pasteurisation a montré que la méthode adoptée est généralement satisfaisante avec 100 p. 100 de conformité aux épreuves de la Phosphatase Alcaline et 96 p. 100 lors des examens organoleptiques.

Cependant, compte tenu de l'importance des résultats non conformes certaines améliorations doivent être entreprises à savoir :

- le respect des principes d'hygiène lors de la traite, de la collecte et du transport du lait ;
- le contrôle rigoureux du lait à la réception par la mesure de l'acidité avec un bon pHmètre et par les tests de stabilité à la chaleur ;
- l'instauration d'un contrôle régulier de la qualité bactériologique du lait livré à l'unité de pasteurisation ;
- la dotation de l'unité de pasteurisation de moyens adéquats pour assurer un traitement efficace et adapté. Ainsi l'obtention d'un pasteurisateur moderne et d'un petit matériel de laboratoire serait d'un grand apport à la réalisation des objectifs assignés à cette unité pilote.

Cette étude a déjà profité aux différents intervenants que sont :

- d'une part les agropasteurs, par la formation à l'hygiène et l'augmentation des revenus monétaires ;
- d'autre part l'unité de pasteurisation avec la formation que nous avons eu à dispenser en matière de techniques de contrôle de la qualité et procédés de pasteurisation. Ces notions ont contribué à réduire les pertes en lait au cours du traitement.

Nous saluons le courage et la détermination des éleveurs, et du gérant de l'unité de pasteurisation qui ont accepté de soumettre leurs produits aux différents tests, mais aussi le CRZ/Kolda et VSF qui ont bien voulu initié ce projet qui fait la fierté des éleveurs et du consommateur Koldois

BIBLIOGRAPHIE

1 - ABDESSALAM, A.D

Contribution à l'étude de la qualité du lait des ceintures laitières péri-urbaines de la zone cotonnière du Sénégal.

TH : Med. Vet. : Dakar : 1995, N° 21, 126 p.

2 - AFNOR

Gérer et assurer la qualité.

6é ed. : qualité des organisations. Recueil des normes françaises

Paris : AFNOR, 1996, 703 p

3 - ALAIS, C

La Science du Lait : principes des techniques laitières.

4é ed. - Paris : edition SEPAIS, 1984. - 814 p.

4 - ASHENAFI, M et BEYENE, F

Microbial load, microflora and keeping quality of raw milk and pasteurized milk from dairy farm.

IBAR, Bull. of anim. Prod. Afr.; 42 : 1994, p 55 - 59

5 - BA, O

Contribution à l'étude des systèmes de production laitières de la vache. Ndama (Bos taurus) en Haute Casamance. Contraintes et stratégies d'amélioration.

TH. : Med. Vet. : Dakar 1992 N° 46, 93 p.

6 - BADINAN, F

Maîtrise du taux cellulaire du lait.

Rec. Med. Vet. : (6/7) : 1994, p 419 - 427

7 - BILLAUDELLE, D

Moisissures et mycotoxines dans les denrées alimentaires d'origines animales.

TH. : Med. Vet. : Toulouse, 1977, N° 81

8 - BOURDIER, JF et LUQUET, F. M

Dictionnaire laitier.

2é édition, Paris : techniques et documentation LAVOISIER, 1981, 220 p.

9 - BUCHANAN, R.E et GIBBONS, N.E

Bergey's manual of determinative bacteriology.

8éme ed. Baltimore : The Williams and Wilkings company, 1974. - 1268 p

10 - DIAO, B

Caractéristique du système agropastoral de la Haute Casamance, l'exemple de la zone de Kolda.

TH : Méd. Vet. : Dakar : 1991, N° 32, 90 p.

11 - DIAW, A

Impact des étables fumières dans la mise en place d'une ceinture laitière péri-urbaine. L'exemple de la zone de Tambacounda (Sénégal).

TH : Méd. Vet. : Dakar : 1994, N° 29, 130 p.

12 - DIEYE, P.N

Laits de consommation commercialisés sur le marché Dakarois.

Conformité à la réglementation nationale et internationale

TH : Méd. Vet. : Dakar : 1992, N° 39, 90 p.

13 - DIOP, P.E.H

Amélioration génétique et biotechnologies dans les systèmes d'élevage.

Exemple de la production laitière.

Dakar : DIREL , 1994, 11 p.

14 - DIOUF, O

Autosuffisance du Sénégal en protéine animal : stratégie de mise en oeuvre, proposition pour une amélioration de la couverture des besoins.

TH : Méd. Vet. : Dakar : 1995, N° 3, p.

15 - FALL, A

Les systèmes d'élevage en Haute Casamance : caractérisation, performances et contraintes.

Mémoire de titularisation : ISRA, 1987..

16 - F.A.O

Laiteries pilotes normalisées

Rome : F.A.O, N° 26 (8) 1977

17 - GASSAMA, M.L

La production laitière au Sénégal : cas de la Petite Côte.

TH : Méd. Vet. : Dakar : 1996, N° 14, 96 p

18 - GIRAUD, J et GALZY, P

L'analyse micro biologique dans les industries alimentaires.

Paris : les éd : L'usine nouvelle , 1980 , 240 p

19 - GREAUME, P.M.P.A

Le lait cru ce qui doit être, comment l'obtenir.

TH : Méd. Vet. : Toulouse : 1975, N° 102,

20 - GRIFFITS, M.W

Use of milk enzymes as indice of heat treatment.

Journ. of food prot. , 49 (9) : p 696 - 705

21 - INSTITUT PASTEUR

Milieux et réactifs de laboratoires Pasteur.

Paris : Institut Pasteur , 573 p

22 - INSTITUT SENEGALAIS DE NORMALISATION

Norme sénégalaise : NS - 03 - 020 produits laitiers - lait cru.

Dakar : ISN, 1990.

23 - INSTITUT SENEGALAIS DE NORMALISATION

Norme sénégalaise : NS - 03 - 021 produits laitiers - lait pasteurisé.

Dakar : ISN, 1990.

24 - ISRA / CRZ Kolda

Rapport d'activités : impact de la stabulation et de la supplémentation stratégique sur les performances de travail et de production laitière du bétail Ndama en Haute Casamance.

Kolda : CRZ, 1991, 23 p

25 - ISRA

Plan stratégique de recherche : 1996 - 2006.

Dakar : ISRA, 1995, 98 p.

26 - JACQUINOT, M

Les mini laiteries : petites unités industrielles de transformation du lait.

Paris : GRET, 1986, 133 p. - (le point sur , N° 9)

27 - KNUTSON, K.M et MARTH, E.H

Use of microwaves oven to pasteurize milk.

Journ. of food prot. , 51 (9) , 1988, p 715 -719.

28 - KON, S.K

Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine

2é ed., Rome : F.A.O ,1972, 84 p.

29 - KONTE, M

Ecologie des parties distales du tractus génital chez les bovins au Sénégal.
Mémoire de confirmation : ISRA/Dakar : 1995, 111 p.

30 - MAHJOUR, R et BOUDABOUS, A

Méthodes de conservation et rôle des micro-organismes dans les produits laitiers.

Microb. Hyg. Alim., 5 (14), 1993, p 3 - 12

31 - MAHJOUR, R ; SAIED, K. R et BOUDABOUS, A.

Procédé de fabrication, échantillonnage et norme de qualité du lait et des dérivés laitiers.

Rech. Germe Patho. p 141 - 149

32 - METZGER, R et CENTRES, J.M

L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers.

Rome, 1995, (Etude F.A.O : production et santé animale N° 124)

33 - MONSALIER, G.

Maîtrise de la teneur en germes mésophiles totaux du lait à la production.

Rec. Med. Vet. , 170 (6/7), 1994; p 411 - 418

34 - MOUCHET, F

Essai sur le dénombrement des bactéries indologènes et coliformes dans le lait pasteurisé conditionné.

TH : Méd. Vet. : Lyon : 1962, N° 40

35 - NESSEIM, T.D.T

Induction de la super-ovulation chez la femelle bovine Ndama pendant la saison sèche au Sénégal.

TH : Méd. Vet. : Dakar : 1995, N° 13, 93 p.

36 - NDIAYE, A.

Contribution à l'étude de l'assurance qualité dans l'industrie laitière : cas de NESTLE SENEGAL.

TH : Méd. Vet. :Dakar : 1994 N° 17, 131 p.

37 - NDIAYE, M.

Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits cru, laits caillés et laits en poudre commercialisés dans la région de Dakar, Sénégal

TH : Méd. Vet : Dakar : 1991 N° 17, 117 p.

38 - PETRANXIENNE, D et LAPIED, L

La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers : analyses et tests.
2^e éd. , Paris : Lavoisier 1981, 228 p (Tech et Doc)

39 - PISSANG, T

Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits et produits laitiers commercialisés au Togo.

TH : Méd. Vet. :Dakar : 1992 N° 19, 85 p

40 - ROZIER, J

La qualité hygiénique des aliments.

RTVA, 214, 1982, p 1 à 35.

41 - RICHARD, V.J

Production d'un lait cru de bonne qualité bactériologique.

Microb. et hyg. alim., 2 (1), 1990, p 30 - 32

42 - SEMASAKA, G

Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar.

TH : Méd. Vet. :Dakar : 1986 N° 6, 133 p.

43 - SEYDI, Mg

Evolution de la législation sénégalaise du contrôle des produits d'origine animale. Séminaire national sur la définition d'une stratégie de contrôle des denrées destinées à la consommation humaine

Dakar : F.A.O, 1981, 21 p.

44 - SEYDI, Mg

Contamination des denrées alimentaires d'origine animale. : incidences sanitaires et économiques. X^e Journée Médicale de Dakar

Méd. d'Afr. Noire, 29 (16) , 1982? p. 387 - 414.

45 - SEYDI, Mg et ABIOLA, F

Contrôle de la qualité des denrées destinées à l'exportation et à

l'importation. Résidus dans les aliments d'origine animale, situation de leur contrôle au Sénégal.

Dakar F.A.O/I.S.N , 1989, 20 p.

46 - SINA, L

Controle de la qualité des laits et produits laitiers fabriqués par la SOCA.

TH : Méd. Vet. :Dakar : 1992 N° 23, 221 p

47 - THIEULIN, R et VILLAUME, R

Élément pratique d'analyse et d'inspection du lait, des produits laitiers et des oeufs.

3ème ed. Paris : ed. le lait, 1967, 388 p. (Revue générale des questions laitières).

48 - VEISSEYRE

Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation

3é ed. Paris : La Maison Rustique, 1979, 714 p.

49 - VETERINAIRES SANS FRONTIERES

Rapport final d'activités Mars 1991 à Mars 1996

Kolda : VSF, 1996, 25 p..

50 - VETERINAIRES SANS FRONTIERES

Ma petite entreprise locale.

Habbanae : Lyon, N° 41, 1996, p. 15

51 - WISEMAN, D.W et APPLEBAUM, T

Distribution and resistance to pasteurization of Afla toxin M1 in naturally contamination of milk.

Journ. of food prot., 46 (6) 1983, p 530 à 532

GUIDE D'ENTRETIEN

ETABLES (PRODUCTION)

- Nombre d'animaux stabulés
- Production totale par jour
- Autoconsommation - Production commercialisée
- Etant sanitaire des animaux (Prophylaxie - soins)
- Conditions de la traite :
 - Environnement (habitat - abords - litières)
 - Hygiène et Méthode (Trayeur, mammelle, matériel, traitement)
- Conduite du troupeau

TRANSPORT DU LAIT

- Hygiène de la collecte (Matériel - Personnel)
- Moyen de transport
- Conditions (qui et comment ?)
- Distance et durée.

UNITE DE PASTEURISATION

- Conditions de réception (heure, modalités)
- Matériel de pasteurisation
- Procédés (Technique pasteurisation, refroidissement, conditionnement)
- Locaux
- Personnel
- Conditions hygiéniques

COMMERCIALISATION

- Impressions clientèle sur les produits achetés
- Conditions commercialisation

ANNEXE II

CONTRAT DE COLLABORATION POUR LA CAMPAGNE DE STABILATION LAITIERE

Le Présent contrat est établi entre :

- Le GIE Monsieur du village de
- M. Souleymane DIALLO, Responsable de l'unité de pasteurisation,
- l'Institut Sénégalaise de la Recherche Agricole-Kolda (ISRA/K)
- et le Projet de Développement de l'Elevage VSF - AFDI (PDE)

Le contrat prend effet à partir du et jusqu'au 01 Juillet 1997

ARTICLE I : Les éleveurs s'engagent :

- A stabuler leurs meilleurs animaux laitiers, et à livrer une quantité minimum de 1 litre de lait par jour et par animal stabulé
- A livrer le lait avant 13 heures 30, et à assister aux contrôles de qualité du lait réalisés à l'unité.
- Le lait présentant un défaut de qualité, sera refusé et non inscrit dans les cahiers de livraison
- A utiliser les récipients adéquats, et à les laver régulièrement suivant le protocole établi
- A stocker une quantité de fourrage suffisant à garantir l'alimentation des animaux pendant la durée de stabulation
- A respecter le rationnement préconisé par l'ISRA ou le Projet de Développement de l'Elevage
- A garantir une collecte de lait en conformité avec les règles d'hygiène, qui seront proposées et à ne pas utiliser d'additif dans le lait
- A prendre en charge les intrants vétérinaires qu'ils utiliseront.

ARTICLE II : L'I.S.R.A Kolda s'engage :

A prendre en charge les aspects recherche en zootechnie, alimentation, hygiène, pathologie et valorisation de la matière organique d'origine animale (fumier d'étable).

ARTICLE III : V.S.F s'engage :

- A encadrer, informer et former les agropasteurs contractuels en matière de conduite, d'alimentation, d'hygiène et d'organisation de la collecte du lait, en collaboration avec l'ISRA.
- A faciliter l'approvisionnement en intrants, en essayant de trouver une solution pérenne à ce problème.
- A assurer une formation en comptabilité et gestion
- A promouvoir toute technique susceptible d'améliorer la qualité du lait
- A préfinancer 50 % des intrants pour les deux premiers mois de stabulation.

ARTICLE IV : Le responsable de l'unité de pasteurisation s'engage :

- A payer le lait 190 F par litre, si le lait répond aux exigences des contrôles (cf. article I)
- A tenir un cahier de livraison co-signé par le ou les livreurs et par lui-même
- A veiller à une bonne hygiène de l'unité de pasteurisation
- A promouvoir les produits qu'il met en vente
- A payer mensuellement les sommes dues aux éleveurs; et à ne donner aucune avance intermédiaire.

Fait à Kolda, le 17 Janvier 1997

LE PRESIDENT DU GIE
L'AGROPASTEUR

LE RESPONSABLE ISRA

LE COORDINATEUR DU PROJET
DE DEVELOPPEMENT DE L'ELEVAGE

LE RESPONSABLE DE L'UNITE
DE PASTEURISATION

ANNEXE III

LES CONSTRUCTEURS ET VENDEURS DE MATERIEL POUR LAITERIE

ACTINI FRANCE

Yaourt et lait, fabrication adaptée à la demande
Parc de Montigny, Maxilly, F - 74500 Evian les Bains
France - Tél : 33/50.70.74.74

ELECREM

Matériel de laiterie, Fromagerie de petite taille
24, rue Gambetta - BP. 45, F - 92174 Vanves cedex
France - Tél : 33 (1)/46.42.14.14 - Fax (33) (1) 46.49.51.88

ETS LEMARCHAND

Thermiseurs, petit matériel
Fangas, F - 47210 Villereal, France
Tél : (33)/49.33.04.43 - Fax : 33/53.36.60.74

ETS SREEM

Thermiseurs
BP. 1072, F - 79010 Niort Cedex, France
Tél : 33/49.33.04.43 - Fax : 33/49.33.31.41

TRANSAK

Cruches, écrémeuses, barattes, pasteurisateurs, refroidisseurs
Avenue Ad. Demeur 49 Bte 1 et 2, B - 1060
Bruxelles - Belgique, 32.2/537.23.84. - Fax : 32.2/538.10.08

ETS GILSON ET FILS

Modules de pasteurisation de 100 à 3000 l/h
F - 74150 Hauteville s/Fier, France
Tél : 33/50.60.50.73 - Fax : 33/50.60.53.57

ACTIMONDE

International Business Park, Bât. Athena. F - 7 4160 Archamps France
Tél : 33/42.70.35.40 - Fax : 33/42.70.29.86

ROVERSI

Via Veneto 8.A . 1-46029 Suzarra M, Italie
Tél : 39-376/53.2262 - Fax : 39.376/53.22.71

STII

Minilaiterie capacité 150 à 1000 l/j, lait pasteurisé, yaourt, 117, rue
Mérienne BP. 1095, F - 76174, Rouen Cedex France
Tél : 33/35.73.36.80 - Fax : 33/35.72.76.92

SETAB

Matériel d'occasion
A. Abram, F - 27230 Thiberville, France
Tél : 33/32.46.84.57 - Fax 33/32.46.90.95

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'Enseignement Vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux, le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;

- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays ;

- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;

- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE QUE JE ME
PARJURE".

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA PASTEURISATION DU LAIT : FAISABILITE TECHNIQUE ET CONTROLE DE LA QUALITE DANS LA REGION DE KOLDA

THESE DE MEDECINE VETERINAIRE, Dakar, 1997, N° 09

RESUME

Cette présente étude porte sur la Faisabilité Technique de la Pasteurisation et le Contrôle de la qualité du lait des ceintures laitières péri-urbaines de Kolda, mises en place par le Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires Sans Frontières. Elle montre que :

- le taux de conformité du lait cru lors de l'analyse de 100 échantillons est de :
 - 80 % pour le pH et 24 % pour l'acidité Dornic
 - 62 % pour le test au Bleu de Méthylène
 - 97 % au California Mastitis test et 94 % à l'ébullition
 - 19 % au test à l'alcool
- Le taux de conformité du lait pasteurisé est de 96 % aux examens organoleptiques et 100 % à l'épreuve de la phosphatase alcaline (sur 100 échantillons)

Compte tenu de ces résultats, il est nécessaire de mettre en oeuvre les mesures suivantes :

- application rigoureuse des principes d'hygiène lors de la traite, de la collecte et du transport du lait ;
- amélioration du local, des procédés et modernisation de l'unité de pasteurisation
- mise en place d'un système de contrôle de la qualité du lait en amont et en aval.
- encouragement et extension d'une telle expérience aux autres régions du Sénégal

Mots clés : Faisabilité technique, pasteurisation, contrôle qualité, lait, Kolda

SUMMARY

This present study acts in technical feasibility of pasteurization and the control of milk quality in rounding urbans milk making settled down by CRZ and VSF.

This study shows that :

- The conformity rate of raw milk during the analyse of 100 samples is :
 - 80 % for the pH and 24 % for acidity Dornic
 - 62 % for methylen blue test
 - 97 % for california mastitis test and 94 % for evaporation test
 - 19 % for alcohol test
- The conformity rate of pasteurized milk is 96 % for organoleptic test and 100 % for alkaline phosphatase test (among 100 samples)

Considering this results it's necessary to envisage following measures -

- strict application of hygiene principles in milking, collect and transport
- amelioration of the local, process and modernization of the factory
- creation of a controlling system of milk quality before and after transformation
- congratulation and extension of such and experience to other regions of Senegal.

Key Words : Technical feasibility, pasteurization, quality control, milk, Kolda

ADRESSE : Parcelles Assainies Unité 13 N° 069

Tél : 35.32.24 - 37.12.05

BP. 21.318 Dakar Ponty - SENEGAL