

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP – DAKAR
 ECOLE INTER ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE
 VETERINAIRES

(E. I. S. M. V.)

ANNEE 1997



N° 28

ETUDE DES FRAUDES
 DU LAIT CRU :
 MOUILLAGE ET ECREMAGE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 11 Août 1997 devant la faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)
 par
 CODOU LATYR FALL

Née le 09 Mai 1967 à Thiès (Sénégal)

Président de jury :

Directeur et Rapporteur de Thèse :

Membres :

Moussa Lamine SOW
 Professeur à la Faculté de
 Médecine et de Pharmacie
El Hadji Malang SEYDI
 Professeur à l'E.I.S.M.V
Mamadou BADIANE
 Professeur à la Faculté de
 Médecine et de Pharmacie
Papa El Hassane DIOP
 Professeur à l' E.I.S.M.V

ECOLE INTER-ETATS
 DES SCIENCES ET MEDECINE
 VETERINAIRES DE DAKAR
 BIBLIOTHEQUE

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR

ANNEE UNIVERSITAIRE 1996-1997

COMITE DE DIRECTION

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

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

DEDICACES :

Je dédie ce travail :

A ALLAH,

Le Tout Puissant

Le Miséricordieux

A SON PROPHETE MOHAMED (Paix et salut sur Lui)

A Cheikh Ahmadou Bamba

A la mémoire de ma tante Seynabou NDAO

de ma sœur Thioro Ndella FALL

de ma marraine Codou Latyr FALL

Humble témoignage de mon affection et de ma profonde reconnaissance pour les sacrifices qu'elles ont consenties

A mon père, ma mère, mes tantes,

ce travail est l'expression de mon amour pour vous. Puisse Dieu prolonger vos jours et nous faire savourer tous ensemble le fruit de votre amour, votre éducation, votre patience et votre dévouement inconditionnel.

A mes oncles et tantes

Ce travail est le fruit de vos prières

A Monsieur Mbaye FALL et famille

Vous avez tout mis en œuvre pour m'aider à réussir. Vraiment, je ne peux trouver de mots pour vous exprimer mes sentiments.

Puisse ce maigre travail être une récompense de tous vos efforts.

Toute mon affection indéfectible.

A mes frères, beaux-frères, sœurs, belles-sœurs,

je sais l'amour débordant que vous portez pour moi. Vous avez été des guides, des conseillers mais surtout des soutiens en des circonstances difficiles. Trouvez dans ce travail le modeste témoignage d'une sœur.

A mes cousins et cousines

Vos conseils ont été pour moi un stimulus lorsque je me sentais au bord du désespoir.

A mes neveux, nièces et petites filles

Ayez toujours un objectif à atteindre dans la vie.

A mes homonymes : Codou Latyr NDIAYE, Codou Latyr FALL

A mes promotionnaires

En souvenir des joies et des peines que nous avons eu à partager.

A mes camarades étudiants

Puisse cet ouvrage vous servir d'exemple, de courage et de persévérance dans les études.

Sentiments de réelle fraternité.

A tous les miens

A mes maîtres (primaire, secondaire, universitaire)

Au personnel de l' E I S M V

Au personnel du laboratoire de Nestlé

Vous nous facilité ce travail en nous ouvrant grandement les portes du laboratoire, sincères remerciements.

Au personnel du service des grandes endémies

Je vous suis reconnaissant de ce que vous avez fait pour moi.

Trouvez dans ce travail l'expression de mes sentiments les plus sincères.

A tous ceux qui, par leurs conseils, leurs encouragements, ont participé à l'élaboration de ce travail.

A notre jury de thèse

A Monsieur Moussa Lamine SOW
Professeur à la faculté de Médecine et de Pharmacie

Vous nous avez accueillie sans problème.

C'est un grand honneur que vous nous faites en acceptant de présider ce jury.

Soyez assuré de notre respectueuse admiration et de notre profonde gratitude.

A Monsieur El Hadji Malang SEYDI
Professeur à l'EISMV

Votre rigueur et la clarté de votre enseignement nous ont toujours impressionnée.

C'est grâce à votre participation que ce travail a pu être réalisé.

Outre votre valeur d'enseignant, vous nous faites découvrir vos hautes qualités humaines.

Permettez - nous de vous exprimer notre profonde gratitude.

A Monsieur Mamadou BADIANE
Professeur à la faculté de Médecine et de Pharmacie

Vous nous avez accueillis sans problème.

C'est un grand honneur que vous faites en acceptant de siéger à ce jury.

Soyez assuré de notre respectueuse admiration et de notre profonde gratitude.

A Monsieur Papa El Hassan DIOP
Professeur à l'EISMV

La spontanéité et le plaisir avec lesquels vous avez accepté de juger notre travail, nous ont profondément touchée.

Veillez trouver ici toute l'admiration que nous vous portons et nos sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES :

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : ETUDE DU LAIT

CHAPITRE I : GENERALITES

1 - DEFINITIONS ET CLASSIFICATION

1-1 - Définitions du lait

1-1-1- Définition physiologique

1-1-2 - Définitions légales

1-1-2-1 - Le Congrès International de la Répression des Fraudes (Genève) 1908)

1-1-2-2 - Le code des principes (FAO/OMS)

1-1-3 - Réglementation

1-2 - Classification des laits « liquides »

2 - CARACTERISTIQUES DU LAIT NORMAL

2-1 - Caractéristiques organoleptiques

2-1-1 - Couleur

2-1-2 - Odeur et saveur

2-1-3 - Viscosité

2-2 - Caractéristiques physiques relatives à la solution

2-2-1 - Densité du lait

2-2-2 - pH du lait ou acidité potentielle

2-2-3 - Acidité du lait ou acidité de titration

2-2-4 - Point de congélation du lait

2-2-5 - Indice de réfraction du lait

2-2-6 - Conductivité électrique du lait

2-2-7 - Extrait sec du lait

2-2-7-1 - Extrait sec total

2-2-7-2 - Extrait sec dégraissé

2-3 - Composition chimique du lait

2-3-1 - Composants chimiques majeurs

2-3-1-1 - L'eau du lait

2-3-1-2 - Les glucides du lait

2-3-1-3 - Les lipides du lait

2-3-1-4 - Les protéines du lait

2-3-1-5 - Les matières minérales du lait

2-3-2 - Composants chimiques mineurs

2-3-2-1 - Les vitamines du lait

2-3-2-2 - Les enzymes du lait

2-3-3 - Laites d'autres espèces

2-3-4 - Les anomalies de la composition

2-4 - Les besoins en lait des pays en développement

CHAPITRE II : LAIT CRU

1 - LAIT CRU NORMAL

11 - Définition

12 - Caractéristiques de qualité du lait cru

13 - Caractères réglementaires du lait cru

1-3-1 - Réglementation nationale

1-3-2 - Réglementation internationale (FAO/OMS)

1-4 - Etat sanitaire des vaches laitières

1-4-1 - Sur le plan hygiénique

1-4-2 - Sur le plan économique

1-5 - Hygiène générale de la production du lait cru

1-5-1 - Hygiène dans les eaux

1-5-1-1 - Le local de stabulation

1-5-1-2 - La salle de traite

1-5-1-3 - La laiterie de ferme

1-5-2 - Hygiène du matériel de récolte

1-5-3 - Hygiène du personnel

1-6 - La traite proprement dite

1-7 - Conditionnement et transport

1-8 - Condition de vente du lait cru

1-8-1 - Personnes habilitées

1-8-2 - Commercialisation du lait cru

1-9 - Production du lait cru

1-9-1 - Situation laitière actuelle

1-9-2 - Ressources en lait au Sénégal

2 - LAITS CRUS ANORMAUX

2-1 - Les laits anormaux proprement dits

2-1-1 - Le lait colostral

2-1-2 - Le lait de rétention

2-1-3 - Les laits de mammites

2-2 - Les laits altérés

2-2-1 - Les laits répugnants

2-2-2 - Les laits malpropres

2-2-3 - Les laits pathogènes

2-3 - Les laits falsifiés

2-3-1 - Fraude par addition : le mouillage

2-3-2 - Fraude par soustraction : l'écémage

2-3-3 - Conséquences des fraudes

2-3-3-1 - Sur le plan hygiénique

2-3-3-1 - Sur le plan nutritionnel

2-3-3-3 - Sur le plan commercial

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

1- PRELEVEMENTS POUR LE CONTROLE DU LAIT

1-1 - Représentativité de l'échantillon

1-2 - Lieux et techniques de prélèvement

1-2-1 - Lieux de prélèvement

1-2-2 - Techniques de prélèvement

1-3 - Transport et conservation de l'échantillon

2 - RECHERCHE DES FRAUDES

2-1 - Analyses physiques et chimiques

2-1-1 - Préparation de l'échantillon

2-1-1-1 - Principe

2-1-1-2 - Mode opératoire

2-1-2 - Détermination de la matière grasse

2-1-2-1 - Principe

- 2-1-2-2 - Matériel et produits
- 2-1-2-3 - Mode opératoire
- 2-1-2-4 - Expression des résultats
- 2-1-3 - Détermination du point de congélation du lait
 - 2-1-3-1 - Principe
 - 2-1-3-2 - Matériel et produits
 - 2-1-3-3 - Mode opératoire
 - 2-1-3-4 - Expression des résultats
- 2-1-4 - Détermination de la teneur en lactose
 - 2-1-4-1 - Principe
 - 2-1-4-2 - Matériel et produits
 - 2-1-4-3 - Mode opératoire
 - 2-1-4-4 - Expression des résultats
- 2-1-5 - Détermination des chlorures
 - 2-1-5-1 - Principe
 - 2-1-5-2 - Matériel et produits
 - 2-1-5-3 - Mode opératoire
 - 2-1-5-4 - Expression des résultats
- 2-1-6 - Calcul du mouillage
 - 2-1-6-1 - Principe
 - 2-1-6-2 - Mode de calcul
- 2-1-7 - Calcul de l'écémage
 - 2-1-7-1 - Principe
 - 2-1-7-2 - Mode de calcul

CHAPITRE II : RESULTATS - DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

1- RESULTATS

1-2 - Résultats globaux

1-3 - La matière grasse

1-4 - Le point de congélation

1-5 - Le lactose

1-6 - Les chlorures

1-7 - Le mouillage et l'écémage

2 - DISCUSSION

2-1 - La matière grasse

2-2 - Le point de congélation

2-3- Le lactose

2-4 - Les chlorures

2-5 - Le taux de mouillage

2-6 - Le taux d'écémage

3 - RECOMMANDATIONS

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION

Le lait est un aliment complet et son potentiel nutritif est supérieur à celui de tout autre produit consommé par l'homme.

De l'avis de tous les nutritionnistes, le lait est irremplaçable comme aliment de sécurité, quant aux protéines, au calcium, phosphore et vitamines qu'il procure.

Il faut insister sur l'intérêt des protéines laitières en tant que correctifs de la valeur nutritionnelle des céréales. Associées à des farines de blé, de maïs ou de riz, elles améliorent non seulement la qualité protidique des protéines végétales et une économie notable de celles-ci.

Le lait tire son extrême valeur de la fonction d'aliment complémentaire de glucides.

La place importante que tiennent le lait et les produits laitiers dans le régime alimentaire quotidien des pays très développés vient de confirmer ces qualités et c'est pourquoi les populations de ces derniers souffrent rarement des maladies dues à la malnutrition que l'on trouve dans les pays en voie de développement, particulièrement chez le nourrisson, l'enfant et l'adolescent.

Cette importance du lait et des produits laitiers dans l'alimentation humaine n'est plus à démontrer au Sénégal.

La consommation non négligeable du lait, sous toutes ses formes a rendu opportune la recherche d'une politique générale de développement laitier.

Mais l'accroissement quantitatif des besoins alimentaires d'une population qui se développe a tendance à masquer un besoin parallèle en ce qui concerne la qualité des aliments indispensables aux besoins nutritifs établis.

Comme tout autre produit le lait fait l'objet d'un souci de protection contre les fraudes éventuelles. Et ceci pour protéger les consommateurs des risques sanitaires, ainsi que les producteurs honnêtes de la concurrence déloyale, et renverser autant qu'il est possible les obstacles au commerce national.

Avant d'étudier les falsifications relatives à la commercialisation du lait cru, il convient de présenter les propriétés physiques et chimiques du lait cru normal.

De plus le lait doit conserver intégralement ses propriétés nutritives et organoleptiques car il peut subir de nombreuses fraudes soit par addition ou par soustraction.

C'est pour contribuer à cette protection du lait que nous avons choisi de traiter du sujet suivant : "ETUDE DES FRAUDES DU LAIT CRU : MOUILLAGE ET ECREMAGE".

Notre travail comprend deux parties :

- La première partie concerne l'étude du lait avec d'une part les généralités et d'autre part les laits crus normaux et anormaux ;

- La deuxième partie porte sur l'étude expérimentale avec le matériel, les méthodes de recherches, les résultats suivis de leur discussion et des recommandations.

PREMIERE PARTIE

ETUDE DU LAIT

Chapitre I: GÉNÉRALITÉS

1. DÉFINITIONS ET CLASSIFICATION

1.1. Définitions du Lait

1.1.1. Définition physiologique

Le lait est le produit élaboré par les glandes mammaires des femelles de mammifères après la naissance du jeune dont il constitue l'aliment exclusif pendant la période post natale (13).

1.1.2. Définitions légales

1.1.2.1. Le Congrès International de la Répression des Fraudes (Genève 1908)

«Le lait est 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 (3) (11).

- Le lait doit être le produit intégral de la traite totale et ininterrompue : la vente de lait obtenue par une traite incomplète est interdite. Cette précision a pour but d'éviter les tentatives de fraude, car au cours d'une traite la composition du lait varie et les derniers jets de lait sont plus riches en matière grasse.

- le lait doit provenir d'une femelle bien portante, bien nourrie et non surmenée : le lait destiné à la consommation ne pourra être mis en vente que s'il provient de femelles laitières en parfait état sanitaire. Cela signifie que le lait provenant d'animaux non reconnus indemnes de tuberculose, de brucellose, de mammites, de fièvre Q ne peut être considéré comme propre à la consommation humaine en nature.

La femelle doit être bien nourrie : ici il est allusion à la qualité et non à la quantité, car la composition de l'aliment intervient sur la composition du lait. Il faut donc respecter certains équilibres alimentaires.

- Le lait doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum : les laits mal propres présentent des inconvénients tant du point de vue hygiénique que du point de vue économique. Cette malpropreté est l'une des principales causes d'exclusion du produit de la consommation humaine.

Après la mise bas, la composition du lait dans les premiers jours est caractérisée par une teneur élevée en anticorps et ce lait est destiné au nouveau-né pour le protéger contre les contaminations.

1.1.2.2. Le Code des principes (FAO/OMS)

Selon ce code : «la dénomination "lait"» :

- est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans addition ni soustraction ; (7) (17)

- peut être utilisée pour le lait ayant subi un traitement n'entraînant aucune modification de sa composition ou pour le lait dont on a standardisé la teneur en matière grasse, suivant la législation de chaque pays ;

- peut être aussi utilisée conjointement avec un ou plusieurs mots pour désigner le type de classe qualitatif, l'origine et l'utilisation envisagée du lait pour décrire le traitement physique auquel il a été soumis, ou encore les modifications soient limitées à l'addition et à la soustraction de constituants naturels du lait. (17)

1.1.3. Réglementation

Le décret sénégalais du 25 Juillet 1969, relatif au lait et produits laitiers, prescrit en son article premier que «la dénomination "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance est réservé au lait de vache ou de zébu. Tout lait prévenant d'une femelle laitière autre que la vache ou le zébu doit être désigné par la dénomination "lait" suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient : "lait de chèvre", "lait de chamelle", etc...».

La vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale (90 pour cent) même en pays tropicaux (70 pour cent) (FAO 1990). Ce lait est de tous, le plus connu et les données qui le caractérisent sont sans doute les plus exactes. Il est logiquement aussi le produit laitier le plus consommé et étudié en nutrition humaine. (9)

1.2. Classification des laits « liquides »

Selon ALAIS (3), on peut classer les laits liquides en trois groupes :

- le premier groupe : le lait cru, qui fera l'objet de notre étude ;

- le second groupe : les laits traités par la chaleur, ce sont les laits pasteurisés et stérilisés ;

- le troisième groupe : les laits transformés, ce sont les laits aromatisés, concentrés, acidifiés ...

2. CARACTÉRISTIQUES DU LAIT NORMAL

2.1. Caractéristiques organoleptiques

2.1.1. Couleur

Le lait est un liquide de coloration blanc-jaunâtre. Cette coloration résulte du mélange de micelles de phosphocarséinate de calcium, de globules gras et de deux pigments : le carotène contenu dans la phase grasse et responsable de la coloration jaune.

La riboflavine dans le lactosérum, responsable de la coloration jaune vert-fluorescente.

Cet aspect caractéristique est celui du lait parfaitement normal, dans lequel presque toute la caséine se trouve sous forme micellaire.

Dans le lait écrémé l'absence de carotène le fait paraître blanc-bleuté.

Le lait peut présenter des colorations anormales accidentelles dues au sang (rose) ou à des micro-organismes de contaminations (coloration bleue, verte ...).

2.1.2. Odeur et Saveur

La définition de l'odeur et de la saveur du lait est très difficile qu'il s'agisse de l'odeur et de la saveur normale ou anormale et le mot "goût" est souvent employé pour désigner les deux sensations à la fois.

Selon ALAIS (3), l'appréciation de ces sensations varie généralement en fonction des individus, du fait des différences importantes dans l'acuité des sens.

Le lait frais normal présente un goût sucré et salé du au lactose et aux chlorures. Les goûts du lait sont variables en fonction de l'alimentation de la femelle productrice et de la conservation. Ils apparaissent dès la traite et plus fortement lorsque la nourriture est distribuée peu avant. Cette influence est réduite ou éliminée lorsque la nourriture est distribuée plusieurs heures avant la traite. (4)

2.1.3. Viscosité

L'augmentation de la viscosité du lait est surtout fonction de la matière grasse à l'état globulaire des macromolécules protéiques et à un moindre degré des substances en solution. Ce qui fait que la viscosité du lait est très supérieure à celle de l'eau. Le lactosérum moins visqueux que le lait écrémé et celui-ci moins que le lait entier.

La viscosité dépend de certains facteurs:

- l'espèce animale: le lait des monogastriques est plus visqueux que celui des polygastriques ;

- la température: la viscosité diminue avec l'élévation de la température ;

- la pression: dans un liquide newtonien comme le lait normal, la vitesse d'écoulement est proportionnelle à la pression, contrairement à la crème épaisse et le lait concentré qui sont des substances non newtonnières ;

- le pH: la viscosité du lait augmente lorsque le pH descend au dessous de 6,0 excepté le lactosérum et s'élève jusqu'à 12,0. (3) (5)

2.2. Caractéristiques physiques relatives à la solution

2.2.1. Densité du lait

La densité du lait n'est pas une valeur constante pour les laits individuels. A une température de 20°C, les valeurs moyennes sont comprises entre 1,030 - 1,033 et pour les laits de grands mélanges, elle est de 1,032.

Deux facteurs de variation opposés déterminent la densité: la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse.

La densité varie proportionnellement à la concentration des éléments dissous et en suspension mais varie de façon inverse à la teneur en graisse.

La densité des laits écrémés s'élève au delà de 1,035 alors qu'elle diminue lors de mouillage.

Un lait écrémé et mouillé peut donc avoir une densité normale. La mesure de la densité à elle seule ne permet pas de déceler la fraude.

La densité varie aussi avec la température, et est mesurée à 20°C à l'aide de thermolactodensimètre. (3) (5)

2.2.2. pH du lait ou acidité potentielle

Le pH du lait correspond à la concentration en ions hydrogène et représente l'acidité naturelle du lait. Sa valeur n'est pas constante mais varie au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Dans une même espèce l'amplitude des variations est faible.

Selon ALAIS (3), le lait de vache dont les valeurs du pH sont inférieures à 6,5 ou supérieures à 6,9 sont considérées comme anormales.

L'acidité faible du lait de vache comprise entre 6,6 et 6,8 résulte de la présence en excès de phosphates et de caséines.

Le pH varie en fonction des espèces étant données, les variations de la composition

chimique en caséine et en phosphates.

Le pH moyen du lait de brebis (riche en caséine) est de 6,5 et pour le lait humain neutre ou légèrement alcalin de 7 à 7,5.

On mesure le pH de deux façons: la mesure potentiométrique au pH-métrie plus précise, ou la mesure colorimétrique plus simple, moins coûteuse avec des indicateurs colorés, au moyen de papiers indicateurs ou de solutions de colorants.

2.2.3. Acidité du lait ou acidité de titration

L'acidité titrable du lait indique la teneur en acide lactique formée à partir du lactose. Un lait frais normal à une acidité de titration de 16 à 18° degré Dornic c'est à dire 16 à 18 en décigrammes d'acide lactique par litre (selon VEISSEYRE) c'est une mesure indirecte de sa richesse en caséine et en phosphates.

Dans les laits en voie d'altération, cette acidité de titration augmente (en raison de la dégradation du lactose en d'autres acides en plus de l'acide lactique et des liquides). (5)

2.2.4. Point de congélation du lait

Le point de congélation ou température de congélation ou point cryoscopique du lait de vache est de 0,555 identique à celui du sérum sanguin. Il existe des variations normales du point de congélation de - 0,530 à - 0,575 en fonction de la saison, de la teneur en sels de la ration et des variations anormales comme l'altération par fermentation lactique et l'addition de sels solubles qui l'abaissent.

La détermination du point de congélation est l'une des caractéristiques les plus constantes du lait pour déterminer la fraude par le mouillage qui s'élève vers 0°C. On estime que le lait cru est mouillé si le point de congélation est au dessus de - 0,530°C. Par contre l'écémage ne change pas le point de congélation.

On mesure le point de congélation avec un cryoscope. (3) (5).

2.2.5. Indice de réfraction du lait

L'indice de réfraction déterminé grâce au sérum du lait après élimination de la graisse et de la caséine est relativement constant.

Pour le lait frais normal, il est compris entre 38 et 40, et une valeur inférieure à 38 permettrait de suspecter le mouillage du lait.

La mesure de l'indice de réfraction est faite par un réfractomètre et ne s'applique pas aux laits en voie d'acidification car il s'agit en fait du dosage indirect du lactose. (3)

2.2.6. Conductivité électrique du lait

La conductivité électrique du lait à 25°C est comprise entre 40×10^{-4} et 50×10^{-4} mho (inverse de l'ohm par centimètre) supérieure à celle de l'eau très faible $0,5 \times 10^{-6}$ mho.

Cette conductivité du lait est due à la présence d'électrolytes minéraux (chlorures, phosphates, citrates) qui abaissent la résistance au passage du courant.

La conductivité électrique dépend de certains facteurs:

- la température : on mesure la conductivité le plus souvent à 25° C;
- le mouillage : elle diminue avec le mouillage;
- les laits pathologiques : du fait de leur forte teneur en chlorures ces laits éléments de la conductivité de plus de 50×10^{-4} . (3).

2.2.7. Extrait sec du lait

2.2.7.1. Extrait sec total

L' extrait sec total appelé encore résidu sec total ou matière sèche totale, est constitué de l'ensemble des substances autres que l'eau.

La matière sèche totale s'élève habituellement de 125 à 130 grammes par litre pour le lait de vache.

La formule de Fleischman permet de déterminer la teneur en extrait sec du lait, connaissant la matière grasse du lait par kilogramme et la densité à 15°C. (30)

$$ES \text{ \%} = \frac{1,2G + 2665}{D} - 1$$

G : Matière grasse du lait par kilogramme; D: Densité à 15°C.

2.2.7.2. Extrait sec dégraissé

L'extrait sec dégraissé ou matière sèche dégraissée exprime la teneur du lait en éléments secs débarrassés de la matière sèche totale. Elle est presque toujours voisine de 90 grammes par litre. Pour le lait normal la vache, sa valeur est comprise entre 90 et 102 grammes par litre.

Une valeur inférieure à 87 permet de suspecter le mouillage du lait. (30)

Les principales constantes physiques du lait sont reprises en tableau N° I.

Tableau I : Lait de vache : propriétés physiques

Densité du lait entier	1,032
Densité du lait écrémé	1,036
Densité de la matière grasse	0,940
PH	6,6 - 6,8
Conductivité électrique, mho	45×10^{-4}
Viscosité absolue (15°)	0,0212 - 0,0254
Indice de réfraction	1,35
Point de congélation	-0,55°C
Extrait sec total	127 grammes/litre
Extrait sec non gras	92 grammes/litre

Selon ALAIS (3)

2.3. Composition chimique du lait

Le lait constitue un milieu aqueux caractérisé par trois phases: une émulsion de globules gras dans un liquide qui est lui même une suspension colloïdale de matières protéiques dans un sérum. (16)

L'analyse du lait permet de distinguer des composants chimiques majeurs (eau, matière grasse, matières azotées, glucides et matières minérales) et mineurs (vitamines et enzymes). (29)

2.3.1. Composants chimiques majeurs

2.3.1.1. L'eau du lait

L'eau du lait provient du sang par filtration au niveau de la glande mammaire. C'est l'élément le plus important du point de vue pondéral et représente 87,5 pour cent (environ 900 grammes par litre). Elle représente la phase dispersante des constituants non hydrosolubles du lait et la phase solvante des substances solubles (glucides, matières minérales et vitamines hydrosolubles).

Toute anomalie de la circulation sanguine au niveau de la mamelle se traduit de ce fait, par une baisse de la production lactée. (13)

La quantité de lait produit varie avec l'abreuvement de la femelle laitière mais n'influe pas sur la composition centésimale du lait.

2.3.1.2. Les glucides du lait :

Dans le lait de vache, les glucides sont représentés essentiellement par le lactose, ou galactosido 1-4 glucose, qui est synthétisé dans la glande mammaire. C'est un disaccharide à saveur relativement peu sucré, peu soluble, et possèdent un groupement réducteur.

Dans le lait le lactose se trouve au taux moyen de 48 grammes par litre.

Dans le lait liquide normal, il existe sous forme de deux isomères α (37% de lactose) et β (63% de lactose). Ces deux isomères sont en équilibre dans le lait avec l'isomère β plus soluble que l'isomère α . Cette solubilité du lactose dépend de la température, ainsi toute augmentation de la température entraîne une augmentation de la solubilité du lactose. Il y a passage vers la forme β .

Le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose, puis transforment ces hexoses en acide lactique. Le galactose subit d'abord une isomérisation en glucose 1- phosphate.

Le lactose a aussi un rôle nutritionnel, surtout chez l'enfant.

Toutefois, dans de nombreux cas, sa présence pose des problèmes, soit du point de vue nutritionnel (intolérance au lactose), soit du point de vue technologique (hygroscopicité des laits en poudre, cristallisation du lactose dans les laits concentrés et dans les crèmes glacées).

La fermentation lactique élimine le lactose. Son pouvoir réducteur est utilisé pour le dosage par la méthode de Bertrand. (19)

2.3.1.3. Les lipides du lait

Le lait de vache, comme le lait de femme, contient environ 35 grammes de lipides par litre.

Au Sénégal, et dans d'autres pays, le lait mis en vente au détail est "normalisé" : le taux de matière grasse est égal ou supérieur à 25 grammes par litre au Sénégal selon les données de l'ISN (22) et à 34 grammes par litre en France. (5)

Le lait d'autres espèces est beaucoup plus riche en lipides: 4 à 7 pour 100 grammes chez les brebis, chèvre et bufflesse par exemple (voir tableau IV).

Le lait est un aliment riche en graisse (50 pour cent de 640 calories d'un litre viennent des glycérides et des lécithines du lait).

Les lipides du lait de vache sont constitués principalement de triglycérides (97 à 99 pour

cent des lipides totaux); le reste consiste surtout en phospholipides et stérols, cholestérol notamment. Les triglycérides contiennent principalement des acides gras saturés (60 à 70 pour cent), dont une proportion importante d'acides gras à point de fusion élevé mais aussi des acides gras à chaînes courtes volatils qui confèrent une odeur particulière au lait et à ses dérivés.

Les lipides du lait sont en partie synthétisés dans la glande mammaire. Le fait que le lait de vache présente un rapport acides gras saturés/acides gras insaturés bien plus élevé que celui de la nourriture végétale ingérée par l'animal s'explique toutefois aussi par le fait que des acides gras non saturés sont hydrolysés dans le rumen de la vache, sous l'influence des bactéries.

Les lipides du lait, phospholipides et stérols sont à peu près en totalité dans les globules gras. Nous savons que dans le lait, les globules gras ont tendance à coaliser à la surface en formant la crème; le chauffage vers 80°C et l'abaissement du pH accélèrent ce phénomène. En revanche les lécithines, présentes dans la membrane qui entoure le globule gras, contribuent, par leur action émulsifiante, à maintenir les globules gras dispersés dans la phase aqueuse. (29)

Le taux butyreux du lait de vache compris entre 35 et 40 grammes par litre est valable pour les laits de mélange.

Mais lorsqu'il s'agit de laits individuels, ce taux varie avec de nombreuses causes intrinsèques et extrinsèques.

les facteurs intrinsèques ont trait à la race, l'individu, le stade de lactation et l'état de santé de la vache laitière alors que les facteurs extrinsèques relèvent du régime alimentaire, de la saison et des modalités de traite.

- La race : les races "beurrières" comme la jersiaise ou la normande produisent un lait contenant plus de 40 grammes de matière grasse par litre et les races comme la frisonne française pie noire dont l'aptitude laitière est très développée ne dépassent guère 35 grammes par litre.

- L'individu et l'âge : les caractères individuels se transmettent par hérédité et une bonne laitière présente les caractères extérieurs suivants: ampleur du bassin et de l'abdomen, mamelle volumineuse et développée, veines mammaires bien marquées.

Au delà de 9 ans, les vaches laitières fournissent un lait à taux butyreux réduit.

- Le stade de lactation et l'état de santé de la vache laitière: le taux est plus élevé en début de lactation (1ère, 2e, 3e) et s'abaissent chaque fois que l'état de santé de la vache laitière subit une perturbation.

- Le régime alimentaire: la quantité de glucides dans la ration influe sur le taux butyreux. Les rations pauvres en foin et riches en concentrés l'abaissent.

Lorsque les animaux mangent de fourrages secs (été) riche en cellulose précurseurs d'acides gras fixes, la matière grasse sera plus solide alors que la verdure en hiver entraîne une diminution du taux de matière grasse.

- modalité de traite: La multiplication du nombre de traite élève la production et la valeur en matière grasse; lors de trois traites, celle de midi donne le lait le plus gras. **(30)**

2.1.3.4. Les protéines du lait

Les protéines appelées "la matière azotée" dans le lait est de 30 à 35 grammes par litre. **(22)**

La matière azotée du lait renferme 95 pour cent de protéines et 5 pour cent de substances azotées non protéiques.

Les caséines (phosphoprotéines) représentent 80 pour cent des protéines du lait de vache ; le reste est constitué de β -lacto globuline (environ 10 pour cent des protéines totales), α - lactalbumine (environ 2 pour cent des protéines totales) et petites quantités d'un grand nombre de protéines diverses (enzymes, immunoglobulines, etc).

Lorsque les caséines sont coagulées, les autres protéines restent en solution en même temps que le lactose et les sels minéraux, constituant ce que l'on appelle le lactosérum.

Par rapport à la matière grasse, le taux de matière azotée est relativement constant, le facteur alimentaire n'intervient presque pas. Ce taux est donc lié à des facteurs génétiques: l'individu et la race.

Le taux de matière grasse et la matière azotée sont des critères pour le paiement du lait à la qualité. **(3) (29)**

2.1.3.5. Les matières minérales du lait

Les matières minérales sont représentées dans le lait à une proportion variant de 8 à 12 grammes par litre. C'est une fraction mineure par rapport aux lipides, glucides et protides, mais leur importance est considérable.

Les matières salines les plus importantes sont les citrates, le calcium, le phosphore et les chlorures.

Les chlorures constituent la partie la plus importante des sels solubles dissociés et représentent 1,5 à 2 grammes par litre dans le lait de vache.

Le dosage des chlorures, est un moyen de détection des laits anormaux et la constante moléculaire simplifiée est calculée d'après la teneur en chlorures et en lactose. **(3)**

2.3.2 Composants chimiques mineurs

2.3.2.1 Les vitamines du lait

Le lait est l'aliment qui contient la plus grande variété de vitamines mais leur teneur est faible. Il comprend des vitamines hydrosolubles (B1, B2, B6, B12, C) et liposoluble (tableau II).

Les vitamines liposolubles sont associées à la matière grasse et après l'écémage se trouvent dans la crème. Leur teneur varie avec la nourriture de l'animal.

Les manipulations à l'air, la lumière et les traitements thermiques détruisent ou inactivent la plupart des vitamines (surtout hydrosolubles B et C); d'ou l'intérêt diététique du lait cru. (3) (5)

Tableau N° II : Lait de vache : Composition vitaminique du lait cru (pour 100 grammes)

<u>Vitamines Liposolubles</u>	
A.....	.....150 UI
D.....	..... 2 UI
E.....	..... 80 UI
<u>Vitamines hydrosolubles :</u>	
Thiamine (B1).....	.....45 ug
Riboflavine (B2).....	.....150 ug
B6.....	..... 35 ug
B12.....	..... 0,3 ug
Acide pantothénique.....	.....350 ug
Acide nicotinique (PP).....	.....100 ug
Acide ascorbique (C).....	.....200 ug
Biotine.....	..... 1,5 ug

d'après ALAIS (3) UI : unité internationale, µg : microgramme

2.3.2.2. Les enzymes du lait

Les enzymes du lait sont des catalyseurs biologiques thermosensibles d'origine lactée, fongique ou microbienne et dont les propriétés sont utilisées aussi bien en technologie laitière qu'en contrôle du lait et des produits laitiers. **(30)**

Selon ALAIS **(3)**, il est parfois difficile de déterminer leur origine car les bactéries se trouvant fréquemment dans le lait produisent des enzymes du même type.

Une soixantaine d'enzymes sont décelées dans les laits de vache, mais nous retenons que deux qui présentent un intérêt pour le contrôle du lait cru : la catalase et la reductase microbienne. Elles permettent d'apprécier la qualité bactériologique du lait cru.

Le tableau (III) récapitule la composition chimique du lait de vache

Tableau III : Composition chimique du lait de vache

Constituants	Composition en g/litre	État physique des composants
Eau -----	----- 905	Eau libre (solvant) + eau liée (3,7 pour cent)
Glucides (lactose) -----	----- 49	Solution
Lipides -----	----- 35	
Matière grasse proprement dite clycérides	----- 34	Émulsion des globules (3 à 5 microns)
Lécithine (phospholipides)	----- 0,5	
Partie insaponifiable (stérois Carotènes, tocophérols)	----- 0,5	
Protides -----	----- 34	suspension micellaire de phosphocaséinate de calcium (0,08 à 0,12 microns)
Caséine -----	----- 27	
Protéines «solubles» (Globulines, Albumines)	----- 5,5	Solution (colloïdale)
Substances azotées non protéiques	----- 1,5	Solution (vraie)
Sels -----	----- 9	Solution ou état colloïdal (Pet Ca) Sels de K, Ca, Na, Mg, etc)
de l'acide citrique (en acide)	----- 2	
de l'acide phosphorique (PO)	----- 2,6	
de l'acide chlorhydrique (NaCl)	----- 1,7	
Constituants divers -----	-----Traces	
(vitamines, enzymes, gaz dissous)		

D'après ALAIS (3)

3. Laits d'autres espèces

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants: eau, protéines, lactose, matière grasse et matières minérales.

Cependant les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre (tableau IV).

En outre la composition des constituants protéiques, lipidiques et minéraux peut être différente selon l'espèce considérée.

**Tableau IV Constituants principaux des laits de diverses espèces
(en gramme par litre)**

Constituants	Femme	Vache	Bufflonne	Chamelle	Jument	Chèvre	Brebis
Matière sèche totale	117	128	166	136	109	134	183
Matières azotées	12-14	34	41	35	25	33	57
Lactose	65-70	48	49	50	60	48	46
Matières salines	3	9	8	8	4	7,7	9
Matière grasse	35	37	68	45	20	41	71

D'après la FAO (16)

Cette variabilité peut dépendre de la nutrition, du stade lactation, de l'âge, de l'époque de l'année et du débit lacté.

2.3.4. Les anomalies de la composition

La mamelle synthétise la plupart des constituants organiques du lait qui n'existent pas dans le sang. Le tableau V montre que la composition du lait et celle du sang, qui ne sont séparés dans la mamelle que par une mince paroi, sont très différentes l'une de l'autre. Ces différences s'atténuent dans les laits anormaux physiologiques et pathologiques (par suite d'une infiltration accrue des constituants du plasma sanguin). Mais il y a une autre cause aux anomalies de la composition, c'est la diminution de l'activité de synthèse de la mamelle dans certaines maladies. La conséquence analytique est d'une part une chute de la teneur en lactose, graisse et caséines et d'autre part une élévation de la teneur en albumine, globuline et chlorures. Il s'ensuit des

variations très importantes dans les propriétés du lait, qui font que, en dehors des raisons purement hygiéniques, les laits malades (pathologiques) ne conviennent pas à la plupart des utilisations du lait normal.

Au tout début de la lactation, l'activité de synthèse de la mamelle se développe progressivement, le premier liquide sécrété ou colostrum, a une composition anormale par rapport au lait parfait.

Tableau V : Compositions du lait et du plasma sanguin bovin (moyenne) (grammes par litre)

Eléments	Lait	Plasma sanguin
Matière grasse	35	3
Lactose	49	0
Caséine	27	0
α -Lactalbumine		
+		
β -Lactoglobuline	4	0
Albumine + globuline	1,5	75
Acide citrique	2	0
Chlorures	1,6	6
Phosphates (enP ₂ O ₅)	2,6	0,3

d'après ALAIS (3)

2.4. Les besoins en lait des pays en développement

Le lait est un aliment considéré par de nombreux nutritionnistes comme irremplaçable pour tous les organismes en croissance. La consommation de 250 millilitres de lait de vache couvre un tiers des besoins protidiques journaliers d'un jeune de 1 à 2 ans, la moitié des besoins en calcium entre un tiers et la moitié des besoins en vitamine.

Par ailleurs, nous savons que le lait présente un équilibre en acides aminés bien adapté au

besoin de la croissance de l'enfant. Les teneurs élevées en lysines et tryptophanes sont particulièrement intéressantes. La relative déficience en acides aminés soufrés, méthionine, cystine, si elle reste compatible avec les besoins de l'enfant s'accordent moins avec les besoins de l'adulte.

Il est reconnu que les adultes peuvent vivre en bonne santé en consommant de faibles quantités de lait et de produits laitiers mais que leur ration satisfasse les besoins énergiques et apporte les proportions souhaitables des divers nutriments sous une forme physiologiquement efficace. (18)

Si l'on s'exprime en termes de "besoins nutritionnels", il est certain que les jeunes enfants, les mères, les vieillards, les malades, c'est à dire les groupes vulnérables de la population constituent l'essentiel des consommateurs qui ressentent le plus profondément l'insuffisance de lait. Aussi une politique laitière bien comprise doit-elle s'attacher à satisfaire en priorité ces couches de la population en leur offrant des produits appropriés dans les conditions accessibles.

Si l'on s'exprime en termes de "besoins du marché" ou restreint alors considérablement la notion de besoins puisque seule est concernée la clientèle qui dispose d'un pouvoir d'achat lui permettant de se procurer des produits dont l'assortiment et les prix sont trop souvent à l'image de ce qu'ils sont dans ce pays. Ces consommateurs sont peu nombreux et leur effectif ne progresse que lentement, au rythme du développement économique et social. (14)

C'est pourquoi les besoins du marché et leurs perspectives ne peuvent être évalués qu'à travers des études conduites pays par pays. Ces études doivent être fondées sur des hypothèses de développement à plus ou moins long terme dont la fiabilité n'est mise en doute par personne.

Chapitre II: LAIT CRU

1. LAIT CRU NORMAL

1.1. Définition

Le lait cru est du lait frais non traité par la chaleur ni soumis à aucun autre traitement d'assainissement ou de conservation autre que la réfrigération.

1.2. Caractéristiques de qualité du lait cru

La production, le premier maillon de la chaîne technologique et commerciale, est pour l'hygiéniste d'une importance primordiale. Ce stade de la production comprend des opérations aussi diverses que l'état sanitaire des vaches laitières, les modalités, le conditionnement.

C'est une phase au cours de laquelle le lait est le plus exposé aux multiples contaminations exogènes par le matériel, l'homme et le milieu.

En outre, c'est à ce stade que la vache intervient comme source de contamination, endogène par sa mamelle.

Le lait destiné à être vendu à l'état cru pour la consommation humaine doit répondre à certaines dispositions réglementaires visant l'exploitation productrice, le matériel de récolte et de manipulation, le lait lui-même.

1.3. Caractères réglementaires du lait cru

Beaucoup de pays ont déjà décrété dans le domaine laitier, des mesures d'hygiène qui indiquent également les cas où le lait doit être refusé et considéré comme impropre à la consommation.

1.3.1. Réglementation nationale

L'article 2 du décret sénégalais N° 69-891 du 25 Juillet 1969 réglementant le contrôle du lait et des produits laitiers destinés à la consommation humaine: ne peut être considéré comme lait propre à la consommation humaine ;

- le lait provenant d'animaux atteints de maladies dont la nomenclature sera donnée par arrêté du Ministre du Développement Rural ;

- lait coloré, malpropre ou malodorant ;

- lait provenant d'une traite opérée moins de sept jours après le part et d'une manière générale, le lait contenant du colostrum ;

- lait provenant d'animaux malnourris et manifestement surmenés. (9)

1.3.2. Réglementation internationale FAO/OMS

Sera considéré comme lait impropre à la consommation humaine:

- le lait provenant d'animaux de laiterie atteints de fièvre, au niveau des organes génitaux particulièrement certaines maladies contagieuses et maladies chroniques (au cas où les propriétés du lait ont changé), inflammation des glandes mammaires, ulcères et autres lésions des trayons et du pis, etc ;

- lait provenant d'un animal au moment de la parturition (15 jours avant et 8 jours après la mise bas) ;

- lait salé, sanguinolent, visqueux ou présentant quelque autre anomalie;

- lait provenant d'animaux soumis à un traitement médical comportant des drogues qui filtrent à travers les glandes mammaires (arsenic, iode, pilocarpine, antibiotiques, etc...);

- trayeurs ou manipulateurs du lait atteints eux mêmes (ou dans leur entourage familial) de maladies contagieuses pouvant se transmettre par l'intermédiaire du lait, ou considérés comme porteurs de ces agents pathogènes (fièvre typhoïde, paratyphoïde, salmonellose, dysenterie, mal de gorge à streptocoques, hépatite infectieuse, etc.) ;

- Conditions sanitaires non satisfaisantes de la ferme : équipement ou aux méthodes de traite et de manipulation ne garantissant pas un produit propre et sain.

On croit parfois que toutes les imperfections du lait cru peuvent être supprimées par une pasteurisation efficace ou autre traitement thermique, mais ce n'est pas le cas.

Cela ne peut que rendre le lait sans danger pour le consommateur, mais ne corrige par les défauts de goûts, de composition ou l'inaptitude à être utilisé pour certaines fabrications. 16)

Il faut souligner que le lait cru pourra être consommé tel quel sans traitement ultérieur corrigeant les mauvaises conditions de la production.

1.4. Etat sanitaire des vaches laitières

1.4.1. Sur le plan hygiénique

Dans les pays où se développe l'industrie laitière, l'expérience a montré que l'on doit donner une priorité absolue au contrôle des maladies des bovins de laiterie si l'on veut créer une industrie laitière économiquement viable, capable de fournir une grande quantité de lait de bonne qualité.

Certaines maladies des vaches laitières sont dues à des agents pathogènes qui menacent

l'homme autant que les animaux. Comme ils sont excrétés généralement en grand nombre dans le lait produit par l'animal et comme le lait peut être contaminé par la malpropreté des vaches il y a pour le consommateur un danger évident, particulièrement lorsque ce lait est absorbé cru.

En fait, beaucoup de maladies voire d'épidémies très répandues ont eu pour cause un lait contaminé.

1.4.2. Sur le plan économique

Le progrès de la production laitière des animaux contrariés par différentes maladies infectieuses des animaux qui diminuent nettement le rendement.

Les pertes causées par les trois maladies des bovins de laiterie tuberculose, brucellose et mammites que l'on a particulièrement surveillées dans les pays où l'industrie laitière est développée sont énormes, si l'on tient compte de la diminution du rendement, du raccourcissement de la vie des animaux producteurs de lait, de la stérilité, de l'utilisation moins grande des ressources animales pour l'alimentation humaine.

En ce qui concerne la tuberculose le rendement laitier des animaux atteints peut être réduit d'au moins 10 à 30 pour cent. (16)

1.5. Hygiène général de la production du lait cru

1.5.1. Hygiène des locaux

Pour produire un lait sain et de qualité, dans des conditions économiques, la stabulation libre et la salle de traite sont mieux adaptés.

1.5.1.1. Le local de stabulation

Le local de stabulation doit être spacieux, bien éclairé et ventilé tout en maintenant une température convenable (5-10°C). L'aération assainit l'atmosphère et régularise la température. Les températures modérées de 5 à 10°C, sont favorables à la production laitière, la lumière solaire favorise la santé des animaux, l'assainissement du milieu par son action bactéricide et l'augmentation de l'activité vitaminique D du lait. Les animaux en toute liberté produisent un aliment naturel souvent plus riche: les teneurs en extrait sec dégraissé et en matière grasse sont d'ordinaire plus élevées.

Tous les aménagements qui favorisent la propreté des animaux et du local sont également

favorables à la qualité hygiénique du lait.

Prévoir des locaux annexes permettant l'isolement des animaux malades, des animaux nouvellement introduits et des femelles parturientes.

1.5.1.2. La salle de traite

C'est le local le plus important et doit être bien conçue pour la production du lait de très bonne qualité.

Le sol est dallé ou cimenté et les murs lisses pour permettre un nettoyage facile et adéquat, ainsi qu'un bon contrôle de l'hygiène alimentaire.

1.5.1.3. La laiterie de ferme

C'est un local spacieux, exempt d'odeurs désagréables de fumée, de poussière ou autres éléments contaminants et qui n'est pas sujet aux inondations.

La laiterie de ferme permet la conservation et le conditionnement du lait réfrigéré.

Un local équipé d'eau potable chaude et froide est réservé au nettoyage et à l'entreposage du matériel laitier.

Ces différents locaux doivent faire l'objet de nettoyage quotidien, mais aussi de désinfection et désinsectisation. (3)

1.5.2. Hygiène du matériel de récolte

Qu'il s'agisse simplement des récipients dans lesquels on recueille le lait (seau, bidon) ou du matériel de traite utilisé lorsqu'on opère mécaniquement, il est essentiel que tout ustensile venant au contact du lait soit parfaitement nettoyé et aseptisé avant utilisation.

Un égouttage ou séchage sans essuyage doit terminer les opérations.

Les laits destinés à être vendus à l'état cru pour la consommation humaine doivent être récoltés et transportés dans les récipients répondant aux prescriptions de l'article 4 du décret sénégalais du 25 Juillet 1969 mentionnant que les récipients utilisés doivent:

- 1°/ être maintenus en bon état d'entretien ;
- 2°/ avant utilisation, être propres et aseptisés, les ingrédients employés doivent avoir été autorisés par la commission de contrôle des produits alimentaires (9).

Le matériel et les récipients utilisés pour la récolte et la production devraient être fabriqués et entretenus de façon à ne pas présenter de risques pour la santé.

Le matériel destiné à être réutilisé devrait être construit dans des matériaux et selon une conception permettant un nettoyage facile et complet. (18)

1.5.3. Hygiène du personnel

Le personnel devrait subir un examen médical d'embauche, et cet examen devrait également être effectué chaque fois qu'il s'impose pour des raisons cliniques ou épidémiologiques. Organiser à l'intention de tout le personnel, une formation permanente aux méthodes hygiéniques, afin qu'il connaisse les précautions nécessaires pour éviter la contamination du lait.

Le trayeur doit être en bon état de santé et doit prendre des précautions hygiéniques élémentaires: se laver les mains, avant-bras et les essuyer avec un linge propre.

Un contrôle devrait être exercé pour faire respecter cette consigne et des surveillants qualifiés devraient être expressément chargés de veiller à ce que l'ensemble du personnel respecte toutes les dispositions. (3) (16)

1.6. La traite proprement dite

Qu'elle soit manuelle ou mécanique, la traite vise à produire un lait propre, favoriser l'éjection du lait sans causer de dommages à la mamelle.

La traite doit être rapide, car l'action de l'ocytocine est fugace (5 minutes) et lorsqu'elle est longue l'efficacité est diminuée et peut provoquer des traumatismes. Le temps de traite varie d'un individu à un autre (2 à 15 minutes). Elle doit être complète pour éviter la mammite, et douce sinon la vache a tendance à retenir son lait.

Dans le cas de traite mécanique, on doit veiller au bon fonctionnement de la machine, les gobelets trayeurs, les tubes et les différents récipients doivent être rincés avec soins à l'eau pure immédiatement après la traite, nettoyés et désinfectés aussi souvent que nécessaire. Le pot trayeur est supprimé et le lait est amené directement au local servant de laiterie par une tuyauterie rigide et un dispositif de réception. (4)

1.4. Conditionnement et transport

L'article 3 du décret du 25 Juillet 1969 précise que les laits destinés à être vendus à l'état cru pour la consommation humaine doivent:

- être refroidis immédiatement après la traite et être maintenus jusqu'au moment de la vente au consommateur à une température inférieure à +15°C.

Ces prescriptions ne s'appliquent pas toutefois aux laits vendus directement au consommateur dans les deux heures suivant la fin de la traite.

L'article 4 ajoute que les récipients utilisés pour la récolte et pour le transport de l'exploitation doivent en outre:

- porter sur une bande entourant complètement le récipient ou sur une étiquette l'inscription : "lait cru" en caractères très apparents d'au moins trois centimètres de haut ;

- sitôt remplis et refroidis, être fermés;

- ne pas être ouverts depuis la prise en charge jusqu'à la vente au consommateur, sauf dans le cas où les laits seraient, pour la vente au détail recueillis dans un bac réfrigéré ; en ce cas, les récipients ne peuvent être ouverts qu'au moment du transvasement.

Ces prescriptions ne s'appliquent pas aux producteurs vendant directement au consommateur les laits produits exclusivement sur leur exploitation, sous réserve que la vente ait lieu, soit sur l'exploitation même, soit dans un dépôt où ces laits peuvent être individualisés.

Le matériel utilisé pour transporter le lait depuis la zone de production devrait convenir à l'usage auquel il est destiné, être construit dans des matériaux et selon une conception permettant un nettoyage facile et complet. Un matériel spécial par exemple de réfrigération devrait être utilisé si les distances à couvrir l'exigent. (9)

Le lait cru vendu au niveau des kiosques ne répond à aucune règle d'étiquetage définie par l'article 3 du décret du 25 Juillet 1969 à savoir la dénomination "lait cru" en lettres de trois centimètres de haut.

1.8. Conditions de vente du lait cru

1.8.1. Personnes habilitées

C'est l'article 5 du décret sénégalais du 25 Juillet 1969 qui précise les conditions de vente du lait cru. «En dehors des producteurs vendant soit directement au consommateur, soit à un poste de collecte appartenant à une coopérative, soit à l'un des ramasseurs prévus au paragraphe deux du présent article, seuls peuvent vendre du lait à l'état cru pour la consommation humaine :

- les postes de collecte appartenant à des coopératives d'éleveurs, sous réserve de le vendre directement au consommateur dans leur rayon de ramassage ;

- jusqu'à une date fixée par arrêté du Ministre chargé du Développement Rural,

les ramasseurs collectant moins de 200 litres de lait par jour chez les producteurs.

Sont considérés comme ramasseurs, aux termes du présent décret, toutes personnes physiques ou morales, autres que les postes de collecte visés ci-dessus, servant à titre quelconque d'intermédiaire entre le producteur et le consommateur.

«Aux termes de l'article 6 du même décret doivent, avant le début de leurs opérations, déclarer leur activité au Préfet de leur siège ou de leur domicile.

Toutes modifications dans les conditions d'exploitation doivent être déclarées dans les mêmes conditions». (9)

1.8.2. Commercialisation du lait cru

Il convient de noter qu'un début de spécialisation est en cours dans la capitale où quelques fermes se consacrent uniquement à la vente des laits.

Pour la commercialisation du lait cru à Dakar il ne se pose pas de problème spécial, et la concurrence paraît assez efficace.

Pour le lait cru produit traditionnellement, la vente se fait chez le producteur ou par livraison sur commande au domicile de l'acheteur.

1.9. Production du lait cru

1.9.1. Situation laitière actuelle

Le lait et les produits laitiers jouent un rôle important dans l'alimentation humaine dans la plupart des pays ayant un niveau de vie assez élevé. Un fait remarquable est que la consommation du lait varie avec le climat et la latitude. En observant les choses de plus près on voit que cette consommation varie approximativement comme la quantité produite.

Les pays à climat tempéré produisent, en général, beaucoup plus de lait que les autres, la ration alimentaire y est plus abondante et le lait y intervient pour une plus large part. Il y a des pays à population importante, où le lait n'intervient que très peu dans l'alimentation. Le plus souvent, ceci est la conséquence d'une faible production (14).

La plupart des pays en développement sont situés dans les régions chaudes du globe et beaucoup font partie des zones tropicales et subtropicales.

1.9.2. Ressources en lait au Sénégal

Les statistiques de la F.A.O. relevée dans le dernier annuaire de la production disponible font état pour l'année 1994, d'une production de lait de vache frais d'environ 85 000 tonnes à laquelle il convient d'ajouter 18 000 tonnes de lait de brebis et 15 000 tonnes de lait de chèvre, au total environ 118 000 tonnes contre 104 000 tonnes en 1979-1981, soit une augmentation d'environ 14 000 tonnes.

Si l'on envisage maintenant les moyens de production en s'en tenant au cheptel des vaches laitières, seul comptabilisé par les enquêtes de la FAO, on constate qu'en 1994 l'effectif se situe autour de 294 000 têtes.

Pendant la même période, le rendement laitier moyen est de 360 kilogrammes par an. Les importations de lait et produits laitiers sont évaluées à 35 milliards de francs CFA, dont 13 milliards de francs CFA en lait en poudre (14).

La production nationale de lait est loin de couvrir les besoins comme l'attestent les importations et peut aussi inciter à des tentatives de fraudes.

2 - LAITS CRUX ANORMAUX

Selon VEISSEYRE (30), on regroupe sous ce terme tous les laits dont les caractères et la composition sont différents de ceux du lait normal.

On distingue les laits anormaux proprement dits, les laits altérés et les laits falsifiés.

2.1. Les 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 colostrum, lait de rétention), soit d'une cause pathologique (lait de mammite).

2.1.1. Le lait colostrum

C'est le liquide sécrété par les mamelles dans les jours qui suivent la mise bas. Sa composition évolue vers celle du lait en fonction du nombre de traites. Lorsque les traites sont régulières, le colostrum donne du lait après une semaine. Sinon, il faut plus d'une semaine pour que cette transformation s'opère.

Le lait colostrum est un liquide visqueux, de saveur amère, à odeur forte, de coloration jaunâtre et dont les caractères physico-chimiques sont les suivants :

- acidité : 20 - 25 □ Dornic ;
- densité : 1,075 ;

- matières protéiques : teneur élevée (coagulation par chauffage, pas de coagulation par la présure) ;
- sels : augmentation des chlorures (saveur salée)

2.1.2. Le lait de rétention

Le lait de rétention provient de l'accumulation de lait dans la mamelle par suite de l'absence ou de l'insuffisance de vidange de la mamelle. Il présente les caractères suivants :

- diminution de la quantité du lait ;
- diminution de certains constituants (lactose et matière grasse)
- augmentation du taux de chlorure (5 à 6 grammes par litre)
- augmentation du taux cellulaire.
- acidité Dornic diminuée.

Le lait de rétention présente tous les caractères du lait mouillé écrémé à l'exception de la C.M.S. qui demeure constante.

2.1.3. Les laits de mammites

Le lait de mammite provient d'une mamelle en état d'inflammation chronique ou aiguë. Dans le cas de mammite aiguë ou subaiguë, le lait est transformé en exsudat, épais, visqueux à saveur salée et à couleur jaunâtre ou rougeâtre ; l'exsudat peut présenter plusieurs aspects : purulent, fibreux...

Lors de mammite chronique, les modifications sont peu marquées ; on constate un aspect blanc bleuté et surtout la présence de grumeaux décelables par l'épreuve du bol traite.

Les caractères chimiques des laits de mammite sont :

- diminution de la matière grasse, du lactose ;
- augmentation des chlorures : la CMS restent constante ;
- le pH est souvent alcalin.

Les laits anormaux proprement dits se caractérisent par un déséquilibre entre les éléments filtrés et élaborés.

Il y a une augmentation des éléments filtrés (protéines solubles et chlorures) et une diminution des éléments synthétisés (lactose, matière grasse et caséine).

2.2. Les laits altérés

Ce sont des laits dont les caractères et la composition ont subi une altération qui les rend impropres à la vente ou la consommation. Cette altération se traduit par des modifications organiques. Ce sont les laits répugnants, malpropres et pathogènes.

2.2.1. Les laits répugnants

Ce sont des laits dont l'altération est reconnue directement par simple examen des caractères organoleptiques. Il peut s'agir de :

- défauts de couleur (bleue, jaune, rouge, etc...)
- défauts d'odeur (par suite de sa richesse en matière grasse, le lait se charge de toutes les odeurs) ;
- défauts de consistance (aspect visqueux : qui traduit un défaut d'hygiène au cours de la traite).

2.2.2. Les laits mal propres

Ils renferment des substances étrangères visibles directement ou après filtration. Ces souillures sont postérieures à la sortie du lait de la mamelle et les plus fréquentes sont les impuretés d'étable (poils, pailles, moisissures, insectes...).

Les laits malpropres sont fortement dépréciés du point de vue commercial, technologique et sanitaire.

2.2.3. Les laits pathogènes

Ce sont des laits contaminés avant, pendant et après la traite par des germes pathogènes, par des virus, des éléments toxiques et capables de déterminer des maladies ou des accidents chez les consommateurs.

1) Avant la traite :

- par des germes pathogènes ou des virus quand la vache laitière est atteinte d'une affection générale ou localisée à la mamelle ;
- par des produits toxiques (antibiotiques, pesticides).

2) Au cours de la traite :

- Par des germes ou des virus à la suite d'une faute d'hygiène au cours de la traite ou de la manipulation du lait par des porteurs de germes.

3) Après la traite :

Le lait est un remarquable milieu de culture pour certains germes (salmonelles, staphylocoques, coliformes ou streptocoques).

2.3. Les laits falsifiés

Un producteur sans scrupule peut être tenté de falsifier le lait dans la mesure où l'adultération peut paraître difficilement décelable par le consommateur. Dans certains pays du tiers monde la fraude atteint une grande ampleur, la majorité des laits récoltés étant plus ou moins falsifiés à la vente.

Selon VEISSEYRE (30), les laits fraudés sont présentés comme des laits normaux mais ont subi des modifications de la composition chimique par addition de substances interdites ou par soustraction de divers constituants ou par les deux à la fois.

2.3.1. Fraudes par addition : le mouillage

Le mouillage consiste à ajouter au lait des liquides ou des substances diverses (eau, lactosérum, conservateur) dans le but d'augmenter le volume de lait mis en vente ou d'améliorer sa qualité microbiologique.

Le mouillage le plus fréquent est l'addition d'une substance sans valeur comme l'eau qui modifie la composition originelle du lait.

Le décret sénégalais du 25 Juillet 1969, prescrit en son article 10 «qu'est interdite l'addition en quelque proportion que ce soit, d'eau au lait que cette eau soit ou non potable. Est également interdit l'emploi de tout traitement, autre que la filtration ou les procédés thermiques d'assainissement susceptibles de modifier la composition physique ou chimique du lait lorsque ce traitement n'est pas autorisé par arrêté interministériel». (9)

Le mouillage abaisse naturellement la teneur du lait en ses divers constituants. La densité, la matière sèche dégraissée diminuent ainsi que le point de congélation qui se rapproche de celui de l'eau pure.

Toutefois, c'est la détermination de la constante moléculaire simplifiée (CMS), traduisant l'abaissement de la teneur du lait ou ses composants, qui semble apporter l'élément de jugement le plus intéressant.

Cette constante concrétise l'équilibre osmotique qui existe toujours chez l'animal, entre le lait et le sérum sanguin. Parmi les molécules dissoutes dans la phase aqueuse du lait, ce sont le lactose et les chlorures qui conditionnent essentiellement la pression osmotique.

2.3.2. Fraudes par soustraction : l'écémage

Elles consistent à retrancher une partie de la matière grasse. L'écémage se pratique soit en enlevant avec une cuillère la crème qui surnage le lait abandonné au repos dans un endroit frais (lait écémé), soit par la centrifugation à l'aide d'une écèmeuse (lait centrifugé). Il est très difficile à caractériser sur les laits individuels car le taux de matière grasse est très variable. L'écémage ne s'identifie donc que sur les laits de mélange, et le lait dans la consommation est généralement

le mélange de la traite de plusieurs vaches. (13)

L'écémage est considéré comme une fraude, en vertu de la loi N° 66.48 du 27 Mai 1966 relative au contrôle des produits alimentaires et à la répression des fraudes et en son article 10 "quiconque aura trompé ou tenté de tromper le contractant :

- soit sur la nature, les qualités substantielles, la composition et la teneur en principes utiles de toutes marchandises ;

- soit sur leur espèce ou leur origine lorsque d'après la convention ou les usages, la désignation de l'espèce ou de l'origine faussement attribuée aux marchandises devra être considérée comme la cause principale de la vente ;

- soit sur la qualité des choses livrées ou sur leur identité par livraison d'une marchandise autre que la chose déterminée qui a fait l'objet du contrat, sera puni. (8)

L'écémage est dit simple quand le taux de matière grasse d'origine animale est inférieur au taux normal (25 grammes par litre pour le lait cru au Sénégal) et de substitution quand une partie de la matière grasse d'origine animale est remplacée par la matière grasse d'origine végétale.

L'addition d'eau peut être combinée à l'écémage partiel pour masquer la diminution de la densité due au mouillage. Cette tromperie est mise en évidence par la diminution de la CMS, de l'ESD et de la matière grasse.

2.3.3. Conséquences des fraudes

2.3.3.1. Sur le plan hygiénique

L'ingestion de lait mouillé avec de l'eau de mauvaise qualité peut être source de dangereuse contamination.

En effet, le lait sous sa forme liquide présente une grande réceptivité aux germes extérieurs et est un excellent milieu de culture pour les salmonelles, le staphylocoque, etc...

L'addition des antibiotiques dans le lait dans le but d'améliorer la conservation constitue un danger pour la santé publique et des risques d'accidents allergiques sont possibles avec certaines substances comme la pénicilline.

En outre, la technique d'écémage avec le matériel (cuillère ou écémuse) pouvant renfermer des germes est une source de contamination.

2.3.3.2. Sur le plan nutritionnel

Le lait joue un rôle important dans l'alimentation surtout chez le jeune et les groupes vulnérables.

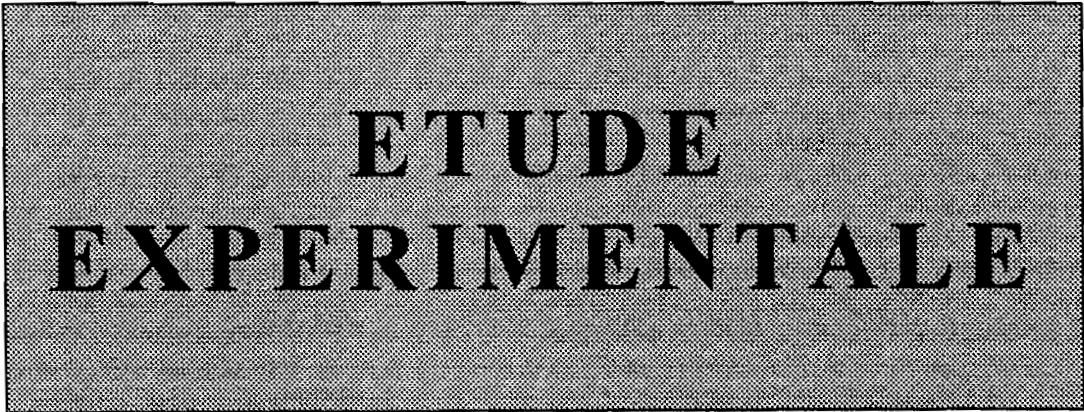
Si ce produit est falsifié (mouillé ou écrémé), la teneur en ses divers constituants (protéines, chlorures, lactose, matière grasse) baissent et n'apporte pas les qualités nutritives ou organoleptiques que le consommateur peut légitimement attendre.

2.3.3.3. Sur le Plan commercial

Les fraudes du lait (le mouillage et l'écrémage) peuvent paraître difficilement décelables par le consommateur et ceci constitue un obstacle au commerce national.

Ainsi, les fabricants honnêtes subissent la concurrence déloyale étant donné que le prix du lait au niveau de la vente est le même.

DEUXIEME PARTIE



ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

1- PRELEVEMENT POUR LE CONTROLE DU LAIT

Ces prélèvements sont difficiles et il faut respecter certaines conditions.

1-1 Représentativité de l'échantillon

Les prélèvements doivent être effectués sur du lait bien mélangé, parfaitement homogénéisé, non baratté et non acide.

L'homogénéisation du lait est fonction :

- De sa température de conservation : le lait chaud est plus facile à homogénéiser.

L'expérience a prouvé que, lorsque deux prélèvements sont effectués à deux endroits différents d'un bac contenant du lait chaud, les résultats analytiques de ces deux échantillons en ce qui concerne la matière grasse sont pratiquement identiques.

Par contre, lorsque deux prélèvements sont effectués dans les mêmes conditions sur un lait froid, l'analyse a démontré sur la teneur en matière grasse des deux échantillons est différente (plus d'un gramme de matière grasse d'écart) (11).

Selon ALAIS (3), il est plus difficile qu'on ne le croît communément d'obtenir un échantillon vraiment représentatif du produit en ce qui concerne la matière grasse du lait de l'instabilité de la suspension ;

- De la qualité de lait à échantillonner : plus cette quantité sera importante, plus l'échantillonnage sera difficile.

Si l'on désire avoir réellement un échantillon représentatif du lot, il faut effectuer un nombre important de prélèvements (5).

1-2 Lieux et techniques de prélèvement

1-2-1 - Lieux de prélèvement

Les prélèvements ont été effectués au hasard au niveau des kiosques des fermes Coplait, Wayembam, Niacoulrab et Fatim à différents points de vente (Fass, Médina, Gueule-Tapée, HLM, Castor, Colobane, Hann).

1-2-2 - Techniques de prélèvement

Le lait cru est d'abord mélangé et le flacon qui contient l'échantillon bien rempli afin d'éviter le barattage du lait au cours du transport. Le récipient est ensuite correctement fermé.

Sur chaque échantillon, sont indiquées les circonstances de l'opération (date de prélèvement, lieu, nom de la ferme, identification de l'échantillon).

1-3 - Transport et conservation de l'échantillon

Les échantillons sont gardés dans une glacière et le transport ne dure que quelques minutes. Aucun produit chimique n'a été utilisé pour la conservation de l'échantillon.

Les travaux de recherche sont entrepris dès notre arrivée au laboratoire.

Les produits de conservation peuvent être utilisés pour des examens physico-chimiques. Il s'agit de dichromate de potassium et du formol. Mais le problème des conservateurs à utiliser n'est pas résolu.

L'emploi du formol n'est pas une bonne solution et une étude (publiée dans les annales des falsifications par des experts chimistes en 1972) démontre que le formol peut fausser les résultats analytiques, lorsque l'on utilise la méthode GERBER.

Plus le lait est conservé au formol, plus la teneur en matière grasse de ce lait est forte par

rapport à un lait conservé au dichromate de potassium. Il est aussi nécessaire pour les laits formolés de réchauffer légèrement à 35 - 45°C, afin de permettre la dispersion complète de la couche de crème (5).

La présence d'agents de conservation peut avoir une influence sur le point de congélation du lait en l'abaissant (Manuel suisse des denrées alimentaires, vol II 1/32).

2 - RECHERCHE DES FRAUDES

2-1 - Analyses physiques et chimiques

Les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de Nestlé Sénégal et les méthodes utilisées sont celles définies par la réglementation française (5).

2-1-1- Préparation de l'échantillon en vue de l'analyse physique et chimique

(N F V O 4 - 203 Janvier 1969)

2-1-1-1 - Principe

Cette préparation consiste à rendre l'échantillon homogène et à l'amener à la température à laquelle est effectuée l'analyse.

2-1-1-2 - Mode opératoire

- Rendre l'échantillon homogène : Si l'analyse doit avoir lieu immédiatement après le prélèvement ou au plus tard dans les deux heures ou trois heures qui le suivent, une simple agitation de l'échantillon par retournements successifs du flacon suffit à rendre le contenu homogène.

- Effectuer les prises d'essais : l'échantillon ayant été préparé, les prises d'essais devront être effectuées immédiatement. Il n'est pas recommandé d'effectuer sans interruption toutes les

prises d'essais nécessaires aux divers dosages.

Dans tous les cas, procéder à une ultime agitation ménagée de l'échantillon avant chaque prélèvement.

Les prises d'essais sont effectuées soit par pesée, soit en volume avec la verrerie convenable graduée.

Les déterminations physico-chimiques sont triées immédiatement après la préparation de l'échantillon.

2-1-2 - Détermination de la matière grasse

La méthode d'analyse utilisée est la méthode Acido-butyrométrique dite GERBER définie par l'A F N O R (N F V O 4 - 210 Septembre 1975) (5).

Cette méthode n'est pas applicable au lait formolé, alors qu'elle l'est pour les laits contenant certains conservateurs tels que : le bichromate de potassium.

2-1-2-1 - Principe

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, il y a séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre. La séparation est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool isoamylique et l'obtention de la teneur en matière grasse par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

2-1-2-2 - Matériel et Produits

Le matériel est constitué :

- D'un butyromètre à lait, conforme à la norme, muni d'un bouchon approprié.

- Une pipette à lait de 11 ml à un trait.
- Un système automatique permettant de délivrer 10,0 ml + 0,2 ml d'acide sulfurique.
- Un système automatique permettant de délivrer 1,0 ml + 0,05 ml d'alcool isoamylique.
- Une centrifugeuse électrique, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés.
- Un bain-marie maintenu à la température de $65^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ et permettant de maintenir les butyromètres en position verticale, les échelles étant entièrement immergées.
- Un thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.

Les produits sont :

- L'acide sulfurique concentré, $\rho_{20} = 1,820 + 0,005 \text{ g/ml}$ ($d = 1,820 + 0,005$ à 20°C) incolore ou à peine ambré, ne contenant aucune impureté pouvant agir sur le résultat.
- L'alcool isoamylique, $\rho_{20} = 0,813 + 0,005 \text{ g/ml}$

2-1-2-3 - Mode opératoire

La technique se déroule en trois temps successifs :

1^o temps : Prélèvement

A l'aide d'un système automatique, 10 ml d'acide sulfurique sont introduits dans le butyromètre en opérant le flacon que l'acide ne mouille pas le col de celui-ci.

Le récipient contenant l'échantillon est retourné 3 à 4 fois doucement puis le volume de 11 ml de lait est prélevé et versé dans le butyromètre sans toujours mouiller le col, de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide.

A l'aide d'un système automatique, 1 ml d'alcool isoamylique exactement prélevé est ajouté à la surface du lait.

Le butyromètre est bien bouché sans perturber son contenu.

2° temps : Agitation des butyromètres et centrifugation

Agiter et retourner le butyromètre convenablement protégé jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de particules blanches.

Placer immédiatement le butyromètre, bouchon vers le bas dans le centrifugeur et centrifuger (1000 - 1200 tours à la minute) pendant 10 minutes.

3° temps : Lecture

Retourner le butyromètre de la centrifugeuse en ajustant le bouchon, si nécessaire, pour amener la colonne de matière grasse dans la zone de l'échelle.

Placer le butyromètre, le bouchon dirigé vers le bas dans le bain d'eau à $65^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ pendant 5 minutes ; le niveau d'eau doit être au-dessus du sommet de la colonne de matière grasse.

Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours dirigé vers le bas, et ajuster soigneusement celui-ci pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche de préférence un trait - repère principal.

2-1-2-4 - Expression des résultats

La teneur en matière grasse du lait exprimée en grammes par litre de lait est obtenue en appliquant la formule :

$$\text{MG} = (\text{B}) - (\text{A}).$$

Avec (B) qui est le trait - repère en haut de la colonne de matière grasse et (A) correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

Dans les conditions opératoires, une division correspond à 1 gramme de matière grasse par litre du lait.

2-1-3 - Détermination du point congélation du lait

C'est la norme N F, V O - 205 de Janvier 1969 qui est utilisé (5).

2-1-3-1 - Principe

Détermination du point de congélation du lait frais dans un cryoscope au moyen d'un thermomètre de précision.

Le lait frais étant isotonique au sérum de l'animal, son point de congélation est sensiblement constant et l'on peut admettre qu'il est voisin de - 0,55°C.

Le point de congélation se rapproche de zéro degré avec l'augmentation de la teneur en eau.

2-1-3-2 - Matériel et Produits

Le matériel est constitué :

- D'un cryoscope GERBER comprenant une cure, deux agitations annulaires, un tube en verre approprié au cryoscope, un couvercle en métal avec un petit moteur incorporé pour l'agitateur et un bouchon en caoutchouc.

- Un thermomètre de contrôle pour la solution réfrigérante de - 10 à 50°C gradué de degré en degré.

Un thermomètre de précision, de + 1 à - 1, gradué en 1/100 de degré celcius.

Les produits chimiques sont :

- Chlorure de sodium broyé finement
- Glace pilée

2-1-3-3 - Mode Opérateur

Remplir le récipient extérieur du cryoscope aux deux tiers de sa hauteur avec de la glace pilée et ajouter 2 à 3 poignées de chlorure de sodium, puis de l'eau froide jusqu'à environ 3 à 4 cm du bord.

Introduire le grand agitateur annulaire dans le récipient et fermer avec le couvercle, mettre le thermomètre de contrôle dans le bain réfrigérant et agiter la solution.

Vérifier que la température est descendue entre - 3 et - 5°C et que la solution se maintienne à cette température durant la détermination. On peut faire varier la température en faisant varier les proportions de glace et de chlorure de sodium.

Dans le tube en verre, introduire jusqu'à la marque à 70 mm du fond le lait à examiner en plaçant le bouchon de caoutchouc avec le petit agitateur annulaire et le thermomètre de précision, le tout dans l'ouverture centrale du couvercle.

Remuer de temps en temps le mélange réfrigérant avec le grand agitateur.

L'agitateur se trouvant dans le tube de mesure doit être levé et abaissé au moyen d'un petit moteur à une cadence de deux fois par seconde pendant toute la durée de la détermination et le thermomètre observé régulièrement.

Lorsque la température est descendue à environ 1,1°C en dessous du point de congélation attendu, ajouter un très petit morceau de glace et continuer l'agitation jusqu'à ce que la température commence à monter.

Interrompre l'agitation et observer la colonne de mercure du thermomètre.

Dès que le mouvement ascendant de celle-ci se ralentit, tapoter doucement le thermomètre jusqu'à ce que le point le plus élevé de la colonne de mesure reste stable durant au moins une minute.

2-1-3-4- Expression des résultats

La valeur du point de congélation pour le lait à examiner se fait par une lecture directe de la température sur l'échelle graduée du thermomètre et les résultats sont exprimés en degré celsius.

Pour la répétabilité de la méthode, la différence entre les résultats des deux déterminations exécutées rapidement l'une après l'autre par le même analyste, ne doit pas dépasser 0,55°C.

2-1-4 Détermination de la teneur en lait

Il y a plusieurs méthodes mais la méthode définie par l'AFNOR N F V O 4 213 Janvier 1971 est utilisée (méthode difficile par réductimétrie sans hydrolyse).(5)

2-1-4-1 - Principe

Le lait est déféqué par l'hexacyanoferrate II de zinc. Une solution cuproalcaline est réduite à, chaud par le filtrat obtenu, le précipité d'oxyde cuivreux formé est dissous par une solution de sulfate ferrique et le sulfate ferreux formé est dosé par manganimétrie en présence d'orthophénantroline ferreuse comme indicateur.

2-1-4-2 - Matériel et Produits

Le matériel courant de laboratoire est utilisé notamment :

- Une fiole jaugée de 200 ml

- Pipettes à lait de 10 ml et 20 ml
- Un entonnoir muni d'un filtre approprié
- Une fiole conique à filtrer
- Deux fioles coniques à vide de 500 ml
- Plaque de verre fritté de porosité appropriée (5 à 15 micromètres)
- Une burette graduée.

Les produits chimiques sont :

- Une solution cuivrique
- Une solution aqueuse d'acétate de zinc
- Une solution tartroalcaline
- Une solution ferrique
- Une solution de permanganate de potassium, 0,1N
- Une solution d'orthophénantroline ferreuse
- Eau distillée

2-1-4-3- Mode Opérateur

Pour la préparation de l'échantillon, on opère comme il est indiqué dans la norme NF V O 4 - 203 (5).

Prélever à la pipette, sur l'échantillon préparé 20 ml de lait.

Le mode opératoire se déroule en quatre temps successifs :

1er temps : La défécation

Dans une fiole jaugée de 200 ml, introduire successivement :

- La prise d'essais (20 ml de lait)

- 2 ml de solution d'hexanoferrate II de potassium, agiter ;

- 2 ml de solution d'acétate de zinc, agiter ;

Compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée tout en mélangeant. Agiter, laisser reposer 10 à 15 minutes et filtrer.

Porter le mélange à ébullition modérée et maintenir celle-ci pendant 3 minutes exactement.

Refroidir ensuite immédiatement le contenu de la fiole sous un courant d'eau froide.

Le liquide surnageant doit demeurer de couleur bleue.

2^e temps : La réduction

Dans une fiole conique, introduire :

- 10 ml du filtrat obtenu après défécation, exactement mesurés

- 10 ml d'eau distillée ;

-20 ml de solution tartro-alkaline.

3^e temps : Dissolution de l'oxyde cuivreux

Verser le liquide surnageant sur un filtre en verre fritté. Laver le précipité d'oxyde cuivreux avec 20 ml d'eau distillée bouillie froide.

Ensuite, dissoudre le précipité par une quantité suffisante de solution ferrique (20 à 30 ml).

Filtrer la solution obtenue sur le même filtre en ayant soins de dissoudre complètement tout le précipité et de recueillir le filtrat dans la fiole et le filtre avec 20 ml d'eau distillée bouillie froide.

4è temps : Titrage du sel ferreux formé.

Ajouter à ce dernier filtrat une goutte d'orthophéantroline ferreuse et titrer par la solution de permanganate de potassium.

Le virage est obtenu lorsque la couleur passe du brun orangé au vert foncé.

2-1-4-4 Expression des résultats

La teneur en lactose exprimée en grammes, de lactose hydraté par litre de lait est lue sur table numérique de GABRIEL - BERTRAND (Tableau VI) en fonction du volume V de solution 0,1 N de permanganate de potassium nécessaire.

Tableau VI : Table de GABRIEL BERTRAND, donnant la correspondance entre permanganate 0,1N (en ml) et lactose hydraté (gramme par litre)

ml de KmnO4 0,1 N versés	g de lactose hydraté//litre de lait	ml de KMnO4 0,1 N versés	g de lactose hydraté//litre de lait	ml de KMnO4 0,1 N versés	g de lactose hydraté//litre de lait
5,0	23,6	8,4	40,5	11,8	57,9
5,1	24,1	8,5	41,0	11,9	58,4
5,2	24,6	8,6	41,5	12,0	58,9
5,3	25,1	8,7	42,0	12,1	59,5
5,4	25,6	8,8	42,5	12,2	60,0
5,5	26,1	8,9	43,0	12,3	60,5
5,6	26,6	9,0	43,5	12,4	61,0
5,7	27,1	9,1	44,0	12,5	61,5
5,8	27,6	9,2	44,5	12,6	62,1
5,9	28,0	9,3	45,0	12,7	62,6
6,0	28,5	9,4	45,5	12,8	63,1
6,1	29,0	9,5	46,0	12,9	63,6
6,2	29,5	9,6	46,5	13,0	64,1
6,3	30,0	9,7	47,1	13,1	64,7
6,4	30,5	9,8	47,6	13,2	65,2
6,5	31,0	9,9	48,1	13,3	65,7
6,6	31,5	10,0	48,6	13,4	66,2
6,7	32,0	10,1	49,1	13,5	66,8
6,8	32,5	10,2	49,6	13,6	67,3
6,9	33,0	10,3	50,1	13,7	67,8
7,0	33,5	10,4	50,6	13,8	68,4
7,1	34,0	10,5	51,2	13,9	68,9
7,2	34,5	10,6	51,7	14,0	69,4
7,3	35,0	10,7	52,2	14,1	69,9
7,4	35,5	10,8	52,7	14,2	70,5
7,5	36,0	10,9	53,2	14,3	71,0
7,6	36,5	11,0	53,7	14,4	71,5
7,7	37,0	11,1	54,2	14,5	72,0
7,8	37,5	11,2	54,8	14,6	72,6
7,9	38,0	11,3	55,3	14,7	73,1
8,0	38,5	11,4	55,8	14,8	73,6
8,1	39,0	11,5	56,3	14,9	74,2
8,2	39,5	11,6	56,8	15,0	74,7
8,3	40,0	11,7	57,4		

2-1-5- Détermination des chlorures

2-1-5-1 Principe

Titration potentiométrique directe à l'aide d'une électrode d'argent et d'une solution titrée de nitrate d'argent jusqu'à un potentiel final préétabli.

2-1-5-2 - Matériel et Produits

Le matériel est constitué :

- De flacons à tare, forme haute, 150 ml,
- Ménotitrateur Metler DL 25 avec électrode annulaire d'argent ;
- Papier enregistreur.

Les produits sont :

- Nitrate d'argent en solution 0,1 mole par litre ;
- Acide nitrique pour analyses 0,1 N.

2-1-5-3 Mode opératoire

Dans le récipient de titrage, pipetter 5 ml du produit à analyser et peser. Ajouter de l'eau distillée pour obtenir un volume final d'environ 50 ml et à l'aide d'un système automatique 1 ml d'acide citrique concentré et versé.

Connecter l'électrode à l'appareil de mesure et plonger la dans la solution acidifiée de la prise d'essai.

Comme le titrage est automatique, le titreux s'arrête automatiquement dans le cas d'un titrage à potentiel final.

Les électrodes de l'appareil sont nettoyées après chaque titrage.

2-1-5-4- Expression des résultats

Le résultat est exprimé en milligrammes de chlore pour 100 milligrammes.

La teneur en chlorures du lait, exprimée en grammes de chlorure de sodium par litre est égale à :

$M \times 1,65 \times 1,03$

Où M est la teneur en chlore de la prise d'essai en milligramme par 100 g ;

1,65 facteur de conversion en chlorures sous forme de chlorure de sodium (NaCl) ;

1,030 la densité du lait normal.

2-1-6 - Calcul du mouillage

2-1-6-1- Principe

Le mouillage entraîne l'abaissement des teneurs en éléments constitutifs du lait et par conséquent, une diminution de la matière sèche, de la constante moléculaire du lait et une élévation du point de congélation.

Il modifie donc les constantes physico-chimiques du lait.

En se basant sur les valeurs minimales des laits normaux, il est possible d'évaluer la proportion d'eau ajoutée.

2-1-6-2 Mode de calcul

Il y a plusieurs modes de calcul ; qui permettent de déterminer la proportion du mouillage, c'est-à-dire le pourcentage d'eau éventuellement additionné au lait (à partir du point de congélation, de la constante moléculaire simplifiée réelle (C.M.S.R) ou constante moléculaire du lait (C.M.L) et de la matière sèche non grasse).

CHAPITRE II - RESULTATS DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Mais c'est le mode de calcul à partir du point de congélation qui est utilisé.

La valeur moyenne du point de congélation d'un lait normal se situe à - 0,55°C.

Lorsque le résultat de l'analyse indique une température plus élevée, il y a présomption de fraude. On peut calculer approximativement le pourcentage T d'eau ajoutée au lait par la formule :

$$T = [(0,55 - \Delta) / 0,55] \times 100$$

Dans laquelle Δ représente le point de congélation de l'échantillon pris en valeur absolue.

2-1-7- Calcul de l'écémage

2-1-7-1- Principe

La teneur en matière grasse d'un lait partiellement écémé diminue.

Par comparaison avec un lait témoin, il est possible de calculer l'écémage.

2-1-7-2- Mode de calcul

Si M est le taux de matière grasse de l'échantillon témoin ou le taux minimum pour la matière grasse admis dans la région (M = 25 grammes par litre pour la norme sénégalaise) et M' le taux de l'échantillon suspect, le taux d'écémage est donné approximativement par la formule :

$$\text{Ecémage \%} = [(M - M') / M] \times 100$$

Lors d'un écémage et mouillage simultanés d'un lait, on calcul d'abord le taux de mouillage T. La quantité de lait non mouillée dans l'échantillon est alors 100 - T.

Si M'' représente la quantité de matière grasse en grammes, par litre dans le lait analysé, la quantité de beurre dans le lait non mouillé est :

$$M' = [(M'' \times 100) / (100 - T)]$$

Puis, on utilise la formule précédente pour calculer le taux d'écémage, on obtient :

$$[(M - M'') / M] \times 100$$

CHAPITRE II - RESULTATS DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

1. RESULTATS

Les résultats de nos analyses figurent au tableau VIII et portent sur 100 échantillons. Pour chaque échantillon, une analyse complète a été effectuée. Elle a consisté en la détermination de la teneur en matière grasse, du point de congélation et de la teneur en lactose et en chlorures.

12- RESULTATS GLOBAUX

TABLEAU VIII : Analyses physiques et chimiques des laits crus

N° Echantillon	Date d'Analyse	Matière Grasse (Gramme/litre)	Point de Congélation (Degre Celcus)	Chlorures (Gramme/Litre)	Lactose (Gramme/Litres)
001	14/04/97	44,5	-0,61	1,40	54,2
002	14/04/97	24,0	-0,62	1,42	46,5
003	14/04/97	33,0	-0,56	1,47	48,6
004	14/04/97	15,0	-0,62	1,47	43,6
005	14/04/97	48,0	-0,62	1,46	56,8
006	15/04/97	24,5	-0,65	1,53	44,5
007	15/04/97	46,0	-0,60	1,56	47,1
008	15/04/97	47,8	-0,57	1,47	48,6
009	19/04/97	47,5	-0,56	1,50	50,6
010	19/04/97	90,2	-0,57	1,56	41,0
011	19/04/97	19,5	-0,57	1,53	41,5
012	21/04/97	66,0	-0,56	1,37	49,5
013	21/04/97	43,0	-0,59	1,42	50,6
014	23/04/97	39,0	-0,56	1,37	46,0
015	23/04/97	24,5	-0,60	1,45	51,2
016	23/04/97	90,2	-0,56	1,56	47,6
017	28/04/97	71,0	-0,70	1,46	49,1
018	28/04/97	90,2	-0,56	1,57	44,5
019	28/04/97	47,0	-0,61	1,64	50,1
020	28/04/97	39,0	-0,54	1,48	44,0
021	06/05/97	34,0	-0,63	1,74	45,0
022	06/05/97	47,0	-0,56	1,75	47,1
023	06/05/97	49,0	-0,55	1,66	48,1
024	09/05/97	45,0	-0,62	1,62	50,1
025	09/05/97	53,0	-0,55	1,58	45,0

024	09/05/97	45,0	-0,62	1,62	50,1
025	09/05/97	53,0	-0,55	1,58	45,0
026	12/05/97	72,0	-0,56	1,58	48,1
027	12/05/97	66,0	-0,59	1,56	46,5
028	12/05/97	71,0	-0,52	0,73	49,1
029	13/05/97	37,0	-0,56	1,59	50,6
030	-	45,0	-0,58	1,55	49,6
031	-	75,0	-0,53	1,53	43,5
032	14/05/97	37,0	-0,68	1,70	50,1
033	-	35,0	-0,69	1,75	48,1
034	15/05/97	38,0	-0,57	1,73	47,6
035	15/05/97	34,0	-0,69	1,72	49,1
036	16/05/97	75,0	-0,69	1,70	45,0
037	16/05/97	46,0	-0,56	1,72	41,0
038	-	71,0	-0,69	1,70	49,1
039	-	45,0	-0,70	1,75	48,6
040	19/05/97	58,0	-0,56	1,76	47,1
041	-	34,0	-0,59	1,74	46,0
042	20/05/97	48,0	-0,56	1,50	47,6
043	-	23,0	-0,57	1,60	51,1
044	-	46,0	-0,58	1,56	47,1
045	21/05/97	75,0	-0,69	1,58	45,5
046	-	39,0	-0,60	1,51	51,2
047	-	75,0	-0,60	1,50	46,0
048	22/05/97	75,0	-0,57	1,20	50,1
049	-	50,0	-0,58	1,56	48,1
050	-	85,0	-0,52	1,02	40,5
051	-	70,0	-0,51	1,65	33,5
052	23/05/97	52,0	-0,60	1,47	48,6
053	-	34,0	-0,64	1,56	50,1
054	26/05/97	44,0	-0,55	1,36	52,2
055	-	68,0	-0,55	1,39	48,6
056	-	85,0	-0,54	1,41	36
057	-	75,0	-0,54	1,34	41,5
058	-	68,0	-0,54	1,38	46,0
059	-	70,0	-0,56	1,42	48,6
060	28/05/97	75,0	-0,55	1,51	44,5
061	-	52,0	-0,56	1,71	37,0
062	30/05/97	60,0	-0,60	1,58	47,1
063	-	49,0	-0,60	1,73	48,6
064	-	34,0	-0,59	1,90	48,6
065	03/06/97	33,0	-0,52	1,75	49,6
066	-	75,0	-0,52	1,41	38,5
067	-	75,0	-0,52	1,45	36,0

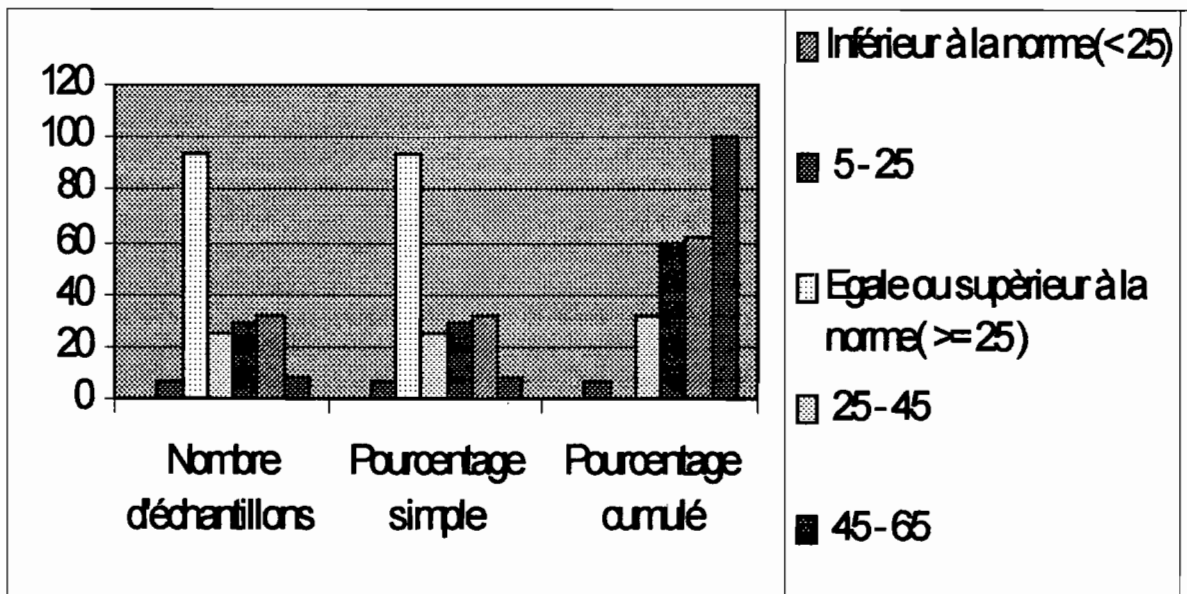
068	-	85,0	-0,52	1,48	40,0
069	-	34,0	-0,55	1,67	48,6
070	-	35,0	-0,55	1,71	48,6
071	04/06/97	44,0	-0,57	1,70	48,6
072	-	62,0	-0,59	1,69	46,0
073	-	85,0	-0,51	1,60	30,5
074	-	80,0	-0,52	1,50	38,0
075	-	80,0	-0,52	1,51	37,0
076	06/06/97	58,0	-0,58	1,71	37,0
077	-	46	-0,58	1,69	48,6
078	-	44	-0,58	1,64	46,0
079	10/06/97	44	-0,52	1,53	46,5
080	-	80	-0,52	1,07	34,5
081	-	85	-0,52	1,07	33,5
082	-	75	-0,52	1,08	32,5
083	-	70	-0,53	1,6	31,0
084	-	68	-0,53	1,53	33,0
085	12/06/97	62	-0,56	1,73	35,0
086	-	48	-0,56	1,82	48,6
087	-	35	-0,56	1,67	46,0
088	13/06/97	72	-0,54	1,36	48,6
089	-	75	-0,54	1,33	33,5
090	-	35	-0,60	1,83	31,0
091	16/06/97	65	-0,55	1,66	46,0
092	-	47	-0,55	1,68	48,6
093	-	65	-0,56	1,71	47,6
094	-	49	-0,56	1,73	48,6
095	18/06/97	45	-0,57	1,71	49,1
096	-	61	-0,58	1,85	44,5
097	-	72	-0,56	1,68	40
098	20/06/97	63	-0,60	1,77	48,6
099	-	75	-0,54	1,66	43,5
100	-	78	-0,54	1,54	40,5

1-3- La matière grasse

Tableau VIII: Regroupement des résultats en pourcentages pour la matière grasse

Teneur en matière grasse(g/l)	Nombre d ' échantillons	Pourcentage simple	Pourcentage cumulé
Inférieure à la norme (< 25) 5- 25	6	6	6
Égale ou supérieure à la norme (> =25)	25- 45	25	31
	45- 65	29	60
	65-85	32	92
	85- 105	8	100

Figure 1: Répartition des échantillons en fonction de la teneur en matière grasse

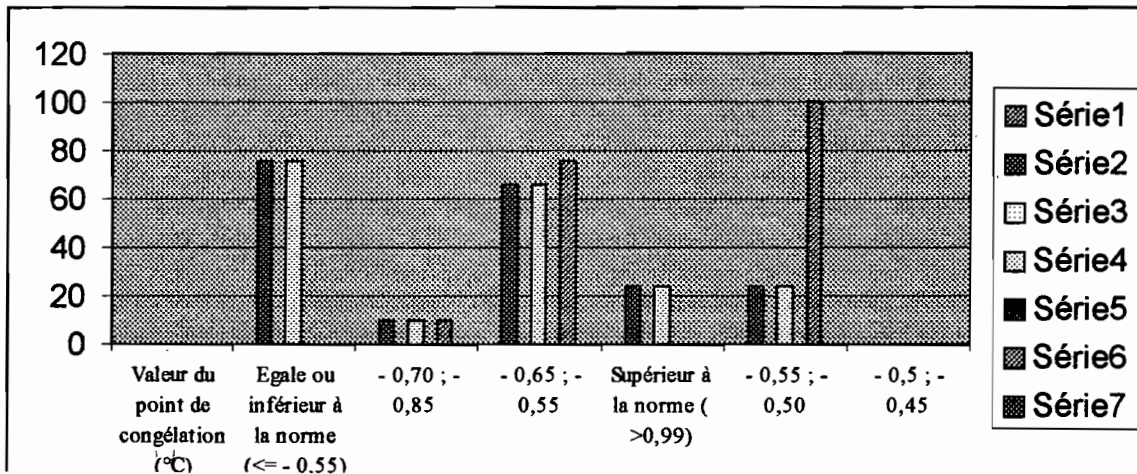


14 – Le Point de Congélation

Tableau IX : Regroupement des résultats en pourcentage le point de congélation

Valeur du Point de Congélation (°C)	Nombre d'échantillons	Pourcentage simple	Pourcentage cumulé
Egale ou inférieur à la norme (< - 0,99)	76	76	
-0,70 ; - 0,55	10	10	10
- 0,65 ; - 0,55	66	66	76
Supérieur à la norme (> - 0,55)	24	24	
-0,55 ; - 0,50	24	24	100
-0,50 ; - 0,45	0	0	

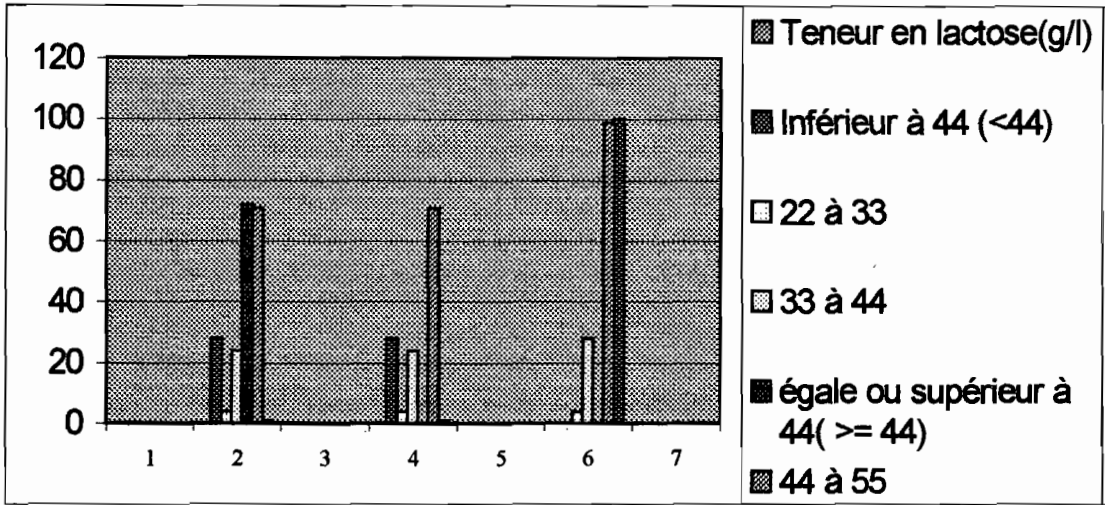
Figure 2 : Répartition des échantillons en fonction de la valeur du point de congélation



15 – Le lactose**Tableau X : Regroupement des résultats en pourcentage pour le lactose**

Teneur en Chlorures (g/l)	Nbre d'échantillons	Pourcentage simple	Pourcentage cumulé
Inférieure à 44 (<44)	28	28	
22 à 33	4	4	4
33 à 44	24	24	28
Egale ou supérieure à 44 (≥ 44)	72		
44 à 55	71	71	99
55 à 66	1	1	100

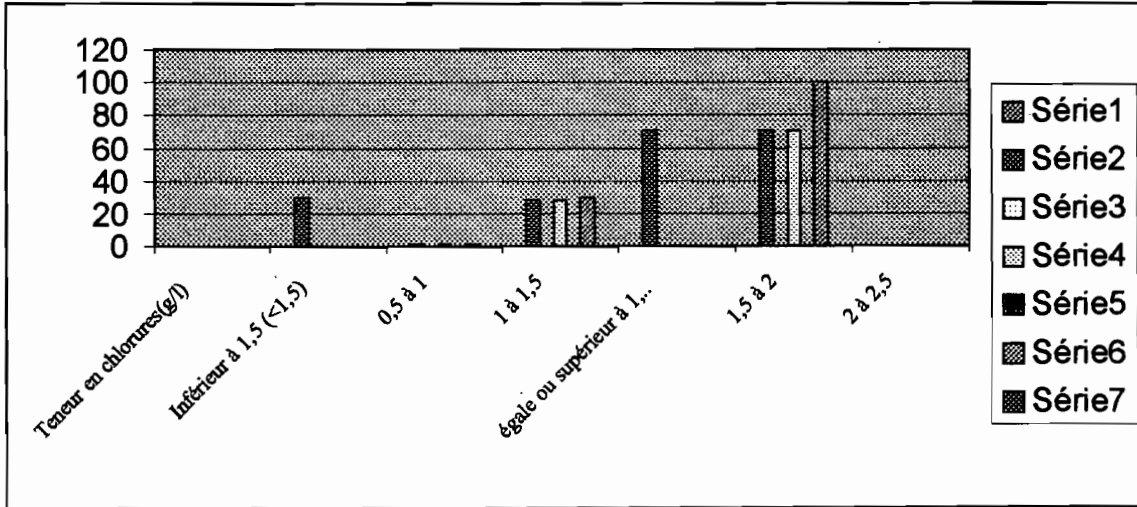
Figure 3 : Répartition des échantillons en fonction de la teneur en lactose.



16 – Les chlorures

Tableau XI : Regroupement des résultats en pourcentage pour les chlorures

Teneur en chlorures(g/l)	Nbre d'échantillons	Pourcentage simple	Pourcentage cumulé
Inférieure à 1,5 (< 1,5)	30		
0,5 à 1	1	1	1
1 à 1,5	29	29	30
Egale ou supérieure à 1,5 ($\geq 1,5$)	70	70	
1,5 à 2	70	70	100
2 à 2,5	0	0	
		0	

Figure 4 : Répartition des échantillons en fonction de la teneur en chlorures.**TABLEAU XII :** Rapport Chlorures/Lactose

N° Echantillon	Rapport	N° Echantillon	Rapport	N° Echantillon	Rapport
001	2,5	018	3,5	035	3,5
002	3,1	019	3,3	036	3,8
003	3,0	020	3,4	037	4,1
004	3,4	021	3,9	038	3,5
005	2,5	022	3,7	039	3,6
006	3,4	023	3,5	041	3,7
007	3,3	024	3,4	042	3,8
008	3,0	025	3,4	043	3,1
009	3,0	026	3,3	044	3,1
010	3,8	027	3,3	045	2,6

011	3,7	028	1,5	046	3,5
012	2,8	029	3,1	047	2,9
013	2,8	030	3,1	047	3,3
014	3,0	031	3,5	048	2,4
015	2,8	032	3,4	049	3,2
016	3,3	033	3,6	050	2,5
017	3,0	034	3,6		

Suite et fin

N° Echantillon	Rapport	N° Echantillon	Rapport	N° Echantillon	Rapport
051	4,9	068	3,7	085	4,9
052	3,0	069	3,4	086	3,7
053	3,1	070	3,5	087	3,6
054	2,6	071	3,5	088	4,8
055	2,8	072	3,7	089	3,9
056	3,9	073	5,2	090	5,8
057	3,2	074	3,9	091	3,6
058	3,0	075	4,0	092	3,4
059	2,9	076	4,6	093	3,6
060	3,4	077	3,5	094	3,5
061	4,6	078	3,6	095	3,5
062	3,3	079	3,3	096	4,1
063	3,6	080	3,1	097	4,2
064	3,9	081	3,2	098	3,6
065	4,0	082	3,1	099	3,8
066	3,6	083	5,1	100	3,8
067	4,0	084	4,6		

17 – Le mouillage et l'écémage

Tableau XIII : Pourcentage des échantillons suspects de mouillage, d'écémage, de mouillage et d'écémage simultanés

	Nbre d'échantillons analysés	Nbre d'échantillons suspects	Pourcentage
Echantillons suspects de mouillage	100	24	24
Echantillons suspects d'écémage	100	6	6
Echantillons suspects de mouillage et d'écémage simultanés	100	0	0

Figure 5 : Répartition des échantillons suspects de mouillage , d'écémage, de mouillage et d'écémage simultanés.

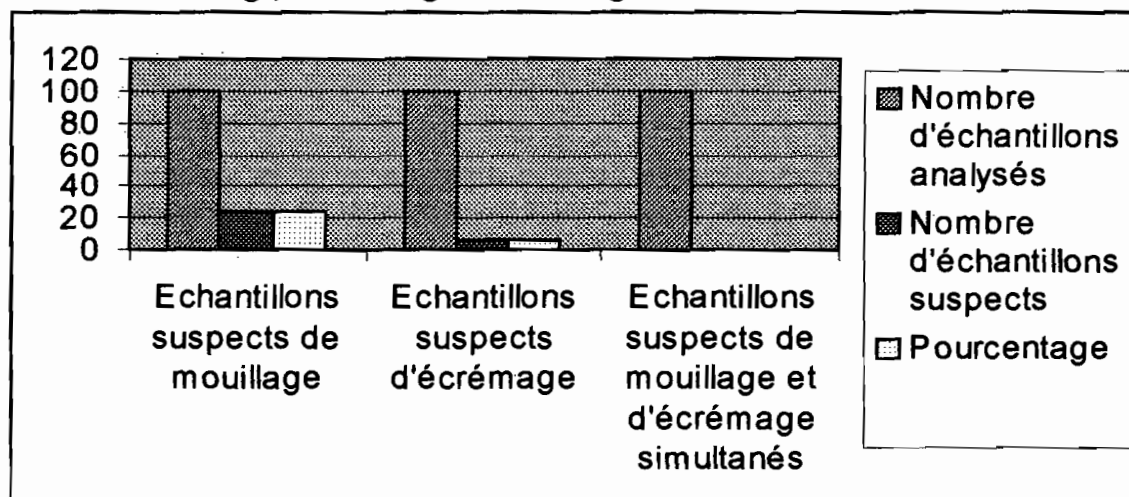


Tableau XIV : Taux de mouillage des laits crus

Point de congélation	Nbre. D'échantillons Suspects	Quantité d'eau frauduleusement Ajoutée au lait en pourcentage
- 0,51	2	8
- 0,52	11	6
- 0,53	3	4
- 0,54	8	2
égale ou inférieure à - 0,55	76	0

Tableau XV : Taux d'écémage des laits crus

Matière grasse g/l	Nombre D'échantillons suspects	Ecrémage en pourcentage
15	1	40
19,5	1	22
23	1	8
24	1	4
24,5	2	2

2 – Discussion

2-1 Matière grasse

Le tableau VIII montre que 94 p 100 des échantillons ont une teneur en matière grasse égale ou supérieure à la norme définie par l'institut sénégalaise de normalisation pour le lait cru (25 grammes par litre) et 6 p 100 seulement ont une teneur inférieure à cette norme.

Nous savons que tous les composants du lait les lipides sont ceux qui, quantitativement et qualitativement, varient le plus.

Il faut se rappeler que des fluctuations notables subsistent pour les laits individuels qui sont sous la dépendance de facteurs d'ordre génétique (race), physiologique (nombre de vêlage, époque de lactation, moment de la traite), zootechnique (mode de traite, type d'aliments fournis à la vache) et pathologique (état de santé de la vache laitière) tandis que les laits de grand mélange, l'action de ces facteurs est atténuée.

Le lait proposé à la consommation est souvent un mélange, obtenu de la traite de plusieurs animaux, une pratique qui tend à réduire fortement l'importance des variations individuelles.

Ainsi, les taux moyens précisés dans la littérature pour les laits individuels oscillent entre 20 à 80 et 35 grammes par litre en moyenne, lorsque le lait est un mélange provenant de plusieurs animaux..

2-2 Point de congélation :

Les résultats de notre travail figurant au tableau IX montrent que sur 100 échantillons de lait cru étudiés, 76 ont des valeurs de point de congélation conformes aux normes (inférieures à $-0,55^{\circ}\text{C}$), tandis que 24 présentent des valeurs anormales (supérieures à $-0,55^{\circ}\text{C}$)

Selon AMARIGLIO (5), le point de congélation n'est pas une valeur constante, la moyenne se situe à $-0,55^{\circ}\text{C}$, mais il faut tenir compte des légères fluctuations dues aux variations saisonnières, à la race de la vache, à la région de production, etc.

Et selon ALAIS (3), l'acidification du lait ou l'addition de sels minéraux abaisse le point

de congélation.

Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce.

Les variations extrêmes sont, comprises entre - 0,55 et - 0,575 (moyenne - 0,55°C), quelle que soit la période de lactation.

Le mouillage par addition d'eau provoque une augmentation du point de congélation (compris entre 0°C et - 0,53°C).

Toutefois, le mouillage par addition de lactosérum ne le modifie pas.

Les laits pathologiques ont un point de congélation normal (21).

2-3 Le lactose

Le lait normal contient de 44 à 55 grammes de lactose hydraté par litre avec une teneur moyenne de 49 (3).

Dans le tableau X, nous constatons que 71 p 100 des échantillons de lait cru étudié ont une teneur en lactose conforme aux normes tandis que 1 p 100 des laits a une valeur supérieure à 55 et 28 p 100 des laits avec des valeurs inférieures à 44.

La teneur en lactose est abaissée lors du mouillage.

Il faut souligner que cette teneur en lactose est aussi diminuée dans certains laits pour des raisons pathologiques comme le lait colostrale (35 g), le lait de rétention (30 g), le lait de lactation (15 g) et le lait d'animaux atteints de mammites (5) (21).

Les variations que nous avons observées dans notre étude pouvaient être dues au fait que nous laissons les laits au réfrigérateur pendant 24 heures avant de faire le dosage.

Selon GAUTIER (21), le lactose est le constituant du lait le plus rapidement attaqué par l'action microbienne qui le transforme en acide lactique et autres acides, contrairement à la matière grasse qui s'altère plus lentement. Mais le plus important facteur de variation est l'infection de la mamelle qui réduit la sécrétion du lactose.

2-4 Les chlorures

Dans le lait cru de vache, les teneurs en chlorures comprises entre 1,5 à 2 g par litre doivent être considérées comme normales avec une moyenne de 1,7 g par litre (3).

Nos résultats sont à 70 p 100 conformes aux normes et 30 p 100 inférieures à 1,5 grammes par litre (tableau XI).

Contrairement au lactose, la teneur en chlorures est augmentée dans le colostrum (3,5 g), dans les laits de fin de lactation (5,5 g) et dans laits de mammites.

L'écémage modifie un peu la teneur en chlorures, tandis que le mouillage diminue ce taux que certains fraudeurs cherchent à masquer par addition de chlorure de sodium (NaCl).

Comme il existe une compensation entre la teneur en chlorures et en lactose, une teneur élevée pour le premier et un faible taux pour le second sont une présomption de mouillage pour les laits de grands mélange.

Dans les laits individuels, les fluctuations sont parfois importantes.

Normalement, le rapport chlorures en g de NaCl par litre x 100/ Lactose en g de lactose hydraté par litre inférieur à 4,4 - 4,5.

Mais l'importance de ce rapport est de déceler les laits pathologiques où il s'élève au dessus de 4,5 parce que la teneur en NaCl augmente alors que celle du lactose diminue (21).

Le tableau XII montre que les résultats obtenus pour ce rapport sont en général dans les normes en dehors de quelques rares exceptions où les valeurs sont légèrement supérieures à 4,5.

2-5 - Taux de mouillage

La mesure du point cryoscopique, supérieure à - 0,55°C permet d'apprécier la quantité d'eau frauduleusement supérieure ajoutée au lait.

Toute élévation de 0,005°C équivaut à un mouillage de 1 p100 (journal officiel de la République Française 1985).

Autrement dit, une variation de 0,01 degré correspond sensiblement à l'addition de 2 p 100 d'eau (21).

Ainsi, le tableau XIV montre que lorsque le point cryoscopique est de $-0,51^{\circ}\text{C}$, la quantité d'eau frauduleusement ajoutée au lait est de 8 p 100 ; 6 p 100 pour $-0,52^{\circ}\text{C}$; 4 p 100 pour $-0,53^{\circ}\text{C}$; 2 p 100 pour $-0,54^{\circ}\text{C}$ et nulle pour des valeurs inférieures à $-0,55^{\circ}\text{C}$.

On dit qu'un lait est mouillé à 8 p 100, lorsque 100 l de lait mis en vente contiennent 8 l d'eau.

2-6 - Taux d'écémage

Le tableau XV montre que lorsque la teneur en matière grasse est de 15 g par litre, le taux d'écémage est 40 p 100 ; 22 p 100 pour 19,5 g ; 8 p 100 pour 23 g ; 4 p 100 pour 24 g et 2 p 100 pour 24,5 g par litre de matière grasse.

En dehors de ces rares exceptions, les résultats pour la matière grasse sont en général conformes à la norme définie par l'I S N.

La figure 5 visualise la répétition des échantillons suspects d'un mouillage, d'écémage, d'un mouillage et écémage simultanés.

Selon EECKHOUTTE (13), la détection de la plupart de ces fraudes est délicate et exige beaucoup de soin lors des analyses.

En particulier, l'interprétation des résultats peut prêter à confusion.

Il s'agit en effet, de comparer des chiffres d'analyses à des teneurs considérées comme normales.

Or, il a été noté que le lait a une composition naturellement variable. Dans ces conditions, la fixation de chiffres dits « normaux » peut sembler arbitraire.

Aussi, lorsqu'il s'agit de procéder à l'expertise de laits individuels ou de petits mélanges (lait d'une seule étable par exemple), la plus grande prudence s'impose, surtout si l'on ne dispose pas d'échantillons de comparaison prélevés à l'étable très peu de temps après.

En revanche, lorsqu'il s'agit de lait de grand mélange (lait de ramassage par exemple) la composition moyenne varie peu et il est plus aisé en général de mettre en évidence les falsifications.

Enfin, il faut souligner toute l'importance que revêt le prélèvement de l'échantillon en particulier dans le cas de la recherche du mouillage.

3 - RECOMMANDATIONS

A moins de fraude bien caractérisée, il faut être très prudent avant de transmettre un dossier de falsification et faire sanctionner un (au niveau de la vente) ou des innocents (au niveau de la production).

Lorsqu'un lait est suspect de prélèvement de comparaison

Le même jour et le plus rapidement possible à différents points de vente de la même ferme dans les mêmes conditions, (traités des mêmes moments : matin ou soir ou les deux).

- vérifier que la traite est réalisée sur le même nombre de vaches laitières, nourries dans les mêmes conditions ;

- vérifier avant la traite, le matériel (sceau, canalisation, tank à lait, etc...) pour éviter un mouillage à la source;

- contrôler régulièrement les laits depuis la production, transport jusqu'à la commercialisation et s'assurer que les dispositions réglementaires ont été respectées ;

- infliger des sanctions sévères aux fraudeurs.

Ainsi, au niveau de la vente, on peut consigner, retirer les produits non conformes aux normes.

En cas de récidive, faire suspendre temporairement la commercialisation.

Pour les fraudes à la source, il faut procéder à la fermeture temporaire ou définitive de production du lait cru.

- Surtout informer et sensibiliser en permanence les différents acteurs concernés (producteurs, transporteurs, commerçants et consommateurs) les obligations auxquelles ils sont soumis ;

- Enfin, il faut noter l'absence d'une coordination des opérations de contrôle et pour cela, il est nécessaire de renforcer la collaboration entre les différents services de contrôle

(I S N), service d'hygiène, direction du commerce, les institutions de recherche (E I S M V, E S P, PHARMACIE, I T A) et les laboratoires privés.

CONCLUSION

Le lait est un aliment complet pour le nouveau-né au début de son existence, et un excellent aliment pour l'adulte de la même espèce ou d'autres espèces.

Pour l'homme, le lait de vache est un aliment de grande valeur. Il fournit plus de substances alimentaires essentielles que tout autre aliment naturel.

Considéré comme un aliment de base, le lait doit être accessible au plus grand nombre de consommateurs.

Des dispositions réglementaires concernant la production, la commercialisation d'un lait cru normal ont été établies.

Mais, la production nationale du lait étant loin de couvrir les besoins comme l'indiquent les importations, cette situation peut inciter des tentatives de fraude.

Bien que les formes de fraudes soient multiples, elles peuvent être classées en deux catégories :

- La fraude par addition de substances étrangères du lait comme l'eau : mouillage
- La fraude par soustraction de substance propre du lait qui consiste à enlever une partie de la matière grasse : écrémage.

Dans le souci de garantir le plus fidèlement la qualité du lait cru commercialisé, de protection des consommateurs et des fabricants honnêtes de la concurrence déloyale, il est indispensable de rechercher les fraudes.

Nos analyses ont porté sur la détermination de la matière grasse, le point de congélation, le lactose et les chlorures.

Au total, 100 échantillons ont été analysés et pour chacun, une analyse complète a été effectuée.

Ces études ont donné les résultats suivants :

- 6 p 100 des échantillons ont une teneur en matière grasse inférieure à la norme définie par l'ISN.
Leur taux d'écrémage compris entre 20 p 100 et 40 p 100
- 29 p 100 et 30 p 100 des échantillons ayant respectivement une teneur anormale en lactose et en chlorures ; ils peuvent être suspects de mouillage car, celui-ci abaisse naturellement la teneur du lait en ses divers constituants
- 24 p 100 des échantillons ont une valeur de point de congélation supérieure à la norme.

Leur taux de mouillage est compris entre 2 p 100 et 8 p 100.

Pour lutter contre les fraudes des laits crus vendus, il est nécessaire :

- d'effectuer des prélèvements réguliers et les analyser ;
- de contrôler si les dispositions réglementaires relatives à la production, au transport et à la commercialisation ont été respectées ;
- de sensibiliser en permanence tous les acteurs concernés par la production du lait cru, la vente et la consommation.
- d'appliquer des sanctions sévères en cas de non-respect des réglementations.
- et enfin, d'instaurer une collaboration entre les différents services impliqués dans ce contrôle.

BIBLIOGRAPHIE**1- ADRIAN (J)**

Les vitamines - valeurs alimentaires du lait

Paris, éd - La Maison Rustique 1973, IX - 229p.

2 - AFNOR

Laits et produits laitiers : méthodes d'analyse

Paris, AFNOR éd vol 1, 1980 p 123.

3 - ALAIS (c)

Science du lait : principes et techniques laitiers.

4ème éd, Paris : édition SEPAIC 1984, 814 p.

4 - APRIA

Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre.

Les laits de la mamelle à la laiterie

Paris Cedex 08, 11, Rue Lavoisier, 1985 pp 582 - 584.

5 - AMARIGLIO (5)

Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques

AFNOR, ITSV, 3ème éd, 1986, 1030 p.

6 - BENOIT (P), DERANSART(E)

Les mesures physico-chimiques dans l'industrie

Imp Bayensaine, 1976, 2è trim, N° 3193, 339 p

7 - BOUDIER (J.F) ; LUQUET (F,M)

Dictionnaire laitier

2ème éd augmentée, Paris, éd technique et documentation, Lavoisier, 1981,
220 p.

8 - CHAMBRE DE COMMERCE, D'INDUSTRIE et D'AGRICULTURE DE DAKAR

Recueil des textes régissant le commerce intérieur du Sénégal

Vol I, ch de commerce, Juillet 1993, 446 p.

9 - CHAMBRE DE COMMERCE D'INDUSTRIE ET D'AGRICULTURE DE DAKAR

Recueil des textes régissant le commerce intérieur du Sénégal

Vol II, Ch de commerce, Juin 1994, 348 p.

10 - CHEFTEL (J.C), CHEFTEL (H)

Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments

Vol I, Lavoisier, technique et documentation, 1976, 381 p.

11 - DEHOVE (R.A)

La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires :

Répression des fraudes et contrôle de la qualité

4ème éd, Paris, "commerce éd", 1967, 936 p.

12 - DIOP (M)

L'industrie laitière au Sénégal :

Problèmes et perspectives.

République du Sénégal, Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la
Recherche Scientifique.

Institut de Technologie Alimentaire, 1985, 10 p.

13 EECKOUTTE (M)

Technologie et Inspection du lait et des produits laitiers

ENV Toulouse - Chaire d'HIDAOA 184 p

14 - FAO

Annuaire de la production

Collection FAO : statistique

¹⁹⁹⁶
Rome FAO, 48 (125), 243 p.

15 - FAO

Recueil de législation

Alimentaire et agriculture

¹⁹⁹⁵
Rome FAO, Vol 44, 476 p.

16 - FAO

Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine

Collection FAO : Alimentation et nutrition

Rome FAO, 1995, N° 28, 271 p.

17 - FAO/OMS

Code de principes concernant le lait et les produits laitiers

FAO/OMS sur les normes alimentaires

Rome FAO/OMS, 1990, 81 p.

18 - FAO/OMS

Commission de codex alimentarius. Programme mixte

FAO/OMS sur les normes alimentaires.

Rome FAO/OMS, 1994, 242 p.

19 - FONTAINE (M), CADORE (J.L)

Vade Mecum du Vétérinaire

Paris 16ème éd, 1995, 1672 p.

20 - FRANCE / MINISTERE DE L'AGRICULTURE

Hygiène alimentaire - lait et produits laitiers

Journal officiel de la République Française 1985, N° 1408, VI, 319 p.

21 - GAUTIER (J.A)

Fiches techniques d'analyse bromatologique.

Paris, société d'éd d'enseignement supérieur, 1961 (VIII), 395 p.

22 - GREAUME (M.O.A.)

Le lait cru : ce qu'il doit être, comment l'obtenir

Th , Méd - Vét - Toulouse, 1975, N° 102, 90 p.

23 - INSTITUT SENEGALAIS DE NORMALISATION (I S N)

Norme sénégalaise : Produits laitiers - lait cru

I S N : N S 03 - 020 Janvier 1990, 5 p.

24 - INSTITUT SENEGALAIS DE NORMALISATION (I S N)

Norme sénégalaise : Produits laitiers - laits pasteurisés

I S N : N S 03 - 021 Mars 1990, 6 p.

25 - INSTITUT SENEGALAIS DE NORMALISATION (I S N)

Norme sénégalaise : Produits laitiers - laits stérilisés

I S N : N S 03 - 002 Juin 1990, 5 p.

26 - KON (S.K)

Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine

FAO : Etude de la nutrition, 2ème éd, Rome, 1972, 94 p.

27 - NDIAYE (M)

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

Th - Méd Vét, 1991, N° 17, 117 p.

28 - REMOND (B)

L'influence du choix des animaux et de la conduite de l'élevage sur la composition du lait

Rev. lait - français, 1979, N° 143, p 13.

29 - REMOND (B)

L'influence de l'alimentation sur la teneur du lait en protéine sur sa composition.

Rennes, journées INCRA / ENSAR / INAPG Septembre 1984, p 10 - 16.

30 - VEISSEYRE (R)

Technologie du lait : Principes des techniques laitières

3ème éd, Paris, SEPAIC, 1975, 714 p.

31 - WEBER (F)

Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports.

Rome, FAO, 1985, 216 p.

ANNEXE :**PREPARATION DES SOLUTIONS POUR LA DETERMINATION DU LACTOSE****SOLUTION AQUEUSE D'HEXACYANOFERRATE II****DE POTASSIUM ($K_4 Fe (CN)_6 \cdot 3 H_2O$)**

Hexacyanoferrate II potassium -----15 g

Eau distillée ----- 100 ml

SOLUTION CUIVRIQUESulfate de cuivre II ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)-----40 g

Acide sulfurique (1 20 = 1,83 g/ml) ----- 2 ml

Eau distillée -----1000 ml

SOLUTION AQUEUSE D'ACETATE DE ZINCZn (CH_3COO)₂, 2 H₂O

Acétate de zinc -----30 g

Eau distillée -----100 ml

SOLUTION TARTRO - ALCALINE

Tartre de sodium et de potassium -----200 g

Nak ($H_4C_4O_6$), 4 H₂O

Hydroxyde de sodium -----150 g

(NAOH)

Eau distillée -----1000 ml

SOLUTION FERRIQUESulfate de fer (III) $Fe_2(SO_4)_3$ -----50 g

Acide sulfurique 1 20 = 1,83 g/ml -----200 g

Eau distillée -----1000 g

SOLUTION DE PERMANGANATE DE POTASSIUM 0,1 N

Permanganate de potassium ----- g

eau distillée -----1000 ml

SOLUTION d'ORTHOPHENANTROLINE FERREUSE

Sulfate de fer II -----0,695 g

Orthophénantroline -----1,485 g

Eau distillée -----100 ml

LISTE DES TABLEAUX**Pages**

- Tableau I : Lait de vache : Propriétés physiques
- Tableau II : Lait de vache : composition vitaminique du lait cru
- Tableau III : Lait de vache : composition chimique typique
- Tableau IV : Constituants principaux des laits de diverses espèces
- Tableau V : Compositions du lait et du plasma sanguin bovin
- Tableau VI : Table de GABRIEL BERTRAND
- Tableau VII : Mesures physico-chimiques des laits crus
- Tableau VIII : Regroupement des résultats en pourcentage pour la matière grasse
- Tableau IX : Regroupement des résultats en pourcentage pour le point de congélation
- Tableau X : Regroupement des résultats en pourcentage pour le lactose
- Tableau XI : Regroupement des résultats en pourcentage pour les chlorures
- Tableau XII : Rapport chlorures/lactose
- Tableau XIII : Pourcentage des échantillons suspects de mouillage, d'écémage, de mouillage et d'écémage simultanés
- Tableau XIV : Taux de mouillage
- Tableau XV : Taux d'écémage

LISTES DES FIGURES**Pages**

Figure 1 : Répartition des échantillons en fonction de la teneur en matière grasse

Figure 2 : Répartition des échantillons en fonction de la valeur du point de congélation

Figure 3 : Répartition des échantillons en fonction de la teneur en lactose

Figure 4 : Répartition des échantillons en fonction de la teneur en chlorures

Figure 5 : Répartition des échantillons suspects de mouillage, d'écémage, de mouillage et d'écémage simultanés.

*SERMENT DES VÉTÉRINAIRES
DIPLOMES DE DAKAR*

ƒ idèlement attaché aux directives de
CLAUDE BOURGELAT,
Fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le
monde, je promets et je jure devant mes maîtres et 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 de déontologie 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 la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation,

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIRÉE,
S'IL ADVIENT QUE JE ME PARJURE

« Etude des fraudes du lait cru : mouillage et écrémage »

Par Codou Latyr FALL

Th. Méd. Vét., Dakar, 1997, n° 28, 80 p

ECOLE INTERNATIONALE
DES SCIENCES ET TECHNIQUES
VETERINAIRES ET ZOOLOGIQUES
BIBLIOTHEQUE

Résumé :

Cette étude a pour but de détecter les fraudes par mouillage ou écrémage des laits crus commercialisés et d'apprécier leur pourcentage.

Pour ce faire, 100 échantillons prélevés chez différents vendeurs de Dakar ont fait l'objet de mesure de la matière grasse, du point de congélation, du lactose et des chlorures.

Les résultats obtenus sont :

- 6 p 100 des échantillons ont une teneur en matière grasse inférieure à la norme, sont donc écrémés avec un taux compris entre 20 et 40 p 100.
- 29 et 30 p 100 des échantillons respectivement pour le lactose et les chlorures sont non conformes donc suspects de mouillage :
- 24 p 100 des échantillons ont une valeur de point de congélation supérieure à la norme donc sont mouillés et un taux compris entre 20 et 8 p 100.
- Il est donc nécessaire de contrôler régulièrement les laits crus vendus, de mettre un programme de sensibilisation des acteurs concernés et de les informer des sanctions auxquelles ils sont soumis en cas de non-respect des réglementations.

Mots clés : Lait cru - Fraude - Mouillage - Ecrémage Matière grasse - Lactose -

Chlorures - Point de congélation

Adresse : 133 DIAMAGUENE PHILES (Sénégal)
Tel 356348