

CONTROLE DE QUALITE DE DIFFERENTES MARQUES DE LAITS EN POUDRE COMMERCIALISES AU SENEGAL

THESE pour obtenir le grade de docteur en pharmacie (diplome d'Etat) présentée et soutenue
publiquement par

NDIAYE Ndèye Penda , épouse Sow

Sous la Direction de : Docteur Bara NDIAYE, Maître-Assistant

le 29 Juillet 2002

N° 95

Devant le Jury composé : *Président* : M. Doudou BA, Professeur *Membres* : M. Mounirou CISS, Maître de Conférences Agrégé M. Mamadou BADIANE, Maître de Conférences Agrégé M. Amadou DIOUF, Maître de Conférences Agrégé

Table des matières

..	1
REMERCIEMENTS .	3
Epigraphe .	5
INTRODUCTION .	7
PREMIERE PARTIE. GENERALITES SUR LE LAIT .	9
CHAPITRE I . L'APPROVISIONNEMENT EN LAIT SEC DU SENEGAL . .	9
I.1. – METHODES DE PREPARATION . .	9
I.2. – L'IMPORTATION DU LAIT . .	10
I.3. – PRODUCTION LOCALE . .	13
CHAPITRE II . LA VALEUR NUTRITIONNELLE . .	14
II.1. – PROTIDES (11) . .	14
II.2. – LIPIDES . .	15
II.3. – GLUCIDES . .	17
II.4. – AUTRES ELEMENTS (MINERAUX, VITAMINES) (15) . .	17
II.5. – SOLUBILITE . .	18
II.6. – INFLUENCE DES TRAITEMENTS THERMIQUES SUR LA VALEUR NUTRITIVE DU LAIT SEC . .	19
DEUXIEME PARTIE. ETUDE EXPERIMENTALE .	21
CHAPIRTRE I - CADRE D'ETUDE . .	21
II – MATERIEL ET METHODES . .	22
II.1. – ECHANTILLONNAGE . .	22
II.2 – CONTROLE DE LA SOLUBILITE (8) . .	23
II.3 – DETERMINATION DE LA VALEUR MARCHANDE (13) . .	23
III - RESULTATS . .	35
III.1. – TEST DE SOLUBILITE . .	35
III.2 – VALEUR MARCHANDE DES LAITS . .	35

III.3. – DETERMINATION DES TROUBLES DE LA SECRETION LACTEE . .	37
IV - DISCUSSION . .	38
CONCLUSION .	41
BIBLIOGRAPHIE . .	43
ANNEXE 1 .	47
ANNEXE 2 .	47

DEDICACE

JE DEDIE CE TRAVAIL.....

Amon Père : Papa Amadou NDIAYE « In memoriam »,

Tu es l'une des personnes que je regrette le plus de ne pas avoir connue.

Le vide que tu as laissé autour de nous ne se comblera jamais.

Ce travail est le tien.

Sois assuré de mon profond amour filial.

Ama Mère, Adja Marie Pierre DIOP,

Notre réussite a toujours été pour toi un souci majeur.

Je ne saurai trouver le mot juste pour te remercier.

Ta simplicité, ton humilité et ton honnêteté seront les vertus cardinales que je n'oublierai jamais de toi.

Ce travail est la récompense des efforts que tu n'as cessés de fournir pour nous combler.

Sois assurée de mon amour et de ma parfaite reconnaissance.

Puisse Dieu te garder longtemps parmi nous.

Ama Tante Yacine TOURE,

Tu es une grande sœur pour ma mère.

Tu as veillé autant qu'elle à notre éducation.

Sois assurée de mon profond amour.

Ama Tante Aminata GAYE « In memoriam » ;

Ames Oncles et Tantes,

Votre soutien moral fut pour moi d'une grande utilité.

Profonde reconnaissance.

Amon Mari, Docteur Papa Gallo SOW,

Gallo, ce travail est le tien.

Ta compréhension et ta présence constante à mes côtés m'ont donné le courage de le mener jusqu'au bout.

Que Dieu illumine tous nos projets.

Ama Sœur Aminata NDIAYE « In memoriam » ;

Ames Frères et Sœurs,

Votre soutien constant m'a hissée au rang que j'occupe.

Soyez assurés de ma profonde affection et mon
indéfectible attachement.

Amon Grand-Frère Aziz,

C'est grâce à toi que j'ai pu réussir mes études.

Tu nous as toujours exhortés au travail en montrant l'exemple.

Que Dieu te garde.

APapa Amadou TRAORE et Mariam SOW,

Que Dieu me donne les moyens pour bien m'occuper de vous.

Ama Belle Sœur et mes Beaux-Frères ;

Ames Cousins et Cousines ; Beaux-Frères et Belles-Soeurs,

Merci pour votre soutien constant.

Ames Neveux et Nièces,

Puisse ce travail vous servir d'exemple pour la vie.

Ames Ami(e)s : Fama, Fatou, Korka, Ella, Ndèye Fatou Ndiaye,

Je suis sensible à votre tendre affection.

Merci pour votre assistance, vos conseils et surtout vos
encouragements.

Ames Ami(e)s de la Faculté : El Hadj Diouf, Ibrahima Diallo,

Satta, Adja Sow, Boubacar Sy, Cheikh Ndiaye...;

Atoute la Promotion « Souleymane MBOUP » ;

Anotre Promotionnaire Abdoul Aziz NDIAYE « In memoriam ».

REMERCIEMENTS

Je remercie très sincèrement du fond du cœur, tous ceux qui, par leur constante disponibilité et leur contribution effective, m'ont aidée dans la réalisation de ce travail.

Au Docteur Bara NDIAYE,

Votre franche et enrichissante collaboration, sous divers aspects, ont été pour nous, une expérience très positive.

Nous vous prions de trouver, dans ce modeste travail, l'assurance de nos sentiments respectueux.

Toute notre connaissance.

Au Docteur Yérim Mbagnick DIOP,

C'est avec une grande disponibilité que vous nous avez aidée à mener à bien ce travail.

Vous avez été là pour nous guider, chaque fois que nous avons eu besoin de votre soutien.

Votre simplicité et vos immenses qualités intellectuelles nous ont toujours séduite.

Soyez assuré de notre parfaite reconnaissance et de notre estime.

Au Personnel du Laboratoire de Chimie Analytique et Toxicologie :

Sokhna NDAO, Eloi, Yaya, Mme Bassène,

Pour votre sympathie, votre disponibilité et votre aide précieuse.

A Mme Rose Diène CAMARA,

Pour cette belle frappe.

A Mme Sally Mbengue TOURE de la SATREC,

Merci pour votre disponibilité et votre amabilité.

A NOS MAITRES ET JUGES

Notre Maître et Président de Jury,

Le Professeur Doudou BA

L'occasion nous est offerte aujourd'hui, pour vous remercier très sincèrement pour votre constante disponibilité et vous exprimer toute notre fierté d'avoir eu le privilège d'être votre élève.

Vos immenses qualités humaines et intellectuelles font de vous une référence, un maître respectable et respecté.

Soyez assuré, *Monsieur le Professeur*, de notre profonde gratitude.

A Notre Maître et Juge,

Le Professeur Mounirou CISS

Nous sommes très sensible à l'honneur que vous nous faites
en acceptant de juger ce travail.

Vos qualités intellectuelles et morales ainsi que votre rigueur
scientifique nous marqueront à jamais.

Soyez assuré de notre reconnaissance et de notre haute considération

A Notre Maître et Juge,

Le Professeur Mamadou BADIANE

Nous sommes très honorée de vous compter parmi les membres de
notre jury de thèse, malgré vos multiples obligations.

Votre courtoisie, votre disponibilité et votre générosité forcent
l'admiration de tous ceux qui vous côtoient.

Nous vous prions de trouver ici, Cher Maître, l'expression de notre
profonde gratitude et de notre respect.

A Notre Maître et Juge,

Le Professeur Amadou DIOUF

La spontanéité avec laquelle vous avez accepté de juger ce travail
nous a beaucoup marquée.

Votre enseignement dispensé avec amour et méthode ainsi que vos
qualités humaines et intellectuelles forcent l'admiration.

Nous vous prions de croire, à l'assurance de nos sentiments respectueux.

Epigraphe

Au nom de Dieu, le Tout-Puissant, le Miséricordieux et de son Prophète Mohamed (P.S.L.),

INTRODUCTION

Une nutrition adéquate est un besoin fondamental de l'homme et une condition préalable à la santé. La promotion d'une nutrition correcte est l'une des huit composantes essentielles des Soins de Santé Primaires **(19)**.

Le lait constitue un aliment dont la valeur alimentaire apparaît la plus précieuse, spécialement pour la croissance, la grossesse et les états de maladies. En effet, il comporte des quantités suffisantes de tous les nutriments connus, à l'exception du fer et de la vitamine C **(8)**.

Economiquement, c'est une source de protéines animales bien moins onéreuses à produire que la viande : un hectare de terre dont la production est utilisée pour produire de la viande à un rendement 3 à 4 fois inférieur en protéines que si on l'utilise pour produire du lait **(10)**.

Cependant, l'élevage s'effectue au Sénégal dans des conditions hostiles. La rareté des précipitations, conjuguée à leur mauvaise répartition, sont souvent responsables de longues périodes de famine chez le bétail, surtout en saison sèche.

Par ailleurs, les races locales, jugées mauvaises laitières, parviennent à peine à nourrir leur petit dans le système d'élevage actuel et sont donc incapables de produire pour l'industrie laitière si l'on sait qu'un kilogramme de lait en poudre est obtenu en traitant 10 litres de lait frais.

Tout ceci fait que des quantités importantes de lait et de produits laitiers sont annuellement déversées sur le marché sénégalais avec leur répercussion sur le pouvoir

d'achat du consommateur.

Le marché des importations de laits de consommation est dominé par le lait en poudre dont les importations annuelles varient entre 84 à 90 % du total **(14)**.

L'absence d'information sur la qualité de ce lait et une très grande variation des sources d'approvisionnement nous ont incité à entreprendre cette étude dont l'objectif général s'inscrit dans le cadre du contrôle de la qualité des aliments consommés au Sénégal.

De façon plus spécifique, ce travail a consisté par des analyses physico-chimiques à déterminer :

- la valeur marchande de différentes marques de lait en poudre rencontrées sur le marché sénégalais ;
- les troubles de la sécrétion lactée pouvant exister chez les vaches laitières.

Ce travail comprend deux parties :

- première partie : une revue bibliographique générale ;
- deuxième partie : une étude expérimentale.

PREMIERE PARTIE. GENERALITES SUR LE LAIT

CHAPITRE I . L'APPROVISIONNEMENT EN LAIT SEC DU SENEGAL

I.1. – METHODES DE PREPARATION

Le lait en poudre est le produit provenant de la dessiccation de lait entier ou de lait écrémé ou de lait partiellement écrémé, propre à la consommation humaine. Lorsqu'ils sont additionnés de sucre (saccharose) dans une proportion conforme aux usages, la mention « sucré » est portée sur l'étiquette ou le récipient. Toutefois, l'expression « en poudre » peut être remplacée par le mot « sec », suivi ou non d'une mention indiquant le mode de présentation (poudre, granulés, paillettes... **(9)**).

Le lait en poudre est essentiellement un produit de la technologie du XX^e siècle. Divers procédés commerciaux de fabrication de ce lait ont été successivement adaptés puis abandonnés. Actuellement, seuls le « séchage sur cylindres » et la « dessiccation par atomisation » restent d'emploi courant, mais la « lyophilisation » pourrait être un

procédé d'avenir **(17)**.

I.1.1. – SECHAGE SUR CYLINDRE

Le séchage sur cylindre ou procédé HATMAKER ou « Rollerprocess » est le plus ancien des procédés commerciaux satisfaisants. Essentiellement simple, il consiste à chauffer un mince film de lait pendant 2 à 3 secondes à la pression atmosphérique sur une surface métallique chauffée par de la vapeur à 143°-149°C.

Le lait qui alimente les cylindres est habituellement préchauffé à une température qui n'excède pas 71°C **(17)**.

Le séchage sur cylindre n'est presque plus utilisé, la poudre obtenue étant peu soluble et peu agréable. Il se pratique encore toutefois pour l'alimentation du bétail, dans les préparations alimentaires industrielles **(4)**.

I.1.2. – Dessiccation par atomisation

Le procédé par atomisation ou « Spray Process » ou la méthode du brouillard, consiste à pasteuriser ou à stériliser le lait puis à le préconcentrer et à le pulvériser en un brouillard de très fines gouttelettes qu'on envoie dans une vaste enceinte où elles sont mélangées à un courant d'air chaud.

La poudre du lait obtenue par atomisation est nettement supérieure au produit du séchage sur cylindres tant en arôme et aspect qu'en solubilité mais son prix de vente est plus élevé **(17)**.

I.1.3. – LA LYOPHILISATION

C'est un procédé de dessiccation faisant appel au froid. Le produit est d'abord congelé à très basse température puis soumis à un vide accompagné d'une remontée lente de la température, ce qui entraîne une évaporation de l'eau (sublimation).

La lyophilisation est la technique de séchage qui paraît respecter le mieux la structure et la composition de la matière traitée mais le coût de l'opération est élevé et en limite l'usage à des produits qui ont eux-mêmes une valeur commerciale appréciable : produits alimentaires aromatiques, produits pharmaceutiques, etc.. **(1)**.

Depuis une quinzaine d'années, s'est répandue la fabrication de poudre dite « instantanément soluble » dont l'aptitude à la dissolution dans l'eau est améliorée. Il s'agit d'une poudre dont la granulation est modifiée en vue de permettre une pénétration plus rapide de l'eau à l'intérieur des granules **(8)**.

Ces nouveaux produits ont remporté un grand succès commercial grâce à leur commodité d'emploi, particulièrement pour la ménagère.

I.2. – L'IMPORTATION DU LAIT

I.2.1. – LEGISLATION

I.2.1.1. – REGLEMENTATION INTERNATIONALE

► Codex Alimentarius (7)

La Commission du *Codex Alimentarius* (C.C.A.) a été créée pour mettre en œuvre le programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires.

Le *Codex Alimentarius* est une collection de normes alimentaires internationalement agréées et présentées de façon uniforme. Ces normes visent à protéger – partout dans le monde - la santé et les intérêts des consommateurs et à encourager les pratiques commerciales loyales.

Le *Codex Alimentarius* comprend des normes applicables à tous les principaux aliments (traités, semi-traités ou frais), vendus au public.

Tous les membres et associés de la FAO et de l'OMS peuvent en faire partie.

► Code d'usages en matière d'hygiène pour le lait déshydraté (21)

Tout le lait servant à la fabrication de produits laitiers secs devrait avoir été produit dans des conditions sanitaires conformes aux dispositions de l'autorité compétente.

Il ne faudrait pas accepter de traiter le lait ou le produit laitier liquide à moins qu'il ne convienne à la consommation humaine et qu'il n'ait pas été contaminé, traité, manutentionné ou additionné de substances nocives de façon telle qu'il soit impropre à la consommation humaine.

■ Les matières premières et les ingrédients entreposés dans l'établissement devraient être maintenus dans des conditions de nature à empêcher leur détérioration, à les protéger contre la contamination et à réduire au minimum les dégâts. Il devrait y avoir une rotation convenable des stocks de matières premières et d'ingrédients.

■ Chaque département où un produit laitier déshydraté est préparé, traité ou entreposé, ne devrait être utilisé qu'à cet effet ou pour la préparation d'autres produits laitiers déshydratés ou de produits soumis aux mêmes critères en matière d'hygiène.

■ L'entreposage et les récipients devraient permettre d'empêcher toute absorption d'humidité. Au cours de l'entreposage, le produit devrait faire l'objet d'inspections périodiques de façon à s'assurer que seuls des aliments propres à la consommation humaine seront livrés et que les spécifications relatives aux produits finis sont respectées. Le produit devrait être expédié dans l'ordre de succession des lots.

I.2.1.2. – REGLEMENTATION SENEGALAISE (9)

D'après l'article 30 du décret 69-891 du 25 Juillet 1969 réglementant le contrôle du lait et des produits laitiers destinés à la consommation humaine. L'importation et la vente de lait en poudre entier, écrémé ou semi-écrémé, sont autorisées dans les conditions ci-après :

a) pour la vente au détail : en boîtes de 500 grammes au maximum ;

b) pour le lait en poudre industriel, par 25 kg net au maximum, sous estagnons métalliques ou en sacs kraft de quatre épaisseurs, doublés par un sac en polyéthylène.

L'importation des laits en poudre industriels ne sera autorisée que si elle est réalisée

par des commerçants patentés, agréés par le Ministre chargé du Commerce, après avis des Ministres respectivement chargés du Développement Rural et de la Santé Publique.

Ces commerçants doivent effectuer eux-mêmes, la reconstitution sous le contrôle du Service de la Répression des Fraudes.

I.2.2. – UTILISATIONS

Les laits en poudre ont de nombreuses utilisations qu'on ne peut ici décrire en détail. Les propriétés les plus souhaitables dépendent de l'emploi final de la poudre et il est impossible de produire un produit texturé qui réponde parfaitement à tous les besoins. La principale application des poudres est la production de lait liquide.

L'emploi de lait entier ou écrémé reconstitué s'est récemment développé tant dans les ménages que dans l'industrie alimentaire, soit à la place, soit en complément du lait liquide frais.

Cette pratique s'est révélée particulièrement utile dans les régions où l'approvisionnement en lait frais est difficile sinon impossible.

Les laits convenablement reconstitués à partir de poudres modernes, de qualité élevée, semble fournir un produit généralement acceptable.

Le lait reconstitué est également utilisable dans la préparation de produits spéciaux : yaourts et laits aromatisés. L'industrie des crèmes glacées absorbe de grandes quantités de lait écrémé en poudre, source précieuse d'extrait sec non gras d'origine laitière, nécessaire à la confection des mélanges équilibrés pour crèmes glacées **(17)**.

L'emploi de la poudre dans la fabrication du pain est peut-être la plus importante des applications du lait sec. Le lait écrémé en poudre, ajouté à la farine (dans la proportion d'environ 6 parties pour 100 de farine) retarde nettement le durcissement du pain.

En outre, on trouve à cette pratique, des avantages nutritionnels importants, le lait accroît la valeur biologique des protéines du pain et peut quadrupler sa teneur en calcium **(17)**.

Un autre produit dit « lait enrichi » se prépare par incorporation d'une graisse ou d'une huile végétale comme l'huile de noix de coco dans le lait reconstitué à partir de poudre de lait écrémé.

La **figure 1** montre les circuits de distribution du lait en poudre industriel.

LAIT EN Poudre INDUSTRIEL

IMPORTATION

Confisseries

Pâtisseries

Usines

Transformation

produits laitiers et dérivés

Transformation Vente au

artisanale détail

CONSOMMATEUR

La transformation artisanale concerne la préparation du lait caillé. Elle utilise deux procédés :

- le caillage par l'utilisation du caille-lait (comprimé à base de présure, pepsine et chlorure de sodium) ;
- le caillage en versant le lait frais dans un récipient contenant une petite quantité de lait caillé la veille.

Les ferments lactiques tendent à remplacer les comprimés dans le premier procédé.

I.3. – PRODUCTION LOCALE

I.3.1. – LES UNITES DE PRODUCTION

Les usines s'implantent après l'obtention d'une autorisation délivrée par la Répression des Fraudes, après étude d'un dossier.

Nous pouvons citer :

- la Société Africaine de Transformation, Reconditionnement et de Commerce (**S.A.T.R.E.C.**) ;
- NESTLE Sénégal qui est une multinationale ;
- SO.SE.PAL du Groupe CCBM ; - etc...

I.3.2. – METHODES DE PRODUCTION

Toutes ces usines fonctionnent sur le même principe en ce qui concerne la production de lait sec, il s'agit de reconditionnement en respectant les règles d'hygiène élaborées par l'autorité compétente. En effet, le lait sec est importé en général par sac de 25 kg, conformément aux dispositifs de l'article 30 du décret 59-891 du 25 juillet 1969.

L'importateur commande le type de lait sec souhaité en précisant toutes les caractéristiques à son fournisseur, soit du lait en poudre entier, semi-écrémé ou écrémé à base de matière grasse animale ou végétale.

Le lait sec à base de matière grasse végétale est du lait dont on a extrait une bonne partie de la matière grasse animale pour remettre de la matière grasse végétale avant traitement.

La commande est livrée toujours avec des bulletins d'analyses. Toutefois, les unités industrielles doivent refaire nécessairement un certain nombre d'analyses soit dans leur propre laboratoire, soit en collaboration avec d'autres structures telles que l'Institut de Technologie Alimentaire (**I.T.A.**), l'Institut Pasteur de Dakar, le laboratoire de Chimie Analytique et Toxicologie de l'U.C.A.D.

Lorsque ce lait est jugé propre à la consommation humaine avec une valeur nutritive satisfaisante, il est directement reconditionné en respectant les règles d'hygiène et éviter autant que possible les contaminations bactériennes.

Le dispositif est entièrement fermé, en effet la machine effectue tout le travail, les machinistes vérifient le bon fonctionnement des machines et le poids des sachets livrés. Il existe un local fermé où s'effectue l'ouverture des sacs de 25 kg de lait sec.

Certains producteurs ont mis sur le marché, un certain nombre de produits composés. Un produit laitier composé est un produit dans lequel le lait, les produits laitiers ou les constituants du lait forment une partie essentielle en termes de quantité dans le produit final tel que consommé, à condition que les constituants non dérivés du lait ne soient pas destinés à remplacer totalement ou partiellement un quelconque constituant du lait (21).

Ces produits dérivent de leur lait en poudre par addition d'aromatisants, ils utilisent des mélangeurs, pour chacun de ces produits un dossier est adressé à la Répression des Fraudes qui délivre une autorisation.

CHAPITRE II . LA VALEUR NUTRITIONNELLE

II.1. – PROTIDES (11)

La teneur en protéines du lait de vache est de 35 %. Le taux varie suivant la période de lactation. Le colostrum est très riche en protéines et le lait a un taux de protéines qui diminue ensuite pendant 1 à 2 mois pour remonter et se stabiliser.

II.1.1. – LES TYPES

Les protéines du lait se composent essentiellement de caséines, de la lactoglobuline et de la lactalbumine.

II.1.1.1. - LES CASEINES

On y trouve plusieurs types de molécules séparables par électrophorèse et par ultracentrifugation. On obtient :

- la caséine α -S
- la caséine β ;
- la caséine K et la caséine γ

Leur pH est d'environ 4,7.

II.1.1.2. – LACTAGLOBULINE ET LACTALBUMINE

Sont solubles et riches en acides aminés soufrés. Leurs pH moyens est respectivement de 5,4 et 5,1:

II.1.2. – VALEUR QUALITATIVE DES PROTEINES

Le tableau I permet de connaître la valeur qualitative des protéines du lait de vache et de faire une comparaison avec celles de l'œuf (protéines de référence).

	ŒUF	LAIT DE VACHE					
			caséine α -S	caséine β	caséine γ	<i>Lacto-globuline</i>	<i>lactalbumine</i>
Lysine	7,2 %	0,81 %					
Cystine	2,4 %	0,7 %	0	0	0,5-1,4	2,6	6,4
Méthionine	4,1 %	2,2 %	2,4	3,9	1-1,5	3	0,95
Isoleucine	8 %	6,5 %	5,1	5,3	6,2	7	6,8
C.E.P	3,9 %	3,1 %		2,8			
V.B.	96 %	85 %					

Source (13)

C.E.P. = coefficient efficacité protidique

V.B. = valeur biologique.

On remarque ainsi que les protéines du lait sont riches en lysine, acide aminé indispensable à la croissance.

II.2. – LIPIDES

II.2.1. – ORIGINES (11)

Le lait de vache contient environ 35 g/l de lipides, composés de :

- 97 à 99 % de triglycérides qui sont constitués en grande partie d'acides gras saturés à longue chaîne (acide palmitique – acide stéarique), d'acide gras monoinsaturé (acide oléique) et très peu d'acides gras polyinsaturés ;
- phosphoaminolipides (lécithines, céphalines) ;
- cholestérol.

Les acides gras du lait comptant 4 à 16 atomes de carbone sont synthétisés au niveau de la glande mammaire à partir de l'acide acétique qui circule dans le sang. A côté de cette activité de synthèse, il existe une activité de prélèvement.

En effet, une partie des acides gras circulants provient de l'alimentation des vaches laitières.

La nourriture végétale ingérée par l'animal comprend essentiellement des acides gras polyinsaturés, acide linoléique et linoléique en C₁₈. Les acides gras polyinsaturés

n'arrivent pas tels quels jusqu'à la glande mammaire. Auparavant, ils séjournent dans le rumen où ils subissent une hydrogénation sous l'influence des micro-organismes du rumen.

Il y a donc formation, sans modification de longueur de chaîne, d'acide stéarique et d'acide oléique en C₁₈ ; ceci explique la présence en grande quantité dans le lait d'acide stéarique et d'acide oléique qui n'existent qu'en très petites quantités dans l'alimentation.

Les variations saisonnières de composition des lipides du lait sont sous l'influence des variations dans la nature des aliments de la vache laitière.

Les lipides se trouvent dans le lait sous forme de globules gras, maintenus dispersés dans la phase aqueuse par les lécithines présentes dans leurs membranes.

Les lécithines ont une action émulsifiante.

II.2.2. – DECOMPOSITION DES MATIERES GRASSES (17)

Les lipides du lait sont exposés à divers types d'altération, en particulier la lipolyse et l'oxydation.

La lipolyse est le fait des lipases du lait ou de lipases bactériennes. La quantité d'acides gras libérés par la lipolyse n'est jamais très élevée car l'action de la lipase est inhibée par leur présence.

L'oxydation des graisses, qui conduit à l'apparition d'un goût de suif, est le principal défaut qui apparaît par stockage dans les poudres de lait entier et parfois dans les résidus de matières grasses de la poudre de lait écrémé.

Les modifications chimiques résultent de la fixation d'oxygène sur les doubles liaisons des glycérides insaturés qui se transforment ainsi en peroxydes dosables chimiquement.

En l'absence de précautions spéciales, l'oxydation des poudres produits par atomisation est plus rapide que celle des poudres séchées sur cylindres, mais récemment des progrès considérables ont été réalisés pour améliorer la conservabilité des premières.

La principale cause d'altération de la poudre de lait entier est supprimée quand on réussit à prévenir l'oxydation des matières grasses, trois méthodes principales sont applicables :

- ▶ le conditionnement sous gaz inerte

On remplace l'oxygène du récipient par de l'azote ou du gaz carbonique – généralement de l'azote.

C'est la seule méthode qui, dans la pratique, empêche totalement l'oxydation ; elle permet d'étendre la durée de conservation jusqu'à 7 – 10 ans.

- ▶ le préchauffage à haute température

La plus connue de ces méthodes est celle qui consiste à élever la température du lait avant de le traiter par atomisation.

Comparé au préchauffage à 74°C, le préchauffage à 82°C double la conservabilité de la poudre et le préchauffage à 88°C, l'accroît de 3 à 5 fois. La poudre ainsi obtenue est

conditionnée sous air, reste en bon état pendant environ 2 ans dans les pays tempérés.

Le préchauffage à haute température peut aussi prévenir les modifications provoquées par les enzymes du lait cru ou des bactéries.

► l'addition d'anti-oxydants

L'anti-oxydant est incorporé directement à la poudre ; de nombreuses substances ont été essayées :

- l'hydroquinone ;
- l'acide ascorbique ;
- les esters de l'acide gallique en particulier, le gallate d'éthyle ou de propyle.

Cependant, de nombreux pays interdisent l'utilisation d'anti-oxydants. Bien que l'addition de ces substances aux matières grasses de cuisine ou autres soit autorisée, on considère que leur adjonction au lait sec est inutile et indésirable alors qu'on dispose d'autres méthodes d'assurer la conservabilité.

II.3. – GLUCIDES

Les glucides du lait sont essentiellement constitués de lactose qui est un disaccharide réducteur scindé au niveau du grêle en glucose et galactose par la lactase (**figure 2**).

La lactase est une enzyme adaptable de telle sorte qu'un adulte qui ne consomme pas habituellement le lactose est incapable d'hydrolyser celui-ci en grande quantité. Cela explique une bonne part des intolérances du lait (**4**).

Le lactose a un pouvoir sucrant très faible, il joue un rôle important au niveau intestinal puisqu'il facilite l'absorption du calcium et favorise l'implantation d'une flore lactique. Il sert de substrat de fermentation pour les bactéries lactiques dans la fabrication des produits laitiers (**15**).

D-galactose Glucose

II.4. – AUTRES ELEMENTS (MINERAUX, VITAMINES) (15)

Le lait contient d'autres éléments, tels que minéraux et vitamines, qui complètent sa valeur nutritionnelle comme nous le montre le tableau suivant.

Ca P K Na Fe Cu	125 mg/ 100g 90 mg/ 100g 150 mg/ 100g 40 mg/ 100g 0,10 mg/ 100g 0,04 mg/ 100g
Riboflavine Thiamine Cyanocobalamine Acide ascorbique Niacine Vitamine A Vitamine E Vitamine D	0,15 mg/ 100g 0,04 mg/ 100g 0,50 mg/ 100g 0,50 à 5 µg/100g 0,20 mg/ 100g 0,03 mg/ 100g 0,10 mg/ 100g 0,0002 mg/ 100g

Les taux de vitamines A, D et E sont variables selon la saison. Le peu de vitamine C contenu dans le lait frais est détruit au contact de l'air par la pasteurisation et l'ébullition.

II.5. – SOLUBILITE

La solubilité (plus précisément le pouvoir dispersif) du lait en poudre est une propriété commerciale très importante. La perte de solubilité est la conséquence d'une dénaturation des protéines par le traitement thermique au cours du séchage.

Le dur traitement thermique subi par le lait desséché sur cylindres à la pression atmosphérique réduit la solubilité de la poudre à 80 – 85 %.

Le lait séché par atomisation (une fois mouillé), doit être très soluble (98 – 99,9 %). Le lait reconstitué à partir d'une poudre d'atomisation dont la solubilité est médiocre tend à former trois couches.

La couche supérieure est surtout constituée de globules graisseux qui ont entraîné en surface quelques protéines insolubles. La couche inférieure consiste en protéines insolubles sédimentés avec quelques globules graisseuses. La couche médiane est formée de protéines solubles mais sans séparation nette d'avec les couches inférieure et supérieure **(17)**.

La diminution de la solubilité est généralement provoquée par des phénomènes physico-chimiques qui abaissent également la valeur alimentaire des poudres, en limitant notamment la « disponibilité » des acides aminés essentiels (lysine et méthionine) **(8)**.

Les réactions de MAILLARD entre les protéines et le lactose sont incriminées. En effet, il se forme un composé protéines-lactose insoluble qui contient du lactose en quantité équivalente à celle du lactose soluble libre qui a disparu. On suppose que la réaction se produit entre le groupe aldéhyde du lactose et un groupe aminé protéinique. Il est très probable que le principal groupe aminé en cause est celui de la lysine, car 40 % environ de ce produit disparaissent, ce qui réduit considérablement la valeur nutritive de la poudre.

On a montré que la poudre dégradée peut être restaurée à sa valeur nutritive initiale par addition de lysine en quantité suffisante pour compenser les pertes **(18)**.

A mesure que la réaction protéines – lactose progresse, le reste des protéines devient peu à peu insoluble, la perte de solubilité peut être prononcée, en particulier dans le cas de la poudre obtenue par séchage sur cylindres et surtout dans le lait écrémé en poudre **(17)**.

Ces réactions sont notablement accélérées par stockage à température élevée, spécialement si la teneur en humidité est forte. Les seuils d'humidité nuisibles sont de l'ordre de 5 % pour les poudres d'atomisation et de 4 % pour les poudres séchées sur cylindres ; au-dessus de ces valeurs, les défauts s'amplifient et croissent avec la teneur en humidité. Le fabricant peut éviter ces défauts en préparant des poudres à faible teneur en humidité, en utilisant des boîtes étanches et en conservant la poudre à basse température **(17)**.

II.6. – INFLUENCE DES TRAITEMENTS THERMIQUES SUR LA

VALEUR NUTRITIVE DU LAIT SEC

A l'exception de quelques pertes de vitamine B₁₂, la valeur nutritive du lait en poudre équivaut à celle du lait pasteurisé et dépasse celle des autres laits conservés (concentré sucré ou non sucré ou stérilisé).

L'excès et la prolongation du traitement thermique en cours de fabrication peut dégrader certaines des vitamines et abaisser la valeur protéique du produit par dénaturation des amino-acides, mais la dégradation des protéines et les altérations de la solubilité associées aux produits modernes de haute qualité ne diminuent pas leur valeur nutritive **(18)**.

Les matières grasses, les vitamines A et D qui y sont associés et le lactose du lait ne sont pas affectés par le traitement, les seuls éléments qui risquent d'être altérés sont les vitamines hydrosolubles. L'oxydation des matières grasses, source d'arômes défectueux, réduit aussi la valeur nutritive **(17)**.

Les propriétés nutritionnelles des laits en poudre varient suivant leur type **(4)**.

Nature du lait	Lipides (%)	Protéines (%)
Lait entier	26 (minimum)	23
Lait semi-écrémé	9,5	29
Lait écrémé	1	36

Le lait écrémé en poudre a pris dans l'alimentation une place considérable parce qu'il contient inaltérés les constituants les plus précieux du lait (en particulier les protéines, la riboflavine et les substances minérales), à une concentration plus grande que dans le lait entier en poudre. Il est plus économique que ce dernier et plus stable en cours de stockage à condition qu'il soit protégé de l'humidité.

DEUXIEME PARTIE. ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I - CADRE D'ETUDE

Cette étude a été réalisée à Dakar (Sénégal) et a concerné le marché Sandaga qui est l'un des 25 marchés que compte aujourd'hui l'agglomération dakaroise, et en constitue l'un des plus importants sinon même le plus important, de par sa situation privilégiée de l'apport financier considérable qu'il assure au niveau de la Commune de Dakar.

Ce site a été choisi pour plusieurs raisons :

a) la localisation et sa présentation physique (5)

Hérité de l'ère coloniale, ce marché datant de 1933 est situé à la charnière de deux zones (le Plateau, quartier aisé de Dakar, et la Médina, quartier populaire de Dakar. Le marché Sandaga se trouve inscrit entre la rue Sandiniéry, l'avenue Emile Badiane et l'avenue du Président Lamine Guèye.

Si au Plateau nous ne retrouvons que 9,09 % de la population et 35,20 % des emplois de Dakar. La Médina elle, renferme paradoxalement 24,19 % de la population contre 12,54 % des emplois. Un cumul de ces effectifs permet d'avoir un bref aperçu de la

population susceptible de fréquenter Sandaga.

b) l'importance du transport routier rendant facile l'accès de cette zone par transport en commun ;

c) l'importance de l'activité commerciale dans laquelle chaque opérateur économique occupe la place qui lui revient dans la chaîne commerciale qui va du petit détaillant au grand commerçant importateur en passant par les grossistes et demi-grossistes.

II – MATERIEL ET METHODES

II.1. – ECHANTILLONNAGE

Des sacs de laits en poudre ont été choisis au hasard au niveau des différentes marques trouvées. Certains laits sont contenus dans des sacs en papier Kraft doublé d'un sac en polyéthylène et de poids net environ 25 kg, les échantillons ont été prélevés à raison de 250g chez les grossistes, demi-grossistes et détaillants. Pour le lait contenu dans des boîtes ou sachets de 500g ou maximum, nous avons pris comme échantillon le récipient original intact.

Le Laicran a été pris deux fois parce qu'existe en sac de 12,5 kg et 25 kg (conditionnement industriel) et aussi sous une forme conditionnée de 400g (L₆).

N° des échantillons	Marque	Type	Condition-nement	Date de péremption
L ₁	Laicran	Entier	12,5 kg - 25 kg	7/02
L ₂	Gloria	Entier	400 g	05/02
L ₃	Bestlait	Entier, Riche en vitamines A et D	500g	02/03
L ₄	Whole Milk Powder	Entier	25 kg	-
L ₅	Cowbell	Entier	25 kg	10/07/02
L ₆	Laicran	Entier, enrichi en vitamines A et D	400g	01-03
L ₇	Baralait	Entier	400g	06-02
L ₈	Laidor	Entier, enrichi en vitamine	500g	-
L ₉	Vita Quick	Entier	500g	11/03
L ₁₀	Vitalait	Entier, riche en vitamines A et D	500g	06-03
L ₁₁	Gold Star	Entier	25 kg	09/02

II.2 – CONTROLE DE LA SOLUBILITE (8)

II.2.1. – REACTIF

- Eau distillée

II.2.2. – MATERIEL

- Tube à essai
 - Portoir pour tube à essai
 - Spatule.

II.2.3. – METHODE (8)

Après avoir rempli d'eau, sur une hauteur de 15 à 20 cm, un verre ou un tube à essai, on verse délicatement quelques grammes de poudre à la surface du liquide au repos.

Les granules doivent être complètement dissous avant d'atteindre le fond du récipient.

II.3 – DETERMINATION DE LA VALEUR MARCHANDE (13)

Elle se fait par dosage de la matière grasse et de l'azote totale.

II.3.1. – MATIERE GRASSE

- a) Réactifs
 - - Acide sulfurique technique
 - - Alcool iso-amylque
- b) Matériel
 - Butyromètre Gerber : il s'agit d'un butyromètre à lait gradué en grammes de matière grasse au litre, avec bouchon en caoutchouc ou en tout autre matière ayant les mêmes propriétés d'usage. A titre provisoire, la graduation de ce butyromètre doit être telle que chaque petite division de l'échelle représente à +20° un volume de $12,45 \text{ mm}^3$ ($\pm 0,1 \text{ mm}^3$). Il convient de disposer de plusieurs butyromètres.
 - Nettoyage des butyromètres
 - Après lecture, les butyromètres doivent être retournés ; bouchons en haut, sur un support. Après une demi-heure environ, la matière grasse, abandonnant l'ampoule et l'échelle, est remontée sous le bouchon. Les tubes étant encore chauds, les déboucher avec précaution en dirigeant l'ouverture vers le fond de l'évier.

■ Les tubes vidés et encore chauds sont lavés sans goupillon, par agitation violente avec une solution chaude de carbonate de sodium ou de phosphate trisodique à 2%, ou d'un détergent approprié. Les butyromètres sont plongés dans cette eau, remplis et vidés à plusieurs reprises en agitant violemment pour intéresser à chaque fois l'ampoule terminale.

■ Procéder ainsi à trois remplissages successifs.

■ Rincer ensuite les tubes à l'eau pure chaude, à trois reprises (remplissages et vidanges successifs, accompagnés d'agitation violente).

■ Enfin, les tubes sont secoués très vivement, mis à égoutter, ouverture en bas. Ils peuvent être remis en service aussitôt, encore humides, à condition de le secouer de nouveau, immédiatement avant l'emploi, pour évacuer les gouttelettes d'eau qui pourraient rester dans l'appareil.

- Pipette à lait de 11 ml à un seul trait.

- Pipette de sûreté de 10 ml : mesureur à acide sulfurique (délivrant 10 ml).

- Pipette de sûreté de 1 ml : mesureur automatique à alcool amylique (délivrant 1 ml).

- Bain-marie à butyromètres : doit être assez haut pour que les butyromètres puissent y être immergés complètement.

- Centrifugeuse pour butyromètres Gerber, tournant à une vitesse de 1000 – 1200 tours à la minute pour des diamètres compris entre 40 et 60 cm.

c) Méthode acido-butyrique de Gerber (13)

■ Principe

Dissolution des éléments du lait, matière grasse exceptée, par l'acide sulfurique. Sous l'influence de la force centrifuge, et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool amylique, la matière grasse se sépare en une couche claire et transparente.

■ Mode opératoire

- Préparation des butyromètres : étant installés sur leur support, les garnir de 10 ml d'acide sulfurique en évitant de mouiller le col.

- Prélèvement des 11 ml de lait : l'échantillon de lait ayant été rendu homogène et rassemblé dans un verre à pied conique, procéder à une ultime agitation ménagée à l'aide d'un agitateur ou de la pipette de 11 ml elle-même. Puis, aspirer le lait au-delà du trait de jauge de la pipette. Le tube d'aspiration de la pipette étant fermé avec l'index, sortir la pipette du lait et en essuyer l'extérieur rapidement avec un chiffon. Affleurer le plan supérieur du ménisque du lait au trait de jauge en tenant la pipette verticalement, la pointe de la pipette étant en contact avec la partie supérieure de la paroi du verre à pied, celle-ci faisant avec la pipette un angle de 45°.

Introduire aussitôt les 11 ml de lait dans le butyromètre en mettant la pointe de la pipette (inclivée à 45°) en contact avec la base du col du butyromètre et en laissant couler le lait très lentement au début afin d'éviter un mélange prématuré du lait avec l'acide.

Dès que tout le lait s'est écoulé, enlever la pipette (à moins que celle-ci ait été jaugée pour un temps d'attente après écoulement, dont il faudrait tenir compte). Ne pas souffler

dans la pipette.

L'échantillon suivant sera prélevé à l'aide de la même pipette en ayant soin de la rincer avec le nouvel échantillon. L'erreur commise est insignifiante, même lorsque les deux échantillons successifs sont de teneurs très différentes en matière grasse.

- Apport de l'alcool amylique : quand une série de butyromètres a été préparée ainsi qu'il vient d'être dit, déposer à la surface du lait 1 ml d'alcool amylique en ayant soin de ne pas mouiller les cannelures du col.

- Bouchage des butyromètres : entièrement garnis sont enfin bouchés. Les bouchons doivent être secs et en bon état.

- Agitation des butyromètres : cette opération a pour but de dissoudre dans l'acide les éléments du lait à l'exclusion de la matière grasse et de rendre le mélange homogène avant de procéder à la centrifugation.

Les butyromètres garnis et bouchés peuvent rester quelques temps dans cet état sans inconvénient, s'ils n'ont pas été agités au cours du bouchage. Procéder à l'agitation jusqu'à ce que la caséine (qui s'est coagulée dès que le lait s'est mélangé à l'acide) soit entièrement dissoute. Ensuite, remettre les butyromètres dans la position qu'ils occupaient avant l'agitation et attendre que le mélange ait complètement rempli l'ampoule terminale de tous les butyromètres ; aussitôt après, procéder au retournement et attendre que ces ampoules terminales se soient entièrement vidées ; procéder deux autres fois à ces alternances de remplissage et de vidage des ampoules terminales.

Grâce à ces six retournements successifs des butyromètres, l'agitation est suffisante et le mélange parfaitement homogène.

Les butyromètres, se trouvent portés à environ $+80^{\circ}$ du fait du mélange de l'acide avec le lait. Il faut veiller ensuite à ce qu'il ne se produise pas de refroidissement important pendant l'agitation qui, pour cette raison, doit être menée aussi rapidement que possible, sans interruption.

- Centrifugation : au moment d'introduire les butyromètres dans la centrifugeuse, ajuster les bouchons de manière que, après la centrifugation, la colonne grasse se trouve dans l'échelle graduée. Il est essentiel de procéder à la centrifugation aussitôt après l'agitation précédente, sans laisser refroidir les butyromètres. Si une circonstance quelconque devrait faire différer la centrifugation, il faudrait, avant d'y procéder, plonger les butyromètres pendant au moins 5 mn dans un bain-marie à $+70^{\circ}$, puis les essuyer avant de les mettre en place dans la centrifugeuse.

La centrifugation doit avoir lieu à une vitesse de rotation comprise en principe entre 1000 et 1200 tours à la minute, pour des centrifugeuses de 40 à 60 cm de diamètre.

La durée effective de cette centrifugation doit être de 3 mn au moins. Il faut compter en plus la durée de lancement de l'appareil, ce qui porte la durée totale de la centrifugation, suivant les types de centrifugeuses à 4 ou 5 mn ou même davantage.

Dans chaque cas particulier, il convient donc de vérifier, à l'aide d'un compte-tours, le temps mis par l'appareil pour atteindre 1000 tours à la minute. En l'absence de ce renseignement, adopter une durée totale de centrifugation au moins égale de 5 mn.

Réchauffage des butyromètres : au sortir de la centrifugeuse, plonger les butyromètres verticalement, bouchons en bas, dans un bain-marie porté à +65° - 70° et les y laisser 5 mn avant de procéder à la lecture.

Le niveau de l'eau doit atteindre la pointe extrême des butyromètres qui, de ce fait, doivent se trouver complètement immergés.

Au moment de mettre les butyromètres au bain-marie, modifier s'il y a lieu le réglage des bouchons pour que la colonne grasse se place exactement dans l'échelle graduée.

Lecture : elle doit être effectuée rapidement (en moins de 10 secondes). Voici comment il convient d'opérer :

- sortir le butyromètre du bain-marie, saisir la pause après l'avoir enveloppée d'un chiffon et essuyer rapidement la tige graduée.

- le butyromètre étant placé verticalement, examiner le plan inférieur de la colonne grasse et l'amener en coïncidence avec une division représentant un nombre de dizaines (par exemple 20) par une manœuvre appropriée du bouchon. En principe, il est préférable de faire descendre la colonne grasse plutôt que de la faire monter.

S'assurer qu'il n'a pas été projeté de matière grasse dans l'ampoule terminale au cours de cette manipulation.

- Cette coïncidence étant obtenue, assurer l'immobilité de la colonne grasse en maintenant le bouchon.

- Déplacer le butyromètre devant l'œil et lire le niveau le plus bas du ménisque supérieur de la colonne grasse.

- Vérifier immédiatement le plan de séparation inférieur de la colonne grasse pour s'assurer qu'il n'a pas bougé. S'il est déplacé, corriger la position par une manœuvre appropriée du bouchon.

- Relire de la même manière le ménisque supérieur. Si le plan inférieur ne s'est pas déplacé, cette deuxième visée doit donner la même valeur que lors de la première lecture. Si la deuxième valeur est différente de la première, vérifier une fois de plus la position du plan horizontal inférieur et procéder à une troisième lecture. Il faut absolument aboutir à ce résultat : deux lectures consécutives du ménisque supérieur doivent donner la même valeur. C'est la preuve de la constance de position du plan horizontal inférieur.

- Si l'on n'est pas parvenu au résultat précédent en 10S, replonger le butyromètre dans le bain-marie et refaire la lecture 2 ou 3 mn plus tard.

■ Expression des résultats :

Soit : N' la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse ;

N la valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse.

La teneur en matière grasse du lait exprimée en grammes au litre est égale à : N' – N ;

Les traits gravés sur l'échelle du butyromètre représentent des grammes. On peut aisément apprécier la position du demi-gramme. Il ne faut pas chercher une précision plus grande pour de nombreuses raisons, dont la principale est la suivante : la méthode

Gerber appliquée comme il vient d'être dit et avec le plus grand soin ne peut pratiquement garantir une approximation supérieure à $\pm 0,5$ g de matière grasse au litre.

Si l'on désire une meilleure approximation sans recourir à d'autres méthodes, on pourra effectuer dix déterminations consécutives sur un même lait dans dix butyromètres différents et prendre la moyenne des dix résultats. La valeur obtenue sera alors très voisine de la valeur exacte.

■ Interprétation des résultats :

La richesse en beurre d'un lait texte individuel peut varier dans de très larges proportions (de 23 à 50 g/l). Les variations de la teneur en beurre sont moins considérables dans les laits de grand mélange où la moyenne est généralement de 34 g/l.

En l'absence d'échantillon témoin, on peut estimer qu'il y a écrémage lorsque la teneur en matière grasse est inférieure à 20 g/l (pour les laits de grand mélange).

II.3.2. – DETERMINATION DE LA TENEUR EN AZOTE TOTAL DU LAIT PAR LA METHODE

kjeldahl (11)

a) Réactifs

- Sulfate de potassium
- Oxyde mercurique, rouge
- Acide sulfurique concentré (densité 1,84 à 20°C)
- Solution de soude caustique : 500g d'hydroxyde de sodium (NaOH) et 12g de sulfure de sodium ($\text{Na}_2\text{S}, 9\text{H}_2\text{O}$) dissous dans 1000 ml d'eau distillée.
- Acide chlorhydrique 0,1N
- Indicateur : 2g de rouge de méthyle et 1g de bleu de méthylène dissous dans 100 ml d'alcool éthylique à 96 % .
- Solution de tétraborate de sodium pour le titrage de l'acide chlorhydrique.

Les réactifs et les solutions utilisés ne doivent pas contenir de substances azotées.

b) Matériel

- Balance analytique, sensibilité 1 mg
- Appareil de minéralisation permettant de maintenir le ballon kjeldahl dans une position inclinée et muni d'un dispositif de chauffage n'intéressant que la partie du ballon couverte par le liquide.
- Ballon kjeldahl de 500 ml de capacité
- Réfrigérant Liebig à tube intérieur rectiligne.
- Un tube de dégagement présentant un bulbe de sûreté, sphérique, relié à la partie inférieure du réfrigérant au moyen d'un tube de caoutchouc, de façon à assurer un

contact verre contre verre.

- Un déflegmateur (piège) relié au ballon kjeldahl et au réfrigérant Liebig par des bouchons de caoutchouc souple.
- Une fiole d'erlenmeyer de 500 ml de capacité.
- Eprouvette graduée de 25, 50 , 100 et 150 ml.
- Burette de 50 ml graduée à 0,1 ml
- Corps facilitant l'ébullition : bille de verre.
- Pour la distillation, de petits morceaux de pierre ponce fraîchement calcinés.

· c) Définition de la teneur en azote total

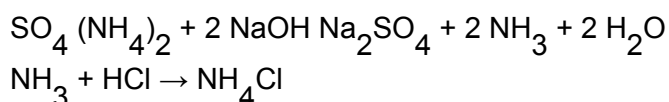
Par teneur en azote total, il faut entendre la teneur en azote exprimée en pourcentage pondéral, obtenue par application de la méthode kjeldahl.

· d) Domaine d'application

La méthode textéiée est applicable uniquement au lait texte frais. Si la teneur en protéine du lait est calculée sur la base de la teneur en azote total, le facteur employé doit être indiqué.

e) principe de la méthode

Une quantité pesée de lait est minéralisée à l'aide d'acide sulfurique en présence d'oxyde de mercure faisant fonction de catalyseur, afin de convertir quantitativement l'azote organique en azote ammoniacal. L'ammoniaque libérée par adjonction de soude caustique est distillée et recueillie dans une solution d'acide borique. L'ammoniaque est ensuite titrée par acidimétrie en présence d'un indicateur coloré.



f) Mode opératoire

■ Préparation de l'échantillon

Avant l'analyse, porter l'échantillon à 20°C \pm 2°C et mélanger soigneusement. Si l'on n'obtient pas une dispersion homogène de la matière grasse, chauffer lentement l'échantillon à 40°C, le mélanger doucement et le refroidir à 20°C \pm 2°C.

■ Dosage de l'échantillon

Introduire successivement dans le ballon kjeldahl quelques perles de verre ou de petits morceaux de porcelaine, environ 10g de sulfate de potassium, 0,5g d'oxyde de mercure et environ 5g de lait (reconstitué) exactement pesés à 1 mg près.

Ajouter 20 ml d'acide sulfurique et mélanger le contenu du ballon.

Chauffer soigneusement le ballon kjeldahl sur l'appareil de minéralisation jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de mousse et que le contenu devienne liquide.

Poursuivre la minéralisation par chauffage plus intense jusqu'à ce que le contenu du ballon soit devenu parfaitement limpide et incolore. Au cours du chauffage, agiter de temps en temps le contenu du ballon.

Lorsque le liquide est devenu parfaitement limpide, poursuivre l'ébullition pendant une heure et demie en évitant toute surchauffe locale.

Laisser refroidir le contenu du ballon à la température ambiante ; ajouter environ 150 ml d'eau distillée et quelques fragments de pierre ponce ; mélanger soigneusement et laisser refroidir encore.

A l'aide d'une éprouvette graduée, verser 50 ml de solution d'acide borique dans la fiole d'erlenmeyer, ajouter 4 gouttes d'indicateur et mélanger.

Placer la fiole d'erlenmeyer sous le réfrigérant de telle sorte que l'extrémité du tube de dégagement plonge dans la solution d'acide borique.

A l'aide d'une éprouvette graduée, ajouter au contenu du ballon kjeldahl, 80 ml de la solution de soude caustique contenant du sulfure. Pendant cette opération, tenir le ballon incliné de telle sorte que la soude coule le long de la paroi du récipient et que les liquides ne se mélangent pas.

Raccorder immédiatement le ballon kjeldahl au réfrigérant par l'intermédiaire du déflegmateur.

Mélanger le contenu du ballon par agitation. Chauffer à l'ébullition en évitant la mousse.

Poursuivre la distillation jusqu'au moment où le contenu du ballon présente des soubresauts. Régler le chauffage de telle manière que la distillation dure au moins 20 mn. Bien refroidir le distillat pour éviter de réchauffer la solution d'acide borique.

Peu de temps avant la fin de la distillation, abaisser la fiole d'erlenmeyer pour que le tube de dégagement ne plonge plus dans la solution d'acide borique.

Arrêter le chauffage ; enlever le tube de dégagement et en rincer les parois extérieures et intérieures avec un peu d'eau distillée.

Titrer le distillat avec de l'acide chlorhydrique 0,1N.

■ Essai à blanc

Effectuer un essai à blanc en appliquant le mode opératoire décrit sous « dosage », mais en utilisant 5 ml d'eau distillée au lieu de lait.

g) Expression des résultats

■ Calcul

Calculer la teneur en azote total à l'aide de la formule :

$$1,40 \times N (V_1 - V_0)$$

Azote total (%) = -----

P

dans laquelle :

N = normalité de l'acide chlorhydrique

V_1 = quantité d'acide chlorhydrique en ml utilisée au cours du dosage

V_0 = quantité d'acide chlorhydrique en ml utilisée au cours de l'essai à blanc.

P = poids en gramme du lait mis en œuvre.

h) Interprétation des résultats

L'azote total du lait varie de 3 à 7 g/litre (avec une moyenne de 5g) dont 0,30g environ d'azote non protéique (2 % à 6 % ; moyenne 4 %).

■ Précision de la méthode

L'écart maximum entre deux déterminations parallèles ne devra pas dépasser 0,005 % d'azote.

■ Protéines (12)

Le poids d'azote trouvé, multiplié par 6,39 donne la quantité de matières protéiques ou protéines pour cent du produit.

Interprétation des résultats (6)

La teneur en protéines totales varie de 20 à 45 g/l (moyenne 35g).

15 % à 35 % ; moyenne 26 %.

4. – Détermination des troubles de la sécrétion lactée

Les analyses effectuées sont : le dosage des chlorures, du lactose et de la matière sèche.

II.4.1. – DOSAGE DES CHLORURES (13)

II.4.1.1. - MATERIEL

- Fiole jaugée de 200 ml
 - Pipette jaugée de 2 ml, 5 ml, 20 ml, 50 ml
 - Epruvette de 15 ml, 10 ml
 - Compte-goutte (pipette pasteur pour acétate de plomb)
 - Entonnoir + Papier filtre.
 - Erlenmeyer de 250 ml
 - Burette.

II.4.1.2. - REACTIF

Solution d'azotate (ou nitrate) d'argent 0,1 N (N/10)

Solution de ferrocyanure de potassium :

. ferrocyanure de potassium à 3 H₂O : 15g

. eau distillée qsp : 100 ml.

Solution d'acétate de zinc :

. acétate de zinc à 2 OH₂ : 30g

. eau distillée qsp : 100 ml.

Solution d'alun de fer ammoniacal :

. acide sulfurique pur (D=1,83) : 0,1 ml

. eau distillée qsp : 100 ml.

. alun de fer ammoniacal : q.s. pour saturation à froid

Acide azotique ou nitrique (D = 1,38)

Solution aqueuse de sulfocyanure (ou thiocyanure) de potassium titrée 0,1N.

Acétate neutre de Plomb à 30 %.

II.4.1.3. - METHODE D'ANALYSE

a) Principe

Après défécation du lait par le ferrocyanure de zinc, les chlorures sont dosés dans le filtrat par la méthode de Charpentier-Vohlard (**13**).

Lorsque l'échantillon renferme du bicarbonate de potassium, il est nécessaire d'éliminer ce dernier (qui réagirait avec l'azotate d'argent) en le précipitant à l'état de chromate de plomb.

b) Mode opératoire

■ Défécation

Dans une fiole jaugée de 200 ml, introduire successivement :

. lait (exactement mesuré) : 20 ml

. solution de ferrocyanure de potassium : 20 ml . (Agiter).

. solution d'acétate de zinc : 2 ml

Agiter et compléter au trait de jauge avec l'eau distillée tout en remuant. Ajouter alors à la pipette 2 ml d'eau distillée (pour tenir compte du volume du précipité). Agiter ; laisser reposer 10 à 15 mn et filtrer.

Filtrer à nouveau si le filtrat n'est pas absolument limpide.

■ Dosage argentimétrique

Sur le lait ainsi déféqué, pratiquer le dosage argentimétrique comme suit : introduire dans un bécher, en agitant après chaque affusion :

- filtrat précédent, exactement mesuré et correspondant à 10 ml de lait : 100 ml

- acide azotique : 1 ml

- solution d'azotate d'argent : 5 ml

(exactement mesurée)

- solution d'alun ferrico-ammoniaque : 2 ml

Agglomérer le précipité, par exemple par une agitation de quelques instants.

Titrer par une solution de thiocyanate de potassium (SNCK) jusqu'à teinte rouge faible persistante, à l'aide d'une burette graduée en 0,05 ml.

II.4.1.4. – EXPRESSION DES RESULTATS

Soit N le nombre de millilitres nécessaires pour obtenir cette coloration rouge faible persistante, la teneur en chlorure du lait, exprimée en grammes de chlorure de NaCl au litre est égale à :

$(5 - N) 0,585$

et peut se lire directement en Annexe 2.

La précision ainsi obtenue est de $\pm 0,05g$ de chlorures au litre exprimés en chlorure de sodium.

II.4.1.5. – INTERPRETATION DES RESULTATS

La teneur du lait en chlorures est de 1,50 à 1,70 g/litre avec une moyenne de 1,65g.

Ce taux est augmenté dans le colostrum (3,5 g/l), les laits de mammites et de rétention (2,5 à 3,5 g/l) et dans les laits de fin de lactation (5,5 g/l).

II.4.2. – DOSAGE DU LACTOSE (13)

II.4.2.1. - MATERIEL

- Fiole jaugée de 200 ml

- Pipette jaugée de 2 ml, 5 ml, 20 ml, 50 ml

- Eprouvette de 25 ml, 100 ml

- Compte-goutte

- Entonnoir + Papier filtre.

- Fiole de Kitassato

- Elenmeyer de 150 ml

- Tube d'allinh n°4

- Tige de verre

- Burette.

II.4.2.2. – REACTIFS

Solution d'acétate de zinc à 30 %

Solution de ferrocyanure de potassium à 15 %

Liqueur cupro-alkaline de Fehling

- Solution A (liqueur cuprique)

. sulfate de cuivre à 5 ml d'eau : 40g

. eau distillée qsp : 1000ml.

- Solution B (liqueur tartrique alcaline) :

. tartrate de sodium et de potassium

(sel de seignette) : 30g

. soude caustique : 150g

. eau distillée qsp : 1000 ml.

Liqueur ferrique :

. sulfate ferrique : 50g

. acide sulfurique (D = 1,83) : 200g

. eau distillée qsp : 1000 ml.

Solution de permanganate de potassium 0,1 N.

II.4.2.3. – METHODE D'ANALYSE

a) Principe

Après défécation au ferrocyanure de zinc, le lactose est dosé dans le filtrat, grâce à son pouvoir réducteur, par la méthode de Bertrand. On exprime généralement le résultat en lactose hydraté. Celui-ci ne sera valable que si le lactose n'a subi aucun début d'hydrolyse.

b) Mode opératoire

- Défécation

Opérer comme pour le dosage des chlorures :

- Réductimétrie

Dans un erlenmeyer de 150 ml, introduire :

. liqueur cuprique : 20 ml

. liqueur tartrique alcaline : 20 ml

. filtrat de lait (quantité exactement mesurée)

correspondant à 1 ml de lait) : 10 ml

. eau distillée : 10 ml

Agiter. Porter à douce ébullition et maintenir celle-ci pendant 3 mn exactement.

II.4.2.4. - EXPRESSION DES RESULTATS

1 ml de permanganate de potassium correspond à 6,35 mg de cuivre dans la prise d'essai. On peut ainsi calculer, en fonction du cuivre, le lactose (exprimé en lactose anhydre) contenu dans la prise d'essai.

On peut également se reporter en Annexe 1 qui, en fonction du volume de permanganate de potassium 0,1N versé, donne directement le taux du lactose hydraté en grammes au litre de lait. Il est recommandé d'adopter le mode d'expression en lactose hydraté.

La précision de ce dosage est de $\pm 0,5g$ de lactose au litre.

Remarque : au cours de toutes ces manipulations qui doivent être menées rapidement, éviter de laisser le précipité au contact de l'air.

II.4.2.5. – INTERPRETATION DES RESULTATS

Un lait individuel texte peut présenter des teneurs en lactose hydraté variant de 44 à 55g/l avec une moyenne de 50g.

II.4.3. – MATIERE SECHE

II.4.3.1. - MATERIEL

- Capsule en silice
 - Bain-marie
 - Etuve
 - Dessiccateur
 - Balance sensible à 0,1 mg

II.4.3.2. - METHODE D'ANALYSE

a) Principe

On désigne sous le nom de matières sèches, le produit qui résulte de la dessiccation du lait dans les conditions définies par le mode opératoire, avec pesée du résidu.

b) Mode opératoire

On chauffe au bain-marie bouillant, pendant 30 mn, 5 ml de lait contenu dans une capsule de silice. Mettre ensuite la capsule dans une étuve chauffée à une température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2$ pendant 3 heures. On l'introduit ensuite dans un dessiccateur pour éviter que la capsule ne capte l'humidité de l'air.

II.4.3.3. – EXPRESSION DES RESULTATS

Soit : M : la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et

refroidissement ;

m : la masse en grammes de la capsule vide.

La matière sèche du lait exprimé en grammes au litre est égale à :

$$200 (M - m)$$

II.4.3.4. – INTERPRETATION DES RESULTATS

La matière sèche doit être comprise entre 120 – 130 g/l.

Remarque : Toutes les analyses ont été effectuées à partir de lait liquide reconstitué de la manière suivante :

- peser exactement entre 125 et 130g de poudre de lait.
- dissoudre par petites fractions et en agitant dans 910 cc d'eau.

III - RESULTATS

III.1. – TEST DE SOLUBILITE

Les laits L1, L4, L11 sont peu solubles, soit 27,27 % de l'ensemble.

Les laits L2, L5 sont solubles, 18,18 %).

Quant aux laits L3, L6, L7, L8, L9 et L10, ils sont très solubles.

III.2 – VALEUR MARCHANDE DES LAITS

N° des échantillons	Marque	Volume HCl versé (ml)	Teneur en azote (g/l)	Teneur en protéines (g/l)
Blanc	Eau distillée	1,8	0,05	0,33
L ₁	Laicran	19	4,81	30,7±0,3
L ₂	Gloria	19	4,81	30,7±0,18
L ₃	Bestlait	18,2	4,59	29,4±1
L ₄	Whole Milk Powder	19,8	5,04	32,2±0,36
L ₅	Cowbell	17,8	4,48	28,7±1,2
L ₆	Laicran	19	4,82	30,1±0,86
L ₇	Baralait	18,7	4,73	30±2,4
L ₈	Laidor	16,7	4,17	26,6±0,3
L ₉	Vita Quick	18	4,53	28,7±0,33
L ₁₀	Vitalait	18,5	4,67	29,9±0,18
L ₁₁	Gold Star	20,1	5,12	32,7±1,07

CONTROLE DE QUALITE DE DIFFERENTES MARQUES DE LAITS EN POUDDRE COMMERCIALISES AU SENEGAL

Valeur moyenne matières azotées = 34 g/l

Limite < 20 g/l ; Limite > 45 g/l

N° des échantillons	Marque	Volume HCl versé (ml)	Taux en azote (%)	Taux en protéines (%)	Taux annoncé par le fabricant (%)
Blanc	Eau distillée	1,8	0,05	0,33	-
L ₁	Laicran	19	3,7	23,6±0,23	-
L ₂	Gloria	19	3,7	23,6±0,14	25,7
L ₃	Bestlait	18,2	3,53	22,5±0,78	26 Min.
L ₄	Whole Milk Powder	19,8	3,88	24,8±0,28	-
L ₅	Cowbell	17,8	3,45	22±0,9	-
L ₆	Laicran	19	3,7	23,6±0,66	26 –26,5
L ₇	Baralait	18,7	3,64	23,3±1,8	25,8
L ₈	Laidor	16,7	3,21	20,5±0,23	25,7
L ₉	Vita Quick	18	3,49	22,3±0,25	26
L ₁₀	Vitalait	18,5	3,6	23±0,14	26 Min.
L ₁₁	Gold Star	20,1	3,94	25,2±0,82	-

Valeur moyenne matière 200 (M – m) res azotées = 26 %

Limite < 15 % ; Limite > 35

N° des échantillons	Marque	Teneur moyenne (g/l)	Taux moyen (%)	Taux annoncés par le fabricant (%)
L ₁	Laicran	33 ± 1,2	25,4±0,9	26
L ₂	Gloria	36 ± 0,9	27,7±0,7	> 28
L ₃	Bestlait	36 ± 1,6	27,7±1,2	28,5 ± 1,5 réengraissé M.G. végétale
L ₄	Whole Milk Powder	31 ± 0,8	24±0,6	> 26
L ₅	Cowbell	34 ± 0,6	26±0,5	28 réengraissé
L ₆	Laicran	35 ± 2,5	27±1,9	26 - 28
L ₇	Baralait	40 ± 4	30,8±3	> 28,1
L ₈	Laidor	34 ± 0,4	26±0,3	> 26
L ₉	Vita Quick	35 ± 0,4	27±0,3	26
L ₁₀	Vitalait	34 ± 0,4	26±0,3	28,5 ±1,5 réengraissé M.G. végétale
L ₁₁	Gold Star	36 ± 0,8	27,7±0,6	29

Taux texte lait entier = 35 g/l

Minimum = 26 ; Maximum = < 40

III.3. – DETERMINATION DES TROUBLES DE LA SECRETION LACTEE

N° des échantillons	Marque	N ml SCNK 0,1 N	Cl Na g au litre
L ₁	Laicran	1,8	1,87 ± 0,04
L ₂	Gloria	2,1	1,70 ± 0,07
L ₃	Bestlait	2,2	1,64 ± 0,04
L ₄	Whole Milk Powder	1,5	2,03 ± 0,1
L ₅	Cowbell	2,1	1,70 ± 0,09
L ₆	Laicran	2,2	1,64 ± 0,03
L ₇	Baralait	1,8	1,87 ± 0,04
L ₈	Laidor	1,6	1,99±0,03
L ₉	Vita Quick	1,7	1,93±0,02
L ₁₀	Vitalait	2,3	1,58 ± 0,14
L ₁₁	Gold Star	1,9	1,81 ± 0,02

La teneur en chlorures dans le lait de vache est de 1,50 à 1,70 g/l avec une moyenne de 1,65.

N° des échantillons	Marque	N ml KmnO ₄ 0,1 N	Lactose hydraté (g/l)
L ₁	Laicran	10,5	51,2 ± 1,3
L ₂	Gloria	12,5	62,1 ± 2
L ₃	Bestlait	11,1	54,2 ± 5,1
L ₄	Whole Milk Powder	11,4	55,8 ± 2,2
L ₅	Cowbell	10,3	50,1 ± 2
L ₆	Laicran	11,3	55,3 ± 1
L ₇	Baralait	11,3	55,3 ± 3,5
L ₈	Laidor	13,6	67,3 ± 0,8
L ₉	Vita Quick	12,1	59,5 ± 3,3
L ₁₀	Vitalait	12	58,9 ± 0,6
L ₁₁	Gold Star	10,4	50,6 ± 4,9

Le lait de vache contient de 44 à 55g de lactose hydraté par litre.

Teneur moyenne = 50 g/l.

CONTROLE DE QUALITE DE DIFFERENTES MARQUES DE LAITS EN POUDDRE COMMERCIALISES AU SENEGAL

N° des échantillons	Marque	Matière sèche (g/l)
L ₁	Laicran	124
L ₂	Gloria	120
L ₃	Bestlait	126
L ₄	Whole Milk Powder	122
L ₅	Cowbell	120
L ₆	Laicran	124
L ₇	Baralait	114
L ₈	Laidor	122
L ₉	Vita Quick	122
L ₁₀	Vitalait	122
L ₁₁	Gold Star	112

La matière sèche du lait est comprise entre 120 et 130 g/l.

N° des échantillons	Matière sèche	Lactose	Chlorure	Etat du lait
L ₁	→	→	↑	-
L ₂	→	↑	→	-
L ₃	→	→	→	Texte
L ₄	→	→	↑	Proche du lait de rétention
L ₅	→	→	→	Texte
L ₆	→	→	→	Texte
L ₇	↓	→	↑	Suspect
L ₈	→	↑	↑	Suspect
L ₉	→	↑	↑	Suspect
L ₁₀	→	↑	→	-
L ₁₁	↓	→	↑	Suspect

→ = taux texte ; ↓ = baisse de la valeur textee

↑ = augmentation

IV - DISCUSSION

L'examen du tableau III montre la diversité des marques de laits sur le marché Sénégalais. Nous avons pu travailler sur 10 marques de lait ; toutefois, d'autres marques ont été répertoriées au niveau des laits en poudre dits industriels, là un problème d'échantillonnage s'est posé ; les commerçants n'ont pas accepté la vente au détail.

Les laits L₄, L₅ et L₁₁ sont prélevés chez des vendeurs de laits caillés qui ont accepté de nous vendre 250g à l'ouverture des sacs.

Le test de solubilité effectué sur nos échantillons révèle trois catégories de laits :

- laits très peu solubles dans les conditions du test 27,27 % (L_1, L_4, L_{11}) ;
- laits solubles 18,18 % (L_2, L_5) ;
- laits très solubles 54,54 % ($L_3, L_6, L_7, L_8, L_9, L_{10}$).

Il faut tenir compte de l'ouverture des sacs et de leur exposition à l'humidité qui peut diminuer leur solubilité.

L'importance de la solubilité sur la qualité des poudres implique une vérification par des tests plus fiables, ce test rapide ne nous permet pas de tirer des conclusions précises mais il est significatif.

L'étude de la valeur marchande des laits révèle une teneur en matière grasse textée ; en effet, 72,73 % des échantillons ont une teneur variant entre 34 et 36 g/l ; 18,18 % (L_1 et L_4) présentent des valeurs abaissées par rapport à la moyenne de 35 g/l mais qui n'atteint pas pour autant la limite inférieure (26 g/l) fixée par les normes internationales ; le lait L_7 a une teneur de 40 g/l qui représente la limite supérieure de matière grasse acceptée par les normes internationales.

Nous avons effectué pour chaque échantillon, dix déterminations différentes ; la valeur donnée est la moyenne de ces dix valeurs, ce qui nous permet d'affirmer l'exactitude des taux et de pouvoir les comparer avec celles annoncées par les fabricants.

Il n'y a pas eu d'écémage pour aucun de nos échantillons.

La teneur en protéine indique que sur les 11 échantillons analysés. Toutes les valeurs trouvées sont acceptables par rapport aux limites admises : 20 – 45 g/l. En effet, le lait qui a le taux le plus bas, à savoir L_8 (26,6g/l) a une valeur supérieure à la limite inférieure 20 g/l.

Le L_4 qui présente la teneur de matière grasse la plus faible (31 g/l) a l'une des teneurs la plus élevée de protide, 32,2 g/l.

La transformation de l'azote total en matières azotées totales est obtenue en utilisant les coefficients indiqués ; un coefficient est un chiffre moyen qui peut être mieux adapté aux différentes substances analysées. Il est alors conseillé d'utiliser pour les produits laitiers, 6,69 (12).

Les résultats de MONOTE (16) avaient montré une bonne valeur marchande des laits en poudre (comparés aux normes internationales) sur le marché sénégalais.

Dans l'étude de MONOTE :

- le lait L_{14} correspond au lait L_7 de notre série avec des taux respectifs de 4,2 % et 3,6 % ;
- le lait L_{21} correspond au lait L_{10} de notre série avec des taux respectifs de 4 % et 3,6 % ;
- les écarts entre les marques Laicran n'ont pas dépassé 0,5 %.

Cependant, l'écart noté au niveau de la matière grasse est important pour ces mêmes laits

La quantité de matières azotées obtenue en transformant par calcul l'azote total en protéides est toujours discutable, aussi doit-on apporter plus d'attention au taux d'azote qu'à celui des matières azotées (qui n'est qu'indicatif) (*figure 4*).

L'exploration de la sécrétion lactée par le biais de trois paramètres à savoir : chlorure, lactose, matière sèche révèle que 27,27 % (L_3 , L_5 , L_6) des échantillons sont co-normaux ; 36,36 % (L_1 , L_2 , L_{10}) présentent des augmentations isolées de l'un des deux paramètres lactose ou chlorure. Le L_4 a un taux de chlorure de 2,03g de NaCl au litre, teneur proche de celle des laits de rétention (2,5 à 3,5 g/l). Les cas de L_8 et L_9 , soit 18,18 % des laits sont difficiles à interpréter parce que présentant une augmentation simultanée des paramètres lactose et chlorure qui, textuellement, doivent évoluer en sens inverse pour entretenir l'isotonie du lait avec le sang (**13**).

Ces valeurs contradictoires peuvent provenir du fait que la poudre de lait est un mélange de laits provenant de plusieurs vaches laitières. Cette recherche s'applique mieux aux vaches prises individuellement.

18,18 % des laits (L_7 et L_{11}) sont les seuls qui présentent une baisse de la matière sèche accompagnée d'une augmentation du taux de chlorure qui révèle la présence de laits suspects.

Les laits L_3 , L_5 et L_{10} sont des laits réengraissés, c'est-à-dire dont la matière grasse animale a été extraite et remplacée par de la matière grasse végétale. Cette affirmation est en contradiction avec les résultats de MONOTE S.E. (**16**) qui, après une étude chromatographique réalisée au LCAT révèle qu'aucun lait de ces échantillons n'a montré clairement une quelconque substitution par de la matière grasse végétale alors que le L_{20} de ses échantillons correspond au L_{10} .

Pour ces laits, les emballages portent la mention « *laits réengraissés* » suivis des taux de matière grasse conformément aux dispositifs de la Commission du Codex Alimentarius (**3**).

Cet aspect pourrait être mieux élucidé si nous avions pu procéder à une chromatographie de nos propres échantillons.

Si ces laits sont réellement réengraissés, on ne peut interpréter leur valeur marchande au même titre que les laits non réengraissés. En effet, la teneur en matière grasse s'applique uniquement aux matières grasses animales (du lait) et non aux matières grasses végétales. Leur valeur marchande est beaucoup moindre.

CONCLUSION

Le lait et les produits laitiers forment les aliments du groupe I qui apporte des protéines animales d'excellente qualité **(20)**.

Le lait en poudre constitue au Sénégal la source la plus importante de lait. La consommation du lait en poudre est très importante qu'il s'agisse de sa forme naturelle ou transformée en lait caillé et aussi dans les unités industrielles (crème glacée, lait de conserve, pâtisseries...). Cette importante consommation nous a conduit à mener cette étude dont les principaux objectifs sont :

- d'évaluer la valeur marchande du lait en poudre en déterminant les taux de protéines et de matières grasses ;
- de rechercher d'éventuels troubles de la sécrétion lactée par le dosage du lactose, des chlorures et de la matière sèche. Tous les échantillons de lait en poudre ont été prélevés au niveau du marché de Sandaga.
- Le dosage de l'azote total révèle des taux de protéines compris entre 26,6g/l et 32,7g/l avec un taux de conformité de 100 % par rapport aux normes internationales (20 – 45 g/l).
- Les teneurs en matière grasse vont de 31 g/l à 40 g/l avec un taux de conformité de 91 %.
- Les chlorures varient entre 1,58 g/l et 2,03 g/l, soit une moyenne de 1,8 g/l et une conformité de 36,36 % ;

- Les taux de lactose sont compris entre 51,2 g/l et 67,3 g/l, soit une moyenne de 59,25 g/l et une conformité de 63,64 %.

- La matière sèche a montré une conformité de 81,82 % avec une baisse de la teneur pour 18,18 % des échantillons.

La sécrétion lactée doit être explorée au niveau de tous ses paramètres pour permettre de tirer des conclusions fiables et empêcher donc qu'on traite des laits altérés, colostraux, de rétention, d'animaux malades... En effet, ces laits présentent une composition minérale et protéique atextée (forte teneur en chlorure, faible teneur en caséine) qui leur confère une saveur salée. Leur présence à faible concentration dans le lait de collecte ne modifie pas les caractéristiques organoleptiques du mélange et n'est donc pas détectable par l'analyse sensorielle.

Ces adultérations ne sont décelables que par des méthodes instrumentales spécifiques, d'origine chimique et physique.

La substitution des lipides peut avoir un aspect positif ; en effet, les lipides d'origine végétale sont moins impliqués dans les processus d'athérosclérose que les graisses animales. Toutefois, des surveillances doivent être renforcées à ce niveau pour pouvoir connaître la nature exacte des produits proposés et si des fraudes ne sont pas effectuées par des fournisseurs pour mieux vendre leur lait.

En plus, des acquis dont dispose le Sénégal dans le domaine du contrôle de qualité des denrées agro-alimentaires, des améliorations passent nécessairement par :

- des actions continues de surveillance, grâce à un contrôle des Laboratoires des Unités industrielles qui s'occupent du reconditionnement des laits en poudre ;

- le développement des laboratoires de contrôle déjà existants et l'appui à la formation au contrôle de qualité.

Enfin, la Direction de la Répression des Fraudes qui délivre les autorisations pour les différentes marques de lait, doit renforcer la surveillance et le contrôle des marques proposées en vue d'une meilleure protection des consommateurs.

BIBLIOGRAPHIE

ADRIAN J., LEGRAND G., FRANGNE R.

Dictionnaire de Biochimie et de Nutrition.

Technique et Documentation, 1981 : 125.

ALAIS C.

Science du lait : Principes des techniques laitiers

Edition SEPAIC, Paris, 1984, 4^{ème} édition : 814.

ANONYME.

Les graisses et huiles dans la nutrition humaine.

Etude FAO : Alimentation et nutrition.

Rapport d'une consultation mixte d'experts, Rome, 1993 : 57-104.

APFELBAUM M., FORRAT C., NILLUS P.

Diététique et nutrition.

Masson, Paris, 1982 : 43-326.

CARVALHO J.A.

Conception d'un centre commercial : contribution à l'étude de
restructuration du marché Sandaga.

Mémoire Architecture, Dakar, 1988 : 55-57.

CHRISTINE N.

Nutrition et diététique.

Cahier du préparateur en Pharmacie, Masson 1995, n°2 : 20.

DUPIN H., CUQ J.L., MALEWIA K.M.I , LEYNAUD RONAND C., BERTHIER A.M.

Alimentation et Nutrition Humaines.

ESF éditeur, 1992 : 861.

DHAMIJA O.M.P. et HAMMER W.C.K. Consultants à la FAO.

Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires.

6 aliments pour l'exportation.

Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et

l'Agriculture, Rome, 1993 : 85-86.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL.

Décret 69-891 du 25 juillet 1969 réglementant le contrôle du lait et
des produits laitiers destinés à la consommation humaines.

Octobre 1969, n°4062 : 1209-1210.

KAYSER C.

Physiologie . Introduction historique.

Fonctions de Nutrition.

Editions Médicales Flammarion, 1963 : 605-606.

KIM H., HARDY J., NOVAK G., RAMET J.P., WELER W.

Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué.

FAO, 1982 : 27-29.

LECOQ R.

Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles.

Editions Doin, 1965, Tome I,: 242-248.

LECOQ R.

Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles.

Editions Doin, 1965, Tome II : 1212-1217 ; 1222-1227.

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL ET DE L'HYDRAULIQUE DU SENEGAL.

Rapports annuels des importations contrôlées de lait et produits laitiers,
de 1985 à 1991.

Service Sanitaire du Port – Aéroport, 1991.

MOHTADJI C., LAMBALLAIS.

Les aliments.

Edition Maloine, 1989 : 19-22.

MONOTE S.E.

Contribution à la détermination de la valeur marchande du lait en

poudre commercialisé au Sénégal.

Thèse Pharm., Dakar, 1997, n°77.

OMS

Hygiène du lait

Mesures à prendre aux stades de la production du Traitement et de la distribution.

Série de monographie, Genève, 1966, 48 : 351-387 à 398.

OMS.

Méthodologie de la surveillance nutritionnelle.

Rapport d'un comité mixte FAO/FISE/OMS d'experts.

Série de rapports techniques, OMS, 1976, n°593 : 9.

OMS.

Alma Ata, 1978 ;

Les soins de santé primaires.

Série « Santé pour Tous », Genève, 1978, n°2 : 27-38.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE.

Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.

Rome, 1995 : 107

PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMMISSION
CODE ALIMENTARIUS.

Codex alimentarius, volume 12

Lait et produits laitiers

FAO/OMS, 2000 : 112 ; 121-124.

ANNEXE 1

N ml SCNK 0,1 N	CINa g au litre	N ml SCNK 0,1 N	CINa g au litre	N ml SCNK 0,1 N	CINa g au litre
1 1,0 1,10 1,15	2,20 2,25 2,28	2,25 2,20 2,45 2,10	2,15 2,15 2,10 2,10	2,35 2,35 2,40 2,45	2,45 2,45 2,45 2,45

Source 13

ANNEXE 2

ml de MnO4K 0,1 N	Lactose hydraté (g/l)	ml de MnO4K 0,1 N	Lactose hydraté (g/l)	ml de MnO4K 0,1 N	Lactose hydraté (g/l)	ml de MnO4K 0,1 N	Lactose hydraté (g/l)	ml de MnO4K 0,1 N	Lactose hydraté (g/l)
5,0 5,1 5,2	5,3 6,4 5,5	5,6 5,7 5,8	5,9 6,0 6,1	6,2 6,3 6,4	6,5 6,6 6,7	6,8 6,9 7,0	7,1 7,2 7,3	7,4 7,5 7,6	7,7 7,8 7,9

Source 13