

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Changement de composition du lait causé par les mammites.....	3
Tableau II : Composition comparée du colostrum et du lait.....	3
Tableau III : Composition quantitative du lait.....	7
Tableau IV : Les caractères physico-chimiques du lait.....	8
Tableau V : Répartition des centres de collecte de lait TIKO.....	11
Tableau VI : Nombre d'éleveurs par zone inclus dans notre étude.....	22
Tableau VII : Répartition par zone des échantillons de lait cru dans les tanks de réception.....	24
Tableau VIII : Répartition par zone des échantillons de lait cru dans les camions.....	24
Tableau IX : Résultats et interprétations du test de densité du lait.....	34
Tableau X : Répartition des exploitations selon la nature du bâtiment d'élevage.....	37
Tableau XI : Variation du pH des laits crus.....	42
Tableau XII : Variation de l'acidité des laits crus.....	42
Tableau XIII : Variation de la densité des laits crus.....	43
Tableau XIV : Variation du taux de matières grasses des laits crus.....	43
Tableau XV : Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits crus.....	43
Tableau XVI : Variation de la cryoscopie des laits crus des producteurs.....	44
Tableau XVII : Nombre de germes totaux par ml de laits crus	44
Tableau XVIII : Nombre de levures par ml de laits crus.....	45
Tableau XIX : Nombre de moisissures par ml de laits crus.....	45
Tableau XX : Nombre de coliformes totaux par ml de laits crus.....	46
Tableau XXI : Nombre de coliformes fécaux par ml de laits crus.....	46
Tableau XXII : Variation du pH des laits pasteurisés.....	47
Tableau XXIII : Variation de l'acidité des laits pasteurisés.....	47
Tableau XXIV : Variation de la densité des laits pasteurisés.....	47
Tableau XXV : Variation du taux de matières grasses des laits pasteurisés.....	48
Tableau XXVI : Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits pasteurisés.....	48
Tableau XXVII : Variation du point de congélation des laits pasteurisés.....	49
Tableau XXVIII : Nombre de germes totaux par ml de laits pasteurisés.....	49
Tableau XXIX : Nombre de levures par ml de laits pasteurisés.....	50
Tableau XXX : Nombre de moisissures par ml de laits pasteurisés.....	50
Tableau XXXI : Nombre de coliformes totaux par ml de laits pasteurisés.....	50
Tableau XXXII : Nombre de coliformes fécaux par ml de laits pasteurisés.....	51

Tableau XXXIII : Caractéristiques physico-chimiques des débuts productions du Centre.....	51
Tableau XXXIV : Caractéristiques physico-chimiques des débuts productions du Nord.....	52
Tableau XXXV : Caractéristiques physico-chimiques des débuts productions de l’Ouest.....	52
Tableau XXXVI : Variation du pH de la production n°1 de lait demi-écrémé.....	53
Tableau XXXVII : Variation du pH de la production n°2 de lait demi-écrémé.....	53
Tableau XXXVIII : Variation du pH de la production n°3 de lait demi-écrémé.....	54
Tableau XXXIX : Variation du pH de la production n°4 de lait demi-écrémé.....	54
Tableau XL : Variation du pH de la production n°5 de lait demi-écrémé.....	55
Tableau XLI : Variation du pH de la production n°1 de lait en sachet.....	55
Tableau XLII : Variation du pH de la production n°2 de lait en sachet.....	56
Tableau XLIII : Variation du pH de la production n°3 de lait en sachet.....	57
Tableau XLIV : Variation du pH de la production n°4 de lait en sachet.....	57
Tableau XLV : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°1.....	58
Tableau XLVI : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°2.....	58
Tableau XLVII : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°3.....	59
Tableau XLVIII : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°4.....	59
Tableau XLIX : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°5.....	60
Tableau L : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°1.....	60
Tableau LI : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°2.....	61
Tableau LII : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°3.....	61
Tableau LIII : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°4.....	62
Tableau LIV : Laits de consommation.....	72
Tableau LV : Quelques activités préliminaires sur le thème « lait ».....	74
Tableau LVI : Quelques activités sur la réalisation du cours « Composition du lait ».....	75

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le cycle de lactation	6
Figure 2 : La collecte du lait cru par la société TIKO.....	10
Figure 3 : Organigramme de la société TIA	20
Figure 4 : Un vortex	27
Figure 5 : Une étuve	29
Figure 6 : Le pH-mètre	32
Figure 7 : Le cryoscope	36
Figure 8 : Les races du cheptel des exploitations enquêtées.....	38
Figure 9 : Les productions laitières journalières.....	39
Figure 10 : Les aliments des vaches laitières.....	41
Figure 11 : Technologie des laits de consommation TIKO	73

LISTE DES ANNEXES

Carte représentative des villes de la région du Vakinankaratra.....	Annexe I
Fiche d'enquête.....	Annexe II
Plate Count Agar (PCA).....	Annexe III
Oxytetracycline Glucose Yeast Agar (OGY-Agar).....	Annexe IV
Violet Red Bile Agar (VRBA).....	Annexe V
Eau peptonée ou eau de dilution.....	Annexe VI
Dilutions des laits crus à 10^{-5} , 10^{-6} et 10^{-7}	Annexe VII
Dilution des laits crus à 10^{-1}	Annexe VIII
Dilutions des laits pasteurisés à 10^{-3} et 10^{-4}	Annexe IX
Correction de la densité à 15°C.....	Annexe X
Normes utilisées par la société TIKO pour le lait cru, lait pasteurisé et lait UHT.....	Annexe XI
Caractéristiques physico-chimiques des laits crus des producteurs.....	Annexe XII
Caractéristiques microbiologiques des laits crus des producteurs.....	Annexe XIII
Caractéristiques physico-chimiques des laits crus dans les tanks de réception des centres de collecte.....	Annexe XIV
Caractéristiques microbiologiques des laits crus dans les tanks de réception des centres de collecte.....	Annexe XV
Caractéristiques physico-chimiques des laits crus dans les camions.....	Annexe XVI
Caractéristiques microbiologiques des laits crus dans les camions.....	Annexe XVII
Caractéristiques physico-chimiques des laits pasteurisés demi-écrémés.....	Annexe XVIII
Caractéristiques microbiologiques des laits pasteurisés demi-écrémés.....	Annexe XIX
Caractéristiques physico-chimiques des laits pasteurisés entiers.....	Annexe XX
Caractéristiques microbiologiques des laits pasteurisés entiers.....	Annexe XXI
Expériences à faire sur les composants du lait.....	Annexe XXII

LISTE DES ABREVIATIONS

°C	Degré Celsius
°D	Degré Dornic
°SH	Degré Soxhlet-Henkel
aé	aérobie
anaé	anaérobie
CF	Coliformes Fécaux
CIP	Cleaning In Place
cm	centimètre
CT	Coliformes Totaux
DE	Demi-écrémé
DLC	Date Limite de Consommation
DP	Début Production
DR	Début Rouleau d'emballage
DRS	Début Rouleau Scotch
ELVAK	Elevage et Laiterie du VAKinankaratra
MG	Matières Grasses
TA	Tête A
TB	Tête B
ESD	Extrait Sec Dégraissé
EST	Extrait Sec Total
FP	Fin Production
g	gramme
GT	Germes Totaux
h	heure
HTST	High Temperature, Short Time
kcal	kilocalorie
kg	kilogramme
km	kilomètre
l	litre
L	Levures
LS	Lait en sachet
M	Moisissures
MBS	Malagasy Broadcasting System
m°C	millidegré Celsius
ml	millilitre
mm	millimètre
mn	minute
OGY-Agar	Oxytetracycline Glucose Yeast Agar
PCA	Plate Count Agar
TOP	Tiko Oil Products
UHT	Ultra Haute Température
VRBA	Violet Red Bile Agar

GLOSSAIRE

ACIDE LACTIQUE : Acide produit par les bactéries lactiques lors de la fermentation du lactose.

ACIDIMETRE : Instrument servant à doser l'acidité du lait selon le principe de la titimétrie au moyen de la soude.

ALVEOLE (acinus) : Sac microscopique qui est couvert à sa surface interne par une couche de cellules sécrétrices de lait. Des millions d'alvéoles groupés en lobules et lobes forment le tissu sécréteur de la glande mammaire.

AUTOCLAVE : Appareil généralement de forme cylindrique à fermeture hermétique capable de supporter de fortes pressions.

BAC TAMPON : Bac situé entre un appareil fonctionnant à débit régulier et un appareil fonctionnant par intermittence ou à débit irrégulier.

BUTYROMETRE : Petit appareil en verre comprenant une panse et une tige creuse, gradué, utilisé pour le dosage volumétrique de la matière grasse du lait et des produits laitiers.

CAILLE (coagulum) : Etat insolubilisé de la caséine résultant de la coagulation.

CHAMBRAGE : Opération dans laquelle le lait séjourne à température voisine de celle de la pasteurisation pendant un temps limité pour assurer une parfaite homogénéité thermique.

CRYOSCOPIE : Méthode physique pour la détermination des poids moléculaires par abaissements du point de congélation. Utilisée pour la détection du mouillage du lait, au moyen d'un appareil appelé : Cryoscope.

DENSIMETRE : Petit appareil (aéromètre) servant à mesurer la densité des solutions.

Ex : Lactodensimètre

DENSITE : Grandeur qui exprime le rapport du poids spécifique du corps considéré au poids d'un second corps pris comme référence (en général eau pour les liquides solides, air pour les gaz), dans des conditions de température et de pression données.

DORNIC (degré) : Symbole °D. Unité employée en France qui exprime l'acidité par la teneur en acide lactique : c'est le nombre de 1/10 de ml de soude N/9 utilisée pour titrer 10ml de lait en présence de phénolphtaléine.

1°D correspond à 0,1g d'acide lactique par litre.

1°D = 0,444° SH (Soxhlet-Henkel) = 1,11° Th (degré Thoerner)

ECREMAGE : Opération ayant pour but de séparer la crème du lait.

ETUVE : Appareil clos destiné à obtenir et maintenir une température déterminée.

EXTRAIT SEC DEGRAISSE (ESD) ou extrait sec non gras : Matière sèche totale à laquelle on a extrait réellement ou par calcul la matière grasse.

HYPOCHLORITES : Sels de l'acide hypochloreux utilisés comme désinfectants ou à usage pharmaceutique.

HYPOTHALAMUS : Partie du cerveau qui joue un rôle dans la régulation hormonale de la reproduction en sécrétant le GnRH. L'hypothalamus est aussi responsable en partie du maintien de certaines constantes telles que la température du corps.

IMMUNOGLOBULINE : Un groupe de protéines qui ont la propriété de s'unir et d'aider le système immunitaire à détruire des organismes ou toxines qui envahissent le corps.

LACTATION (Cycle de) : En relation avec les phases de la vie sexuelle des mammifères ; variable suivant les espèces, elle est de un an en moyenne. Période pendant laquelle la mère peut allaiter.

LACTOSE : Glucide principal du lait. Aussi appelé « sucre du lait », il est synthétisé par la glande mammaire à partir du glucose sanguin. Il est formé par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose, c'est donc un dissaccharide.

MILIEU DE CULTURE : Support nutritif employé pour les cultures microbiennes

MOUILLAGE DU LAIT : Addition d'eau au lait à caractère frauduleux ou accidentel.

PASTEURISATEUR : Appareil destiné à la pasteurisation des liquides alimentaires, lait ou crème en particulier.

PASTEURISATION : « Pasteuriser le lait », c'est détruire en lui, par l'emploi convenable de la chaleur, la presque totalité de flore banale ; la totalité de sa flore pathogène quand elle existe ; tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à la structure physique du lait.

pH (pourcentage en hydrogène) : Indique la teneur d'une solution en ions H^+ ; il est exprimé par le cologarithme de la concentration en ions H^+

$$pH = \text{colog} [H^+]$$

pH-mètre : Voltmètre étalonné en échelle pH permettant de traduire la différence de potentiel créée entre deux électrodes immergées dans une solution : l'une étant une électrode de référence, l'autre une électrode de mesure

QUALITE DU LAIT : La qualité désigne un ensemble de caractéristiques qui font qu'une chose est recommandable et répond aux exigences des utilisateurs. Ce terme est souvent employé en association avec un adjectif qui le qualifie : Bonne qualité – Mauvaise qualité – Qualité satisfaisante.

La qualité du lait peut être analysée selon des critères suivants :

- qualité physique : le lait doit être exempt de toute impureté.
- qualité chimique : teneur en matière grasse, protéines, extrait sec dégraissé, etc. Ce critère est d'ordre nutritionnel, technologique et économique.
- qualité bactériologique : dénombrement de la flore microbienne du lait : la nature et le nombre des germes présents. Celle-ci doit être la plus faible possible.
- autres critères : dénombrement des cellules (leucocytes : indicateurs de mammites, ...)

RETENTION LACTEE : En l'absence de traite, le lait se modifie rapidement et présente une composition anormale, par suite de la résorption des principaux constituants. Il y a passage dans le sang des composants de poids moléculaire bas et moyen. La rétention lactée se produit lorsque l'intervalle des traites est irrégulier et au moment du tarissement. Dans ce dernier cas, elle est volontaire et normale. Dans la plupart des cas de rétention lactée, des mammites peuvent se déclencher.

SOXHLET-HENKEL (degré) : Symbole °SH. Utilisé en Allemagne et en Suisse pour le dosage de l'acidité lactique. Il équivaut à 1ml de soude N/4 pour titrer 100ml de lait.

$$1^{\circ}\text{SH} = 2,25^{\circ}\text{D (Dornic)} = 2,5^{\circ}\text{Th (Thoerner)}$$

SPHINCTER : Un muscle circulaire qui ferme une cavité corporelle.

STANDARDISATION : Ajustement des composants d'un produit entrant pour obtenir un produit final de composition bien définie.

STERILISATEUR : Appareil servant à réaliser la stérilisation.

STERILISATION : Application à un produit ou à un objet d'un traitement thermique approprié de façon à détruire tous les micro-organismes aussi bien sous forme végétative que sporulée.

TANK : Réservoir fermé, réfrigéré ou non, de capacité et de forme variées.

TETRA BRIK (procédé) : Procédé suédois de conditionnement du lait; en particulier à partir d'un rouleau de papier cartonné, paraffiné et doublé intérieurement d'une feuille de polyéthylène. La machine à conditionner forme en continu des parallélépipèdes ou briques remplis et soudés.

UHT (Ultra Haute Température) : Technique de stérilisation du lait entre 135 et 150°C pendant quelques secondes.

VELAGE : Action de mettre bas en parlant des vaches.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
Première partie : GENERALITES.....	2
1. Le matériel d'étude.....	2
1.1. Le lait.....	2
1.2. La ferme.....	4
1.3. La collecte de lait.....	9
1.4. Le traitement thermique.....	12
2. Le cadre d'étude.....	17
2.1. Bref historique de la création du Groupe TIKO.....	17
2.2. Le Groupe TIKO.....	19
2.3. La société TIA.....	19
2.4. Organigramme de la société TIA.....	19
Deuxième partie : MATERIELS ET METHODE.....	21
1. Méthode.....	21
2. Réalisations.....	21
2.1. Le site d'étude.....	21
2.2. Choix des exploitations.....	21
2.3. Enquête de terrain et collecte d'informations.....	22
2.4. Prélèvement d'échantillons de lait cru.....	23
2.5. Prélèvement d'échantillons de lait pasteurisé.....	24
2.6. Prélèvement d'échantillons de produits finis.....	25
2.7. Evaluation de la qualité microbiologique et physico-chimique de chaque prélèvement de lait.....	25
2.7.1. Les analyses microbiologiques.....	25
2.7.2. Les analyses physico-chimiques.....	32
Troisième partie : RESULTATS.....	37
1. Résultats des enquêtes effectuées auprès des producteurs de lait dans la région du Vakinankaratra.....	37
1.1. Caractéristiques des exploitations enquêtées.....	37
1.2. La conduite alimentaire.....	40

2. Résultats des caractéristiques des laits crus.....	41
2.1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	41
2.2. Résultats des analyses microbiologiques.....	44
3. Résultats des caractéristiques des laits pasteurisés.....	46
3.1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	46
3.2. Résultats des analyses microbiologiques.....	49
4. Résultats des caractéristiques des laits UHT.....	51
4.1. Résultats des analyses physico-chimiques des débuts productions.....	51
4.2. Contrôles du pH.....	52
4.3. Contrôles microbiologiques.....	58
Quatrième partie : DISCUSSION.....	63
Cinquième partie : RECOMMANDATIONS ET SUGGESTIONS.....	69
Sixième partie : INTERET PEDAGOGIQUE.....	72
CONCLUSION.....	77
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	79
ANNEXES	

INTRODUCTION

Le lait est un produit que nous consommons tous que ce soit sous forme de lait, de beurre, de yaourt, de fromage ou de glace. C'est l'aliment donné exclusivement durant les six premiers mois de la vie. Partenaire privilégié des enfants, des femmes enceintes ou allaitant, des sportifs et des personnes âgées, c'est un aliment de tous les âges de la vie. De par sa valeur nutritionnelle, ce produit complet s'intègre dans une alimentation saine et équilibrée.

Pour la société TIKO TIA Andranomanelatra, le lait est l'une des principales matières premières de base pour la bonne marche de l'usine, que ce soit pour la fabrication de laits de consommation (lait en sachet, lait demi-écrémé, school milk), que pour le yaourt, le fromage, et le beurre : elle reçoit par jour environ 33000 litres de lait pour une capacité de production de 100000 litres. Ces laits proviennent de petits producteurs traditionnels éparpillés dans la région du Vakinankaratra : ils ne possèdent ni d'infrastructures laitières ni de techniques modernes adéquates pour la production laitière.

Il serait donc indispensable d'étudier si ces pratiques traditionnelles engendrent des variations physico-chimiques et microbiologiques sur le lait fourni à la société. Et si ces variations existent, engendrent-elles des conséquences sur la qualité des laits UHT ? D'où notre thème : « Impacts des variations physico-chimiques et microbiologiques des laits crus venant des producteurs de la région du Vakinankaratra sur les laits UHT » (cas des laits demi-écrémés et des laits en sachet).

Au cours de ce mémoire, nous avons effectué des travaux d'enquêtes auprès des fournisseurs de lait du Groupe, et évalué la qualité du lait depuis le pis de la vache jusqu'au conditionnement à la laiterie par la réalisation des tests physico-chimiques (pH, température, acidité, taux de matières grasses, teneur en extrait sec dégraissé, point de congélation) et des tests bactériologiques (germes totaux, levures, moisissures, coliformes totaux, coliformes fécaux) sur des échantillons prélevés.

Ce document traite six parties : dans une première partie, nous présenterons les études bibliographiques effectuées sur le lait ; dans une deuxième partie nous étudierons les différentes méthodes utilisées pour mener à bien l'acquisition des données ; la troisième partie nous donne tous les résultats obtenus lors de l'expérimentation ; la quatrième partie est consacrée à la discussion ; les recommandations et suggestions sont traitées dans la cinquième partie ; et enfin la sixième partie nous donne l'intérêt pédagogique de ce mémoire.

Première partie : GENERALITES

1. Le matériel d'étude

1.1. Le lait

Avant de s'aventurer dans un sujet aussi vaste que le « lait », il convient de nous assurer que nous ayons tous, au départ, la même perception de ce produit alimentaire très particulier. On peut trouver plusieurs définitions du lait mais elles s'avèrent toutes complémentaires et contiennent divers règlements qui touchent une multitude d'aspects liés à la qualité du lait permettant de satisfaire les besoins exprimés par les consommateurs.

Le Petit Larousse le définit tout simplement comme le « liquide produit par les mamelles des mammifères femelles, aliment de grande valeur nutritive qui assure, en particulier, la subsistance du jeune au début de sa vie grâce à sa richesse en graisses émulsionnées, en protides, en lactose, en vitamines et en sels minéraux. »

De son côté, le Congrès International pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908 énumère la définition du lait destiné à l'alimentation humaine comme suit : « le lait est le produit intégral de la traite totale ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. » [7]

Et selon la commission du Codex Alimentarius : « le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite normale obtenu à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur. » [6]

D'après ces définitions :

La composition du lait varie au cours d'une même traite [15], c'est pourquoi nous devons conseiller aux éleveurs d'effectuer une traite totale. Effectivement, la teneur en matières grasses est plus élevée dans la partie du lait recueilli en fin de traite, ce taux tend à augmenter progressivement jusqu'à la fin de traite. Il faut donc vider complètement la mamelle sinon on réalise un véritable écrémage du lait.

Lorsque la traite n'a pas lieu ou est incomplète, on assiste au phénomène de « rétention lactée » par l'animal [9]. Dans ce cas, le lait se modifie rapidement et présente une composition anormale comme une augmentation des chlorures (donnant au lait une saveur salée), une réduction du taux de lactose, matières grasses, extrait sec non gras. L'anomalie peut se traduire également par un abaissement de la production quand on reprend les traites normales.

L'état de santé des animaux a des conséquences sur la composition chimique du lait [9]. Par exemple, dans le cas des animaux atteints de mammites, la synthèse de caséine, lactose, matières

grasses est réduite ; en revanche les taux de protéines solubles, chlore et sodium se trouvent augmentés, augmentation dûe au passage passif du sang dans le lait (Tableau I).

Tableau I : Changement de composition du lait causé par les mammites [9]

Constituant	Changement	Raison
Caséine Lactose Matières grasses Solide total	Diminution	Diminution de la synthèse
Protéines solubles Chlore Sodium	Augmentation	Passage passif du sang dans le lait

Le colostrum, s ecr et e par la glande mammaire, apparaît 3 ou 4 jours précédant le v elage et se poursuit 6 ou 7 jours après. Sa composition et son aspect sont très différents de ceux du lait en particulier par pauvreté en lactose, la richesse en matières azotées et des sels minéraux (Tableau II).

Tableau II : Composition comparée du colostrum et du lait (en g.l⁻¹) [15]

		Colostrum (1^{ère} traite)	Lait
Densité		1,060	1,032
Matière sèche		252	130
Matières grasses		50	39
Matières azotées	Totales	160	35
	Caséine	20	27
	Albumine	40	4,5
	Globuline	80	0,7
Lactose		30	49
Matière minérale		12	7,5

Ce colostrum est très important pour le veau venant de naître du fait de la présence d'une proportion élevée d'immunoglobulines et de vitamines transmettant au jeune durant les 24 premières heures suivant sa naissance les caractères d'immunité acquis par la mère. Pourtant, il

peut entraîner des perturbations dans son utilisation aussi bien pour la consommation en nature (pour l'homme) que pour la fabrication de produits laitiers.

La propreté au cours de la traite est un domaine exigeant un effort très particulier aux producteurs. Le lait est un produit particulièrement altérable. Si le lait possède des propriétés nutritionnelles remarquables pour les animaux et pour l'homme, c'est aussi un véritable milieu de culture de microbes au sein duquel ceux-ci se multiplient avec une très grande rapidité en y puisant des aliments les plus variés : sucres, matières azotées, etc. Il importe donc de prendre toutes les précautions indispensables d'hygiène dès la traite jusqu'au moment du traitement à la laiterie.

Les parties qui vont suivre nous permettront de comprendre comment se fait la collecte du lait dans une ferme avant que celui-ci ne soit transporté dans une laiterie où il subira des traitements thermiques.

1.2. La ferme

1.2.1. La vache laitière

Une vache laitière est un mammifère femelle ruminant phytophage dont l'estomac transforme des végétaux en éléments utilisables par l'organisme humain. En effet, une vache transforme l'herbe (non assimilable par l'homme) qu'elle mange en lait (assimilable par l'homme).

La particularité d'une vache laitière est de produire du lait en grande quantité, lequel sera tiré lors de la traite quotidienne. Mais pour produire du lait, une vache doit tout d'abord donner naissance à un veau, la sécrétion du lait commence à la mise bas et se poursuit pendant un nombre de mois variable selon le potentiel de production de l'animal et ses conditions d'exploitation : pour la vache, de 3 à 4 mois à plus de 15 mois. Ainsi, on peut dire que reproduction et lactation sont liées, de même que lactation et alimentation.

1.2.1.1. Alimentation

Si l'herbe est la base de l'alimentation des vaches en saison de pâturage, celles-ci ne sont pas pour autant herbivores puisqu'elles aiment aussi les céréales, le maïs, les racines, etc. On dit alors qu'elles sont phytophages.

En période de lactation, les vaches laitières ont des besoins particuliers : elles boivent 80 à 100 litres d'eau par jour et passent en moyenne 16 heures par jour à manger et à ruminer ses aliments.

1.2.1.2.Reproduction [22]

Comme nous l'avons déjà mentionné précédemment, une vache ne peut produire du lait qu'après avoir donné naissance à un veau. Pour cela, l'éleveur a recours à une saillie ou à une insémination artificielle au moment des chaleurs de la vache.

Pour pouvoir subvenir à ses besoins lors de la gestation et à ceux de son petit, la vache laitière entre dans une période de tarissement à environ 7 semaines avant le vêlage. Après environ 9 mois de gestation, la vache donne naissance à un veau. C'est à partir de ce moment qu'elle va produire du lait pour nourrir son petit, et elle sera traite.

1.2.1.3.La production du lait [23]

La production du lait a lieu dans le pis de la vache qui est suspendu à l'extérieur et dans la partie postérieure de la cavité abdominale de la vache par un ensemble de ligaments et de tissu connectif. Le pis, composé de quatre glandes mammaires distinctes ou « quartiers », est une glande exocrine constituée de cellules spécialisées, les alvéoles, où se produit la synthèse des composants du lait et où s'accumule le lait sécrété.

Grâce au réflexe de « descente du lait » au moment de la stimulation de la tétée d'un veau ou la traite, la glande pituitaire est stimulée et sécrète alors l'ocytocine. Déversée dans la circulation sanguine, l'ocytocine atteint le pis au bout d'environ une minute : elle y provoque la contraction des alvéoles. L'organisme de la vache répond à son tour à ces stimuli et éjecte le lait accumulé dans les alvéoles vers le réseau des canaux lactifères et la citerne de chaque quartier par le canal de la mamelle. Notons que pour produire 1litre de lait, une mamelle filtre environ 400litres de sang.

L'activité du système mammaire comprend trois phases consécutives qui sont la synthèse du lait durant la lactation, la fin de la sécrétion du lait lors du tarissement et la régénération du tissu mammaire en vue de la lactation suivante pendant la période de tarissement.

1.2.1.4. La lactation

La lactation est la période d'une dizaine de mois durant laquelle la vache laitière produit du lait après avoir mis bas. Pendant cette période, la vache sera capable de produire quotidiennement 10 à 15litres de lait pour assurer la nutrition du jeune veau. Au moment de la mise bas, la vache produit du colostrum pendant une courte durée (quelques jours), ensuite vient la lactation normale durant laquelle le lait devient graduellement normal après la production du colostrum. Au cours d'une période de lactation, nous pouvons observer une variation de la production laitière journalière représentée dans la Figure 1 ci-dessous.

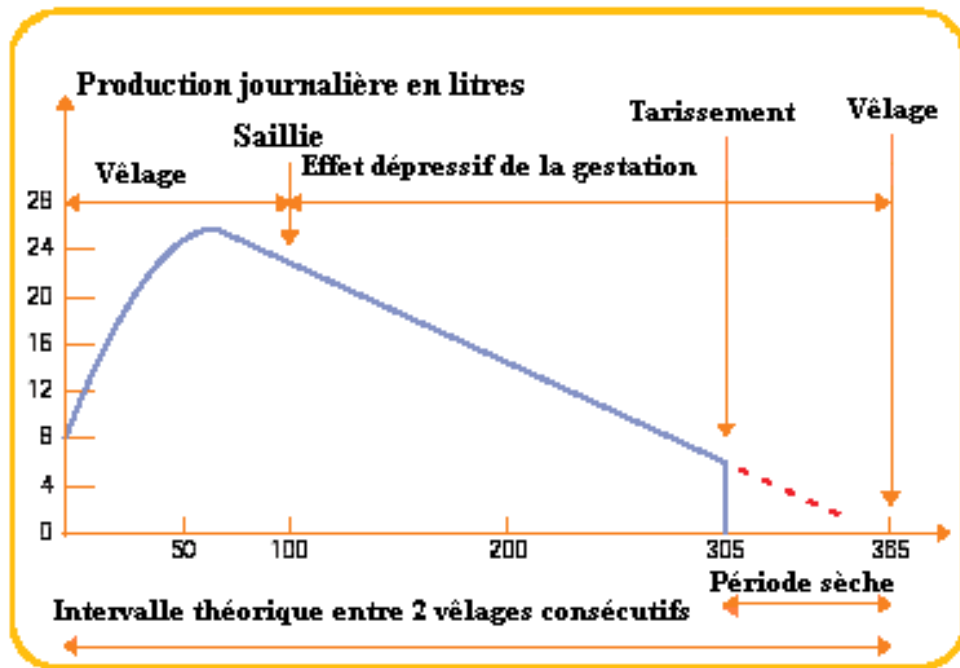


Figure 1 : Le cycle de lactation [Source Alais, 1984]

La capacité de lactation d'une vache évolue dans le temps puisque, maximale dans les trois premiers mois de la lactation, elle décroît ensuite progressivement pour s'épuiser naturellement au bout de 10 mois, c'est le tarissement.

Deux à trois mois environ après la mise bas, la vache peut être saillie à nouveau. Durant la gestation, la demande en éléments nutritifs augmente avec la croissance et le développement du fœtus et la production du lait diminue pour tarir dans les 6 à 9 semaines avant la naissance du veau. Commence alors un nouveau cycle de lactation. Les vaches ont en moyenne 5 ou 6 lactations au cours de leur vie.

Plusieurs paramètres influencent la composition du lait et la production laitière pendant la période de lactation. Parmi eux on citera les variations liées à la race de la vache (holstein, pie rouge norvégienne, etc.) mais aussi les saisons et l'alimentation de l'animal.

1.2.2. La traite [24]

La traite permet de récolter le lait de la vache après une stimulation qui provoque son éjection naturelle des cavités alvéolaires. En effet, lorsque la vache est stimulée par le toucher de la main du trayeur, par le son des matériels de traite, par la vue d'un veau, des influx nerveux arrivent au niveau de l'hypothalamus.

L'hypothalamus stimule l'hypophyse postérieure qui libère l'ocytocine qui va être véhiculée par le sang jusqu'aux cellules myoépithéliales entourant les alvéoles du pis. La contraction des

cellules myoépithéliales éjecte le lait de la cavité alvéolaire dans les canaux lactifères puis dans la citerne de la glande.

La souffrance ou la peur peut inhiber le réflexe d'éjection du lait.

Après l'éjection du lait vient sa récolte. Le lait ne s'écoule pas tout de suite à l'extérieur parce que l'ouverture au sommet de la mamelle reste fermée grâce au sphincter. L'action d'une force externe qui surpasse la force de la contraction naturelle du sphincter permet l'écoulement du lait de la mamelle.

En général, le lait est récolté par la bouche d'un veau à la tétée, par la main d'un trayeur ou par l'unité de traite d'une machine à traire. Lors de la traite manuelle, la main empoigne la mamelle sur toute sa longueur. Le pouce et l'index ferme la partie supérieure de la mamelle et les autres doigts compriment la mamelle de haut en bas. L'augmentation de la pression à l'intérieur de la mamelle force le lait à sortir à travers le sphincter.

1.2.3. Le lait cru

1.2.3.1. Composition chimique

La composition et les qualités nutritives du lait en font un aliment presque complet. Si aucun aliment ne peut combler tous nos besoins et assurer à lui seul le bon fonctionnement de l'organisme, le lait est toutefois l'aliment qui se rapproche le plus de cet idéal.

Un litre de lait pèse environ 1032g. Le constituant principal du lait est l'eau avec 902g.l^{-1} , tandis que la matière sèche totale ou extrait sec total ne représente que 130g.l^{-1} . Cette matière sèche est constituée principalement de matières organiques (lactose, protéines, matières grasses), des sels minéraux et des vitamines [9]. La quantité de ces divers constituants du lait peut varier considérablement d'une vache à une autre à cause de différentes alimentations. Nous allons présenter les valeurs limites de ces variations dans le Tableau III.

Tableau III : Composition quantitative du lait [1]

Principaux constituants		Valeurs limites de la variation (en %)	Valeurs moyennes (en %)
Eau		85,5 à 89,5	87,0
Extrait sec total : 10,5 à 14,5% (en moyenne 13,0%)	Matières grasses	2,5 à 6,0	4,0
	Protéines	2,9 à 5,0	3,4
	Lactose	3,6 à 5,5	4,8
	Minéraux	0,6 à 0,9	0,8

A part l'extrait sec total, nous pouvons également utiliser le terme « extrait sec dégraissé » (ESD), qui s'obtient en ôtant au taux de l'EST celui des matières grasses. D'après ce tableau, le taux de l'ESD est 9%.

1.2.3.2.Aspects physico-chimique et organoleptique

Le lait de vache est un liquide opaque de couleur blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de leurs matières grasses. Sa saveur est douce et son odeur faible mais identifiable.

Les principaux constituants du lait sont en solution, en émulsion ou en suspension dans l'eau du lait. Par exemple, la caséine se présente sous forme de minuscules solides qui restent en suspension dans le lait ; les matières grasses du lait et les vitamines qui y sont solubles sont sous forme d'émulsion : une suspension de globules liquides qui ne se mélangent pas avec l'eau du lait, le lactose, les protéines du petit lait et certains minéraux sont entièrement solubles dans l'eau du lait.

Les principales constantes physiques du lait sont présentées dans le Tableau IV.

Tableau IV : Les caractères physico-chimiques du lait [17]

Paramètres	Moyennes	Valeurs extrêmes
Energie (kcal/litre)	701	587 à 876
Densité à 15°C	1,032	1,028 à 1,033
pH à 20°C	6,6	6,5 à 6,8
Acidité (°D)	16	15 à 17
Point de congélation	-	-0,54 à -0,58
Point d'ébullition (°C)	-	100,17 à 100,15
Chaleur spécifique à 15°C	0,940	-

La teneur énergétique du lait de vache oscille habituellement entre 650 et 720 kcal/litre et dépend surtout de la teneur en matières grasses (Renner, 1989).

1.2.3.3.Éléments biologiques [8]

Normalement, le lait contient des microbes dès sa sortie mais il en contient très peu lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain. Les micro-organismes, présents dans notre environnement (atmosphère, eau et le sol), vont trouver dans le lait un substrat idéal (nourriture, humidité, température optimale), un excellent milieu de culture pour leur développement parfois très rapide.

Les micro-organismes du lait peuvent être classés d'une manière plus fonctionnelle en trois catégories qui sont les germes d'altérations qui provoquent l'autolyse des aliments. Ils ne sont pas dangereux pour le consommateur parce que leur présence en grande quantité est visible par l'état du produit (odeur, aspect, etc.) ; les germes indicateurs qui renseignent sur l'état microbiologique du lait. Leur dénombrement donne une idée du niveau global de contamination du lait. Parmi ces germes, citons les bactéries aérobies mésophiles indicateurs de la qualité globale du produit et la flore coliforme qui témoigne d'une contamination fécale ; et les germes pathogènes dont la présence n'est pas tolérable (exemple : *Salmonella typhi* à l'origine de diarrhées violentes et de fièvre qui peuvent être très graves chez les enfants, les personnes âgées et les malades chroniques ; *Clostridium botulinum* à l'origine de toxi-infection alimentaire, diarrhées et *Mycobacterium bovis tuberculosis*, *Brucella abortus*) ou des germes courants mais dangereux s'ils sont présents en grande quantité (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*).

Au cours de la traite, du transport et du stockage à la ferme ou à l'usine, le lait est contaminé par une grande variété de micro-organismes. Les principales sources de contamination sont : l'environnement (air, sol, eau, insectes, etc.), l'homme, les matériels de traite par contact direct avec le lait.

1.3. La collecte de lait

Après la traite, il se peut que le lait passe dans plusieurs mains avant qu'il n'arrive à l'usine. Toutes les personnes impliquées dans cette chaîne doivent savoir que faire pour préserver la qualité du lait. En fonction de la localité, les étapes intermédiaires entre le producteur et la laiterie peuvent être les suivantes : producteur, transport au centre de collecte, stockage dans le tank du centre, transport à la laiterie et la réception à l'usine.

La Figure 2 ci-dessous résume la collecte du lait effectuée par le Groupe TIKO auprès des producteurs individuels et associés.

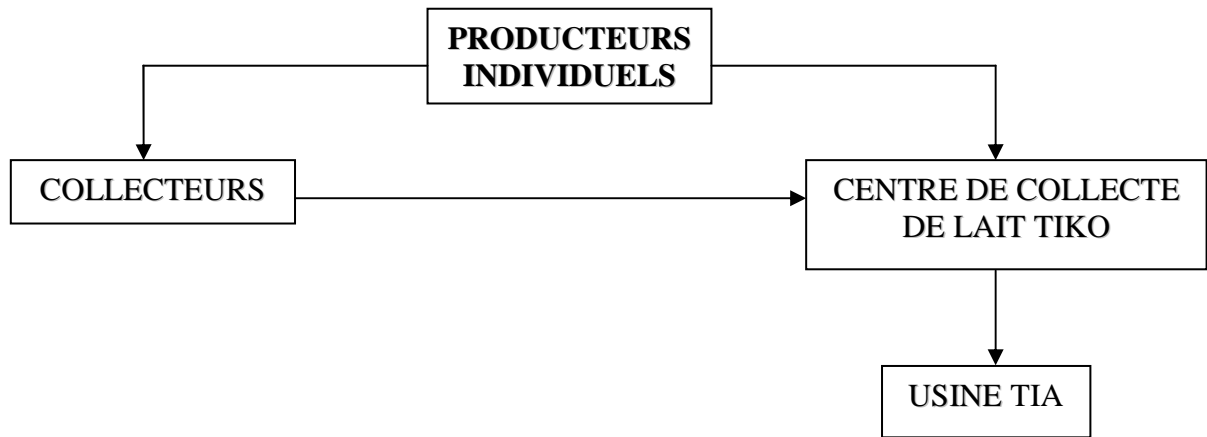


Figure 2 : La collecte du lait cru par la société TIKO

1.3.1. Le producteur

L'objectif pour un éleveur est de vendre son lait au prix le plus intéressant possible, or ce prix est d'autant plus élevé que la qualité du lait est meilleure, d'où la nécessité de contrôle à tous les stades de la production. Une production laitière doit également satisfaire le consommateur en lui fournissant les éléments nutritifs pour ses besoins nutritionnels.

Le producteur individuel effectue la traite de ses vaches et collecte son lait qui doit être refroidi immédiatement en dessous de $+4^{\circ}\text{C}$ (ce qui n'est pas toujours atteint pour les producteurs à défaut de moyens) et maintenu à cette température jusqu'à son arrivée à la laiterie [1, 18]. Le froid arrête le développement et la multiplication de différentes sortes de microorganismes dans le lait qui peuvent nuire à la qualité des laits UHT.

Le lait cru est ensuite livré dans des bidons ou seaux en plastiques ou en inox au centre de collecte ; à pied, en pousse-pousse, à bicyclette, en moto ou en voiture selon la localité et les moyens financiers du producteur.

Le lait des producteurs individuels peut être également vendu auprès des producteurs associés ou collecteurs qui arrivent au niveau du centre de collecte avec le lait de mélange issu de deux ou plusieurs fermes (Figure 2).

1.3.2. Le centre de collecte

Le Groupe TIKO dispose d'une trentaine de centres de collecte de lait implantés dans la région de Vakinankaratra. Nous pouvons les répartir en trois axes selon son emplacement dans la région : l'axe Centre groupe Antsirabe ville et ses alentours ; l'axe Nord groupe les villes sur la route de Tananarive et ses alentours jusqu'à Ampitafika ; et l'axe Ouest groupe les villes sur la route de Morondava et ses alentours jusqu'à Betafo.

Le Tableau V liste les quelques villes dans la région de Vakinankaratra où un centre de collecte de lait a été implanté.

Tableau V : Répartition des centres de collecte du lait TIKO

AXE	Lieu du centre de collecte de lait
CENTRE	Miaramasoandro, Mandaniresaka, Vinankarena, Tombontsoa, Andranomanelatra, Manandoana
NORD	Antsapanimahazo, Mahandraza, Ambohibary, Ampitatafika, Antanifotsy
OUEST	Talata, Betafo, Tsivatrnikamo

Les laits provenant des producteurs sont collectés dans ces centres de collecte pour faciliter le premier contrôle des laits de chaque éleveur et de favoriser leurs soutirages par les camions-citernes.

Le contrôle de la qualité du lait commence dès la collecte une fois arrivée au centre. Ce contrôle est assuré par l'agent de collecte avant sa réception au niveau du centre. D'abord, le lait doit être filtré par une passoire pour éliminer les impuretés macroscopiques (poils de l'animal, poussières, etc.). Ensuite, l'agent de collecte effectue trois types de tests du lait de chaque producteur ou collecteur pour détecter s'il y a adultération ou caillage. Ce sont les tests de stabilité des protéines avec l'alizarol, la température et le test de densité.

Si le lait du producteur réussit à tous les tests, le responsable mesure la quantité du lait à l'aide d'un seau comportant un jauge et le verse ensuite dans le tank de réfrigération du centre préalablement lavé avec de l'eau savonneuse et rincé avec une solution d'hypochlorite et enfin avec de l'eau stérile.

Par contre, dans le cas de l'écémage, mouillage ou caillage, du lait non conforme à la norme exigée, l'agent de collecte doit refuser la quantité de lait livré par le producteur.

Chaque centre de collecte est équipé par un tank de réception réfrigérant muni d'un agitateur où seront stockés les laits crus de mélange livrés au centre.

Notons quand même qu'il existe des centres de collecte qui ne disposent pas de ce système de réfrigération : cas du centre de Manandoana. Dans ce cas, les laits des producteurs livrés au centre seront tout de suite soutirés par le camion-citerne qui les ramène directement à l'usine.

1.3.3. Le transport à la laiterie

Les laits crus de mélange dans les tanks des centres de collecte de chaque zone (Centre, Nord, Ouest) de la région du Vakinankaratra sont transportés par des camions-citernes spécialisés

vers la laiterie TIA sise à Andranomanelatra, des camions-citernes munis d'une pompe soutireuse et tuyau soutirant le lait du tank vers le camion, et qui maintiennent toujours le lait à une température inférieure ou égale à 4°C.

Chaque jour, chaque camion commence sa collecte vers 6^h30 du matin et arrivent à l'usine aux environs de 10^h30.

1.4. Le traitement thermique [1]

1.4.1. Le système de nettoyage : CIP [1]

Avant toute réception et traitement de lait dans la laiterie, tous les circuits, tanks au contact avec le lait doivent être d'une rigoureuse propreté. Un nettoyage à fond et désinfection de tous ces équipements doivent être entrepris pour éviter une grande perte financière pour l'usine se traduisant par la destruction d'un grand volume de lait due à une mauvaise hygiène et une contamination microbienne.

La société TIKO a adopté le système CIP (Cleaning In Place) ou NEP (Nettoyage En Place) pour effectuer ce nettoyage. Ce CIP consiste à nettoyer tous les circuits de production avec de l'eau et des solutions détergentes sans aucun démontage grâce à un système de vannes pneumatiques dont les opérations sont manuelles ou télécommandées.

Ces solutions de nettoyage sont la soude NaOH de concentration 2% ayant pour rôle de détruire les matières organiques et l'acide nitrique HNO₃ de concentration 1% ayant pour rôle de détruire les matières minérales.

L'ordre de passage de ces solutions dans le nettoyage avec une pression appropriée suit les étapes suivantes : d'abord, rinçage du circuit avec de l'eau chaude pendant 8 minutes suivie d'une circulation de la solution de soude pendant 20 minutes à 75°C ; puis rinçage avec de l'eau chaude ; circulation de la solution d'acide nitrique pendant 15 minutes à 70°C ; et rinçage progressif avec de l'eau froide pendant 8 minutes.

Pour une bonne réussite de ce CIP, il faut effectuer des vérifications périodiques des concentrations de la soude et de l'acide nitrique avant et après le système CIP. Il est à noter qu'après chaque production, les personnels de l'usine effectuent un CIP, et avant chaque production, ils réalisent la stérilisation de tous les équipements avec de l'eau chaude.

1.4.2. La réception du lait cru à l'usine

Le lait cru collecté dans les centres de collecte est donc transporté vers l'usine TIA à Andranomanelatra par les camions-citernes.

Dès l'arrivée de chaque camion à l'usine, les personnels du laboratoire effectuent deux prélèvements du lait cru de mélange afin de vérifier le changement du lait au cours du transport : un prélèvement en bouteille stérilisée pour les analyses microbiologiques (recherche des germes totaux, levures et moisissures, coliformes totaux et fécaux) et un autre prélèvement pour les analyses physico-chimiques (le pH, acidité, densité, cryoscopie, taux de matières grasses, extrait sec dégraissé, taux de protéines) donnant immédiatement les caractéristiques du lait avant son utilisation.

Le lait cru réceptionné à l'usine suit plusieurs étapes avant de pouvoir être pasteurisé. Le lait est d'abord soutiré du camion par une pompe d'une capacité de 10000l/h et passe dans le désaérateur qui est un appareil permettant d'y enlever l'air présent. On contrôle ensuite le volume de lait entrant dans l'usine par un compteur volumétrique et on le filtre afin d'éliminer les souillures macroscopiques. Le lait est ensuite refroidi par de l'eau glacée dans une plaque refroidissant pour empêcher le développement des germes avant la pasteurisation. En dernier lieu, le lait est stocké dans des tanks de réception.

A ce stade, le lait n'a pas encore subi de traitement thermique par la chaleur. Ce n'est qu'après toutes ces étapes préliminaires que la pasteurisation peut commencer.

1.4.3. La pasteurisation

A la sortie du pis, le froid est la meilleure conservation du lait avant son traitement à l'usine. Il faut cependant se méfier car cette protection est de courte durée (quelques heures). Des bactéries nocives se développeront rapidement dans le lait et le rendront impropre à la consommation. Le lait doit être protégé des détériorations naturelles. Pour cela, le premier traitement permettant de conserver le lait pendant quelques jours est la pasteurisation.

La pasteurisation est un processus qui fut inventé par le microbiologiste français du 19^{ème} siècle, Louis Pasteur. A l'origine, le but de ce processus était de tuer les bactéries qui provoquaient la tuberculose (*Mycobacterium bovis*). Aujourd'hui, les buts de la pasteurisation du lait sont de garantir la qualité bactériologique du lait et la production d'un produit sain pour la consommation humaine et prolonger le temps de conservation des produits laitiers.

« Pasteuriser le lait », c'est détruire en lui, par l'emploi convenable de la chaleur, la presque totalité de la flore banale, la totalité de sa flore pathogène (notamment le bacille tuberculeux, le microbe responsable de la Brucellose) quand cette dernière existe et permettre la conservation tout en s'efforçant de ne pas changer la composition, la saveur et la valeur nutritive du lait.

La pasteurisation se fait en quatre étapes dans un pasteurisateur à plaques comportant plusieurs compartiments échangeurs de chaleur.

1.4.3.1. Etape préliminaire : la standardisation

Le traitement que subi le lait avant d'être pasteurisé consiste à standardiser le taux de matières grasses selon que l'on désire obtenir du lait entier (3% de matières grasses), ou du lait demi-écrémé (1,5% de matières grasses) : dans un premier temps, le lait refroidi à la température inférieure à 5°C est chauffé à une température à 62°C. Ce préchauffage se fait dans les plaques ayant pour but la séparation du lait écrémé des matières grasses légères qui forment la crème, c'est à dire recueillir toute la crème du lait. Cette séparation se fait dans une écrémeuse et 62°C est la température idéale pour réaliser cette opération. Ensuite vient la correction directe du taux de matières grasses, également appelée la « standardisation en matières grasses » du lait. L'adjonction continue de matières grasses en quantités contrôlées et le mélange lait/crème permettent de réguler la teneur en matières grasses souhaitée dans le lait écrémé.

1.4.3.2. La pasteurisation proprement dite

Deux facteurs permettent de détruire les bactéries : la température et le temps de maintien à une certaine température. La combinaison « température – durée de traitement » doit être suffisamment forte pour détruire les bactéries, mais elle doit être suffisamment délicate pour éviter une perte de saveur.

La pasteurisation des lait demi-écrémé et lait en sachet se fait par un procédé à haute température et de courte durée ou « High Temperature, Short Time » (H.T.S.T.) ou encore « la pasteurisation haute » définie par un chauffage maintenu durant quelques secondes.

Le lait préchauffé standardisé revient dans les plaques pour être pasteurisé. L'espace qui sépare deux plaques consécutives (3 à 4mm) est parcouru par le lait standardisé, en couche mince, alors que l'élément chauffant (eau chaude) circule à contre-courant, dans les espaces qui précèdent et qui suivent immédiatement.

L'intervalle qui sépare les deux dernières plaques de la série est élargi afin de ralentir la vitesse de circulation du lait et de permettre ainsi le maintien du liquide à la température de pasteurisation pendant 15 secondes. C'est le dispositif de chambrage.

1.4.3.3. Le refroidissement

Immédiatement après ce traitement par la chaleur, le lait doit être réfrigéré à 3 ou 4°C dans l'échangeur à plaques dont le principe est rigoureusement identique à celui de la pasteurisation, sauf que l'eau chaude est simplement remplacée par de l'eau glacée.

Ce refroidissement rapide est nécessaire pour éviter les altérations physico-chimiques trop importantes du lait et le développement des micro-organismes qui prolifèrent entre 10 et 40°C.

1.4.3.4. Le stockage du lait pasteurisé à l'usine

Quand la température de pasteurisation est atteinte, le lait pasteurisé est envoyé dans des gardes tanks où il subira un contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique.

La pasteurisation ne tue pas tous les micro-organismes présents dans le lait, mais elle réduit considérablement leur nombre. Néanmoins, à la fin de ce traitement thermique, nous obtenons un produit sain pour la consommation humaine par rapport au lait cru. En effet, elle ne détruit pas les spores bactériennes, mais elle détruit en revanche des bactéries comme *Mycobacterium*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Brucella* et d'autres qui peuvent nuire à la santé humaine.

Du fait de la présence de certaines bactéries non encore détruites, le lait pasteurisé doit donc être conservé sous réfrigération.

1.4.4. La stérilisation UHT

Le processus de « stérilisation UHT » prépare des laits liquides de plus longue conservation par rapport à la pasteurisation. Le lait pasteurisé est soumis à un traitement à haute température maintenue pendant un temps très court, ce qui inactive tous les micro-organismes et leurs spores ayant survécu après la pasteurisation.

La stérilisation UHT utilisée par la société TIKO est la méthode de chauffage indirect qui prévoit une surface d'échange thermique entre le lait et le fluide chauffant. Le stérilisateur est un appareil à plaques comportant plusieurs compartiments échangeurs, on l'appelle aussi « steritherm ».

1.4.4.1. Le préchauffage

Le lait est préchauffé dans l'échangeur par du liquide chaud circulant à contre-courant dans les plaques. Ce préchauffage facilite la désaération et l'homogénéisation du lait à traiter, empêche le brusque chauffage du lait à la température de stérilisation, permet d'éviter le goût de cuit et d'économiser de l'énergie.

1.4.4.2. La stérilisation UHT

Le lait préchauffé est ensuite stérilisé à la température du type UHT maintenue durant quelques secondes.

1.4.4.3.Le refroidissement

Le lait est ensuite refroidi aussi rapidement que possible (« flash-cooled ») jusqu'à 20°C et stocké dans un tank appelé « steritank » avant son conditionnement.

1.4.5. Le conditionnement aseptique du lait UHT

Après la stérilisation, le lait UHT dans le steritank est transféré dans des emballages stérilisés à l'aide d'une machine de remplissage afin d'éviter le risque d'une recontamination. Ce remplissage aseptique se fait dans une salle spécialisée appelée « aseptic room ».

Les laits stérilisés UHT sont un produit de longue conservation, leurs emballages doivent être opaques, imperméables aux gaz et à l'eau, sans saveur ni odeur, résistants aux traitements thermiques ou chimiques, légers et peu onéreux, d'utilisation facile pour les consommateurs.

Les emballages doivent remplir principalement deux fonctions qui sont la fonction de protection pour préserver les qualités hygiéniques du produit alimentaire. Pour cela, l'emballage doit être solide et étanche, il doit être aménagé et fermé pour empêcher toute déperdition du contenu ; la fonction de marketing : l'emballage doit informer le consommateur, c'est-à-dire, par sa présentation, l'emballage doit avoir un impact sur le consommateur qui doit pouvoir immédiatement identifier le type de produit.

1.4.5.1.Les mentions sur les emballages

Que ce soit sous forme de brique ou sous forme de sachet, les emballages possèdent tous des étiquettes où apparaissent quelques informations obligatoires concernant le produit : la dénomination du produit (lait stérilisé UHT), la quantité (1litre) ; la date limite de consommation ; l'indication des conditions particulières de conservation ; la sorte de lait (entier, demi-écrémé, etc.).

1.4.5.2.L'emballage du lait entier

Le récipient du lait entier de 1litre est fait de film de polyéthylène. Le lait en sachet peut être conservé sans réfrigération et sa date limite de consommation est fixée à 1 mois.

1.4.5.3.L'emballage du lait demi-écrémé MANA

Le récipient du lait demi-écrémé est un carton de forme parallélépipédique (ou tetra brik) de 1 litre. Cet emballage est fait de six différentes couches ayant chacune sa fonction. De l'extérieur vers l'intérieur, nous distinguons une couche de polyéthylène qui protège le papier cartonné imprimé contre l'humidité atmosphérique ; un papier cartonné imprimé qui donne la stabilité et permet au tetra brik de résister aux forces extérieures, permet également de faciliter la manipulation ; une autre couche de polyéthylène permettant l'adhésion entre le papier imprimé et

la couche d'aluminium suivante ; de l'aluminium pour protéger le lait contre la lumière, l'oxygène et la migration des saveurs ; une couche de polyéthylène à l'intérieur pour optimiser l'adhésion à l'aluminium ; et une dernière couche de polyéthylène, qui empêche le produit d'entrer en contact avec les autres couches du tetra brik.

Le lait demi-écrémé peut être également conservé sans réfrigération et sa date limite de consommation est fixée à 4 mois.

1.4.5.4. Le remplissage aseptique

Après la stérilisation se fait le remplissage aseptique dans une salle stérilisée ou « aseptic room ». Avant tout remplissage, le papier d'emballage doit être stérilisé par stérilisation chimico-thermique. Le papier passe dans un bain de peroxyde d'hydrogène, puis dans un élément chauffant à la température de 400°C pendant environ 5 secondes, où le peroxyde d'hydrogène est réduit. Pendant ce temps le peroxyde d'hydrogène se décompose en oxygène et en vapeur qui seront éliminés. Le récipient est ensuite rempli de lait stérilisé et est fermé hermétiquement.

2. Le cadre d'étude : le Groupe TIKO [13, 19]

Ce travail d'étude a été réalisé au sein du Groupe TIKO que nous allons présenter de manière succincte dans cette première section.

Le Groupe TIKO, d'un sigle signifiant « Tena Izy Ka Omeko », est une des sociétés les plus avancées à Madagascar, c'est un fleuron de l'économie malgache. Sa mission est de satisfaire les besoins des consommateurs et de les aider à améliorer leur qualité de vie. Son succès a été bâti grâce à la volonté, aux ambitions et au courage de son créateur, mais également aux compétences d'un personnel qualifié et à une technologie de pointe.

C'est une société anonyme dont le siège social est sis à Tanjombato à Antananarivo mais ses activités (transformation, achat et vente des produits TIKO) s'étendent dans tout Madagascar.

2.1. Bref historique de la création du Groupe TIKO

Depuis 1982, son Président Directeur Général, Marc RAVALOMANANA, a transformé la petite laiterie familiale en une entreprise industrielle de dimension internationale avec l'appui de la Banque Mondiale et en développant des partenariats avec d'autres groupes internationaux. Le Groupe TIKO ne cesse de s'étendre dans tout le pays et dans différents domaines depuis sa création jusqu'à maintenant. En effet, son historique nous montre son expansion. Les grandes lignes de cette expansion peuvent être résumées comme suit :

1979. Création de TIKO dans le but d'améliorer les conditions de vie de la population.

1981. Début de construction de l'usine à Sambaina – Manjakandriana.

1982. Création officielle de l'unité de production laitière à Sambaina. A l'époque, elle était la première unité de production adoptant une technologie moderne dans l'Océan Indien.

1983. Première production de beurre, de yaourt, de lait et de fromage.

1986. Le Groupe TIKO voulait agrandir son usine. Cependant, la région de Manjakandriana ne pouvait satisfaire ses besoins en matières premières « lait », d'où la création de l'unité de fromage ELVAK productrice de fromage Ny Antsira et Byba à Antsirabe, car la région du Vakinankaratra est une région propice à la production de lait.

1987. Première production de fromage ELVAK.

1989. Création de l'unité de glace IKO à Sambaina.

1990. Installation de l'unité de fabrication d'emballage en plastique TIKO PACK à Sambaina. Actuellement, cette unité se trouve à Andranomanelatra.

1991. Instauration de l'usine Grand Projet d'Andranomanelatra (ancienne appellation de TIA)

1992. Instauration de l'usine UHT à Antsirabe, un procédé de traitement thermique pour une longue durée de conservation de lait frais.

1993. Instauration de l'usine TOP à Antsirabe : unité de fabrication d'huile de soja ; production d'eau de table Olympiko, de jus naturels en brik, de lait en brik et en sachet ; création de TIKO AGRI (unité de production d'aliments pour le bétail : FEED MILL) ; transfert d'ELVAK à TIA Antsirabe.

1995. Transfert de la yaourterie de Sambaina à TIA.

1996. Accord de partenariat avec SINPA pour multiplier le nombre d'agences TIKO.

1999. Création officielle de l'unité TIKO BETON à Tanjombato ; ouverture de MAGRO (Malagasy Grossiste) à Tanjombato ; la radio Mada installée à Faravohitra (Antananarivo) a commencé d'émettre des programmes au mois d'octobre.

2000. Ouverture de Magro à Ankorondrano (Antananarivo), Magro à Fianarantsoa, Magro à Toamasina ; inauguration de l'unité de boisson hygiénique Classiko ; au mois de mai, installation de TIKO FARM à Antsiranana.

2001. Installation des stations audio et audio-visuelle MBS : MBS Anosipatrana, MBS Toamasina, MBS Antsirabe, MBS Fianarantsoa, MBS Sambava.

2002. Installation d'autres stations : MBS Mahajanga en juin, MBS Tuléar en novembre, MBS Antsohihy en décembre, MBS Antsiranana en décembre, MBS Fort Dauphin en décembre ; lancement de l'usine de raffinerie d'huile alimentaire brute à Toamasina (TOP II).

2003. Ouverture de l'usine de fabrication de crèmes glacées à Antsirabe ; ouverture de Magro à Antsirabe.

2.2. Le Groupe TIKO

Actuellement, c'est un groupe en pleine expansion. Il est constitué par les sociétés ci-après :

- Agro-alimentaire : TOP, TIKO AGRI, TOP II, TIA, IKO
- Commerciale : MAGRO (grandes surfaces, Import Export)
- Construction : ALMA (Asa Lalana Malagasy)
- Groupe Média
- Transport : TRANS MAIKA
- Imprimerie : BLUE PRINT

2.3. La société TIA (Tiko Industrielle Andranomanelatra)

C'est au sein de la société TIA que nous avons effectué toutes les études pour la réalisation de ce mémoire de fin d'études. La société TIA est sise à l'Immeuble Glace Andranomanelatra Antsirabe. Cette unité de transformation de la société TIA comprend huit sections :

- Section PASTO qui comprend :
 - la réception : c'est l'unité de réception du lait collecté aux producteurs
 - la pasto : unité qui s'occupe de la pasteurisation du lait après sa réception afin d'éliminer les bactéries pathogènes.
- Section UHT : unité de haute technologie de pointe assurant la stérilisation et la production de jus naturels extraits de fruits, lait UHT.
- Section YAOURTERIE
- Section FROMAGERIE
- Section CLASSIKO et OLYMPIKO
- Section TIKO PACK
- Section LABORATOIRE
- Section MAINTENANCE

2.4. Organigramme de la société TIA

La Figure 6 ci-dessous présente l'organigramme, ainsi que toutes les unités qui se rattachent à cette société TIA.

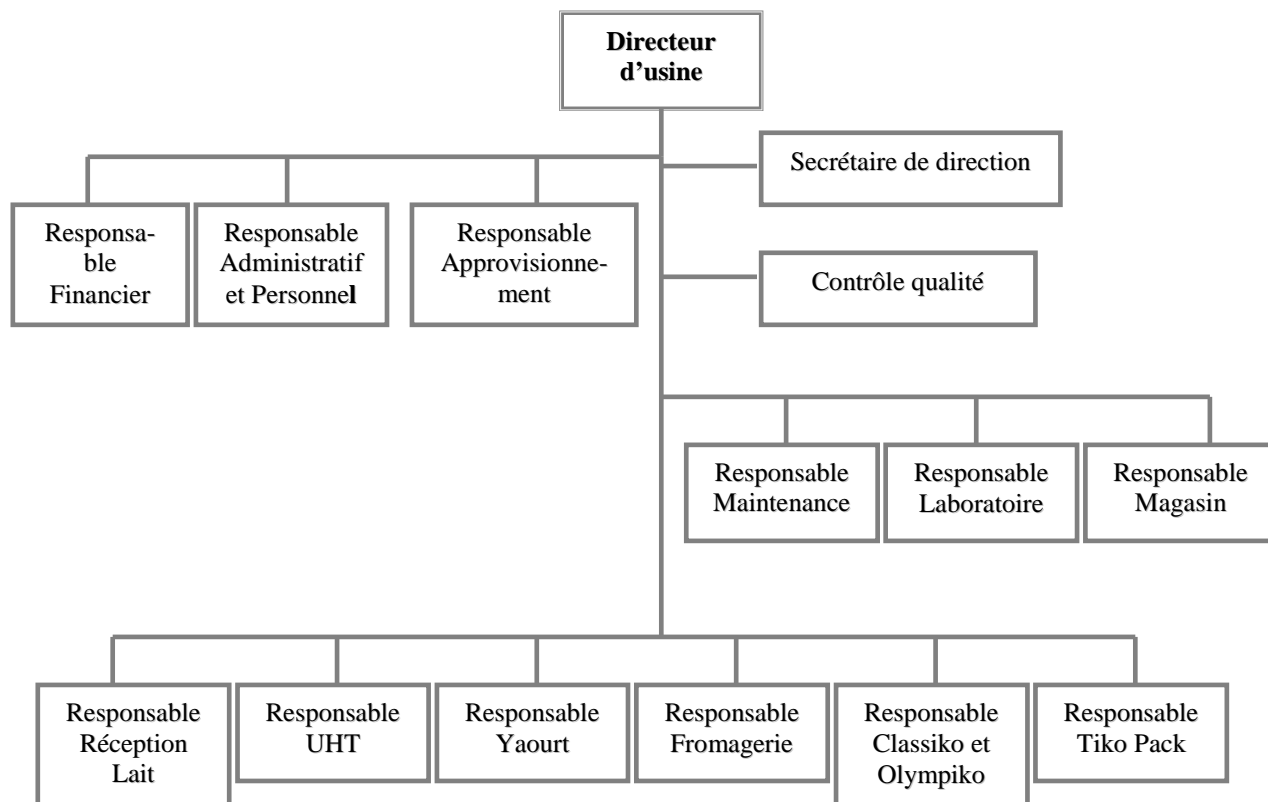


Figure 3 : Organigramme de la société TIA

Deuxième partie : MATERIELS ET METHODE

1. Méthode

Le travail consiste à :

- a) effectuer d'abord une étude bibliographique sur le sujet et un stage d'imprégnation dans le laboratoire TIA ;
- b) procéder à des enquêtes auprès des « producteurs individuels » ;
- c) faire des prélèvements d'échantillons de laits crus aux points critiques suivants :
 - chez les producteurs individuels ;
 - dans les tanks de réfrigération dans les centres de collecte de lait TIKO ;
 - dans les camions-citernes arrivés à l'usine TIA.
- d) effectuer un prélèvement de lait pasteurisé dans le garde-tank ;
- e) échantillonner des produits finis : lait demi-écrémé Mana et lait en sachet ;
- f) procéder à l'évaluation de la qualité des échantillons prélevés. Les analyses à effectuer sont de deux types :
 - les analyses microbiologiques qui consistent à détecter d'éventuelles contaminations microbiennes dans le lait cru, le lait pasteurisé et le lait stérilisé U.H.T. ;
 - les analyses physico-chimiques qui consistent à déterminer la qualité physico-chimique de ces différentes sortes de lait.

2. Réalisations

2.1. Le site d'étude

La réalisation de cette étude s'est déroulée dans la région du Vakinankaratra à Antsirabe (ou « là où il y a beaucoup de sel »), une région située à 170km allant vers le sud de la capitale de Madagascar, Antananarivo, se trouvant à une altitude moyenne de 2300 mètres, avec un climat de type tropical d'altitude, celui-ci est caractérisé par une saison sèche « l'hiver » de juin à octobre et une saison de pluies « l'été » allant de novembre à mai. La pluviométrie est de l'ordre de 1400mm en 125 jours et 16 jours de gelée blanche. La température moyenne annuelle peut atteindre 16,8°C avec une maximale moyenne de 22,4°C et une minimale moyenne de 10,4°C.

2.2. Choix des exploitations

Afin de répondre aux objectifs de ce mémoire, nous avons tout d'abord élaboré l'échantillon d'éleveurs représentatifs de l'ensemble des adhérents au Groupe TIKO à travers les trois axes de la région du Vakinankaratra : CENTRE (Andranomanelatra, Miaramasoandro,

Manandoana, Armor), NORD (Ambohibary, Ampitatafika) et OUEST (Betafo, Tsivatrnikamo). Nous pouvons retrouver ces villes dans la carte présentée dans l'Annexe I.

Dans le but de faciliter la communication, l'acquisition de l'information et le transport des échantillons, le choix des exploitations a été fait sur la base de la quantité de lait livré, le nombre de vaches présentes chez chaque éleveur. En somme, l'échantillon d'éleveurs est constitué de petits, moyens et grands producteurs. Ainsi 30 éleveurs ont été finalement retenus (Tableau VI) et qui sont répartis dans 8 centres de collecte de lait situés à Andranomanelatra, Miaramasoandro, Manandoana, Armor, Ambohibary, Ampitatafika, Betafo, Tsivatrnikamo.

Tableau VI : Nombre d'éleveurs par zone inclus dans notre étude

ZONES	NOMBRE D'ELEVEURS CHOISIS
CENTRE	16
NORD	8
OUEST	6

Dans le Centre de la région du Vakinankaratra nous avons donc retenu 16 éleveurs, 8 dans le Nord et 6 dans la zone Ouest.

2.3. Enquête de terrain et collecte d'informations

Après identification des exploitations, nous avons procédé à des enquêtes de terrain auprès des éleveurs concernés. Cette étude a été réalisée tout au long des mois de Mai et Juin 2004, au cours desquels ont été effectuées des visites aux étables pour collecter les informations utiles. Nous nous sommes entretenus avec les éleveurs des centres de collecte précités implantés dans la région du Vakinankaratra.

Nous avons opté pour la méthode d'enquête basée sur un questionnaire (Annexe II). Les questions et observations se rapportent aux renseignements concernant la race et la production laitière journalière de la vache, l'équipement d'élevage (type d'étable et mode de traite), le régime alimentaire de l'animal et la disponibilité en eau potable, l'hygiène (animal, étable, traite) et le mode de transport du lait vers le centre de collecte de lait.

2.4. Prélèvement d'échantillons de lait cru

En parallèle avec cette phase d'enquête, des échantillons de lait cru ont été prélevés au niveau de chaque exploitation enquêtée dans le but de déterminer leurs caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques.

Avant tout prélèvement d'échantillons, il est nécessaire de stériliser tous les matériels d'étude comme les flacons de prélèvement, la louche de prélèvement qui doit être stérilisée avec de l'alcool à 90° puis flambée, les mains réalisant les manipulations seront lavées avec du savon et stérilisées avec de l'alcool.

2.4.1. Prélèvement d'échantillons de lait cru chez les producteurs

Le prélèvement de lait cru chez les « producteurs individuels » a été effectué à la traite, au pis de la vache. Ce prélèvement doit être réalisé dans les meilleures conditions d'asepsie. Les prélèvements sont recueillis dans des flacons préalablement stérilisés qui seront ensuite conservés sous froid dans une glacière jusqu'au moment de l'analyse au laboratoire [2].

2.4.2. Prélèvement d'échantillons de lait cru dans les tanks de réception (au niveau de chaque centre de collecte de lait) et dans les camions-citernes (arrivés à la laiterie)

Par sa composition, le lait constitue un milieu essentiellement favorable au développement des microbes qui s'y multiplient avec une très grande rapidité à une température ambiante de 22°C. De ce fait, une fois arrivé dans le centre de collecte, le lait doit être refroidi à une température de 4°C dans le tank de stockage préalablement lavé par l'agent de collecte avec de l'eau savonneuse puis rincé avec une solution d'hypochlorite, pour conserver sa qualité initiale jusqu'au moment du transport vers l'usine à Andranomanelatra. Avant son traitement dans la laiterie, il faut se préoccuper de la bonne conservation du lait parce qu'il n'y a pas moyen d'améliorer la qualité d'un lait récolté dans de mauvaises conditions mais nous pouvons seulement empêcher l'aggravation de son altération.

Finalement donc, nous avons recueilli 8 échantillons de lait cru dans les tanks dans les centres de collecte répartis dans les trois zones de la région du Vakinankaratra selon le Tableau VII ci-dessous.

Tableau VII : Répartition par zone des échantillons de lait cru dans les tanks de réception

ZONES	NOMBRE DE TANKS DE REFRIGERATION RETENUS
CENTRE	4
NORD	2
OUEST	2

Pour le Centre du Vakinankaratra, nous avons retenus 4 échantillons de lait cru dans les tanks provenant des centres de collecte, 2 échantillons chacun pour le Nord et l'Ouest.

Et le nombre d'échantillons de laits crus de mélange arrivés à la laiterie prélevés est de 9, dont leur répartition selon les trois axes du Vakinankaratra est présentée dans le Tableau VIII.

Tableau VIII : Répartition par zone des échantillons de lait cru dans les camions

ZONES	NOMBRE D'ECHANTILLONS DE LAIT CRU DE MELANGE
CENTRE	4
NORD	3
OUEST	2

Nous avons prélevé 4 échantillons de lait cru de mélange du camion provenant du Centre du Vakinankaratra, 3 échantillons pour le Nord et 2 pour l'Ouest.

Le prélèvement proprement dit de lait cru dans les tanks de réception des centres de collecte et dans les camions-citernes arrivés à l'usine, après ces précautions utiles pour préserver la qualité du lait, suit le même procédé [2] : stériliser d'abord les mains et la louche de prélèvement, ensuite procéder à une homogénéisation du lait, au moyen de la louche stérilisée prélever le lait dans le tank de réception ou le camion, enfin verser le lait dans le flacon stérile et le refermer immédiatement pour éviter la contamination du lait.

2.5. Prélèvement d'échantillons de lait pasteurisé

Le prélèvement de lait pasteurisé dans le garde-tank suit le même procédé que celui du prélèvement de lait cru dans les tanks de réfrigération dans les camions-citernes. Il doit se faire rapidement pour éviter la contamination du lait dans le tank.

2.6. Prélèvement d'échantillons de produits finis

Lors d'une production de lait demi-écrémé ou de lait entier, nous avons pris un échantillon de chaque produit fini à chaque point critique : au début de la production, début rouleau d'emballage, début rouleau scotch, milieu de production, fin production.

2.7. Evaluation de la qualité microbiologique et physico-chimique de chaque prélèvement de lait

Tous ces échantillons prélevés, le lait cru venant des producteurs, le lait cru dans les tanks de réfrigération dans les centres de collecte, le lait cru de mélange arrivé à la laiterie, le lait pasteurisé, le lait stérilisé UHT ont fait l'objet d'une série d'analyses qui sont les analyses microbiologiques (recherche de germes totaux, coliformes totaux et fécaux, levures et moisissures) et les analyses physico-chimiques (pH, acidité titrable, acidité avec l'alizarol, densité, la teneur en matières grasses, le taux de matières sèches et extrait sec dégraissé, la cryoscopie).

2.7.1. Les analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques consistent à dénombrer les germes pathogènes ou non présents dans le lait. La réalisation de ces analyses peut se faire en cultivant les germes dans des milieux de culture spécifiques pour chacun comme pour le cas des germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les levures et moisissures.

La microbiologie exige ordre, méthode et propreté. Tous les récipients utilisés dans le laboratoire de microbiologie doivent être d'une rigoureuse propreté (tubes à essai, pipettes, milieux de culture, boîtes de pétri, etc.).

2.7.1.1. Précautions à prendre au cours des analyses microbiologiques [11]

2.7.1.1.1. Avant la manipulation

Il faut désinfecter les locaux et le mobilier (les meubles, les paillasses) avec une solution d'hypochlorite puis avec de l'alcool à 90°, balayer la salle de microbiologie par un nettoyage humide, stériliser tous les matériels d'analyses,

Avant la manipulation, le manipulateur doit être tenu à une hygiène stricte, comme porter une blouse et des bottes propres, nettoyer les mains au savon puis désinfecter à l'alcool avant et après la manipulation, se tailler les ongles aussi court que possible.

2.7.1.1.2. Pendant la manipulation

Le bactériologiste doit désinfecter ses mains de temps en temps avec de l'alcool, éviter de se déplacer inutilement, et quand il le fera par obligation ce sera lentement, proscrire le bavardage qui est un danger de pollution pour la culture des germes.

L'asepsie locale sur la paillasse est donnée par la flamme d'un bec Bunsen. On admet que l'asepsie est obtenue dans un rayon d'environ 20 cm autour de la flamme. Les flacons et tubes seront ouverts dans cette zone. Il faut éviter de se brûler lors de la manipulation.

Les ustensiles souillés (pipettes, tubes à essai) ne devront jamais être reposés sur la paillasse. Ils seront déposés dans un récipient contenant une solution d'hypochlorite prévue à cet effet.

2.7.1.1.3. Après la manipulation

Après la manipulation, les matériels souillés (pipettes, tubes à essai, boîtes de pétri) seront lavés à l'hypochlorite, rincés à l'eau claire, puis stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 20 mn.

2.7.1.2. Les analyses microbiologiques proprement dites

Les analyses microbiologiques du lait (cru, pasteurisé, stérilisé UHT) passent par plusieurs étapes qui sont l'homogénéisation, la dilution, l'ensemencement, l'inoculation de milieu de culture spécifique pour chaque germe recherché, l'incubation, la culture de colonies.

2.7.1.2.1. Préparation des milieux de culture

Toute culture microbienne nécessite un milieu de culture spécifique pour chaque germe recherché. Un milieu de culture doit contenir tous les éléments qui permettent une croissance normale des bactéries. Par exemple, des éléments plastiques et énergétiques dont la dégradation par les bactéries fournit la matière et l'énergie nécessaire à leur multiplication : glucose, peptone de viande, lactose, etc. ; des métabolites essentiels ou facteurs de croissance : vitamines, acides aminés, bases puriques et pyrimidiques, etc. : peptone de caséine, extrait de levure (source d'acides aminés et de vitamines hydrosolubles) ; des ions minéraux jouant un rôle important dans les réactions enzymatiques et dans les équilibres ioniques et osmotiques. Certains sont nécessaires à des concentrations élevées, ce sont les macroéléments ; tandis que d'autres n'agissent qu'à des concentrations parfois beaucoup plus faibles, ce sont les microéléments : sodium chlorure, etc.

A part ces éléments cités ci-dessus, l'eau est aussi indispensable pour fabriquer les milieux de culture, il faut utiliser de l'eau déminéralisée (exempte d'ions). Des substances gélifiantes sont également présentes dans les milieux de culture : l'agar-agar. L'agar-agar se dissout dans l'eau vers 90°C, au-dessous de 48 à 50°C, elle donne un gel transparent plus ou moins solide suivant la concentration en gélose du milieu.

Les milieux de culture utilisés lors des prochaines analyses microbiologiques sont : Plate Count Agar (PCA) ou agar à la peptone de caséine au glucose et à l'extrait de levure, spécifique pour le dénombrement des germes totaux (Annexe III), OGY-Agar ou agar à l'oxytétracycline au glucose et à la levure spécifique pour la recherche des levures et moisissures (Annexe IV), Violet Red Bile Agar (VRBA) ou agar au violet cristallisé au rouge neutre et à la bile (Annexe V).

2.7.1.2.2. L'homogénéisation

Avant tout dénombrement par culture, une homogénéisation de l'échantillon est nécessaire en agitant par retournements successifs répétés le flacon contenant l'échantillon.

2.7.1.2.3. Préparation des dilutions

Une dilution est nécessaire pour mieux dénombrer les germes présents dans le lait. Elle consiste à diluer une solution mère (exemples : lait cru, lait pasteurisé) à l'aide d'un diluant pour obtenir une nouvelle solution de même nature mais de concentration plus faible. Le diluant qu'il faut choisir est un liquide assurant une parfaite dispersion des bactéries et qui ne soit pas inhibiteur pour elles. La nature du diluant utilisé pour la suite est l'eau peptonée (Annexe VI).

Deux méthodes peuvent être utilisées pour une dilution avec l'eau peptonée :

Première méthode :

Les matériels nécessaires sont des pipettes stériles de 1ml + 0,1ml pour faire des prélèvements, une solution d'eau peptonée de volume 9ml utilisée pour la dilution, et un appareil vibreur ou vortex (Figure 4) utilisé pour mieux réaliser une homogénéisation dans les tubes à essai.



Figure 4 : Un vortex

Déroulement de la dilution : dans une eau peptonée de 9ml, en utilisant une pipette stérile, on ajoute 1ml de lait soigneusement homogénéisé et on agite méticuleusement au moyen du vortex. On obtient une dilution à 10^{-1} .

Au moyen d'une autre pipette, il faut prélever 1ml de la dilution à 10^{-1} et les transporter dans un second tube contenant de l'eau peptonée à 9ml. Il faut agiter toujours soigneusement. On obtient alors une dilution à 10^{-2} .

Nous continuons de la même façon pour obtenir les dilutions à 10^{-3} , 10^{-4} , etc.

Deuxième méthode :

Les matériels utilisés sont les mêmes que pour la première méthode sauf que la solution d'eau peptonée utilisée pour la dilution a un volume de 10ml.

Déroulement de la dilution : dans une eau peptonée de 10ml, en utilisant une pipette stérile, il faut ajouter 0,1ml de lait soigneusement homogénéisé puis agiter le mélange. On obtient une dilution à 10^{-2} . En utilisant une autre pipette stérile, on prélève 0,1ml de la dilution à 10^{-2} et on les transporte dans un second tube contenant 10ml d'eau peptonée. Il faut agiter soigneusement. On obtient alors une dilution à 10^{-4} .

Nous continuons ainsi pour obtenir la dilution à 10^{-6} , 10^{-8} , etc.

2.7.1.2.4. Analyses des laits crus

Pour les laits crus, nous avons à rechercher les germes totaux (GT), les coliformes totaux et fécaux (CT et CF), les levures (L), les moisissures (M).

a) Recherche des germes totaux

Le dénombrement des germes totaux nécessite une dilution de la solution mère (le lait cru) à 10^{-5} , 10^{-6} et 10^{-7} (Annexe VII).

L'ensemencement : prélever 1,1ml de la solution à 10^{-5} et ensemer dans une boîte de pétri 0,1ml de cette solution, nous obtenons la dilution à 10^{-6} et le millilitre restant dans une autre boîte, et nous obtenons la dilution à 10^{-5} . Ensuite, prélever 1ml de la dilution à 10^{-7} et l'ensemencer dans une boîte de pétri stérile.

Couler 10ml du milieu de culture PCA dans chacune des trois boîtes de pétri et agiter pour bien mélanger.

L'incubation : après la gélification, retourner les boîtes et incuber dans cette position à 30°C dans une étuve (Figure 5) durant 72 heures.



Figure 5 : Une étuve

Lecture et expression des résultats : les germes totaux cultivés se présentent sous forme de colonies blanches en générale. Pour calculer le nombre de micro-organismes par millilitre de lait, nous utilisons la formule suivante :

$$\mathbf{N} = \frac{\mathbf{X} + \mathbf{Y} + \mathbf{Z}}{(\mathbf{n}_1 + 0,1\mathbf{n}_2 + 0,01\mathbf{n}_3)\mathbf{d}} \quad [15]$$

Avec :

N = nombre de germes totaux par ml de lait

X = nombre de colonies comptées dans 10^{-5}

Y = nombre de colonies comptées dans 10^{-6}

Z = nombre de colonies comptées dans 10^{-7}

n₁ = nombre de boîtes retenues où l'on compte entre 10 et 300 colonies à la première dilution

n₂ = nombre de boîtes retenues où l'on compte entre 10 et 300 colonies dans 10^{-6}

n₃ = nombre de boîtes retenues où l'on compte entre 10 et 300 colonies dans 10^{-7}

d = le facteur de dilution correspondant à la première dilution.

b) Recherche des coliformes totaux et fécaux [2]

Le dénombrement des coliformes ne nécessite pas de dilution. Dans ce cas, il faut ensemencer directement 1ml de lait cru dans deux boîtes de pétri stériles (l'une pour la recherche des CT et l'autre boîte pour les CF) en se servant d'une pipette stérile.

Il faut couler 10ml environ du milieu VRBA dans les boîtes de pétri pour bien mélanger puis laisser gélifier parfaitement en position horizontale. Dès que la solidification est parfaite, il faut couler au dessus de cette première couche une seconde couche du milieu non inoculé et laisser refroidir à nouveau.

Après gélification, il faut retourner les boîtes et incuber la première boîte à 37°C, température optimale pour la croissance de CT pendant 24 heures et, la deuxième à 44°C, température optimale pour la croissance de CF durant 24heures.

La lecture des résultats : les colonies rouges violacées ayant un diamètre de 0,5 à 1mm sont dénombrés à ce moment, elles sont considérées comme correspondant à des coliformes (CT et CF). On exprime leur nombre par 1ml de lait.

c) Recherche des levures et moisissures

La recherche des levures et moisissures dans le lait cru se fait en diluant la solution mère à 10^{-1} (Annexe VIII). Ensuite, on coule 10ml du milieu de culture OGY-Agar dans la boîte de pétri contenant la dilution à 10^{-1} et on agite pour bien mélanger. On laisse gélifier parfaitement en position horizontale.

Après gélification, il faut retourner la boîte et l'incuber dans cette position à une température de 25°C pendant cinq jours.

Au bout de cinq jours, nous dénombrons les levures et moisissures dans la boîte de pétri. Les levures se présentent sous forme de colonies blanches ou jaunes : si la dilution est à 10^{-1} , dans ce cas nous multiplions par 10^1 le nombre de levures lu. Tandis que les moisissures se présentent sous forme de ramification, le dénombrement se fait de la même manière que pour les levures.

2.7.1.2.5. Analyses des laits pasteurisés

Les germes recherchés dans le lait pasteurisé sont les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les levures et moisissures.

a) Recherche des germes totaux

Le dénombrement des germes totaux se fait de la même manière que pour le lait cru sauf pour la dilution. Pour le lait pasteurisé, nous réalisons une dilution à 10^{-3} et une à 10^{-4} (Annexe IX).

Pour la lecture des résultats, nous comptons le nombre des germes totaux se présentant sous forme de colonies blanches dans les deux boîtes de pétri. Pour calculer le nombre de germes par millilitre de lait, nous utilisons la formule suivante :

$$N = \frac{X + Y}{(n_1 + 0,1n_2)d}$$

Avec :

N = nombre de germes totaux par ml de lait

X = nombre de colonies comptées dans 10^{-3}

Y = nombre de colonies comptées dans 10^{-4}

n₁ = nombre de boîtes retenues à la première dilution 10^{-3}

n₂ = nombre de boîtes retenues à la dilution 10^{-4}

d = le facteur de dilution correspondant à la première dilution.

b) Recherche des coliformes totaux et fécaux

La recherche des coliformes dans le lait pasteurisé suit le même procédé que pour le lait cru.

c) Recherche des levures et moisissures

Nous n'effectuons plus de dilution pour la recherche des levures et moisissures dans le lait pasteurisé. On fait un ensemencement direct du lait pasteurisé de volume 1ml dans une boîte de pétri.

La lecture des résultats : compter les levures se présentant sous forme de colonies blanches ou jaunes ; et les moisissures se présentant sous forme de ramification. Nous exprimons le résultat par 1ml de lait pasteurisé.

2.7.1.2.6. Analyses des laits UHT

Pour les laits demi-écrémés, nous effectuons trois contrôles de chaque échantillon prélevé avant de les livrer aux consommateurs : le premier contrôle est effectué le jour de la production, le deuxième effectué le troisième jour après la production et le troisième est réalisé le septième jour après la production.

Par contre, pour les laits en sachet, nous n'avons effectué qu'un seul contrôle réalisé le jour de la production.

Les micro-organismes recherchés dans les laits UHT sont les germes totaux. Leur dénombrement ne nécessite plus de dilution parce que le lait a déjà subi deux types de traitements thermiques, donc normalement le lait UHT ne doit plus contenir de germes.

2.7.2. Les analyses physico-chimiques

Que ce soit du lait cru, pasteurisé ou stérilisé UHT, ils subissent tous les tests suivants. Avant chaque type de test, il faut homogénéiser le flacon contenant l'échantillon en agitant par retournements successifs répétés.

2.7.2.1. Le test du pH

Le pH du lait se mesure à l'aide du-pH-mètre (Figure 6) en plongeant son électrode dans l'échantillon de lait préalablement homogénéisé. La valeur du pH s'affiche à l'écran du pH-mètre. Le pH d'un lait normal varie de 6,6 à 6,8.



Figure 6 : Le pH-mètre

2.7.2.2. Le test d'acidité titrable

La mesure de l'acidité permet de savoir si les réactions d'acidification ont commencé : certaines bactéries présentes naturellement dans le lait transforment le lactose en acide lactique,

rendant ainsi le lait acide. Le niveau d'acidité est donc un indicateur de l'activité des bactéries lactiques et donc un indicateur de la qualité du lait. Cette acidité se mesure en Degré Dornic (°D) ou en Degré Soxhlet-Henkel (°SH).

A la sortie de la mamelle, le lait sain a une acidité naturelle comprise entre 16 et 18°D. A l'arrivée dans la laiterie, la mesure de l'acidité du lait permet de vérifier que la fermentation n'a pas commencé et que la charge microbienne n'est pas trop élevée.

Ce test se fait par titrage de l'acidité du lait par l'hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine comme indicateur coloré.

Les matériels utilisés pour la mesure de cette acidité sont un acidimètre, un bécher, une solution de soude de concentration N/4, une solution de phénophtaléine (indicateur coloré) normalement incolore mais devient rose en présence d'un acide.

Mode opératoire :

Dans un bécher, introduire 25ml de lait préalablement homogénéiser prélevé à l'aide d'une pipette ; y ajouter 3 ou 4 gouttes de la solution de phénolphtaléine. Remplir la colonne graduée de l'acidimètre de soude et positionner l'échantillon de lait à doser sous l'acidimètre. Titrer ensuite l'échantillon par la solution de soude à l'aide de l'acidimètre en remuant jusqu'au virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.

Résultat : Lire le volume de soude versé au moment de l'apparition de la couleur rose et interpréter.

Conversion : $1^{\circ}\text{SH} = 2,25^{\circ}\text{D}$

$1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g d'acide lactique par litre}$

2.7.2.3.Le test de stabilité des protéines avec l'alizarol

Ce test permet de détecter si le lait est caillé ou non. Les matériels utilisés pour cela sont le lait à analyser, une solution d'alizarol, 2 pipettes graduées, une capsule.

Mode opératoire :

Homogénéiser le flacon contenant l'échantillon et en pipeter 2cm^3 et le verser dans la capsule ; y ajouter 2cm^3 de solution d'alizarol en utilisant l'autre pipette ; bien secouer le mélange et observer la présence ou l'absence de flocons.

L'absence de flocons indique que le lait est normal. Par contre, la présence de flocons indique que le lait est acide, il y a une déstabilisation des protéines.

2.7.2.4. Le test de densité

La densité du lait est le rapport de la masse volumique avec celle de l'eau. Le test de densité permet de détecter s'il y a addition d'eau ou non dans le lait (mouillage) ou écrémage. Cette densité se mesure à l'aide d'un lactodensimètre et d'une éprouvette de 250ml, en plus du lait à analyser.

Mode opératoire :

Verser doucement l'échantillon de lait dans l'éprouvette (éviter la formation de mousse) ; introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette et le laisser se stabiliser et lire la graduation. Pour éviter des erreurs de lecture, il est nécessaire de se mettre bien en face du lactodensimètre, les yeux à la hauteur de la zone de lecture.

Lorsque la température obtenue n'est pas 15°C au cours de l'analyse, il est nécessaire de faire une correction de la densité en fonction de la température trouvée : par augmentation ou par diminution de la température (Annexe X).

Les résultats et les interprétations sont donnés dans le Tableau IX.

Tableau IX : Résultats et interprétations du test de densité du lait (Source : TIKO)

Lecture du lactodensimètre à 15°C	Interprétations
Inférieur à 1,030	Lait mouillé
1,030 à 1,034	Lait normal
Supérieur à 1,034	Lait écrémé

La valeur de la densité doit être comprise entre 1,030 et 1,034, en moyenne 1,032, indiquant un lait frais. La densité des laits riches en matières grasses se rapproche de 1,029, celle des laits pauvres en matières grasses avoisine 1,034. Un lait dans lequel on aurait rajouté de l'eau aura une valeur inférieure à 1,030.

Un lait est d'autant moins dense qu'il est plus riche en matières grasses ou qu'il est mouillé, et un lait est d'autant plus dense qu'il est moins riche en matières grasses.

Donc, si le lactodensimètre indique une densité inférieure à 1,030, c'est que soit le lait est très riche en matières grasses soit il a été mouillé. Et si le lactodensimètre indique une densité supérieure à 1,034, c'est que soit le lait a été écrémé, soit il est naturellement pauvre en matières grasses.

Le contrôle de la densité permet donc de déceler les falsifications : écrémage (augmente la densité) et mouillage (diminue la densité).

2.7.2.5. La teneur en matières grasses

Les matériels utilisés pour mesurer le taux de matières grasses du lait sont le lait à analyser, un butyromètre à lait et sa fermeture gerbale, poussoir, une pipette à lait de 11ml, un système automatique permettant de délivrer 10ml d'acide sulfurique H₂SO₄, un système automatique permettant de délivrer 1ml d'alcool amylique et une centrifugeuse.

Mode opératoire :

Verser 10ml d'acide sulfurique dans le butyromètre gradué ; homogénéiser en retournant doucement 3 ou 4 fois le récipient contenant l'échantillon de lait et en prélever à l'aide de la pipette 11ml du lait à analyser et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides ; introduire ensuite 1ml d'alcool amylique dans le butyromètre ; boucher le butyromètre avec la fermeture gerbale à l'aide d'un poussoir sans perturber son contenu ; agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé et 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 ; centrifuger durant 5 minutes. Au bout de cet instant, les matières grasses se séparent du liquide, c'est la partie surnageant huileuse, et il suffit de lire la graduation pour avoir la richesse en matières grasses du lait s'exprimant en %.

Le taux de matières grasses dans un lait se situe entre 3,5 et 4,5%.

2.7.2.6. Le taux de matière sèche ou extrait sec total

L'extrait sec total du lait exprime la teneur du lait en éléments secs.

Les matériels utilisés sont le lait à analyser, appareil de Sartorius, du sable fin, du papier aluminium.

Mode opératoire :

Avant d'utiliser l'appareil de Sartorius, nous devons d'abord l'étalonner : power + F1 (115°C) + ENTER + MODE (100%) + ENTER. Préparer le papier aluminium (10cm x 10cm), le mettre dans l'appareil de Sartorius. Tarer l'appareil en appuyant sur CF + ENTER. Peser 1g de sable, éparpiller le sable sur le papier aluminium. Tarer à nouveau l'appareil. Procéder ensuite à l'homogénéisation du lait. Peser 2 à 2,5g de lait, bien étaler, laisser l'appareil se stabiliser jusqu'à l'apparition de l'unité « gramme » à l'écran. Déshydrater à 115°C pendant quelques minutes. Il suffit de lire le résultat inscrit sur l'écran s'exprimant en %.

Habituellement, le taux de matières sèches s'élève entre 12,5 et 13%.

2.7.2.7. La cryoscopie

La connaissance du point de congélation est la méthode de loin la plus sûre pour avoir la certitude s'il y a eu falsification ou non par mouillage du lait.

Pour cela, les matériels utilisés sont le lait à analyser, un cryoscope (Figure 7), un tube cryoscopique.

Mode opératoire :

Préparer le lait en l'homogénéisant ; en verser dans le tube cryoscopique ; ensuite installer l'ensemble dans le cryoscope et presser **START CYCLE** pour démarrer l'appareil et attendre quelques instants.

Lire la valeur du point de congélation du lait inscrite sur l'écran du cryoscope.



Figure 7 : Le cryoscope

L'eau ajoutée au lait élève le point de congélation de sa valeur normale d'environ $-0,545^{\circ}\text{C}$, vers celui de l'eau pure (0°C) dans une mesure qui dépend de la proportion d'eau ajoutée. Ce point de congélation du lait peut varier de $-0,51$ à $-0,53^{\circ}\text{C}$ (en moyenne $-0,52^{\circ}\text{C}$), toute variation supérieure à $-0,52^{\circ}\text{C}$ étant un indice de mouillage [15].

L'Annexe XI résume les normes applicables à la qualité des laits crus, laits pasteurisés et lait UHT au sein de la société TIKO.

Troisième partie : RESULTATS

1. Résultats des enquêtes effectuées auprès des producteurs de lait dans la région du Vakinankaratra

1.1. Caractéristiques des exploitations enquêtées

1.1.1. L'étable

Dans les exploitations enquêtées, les étables sont construites soit en bois, soit en brique dont les effectifs sont donnés dans le Tableau X ci-dessous.

Tableau X : Répartition des exploitations selon la nature du bâtiment d'élevage

Zone	Etables construites en bois		Etables construites en brique		Etables construites en béton	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
CENTRE	7	43,75%	9	56,25%	0	0
NORD	5	62,5%	3	37,5%	0	0
OUEST	1	16,66%	5	83,33%	0	0

Dans le Centre et l'Ouest, la majorité des étables est construite en brique, respectivement 56,25% et 83,33%. Tandis que pour la zone Nord, 62,5% des étables sont encore en bois. Parmi les trente exploitations choisies, nous n'avons pas rencontré d'étables construites en béton.

1.1.2. Caractéristiques des troupeaux

1.1.2.1. Composition génétique du cheptel des exploitations enquêtées

Les entretiens effectués auprès des éleveurs nous ont permis de constater que les races des vaches exploitées dans les exploitations enquêtées sont de cinq types :

- une race pure de Pie Rouge Norvégienne ou PRN ;
- une race pure de vache Holstein ;
- une race pure de Zébu Malgache ;
- un hybride dont les parents croisés sont PRN et Holstein ;
- un hybride dont les parents croisés sont PRN et Zébu Malgache.

La Figure 8 ci-dessous représente le pourcentage des vaches laitières élevées dans les exploitations choisies dans les trois zones de la région du Vakinankaratra.

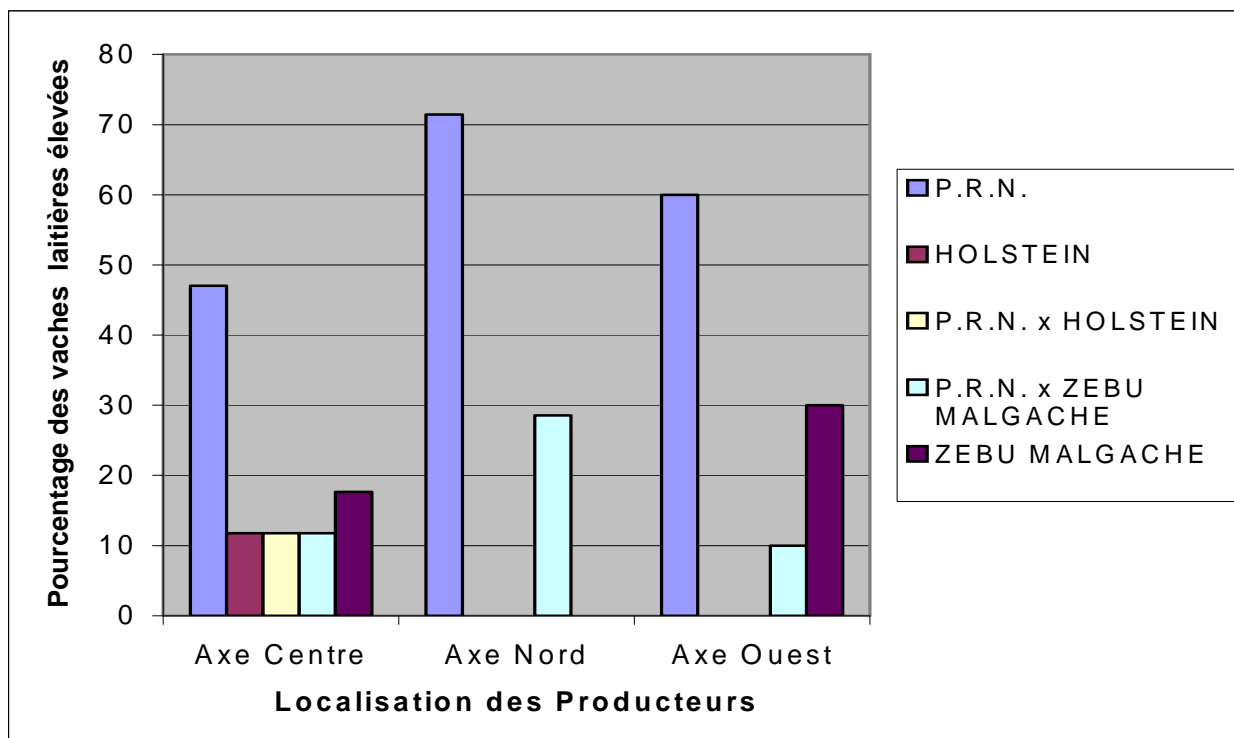


Figure 8 : Les races du cheptel des exploitations enquêtées

La Figure 11 nous montre que la majorité des vaches exploitées (au voisinage de 50%) dans les exploitations enquêtées dans les trois zones de la région de Vakinankaratra (Centre, Nord et Ouest) sont de bonne race laitière : PRN (47,05% dans le Centre, 71,42% dans le Nord et 60% dans l'Ouest).

Dans le Centre, nous avons également rencontré une autre bonne race laitière : le Holstein (11,76%), et un hybride de PRN et Holstein d'un pourcentage de 11,76%.

L'hybride de parents PRN et Zébu Malgache est rencontré dans les trois zones d'un pourcentage de 11,76% dans le Centre, 28,57% dans le Nord et 10% dans l'Ouest.

Même avec la présence de ces bonnes races de vache laitière, nous avons également trouvé des Zébus malgaches, des vaches de faible production laitière, avec 17,64% pour le Centre et 30% pour l'Ouest.

1.1.2.2. Les productions laitières journalières

Les productions laitières journalières de ces cinq types de vaches sont représentées dans la Figure 9 ci-dessous.

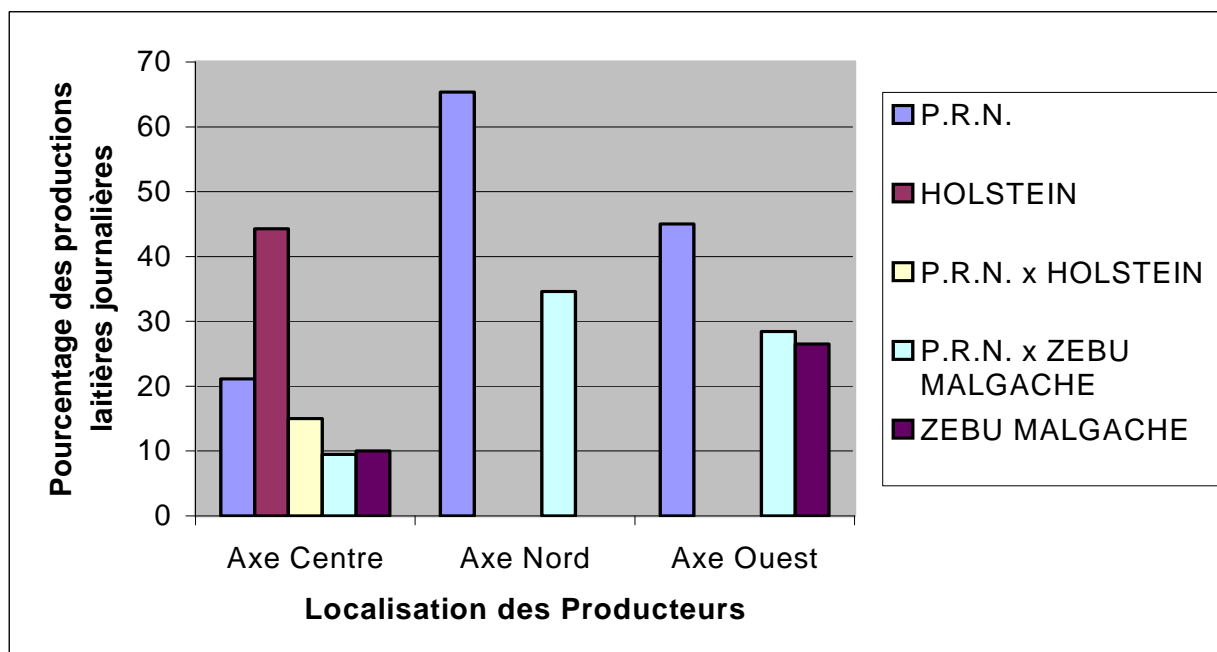


Figure 9 : Les productions laitières journalières

Pour l'axe Centre, la plus grande production laitière est attribuée à la race Holstein (44,3%), ensuite vient celle des PRN (21,16%), l'hybride de parents PRN et Holstein (15,03%), le Zébu malgache (10,02%) et l'hybride de parents PRN et Zébu malgache (9,49%).

Dans la zone Nord, la meilleure production laitière est celle de PRN (65,38%) et 34,62% pour l'hybride de parents PRN et Zébu malgache.

Dans le cas de la zone Ouest, la production laitière des PRN est de 45,02% qui est ensuite suivie par celle des hybrides de parents PRN et Zébu malgache (28,44%) et enfin par les zébus malgaches (26,54%).

1.1.3. La traite

Mode de traite :

Les 30 exploitants enquêtés (soit 100%) ne disposent pas encore de matériel de traite mécanique. La traite se fait entièrement manuellement, la mécanisation ne touche pas encore les éleveurs des exploitations enquêtées des trois zones (Centre, Nord et Ouest) de la région de Vakinankaratra.

Conduite hygiénique de la traite :

La conduite hygiénique de la traite chez ces éleveurs est encore très simple : le nettoyage de la mamelle se fait seulement en rinçant la mamelle avec de l'eau tiède, parfois cet acte s'accompagne d'une utilisation de détergent et est suivi ou non d'un essuyage avec du linge.

Lieu de traite :

17 exploitants ne disposent pas de lieu de traite, la traite s'effectue dans l'étable même. Par contre, le reste dispose d'un lieu réservé à la traite dans la cour en plein air.

Aussitôt après la traite, les éleveurs livrent tout de suite leur lait dans le centre de collecte le plus proche.

1.2. La conduite alimentaire

Les aliments des vaches laitières sont essentiellement d'origine végétale. Ce sont :

- les fourrages verts constitués surtout du genre *Lolium* (ray grass), genre *Avena sativa* (avoine), genre *Trifolium* (trèfle), genre *Chloris*, des fourrages verts sauvages de mauvaise qualité ;
- les pailles de riz ;
- la provende FIFAMANOR dont la composition est la suivante : 45kg de maïs, 12kg de son de blé, 8kg d'arachide, 6kg de poisson, 2kg de coquillage, 0,700g de sel.
- la provende Feed mill fabriquée par la société TIKO
- la provende artisanale
- racines et tubercules de nature navet
- sous-produits de céréales comme les sons de blé, les drêches de brasserie.

La Figure 10 ci-dessous présente la quantité moyenne journalière des aliments consommés par les vaches laitières pour chaque zone.

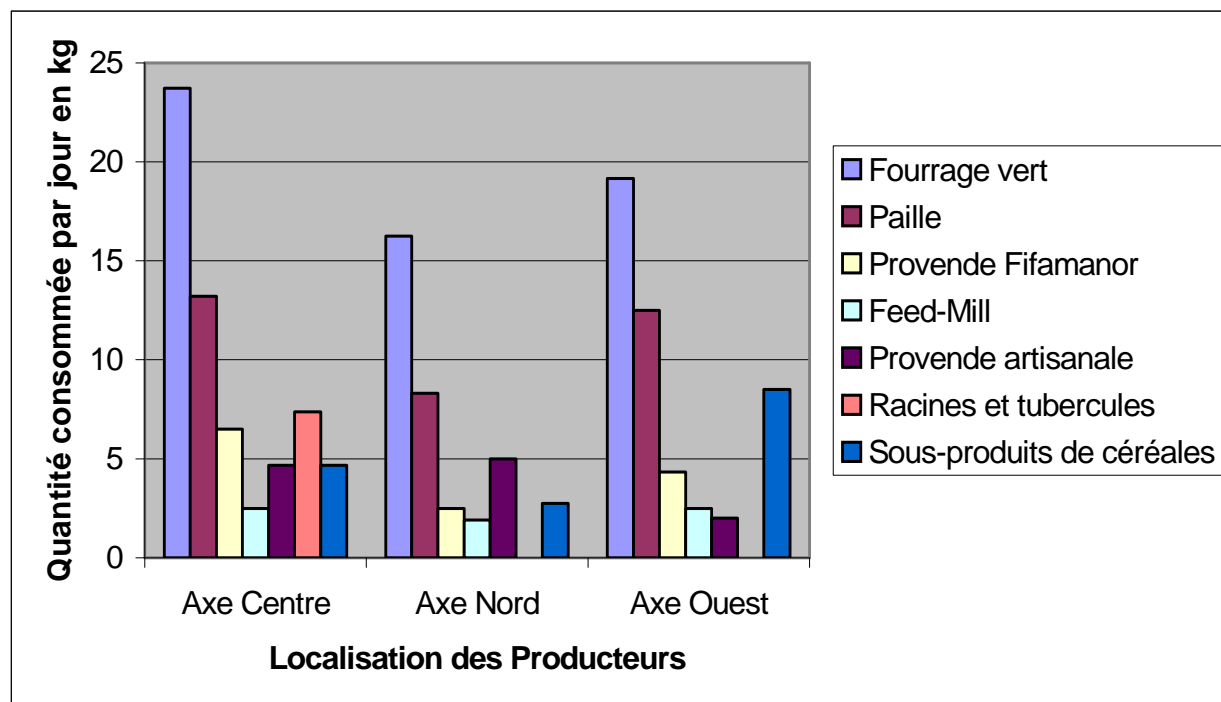


Figure 10 : Les aliments des vaches laitières

Dans la région du Vakinankaratra, pour les trois zones, les vaches laitières consomment en plus grande quantité des fourrages verts et des pailles de riz. La consommation de provendes est très basse, en moyenne inférieure à 5kg par jour. Dans le Centre d'Antsirabe, on note une consommation de navet de 7,37kg par jour. Tandis que pour l'Ouest, la consommation de sous-produits de céréales comme les drêches de brasserie est très élevée car elle est de 8,5kg par jour en moyenne.

2. Résultats des caractéristiques des laits crus

2.1. Résultats des analyses physico-chimiques (Annexes XII, XIV, XVI)

2.1.1. Variation du pH

La variation du pH des laits crus des producteurs, dans les tanks de réception et dans les camions provenant des trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XI ci-dessous.

Tableau XI : Variation du pH des laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	6,72	6,85	6,73
TANKS	6,76	6,85	6,78
CAMIONS	6,75	6,79	6,76

Pour les trois catégories de laits crus, nous observons que le pH des laits provenant du Centre et Ouest de la région du Vakinankaratra est légèrement plus acide par rapport à celui du Nord. Cependant, il n'y a pas encore un début d'acidification pour ces trois zones.

2.1.2. Variation de l'acidité

La variation de l'acidité des 3 catégories de laits crus dans les trois axes du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XII ci-dessous.

Tableau XII : Variation de l'acidité des laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	6,58	6,11	6,36
TANKS	6,3	6,1	6,2
CAMIONS	6,17	6,2	6,2

Les valeurs de l'acidité des 3 laits crus appartiennent dans les normes exigés par la société, ces valeurs varient de 6,11°SH à 6,58°SH pour le lait des producteurs, 6,1°SH à 6,3°SH pour le lait dans les tanks de réception dans les centres de collecte, et de 6,17°SH à 6,2°SH pour le lait dans les camions. Nous n'observons pas d'acidification.

2.1.3. Variation de la densité

La variation de la densité des laits crus dans les trois axes du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XIII ci-dessous.

Tableau XIII : Variation de la densité des laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	1,0321	1,0302	1,0309
TANKS	1,0306	1,0308	1,0302
CAMIONS	1,0312	1,0319	1,0316

Quelle que soit la provenance du lait, il appartient toujours dans la catégorie de lait normal concernant la densité malgré une valeur plus élevée pour le lait des producteurs du Centre de Vakinankaratra.

2.1.4. Variation du taux de matières grasses

La variation du taux de matières grasses des laits crus dans les trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XIV ci-dessous.

Tableau XIV : Variation du taux de matières grasses des laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	3,46	3,525	3,43
TANKS	3,57	3,95	3,25
CAMIONS	3,50	3,56	3,40

Les laits crus provenant de la zone Nord possèdent le taux de matières grasses le plus élevé par rapport aux deux autres zones, le Centre et l'Ouest du Vakinankaratra.

2.1.5. Variation de la teneur en extrait sec dégraissé

La variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits crus dans les trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XV ci-dessous.

Tableau XV : Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	8,53	8,99	8,69-
TANKS	8,5	8,75	8,46
CAMIONS	8,77	8,95	8,85

Les laits crus provenant de l'axe Nord semblent posséder la meilleure teneur en extrait sec dégraissé (8,99% pour les producteurs, 8,75% pour le lait des tanks et 8,95% pour les camions) par rapport aux deux autres zones, le Centre et l'Ouest.

2.1.6. Variation du point de congélation

La variation du point de congélation des laits crus dans les trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XVI ci-dessous.

Tableau XVI : Variation de la cryoscopie des laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	-519,8	-517,8	-512,1
TANKS	-510,2	-512	-509
CAMIONS	-518,5	-510,33	-512,5

Les valeurs cryoscopiques des laits crus dans l'Ouest et le Nord sont plus proches de celle de l'eau par rapport au Centre. Mais ces trois valeurs appartiennent à la norme exigée par la société.

2.2. Résultats des analyses microbiologiques (Annexes XIII, XV, XVII)

2.2.1. Nombre de germes totaux

La variation du nombre de germes totaux par ml de laits crus dans les trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XVII suivant.

Tableau XVII : Nombre de germes totaux par ml de laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	2,93.10 ⁶	1,5.10 ⁶	0,83.10 ⁶
TANKS	65.10 ⁶	12,5.10 ⁶	8.10 ⁶
CAMIONS	19,75.10 ⁶	18,66.10 ⁶	12,5.10 ⁶

Le nombre de germes totaux par ml de lait cru est très élevé dans le Centre, l'hygiène dans le Centre est médiocre par rapport aux deux autres axes, le Nord et l'Ouest.

2.2.2. Nombre de levures

Le nombre de levures par ml de laits crus des trois zones du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XVIII.

Tableau XVIII : Nombre de levures par ml de laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	saturé	83,62	saturé
TANKS	saturé	saturé	saturé
CAMIONS	saturé	saturé	saturé

Pour le lait des producteurs, une saturation de levures est observée dans le Centre et l'Ouest contre une moyenne de 83,62 seulement dans le Nord. Ces taux augmentent jusqu'à une saturation du taux de levures pour les laits provenant des tanks et des camions pour les trois zones.

2.2.3. Nombre de moisissures

Le nombre de moisissures par ml de laits crus des trois zones de la région du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XIX.

Tableau XIX : Nombre de moisissures par ml de laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	3,75	6,25	00
TANKS	32,5	saturé	00
CAMIONS	saturé	saturé	saturé

Le nombre de moisissures dans les laits crus des producteurs est le plus élevé pour le Nord (une moyenne de 6,25 moisissures/ml de lait), par contre nous n'observons pas de moisissures pour l'Ouest. Dans les tanks de réception, nous observons une saturation du taux de moisissures pour le lait provenant du Nord contre une absence pour l'Ouest.

2.2.4. Nombre de coliformes totaux

Le nombre de coliformes totaux par millilitre de laits crus dans les trois zones de la région du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XX suivant.

Tableau XX : Nombre de coliformes totaux par ml de laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	1	0,5	00
TANKS	27	5	53
CAMIONS	41,25	32,66	29,5

Le nombre de coliformes totaux dans les laits crus augmente au fur et à mesure que le lait passe des producteurs jusqu'à son arrivée à l'usine : chez les producteurs, ce taux est de 0 à 1 CT/ml de lait ; il augmente dans les tanks jusqu'à un maximum de 53 CT/ml de lait pour l'Ouest ; et de 29,5 à 41,25 CT/ml en moyenne pour le lait dans les camions.

2.2.5. Nombre de coliformes fécaux

Le nombre de coliformes fécaux par millilitre de laits crus dans les trois axes de la région du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XXI ci-après.

Tableau XXI : Nombre de coliformes fécaux par ml de laits crus

LAITS CRUS	CENTRE	NORD	OUEST
PRODUCTEURS	0,4375	00	00
TANKS	2,75	00	1,5
CAMIONS	02	03	01

Nous observons la présence de quelques coliformes fécaux dans les 3 catégories de laits crus : ce taux est presque nul pour les producteurs ; pour le lait dans les tanks de réception, nous avons trouvé 1,5 à 2,75 CF/ml de lait pour l'Ouest et le Nord et ce taux reste nul pour le Nord. Pour le lait dans les camions, nous avons trouvé 3 CF/ml pour le Nord, 2 pour le Centre et 1 pour l'Ouest.

3. Résultats des caractéristiques des laits pasteurisés

3.1. Résultats des analyses physico-chimiques (Annexes XVIII, XX)

3.1.1. Variation du pH

La variation du pH des laits pasteurisés des trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XXII.

Tableau XXII : Variation du pH des laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	6,78	6,78	6,81
ENTIER	6,81	6,77	-

A la fin de la pasteurisation, le lait des trois zones du Vakinankaratra possède un pH normal : pour le lait demi-écrémé, ces pH sont 6,78 pour le Centre, 6,785 pour le Nord et 6,81 pour l'ouest ; et pour le lait entier, ces pH sont 6,81 pour le Centre et 6,77 pour le Nord.

3.1.2. Variation de l'acidité

La variation de l'acidité des laits pasteurisés des trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XXIII.

Tableau XXIII : Variation de l'acidité des laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	6,15	6,25	6,2
ENTIER	6,25	6,20	-

D'après ce Tableau XXIII, l'acidité des laits pasteurisés demi-écrémés appartient à la norme exigée : pour le lait demi-écrémé, nous avons 6,15°SH pour le Centre, 6,25°SH pour le Nord et 6,2°SH pour l'Ouest ; pour le lait entier, la valeur de l'acidité est 6,25°SH pour le Centre et 6,20°SH pour le Nord.

3.1.3. Variation de la densité

La variation de la densité des laits pasteurisés des trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XXIV.

Tableau XXIV : Variation de la densité des laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	1,0304	1,0312	1,0306
ENTIER	1,0304	1,0297	-

Les laits des trois axes de la région du Vakinankaratra possèdent une densité dans les normes exigées par la société malgré l'existence d'une densité plus élevée pour le lait demi-écrémé provenant du Nord et l'existence d'une densité plus basse pour le lait entier provenant du Nord.

3.1.4. Variation du taux de matières grasses

La variation du taux de matières grasses du lait pasteurisé demi-écrémé est donnée dans le Tableau XXV.

Tableau XXV : Variation du taux de matières grasses des laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	1,4	1,45	1,45
ENTIER	2,98	3,05	-

Après la standardisation, le lait demi-écrémé des trois axes du Vakinankaratra possède un taux de matières grasses de 1,4 et 1,45%. Pour le lait entier, ce taux est de 2,98% pour le Centre et 3,05% pour le Nord.

3.1.5. Variation de la teneur en extrait sec dégraissé

La variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits pasteurisés demi-écrémés des trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XXVI.

Tableau XXVI : Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	8,85	8,91	8,90
ENTIER	8,80	8,85	-

La teneur en extrait sec dégraissé des laits pasteurisés demi-écrémés semble être la meilleure pour le Nord et l'Ouest (8,90% et 8,91%) par rapport au Centre (8,85%). C'est également le même cas pour les laits pasteurisés entiers : 8,85% pour le Nord et 8,80 pour le Centre.

3.1.6. Variation du point de congélation

La variation du point de congélation des laits pasteurisés demi-écrémés des trois zones du Vakinankaratra est donnée dans le Tableau XXVII.

Tableau XXVII : Variation du point de congélation des laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	-508	-516,5	-507
ENTIER	-513	-513	-

Pour le lait demi-écrémé, la cryoscopie est plus élevée pour le Nord (-516,5m°C) par rapport aux deux autres zones le Centre et l'Ouest (-508m°C et -507m°C). Pour le lait entier, la cryoscopie trouvée pour le Centre et le Nord reste le même, d'une valeur de -513m°C.

3.2. Résultats des analyses microbiologiques (Annexes XIX, XXI)

3.2.1. Nombre de germes totaux

Le nombre de germes totaux par ml de laits pasteurisés des trois zones du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XXVIII.

Tableau XXVIII : Nombre de germes totaux par ml de laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	33,5.10 ⁴	25,5.10 ⁴	15,5.10 ⁴
ENTIER	16.10 ⁴	14.10 ⁴	-

La zone possédant le nombre de germes totaux plus élevé est le Centre (33,5.10⁴/ml de lait demi-écrémé en moyenne et 16.10⁴/ml de lait entier), ensuite vient le Nord (25,5.10⁴/ml de lait demi-écrémé et 14.10⁴/ml de lait entier) puis le Ouest (15,5.10⁴/ml de lait).

3.2.2. Nombre de levures

Le nombre de levures par ml de laits pasteurisés des trois zones du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XXIX.

Tableau XXIX : Nombre de levures par ml de laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	54,5	43,5	19
ENTIER	65	38,5	-

Le nombre de levures dans le lait pasteurisé est plus élevé dans le Centre (54,5/ml de lait demi-écrémé et 65/ml de lait entier), ensuite vient le Nord et l'Ouest, respectivement 43,5/ml de lait et 19/ml de lait pour le lait demi-écrémé, et 38,5/ml de lait entier provenant du Nord.

3.2.3. Nombre de moisissures

Le nombre de moisissures par ml de laits pasteurisés demi-écrémés des trois zones du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XXX.

Tableau XXX : Nombre de moisissures par ml de laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	00	00	00
ENTIER	22,5	18	-

Les laits pasteurisés demi-écrémés ne présentent plus de moisissures à la fin de la pasteurisation. Tandis que pour les laits entier, nous avons recensé 22,5 moisissures/ml de lait en moyenne pour l'axe Centre et 18 moisissures/ml de lait pour le Nord.

3.2.4. Nombre de coliformes totaux

Le nombre de coliformes totaux par ml de laits pasteurisés des trois zones du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XXXI.

Tableau XXXI : Nombre de coliformes totaux par ml de laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	00	00	00
ENTIER	00	00	-

Nous n'avons plus trouvé de coliformes totaux dans les laits pasteurisés des trois zones du Vakinankaratra.

3.2.5. Nombre de coliformes fécaux

Le nombre de coliformes fécaux par ml de laits pasteurisés dans les gardes tanks des trois zones du Vakinankaratra est donné dans le Tableau XXXII.

Tableau XXXII : Nombre de coliformes fécaux par ml de laits pasteurisés

LAITS PASTEURISES	CENTRE	NORD	OUEST
DEMI-ECREME	00	00	00
ENTIER	00	00	-

Nous ne trouvons plus de coliformes fécaux dans les laits pasteurisés demi-écrémé et en sachet à la fin de la pasteurisation pour les trois zones du Vakinankaratra.

4. Résultats des caractéristiques des laits UHT

4.1. Résultats des analyses physico-chimiques des débuts productions

4.1.1. Zone Centre de la région du Vakinankaratra

Le Tableau XXXIII ci-après nous donne les caractéristiques physico-chimiques des débuts productions des laits demi-écrémé et entier de la zone Centre.

Tableau XXXIII : Caractéristiques physico-chimiques des débuts productions du Centre

LAIT UHT	pH	Acidité	Densité	Cryoscopie	MG
DEMI-ECREME	6,61	6,25	1,030	-505,5	1,4
ENTIER	6,60	6,25	1,0295	-507	2,85

4.1.2. Zone Nord de la région du Vakinankaratra

Le tableau XXXIV nous donne les caractéristiques physico-chimiques des débuts productions des laits demi-écrémé et entier de l'axe Nord.

Tableau XXXIV : Caractéristiques physico-chimiques des débuts productions du Nord

LAIT UHT	pH	Acidité	Densité	Cryoscopie	MG
DEMI-ECREME	6,63	6,4	1,030	-512	1,4
ENTIER	6,645	6,3	1,0275	-502,5	2,9

4.1.3. Zone Ouest de la région du Vakinankaratra

Le Tableau XXXV nous montre les caractéristiques physico-chimiques des débuts productions des laits demi-écrémés de la zone Ouest.

Tableau XXXV : Caractéristiques physico-chimiques des débuts productions de l'Ouest

LAIT UHT	pH	Acidité	Densité	Cryoscopie	MG
DEMI-ECREME	6,595	6,35	1,030	-507	1,45
ENTIER	-	-	-	-	-

4.1.4. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques des débuts productions des laits DE et LS

Que ce soit du lait DE ou du LS, le lait venant de l'Ouest est légèrement plus acide (pH=6,59) par rapport à la norme exigée par la société, ensuite celui du Centre (pH=6,61 et 6,60) et enfin celui du Nord (pH=6,63 et 6,64).

Le lait DE des trois axes de la région du Vakinankaratra est normal (densité : 1,030). Tandis que pour le lait en sachet, le lait venant de l'axe Nord est légèrement mouillé (densité : 1,0275) par rapport à celui du Centre (densité : 1,0295).

Le taux de matières grasses des laits DE des trois axes varie entre 1,4 et 1,45%. Dans le cas des LS, le taux de matières grasses pour le Centre est 2,85% et pour le Nord ce taux est 2,9%

4.2. Contrôles du pH

4.2.1. Lait demi-écrémé

4.2.1.1.Axe Centre

Pour pouvoir suivre l'évolution du pH des laits demi-écrémés, nous avons prélevé des échantillons provenant deux productions différentes pour l'axe Centre, dont la variation du pH correspondant à la production n°1 de lait demi-écrémé est donnée dans le Tableau XXXVI ci-dessous.

Tableau XXXVI : Variation du pH de la production n°1 de lait demi-écrémé

Echantillons	1^{er} contrôle	2^{ème} contrôle	3^{ème} contrôle
DP 9 ^h 24	6,66	6,63	6,61
9 ^h 44	6,65	6,62	6,60
DRS 9 ^h 50	6,65	6,62	6,60
DR 9 ^h 55	6,65	6,62	6,60
10 ^h 17	6,65	6,62	6,60
10 ^h 37	6,65	6,62	6,60
10 ^h 57	6,65	6,61	6,59
DR 11 ^h 12	6,65	6,61	6,59
FP 11 ^h 30	6,66	6,63	6,61
Moyenne	6,652	6,62	6,60

D'après ce tableau XXXVI, le pH du premier jour de la production varie entre 6,66 et 6,65 qui tend à diminuer vers le troisième et le septième jour qui varient respectivement de 6,61 à 6,63 et 6,61 à 6,59.

La variation du pH de la deuxième production de lait demi-écrémé est donnée dans le Tableau XXXVII ci-dessous.

Tableau XXXVII : Variation du pH de la production n°2 de lait demi-écrémé

Echantillons	1^{er} contrôle	2^{ème} contrôle	3^{ème} contrôle
DP 9 ^h 04	6,68	6,64	6,62
DR 9 ^h 19	6,68	6,64	6,62
9 ^h 39	6,68	6,63	6,62
DR 9 ^h 54	6,67	6,61	6,61
10 ^h 14	6,67	6,61	6,60
DR 10 ^h 30	6,67	6,61	6,60
10 ^h 50	6,67	6,61	6,60
DRS 10 ^h 59	6,68	6,62	6,60
DR 11 ^h 12	6,68	6,62	6,60
FP 11 ^h 16	6,68	6,61	6,60
Moyenne	6,67	6,62	6,607

Les pH des laits demi-écrémés de la production n°2 au premier contrôle sont 6,67 et 6,68 qui tendent à diminuer lors des contrôles du troisième et septième jour, respectivement de 6,61 à 6,64 et de 6,60 à 6,62.

4.2.1.2.Axe Nord

La variation du pH de cette production n°3 de lait demi-écrémé de la zone Nord est donnée dans le Tableau XXXVIII.

Tableau XXXVIII : Variation du pH de la production n°3 de lait demi-écrémé

Echantillons	1^{er} contrôle	2^{ème} contrôle	3^{ème} contrôle
DP 9 ^h 00	6,65	6,64	6,62
9 ^h 20	6,64	6,63	6,60
DR 9 ^h 35	6,64	6,62	6,60
9 ^h 55	6,64	6,61	6,59
DR 10 ^h 11	6,64	6,61	6,59
10 ^h 31	6,64	6,61	6,59
DRS 10 ^h 40	6,64	6,61	6,59
DR 10 ^h 45	6,64	6,61	6,59
FP 11 ^h 05	6,65	6,62	6,59
Moyenne	6,64	6,61	6,59

D'après ce tableau XXXVIII, les pH des laits demi-écrémés de la production n°3 sont 6,64 et 6,65, ils tendent à diminuer lors des second et troisième contrôles qui sont respectivement de 6,61 à 6,64 et de 6,59 à 6,62, de moyenne 6,61 et 6,59

4.2.1.3.Axe Ouest

Des échantillons de deux productions de lait demi-écrémé provenant de l'axe Ouest ont été prélevés dont la variation du pH de la quatrième production est donnée dans le Tableau XXXIX.

Tableau XXXIX : Variation du pH de la production n°4 de lait demi-écrémé

Echantillons	1^{er} contrôle	2^{ème} contrôle	3^{ème} contrôle
DP 8 ^h 54	6,60	6,60	6,60
9 ^h 14	6,61	6,61	6,61
DR 9 ^h 30	6,60	6,60	6,60
11 ^h 45	6,62	6,60	6,60
DRS 11 ^h 51	6,64	6,60	6,60
DR 11 ^h 56	6,64	6,61	6,60
12 ^h 21	6,64	6,61	6,60
DR 12 ^h 37	6,64	6,60	6,60
FP 12 ^h 54	6,62	6,60	6,59
Moyenne	6,62	6,60	6,60

Les valeurs du pH des trois contrôles de cette production sont respectivement de 6,60 à 6,64 avec une moyenne de 6,62 ; de 6,60 à 6,61 avec une moyenne de 6,60 et de 6,59 à 6,60 avec une moyenne de 6,60.

La variation du pH de la production n°5 de lait demi-écrémé de la zone Ouest est représentée dans le Tableau XL.

Tableau XL : Variation du pH de la production n°5 de lait demi-écrémé

Echantillons	1^{er} contrôle	2^{ème} contrôle	3^{ème} contrôle
DP 8 ^h 49	6,62	6,62	6,58
DR 9 ^h 06	6,61	6,62	6,57
9 ^h 26	6,61	6,61	6,57
DR 9 ^h 40	6,61	6,60	6,57
10 ^h 06	6,61	6,59	6,57
DR 10 ^h 16	6,61	6,59	6,57
10 ^h 36	6,61	6,59	6,57
DRS 10 ^h 49	6,61	6,59	6,57
DR 10 ^h 52	6,61	6,58	6,58
FP 10 ^h 54	6,62	6,58	6,58
Moyenne	6,61	6,59	6,57

Au cours de cette production n°5 de lait demi-écrémé, le contrôle du premier jour nous montre des valeurs du pH de 6,61 et 6,62 de moyenne 6,61. Ceux du deuxième contrôle sont 6,58 et 6,62 avec une moyenne de 6,59. Enfin, le contrôle du septième jour après la production nous donne un pH variant de 6,57 à 6,58 de moyenne 6,57.

4.2.2. Lait entier

4.2.2.1.Axe Centre

Nous avons prélevé des échantillons de deux productions différentes de lait en sachet de l'axe Centre. La variation du pH correspondant à la première production est donnée dans le Tableau XLI.

Tableau XLI : Variation du pH de la production n°1 de lait en sachet

Echantillons	pH
DP TB 13 ^h 15	6,63
DP TA 13 ^h 15	6,61
13 ^h 45	6,61
DR TA 14 ^h 16	6,60
DR TB 14 ^h 24	6,60
14 ^h 54	6,56
15 ^h 24	6,58
DR TA 16 ^h 07	6,64
DR TB 16 ^h 07	6,64
DR TB 16 ^h 14	6,63
16 ^h 37	6,63
FP 17 ^h 43	6,62
Moyenne	6,61

En ce qui concerne cette production n°1 de lait en sachet, le pH varie de 6,56 à 6,64 avec une moyenne de 6,61.

La variation du pH correspondant à la deuxième production de lait en sachet est représentée dans le Tableau XLII.

Tableau XLII : Variation du pH de la production n°2 de lait en sachet

Echantillons	pH
DP TA 11 ^h 30	6,60
DP TB 11 ^h 42	6,59
DR TA 11 ^h 45	6,59
DR TB 11 ^h 51	6,59
12 ^h 21	6,63
12 ^h 51	6,63
DR TB 13 ^h 42	6,61
DR TA 13 ^h 44	6,61
14 ^h 14	6,60
DR TB 14 ^h 48	6,62
DR TB 15 ^h 04	6,60
15 ^h 37	6,60
DR TB 16 ^h 25	6,60
FP 16 ^h 38	6,68
Moyenne	6,61

Le pH de cette production n°2 varie de 6,59 à 6,68 avec une moyenne de 6,61.

4.2.2.2.Axe Nord

Pour l'axe Nord, nous avons également prélevé des échantillons de lait en sachet de deux productions différentes, la variation du pH de cette production n°3 est donnée dans le Tableau XLIII.

Tableau XLIII : Variation du pH de la production n°3 de lait en sachet

Echantillons	pH
DP TA 11 ^h 20	6,67
DP TB 11 ^h 40	6,67
12 ^h 10	6,62
DR TB 12 ^h 25	6,65
DR TA 12 ^h 31	6,64
13 ^h 01	6,62
13 ^h 31	6,62
14 ^h 01	6,62
DR TB 14 ^h 15	6,62
DR TA 14 ^h 25	6,62
14 ^h 55	6,62
15 ^h 25	6,62
15 ^h 55	6,62
DR TB 16 ^h 10	6,62
DR TA 16 ^h 12	6,61
FP 16 ^h 15	6,62
Moyenne	6,628

Les pH de cette production varient entre 6,61 et 6,67, avec une moyenne de 6,628.

La variation du pH de la production n°4 de lait en sachet est représentée dans le Tableau XLIV ci-après.

Tableau XLIV : Variation du pH de la production n°4 de lait en sachet

Echantillons	pH
DP TB 9 ^h 14	6,64
DP TA 9 ^h 14	6,63
DR TB 9 ^h 28	6,63
9 ^h 58	6,64
10 ^h 28	6,64
DR TB 10 ^h 58	6,64
DR TA 11 ^h 20	6,64
FP 11 ^h 25	6,64
Moyenne	6,63

Le test du pH de cette production nous donne des valeurs entre 6,63 et 6,64 avec une moyenne de 6,63.

4.3. Contrôles microbiologiques

4.3.1. Lait demi-écrémé

4.3.1.1. Axe Centre

Le nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°1 de l'axe Centre est donné dans le Tableau XLV.

Tableau XLV : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°1

Echantillons	1 ^{er} contrôle	2 ^{ème} contrôle	3 ^{ème} contrôle
DP 9 ^h 24	00	00	02aé, 01anaé
9 ^h 44	00	01anaé, 01aé	01aé, 02anaé
DRS 9 ^h 50	00	00	00
DR 9 ^h 55	01aé	01aé	01aé
10 ^h 17	01aé	00	01aé, 01anaé
10 ^h 37	00	00	00
10 ^h 57	00	00	02aé
DR 11 ^h 12	01aé	02anaé	04aé
FP 11 ^h 30	00	01aé, 02anaé	01aé, 03anaé

D'après ce Tableau XLV, au premier jour de la production, nous observons la présence de trois germes aérobies ; lors du deuxième contrôle, nous avons trouvé cinq germes anaérobies, trois aérobies ; pour le troisième contrôle, nous avons douze germes aérobies, sept germes anaérobies.

Le nombre de germes présents par ml de laits demi-écrémés de la production n°2 de l'axe Centre est donné dans le Tableau XLVI.

Tableau XLVI : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°2

Echantillons	1 ^{er} contrôle	2 ^{ème} contrôle	3 ^{ème} contrôle
DP 9 ^h 04	0	0	0
DR 9 ^h 19	01aé	0	02aé
9 ^h 39	01aé	01aé	0
DR 9 ^h 54	0	0	0
10 ^h 14	02aé	0	03aé
DR 10 ^h 30	01anaé	0	01aé, 01anaé
10 ^h 50	01aé	0	01aé
DRS 10 ^h 59	01aé	0	0
DR 11 ^h 12	0	0	0
FP 11 ^h 16	0	01aé	0

Le jour de la production, nous observons la présence de six germes aérobies, 1 germe anaérobie. Trois jours après la production, nous lisons seulement la présence de deux germes aérobies. Le contrôle du septième jour donne le résultat sept germes aérobies, et un germe anaérobie.

4.3.1.2.Axe Nord

Pour l'axe Nord, le nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°3 est donné dans le Tableau XLVII.

Tableau XLVII : Nombres de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°3

Echantillons	1 ^{er} contrôle	2 ^{ème} contrôle	3 ^{ème} contrôle
DP 9 ^h 00	0	0	0
9 ^h 20	03aé	0	0
DR 9 ^h 35	0	0	0
9 ^h 55	01aé	0	01aé
DR 10 ^h 11	01anaé	01aé	0
10 ^h 31	0	01aé	0
DRS 10 ^h 40	0	0	01aé
DR 10 ^h 45	0	0	0
FP 11 ^h 05	01aé	0	0

Le jour de la production, nous avons recensé cinq germes aérobies, et un germe anaérobie ; pour le deuxième contrôle, nous avons deux germes aérobies ; et enfin, pour le contrôle du septième jour après la production, nous avons la présence de 2 germes aérobies.

4.3.1.3.Axe Ouest

Le nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°4 de l'axe Ouest est donné dans le Tableau XLVIII.

Tableau XLVIII : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°4

Echantillons	1 ^{er} contrôle	2 ^{ème} contrôle	3 ^{ème} contrôle
DP 8 ^h 54	01anaé	01anaé, 01aé	00
9 ^h 14	00	00	00
DR 9 ^h 30	00	00	00
11 ^h 45	00	Développement	03anaé
DRS 11 ^h 51	01anaé	00	00
DR 11 ^h 56	00	00	00
12 ^h 21	01anaé	00	00
DR 12 ^h 37	00	00	00
FP 12 ^h 37	03anaé, 01aé	01aé	02anaé

Huit germes anaérobies et un aérobie ont été dénombrés au cours du premier contrôle de cette production n°4 de lait demi-écrémé. Le contrôle du troisième nous indique la présence d'un germe anaérobie, deux germes aérobies et d'un germe en développement. Pour le troisième contrôle, nous observons la présence de cinq germes anaérobies.

En ce qui concerne la production n°5 de laits demi-écrémés, le nombre de germes par ml de chaque échantillon est donné dans le Tableau XLIX.

Tableau XLIX : Nombre de germes par ml de laits demi-écrémés de la production n°5

Echantillons	1 ^{er} contrôle	2 ^{ème} contrôle	3 ^{ème} contrôle
DP 8 ^h 49	00	00	00
DR 9 ^h 06	00	00	00
9 ^h 26	00	00	01aé
DR 9 ^h 40	00	00	01aé
10 ^h 06	00	00	00
DR 10 ^h 16	00	01aé	00
10 ^h 36	00	00	00
DRS 10 ^h 49	00	00	00
DR 10 ^h 52	00	00	00
FP 10 ^h 54	02aé	00	00

Au cours de cette production n°5 de laits demi-écrémés, le premier contrôle du nombre de germes présents par ml de lait, nous observons deux germes aérobies vers la fin de la production. Le deuxième contrôle nous indique la présence d'un germe aérobie à 10^h16. Pour le troisième contrôle, nous observons la présence de 2 germes aérobies.

4.3.2. Lait entier

4.3.2.1.Axe Centre

Le nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°1 de la zone centrale de la région du Vakinankaratra est donné dans le Tableau L.

Tableau L : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°1

Echantillons	Taux de germes totaux
DP TB 13 ^h 15	0
DP TA 13 ^h 15	0
13 ^h 45	0
DR TA 14 ^h 16	0
DR TB 14 ^h 24	0
14 ^h 54	0
15 ^h 24	0
DR TA 16 ^h 07	0
DR TB 16 ^h 07	0
DR TB 16 ^h 14	01aé
16 ^h 37	01anaé
FP 17 ^h 43	01anaé

Un germe aérobie, deux germes anaérobies ont été trouvés à partir de 16^h14 jusqu'à la fin de cette production n°1 de lait en sachet.

Le nombre de germes par millilitre de laits en sachet de la production n°2 est donné dans le Tableau LI ci-dessous.

Tableau LI : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°2

Echantillons	Taux de germes totaux
DP TA 11 ^h 30	0
DP TB 11 ^h 42	0
DR TA 11 ^h 45	0
DR TB 11 ^h 51	0
12 ^h 21	0
12 ^h 51	0
DR TB 13 ^h 42	0
DR TA 13 ^h 44	0
14 ^h 14	0
DR TB 14 ^h 48	0
DR TB 15 ^h 04	0
15 ^h 37	01aé
DR TB 16 ^h 25	0
FP 16 ^h 38	0

Dans cette production n°2 de lait en sachet, nous observons un seul germe aérobie vers 15^h37.

4.3.2.2.Axe Nord

Le nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°3 de l'axe Nord est donné dans le Tableau LII.

Tableau LII : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°3

Echantillons	Taux de germes totaux
DP TA 11 ^h 20	01aé
DP TB 11 ^h 40	01anaé
12 ^h 10	00
DR TB 12 ^h 25	00
DR TA 12 ^h 31	00
13 ^h 01	00
13 ^h 31	00
14 ^h 01	01aé
DR TB 14 ^h 15	00
DR TA 14 ^h 25	00
14 ^h 55	00
15 ^h 25	00
15 ^h 55	01aé
DR TB 16 ^h 10	10anaé
DR TA 16 ^h 12	00
FP 16 ^h 15	Développement

Le dénombrement de germes totaux au cours de cette production n°3, nous remarquons la présence de 3 germes aérobies, 11 germes anaérobies et un germe en développement.

Le nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°4 est donné dans le Tableau LIII ci-après.

Tableau LIII : Nombre de germes par ml de laits en sachet de la production n°4

Echantillons	Taux de germes totaux
DP TB 9 ^h 14	00
DP TA 9 ^h 14	00
DR TB 9 ^h 28	00
9 ^h 58	00
10 ^h 28	00
DR TB 10 ^h 58	00
DR TA 11 ^h 20	00
FP 11 ^h 25	00

Au cours de cette production n°4 de laits en sachet, nous observons l'absence de germes dans le lait.

Quatrième partie : DISCUSSION

Au cours de la collecte d'informations auprès des producteurs du Groupe TIKO, plusieurs facteurs pouvant influencer la qualité de lait cru ont été relevés. Par exemple, l'hygiène des locaux, l'hygiène des aliments, l'état sanitaire des animaux laitiers, les conditions hygiéniques de traite, les conditions de stockage du lait, le délais d'acheminement du lait vers les centres de collecte et vers la laiterie. Pourtant ces pratiques d'hygiène restent encore très vagues pour les éleveurs de la région du Vakinankaratra.

Le non suivi des bonnes pratiques d'hygiène peut être dû à l'ignorance et/ou au manque de moyens financiers des producteurs. Cela peut être également dû au manque de rigueur des différents acteurs de la collecte du lait.

Concernant la race des vaches élevées, quelle que soit la zone dans la région du Vakinankaratra, nous avons constaté la domination de la bonne race bovine laitière pie rouge norvégienne et les éleveurs commencent à adopter l'élevage de ces animaux laitiers, connaissant les bénéfices qu'ils pourront apporter. Cette composition génétique du cheptel des exploitations enquêtées peut être considérée comme la cause de la quantité élevée de production laitière journalière de chaque zone du Vakinankaratra. Exemple : pour l'axe Centre, l'essentiel de la production laitière vient de la race holstein. Celle de la zone Nord et Ouest est attribuée à la race bovine pie rouge norvégienne. Les faibles productions des trois zones sont attribuées aux races zébu malgache et rana.

En effet, en 6 mois de lactation, la race bovine zébu malgache, importée des Indes, n'est capable de produire que 270 à 360 litres de lait par lactation ; les rana, résultat de croisement entre femelles zébus malgaches et mâles de races taurines d'importation (pie rouge, pie noire, frisonne), possèdent une capacité de production laitière assez élevée par rapport aux zébus autochtones. Cette productivité est d'environ 1680 litres ; les races améliorées à haut degré de croisement possèdent une production proche de la race pure, et les races pures (pie rouge norvégienne, holstein) possèdent une capacité de production laitière pouvant atteindre jusqu'à 3120 litres.

A la traite, les éleveurs de la région du Vakinankaratra ne participent pas encore à la mécanisation. Pour pouvoir disposer de machines à traire, ils doivent fournir un effort considérable et l'utilisation de machine peut signifier la grandeur de la ferme.

Nous avons constaté que l'hygiène de la mamelle avant la traite reste encore médiocre chez les éleveurs. Pour cela, ils font un simple lavage à l'eau tiède, rarement avec détergent ou eau javellisée suivi par un essuyage.

Les résultats d'enquête effectuée auprès des 30 producteurs du Vakinankaratra, ont montré qu'il y a une faible quantité et une mauvaise qualité de la ration alimentaire journalière des vaches laitières. De leur côté, les producteurs ont affirmé que l'aliment du bétail représente le coût le plus important pour eux et que le paiement du lait livré à la société TIKO ne se fait pas régulièrement comme ce qui a été prévu dans les accords. Les éleveurs peuvent également ne pas connaître la bonne ration alimentaire appropriée (quantité et qualité) des animaux laitiers.

Au cours de la réalisation de ce travail, nous avons contacté un spécialiste en statistiques pour nous aider à réaliser les études statistiques de toutes les données obtenues au cours des travaux de terrain pour voir si les variations physico-chimiques et bactériologiques dans le lait cru sont significatives ou non. D'après ce spécialiste, cette étude n'est pas faisable en raison d'un nombre très bas du nombre d'échantillons prélevés par manque de temps pour les travaux dans les centres de collecte.

Durant notre étude, nous avons effectué des prélèvements de laits crus dans les trois zones du Vakinankaratra : le Centre, le Nord et l'Ouest. D'après les résultats des analyses physico-chimiques de ces laits obtenus, nous avons observé que le pH et l'acidité des laits crus sont normaux pour les trois zones, et il n'y a pas de début d'acidification des laits. En effet, à côté des mauvaises pratiques d'hygiène venant des producteurs, la livraison de laits dans les centres de collecte se fait tout de suite après la traite pour que le lait puisse être refroidi à une température inférieure à 4°C dans les tanks de réception, et cela peut éviter le caillage du lait qui se traduit par un lait acide avec un pH faible. De plus, seul le lait livré par les producteurs ayant réussi aux deux tests (test de densité et test de stabilité des protéines avec l'alizarol c'est-à-dire conforme aux normes exigées par la société) sera accepté.

Parmi ces trois zones, la qualité du lait cru collecté dans les tanks des centres de collecte ou dans les camions-citernes semble être la meilleure dans la zone Nord par rapport à celle des deux autres zones (Centre et Ouest). La teneur en matières grasses nous permet de renforcer cette comparaison. En observant la qualité de la ration alimentaire journalière des vaches laitières des 30 producteurs, nous voyons que les aliments donnés sont presque identiques. Du point de vue quantité, nous distinguons la différence entre les quantités de sous-produits de céréales données

aux animaux pour les trois zones : plus précisément les drêches de brasserie. La différence entre la teneur en matières grasses du lait peut donc résider dans la quantité de drêches fournie aux animaux. Pour le Nord de la région, les vaches obtiennent une petite quantité de drêches entraînant un taux élevé de matières grasses dans le lait. Par contre, dans les zones Centre et Ouest, les animaux reçoivent une alimentation avec une quantité élevée de drêches, ce qui affaiblit le taux de matières grasses. En effet, les drêches permettent d'accroître la productivité en lait de la vache mais en outre nous observons une diminution des teneurs en matières grasses du lait en cas de surplus de drêches dans la ration (au-delà de 10Kg de drêches par vache par jour) [5]. En somme, l'alimentation trop élevée de la vache en drêches diminue la qualité du lait.

Pour le lait des producteurs, rappelons que le prélèvement d'échantillons a été effectué au pis de la vache, donc d'après les valeurs des points de congélation nous pouvons constater que le lait est de mauvaise qualité pour l'Ouest. Pour le lait dans les tanks de réception des centres de collecte et dans les camions, ces valeurs semblent augmenter par rapport à celles des producteurs, traduisant un risque de mouillage.

Toutes les valeurs physico-chimiques des laits crus, malgré l'existence des hauts et des bas, se trouvent toujours dans les normes exigées par la société TIKO.

L'analyse bactériologique des laits en provenance des trois zones de la région du Vakinankaratra montre que ces laits contiennent différents germes. Les germes identifiés dans le lait sont : les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les levures et moisissures.

Une augmentation du taux des germes totaux est observée depuis le pis jusqu'à l'usine à travers différents matériels de tous les responsables de collecte du lait. Les germes totaux et les coliformes sont un des indicateurs de la qualité hygiénique du lait.

Les résultats concernant le taux de germes dans les laits crus nous montrent que l'hygiène et la qualité microbiologique du lait sont déplorables dans le Centre de la région. Ceci peut être dû par la concentration des populations dans cet endroit, accroissant ainsi la pollution de l'air de l'environnement. Ensuite viennent le Nord puis l'Ouest, les villes dans ces zones s'éloignent un peu de la pollution du centre ville d'Antsirabe.

Cependant, pour les trois zones, la contamination du lait peut provenir de la souillure du lait survenue au cours de la traite par utilisation de matériels de traite malpropres, ou bien lors du transport dans des récipients vers le centre de collecte lorsqu'ils ne sont pas couverts. Ces taux élevés de germes dans le lait peuvent également provenir de la durée du transport des laits vers le centre de collecte à cause de l'éloignement entre le producteur et le centre.

A côté de toutes ces variations physico-chimiques des laits crus (surtout pour la teneur en matières grasses), nous pouvons constater qu'il n'y a pas de variations dans les laits pasteurisés et les produits finis UHT. L'absence de ces variations est due à la standardisation en matières grasses, au cours de laquelle nous obtenons un lait demi-écrémé à 1,5% de matières grasses et un lait entier à 3% de matières grasses. L'obtention de ces valeurs nous indique une efficacité de la standardisation, un procédé de haute technologie utilisé par la société TIA.

A partir des résultats des analyses microbiologiques des laits crus dans les camions-citernes arrivés à l'usine TIA, nous remarquons que nous avons un taux élevé de micro-organismes rendant le lait impossible à la consommation humaine.

Au sein de la laiterie, c'est la pasteurisation qui s'occupe en premier lieu du traitement thermique du lait pendant un temps convenable afin de détruire la totalité de la flore pathogène, la presque totalité de sa flore banale tout en s'efforçant de garder la structure du lait.

Dans les laits crus dans les camions, le taux de germes totaux est de l'ordre de 10^6 /ml, au bout de la pasteurisation nous constatons que ce taux diminue vers 10^4 .

Par exemple : pour le lait pasteurisé demi-écrémé, Centre : $33,5 \cdot 10^4$ /ml ; Nord : $25,5 \cdot 10^4$ /ml et Ouest : $15,5 \cdot 10^4$ /ml. Et pour le lait pasteurisé entier, Centre : $14 \cdot 10^4$ /ml et Nord : $16 \cdot 10^4$ /ml.

La norme sur le nombre de germes totaux exigé par la société dans le lait pasteurisé est de l'ordre de $30 \cdot 10^4$ /ml. Ce taux est atteint à la fin de la pasteurisation pour le lait pasteurisé demi-écrémé et le lait pasteurisé entier des trois zones.

A propos des coliformes totaux et fécaux, la norme exige que le taux de coliformes dans le lait pasteurisé doive être nul à la fin de la pasteurisation. C'est le cas pour les coliformes fécaux. Par contre, en ce qui concerne les coliformes totaux, une saturation est observée dans le lait. Cette saturation semble être due à la contamination extérieure du lait au moment de l'ouverture du garde tank lors des prélèvements d'échantillons.

Pour les levures et moisissures, à la fin de la pasteurisation, le taux reste nul. La pasteurisation s'avère donc efficace par l'emploi adéquat du couple « température – durée ».

Pour le lait UHT demi-écrémé, rappelons qu'au cours des productions de lait demi-écrémé, les analyses effectuées portaient sur 3 contrôles.

Les demi-écrémés qu'on ne doit analyser qu'au bout de 3 et 7 jours sont stockés dans une chambre noire maintenue à une température de 30°C.

Selon les résultats d'analyses du pH des laits demi-écrémés, nous constatons qu'après les trois contrôles, la valeur du pH diminue légèrement (pour les productions n°1, n°3 et n°4).

L'obtention de ces valeurs semble traduire une acidification du lait à cause d'acide lactique libéré par les bactéries lactiques. Si la diminution du pH continue, la forte acidification provoque le caillage du lait entraînant un blocage des laits.

Cependant, pour la production n°5 de l'axe Ouest, nous n'avons pas remarqué de baisse du pH au cours des trois contrôles. Cette absence de diminution semble s'expliquer par l'existence d'un petit laps de temps entre le prélèvement d'échantillons destinés pour les trois contrôles.

Quant au lait en sachet, pour les laits en sachet, nous n'avons réalisé qu'une seule analyse du pH qui est effectuée le même jour de production. Ces laits en sachet ne nécessitent pas les trois contrôles du fait de leur courte durée de conservation.

Au cours de notre étude, il n'y a pas de laits pasteurisés entiers de l'axe Ouest parce que les laits crus provenant de cette zone ne sont pas destinés pour la préparation des laits entiers du fait de leur mauvaise qualité physico-chimique. Pour cela nous n'avons pas non plus de laits UHT en sachet.

Les pH des laits entiers sont normaux, nous n'observons pas d'acidification. Exemple : pour les deux productions de l'axe Centre les pH sont 6,612 et 6,610. Pour les productions de l'axe Nord, les pH sont 6,62 et 6,63. Ces pH sont toujours en conformité avec les normes exigées par la société.

Si au cours de ces analyses nous observons une trop forte acidification, un blocage de ces produits est nécessaire.

Comme dans le cas de l'étude du pH des laits UHT demi-écrémés, leur étude bactériologique s'effectue également en trois contrôles : le jour de la production, le 3^{ème} et le 7^{ème} jour suivant la production. Durant ces trois contrôles, le dénombrement des germes totaux a été réalisé.

Les échantillons à analyser le 3^{ème} et le 7^{ème} jour ont toujours été stockés dans une chambre noire maintenue à 30°C. Cette température est nécessaire pour cultiver les germes totaux à dénombrer dans le lait stérilisé. Au cours du dénombrement, nous avons pu distinguer deux types de germes selon leur affinité vis-à-vis de l'oxygène : les germes aérobies et anaérobies. La présence de germes aérobie indique la présence d'oxygène dans le lait (alors qu'au cours du processus de stérilisation le lait a subi une désaération). Cette présence d'oxygène dans le lait peut provenir d'une entrée d'air dans le tetra brik à partir d'une fissure ou d'une soudure mal faite au

cours du conditionnement aseptique. Des germes anaérobies peuvent également exister dans le lait stérilisé. Ceci peut être dû à la qualité microbiologique des laits crus qui sont considérés comme tellement médiocre depuis les producteurs jusqu'à la laiterie parce le lait a passé dans plusieurs mains avant de subir tous les différents traitements dans l'usine. De plus, même s'il y a la stérilisation, certains germes peuvent résister au traitement. La présence de ces germes peut aussi être due à la mauvaise hygiène au sein de la laiterie même : exemple, une mauvaise réalisation du CIP, ou par une mauvaise hygiène des emballages du lait, ou une mauvaise hygiène du personnel.

Si le nombre de germes dans le lait dépasse la norme exigée par la société (5 germes par millilitre de lait), les produits sont tout de suite bloqués.

Par exemple, dans la production n°4 de l'axe Ouest, la présence d'un développement de germes au 2^{ème} contrôle dans la lignée 11^h45 entraîne le blocage des produits.

Quant aux laits en sachet, au cours de leur étude bactériologique, nous n'avons effectué qu'un seul contrôle du fait de sa courte durée de conservation (DLC fixée à un mois).

Au cours de la production n°3 de lait en sachet, on a observé un développement de germes vers la fin de production à 16^h15 entraînant le blocage de cette lignée. Cette contamination peut être due aux mauvaises pratiques du système de nettoyage CIP, ou de la mauvaise concentration des solutions de nettoyage (soude à 2% et acide nitrique à 1%), ou une mauvaise soudure des emballages. Nous avons également la présence de 10 germes anaérobies au cours d'un nouveau rouleau d'emballage, cette contamination peut être due à une mauvaise stérilisation de ce nouveau rouleau.

Notre étude consiste à chercher les impacts des variations bactériologiques des laits crus sur les produits finis UHT (lait demi-écrémé et lait en sachet). La stérilisation a pour but de préparer des laits liquides qui doivent être exempts de germes pour une durée de conservation plus longue, mais le lait stérilisé n'est pas nécessairement stérile, on parle donc de « stérilité commerciale » en tolérant la présence d'au plus 5 germes/ml de lait dans un échantillon.

Cinquième partie : RECOMMANDATIONS ET SUGGESTIONS

Tout au long de notre étude, nous avons constaté que dès la traite au pis de la vache, le lait contient déjà des germes, ensuite s'ajoute la contamination extérieure. Le lait, en tant qu'aliment complet pour tout organisme, permet aux germes de se développer en y puisant sa nourriture pour leur multiplication. Le lait devient ainsi impropre à la consommation humaine.

En se basant sur les résultats de cette étude, nous nous permettons de suggérer les recommandations suivantes, avant de vouloir améliorer l'hygiène et la qualité bactériologique du lait, il serait souhaitable pour le Groupe TIKO de :

- effectuer une étude préalable des raisons (sociales, économiques, financières) pouvant causer ce manque d'hygiène ;
- mener une action de conscientisation spécifique des fermiers de chaque zone de la région vu l'existence de différences en matière d'hygiène dans ces trois zones ;
- procéder à la formation des éleveurs pour améliorer leur connaissance sur l'importance de la qualité du lait à travers l'organisation de journées de vulgarisation et l'instauration d'un système d'encouragement de tous les éleveurs sur la qualité du lait (sous forme de primes) ;
- augmenter le prix du litre du lait et effectuer à temps les paiements des éleveurs, ceci ne peut qu'améliorer les atouts pour le Groupe (tant en quantité qu'en qualité du lait) ;
- mettre à la disposition des producteurs des taureaux de race pure.

Chez les producteurs :

Pour minimiser le nombre de germes dans le lait cru et améliorer ainsi son hygiène et sa qualité microbiologique (c'est-à-dire un lait propre et sain), voici quelques propositions :

- pour obtenir un lait propre (exempt d'impuretés), il faut :
 - o nettoyer quotidiennement l'étable ;
 - o changer la litière ;
 - o laver les vaches ;
 - o un éleveur propre, revêtu d'une blouse propre par dessus ses vêtements, mains lavées ;
 - o des ustensiles propres : lavés à l'eau de javel ou détergent, rincés à l'eau claire et conservés à l'abri de la poussière.
- pour obtenir un lait sain (exempt de germes de maladies), il faut :
 - o des animaux sains ;

- un éleveur sain : un éleveur malade ou atteint de maladie contagieuse ou porteur de germes peut contaminer le lait d'où la nécessité d'un contrôle médical régulier pour le personnel chargé de manipuler le lait ;
- une eau saine, sinon elle risquerait, lors du nettoyage des récipients, de contaminer le lait.

Quelques précautions doivent être prises en compte au cours d'une traite pour réduire toute contamination du lait.

- Dans une ferme, le lieu de traite doit être séparé de l'étable.
- Avant la traite, il faut :
 - Nettoyer le lieu de traite ;
 - Nettoyer les mamelles avec une solution chaude, claire et désinfectante ;
 - Essuyer les mamelles en utilisant un tissu propre à usage unique pour chaque vache limitant le risque de transmission de micro-organismes d'une vache à une autre. Les mamelles doivent être propres et sèches avant la traite.
- Pendant la traite :
 - Attacher la queue de la vache qui risque de salir le lait ;
 - Rejeter les premiers jets de lait recueillis dans un récipient spécial : ce lait peut contenir un nombre élevé de germes.
- Après la traite :
 - Livrer aussi vite que possible le lait vers les centres de collecte pour être réfrigéré, sinon le producteur peut lui même porter le lait à une température inférieure à 4°C ;
 - Recouvrir le récipient lors du transport vers le centre de collecte.

Proposition d'aliments :

- Fourrages de bonne qualité en quantité élevée comme Chloris, Ray grass, etc.
- Provende Feed-mill ;
- Une grande quantité d'eau potable doit être mise à la disposition de l'animal.

Dans les centres de collecte,

- Installer un tank de réfrigération dans les centres qui n'en possèdent pas encore (cas du centre de Manandoana) ;
- Installer une source d'eau potable dans les centres (cas du centre d'Ampitatafika) ;

- Recycler les agents de collecte dans la réalisation de leur travail, parce qu'à cause de la routine certains agents ne respectent pas les règles de l'hygiène, par exemple :
 - o nettoyage du milieu de travail ;
 - o nettoyage des tanks avant la réception des laits des producteurs ;
 - o utilisation de détergent ou de solution d'hypochlorite ;
 - o rinçage des ustensiles de collecte après le passage de chaque producteur, exemple : la passoire, le seau de réception, les matériels pour les tests avec l'alizarol et la densité ;
 - o effectuer les deux tests pour chaque producteur ;
 - o propreté de l'agent de collecte : port d'une blouse propre et d'une paire de bottes ;
- contrôler la santé du personnel dans les centres de collecte.

A la laiterie :

- effectuer une formation périodique de tous les personnels sur les procédures à suivre pour la pasteurisation et la stérilisation évitant ainsi toute contamination du lait.
- respecter le système du CIP (Cleaning in place) ;
- exiger la propreté de tous les personnels dans la laiterie : port d'une blouse propre et d'une paire de bottes propres ;
- contrôler la santé des personnels ;
- effectuer un entretien périodique de tous les matériels de pasteurisation et de stérilisation.

Sixième partie : INTERET PEDAGOGIQUE

Ce mémoire présente en partie la production du lait depuis la ferme jusqu'à la laiterie. Il peut aider les élèves à prendre conscience des qualités nutritionnelles des laits de consommation. Les élèves peuvent également à partir de ce document réaliser toutes les étapes à suivre pour la fabrication du lait UHT (cas de la société TIKO).

Pour synthétiser toutes les informations nécessaires à cette réalisation, nous proposons deux planches présentées dans le Tableau LIV et la Figure 14 pouvant servir lors des étapes de l'apprentissage des étudiants en microbiologie, quatrième année de l'Ecole Normale Supérieure.

Tableau LIV : Laits de consommation

LAITS DE CONSOMMATION			
Les différentes sortes de lait de consommation	<p>Il existe différentes appellations du lait de consommation selon :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la teneur en matières grasses : <ul style="list-style-type: none"> ○ le lait entier de 3% de matières grasses ; ○ le lait demi-écrémé MANA de 1,5% de matières grasses. • le traitement thermique : <ul style="list-style-type: none"> ○ le lait cru ne subissant aucun traitement autre que la réfrigération immédiatement après la traite ; ○ le lait pasteurisé : traitement à pasteurisation haute ou HTST de maintenue durant quelques secondes ; ○ le lait stérilisé UHT : chauffage à une température du type UHT de maintenue durant quelques secondes. 		
Fabrication	<p>Les différentes phases de fabrication des laits de consommation sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • réception du lait cru à l'usine • standardisation • pasteurisation • stérilisation • conditionnement aseptique 		
Composition	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Lait entier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • matières grasses : 3% • protéines : 3,1g / 100g • glucides : 4,7g / 100g • calcium : 102mg / 100g • valeur énergétique : 63,6Kcal / 100g soit 266KJ / 100g </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Lait demi-écrémé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • matières grasses : 1,5% • protéines : 3,1g / 100g • glucides : 4,7g / 100g • calcium : 98mg / 100g • valeur énergétique: 46,5Kcal / 100g soit 194KJ / 100g </td> </tr> </table>	<p>Lait entier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • matières grasses : 3% • protéines : 3,1g / 100g • glucides : 4,7g / 100g • calcium : 102mg / 100g • valeur énergétique : 63,6Kcal / 100g soit 266KJ / 100g 	<p>Lait demi-écrémé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • matières grasses : 1,5% • protéines : 3,1g / 100g • glucides : 4,7g / 100g • calcium : 98mg / 100g • valeur énergétique: 46,5Kcal / 100g soit 194KJ / 100g
<p>Lait entier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • matières grasses : 3% • protéines : 3,1g / 100g • glucides : 4,7g / 100g • calcium : 102mg / 100g • valeur énergétique : 63,6Kcal / 100g soit 266KJ / 100g 	<p>Lait demi-écrémé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • matières grasses : 1,5% • protéines : 3,1g / 100g • glucides : 4,7g / 100g • calcium : 98mg / 100g • valeur énergétique: 46,5Kcal / 100g soit 194KJ / 100g 		
Conservation	<p>Lait cru : 24 heures au maximum au réfrigération</p> <p>Lait stérilisé UHT :</p> <ul style="list-style-type: none"> • lait entier : 1 mois • lait demi-écrémé : 4 mois 		

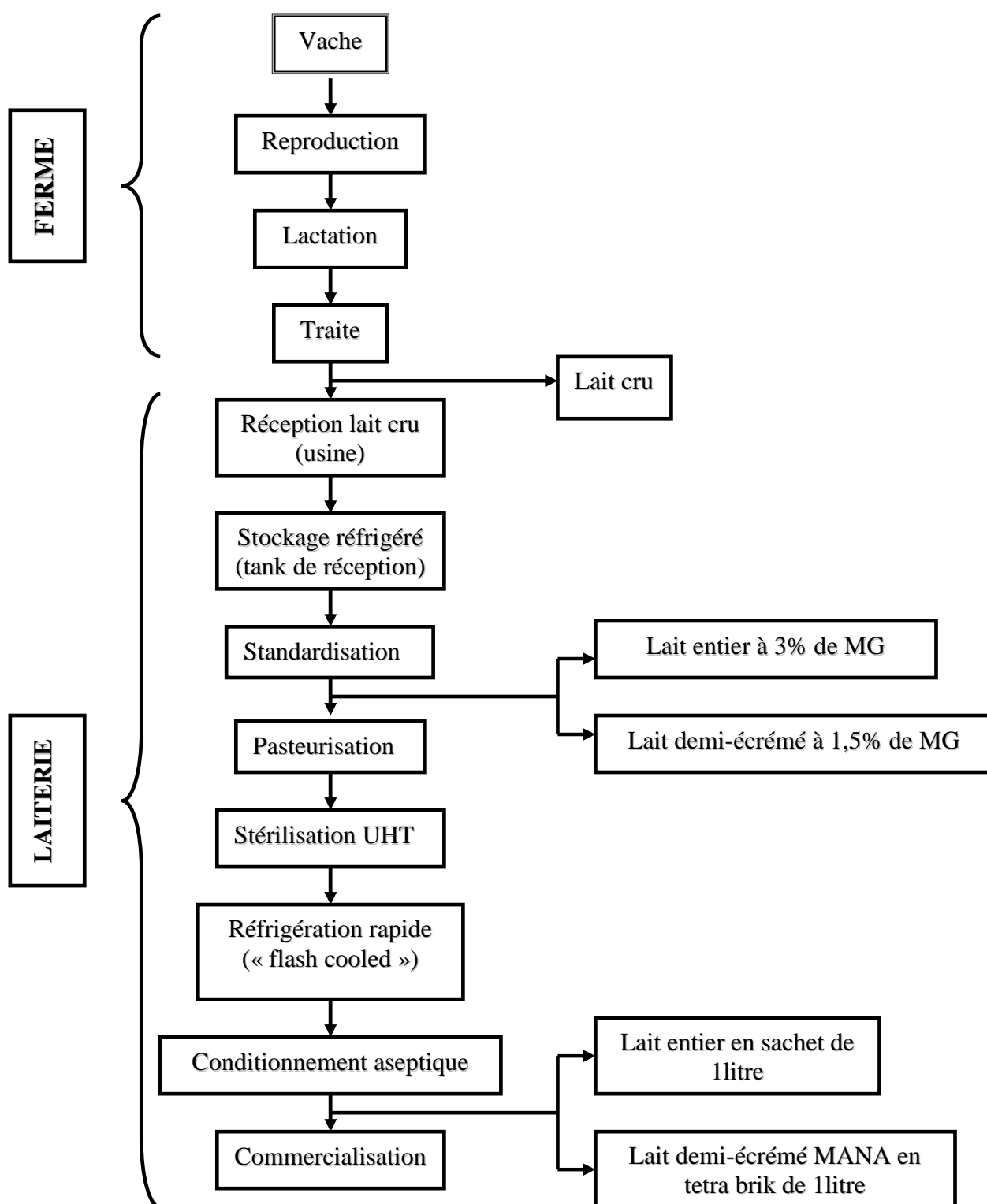


Figure 11 : Technologie des laits de consommation TIKO

Par ailleurs, au cours de la réalisation de ce mémoire, nous avons imaginé quelques activités pour la classe de Première autour des thèmes abordés dans le dossier théorique sur le lait. Nous proposons des séances de travaux pratiques et dirigés qui tentent de répondre aux questions que l'on peut se poser avec les élèves :

- qu'est-ce que le lait ?
- d'où vient-il ?
- que devient-il ?

1. Qu'est-ce que le lait ?

1.1. Le conditionnement : l'emballage et l'étiquetage

Nous proposons dans le Tableau LV ci-dessous quelques activités préliminaires pouvant servir pour attirer l'attention des élèves à se concentrer davantage dans la réalisation du cours en commençant par des objets concrets (laits de consommation TIKO) avant d'aborder le cours concernant la composition du lait.

Tableau LV : Quelques activités préliminaires sur le thème « lait »

Objectifs	Activités possibles
<ul style="list-style-type: none"> • Lister les différentes sortes d'emballage • Identifier les fonctions de l'emballage • Identifier les informations caractéristiques d'une étiquette donnée 	<ul style="list-style-type: none"> • Observer des emballages des laitages dans le but de trouver les différentes sortes d'emballage • Effectuer des recherches documentaires sur les fonctions de l'emballage <u>Exemples :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Fonction de protection : préserver les qualités hygiéniques du produit alimentaire. - Fonctions de marketing : informer le consommateur et l'inciter à acheter le produit. • <i>Travail de groupe</i> : un emballage de lait est fourni aux élèves, faire une description de l'étiquette en question <u>Exemple :</u> « C'est une emballage d'un lait demi-écrémé MANA en brik de 1litre de la société TIKO dont le taux de matières grasses est de 1,5%. Sa date limite de consommation est fixée au 07/05/05 ... »

1.2. La composition du lait

Dans la réalisation du cours sur le paragraphe « la composition du lait » en classe de Première, nous proposons dans le tableau LVI ci-dessous quelques activités pouvant aider les élèves dans leur apprentissage.

Tableau LVI : Quelques activités sur la réalisation du cours « Composition du lait »

Objectifs	Activités possibles
<ul style="list-style-type: none"> • Répondre à la question « donner les composants du lait » (lipides, protides, glucides) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rechercher des documents sur les composants du lait • Compléter cette recherche avec des expériences à faire en classe que les élèves doivent analyser, interpréter et conclure (Annexe XXII)
<ul style="list-style-type: none"> • Définir le rôle du lait dans l'alimentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Rechercher des documents sur le rôle du lait dans l'alimentation

2. D'où vient le lait ?

Dans la réalisation du cours « l'application technologique » en classe de Première, nous pouvons effectuer une visite d'une ferme d'un petit producteur et de la ferme du Groupe TIKO : TIKO FARM.

Objectifs :

- Découverte de la traite ;
- Réalisation de l'utilité de connaître la ration alimentaire des animaux d'élevage ;
- Rencontre avec le monde agricole.

Préparation de la visite :

- Recherche d'informations sur la production du lait dans une ferme ;
- Rédaction d'un questionnaire destiné aux fermiers lors de la visite dans les deux types de ferme.

Retour de la visite :

- Répondre à la question de départ : « d'où vient le lait ? ».

- Comparer les pratiques dans les deux types de ferme.
- Réaliser ce travail sous forme d'un compte-rendu (écrit et/ou oral).

3. Que devient le lait de la ferme ?

Effectuer une visite de la laiterie TIKO.

Objectif :

Citer les différentes étapes de la transformation du lait cru en lait UHT.

Retour de la visite :

Répondre à la question de départ « que devient le lait de la ferme ? » sous forme d'un compte-rendu (écrit et/ou oral).

CONCLUSION

La présente étude, menée dans la région du Vakinankaratra, a pour objectif d'étudier les impacts des variations physico-chimiques et microbiologiques des laits crus venant des producteurs de la région sur les laits UHT TIKO (cas des laits demi-écrémés et laits en sachet).

Ce travail a été effectué auprès de trente producteurs. Les résultats nous ont permis de relever les points suivants :

- la race Holstein et pie rouge norvégienne produisent une quantité plus grande de lait pour les trois axes étudiés ;
- la pratique de bonnes conditions hygiéniques se trouve encore très sommaire pour les éleveurs de cette région ;
- certains aliments concentrés comme les drêches de brasserie associés à l'ensilage de maïs défavorisent le taux de matières grasses du lait ;
- la qualité hygiénique des laits crus est déplorable pour la zone Centre, puis le Nord et l'Ouest ;

Ces laits des producteurs sont stockés dans les tanks de réception des centres de collecte avant d'être livrés à l'usine par les camions-citernes. Au cours de ces manipulations, la qualité bactériologique des laits peut dégénérer pour les trois zones.

Du point de vue physico-chimique, le lait de la zone Nord semble être le meilleur (comme le montre le taux de matières grasses, le point de congélation), ensuite celui du Centre et de l'Ouest.

Nous avons également trouvé que les variations physico-chimiques et bactériologiques du lait sont dues soit à la ration alimentaire, soit à la race de la vache soit à la contamination extérieure du lait.

Arrivé à l'usine, le lait est traité par la pasteurisation. A la fin de ce traitement, nous n'avons pas observé de variations dans le lait grâce au processus de standardisation ramenant le taux de matières grasses à un taux voulu. On a obtenu ainsi le lait demi-écrémé et le lait entier. La bonne marche de la pasteurisation ramène également l'acidité et le pH à leur valeur normale. La pasteurisation permet également de réduire le nombre de germes dans le lait de 10^2 , et la destruction partielle des germes du lait par élimination des germes pathogènes.

Le lait subit ensuite la stérilisation UHT, détruisant totalement la flore du lait.

L'efficacité de ces deux traitements thermiques a permis d'éliminer les modifications physico-chimiques et microbiologiques des laits crus provenant des producteurs des trois zones

(Centre, Nord et Ouest) du Vakinankaratra. De ce fait, le lait UHT devient un produit alimentaire qui satisfait le consommateur en tant qu'un produit facile à manipuler par le type d'emballage utilisé, et un produit sain.

Cette étude peut prendre plus d'ampleur si elle s'étend sur un nombre élevé d'échantillons dans d'autre zone (Est) et pendant plusieurs mois. Elle permettrait en effet de cerner de manière plus précise la réalité sur les variations dans le lait et également la qualité du lait dans la région du Vakinankaratra. Une étude microbiologique des laits crus, pasteurisés et UHT sur le dénombrement d'autres germes comme les streptocoques, les staphylocoques, les salmonelles etc., serait intéressante pour compléter ce travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALFA-LAVAL
Dairy Handbook
Teknisk Dokumentation AB, Sweeden, 300p
2. BEERENS H., LUQUET F. M., 1987
Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers
Technique et Documentation – Lavoisier
Paris, 144p
3. BOESSINGER M., HUG H., WYSS U., 2005
Les drêches de brasserie
Revue UFA 4/05, 8p
4. BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F., ZUCCA J., 1988
Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaires,
Tome 1
Technique et documentation – Lavoisier
Paris, 422p
5. COMELADE E., 1991
Technologie des aliments et hygiène alimentaire, Deuxième cahier
Editions Jacques LANORE, 5^{ème} édition
Malakoff, 239p
6. COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS, 2000
PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES
Codex alimentarius, lait et produits laitiers, 2^{ème} édition
7. ECK A., 1962
Le lait et l'industrie laitière
Presses universitaires de France
France, 113p
8. ESSALHI M., Septembre 2002
Relations entre les systèmes de productions bovines et les caractéristiques du lait
Mémoire d'ingénieur
Maroc, 103p
9. HOMAN E. J., WATTIAUX A. M., 1996
Lactation et Récolte du lait
Guide technique lait
U.S.A., 104p
10. LAMBERT J.-C., 1988
La transformation laitière au niveau villageois
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Rome, 73p

11. LARPENT-GOURGAUD M., LARPENT J. P., BOISSONNET B., 1998
Travaux pratiques et dirigés de microbiologie
Société Marocaine des Editeurs Réunis
Maroc, 223p
12. NORME INTERNATIONALE ISO 6610, 1999
Laits et produits laitiers – Dénombrement des unités formant colonie de micro-organismes –
Comptage des colonies à 30°C, Première édition
Suisse, 6p
13. RABEMANAHAKA J. W., 1994
Fanamby
T.P.F.L.M.
Madagascar, 50 – 72p
14. RAZAFINDRAHAGA H.J.F., mars 1999
Synthèse Filière lait à Madagascar
CITE, GRET, 22p
15. VEISSEYRE R., 1975
Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait
La Maison Rustique, 3^{ème} édition
Paris, p 1 – 273

CYBEROGRAPHIE

16. BROUTIN C., DUDEZ P., 2003
Quatre méthodes simples pour contrôler la qualité du lait et des produits laitiers
Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques
Disponible sur Internet : <http://www.gret.org>
17. Département économique et social de la FAO
Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine : Laites d'animaux laitiers
Archives de documents de la FAO
Disponible sur Internet : <http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F04.htm>
18. Département économique et social de la FAO
Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine : Microflore du lait
Archives de documents de la FAO
Disponible sur Internet : <http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F09.htm>
19. TIKO GROUP, 2004
Historique
Disponible sur Internet : <http://www.tiko.mg>
20. WATTIAUX M.A., Août 2004
Nutrition et Alimentation : Métabolisme protéique chez la vache laitière
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch06.fr.html

21. WATTIAUX M.A., Août 2004
Nutrition et Alimentation : Aliments des concentrés
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch07.fr.html
22. WATTIAUX M. A., Août 2004
Reproduction et Sélection génétique : Reproduction et nutrition
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch11.fr.html
23. WATTIAUX M.A., Août 2004
Lactation et Récolte du lait : Sécrétion du lait
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch20.fr.html
24. WATTIAUX M. A., Août 2004
Lactation et Récolte du lait : Principes de traite
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch21.fr.html
25. WATTIAUX M.A., Août 2004
Lactation et Récolte du lait : La mammite, Prévention et détection
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch23.fr.html
26. WATTIAUX M.A., Août 2004
Lactation et Récolte du lait : La mammite, la maladie et sa transmission
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch24.fr.html
27. WATTIAUX M. A., Août 2004
Lactation et Récolte du lait : Procédure de traite
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch25.fr.html
28. WATTIAUX M.A., ARMENTANO L.E., Août 2004
Nutrition et Alimentation : Métabolisme des hydrates de carbone chez la vache laitière
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch04.fr.html
29. WATTIAUX M.A., HOWARD W.T., Août 2004
Nutrition et Alimentation : Digestion chez la vache laitière
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch02.fr.html
30. WATTIAUX M.A., HOWARD W.T., Août 2004
Nutrition et Alimentation : Aliments pour vaches laitières
Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier
Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch06.fr.html

31. WATTIAUX M. A., HOWARD W. T., Août 2004

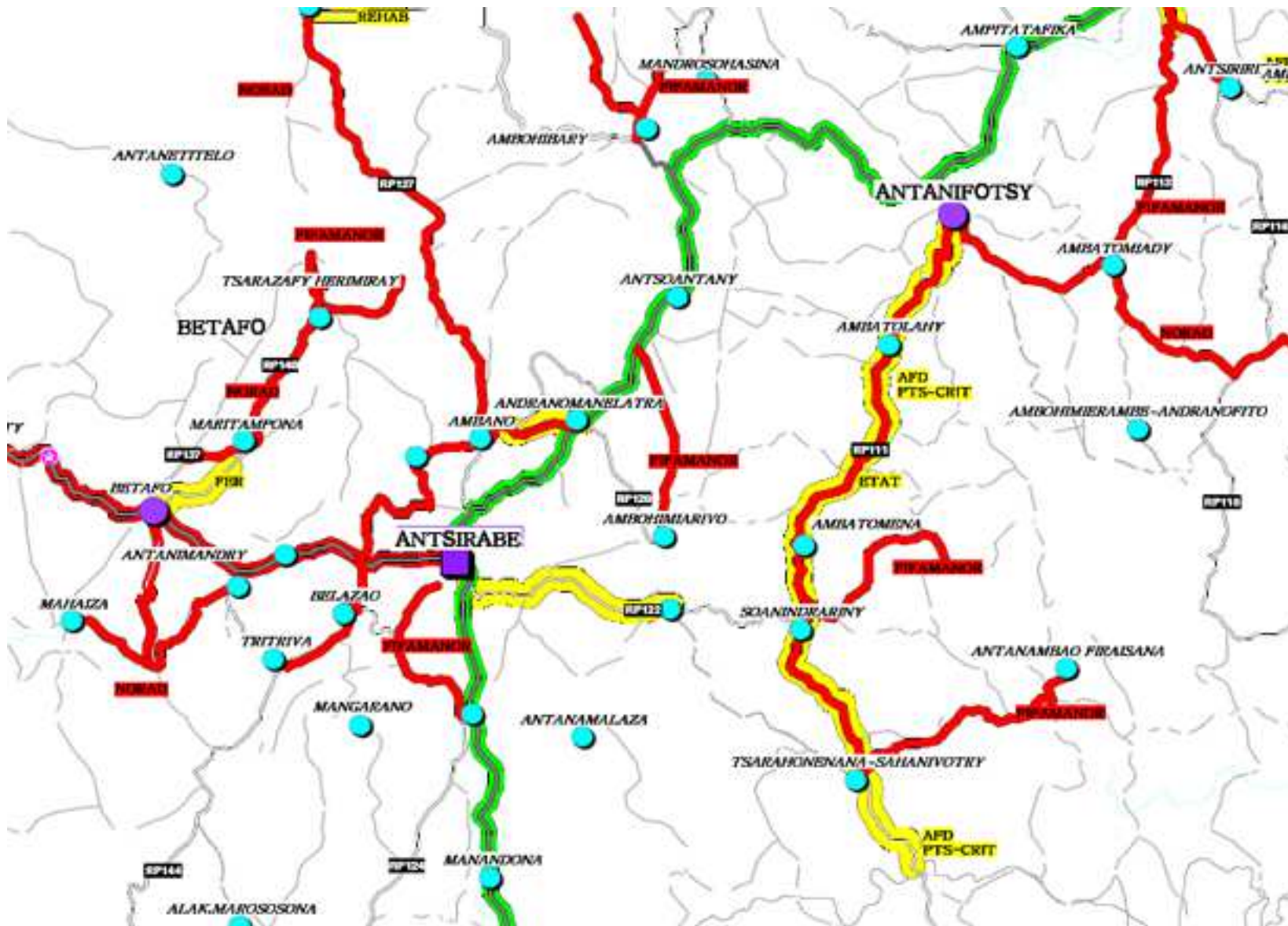
Lactation et Récolte du lait : Composition et valeur nutritive du lait

Institut Babcock, Pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier

Disponible sur Internet : http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch19.fr.html

Annexe I : Carte représentative des villes de la région du Vakinankaratra

Nord



Sud

Annexe II : Fiche d'enquête

IDENTIFICATION DE L'EXPLOITATION

- Centre de collecte
- Producteur
- Eloignement du producteur

RENSEIGNEMENT CONCERNANT LA VACHE LAITIERE

- Race
- Production laitière journalière
- Stade de lactation

ETABLE

- Matériaux de construction de l'étable : Bois – Brique – Béton
- Hygiène de l'étable

HYGIENE DE TRAITE

- Mode de traite : Traite manuelle – Traite mécanique
- Présence de salle de traite ou un lieu réservé à la traite
- Traite au sein du bâtiment du logement des animaux
- Nettoyage journalier du lieu de traite
- Nettoyage irrégulier du lieu de traite
- Lavage de la mamelle à l'eau tiède
- Lavage de la mamelle avec lessive
- Pas de nettoyage de la mamelle
- Essuie de la mamelle avec une serviette. Si oui, commune ou individuelle
- Même pratique à chaque traite
- Horaire de traite
- Nettoyage du récipient de traite par l'eau
- Nettoyage du récipient de traite par l'eau + détergent

ALIMENTATION DES VACHES LAITIERES

- Fourrage : vert / foin
- Paille
- Ensilage
- Feed mill
- Provende
- Autres

Par quel moyen vous conservez le lait produit ?

- Seau plastique
- Seau en aluminium
- Bidon plastique
- Bidon en aluminium
- Autres

Livrez-vous directement le lait au centre de collecte juste après la traite ?

Moyen de transport du lait vers les centres de collecte de lait : Pied / Pousse-pousse / Bicyclette / Moto / Voiture

Annexe III : Plate Count Agar (P.C.A.) ou agar à la peptone de caséine au glucose et à l'extrait de levure

Composition type (g/l d'eau distillée)

- Peptone de caséine 5,0
- Extrait de levure 2,5
- D(+)-glucose 1,0
- Agar-agar 14,0

pH = $7 \pm 0,2$ à 25°C

Préparation :

- Peser 22,5g de poudre de P.C.A.
- Ajouter 1l d'eau distillée.
- Porter à ébullition.
- Répartir le milieu de culture obtenu dans des tubes à essai à 10ml chacun puis boucher les tubes.
- La stérilisation de ces milieux de culture se fait à l'autoclave pendant 20mn à 120°C.
- Ramener ensuite la température à 55°C environ dans un bain-marie pour éviter la solidification de la gélose (milieux de culture prêts à l'emploi).

Annexe IV : O.G.Y.-Agar ou agar à l'oxytétracycline au glucose et à la levure

Composition type (g/l d'eau distillée)

- Extrait de levure 5,0
- D(+)-Glucose 10,0
- Agar-agar 15,0
- Oxytétracycline 0,1

pH = 6,5 ± 0,2 à 25°C

Préparation :

- Peser 30g de poudre d'O.G.Y.
- Ajouter 1l d'eau distillée.
- Chauffer jusqu'au bouillonnement du mélange.
- Répartir le milieu préparé dans des tubes à essai de volume 10ml chacun.
- Autoclaver les milieux de culture pendant 20mn à 120°C.
- Ramener la température des milieux à 55°C dans un bain-marie pour éviter la solidification de la gélose (milieux de culture prêts à l'emploi).

Annexe V : Violet Red Bile Agar (V.R.B.A.) ou Agar au violet cristallisé au rouge neutre et à la bile

Composition type (g/l d'eau distillée)

- Peptone de viande 7,0
- Extrait de levure 3,0
- Sodium chlorure (ClNa) 5,0
- Lactose 10,0
- Rouge neutre 0,03
- Mélange de sels biliaires 1,5
- Violet cristallisé 0,002
- Agar-agar 13,0

pH = 7,4 ± 0,2 à 25°C

Préparation :

- Placer 39,5g de poudre de V.R.B.A. dans 1l d'eau déminéralisée.
- Porter à ébullition douce dans un bain-marie à 120°C pour dissoudre la poudre tout en remuant régulièrement jusqu'à ce que la couche nourricière soit entièrement dissoute.
- Ne jamais autoclaver, et surveiller le mélange au cours du chauffage pour éviter des débordements qui surviennent brusquement.
- La stérilisation du milieu V.R.B.A. se fait seulement au bain marie à 120°C.
- Ramener la température à 55°C environ dans un bain-marie (milieux de culture prêts à l'emploi).

Annexe VI : Eau peptonée ou eau de dilution

Composition type (g/l d'eau distillée)

- Pepton 10,0
- Sodium chlorure (ClNa) 5,0
- Tampon phosphate 10,5

pH = $7,2 \pm 0,2$ à 25°C

Préparation :

- Ajouter 25,5g de poudre d'eau peptonée à 1l d'eau distillée ;
- Agiter le mélange pour dissoudre la poudre ;
- Répartir la solution d'eau peptonée obtenue dans des tubes à essai de 9ml et 10ml puis boucher ces tubes ;
- Leur stérilisation se fait à l'autoclave pendant 20mn à 120°C.

Annexe VII : Dilution des laits crus à 10^{-5} , 10^{-6} et 10^{-7}
(Pour la recherche des germes totaux)

Les matériels utilisés :

- le lait à analyser ;
- 1 x 9ml et 3 x 10ml d'eau peptonée ;
- pipettes stériles de 1,1ml ;
- 3 boîtes de pétri.

Déroulement de la dilution :

- homogénéiser le lait ;
- ajouter 1ml de lait dans 9ml d'eau peptonée. Agiter le mélange, nous obtenons la dilution à 10^{-1} ;
- en utilisant une autre pipette, prélever 0,1ml de la solution à 10^{-1} et le transporter dans un second tube contenant 10ml d'eau peptonée, nous obtenons la dilution à 10^{-3} . Prélever 0,1ml de la dilution à 10^{-3} et le transférer dans 10ml d'eau peptonée, nous obtenons la dilution à 10^{-5} . Prélever 0,1ml de la solution à 10^{-5} ;
- et nous faisons de même pour la dilution à 10^{-7} ;
- la dilution à 10^{-6} s'obtient en prélevant 0,1ml de la dilution à 10^{-5} .

Annexe VIII : Dilution des laits crus à 10^{-1}
(Pour la recherche des levures et moisissures)

Les matériels utilisés :

- le lait à analyser ;
- pipette stérile graduée de 1,1ml ;
- une boîte de pétri stérile.

Déroulement de la dilution :

Pour obtenir la dilution à 10^{-1} , prélever 0,1ml de lait cru, et le transporter directement dans une boîte de pétri stérile.

Annexe IX : Dilutions des laits pasteurisés à 10^{-3} et 10^{-4}
(Pour la recherche des germes totaux)

Les matériels utilisés :

- le lait pasteurisé à analyser ;
- 1 x 9ml et 1 x 10ml d'eau peptonée ;
- pipettes stériles de 1,1ml ;
- 2 boîtes de pétri stériles.

Déroulement de la dilution :

- homogénéiser le lait pasteurisé ;
- dans une eau peptonée de 10ml, ajouter 0,1ml du lait pasteurisé en utilisant une pipette. Agiter le mélange, nous obtenons la dilution à 10^{-2} ;
- à l'aide d'une autre pipette stérile, prélever 1ml de la solution à 10^{-2} et le verser dans 9ml d'eau peptonée. Agiter le mélange. Nous obtenons la dilution à 10^{-3} .
- Pour obtenir la dilution à 10^{-4} , prélever 0,1ml de la dilution à 10^{-3} à l'aide d'une nouvelle pipette stérile.

Annexe X : Correction de la densité à 15°C

Pour effectuer la correction de la densité à 15°C, nous pouvons utiliser la formule suivante :

$$\mathbf{d = (T_1 - 15^\circ) \times 0,0002 + d_1}$$

Avec

d : densité à 15°C

T₁ : température du lait à analyser

d₁ : densité du lait à cette température T₁

Exemple :

T₁ = 17°C et d₁ = 1,029

La valeur de cette densité à 15°C est :

$$d = (17 - 15) \times 0,0002 + 1,29$$

$$d = 1,0294 \text{ à } 15^\circ\text{C}$$

Annexe XI : Normes utilisées par la société TIKO pour le lait cru, lait pasteurisé et lait UHT

ECHANTILLONS	PARAMETRES	VALEURS
LAIT CRU	pH Acidité Densité Matières grasses ESD Cryoscopie Germe totaux Coliformes	6,60 à 6,80 6,0 à 6,9°SH 1,029 à 1,034 à 15°C 3,4 à 4,3% 8,50 à 9,20% -505 à -530 m°C ordre de 15.10 ⁶ /ml ordre de 50/ml
LAIT PASTEURISE	pH Acidité Densité Matières grasses ESD Cryoscopie Germe totaux Coliformes	6,65 à 6,85 6,0 à 6,8°SH 1,031 à 1,035 à 15°C Demi-écrémé : 1,5% Lait en sachet : 3% 8,5 à 9,20% -505 à -520m°C ordre de 30.10 ⁴ /ml 0
LAIT UHT	pH Acidité Densité Cryoscopie Matières grasses Germe totaux Coliformes	6,60 à 6,70 6,0 à 6,6°SH 1,029 à 1,034 à 15°C -505 à -520m°C Demi-écrémé : 1,5% Lait en sachet : 3% 0 à 5 0

Annexe XII : Caractéristiques physico-chimiques des laits crus des producteurs

Axe Centre :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,67	6,7	1,0316	4,2	8,42	-525
2	6,79	6,7	1,0318	2,9	8,46	-505
3	6,76	7,1	1,0358	3,2	7,63	-512
4	6,67	6,5	1,0348	3,1	8,80	-523
5	6,73	6,5	1,0318	3	8,82	-509
6	6,75	6,7	1,0288	5,8	8,61	-524
7	6,76	6,5	1,0358	3,2	8,79	-513
8	6,71	6,6	1,0336	3	9,27	-513
9	6,83	5,9	1,0316	3,5	8,87	-534
10	6,61	6,8	1,0274	3,7	7,85	-531
11	6,76	6,2	1,0334	3,2	8,35	-522
12	6,68	7,4	1,0344	3	8,62	-517
13	6,67	6,6	1,0334	2,5	8,79	-521
14	6,78	6,5	1,0296	3,6	8,38	-522
15	6,76	6,1	1,0294	4	8,32	-516
16	6,69	6,5	1,0304	3,5	8,56	-530

Axe Nord :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,73	7,4	1,031	3	8,72	-485
2	6,78	6,6	1,035	2,9	9,87	-521
3	6,93	5,4	1,025	4,5	8,85	-531
4	6,95	5,2	1,026	4,4	8,63	-513
5	6,88	6,2	1,0308	4	9,11	-530
6	6,89	6	1,0308	3,4	8,64	-518
7	6,84	6,1	1,0318	3,1	8,95	-519
8	6,86	6	1,0318	2,9	9,21	-526

Axe Ouest :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,77	6	1,0318	2,7	8,76	-517
2	6,65	8,1	1,0358	3,1	9,84	-530
3	6,7	6,4	1,0258	3,9	7,49	-481
4	6,84	5	1,0318	4,2	9,05	-513
5	6,72	6,42	1,030	3,2	8,41	-526
6	6,75	6,27	1,0307	3,5	8,64	-506

Annexe XIII : Caractéristiques microbiologiques des laits crus des producteurs

Axe Centre :

Producteurs	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	10 ⁶	40	00	00	00
2	10 ⁶	Saturé	00	12	01
3	10 ⁶	160	00	00	02
4	2.10 ⁶	Saturé	00	02	02
5	10 ⁶	Saturé	00	01	00
6	2.10 ⁶	25	00	01	00
7	10 ⁶	10	00	00	00
8	10 ⁶	3	00	00	00
9	2.10 ⁶	10	00	00	00
10	10 ⁶	70	10	00	00
11	10 ⁶	36	50	00	00
12	20.10 ⁶	96	00	00	00
13	7.10 ⁶	155	00	00	02
14	6.10 ⁶	52	00	00	00
15	00	43	00	00	00
16	10 ⁶	2	00	00	00

Axe Nord :

Producteurs	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	10 ⁶	180	00	00	00
2	10 ⁶	190	00	00	00
3	00	00	50	00	00
4	00	12	00	00	00
5	6.10 ⁶	30	00	00	00
6	10 ⁶	100	00	00	00
7	2.10 ⁶	137	00	04	00
8	10 ⁶	20	00	00	00

Axe Ouest :

Producteurs	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	10 ⁶	30	00	00	00
2	00	88	00	00	00
3	00	Saturé	00	00	00
4	10 ⁶	Saturé	00	00	00
5	2.10 ⁶	75	00	00	00
6	10 ⁶	62	00	00	00

Annexe XIV : Caractéristiques physico-chimiques des laits crus dans les tanks de réception des centres de collecte

Axe Centre :

Tanks	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,75	6,3	1,029	3,8	8,28	-513
2	6,75	6,2	1,0306	3,6	8,63	-508
3	6,79	6,1	1,0306	3,5	8,73	-509
4	6,76	6,2	1,0324	3,4	9,05	-511

Axe Nord :

Tanks	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,86	6,1	1,030	4	8,56	-513
2	6,84	6,1	1,0316	3,9	8,94	-511

Axe Ouest :

Tanks	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,78	6,3	1,0308	3	8,57	-506
2	6,79	6,1	1,029	3,5	8,36	-512

Annexe XV : Caractéristiques microbiologiques des laits crus dans les tanks de réception des centres de collecte

Axe Centre :

Tanks	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	47.10 ⁶	Saturé	00	32	04
2	15.10 ⁶	Saturé	00	15	05
3	27.10 ⁶	Saturé	130	00	00
4	160.10 ⁶	Saturé	00	61	02

Axe Nord :

Tanks	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	11.10 ⁶	Saturé	Saturé	00	00
2	14.10 ⁶	Saturé	00	10	00

Axe Ouest :

Tanks	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	7.10 ⁶	00	00	56	02
2	9.10 ⁶	Saturé	00	50	01

Annexe XVI : Caractéristiques physico-chimiques des laits crus dans les camions

Axe Centre :

Camions	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,8	6,3	1,0321	3,4	8,97	-509
2	6,78	6	1,0308	3,6	8,68	-526
3	6,71	6,2	1,0311	3,6	8,77	-524
4	6,73	6,2	1,0309	3,4	8,66	-515

Axe Nord :

Camions	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,82	6	1,033	3,5	9,21	-506
2	6,75	6,5	1,0312	3,6	8,78	-509
3	6,8	6,1	1,0315	3,6	8,86	-516

Axe Ouest :

Camions	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,8	6,2	1,0321	3,4	8,98	-510
2	6,73	6,2	1,0311	3,4	8,72	-515

Annexe XVII : Caractéristiques microbiologiques des laits crus dans les camions

Axe Centre :

Camions	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	14.10 ⁶	Saturé	20	33	03
2	26.10 ⁶	Saturé	Saturé	47	03
3	18.10 ⁶	370	10	58	00
4	21.10 ⁶	Saturé	00	27	02

Axe Nord :

Camions	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	37.10 ⁶	Saturé	00	42	02
2	05.10 ⁶	Saturé	Saturé	32	05
3	14.10 ⁶	Saturé	Saturé	10	02

Axe Ouest :

Camions	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	4.10 ⁶	Saturé	Saturé	22	02
2	21.10 ⁶	Saturé	00	37	00

**Annexe XVIII : Caractéristiques physico-chimiques des laits pasteurisés
demi-écrémés**

Axe Centre :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,8	6,1	1,0304	1,3	8,83	-505
2	6,76	6,2	1,0304	1,5	8,87	-511

Axe Nord :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,79	6,3	1,0316	1,5	8,87	-518
2	6,78	6,2	1,0308	1,4	8,94	-515

Axe Ouest :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,81	6,2	1,0304	1,5	8,87	-515
2	6,82	6,2	1,0308	1,4	8,95	-499

Annexe XIX : Caractéristiques microbiologiques des laits pasteurisés demi-écrémés

Axe Centre :

Echantillons	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	11.10 ⁴	68	00	00	00
2	56.10 ⁴	41	00	00	00

Axe Nord :

Echantillons	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	17.10 ⁴	35	00	00	00
2	34.10 ⁴	52	00	00	00

Axe Ouest :

Echantillons	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	5.10 ⁴	10	00	00	00
2	26.10 ⁴	28	00	00	00

Annexe XX : Caractéristiques physico-chimiques des laits pasteurisés entiers

Axe Centre :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,81	6,2	1,030	3	8,80	-511
2	6,82	6,3	1,0308	3,1	8,80	-515

Axe Nord :

Producteurs	pH	Acidité	Densité	M.G.	E.S.D	Cryo
1	6,81	6,1	1,0294	2,96	8,78	-511
2	6,73	6,3	1,030	3	8,93	-515

Annexe XXI : Caractéristiques microbiologiques des laits pasteurisés entiers

Axe Centre :

Echantillons	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	4.104	56	45	00	00
2	24.104	74	00	00	00

Axe Nord :

Echantillons	G.T.	Levures	Moisissures	C.T.	C.F.
1	12.104	32	00	00	00
2	20.104	45	36	00	00

Annexe XXII : Expériences à faire sur les composants du lait

Pour comprendre de quels éléments se compose le lait, faire ces expériences.

Les matériels nécessaires :

- Lait cru
- Jus de citron
- Un tube à essai
- Une pipette
- Un verre

Expérience n°1 : La crème du lait

Après avoir bien agité une bouteille de lait cru, en verser un peu dans le tube à essai. Laisser reposer. Au bout de quelques heures, voir la crème qui a remonté en surface. Cette crème est la matière grasse du lait.

L'enseignant peut faire vérifier par les élèves si cette crème est bien un lipide : prélever un peu de cette crème, ensuite l'étaler sur une feuille de papier blanc, passer de la flamme par-dessous le papier. Si la tâche de crème s'évapore, ladite crème n'est pas un lipide ; tandis que si la tâche persiste, ladite crème est un lipide.

Expérience n°2 : L'eau du lait

Faire bouillir un peu de lait. Placer au-dessus de la casserole un verre retourné et observer : voir des gouttelettes d'eau se déposer à l'intérieur du verre. En bouillant, le lait perd un peu de son eau qui s'évapore.

Expérience n°3 : Le caillé

Chauffer un demi-litre de lait sans le faire bouillir. Ajouter une cuillère à soupe de jus de citron et mélanger. Laisser reposer et filtrer le contenu : il se forme une matière blanche, le caillé (fait de caséine et de matières grasses), et un liquide appelé le lactosérum ou petit-lait.

Auteur : HARIMANANA Mino Aina

Adresse : IVI 88 Ankadifotsy Mandialaza Ambodivona Antananarivo 101

Directeur de Mémoire : Monsieur RAMAHAROBANDRO Norbert

Encadreur Technique : Monsieur RANDRIAMAHEFATIANA Hery

Titre : Impacts des variations physico-chimiques et microbiologiques des laits crus venant des producteurs de la région du Vakinankaratra sur les laits UHT (cas des laits demi-écrémés et laits en sachet)

Nombre de pages : 82

Nombre de tableaux : 56

Nombre de figures : 11

RESUME

A partir de l'importance, surtout quantitative, du lait cru en tant que matière première pour le Groupe TIKO, il convient d'étudier les variations physico-chimiques et microbiologiques de ces laits crus et de leurs impacts sur les produits finis UHT. Pour cela, nous avons effectué des études sous forme d'enquêtes aux seins des producteurs même du lait pour en ressortir les causes de ces variations. Des prélèvements d'échantillons de laits crus ont été également réalisés pour être l'objet de différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques, et de tirer ainsi des recommandations et suggestions pour améliorer les variations des laits crus basées sur leurs qualités, et en même temps améliorer la qualité des produits finis. Ces différents travaux devront être continus pour maintenir la qualité des produits obtenus répondant à la demande des consommateurs. Par ces différentes études également, nous avons pu tirer des intérêts pédagogiques pouvant améliorer l'enseignement des laits et produits laitiers dans le milieu scolaire.

Mots clés : Lait, impacts, variations physico-chimiques, variations microbiologiques, UHT