LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Principaux pays producteurs de fromage dans le monde en 2004 16
Tableau II : Résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY pour chaque trayeur du 06/06**/**07 42
Tableau III : Résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY pour chaque trayeur du 07/06/07 43
Tableau IV : Résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY pour chaque trayeur du 08/06/07 44
Tableau V : Résumé des résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY du 06 au 08/06/07.....45
Tableau VI : Résultats d'analyses microbiologiques du lait de FIVATSY au laboratoire de l'ASJA.....49
Tableau VII : Résultats d'analyses microbiologiques du fromage FIVATSY au laboratoire de l'ASJA.....51

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte géographique de la commune rurale Ambatomanga 7
Figure 2 : Diagramme ombrothermique d'Antananarivo 8
Figure 3 : Rocher granitique porphyroïde d'Ambatomanga 9
Figure 4 : Organigramme de la fromagerie FIVATSY 11
Figure 5 : Plan de la fromagerie FIVATSY 12
Figure 6 : Lactodensimètre 18
Figure 7 : Acidimètre 18
Figure 8 : Moules 19
Figure 9 : Planchots 19
Figure 10 : Tamis métallique perforé 19
Figure 11 : Ballons 21
Figure 12 : Eprouvettes graduées 21
Figure 13 : Pipette graduée 22
Figure 14 : Tubes à essai 22
Figure 15 : Becher 22
Figure 16 : Boîte de Pétri 22
Figure 17 : Bec bunsen 23
Figure 18 : Vortex 23
Figure 19 : Balance de précision 23
Figure 20 : Microscope 24
Figure 21 : Autoclave 24
Figure 22 : Etuve 25
Figure 23 : Hotte à flux laminaire 25
Figure 24 : Fiche documentaire à remplir lors de l'étude bibliographique 27
Figure 25 : Pasteurisation 29
Figure 26 : Brassage 30
Figure 27 : Moulage 31
Figure 28 : Pressage 31
Figure 29 : Saumurage 32
Figure 30 : Fromage en maturation de couleur grise fine 33
Figure 31 : Affinage 33

Figure 32 : Fromage en cours de lavage.....34
Figure 33 : Diagramme du processus de fabrication du fromage FIVATSY 35
Figure 34 : Résumé des résultats du processus de fabrication du fromage FIVATSY .47
Figure 35 : Culture de coliformes sur le milieu VRBL pour le lait.....49
Figure 36 : Culture de FAMT sur le milieu PCA pour le lait 50
Figure 37 : Culture de coliformes sur le milieu VRBL pour le fromage 52
Figure 38 : Culture de FAMT sur le milieu PCA pour le fromage.....52
Figure 39: Synthèse de la démarche des travaux du mémoire.....57

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Principaux types de culture dans la commune rurale d'Ambatomanga (2003)

Annexe II : Démographie de la commune rurale d'Ambatomanga (2004)

Annexe III : Composition des milieux de culture pour les analyses microbiologiques

Annexe IV : Précipitations (mm), températures maximales et minimales (°C) de la province d'Antananarivo en 2006

Annexe V : Curriculum du cours moyen première année

Annexe VI : Programme scolaire de la classe de 3e

Annexe VII : Programme scolaire de la classe de 2nde

Annexe VIII : Programme scolaire de la classe 1ère D

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation
ASJA : Athénée Saint Joseph Antsirabe
CEG : Collège d'Enseignement Général
CER : Centre d'Etude et de Recherches
CITE : Centre d'Information Technique et Economique
DFIS : Département de la Formation Initiale Scientifique
EMB : Eosine Methylen Blue
ENS : Ecole Normale Supérieure
EPT : Eau Péptonée Tamponnée
ESSA : Ecole Supérieure des Sciences Agronomes
FAMT : Flores Aérobies Mésophiles Totales
FAO : Food and Agriculture Organisation
FIVATSY : Fromazin'Imanga Vita ao Ambatomanga Tsara sy Soa Indrindra
FJKM : Fiangonan'i Jesoa Kristy eto Madagasikara
HACCP : Hasard Analysis and Critical Control Point
INSTAT : Institut National de STATistiques
ISO : International System Organisation
NF : Norme Française
MENRS : Ministère de l'Enseignement National et de la Recherche Scientifique
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PCA : Plate Count Agar
PCD : Plan Communal de Développement
PK : Point Kilométrique
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement
RN : Route Nationale
SM : Suspension Mère
SN : Sciences Naturelles
SVT : Sciences de la Vie et de la Terre
UFC : Unité Formant Colonies
VRBL : Violet Red Bile Lactose

GLOSSAIRE

Bactéries mésophiles : Bactéries aptes à se multiplier en aérobie dont la température optimale de croissance est située entre 25° et 45°C.

Bactéries thermotolérantes : Bactéries aptes à se multiplier en aérobie dont la température optimale de croissance est comprise entre 40 et 50°C.

Colostrum : Premier lait qu'une femelle donne à son petit aussitôt après la naissance.

Entérotoxine : Substance toxique (toxine) produite par un organisme (en particulier certaines bactéries), susceptible de provoquer des troubles intestinaux lors de sa diffusion dans le système digestif.

Eaux résiduaires : Eaux usées résultant de l'activité industrielle ou chimique.

Inoculum : Germe que l'on va ensemencer pendant les analyses microbiologiques.

Lactosérum : Phase liquide composée d'eau et de matières solubles dont le lactose, les sels minéraux et les protéines solubles, après coagulation du lait.

Milieu électif : Milieu permettant le développement de plusieurs types de microorganismes : cas du milieu PCA.

Milieu sélectif : Milieu spécifique pour le développement d'un seul type de microorganisme : cas du milieu EMB.

Sapidité : Qualité de ce qui a de la saveur.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LA COMMUNE D'AMBATOMANGA, SUR LE LAIT ET LE FROMAGE 5

CHAPITRE I : FIVATSY AU SEIN DE LA COMMUNE RURALE D'AMBATOMANGA 6

I.1. Commune rurale d'Ambatomanga 6

I.1.1. Milieu physique 6

I.1.1.1. Situation géographique 6

I.1.1.2. Climat 6

I.1.1.3. Géologie et pédologie 8

I.1.2. Milieu biologique 9

I.1.2.1. Flore et végétation 9

I.1.2.2. Elevage et agriculture 9

I.1.2.2.1. Elevage 9

I.1.2.2.2. Agriculture 10

I.1.3. Milieu humain 10

I.1.3.1. Démographie 10

I.1.3.2. Scolarisation 10

I.2. Fromagerie artisanale FIVATSY 10

I.2.1.Organisation générale 10

I.2.2. Activités du FIVATSY 12

I.2.2.1. Produits 12

I.2.2.2. Débouchés 12

I.2.2.3. Formation des paysans 13

CHAPITRE II : LE LAIT ET LE FROMAGE 14

II.1. CARACTERISTIQUES DU LAIT 14

II.1.1. Propriétés physiques 14

II.1.2. Composition chimique 14

Rapport-Gratuit.com

II.1.3. Eléments biologiques du lait....14
II.2. UTILISATIONS DU LAIT....14
II.3. DIFFERENTS TYPES DE FROMAGES....15
II.4. PRODUCTION MONDIALE DE FROMAGE....15
DEUXIEME PARTIE : STAGE PRATIQUE A LA FROMAGERIE FIVATSY ET AU LABORATOIRE DE L'ASJA....17
CHAPITRE I – MATERIELS D'ETUDE....18
I.1. MATERIELS D'ANALYSES PRELIMINAIRES DU LAIT....18
I.2. MATERIELS DE FABRICATION DU FROMAGE FIVATSY....19
I.3. MATERIELS DE LABORATOIRE....20
I.3.1. Verreries....20
I.3.2. Petits matériels....20
I.3.3. Gros matériels....20
CHAPITRE II : METHODES....27
II.1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE....27
II.2. ANALYSES PRELIMINAIRES DU LAIT....28
II.2.1. Prise de température....28
II.2.2. Test de densité....28
II.2.3. Test à l'alcool....28
II.2.4. Test d'acidité....29
II.3. PROCESSUS DE FABRICATION DU FROMAGE FIVATSY....29
II.3.1. Pasteurisation....29
II.3.2. Emprésurage....29
II.3.3. Décaillage et égouttage....30
II.3.4. Moulage....30
II.3.5. Pressage....31
II.3.6. Démoulage....31
II.3.7. Saumurage ou salage en saumure....32
II.3.8. Affinage et maturation....32
II.3.9. Lavage....33

II.4. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES ECHANTILLONS DU LAIT ET DU FROMAGE FIVATSY 35
II.4.1. Prélèvement des échantillons 35
II.4.2. Préparation des suspensions mères (SM) 36
II.4.2.1. Pour le lait 36
II.4.2.2. Pour le fromage 36
II.4.3. Préparation des dilutions (NF V08-010) 36
II.4.4. Dénombrement des FAMT (NF ISO 4833) 36
II.4.4.1. Principe 37
II.4.4.2. Mode opératoire 37
II.4.5. Dénombrement des coliformes 37
II.4.5.1. Recherche des coliformes totaux (NF V08-050) 37
II.4.5.2. Recherche des coliformes fécaux (NF V08-060) 37
II.4.5.3. Principe 37
II.4.5.4. Mode opératoire 38
II.4.6. Dénombrement de *Escherichia coli (NF VO8-053)* 38
II.4.6.1. Principe 38
II.4.6.2. Mode opératoire 38
II.4.7. Dénombrement de *Staphylococcus aureus* (NF V 08-057-1) 38
II.4.7.1. Principe 38
II.4.7.2. Mode opératoire 39
II.4.8. Dénombrement de *Streptococcus faecalis* (méthode interne de Slanetz et Bartley) 39
II.4.8.1. Principe 39
II.4.8.2. Mode opératoire 39
II.4.9. Recherche de *Salmonella sp.* (AFNOR AES 10/40-05/04) 39
II.4.9.1. Préparation des échantillons 39
II.4.9.2. Pré-enrichissement sur RAPPAPORT-VASSILIADIS 40
II.4.9.3. Culture sur HEKTOEN ENTERIC AGAR (HEA) 40
II.4.9.3.1. Principe 40
II.4.9.3.2. Mode opératoire 40
II.4.10. Recherche de *Listeria monocytogenes* (AFNOR AES 1013-09-00) 40
II.4.10.1. Pré-enrichissement sur LISTERIA FRASER 40
II.4.10.2. Culture sur LISTERIA PALCAM 40

II.4.10.2.1. Principe 40
II.4.10.2.2. Mode opératoire 41
II.5. MODE DE CALCUL POUR LE CAS D'UN DENOMBREMENT (ISO 72-18) 41
CHAPITRE III : RESULTATS DES ANALYSES ET DISCUSSIONS 42
III.1. CRITERES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT 42
III.2. RAPPEL DES RESULTATS DE CHAQUE ETAPE DE FABRICATION DU FROMAGE FIVATSY 46
III.3. INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS DU PROCESSUS DE FABRICATION 47
III.3.1. Action de la présure.....47
III.3.2. Utilité du décaillage et égouttage 47
III.3.3. Action de la saumure.....47
III.3.4. Utilité de l'affinage 48
III.4. RESULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES ECHANTILLONS DU LAIT ET DU FROMAGE FIVATSY.....48
III.4.1. Résultats d'analyses microbiologiques de l'échantillon du lait.....48
III.4.2. Résultats d'analyses microbiologiques de l'échantillon de fromage 51
CHAPITRE IV : SUGGESTIONS D'AMELIORATION.....54
IV.1. Hygiène des personnels 54
IV.2. Hygiène des locaux 54
IV.3. Hygiène des matériels 54
IV.4. Evacuation des eaux résiduaires.....55
IV.5. Suggestions pour l'Etat malgache 55
CHAPITRE V : INTERETS PEDAGOGIQUES.....58
V.1. CLASSES CORRESPONDANTES AU THEME DU MEMOIRE.....58
V.2. FICHES PEDAGOGIQUES 59
V.2.1. Cours moyen première année (CM1).....59
V.2.2. Classe de troisième (3^{e}).....62
V.2.3. Classe de seconde (2^{nde}) 64
V.2.4. Classe première série D ($1^{ère}$ D) 66
CONCLUSION.....68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 70
ANNEXES

INTRODUCTION

A Madagascar, la production laitière se concentre, en général, sur les Hautes Terres, et en particulier, dans les régions du « triangle laitier », délimité par Manjakandriana, Tsiroanomandidy et Ambalavao Tsienimparihy. Ces régions sont favorables à la production laitière grâce à leur altitude et à leur climat proches de ceux de l'Europe [2]. En 1997, le lait avait atteint 32 millions de litres à Madagascar. Ce taux est obtenu par les différentes races bovines qui y existent telles que le zébu malgache importé des Indes, le croisement entre une femelle zébu autochtone et un mâle de race taurine d'importation donnant le « rana » et les races améliorées comme la pie rouge norvégienne, la pie noire…

La production du lait à Madagascar est saisonnière, 52 % en hiver parce qu'il y a la faible disponibilité fourragère. Cela est très marquée dans le nord et le centre avec respectivement 53 % et 55 %. La saison correspondant à la baisse de production s'appelle communément « *période de vache maigre* ». La commune rurale d'Ambatomanga fait partie des Hautes Terres d'Antananarivo. Elle a eu, en 2003, une production laitière de 1 496 000 litres [12]. Cette quantité était obtenue parce que la population est incitée à l'élevage de la vache laitière. FIVATSY, la fromagerie dans cette commune rurale reçoit aux environs de 700 litres par jour en été et 500 litres par jour en hiver. De plus, pendant l'année scolaire, la fromagerie fabrique le « school milk » entraînant la diminution de la quantité de fromage. Ainsi, 700 l de lait par jour ne donne que 50 kg de fromages.

Le lait et le fromage étaient les nourritures des dieux et héros dans la mythologie. D'après le premier Congrès International pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908, le lait est un produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum [11][23]. Le mot « fromage » vient du latin *formaticum* [7] ou du grecque *formos* [27] signifiant qu'il est fabriqué dans une forme appelée moule ou *forma*. La dénomination « fromage » est réservée, selon le décret n° 88-1206 du 30 décembre 1988, au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir de matières d'origine exclusivement laitière, utilisées seules ou en mélange, et coagulées en totalité ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de leur eau [27].

La qualité et la nature de fromage consommé varient selon les pays. En 2003, la Grèce est le premier consommateur avec une consommation moyenne de 27,3 kg par habitant par an et la France est le deuxième avec 24 kg par habitant par an. L'emmental, utilisé principalement comme ingrédient de cuisine et le camembert sont les fromages les plus consommés en France. L'Italie est le troisième avec 22,9 kg par habitant par an. Aux Etats-Unis, la consommation est en croissance rapide et a presque triplé entre 1970 et 2003. La consommation s'y est élevée en 2003 à 14,1 kg par habitant. Le fromage favori des Américains est la mozzarella, elle présente environ un tiers de la consommation, principalement du fait que c'est l'un des principaux ingrédients de la pizza [25].

La demande des produits laitiers est également positive, avec un taux de croissance annuelle estimé à 2,5 % par an d'ici l'an 2010, dû surtout au relèvement du revenu et à la croissance démographique du monde en développement tel qu'on constate en Chine. Le marché du fromage aura un essor moindre puisque 80 % de la consommation de fromage a lieu déjà sur les marchés des pays développés alors que la Chine ne représente que 0,1% de la consommation mondiale de ce produit [26].

De plus, au Bénin par exemple, il dispose un cheptel bovin estimé à 1.717.900 têtes en 2004 et qui connaît un accroissement d'un taux annuel d'environ 3,6 %. La consommation moyenne du lait, encore faible, n'y excède pas 20 kg par habitant par an comparé à la consommation moyenne des pays en développement de 34 kg et à 50 kg recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Pour approcher ce seuil de consommation, il faudra accroître la production nationale du simple au triple [5].

Madagascar se situe au 143ème rang sur les 177 pays classés selon l'index de développement humain du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). La population malgache reste pauvre selon les données les plus récentes publiées en 2005 par l'Institut national de statistiques (INSTAT), 85 % vivent dans les campagnes et le produit national brut (PNB) atteignait à peine 266 dollars en 2004. L'espérance de vie des Malgaches dépasse à peine 55 ans et 84 enfants sur 1000 meurent avant d'atteindre l'âge de 5 ans. En 1999, la population compte 15 millions d'habitants et actuellement elle est de 18 millions. Avec cet accroissement de la population de l'île, la situation n'a fait qu'empirer. La moitié des enfants malgaches déclare des signes de malnutrition chronique. D'après la FAO, en 2003, Madagascar a importé 1 035 milliers de tonnes de produits laitiers. Néanmoins, à cause de la pauvreté, la consommation de certains produits alimentaires comme ces produits est

insuffisante. Seules les familles aisées en consomment. La cherté des produits surtout le fromage est un obstacle pour les consommateurs.

La problématique de ce travail est la malnutrition de la population malgache. Cette mauvaise alimentation est due à une alimentation insuffisante en qualité et en quantité de certains nutriments essentiels que les produits laitiers peuvent facilement combler. D'où, surtout pour les enfants des écoles primaires, il est nécessaire de consommer les fromages et le « school milk ». En général, les produits laitiers sont chers car ils sont fabriqués de façon industrielle. Pourtant, il existe des produits moins coûteux mais qui sont fabriqués artisanalement.

C'est pour ces raisons que nous avons choisi le thème : ***« Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait et du fromage FIVATSY d'Ambatomanga ».*** La fromagerie FIVATSY fut créée par un Missionnaire Français Robert MARTEL en 1979 et était implantée dans une zone appartenant aux églises FJKM. Une réhabilitation est effectuée en 1986. FIVATSY est actuellement sous la direction de Monsieur et Madame RAKOTONDRAMBONINA Solofoniaina.

L'installation de la fromagerie présente des objectifs socio-économiques. Sur le plan social, la fromagerie soutient et subventionne le Collège FJKM. Son fonctionnement incite indirectement les paysans à scolariser, à former et à éduquer leurs enfants. Economiquement, la fromagerie cherche à améliorer le niveau de vie des paysans. Elle aide ces derniers à augmenter leur source de revenu pour pouvoir acheter les intrants agricoles.

La découverte du fromage fut probablement le fait du hasard, on n'en connaît pas l'origine précise mais on sait, grâce à des découvertes archéologiques, qu'on a fabriqué du fromage depuis les origines de l'élevage, à l'époque néolithique, il y a environ 10 000 ans. Une légende raconte qu'un nomade transportant du lait dans une poche faite d'estomac de mouton aurait découvert en cours de route que le lait avait caillé [7] [28]. Dans la Rome antique, les fromages de chèvre et de brebis étaient des aliments quotidiens. Ils apparaissaient avant les fromages de vache car la domestication des bovins était en quelques milliers d'années plus tardive que celle des ovins et caprins [27].

Nous tenons à faire la promotion de certains produits laitiers comme FIVATSY car de tels produits sont bien consommables. Notre objectif est donc de faire un stage pratique au sein même de la fromagerie FIVATSY pour étudier le cas de ce transformateur artisanal en tant que producteur de fromage.

Comme résultats attendus, nous espérons d'abord notre intégration acceptée au sein de la fromagerie FIVATSY. Cela nous permettrait d'avoir de bonnes et fiables informations. Ensuite, nous essayerons de comprendre toutes les étapes de cette fromagerie à la fois du point de vue technique et scientifique. En même temps l'inventaire des mesures d'hygiène pratiquées et/ou possibles d'être pratiquer dans cette usine sera réalisé. Enfin, pour bien confirmer notre hypothèse de produits de bonne qualité, des analyses microbiologiques seront confiées à de sérieux laboratoire.

Dans ce manuel, nous exposerons en deux parties ce travail. La première partie comporte les généralités alors que la deuxième partie sera consacrée aux résultats du stage, aux analyses, aux discussions de ces résultats, aux suggestions d'amélioration et aux intérêts pédagogiques.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES SUR LA COMMUNE D'AMBATOMANGA, SUR LE LAIT ET LE FROMAGE

CHAPITRE I : FIVATSY AU SEIN DE LA COMMUNE RURALE D'AMBATOMANGA

I.1. Commune rurale d'Ambatomanga

I.1.1. Milieu physique

I.1.1.1. Situation géographique [12]

La commune rurale d'Ambatomanga se trouve dans la province d'Antananarivo, dans la région d'Analamanga, dans le district de Manjakandriana. La distance à l'axe routier principal est :

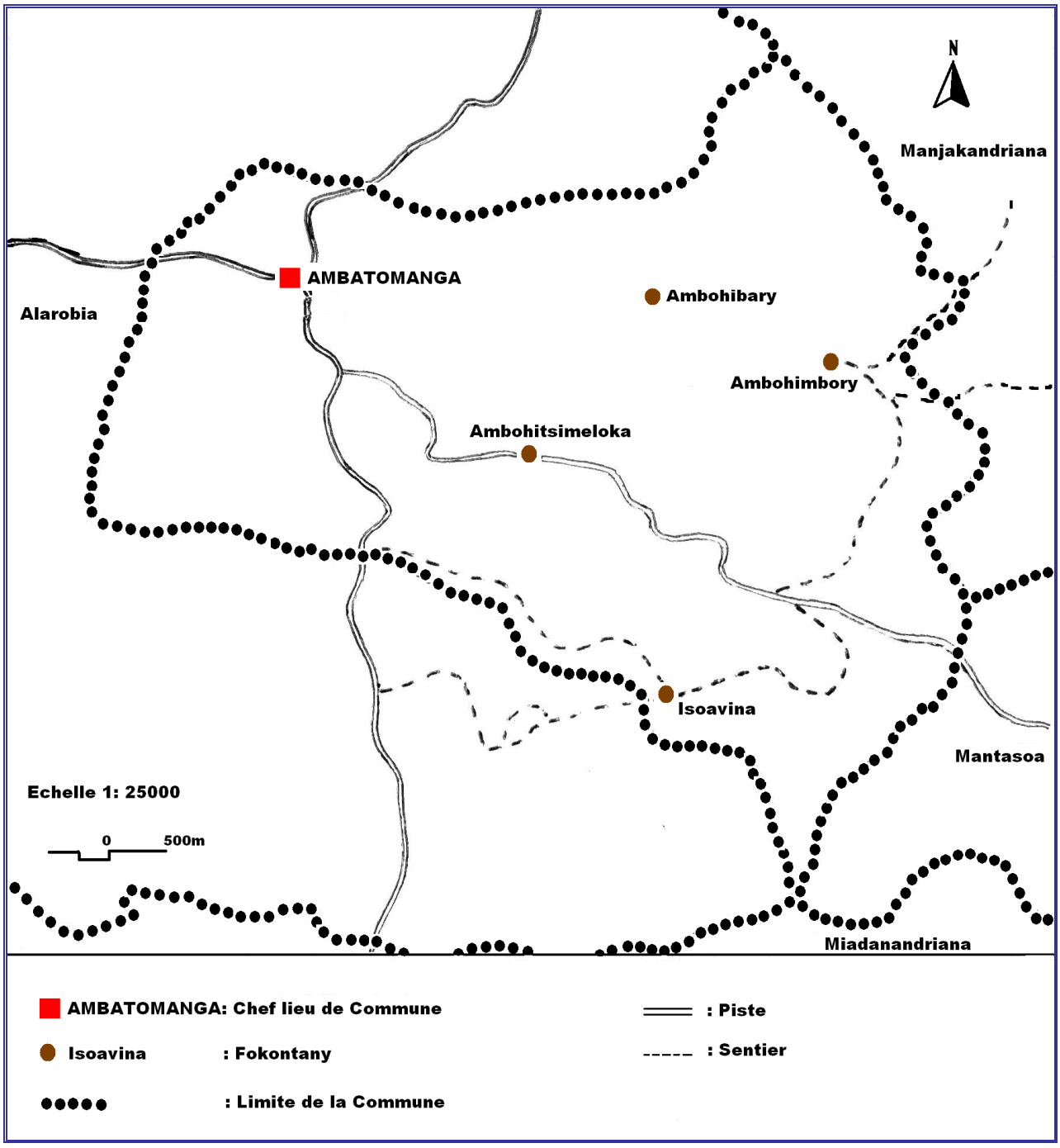
- 21,5 km à partir du PK 17 (Ambohimalaza) sur RN 2,
- 15,5 km à partir du PK 45 sur RN 2.

Son centre est sur 18° 49' de latitude Sud et 47° 40' de longitude Est. Elle a une superficie de 30,73 km^2. Les communes limitrophes sont : Manjakandriana au Nord, Miadanandriana au Sud, Mantasoa à l'Est, Alarobia à l'Ouest. Cette commune comporte 5 fokontany à savoir : Ambatomanga à 0 km, Ambohitsimeloka à 3,5 km, Isoavina à 5 km, Ambohibary à 5 km et Ambohimbory à 7 km. (Figure 1)

I.1.1.2. Climat

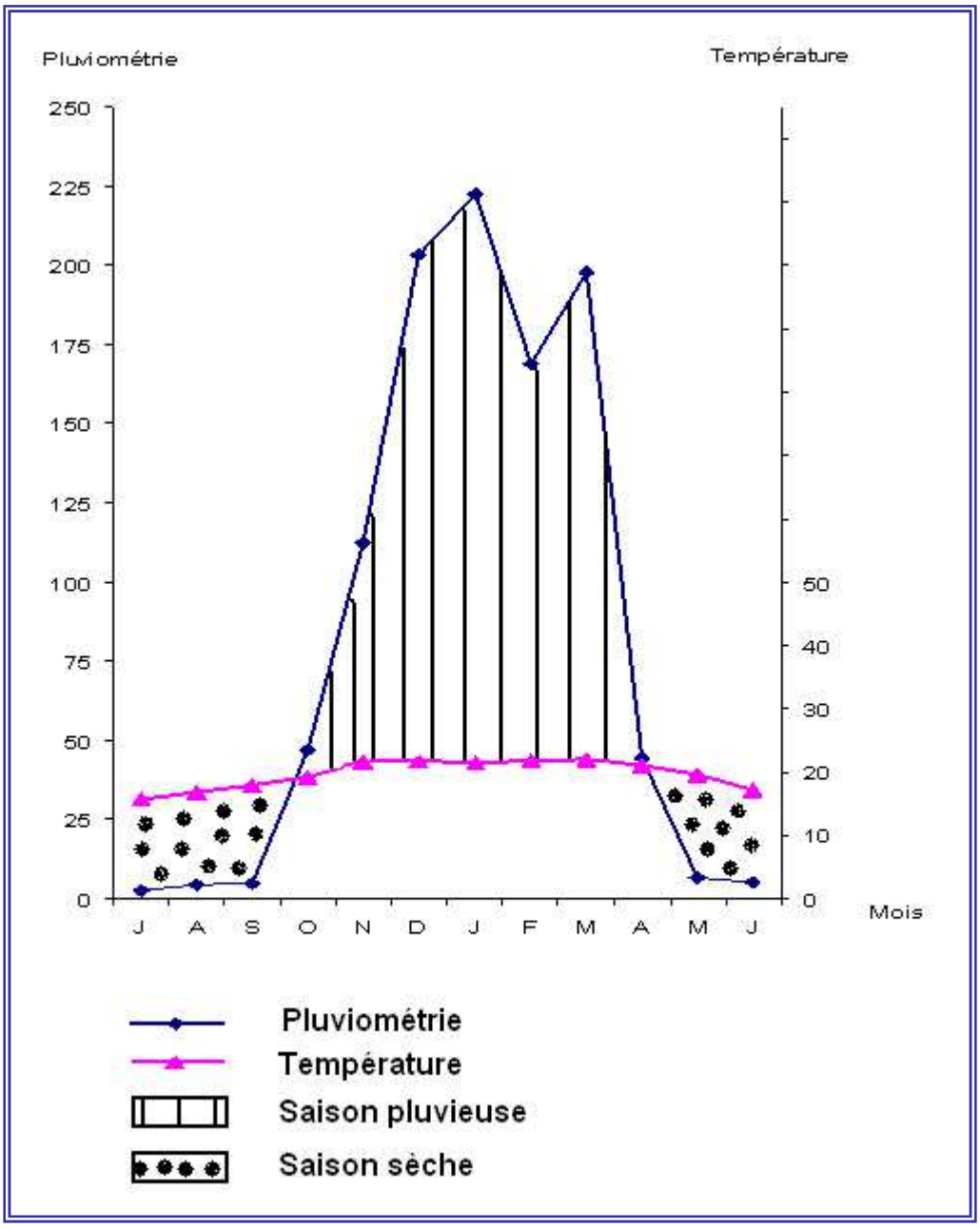
Le diagramme ombrothermique d'Antananarivo est représenté sur la Figure 2 et au point de vue climatique, Ambatomanga fait partie de la province d'Antananarivo. D'après ce diagramme, les zones de la province possèdent deux saisons bien marquées : saison sèche et saison pluvieuse. D'une part, la saison sèche s'étend d'Avril en Octobre. Les pluies hivernales sont peu marquées et sont représentées par des crachins ou des brumes de 29 jours en 2006. D'autre part, la saison pluvieuse s'étend de Novembre en Mars. Les mois de Décembre et Janvier sont les plus arrosés avec respectivement 203,4 mm et 222,6 mm en 2006. Les précipitations annuelles sont de 1019,9 mm en 2006 [20].

La région d'Ambatomanga est soumise à un climat de type tropical. Son altitude supérieure à 1400 m influe le climat de la région. La température moyenne annuelle est de 19,72 °C, la température moyenne maximale en Novembre est de 22,1 °C et la température moyenne minimale en Juillet est de 15,75 °C [20]



Source : FTM

Figure 1: Carte géographique de la commune rurale Ambatomanga



Source : Service météorologique

Figure 2 : Diagramme ombrothermique d'Antananarivo

I.1.1.3. Géologie et pédologie

Géologiquement, la commune rurale d'Ambatomanga fait partie du socle cristallin malgache. Cela explique que le relief est très accidenté et le sol est stérile. Cette commune est incluse dans l'affleurement géologique du granite de Carion dit granite porphyroïde à dent de cheval. Les types de sols rencontrés dans la région sont des sols ferralitiques acides de couleur jaune brun-rouge. La Figure 3 montre le grand rocher granitique porphyroïde qui se place au centre du fokontany d'Ambatomanga.

Figure 3 : Rocher granitique porphyroïde d'Ambatomanga

I.1.2. Milieu biologique

I.1.2.1. Flore et végétation

Dans la région, la forêt primaire a presque disparu. Seule la formation arbustive, un résidu de la forêt originelle, composée essentiellement du genre *Phyllartron sp.*, connu sous le nom vernaculaire « zahana » subsiste. La végétation y est presque herbacée à aspect steppique. Ensuite, les lieux humides sont couverts de *Sporobolus pyramidalis* (horompotsy) et *Aristida rufescens* (horombavy) envahissent les tanety et les versants. En outre, il y a le reboisement d'*Eucalyptus sp.*, de *Pinus sp.* et d'*Acacia sp*. [12].

I.1.2.2. Elevage et agriculture

Comme toute commune rurale, la majorité de la population sont des paysans. Ces gens vivent surtout de l'élevage et de l'agriculture.

I.1.2.2.1. Elevage

La structure d'encadrement et l'infrastructure d'élevage sont encore du système traditionnel. Les paysans pratiquent l'élevage bovin, porcin, ovin. Ils ont 775 boeufs, 470 porcs, 70 moutons, 4 584 volailles et 410 vaches laitières. L'apiculture composée de 88 ruches existe aussi dans la commune.

L'élevage dans cette commune rencontre les problèmes suivants :

- insuffisance de médicaments pour les bétails,

- inexistence de vétérinaires,
- appauvrissement et dégradation des pâturages.

I.1.2.2.2. Agriculture

La commune possède une superficie totale cultivable de 410,35 ha dont 262,35ha seulement sont cultivés. Les principaux types de cultures pratiqués par la population sont : les céréales, les légumineuses, les tubercules, les arbres fruitiers et les légumes. Ils cultivent aussi l'arachide, une culture individuelle temporaire et le café une culture individuelle permanente. Ces différents types de produits agricoles seront présentés dans l'Annexe I.

Faute de matériels agricoles motorisés, les paysans utilisent encore des matériels mécaniques comme les sarcloirs, les herses, les charrues, les charrettes, les pulvérisateurs et les brouettes pour assurer leurs travaux. Parfois, les grosses pluies et les grêles détruisent les cultures. De plus, en été, les eaux de pluies donnent des crues dans les rizières parce que les vallons sont étroits.

I.1.3. Milieu humain

I.1.3.1. Démographie

En 2004, la commune rurale d'Ambatomanga compte 5 560 habitants avec une densité moyenne de 181 habitants par km^2. L'Annexe II va donner la répartition de la population dans les 5 fokontany avec 2 781 hommes, 2 779 femmes, 80% de paysans, 10 % de fonctionnaires, 10 % de travailleurs dans les entreprises privées [12].

I.1.3.2. Scolarisation

Les enfants scolarisés sont de 1 019, c'est-à-dire 18,32 % de la population. La commune possède 24 enseignants et 30 salles de classe qui se répartissent dans les Ecoles Primaires Publics (EPP), le Collège d'Enseignement Général (CEG), le Collège FJKM. Pour l'année 2007, les taux de réussite de chaque examen officiel sont : 51,48% pour le CEPE, 45,23 % pour le BEPC et 50,12 % pour le baccalauréat.

I.2. Fromagerie artisanale FIVATSY

I.2.1.Organisation générale

Comme toute entreprise, la fromagerie FIVATSY possède une organisation. La Figure 4 suivante représente son organigramme. La direction est aidée par le Conseil

d'Administration et par la Cellule technique pour gérer l'entreprise. Il y a 2 types de personnels : personnel permanent et personnel temporaire qui sont tous les deux essentiels au bon fonctionnement de l'entreprise. Le personnel permanent assure la fabrication et la vente du produit et le personnel temporaire s'occupe du ravitaillement en intrant.

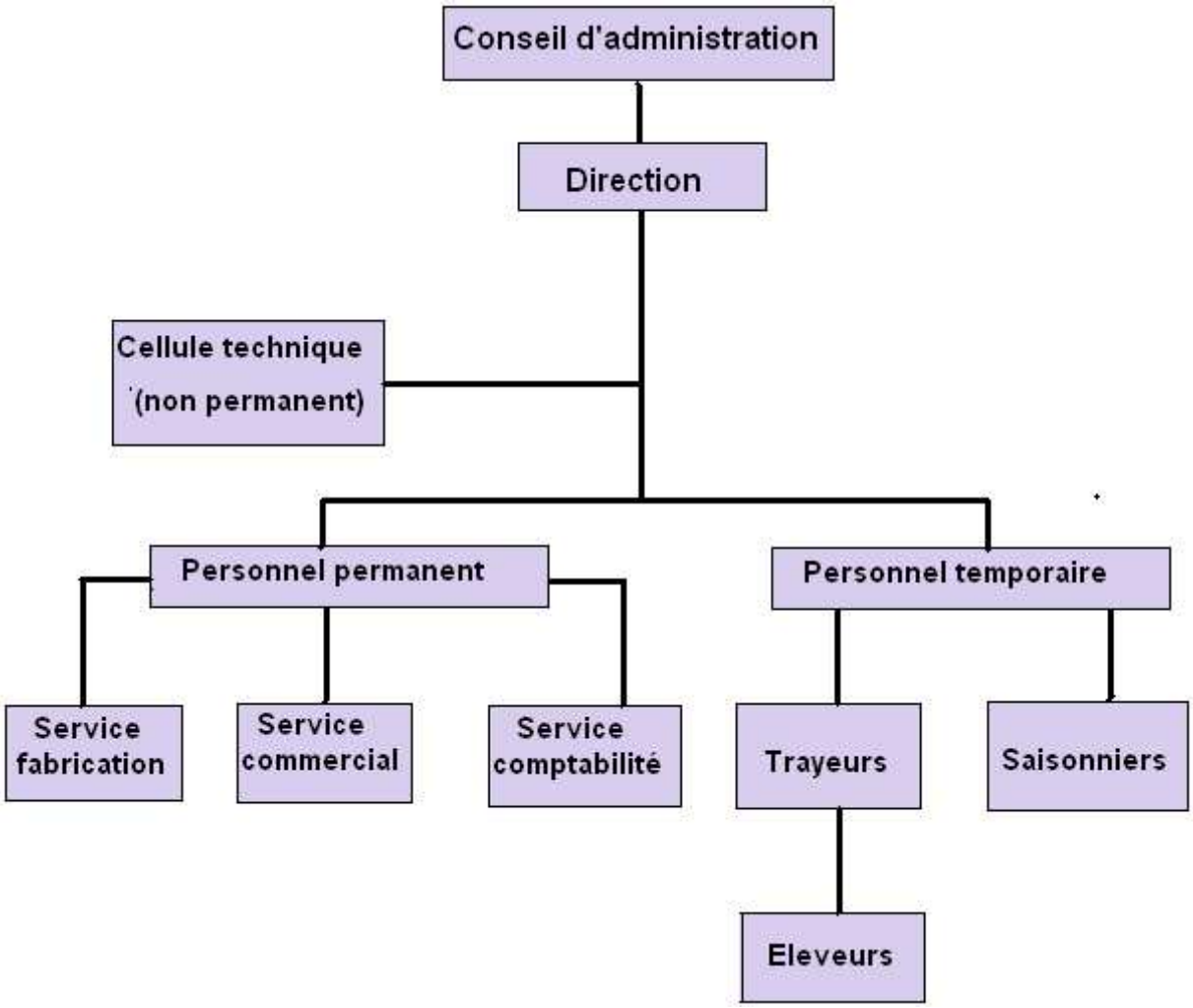


Figure 4 : Organigramme de la fromagerie FIVATSY

FIVATSY possède actuellement 17 trayeurs qui collectent le lait des vaches de 600 familles. Les éleveurs et les trayeurs tiennent une place prépondérante au sein de la fromagerie. En effet, ce sont eux qui approvisionnent FIVATSY en matière première qu'est le lait. FIVATSY est une petite entreprise bien planifiée. La Figure 5 montre les diverses tâches effectuées par les personnes. Ce plan est simple mais présente toutes les unités nécessaires pour une fromagerie, pour son bon fonctionnement. L'explication de ce plan sera bien approfondie dans le processus de fabrication du fromage. Le déroulement de ce dernier exprimera l'utilité de chaque unité.

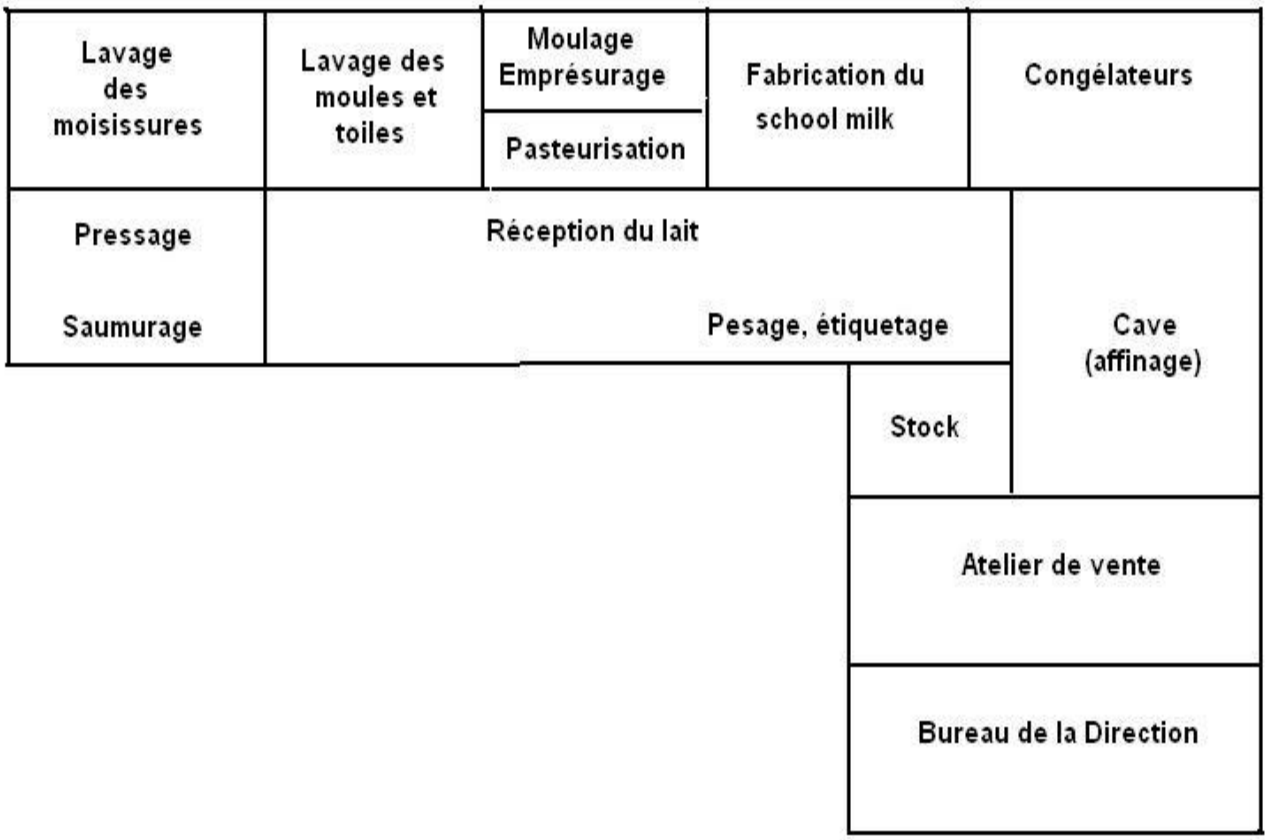


Figure 5 : Plan de la fromagerie FIVATSY

I.2.2. Activités du FIVATSY

I.2.2.1. Produits

L'installation du FIVATSY implique des activités pour elle-même. La fromagerie fabrique différents types de produits tels que les fromages, le beurre, la crème fraîche et l'yaourt. Depuis l'année scolaire 2006-2007, FIVATSY a obtenu un marché qui est le « school milk » ou « ronono an-tsekoly ». C'est une distribution de lait et d'yaourt aux élèves de 6 établissements scolaires publics et privés aux alentours de l'usine. Le school milk est un programme de l'Etat malgache qui vise à améliorer les apports énergétiques des élèves, à augmenter le taux de consommation de lait des Malgaches et à promouvoir la production laitière.

I.2.2.2. Débouchés

Les différents produits ne sont pas stockés dans la fromagerie mais seront expédiés sur le marché. Soit ils sont vendus directement à son atelier de vente, soit les produits finis seront transportés chaque semaine et livrés dans les supermarchés, les

épiceries, les crémeries, les gargotes d'Antananarivo ville, soit les consommateurs prennent leur part directement à l'atelier ainsi que les démarcheurs qui partagent les fromages en provinces.

I.2.2.3. Formation des paysans

FIVATSY forme ces éleveurs au moment opportun. Pour cette formation, elle enseigne les paysans sur l'alimentation des vaches, la culture fourragère, l'hygiène et la santé de l'étable, la propreté, la guérison et la prévention des maladies, la bonne gestion du revenu familial et enfin l'aménagement du sol. Elle donne également une formation aux trayeurs qui sont en contact direct avec la matière première. L'hygiène est très importante pour éviter les souillures des produits.

CHAPITRE II : LE LAIT ET LE FROMAGE

II.1. CARACTERISTIQUES DU LAIT

II.1.1. Propriétés physiques

Le lait est un liquide blanc, opaque, nuancé de jaune, de saveur légèrement sucrée, douce et agréable. Son odeur est peu accentuée [11] [23]. Le lait a une densité de 1,028 à 1,032 à 20 °C. Son pH est entre 6,5 et 6,6. Son acidité normale en degré Dornic est comprise entre16 et 18.

Il faut remarquer que le lait mousse abondamment lorsqu'il est agité. Il est sensible à la lumière et à la chaleur [29].

II.1.2. Composition chimique [11] [23]

Pour 1 l de lait de vache, qui est le plus employé en fromagerie, la composition moyenne est :

- matière grasse : 35 g,
- sucre du lait ou lactose : 50 g,
- matières azotées dont la caséine : 35 g,
- matières salines dont les sels minéraux : 9 g,
- eau : 90% du lait appelée eau de constitution,
- vitamines et enzymes indosables ou à l'état de traces.

II.1.3. Eléments biologiques du lait

Un lait, même recueilli aseptiquement et provenant d'un animal parfaitement sain, contient toujours des cellules parmi lesquelles on distingue les cellules issues du sang et de la glande mammaire de l'animal et les microorganismes divers [23].

Pour un lait sain, les cellules sont de 100 000 à 200 000 par ml. Quantitativement, quelques centaines de bactéries par cm^3 proviennent de la mamelle, quelques milliers de l'air et du voisinage de la vache, tandis que les récipients en apportent facilement des centaines de mille, s'ils ne sont pas bien entretenus [4].

II.2. UTILISATIONS DU LAIT

Le lait présente actuellement plusieurs types d'utilisations : en médicine, en esthétique, en alimentation humaine et en industrie agro-alimentaire. Ce sont ces deux derniers qui intéressent le plus notre travail. En effet, le lait sert de matières premières dans les industries agro-alimentaires et est manufacturé sous diverses formes. Il

permet de fabriquer du yaourt, du beurre, de la crème fraîche, de glace et il est aussi utilisé en pâtisserie et en biscuiterie et notamment en fromagerie.

II.3. DIFFERENTS TYPES DE FROMAGES

Les types de fromages sont nés de la mise en œuvre de techniques de fabrication [23]. Les différentes technologies engendraient les différents principaux fromages.

Les fromages frais nommés encore fromages blancs sont très simples tels que le fromage à la pie, le caillé gras ou maigre, le demi-sel, le fontainebleau.

Ensuite, il y a les fromages à pâte molle comme les camemberts, les coulommiers, le brie, le carré de l'Est, le pont – l'évêque, le livarot, le munster, les maroilles.

De plus, pour les fromages persillés appelés aussi fromages bleus sont très nombreux mais le plus connu est le roquefort.

En outre, le Saint Nectaire, le Saint Paulin, le Cheddar sont des fromages à pâte ferme pressée.

Pour les fromages à pâte cuite, ce sont : le gruyère, le compté. Enfin, il y a les fromages fondus.

Parmi ces différents types de fromages, FIVATSY a adopté la technologie du Saint Paulin. C'est un fromage à pâte pressée non cuite dont sa fabrication sera plus explicite dans le paragraphe sur le processus de fabrication.

II.4. PRODUCTION MONDIALE DE FROMAGE

En 2004, la production mondiale de fromage atteint 18 millions de tonnes fabriqués à partir de 190 millions de tonnes de lait selon la FAO. Les plus grands producteurs de fromage sont les Etats-Unis (environ 30 % du total), suivis par l'Allemagne et la France. Le premier pays exportateur de fromage est la France alors que le premier pays importateur de fromage est l'Allemagne. Le Tableau I illustre les grands producteurs de fromage et de leur production [25].

Tableau I : Principaux pays producteurs de fromage dans le monde en 2004

Pays	Production en milliers de tonnes
États-Unis	4 327
Allemagne	1 929
France	1 827
Italie	1 102
Pays-Bas	672
Pologne	535
Brésil	470
Égypte	450
Australie	373
Argentine	370

DEUXIEME PARTIE

STAGE PRATIQUE A LA FROMAGERIE FIVATSY ET AU LABORATOIRE DE L'ASJA

CHAPITRE I : MATERIELS D'ETUDE

I.1. MATERIELS D'ANALYSES PRELIMINAIRES DU LAIT

Le lait est notre matière première dans cette étude. Il faut bien l'analyser avant de la transformer. Les matériels utilisés pour ces analyses sont constitués par : un thermomètre, un lactodensimètre (Figure 6) qui est un instrument servant à mesurer directement la densité des liquides; un petit bêcher, deux seringues en plastiques, un acidimètre (Figure 7) qui est un instrument pour mesurer le taux d'acidité ; une éprouvette graduée. A part ces différents objets, il y a les produits chimiques tels que la soude 1/10, la phénolphtaléine et l'alcool à 70°.

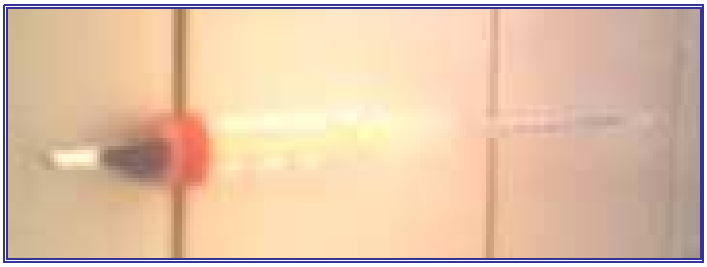


Figure 6 : Lactodensimètre

Figure 7 : Acidimètre

I.2. MATERIELS DE FABRICATION DU FROMAGE FIVATSY

Le fromage est un produit fabriqué sous plusieurs étapes successives. Pour sa fabrication, on a eu recours à de nombreux matériels, ce sont : les marmites, la tranche caillé, les brassoirs, les moules (Figure 8) en simple pot en plastique qui sont utilisées pendant le moulage et elles sont des petits formats PF, des grands formats GF, des petits modèles PM ou des grands modèles GM ; les toiles, les planchots (Figure 9) en bois en rondelle de différentes dimensions selon la moule qui servent à presser le caillé dans les moules pendant le pressage ; les tares, les planches, les étagères métalliques, l'entonnoir métallique (Figure 10) qui sert à filtrer le lait à la réception et aussi à débarrasser le lactosérum avant le moulage. En plus de ceux-là, il y a la présure, le ferment et la saumure.

Figure 8 : Moules

Figure 9 : Planchots

Figure 10 : Tamis métallique perforé

I.3. MATERIELS DE LABORATOIRE

Des analyses microbiologiques ont été faites sur le lait et le fromage FIVATSY. Les matériels utilisés lors de ces analyses peuvent être classés en trois grandes catégories :

I.3.1. Verreries

- Les ballons (Figure 11) : c'est un récipient en verre surmonté par une partie en forme de tube, pouvant être à fond plat ou à fond rond. Il sert à conserver des produits liquides pendant les expériences.
- Les éprouvettes graduées (Figure 12) : elles servent à mesurer de façon précise le volume d'un liquide donné.
- La pipette graduée (Figure 13) : c'est un tube gradué en verre utilisé pour mesurer de manière exacte le volume d'un liquide.
- Les tubes à essai (Figure 14) : ce sont des tubes en verre de longueur et de diamètre bien déterminés dans lesquels se déroulent les réactions. En microbiologie, ils sont toujours bouchés avec du coton ou par des bouchons à vis.
- Les béchers (Figure 15) : ce sont des récipients en verre utilisés pour la détermination approximative du volume d'un liquide.
- Les boîtes de Pétri (Figure 16) : ce sont des boîtes en verre qui se recouvrent et qui permettent la culture des microorganismes.

I.3.2. Petits matériels

- Le bec bunsen (Figure 17) : c'est un brûleur relié à une bouteille de gaz. Il est constitué par un robinet, une virole et une cheminée. Toutes les manipulations bactériologiques doivent se dérouler dans une zone délimitée par un rayon de 15 cm autour de la flamme du bec afin d'assurer une meilleure asepsie.
- Le vortex (Figure 18) : c'est un appareil servant à mélanger le contenu d'un tube à essai par agitation rapide.
- La balance de précision (Figure 19) : c'est un appareil utilisé pour peser de manière précise un échantillon de l'ordre de 10^{-4} près.
- Le microscope (Figure 20) : un instrument optique composé de plusieurs lentilles permettant d'observer des êtres vivants invisibles à l'oeil nu.

I.3.3. Gros matériels

- L'autoclave (Figure 21) : c'est un appareil permettant la stérilisation par la chaleur humide des matériels de culture ou de l'eau distillée.

- L’étuve (Figure 22) : il permet de stériliser les verreries par la chaleur sèche (cas des étuves pour stérilisation) et aussi pour incuber la culture microbienne (cas des étuves pour incubateur).
- La hotte à flux laminaire (Figure 23) : elle est utilisée pour maintenir une zone stérile durant toutes les manipulations. Elle protège aussi contre les contaminations c'est-à-dire qu’elle assure le maintien d’une atmosphère stérile.

Figure 11 : Ballons

Figure 12 : Eprouvettes graduées

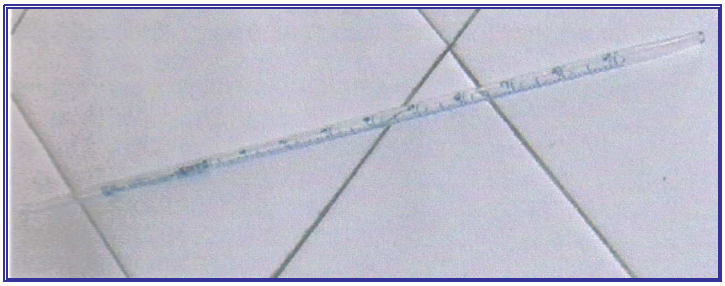


Figure 13 : Pipette graduée

Figure 14 : Tubes à essai

Figure 15 : Becher

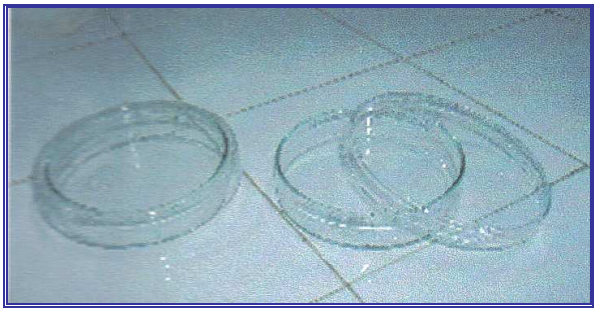


Figure 16 : Boîte de Pétri

Figure 17 : Bec bunsen

Figure 18 : Vortex

Figure 19 : Balance de précision

Figure 20 : Microscope

Figure 21 : Autoclave

Figure 22 : Etuve

Figure 23 : Hotte à flux laminaire

En outre, il y a les milieux de cultures utilisés pour les analyses et ils sont classés en 2 groupes :

- les milieux électifs : EPT, PCA,
- les milieux sélectifs : EMB, RAPPAPORT VASSILIADIS, HEKTOEN ENTERIC AGAR, VRBL, GELOSE de SLANETZ et BARTLEY, BAIRD PARKER, LISTERIA PALCAM, LISTERIA FRASER.

La liste de ces milieux de culture peut être consultée en Annexe III avec leur composition respective.

CHAPITRE II : METHODES

Les informations reçues et contenues dans ce mémoire ont été rassemblées à partir de deux sources principales :

- une étude bibliographique,
- des travaux sur terrain : les différentes analyses, le processus de fabrication du fromage.

II.1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Une étude bibliographique représente une source de connaissances sur le thème à étudier. A cet effet, des visites dans des centres de documentation sont effectuées, à savoir : aux bibliothèques de l'Université d'Antananarivo, de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomes – Elevage (ESSA – Elevage), au centre de documentation et bibliothèque de l'Ecole Normale Supérieure (ENS), au Centre d'Information Technique et Economique (CITE) Ambatonakanga. La fromagerie FIVATSY a aussi donné quelques ouvrages pour la réalisation de ce travail. La consultation des rapports de stage des étudiants de l'Athénée Saint Joseph Antsirabe (ASJA) a été également effectuée. Grâce au progrès de la technologie, les études cybernétiques ont permis d'avoir d'autres informations concernant le sujet de ce mémoire. Pour chaque lecture, une fiche documentaire a été établie pour faciliter l'utilisation du contenu du livre lors de la phase de rédaction. La Figure 24 montre un modèle de cette fiche.

Nom(s) d'auteur : N°

Année :

Titre :

Résumé :

Maison d'édition :

Nombre de pages totales :

Nombre de pages lus :

Mots clés :

Figure 24 : Fiche documentaire à remplir lors de l'étude bibliographique

Il faut remarquer que les adresses des informations sur Internet sont toujours mentionnées (Site web et/ou adresse e-mail).

II.2. ANALYSES PRELIMINAIRES DU LAIT

La fromagerie FIVATSY est un transformateur artisanal qui contrôle la qualité du lait à la réception. Ce contrôle se fait par la prise de température, le test de densité, le test à l'alcool et le test d'acidité.

II.2.1. Prise de température

Dès l'arrivée du trayeur, après tamisage, 250 ml de lait a été mis dans une éprouvette graduée. Un thermomètre protégé en plastique est utilisé pour prendre la température afin de vérifier le temps entre la traite et la réception du lait à la fromagerie même si c'est un lait de grand mélange. De plus, la température obtenue sera utilisée pour le calcul de la densité. Après chaque prise, le thermomètre sera nettoyé avec de l'eau.

II.2.2. Test de densité

La densité du lait est mesurée à l'aide d'un lactodensimètre. Ce test est très utile pour détecter le mouillage qui peut être fait par les trayeurs lors du ramassage.

FIVATSY utilise un lactodensimètre à 20 °C donc il faut faire une correction de la densité par la formule suivante :

$$D = (d \times 10^3) + [(T - 20) \times 0,2]$$

Avec D : densité normale

d : densité à 20 °C

T : température du lait à la réception (en °C)

II.2.3. Test à l'alcool

Le test à l'alcool est nécessaire pour contrôler le taux global de microorganismes dans le lait. Pour cela, 2 cc d'alcool 70° et 2 cc de lait ont été mélangés et ensuite homogénéisés. A vrai dire, on ne doit pas traire une vache laitière d'une semaine de parturition puisque son lait contient encore du colostrum qui empêche l'obtention d'une bonne qualité de fromage.

II.2.4. Test d'acidité

Lors de la présentation des propriétés physiques du lait, il est un peu acide. D'où, le but de ce test est de vérifier cette acidité. Pour connaître le degré d'acidité d'un lait, on se sert de l'acidimètre Dornic.

Pour se faire, 10 cc de lait est additionné de 4 gouttes de phénolphtaléine ; le mélange est ensuite titré avec la solution de soude 1/10 du tube – burette. Dès que le lait prend une teinte rose pâle, le dosage est terminé, et il ne reste plus qu'à lire sur le tube - burette graduée le nombre de divisions de solution de soude employées pour obtenir la teinte rose [11]. Le taux d'acidité du lait cru correspond à la quantité de soude versée.

II.3. PROCESSUS DE FABRICATION DU FROMAGE FIVATSY

Le fromage FIVATSY est parmi les formages à pâte pressée du type Saint Paulin. Les méthodes utilisées pour sa fabrication y sont encore traditionnelles et artisanales. Après la collecte, la réception et le contrôle préliminaire du lait, on passe à la fabrication. Cette dernière peut se résumer en 9 étapes bien distinctes.

II.3.1. Pasteurisation

A chaque arrivée du trayeur, 100 l de lait ont été versés dans une marmite. Il faut porter la température à 70 °C pendant 10 minutes et on le refroidit immédiatement jusqu'à la température d'emprésurage qu'est de 34 °C. Cette pasteurisation est montrée sur la Figure 25.

Figure 25 : Pasteurisation

II.3.2. Emprésurage

Le lait est maintenant transposé dans une autre chambre hors du feu où l'on ajoute la présure : c'est l'emprésurage. La présure est une enzyme secrétée par la muqueuse stomacale des jeunes ruminants [6]. Il faut toujours s'assurer de

l'homogénéité du chauffage lors de cette étape. De même, la quantité des ingrédients se calcule au prorata du volume du lait à transformer [14].

II.3.3. Décaillage et égouttage

Après l'emprésurage, le lait se coagule sous forme d'un coagulum appelé « caillé ». Il faut découper ce dernier en petits morceaux par une tranche caillée. Tout de suite après, on passe au brassage (Figure 26) c'est-à-dire on lave les caillés, de façon à les battre contre la marmite, par un brassoir. A la fin de cette étape, on fait l'égouttage avec l'eau et en même temps on continue à brasser.

Figure 26 : Brassage

Après le décaillage, le liquide obtenu sera utilisé à la fabrication du fromage blanc. Et l'eau venant de l'égouttage passe à une extraction de crème pour fabriquer du beurre.

II.3.4. Moulage

Il s'agit de verser dans les quatre sortes de moules le caillé qui était débarrassé du lactosérum. Il faut préparer à l'avance ces moules avec des petites toiles au-dessus. La Figure 27 illustre le moulage qui se fait encore à la main.

Figure 27 : Moulage

II.3.5. Pressage

Le pressage (Figure 28) contribue à presser le caillé à l'aide des planchots ou foncets en rondelle. En fait, on superpose trois moules puis on appuie dessus à l'aide des mains. L'eau sort par le sommet de la moule mais également par les trous sur la paroi latérale.

Les caillés venant de l'atelier de fabrication et qui se trouvent encore dans leurs moules sont superposés entre eux conformément au cahier de fabrication. Le planchot du plus haut moule est appuyé par de la canne et dont le dessus porte un plateau. Ce plateau va porter une tare dont le poids est conforme à la grandeur de la moule. Avant de partir, le personnel procède au retournement, la face qui était contre le planchot prendra la position inférieure. On presse comme précédemment ce dernier.

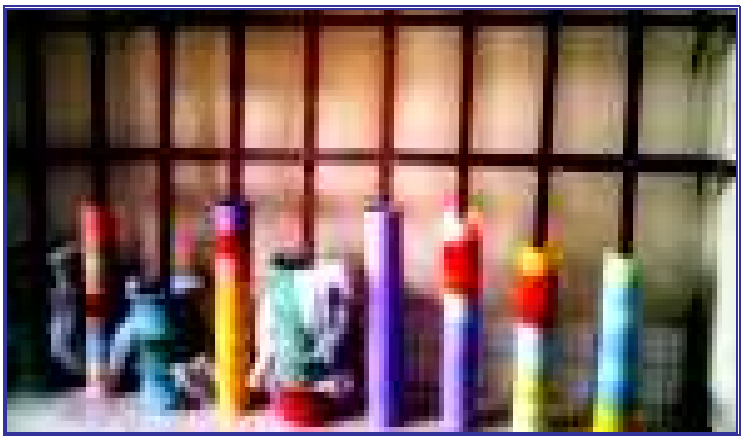


Figure 28 : Pressage

II.3.6. Démoulage

Après 12 h de pressage, on pratique le démoulage, il s'agit d'enlever le fromage de la moule. Il arrive quelquefois de couper les bavures pour la mise en forme du fromage.

II.3.7. Saumurage ou salage en saumure

Les fromages dont les bavures viennent d'être coupées sont ensuite mis dans une saumure de 15 % de NaCl (chlorure de sodium) pendant 8 h pour le salage. La Figure 29 montre le saumurage ou le bain des fromages dans la saumure.

Figure 29 : Saumurage

II.3.8. Affinage et maturation

Le fromage sortant de la saumure entre dans la cave. La cave est une chambre sombre munie de grillage qui laisse passer l'air et empêche l'entrée des rongeurs. Elle a une température entre 13 et 15 °C.

Les fromages sont entreposés sur des planches et mis dans la cave pour une durée de 21 jours en été et 30 jours en hiver. Cette durée est dépendante de l'obtention de la couleur grise fine qui est représentée sur la Figure 30.

D'une part, les planches sont les unes placées à 30 cm, au dessus des autres moyennant une étagère ; d'autre part, elles sont espacées sur une même hauteur. Le but est d'atteindre les conditions nécessaires. La Figure 31 nous renseigne l'affinage. Le retournement se fait tous les deux jours pour assurer la maturation convenable [14].

Figure 30 : Fromage en maturation de couleur grise fine

Figure 31: Affinage

II.3.9. Lavage

Pendant cette étape, on frotte le fromage qui est arrivé à maturité à grande eau contre du ciment jusqu'à une obtention de la couleur jaune et la croûte bien lisse. La Figure 32 exprime le fromage en cours de lavage.

Figure 32 : Fromage en cours de lavage

Ces étapes du processus de fabrication sont résumées sur la Figure 33.

Depuis la collecte du lait jusqu'à l'affinage, il y a des enregistrements confrontés jour par jour. Il est donc tenu :

- un cahier de réception du lait,
- un cahier de fabrication,
- un cahier cave.

Ainsi s'achève la présentation du processus de fabrication du fromage FIVATSY. Passons maintenant aux analyses microbiologiques du lait et du fromage.

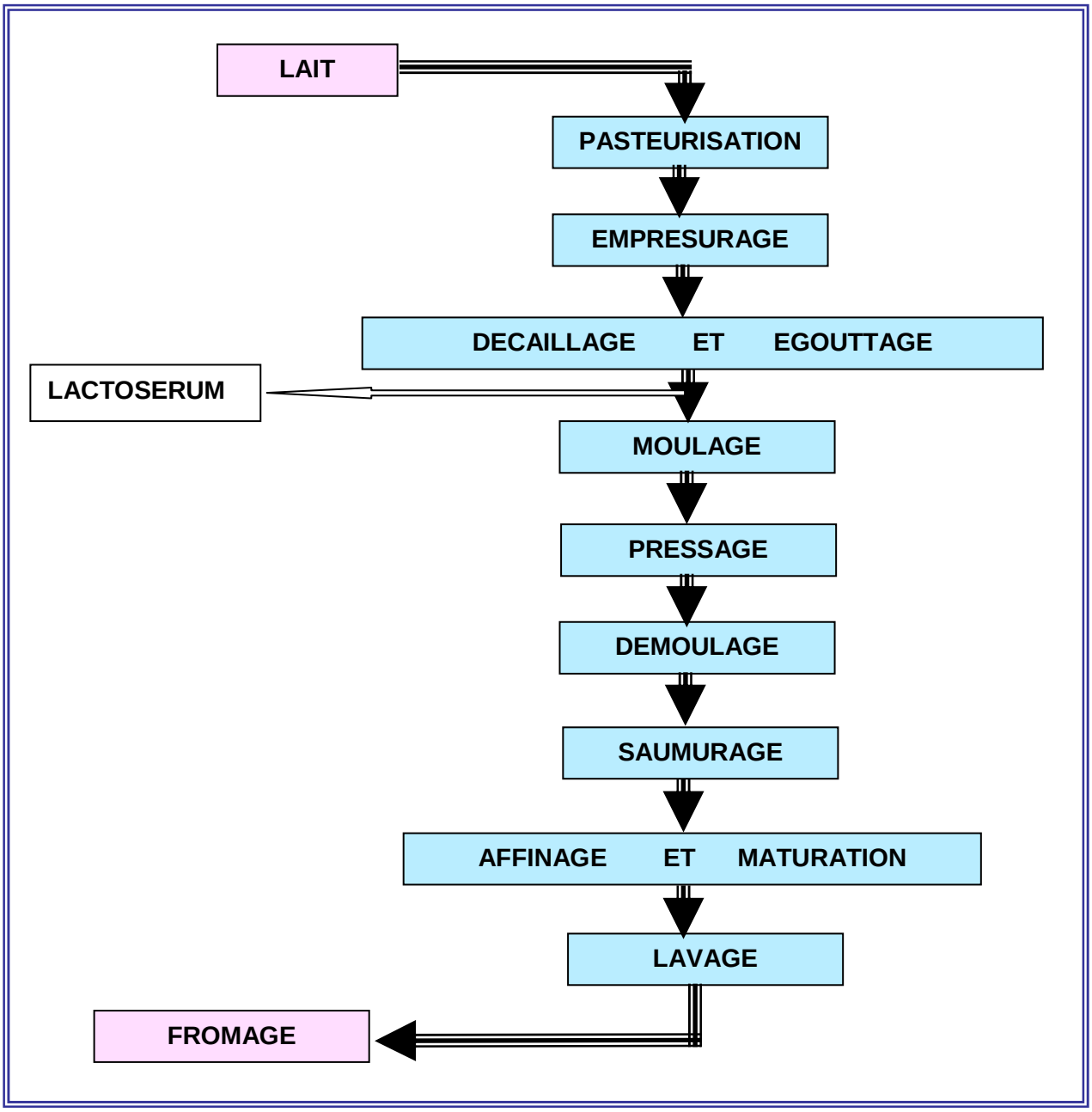


Figure 33 : Diagramme du processus de fabrication du fromage FIVATSY

II.4. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES ECHANTILLONS DU LAIT ET DU FROMAGE FIVATSY

II.4.1. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons du lait et du fromage est effectué de manière à ce qu'ils soient représentatifs des lots entiers.

La traite était effectuée le 26/06/07 à 9h30 mn. Le lait est tout de suite mis dans le congélateur pendant 15 mn. Ensuite, il était transféré dans le réfrigérateur. Puisque le temps mis pour le transport des échantillons vers le laboratoire d'analyse

avait excédé 30 mn, on les a placé dans une glacière contenant des blocs de glace. En effet, à 15 h 30 mn du même jour, on les a transféré dans la glacière. Dès qu'on était arrivé à Antananarivo, les échantillons sont placés dans le frigo (vers 19 h) .jusqu'à 4 h 30 mn du matin du lendemain. Depuis ce temps, le lait et le fromage sont remis dans la glacière et transportés au laboratoire de l'ASJA. Vers 13 h 30 mn, la préparation des analyses a débuté.

A partir de ces prélèvements, une fraction sera prise pour former la prise d'essai, à partir de laquelle les analyses seront effectuées. Les méthodes utilisées sont normalisées c'est-à-dire suivent la norme internationale.

II.4.2. Préparation des suspensions mères (SM)

II.4.2.1. Pour le lait

25 ml de l'échantillon de lait à analyser sont mis dans 225 ml d'eau distillée dans un ballon à fond plat stérile. Le contenu du ballon est ensuite homogénéisé dans un stomacher.

II.4.2.2. Pour le fromage

25 g de fromage est mis dans 225 g d'eau distillée dans un ballon à fond plat stérile aussi. Le contenu de ce ballon sera également homogénéisé dans un stomacher.

La préparation de ces SM est toujours effectuée dans une zone aseptique constituant d'un bec bunsen et d'une hotte à flux laminaire.

II.4.3. Préparation des dilutions (NF V08-010)

Une dilution en cascade est effectuée à partir de la SM. 1 ml de la SM précédemment préparée est introduite dans un tube stérile, puis additionnée de 9 ml d'eau distillée, c'est la dilution 10^{-1}. 1 ml de ce mélange est ensuite versé à un autre tube contenant 9 ml de diluant : cette solution correspond à la dilution 10^{-2} et ainsi de suite jusqu'à la dilution finale [13][18]. Le but de ces dilutions successives est d'avoir un nombre de microorganismes qu'on peut compter.

II.4.4. Dénombrement des FAMT (NF ISO 4833)

Les FAMT englobent l'ensemble de la flore aérobie mésophile totale, aux températures moyennes, plus précisément celles dont la température de croissance est située entre 25 et 45 °C. D'une part, ces bactéries sont pathogènes pour l'homme, et d'autre part, ce sont des microorganismes d'altération [3][16].

Le dénombrement de ces germes est effectué car il constitue un indicateur de la qualité sanitaire d'un aliment. Il permet éventuellement de déterminer les paramètres d'altération du produit [13][18]. Il donne une idée de la qualité de germes naturellement présents dans le produit brut. Les FAMT sont mises en évidence par une culture sur le milieu Plate Count Agar (PCA).

II.4.4.1. Principe

Le PCA est un milieu électif utilisé pour la détermination du nombre total des germes mésophiles. Sa teneur en substance nutritive permet la culture de la majorité des microorganismes.

II.4.4.2. Mode opératoire

1 ml d'inoculum correspondant aux dilutions SM, 10^{-1}, 10^{-2} est versé dans une boîte de Pétri. Le milieu PCA y est ensuite versé, c'est l'ensemencement en profondeur. Il est réalisé en deux exemplaires. L'incubation s'effectue pendant 72 h à 30 °C. Après cette incubation, il faut compter les colonies.

II.4.5. Dénombrement des coliformes [3] [10] [13] [18] [19]

Les coliformes sont des bactéries appartenant à la famille des Entérobactéries, de gram négatif. Ils vivent dans l'intestin de l'homme et permettent de mettre en évidence une contamination fécale, indicatrice de la présence de bactéries pathogènes.

II.4.5.1. Recherche des coliformes totaux (NF V08-050)

Ce sont des microorganismes d'altération, et leur présence traduit un traitement thermique inefficace ou subséquent au traitement de l'aliment.

II.4.5.2. Recherche des coliformes fécaux (NF V08-060)

Les coliformes fécaux sont thermotolérants. Ils indiquent une contamination fécale récente. Ces coliformes diffèrent des coliformes totaux par leur température d'incubation.

Ces coliformes sont mis en évidence en faisant leur culture sur le milieu Violet Red Bile Lactose (VRBL).

II.4.5.3. Principe

Le VRBL est un milieu sélectif pour la recherche et la mise en évidence des coliformes. La bile et le vert brillant inhibent fortement la croissance de la flore secondaire indésirable de la culture.

II.4.5.4. Mode opératoire

La culture s'effectue par un ensemencement en sandwich de 1 ml de la SM et des dilutions 10^{-1}, 10^{-2} pour les coliformes totaux. La température d'incubation est de 30 °C. Un ensemencement en profondeur est appliqué pour les coliformes fécaux avec une température d'incubation de 44 °C.

Pour ces deux types de coliformes, le temps d'incubation est de 24 h. Leur présence est indiquée par des colonies rouges pour la lecture des résultats.

II.4.6. Dénombrement de *Escherichia coli (NF VO8-053)*

Escherichia coli est une entérobactérie. Elle fait partie des coliformes. C'est un saprophyte normal du tube intestinal de l'homme et des animaux. Généralement, sa présence est un signe du non respect des règles d'hygiène et de contamination fécale. Il est susceptible de devenir pathogène pour l'homme en engendrant des cas de septicémie et de diarrhée [19]. Cette bactérie est mise en évidence par le milieu Eosine Methylen Blue (EMB).

II.4.6.1. Principe

Le milieu EMB est un milieu sélectif pour *Escherichia coli* par la présence de colorant qui inhibent la croissance de toute flore secondaire de gram positif. Parmi les bactéries de gram négatif, seul *Escherichia coli* produit les colonies noires verdâtres à reflet métallique.

II.4.6.2. Mode opératoire

On emploie 2 boîtes de Pétri pour chaque dilution, l'ensemencement se fait en profondeur. 1 ml d'inoculum est introduit dans chaque boîte, ensuite la gélose en surfusion y est coulée. L'incubation s'effectue à 44 °C pendant 24 h.

II.4.7. Dénombrement de *Staphylococcus aureus* (NF V 08-057-1)

Ce sont des bactéries appartenant à la famille Micrococcaceae.

Staphylococcus aureus produit des entérotoxines thermostables responsables de toxi-infection alimentaire. Ces toxines provoquent une salivation importante ainsi que l'apparition de nausées et vomissement sans fièvre peu de temps après l'ingestion [3] [13] [18] [19].

II.4.7.1. Principe

Le milieu BAIRD PARKER est riche en pyruvate et en glycine agissant comme accélération de croissance. Ce milieu est solide de couleur jaune présente

certains composants (chlorure de lithium, de tellurate) qui inhibent la croissance de la flore secondaire. On peut dire que BAIRD PARKER est un milieu sélectif pour *Staphylococcus aureus*.

II.4.7.2. Mode opératoire

0,1 ml de l'inoculum est ensemencé en surface et incubé à 37 °C pendant 24 h. Après incubation, sa présence est marquée par la formation de colonies noires entourées de halo blanc.

II.4.8. Dénombrement de *Streptococcus faecalis* (méthode interne de Slanetz et Bartley)

C'est une bactérie découverte par Pasteur le 18 Mars 1879. Elle est reconnue dans de nombreuses infections chez l'homme : plaies infectées, angines, sinusites, septicémies, fièvre. Le milieu de Slanetz et Bartley est le milieu sélectif utilisé pour cette analyse.

II.4.8.1. Principe

Le milieu de Slanetz et Bartley contient le chlorure triphényltetrazolium qui lors de la réduction donne une coloration des colonies en rouge. Il contient de l'azide de sodium qui, d'une part, inhibe la croissance des bactéries de gram négatif et, d'autre part, sélectionne les streptocoques.

II.4.8.2. Mode opératoire

L'ensemencement de 0,1 ml d'inoculum se fait en surface. L'incubation se déroule pendant 24 h et à 37 °C.

II.4.9. Recherche de *Salmonella sp.* (AFNOR AES 10/40-05/04)

Salmonella sp. est aussi une entérobactérie isolée par Loeffler en 1890. Cette bactérie est un parasite pathogène redoutable de l'intestin de l'homme et des animaux. Elle est de gram négatif. Les salmonelles peuvent entraîner des fièvres typhoïdes et des toxi-infections alimentaires [19].

Pour le dénombrement de *Salmonella sp.,* on se réfère à 25 ml de lait et 25 g de fromage.

II.4.9.1. Préparation des échantillons

Dans une bouteille stérile de 250 ml, 25 g de l'échantillon sont pesés et additionnés de 225 ml d'Eau Peptonée Tamponnée (EPT). Le mélange est versé dans

un sachet stérile et broyé dans un stomacher pendant 30 s. Cette solution constitue la SM pour le fromage.

Pour le lait, on fait la même chose, seulement, on prend 25 ml de lait.

II.4.9.2. Pré-enrichissement sur RAPPAPORT-VASSILIADIS

Le bouillon de RAPPAPORT-VASSILIADIS est utilisé pour l'enrichissement sélectif des salmonelles. Ces derniers peuvent s'y multiplier grâce à la présence de vert malachite et de chlorure de magnésium.

1 ml de la SM est ensemencé dans 9 ml de bouillon RAPPAPORT-VASSILIADIS puis l'ensemble est incubé pendant 18 h à 37°C.

II.4.9.3. Culture sur HEKTOEN ENTERIC AGAR (HEA)

II.4.9.3.1. Principe

Ce milieu solide de couleur marron rougeâtre est sélectif pour *Salmonella sp.* par la présence des sels biliaires qui suppriment la croissance de germes indésirables.

II.4.9.3.2. Mode opératoire

A l'aide d'une anse, la culture issue du pré-enrichissement sur RAPPAPORT-VASSILIADIS est ensemencée en strie sur le milieu HEA contenu dans une boîte de Pétri. La culture est incubée à 37°C pendant 24 h et les salmonelles se présentent par des colonies bleues.

II.4.10. Recherche de *Listeria monocytogenes* (AFNOR AES 1013-09-00)

Listeria monocytogenes est un bacille de gram négatif, non sporulé, en chaînes courts ou petits amas. Sa présence dans les aliments peut engendrer la listériose, la méningite, l'encéphalite et l'avortement. [19]

II.4.10.1. Pré-enrichissement sur LISTERIA FRASER

Le bouillon de LISTERIA FRASER est utilisé pour l'enrichissement sélectif de *Listeria monocytogenes*. 1 ml de la SM est ensemencé dans 9 ml du bouillon. Cela sera incubé à 37 °C pendant 18 h.

II.4.10.2. Culture sur LISTERIA PALCAM

II.4.10.2.1. Principe

Le milieu LISTERIA PALCAM contient de l'esculine que *Listeria monocytogenes* hydrolyse pendant l'incubation. C'est un milieu sélectif de ces microorganismes.

II.4.10.2.2. Mode opératoire

Le résultat du pré-enrichissement sur FRASER sera ensemencé en strie sur la gélose PALCAM. La culture est incubée pendant 24 h à 37°C et le genre *Listeria monocytogenes* se forme en colonies de couleur verte marron foncée entourées d'un halo noir [21].

II.5. MODE DE CALCUL POUR LE CAS D'UN DENOMBREMENT (ISO 72-18)

Pour calculer le nombre total des colonies présentes dans l'unité d'échantillonnage, il faut considérer deux dilutions successives ayant donné au moins une boîte contenant plus de 15 et moins de 300 colonies.

En effet, le calcul de ce nombre de microorganismes dans l'unité de mesure de l'échantillon est donné par la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 + 0{,}1 n_2) x d} x \frac{1}{v} x \frac{V_{SM}}{V_{PR}}$$

avec :

N : nombre total de microorganismes dans l'unité d'échantillonnage

ΣC : nombre total des colonies pour les boîtes retenues

n_1 : nombre de boîtes comptées à la dilution retenue la plus faible

n_2 : nombre de boîtes comptées à la seconde dilution retenue

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages sont réalisés : dilution la plus faible

V : volume de prise d'essai inoculé en ml

V_{SM} : volume de la SM en ml

V_{PR} : volume du produit (ml) ou masse du produit (g) ou surface du produit (cm^2) ayant constitué la SM

Il faut remarquer que le rapport $\frac{V_{SM}}{V_{PR}}$ est sensiblement égal à 1.

CHAPITRE III : RESULTATS DES ANALYSES ET DISCUSSIONS

III.1. CRITERES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT

Le Tableau II montre les résultats des analyses préliminaires du lait à la réception pour chaque trayeur du 06/06/07.

Tableau II : Résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY pour chaque trayeur du 06/06/07

Numéro du trayeur	Température du lait (en °C)	Densité à 20°C (d)	Test à l'alcool	Acidité du lait (en °D) [1]
1	23	1,028	-	16
2	24	1,028	-	16
3	24	1,028	-	17
4	23	1,025	-	16
5	22	1,026	-	16
6	27	1,027	-	18
7	24	1,029	-	17
8	23	1,027	-	18
9	24	1,026	-	17
10	25	1,026	-	18
11	23	1,027	-	16
12	22	1,030	-	18
13	22	1,026	-	16
14	22	1,026	-	18
15	25	1,026	-	18
16	23	1,026	-	19
17	24	1,028	-	17

On y étudie les critères physico-chimiques du lait avant la transformation.

- Concernant la température du lait, elle varie de 22 °C à 27 °C. Elle dépend du trayeur. la moyenne est de 23,5 °C. Normalement, le lait cru doit avoir une température entre 25 et 28 °C. 3 trayeurs seulement sont dans les normes.

[1] 1°Dornic correspond à 0,1g d'acide lactique par litre de lait

- Concernant la densité du lait, elle varie entre 1,025 et 1,030 à 20 °C avec une moyenne de 1,027. Il n'y a que 6 trayeurs sur 17 qui ont la valeur normale de la densité située entre 1,028 et 1,032.
- Pour le test à l'alcool, les résultats sont totalement négatifs.
- Concernant le test d'acidité, la valeur oscille entre 16 et 19 °D dont la moyenne est de 17 °D. Il n'y a qu'un seul trayeur qui a 19 °D.

Le 06/06/07, malgré sa densité moyenne anormale, le lait présentait les critères physico-chimiques tolérables pour la transformation.

Maintenant, les résultats d'analyses préliminaires du lait du 07/06/07 sont présentés sur le Tableau III.

Tableau III : Résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY pour chaque trayeur du 07/06/07

Numéro du trayeur	Température du lait (en °C)	Densité à 20°C (d)	Test à l'alcool	Acidité du lait (en °D)
1	28	1,029	-	17
2	28	1,028	-	16
3	28	1,028	-	17
4	26	1,027	-	18
5	26	1,028	-	16
6	26	1,029	-	18
7	23	1,029	-	16
8	24	1,027	-	18
9	25	1,028	-	18
10	26	1,027	-	18
11	24	1,027	-	16
12	24	1,030	-	18
13	25	1,028	-	17
14	25	1,028	-	18
15	26	1,027	-	18
16	27	1,027	-	19
17	25	1,028	-	17

- Concernant la température du lait, elle varie de 23 °C à 28 °C avec une moyenne de 25,64 °C. 4 trayeurs ne sont pas dans les normes.
- Concernant la densité du lait, elle varie entre 1,027 et 1,030 à 20 °C avec une moyenne de 1,028. 11 trayeurs sur 17 ont la valeur normale.
- Pour le test à l'alcool, les résultats sont aussi négatifs.
- Concernant le test d'acidité, la valeur oscille entre 16 et 19° D dont la moyenne est de 17,35 °D.

Ainsi se résume les critères physico-chimiques du lait pour la journée de 07/06/07. Ces propriétés affirmaient qu'il est de bonne qualité. Les produits finis donneront les qualités requises par rapport à ceux de la journée précédente.

Maintenant, voici le Tableau IV figurant les résultats d'analyses préliminaires du lait du 08/06/07.

Tableau IV : Résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY pour chaque trayeur du 08/06/07

Numéro du trayeur	Température du lait (en °C)	Densité à 20°C (d)	Test à l'alcool	Acidité du lait (en °D)
1	27	1,029	-	16
2	27	1,028	-	16
3	27	1,028	-	17
4	28	1,028	-	16
5	26	1,028	-	16
6	27	1,029	-	18
7	24	1,029	-	17
8	24	1,027	-	18
9	25	1,028	-	17
10	26	1,028	-	18
11	25	1,029	-	16
12	24	1,030	-	18
13	25	1,029	-	16
14	25	1,028	-	18
15	27	1,027	-	18
16	29	1,028	-	19
17	25	1,029	-	17

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- Concernant la température du lait, elle varie de 24 °C à 29 °C et la moyenne est de 25,9 °C. 3 trayeurs ont des valeurs anormales.
- Concernant la densité du lait, elle varie entre 1,027 et 1,030 à 20 °C avec une moyenne de 1,028. 15 trayeurs sur 17 ont tous la valeur normale.
- Pour le test à l'alcool, les résultats sont également négatifs.
- Concernant le test d'acidité, la valeur oscille entre 16 et 19° D dont la moyenne est de 17,11 °D.

D'après ces critères physico-chimiques du lait du 08/06/07, on peut affirmer qu'il est aussi de bonne qualité surtout pour la transformation. Voilà en ce qui concerne les caractéristiques du lait pour cette journée.

Le Tableau V résume le

s résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY du 06 au 08/06/07 cités ci-dessus.

Tableau V : Résumé des résultats d'analyses préliminaires du lait chez FIVATSY du 06 au 08/06/07

Journée	**06/06/07**	**07/06/07**	**08/06/07**
Température (°C)	22 à 27	23 à 28	24 à 29
Moyenne	23, 5	25, 64	25,9
Densité à 20° C	1,025 à 1,030	1,027 à 1,030	1,027 à 1,030
Moyenne	1,027	1,028	1,028
Test à l'alcool	-	-	-
Acidité (°D)	16 à 19	16 à 19	16 à 19
Moyenne	17	17,35	17,11

La différence des critères physico-chimiques du lait pendant ces 3 journées est probablement due aux conditions climatiques, à l'état de la vache laitière, à la durée du transport de la traite jusqu'à la réception. Normalement, malgré le fait que la fromagerie utilise le lait à grand mélange et emploie des trayeurs à pied, la durée entre la traite et la réception ne doit pas dépasser 4 h. La densité au-dessous de 1,028 est un signe de falsification par addition d'eau par les éleveurs de mauvaise foi ou par d'autres personnes. La densité moyenne du lait pour la journée du 06/06/07 n'était pas dans la norme, mais depuis ce jour, les trayeurs ont été conscients de leur inattention et ils ont fait des efforts afin de respecter la norme durant les 2 jours suivants. Les résultats négatifs du test à l'alcool sont dû globalement à la propreté du lait et le fait de ne pas mélanger le lait d'une vache d'une semaine de parturition avec les laits prêts à la transformation. Enfin, il faut remarquer que la coagulation du lait peut être conduite plus ou moins rapidement en fonction de son acidité, car la présure n'agit pas en milieu alcalin.

Pour conclure, en dépit de l'anomalie de la densité du 06 juin et ces cas probables d'analyse, les critères physico-chimiques du lait sont dans les normes et les produits sont de bonne qualité.

III.2. RAPPEL DES RESULTATS DE CHAQUE ETAPE DE FABRICATION DU FROMAGE FIVATSY

Tout d'abord, après la pasteurisation, il y a l'emprésurage où l'on utilise la présure pour coaguler le lait. En outre, le décaillage et l'égouttage sont des étapes où l'on essaie de séparer le caillé du lactosérum. Par ailleurs, le moulage, le pressage et le démoulage sont des actions à faire pour la mise en forme du caillé. De plus, le saumurage donne le goût salé et la formation de la croûte du fromage. Enfin, concernant l'affinage et maturation, il en résulte la prolifération des microorganismes. Et le lavage engendre une croûte bien lisse. La Figure 34 résume les étapes et les résultats du processus de fabrication du fromage FIVATSY.

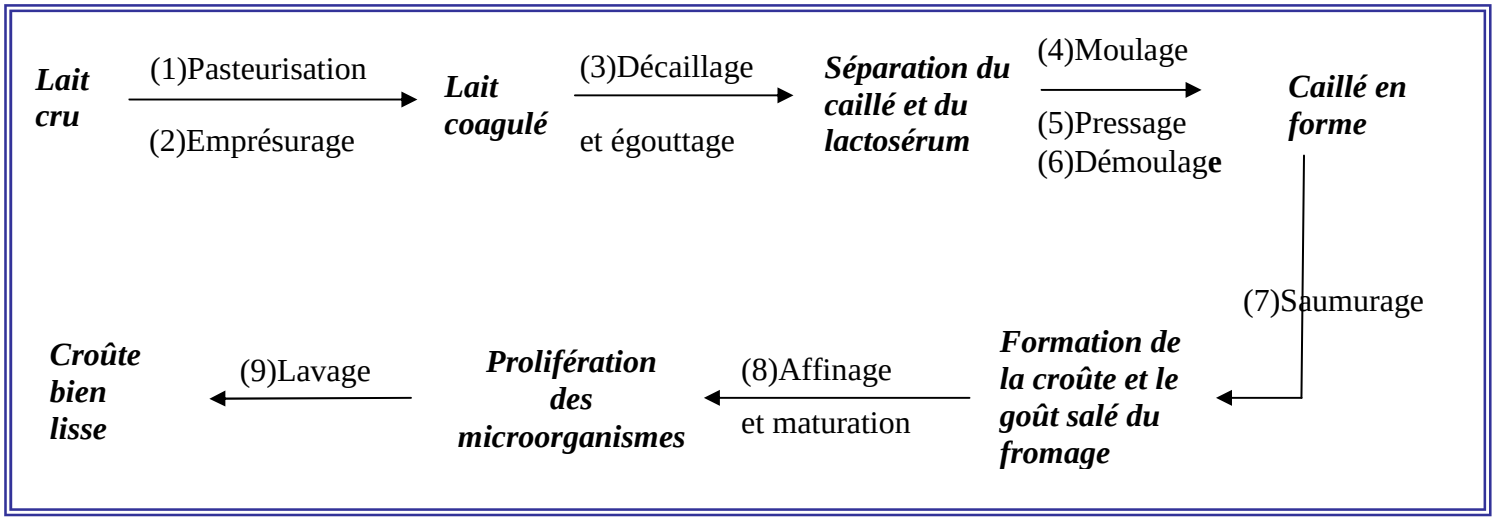


Figure 34 : Résumé des résultats du processus de fabrication du fromage FIVATSY

III.3. INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS DU PROCESSUS DE FABRICATION

Les étapes (2), (3), (7) et (8) du processus de fabrication du fromage FIVATSY présentent des phénomènes caractéristiques.

III.3.1. Action de la présure

La présure provoque la coagulation du lait. Cette coagulation ou caillage du lait se traduit physiquement par la floculation des micelles de caséine qui se soudent pour former un gel emprisonnant le liquide de dispersion constituant le lactosérum. Ce gel est compact, ferme, gélatineux, souple, imperméable. D'où la présure est un produit pour la fabrication du fromage à cause de son effet sur la formation du caillé.

III.3.2. Utilité du décaillage et égouttage

Le décaillage et l'égouttage sont des étapes qui consistent à expulser la phase liquide hors du caillé. Avant de décailler, il est nécessaire de découper le coagulum en petits morceaux. Ce découpage est suivi d'un brassage qui empêche les grains de caillé de se ressouder et permet ainsi un assèchement plus poussé. On lave les caillés afin de limiter l'acidification ultérieure de la pâte en diminuant sa teneur en lactose.

III.3.3. Action de la saumure

La saumure est une préparation salée à 15 % de NaCl dans laquelle on met les caillés moulés. Le saumurage complète l'égouttage et contribue à la formation de la croûte. Le salage en saumure complète l'égouttage en favorisant le drainage de la

phase aqueuse libre de la pâte. Le saumurage apporte le goût caractéristique du fromage. Le mécanisme de diffusion du sel dans la pâte est le suivant : lorsque le fromage est plongé dans une solution concentrée ou saturée de chlorure de sodium, la différence de concentration entre la phase aqueuse du fromage et la saumure provoque une diffusion du sel dans la pâte et une migration inverse de la phase aqueuse vers la saumure. Cette diffusion est lente et la prise de sel est en fonction du temps, d'où FIVATSY fait son saumurage pendant 12 h. Le salage en saumure est donc une étape très importante en fromagerie.

III.3.4. Utilité de l'affinage

C'est l'étape cruciale où se développent la consistance, l'odeur, la saveur et également la croûte. Le lactose se transforme en acide lactique et les protéines en acides aminés. La température a un effet direct sur l'activité microbienne et enzymatique ; ainsi pour les pâtes fermes, la température optimale de maturation est jusqu'à 20°C. Plus l'affinage est long, moins la pâte a conservé d'humidité et le fromage est dur et de saveur prononcée. L'affinage est une étape, par laquelle on obtiendra un fromage affiné aux moisissures.

III.4. RESULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES ECHANTILLONS DU LAIT ET DU FROMAGE FIVATSY

III.4.1. Résultats d'analyses microbiologiques de l'échantillon du lait

Les résultats d'analyses microbiologiques effectuées sur l'échantillon du lait au laboratoire de l'ASJA sont résumés dans le Tableau VI. D'après ce tableau, la teneur en coliformes totaux, coliformes fécaux et FAMT est respectivement $3{,}1.10^3$ UFC/ml, $2{,}4.10^3$ UCF/ml et $9{,}2.10^6$ UFC/ml. Les germes pathogènes tels que *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis, Staphylococcus aureus* sont absents. Il en est de même pour *Listeria monocytogenes* et *Salmonella sp*..

Tableau VI : Résultats d'analyses microbiologiques du lait de FIVATSY au laboratoire de l'ASJA

Germes à analyser	Nombre de germes/ml	Normes/ml
Coliformes totaux	3,1. 10^3	ND
Coliformes fécaux	2,4.10^3	ND
Escherichia coli	Abs	ND
FAMT	9,2.10^6	< 10^6
Streptococcus faecalis	Abs	Abs
Staphylococcus aureus	Abs	Abs
Listeria monocytogenes	Abs	Abs
Salmonella sp.	Abs / 25ml	Abs

ND : non déterminé Abs : absent

La culture des coliformes sur le milieu VRBL pour le lait est présentée sur la Figure 35 et celle des FAMT sur le milieu PCA sur la Figure 36.

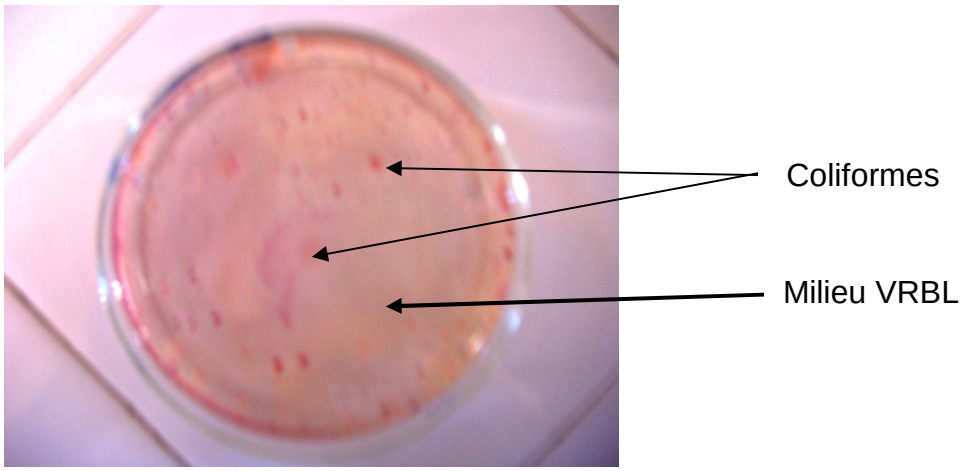


Figure 35 : Culture de coliformes sur le milieu VRBL pour le lait

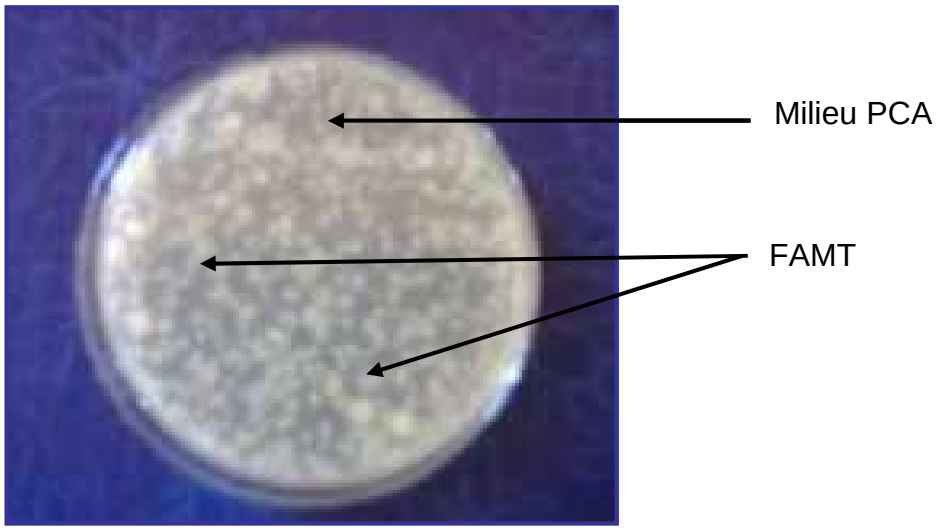


Figure 36 : Culture de FAMT sur le milieu PCA pour le lait

Les résultats d'analyses microbiologiques du lait montrent un certain nombre de coliformes totaux et de coliformes fécaux ainsi que de FAMT. La teneur en FAMT assez élevée n'indique pas automatiquement que le produit présente des bactéries pathogènes. Néanmoins, ces microorganismes sont des indicateurs de la déficience d'hygiène et de salubrité pendant la traite, le transport et la réception. Pour la conservation du lait, la flore aérobie mésophile totale n'indique pas le non-respect puisque le lait est directement passé à la pasteurisation. Les FAMT et les coliformes dans l'échantillon de lait ne sont que des germes banaux.

En outre, la présence des coliformes totaux et fécaux dans le lait ne veut pas dire également que le lait contient des bactéries pathogènes. Leur présence peut démontrer un nettoyage et une désinfection inadéquats, les matériaux de transport et de réception sont contaminés par ces bactéries. En effet, il y a également le défaut d'hygiène du personnel ou une mauvaise condition de protection du lait. Ces coliformes sont des germes indicateurs de contamination fécale dont le sujet le plus impliqué est le personnel. D'où, cela nécessite des efforts pour conserver la propreté et l'hygiène.

En conclusion, à partir de ces suppositions, la qualité microbiologique du lait dépend fortement du niveau d'hygiène imposé lors de la traite, du transport et de la réception. Néanmoins, le lait du FIVATSY est classé parmi les produits acceptables à la consommation.

III.4.2. Résultats d'analyses microbiologiques de l'échantillon de fromage

Les résultats d'analyses microbiologiques effectuées sur l'échantillon du fromage au laboratoire de l'ASJA sont présentés dans le Tableau VII.

Tableau VII : Résultats d'analyses microbiologiques du fromage FIVATSY au laboratoire de l'ASJA

Germes à analyser	Nombre de germes/g	Normes/g
Coliformes totaux	10^2	$< 10^2$
Coliformes fécaux	$4{,}5.10^2$	ND
Escherichia coli	Abs	$< 10^3$
FAMT	8.10^6	ND
Streptococcus faecalis	Abs	Abs
Staphylococcus aureus	Abs	$< 10^3$
Listeria monocytogenes	Abs	Abs
Salmonella sp.	Abs/25g	Abs

ND : non déterminé Abs : absent

D'après ce tableau, la teneur en coliformes totaux est de10^2 UFC/g, en coliformes fécaux de $4{,}5.10^2$ UFC/g et en FAMT de 8.10^6 UFC/g. Pour le fromage, les germes pathogènes comme *Escherichia coli, Streptococcus faecalis, Staphylococcus aureus* sont aussi absents ainsi que *Listeria monocytogenes* et *Salmonella sp*. Les Figures 37 et 38 présentent les cultures sur le milieu VRBL des coliformes et sur le milieu PCA des FAMT pour l'échantillon de fromage. Pour ces résultats d'analyses microbiologiques du fromage, en comparant avec ceux du lait, ces germes ont diminué. Toutefois, ils indiquent une contamination fécale récente.

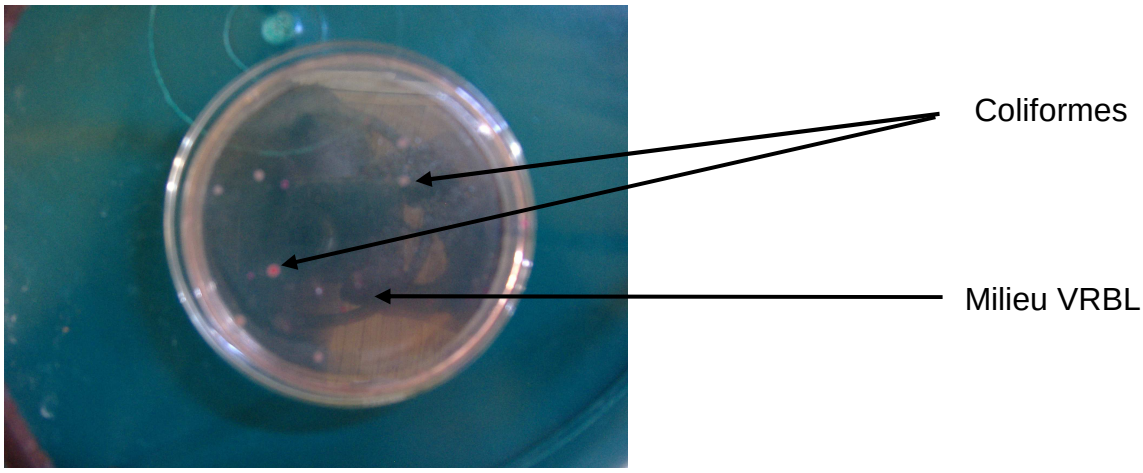


Figure 37 : Culture de coliformes sur le milieu VRBL pour le fromage

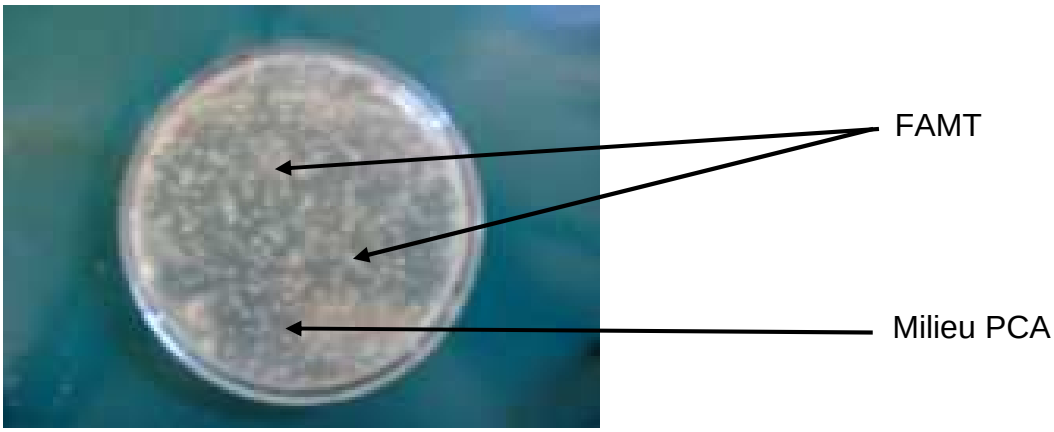


Figure 38 : Culture de FAMT sur le milieu PCA pour le fromage

La présence des coliformes aussi bien dans le lait que le fromage indique un non respect des règles d'hygiène. Les principales sources de contamination sont : les matériels de fabrication dont la propreté est inadéquate, le traitement thermique inefficace ou la contamination subséquente au traitement, la mauvaise désinfection des appareils (moules, toiles,…), la vulnérabilité d'une source d'eau non traitée, la mauvaise condition d'entreposage. Nous avons dit aussi que le personnel est le sujet très impliqué dans la contamination du fromage au cours de la fabrication, il utilise les mains pendant le moulage, l'enlèvement dans la saumure, la coupure des bavures, pendant le lavage et le pesage.

Pour les FAMT, ils ont diminué pour le fromage de l'ordre de 8.10^6 UFC/g. Cette teneur est encore élevée mais elle n'est pas pathogène. Cette diminution est due à la

transformation du lait, au passage des processus de fabrication. La présence de la flore aérobie mésophile totale est encore due à la mauvaise pratique dans l'établissement de transformation. L'environnement et le local de fabrication sont la source de ces contaminations qui s'ajoutent à la contamination préalable de la matière première. Il faut signaler l'importance de l'hygiène, de salubrité des équipements industriels, des petits instruments et du personnel. Les FAMT étant classées dans les microorganismes d'altération, leur présence massive dans un aliment signifie que l'aliment se détériora facilement.

En effet, la qualité microbiologique du fromage dépend fortement de la conception des locaux et du niveau d'hygiène imposé lors de la transformation. Grâce au processus de fabrication, l'échantillon de fromage est classé parmi les denrées alimentaires acceptables à la consommation.

L'absence des bactéries pathogènes telles que *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis, Staphylococcus aureus* ainsi que *Listeria monocytogenes* et *Salmonella sp.* dans le lait ainsi que dans le fromage FIVATSY indique que la fromagerie n'est encore que artisanale mais respecte la bonne pratique de fabrication.

CHAPITRE IV : SUGGESTIONS D'AMELIORATION

Les échantillons de lait et de fromage sont pourvus de quelques microorganismes pathogènes. Voici quelques suggestions pour améliorer l'hygiène même si ce n'est encore qu'un transformateur artisanal. Il faut que la fromagerie éprouve la fiabilité sanitaire de ses produits.

IV.1. Hygiène des personnels

Auparavant, nous avons dit que les personnels sont les premiers impliqués à la contamination des aliments, d'où il faut :

- porter des vêtements de travail propres,
- mettre des gants, de la coiffe pendant le travail,
- laver fréquemment les mains parce qu'elles sont la première source de contamination des denrées et surtout les travaux sont encore de façon mécanique,
- s'abstenir de fumer, cracher, tousser, manger et même parler dès la traite du lait et durant la transformation.

IV.2. Hygiène des locaux

Pour les locaux, il faut prendre des mesures pour veiller à la propreté. Pour cela, il faut :

- utiliser des moustiquaires aux fenêtres, aux portes et aux étagères d'affinage pour que les insectes ne contaminent pas les matières premières et les produits finis,
- renforcer et continuer le nettoyage avec de l'eau propre à la fin de la journée.

IV.3. Hygiène des matériels

Le lait provenant d'une vache saine est lui-même sain lorsqu'il sort des trayons. Il n'est contaminé que pendant la traite par l'air et les poussières, et après la traite par le matériel depuis lequel il séjourne [11]. En effet, il faut :

- désinfecter tous les matériels depuis les plus petits (thermomètre, toile,…) jusqu'aux plus grand (marmites, écrémeuse,…) avec de l'eau de Javel. La javellisation du matériel assure une désinfection puissante ne laissant aucune mauvaise odeur,
- sécher les matériels au soleil si possible mais à l'abri des poussières et des germes,
- placer les matériels propres dans un endroit fixe et couvrir de linges propres.

IV.4. Evacuation des eaux résiduaires

Il est indispensable pour une fromagerie une évacuation des eaux résiduaires. Cette évacuation est souvent un problème embarrassant. Voici deux suggestions d'amélioration pour éviter l'incommodité des riverains de la fromagerie :

- améliorer l'évacuation des eaux usées en enterrant ou en couvrant le canal jusqu'à la fosse naturelle,
- fabriquer un puisard de 10 m de profondeur tout près de la fromagerie pour permettre le décantage de l'eau et sa perte dans la terre.

Enfin, pour conserver l'hygiène surtout pour les produits à la consommation humaine comme le lait et le fromage, il faut prendre des précautions. Il faut remarquer que dans la mesure du possible, il est nécessaire d'utiliser et d'adopter la méthode HACCP [24]. Cette méthode consiste à analyser les points critiques de la production présentant un risque (microbiologique et chimique). Elle permet de déceler, tout au long de la fabrication, les défauts qui pourraient avoir une incidence sur la sécurité sanitaire des aliments au cours de la transformation et, donc, de les prévenir ou corriger avant que le produit ne soit complètement transformé, emballé ou distribuée.

IV.5. Suggestions pour l'Etat malgache

Pour renforcer et améliorer l'augmentation et l'épanouissement du projet « school milk », il faut aviser les responsables de l'élevage pour la prise en charge des inséminations artificielles des vaches laitières. Cela favorise l'augmentation de la production laitière en 30 à 40 l par jour et celle du lait entrant à la fromagerie FIVATSY et des produits laitiers comme le fromage. Ce projet « ronono an-tsekoly » pourra approvisionner également d'autres établissements au lieu de 6 seulement de la commune rurale d'Ambatomanga. L'insémination artificielle coûte très chère aux éleveurs de l'effectuer. D'où, les paysans préfèrent vendre leur production laitière au lieu d'en consommer eux-mêmes, pour se procurer un peu de revenus permettant au moins d'acquérir quelques intrants agricoles et de subvenir aux besoins quotidiens de la famille.

Enfin, l'Etat malgache doit continuer à entreprendre beaucoup d'efforts dans le domaine de l'amélioration de la race bovine pour la production laitière avec différents

organismes qui appuient les initiatives paysannes, car la production laitière peut être classée parmi les filières prometteuses du pays.

Ainsi s'achèvent les informations sur les matériels, les méthodes, la présentation des résultats suivie de leurs discussions et les suggestions d'amélioration. La synthèse de la démarche des travaux de ce mémoire est présentée sur la Figure 39. Elle comprend trois phases telles que la phase préparatoire, la phase de récolte des données et la phase d'analyse des résultats. Tout au long de ces trois phases, la bibliographie est omniprésente.

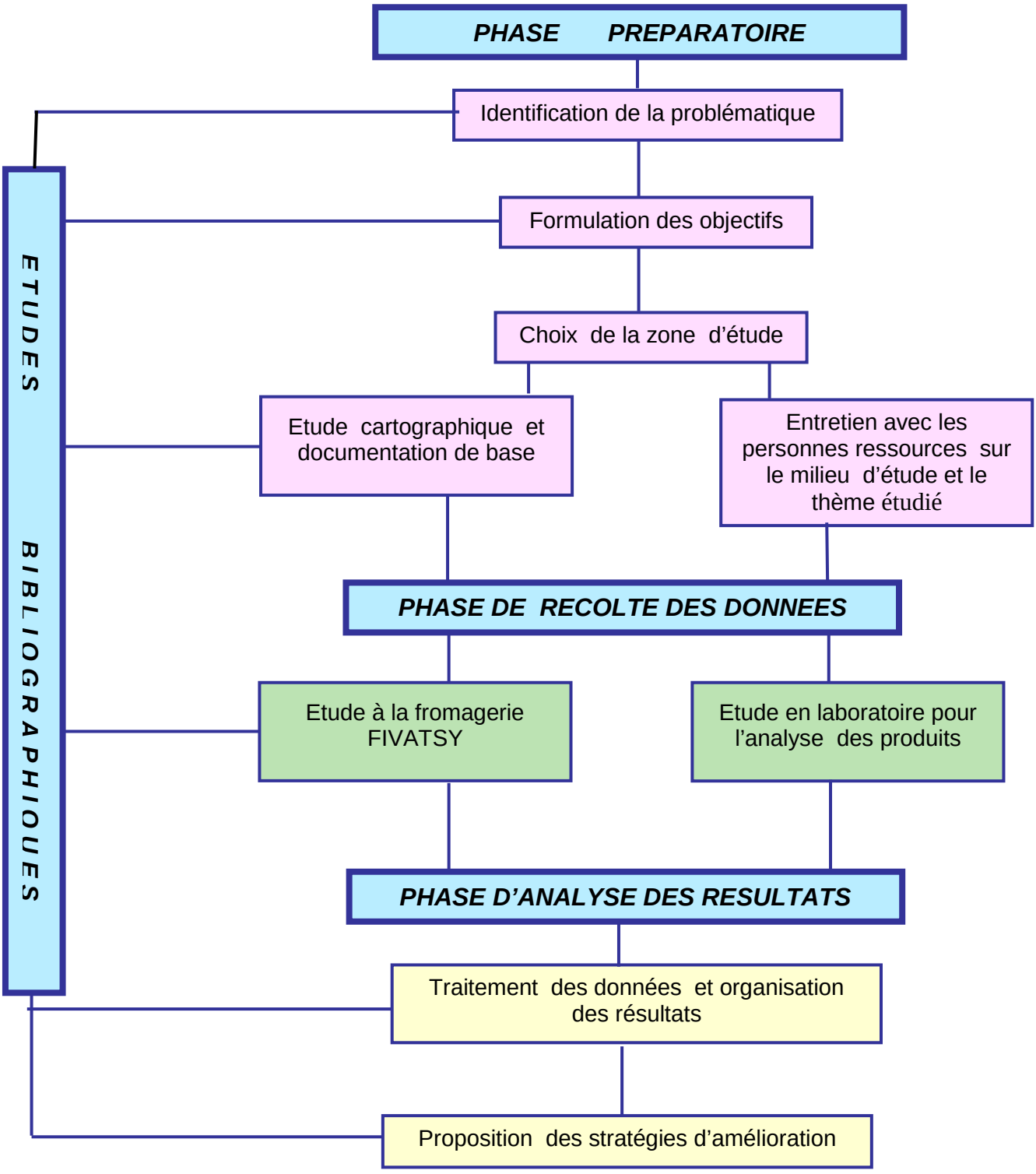


Figure 39: Synthèse de la démarche des travaux du mémoire

CHAPITRE V : INTERETS PEDAGOGIQUES

L'Université d'Antananarivo se divise en plusieurs établissements dont l'ENS en fait partie. Le Centre d'Etude et de Recherches (CER) Sciences Naturelles (SN) est dans le Département de la Formation Initiale Scientifique (DFIS) de cette école. Et, les étudiants sortant seront des professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT). En effet, ce chapitre est consacré aux intérêts pédagogiques des enseignants pour mener, aider et améliorer leurs cours.

L'étude faite sur notre thème présente une relation directe avec l'éducation scolaire à Madagascar et selon les programmes officiels établis par le Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique (MENRS).

Ce mémoire peut être aussi consulté par d'autres personnes à part les enseignants. Il renseigne la fabrication artisanale du fromage du type Saint Paulin. Ce manuel fait également état à l'éducation de la consommation des produits laitiers comme le fromage. Malgré la cherté des produits laitiers et la pauvreté qui s'accroît de jour en jour, la vulgarisation des yaourts maisons, des fromages de toutes les couleurs au marché encourage la population à leur consommation. Pour les personnes adultes qui ne supportent pas le lait, les produits laitiers sont plus tolérables à la santé. Pour les jeunes gens et surtout les enfants, ils doivent en consommer tous les jours puisqu'ils les aident à grandir, à renforcer les os, à croître et à résister aux différentes maladies.

Il faut inciter les parents à encourager leurs enfants à consommer des produits laitiers et surtout ceux de bonne qualité s'il y a des moyens financiers. Actuellement, FIVATSY lance le « school milk » ou « ronono an-tsekoly » qui jusqu'à présent apporte des bons résultats aux élèves sur leurs poids, leur dynamisme. La distribution du lait et d'yaourt en classe encourage les enfants à venir à l'école chaque jour. Et nous signalons toujours que le lait et ses dérivés sont parmi les nourritures les plus riches que le corps humain a besoin pour se développer. Ce sont des aliments complets et leur consommation régulière est indispensable pour la santé surtout infantile.

V.1. CLASSES CORRESPONDANTES AU THEME DU MEMOIRE

En tenant compte du programme scolaire, considérons le cas de différentes classes :

- cours moyen première année (CM1) : ce mémoire peut aider le maître lors de la préparation du cours sur les différentes catégories d'aliments,

- troisième (3ème) : ce sera un document pour l'enseignant pour mener son cours sur les microbes et l'homme dans la partie Biologie des microbes,
- seconde (2nde) : le sous-chapitre sur les échanges cellulaires sera illustré dans ce présent mémoire. L'application du phénomène d'osmose et de la diffusion des substances dissoutes sera plus explicite,
- première série D (1ère D) : l'application industrielle de la fermentation dans le chapitre « application technologique » est exposé en partie dans ce document.

Dans le paragraphe suivant, voici des propositions de fiche pédagogique correspondant aux classes citées ci-dessus. Pour la classe de seconde, la fiche est valable seulement aux établissements ayant la possibilité de faire le saumurage et ceux près des fromageries.

V.2. FICHES PEDAGOGIQUES

V.2.1. Cours moyen première année (CM1)

Matière : SVT

Titre : Les différentes catégories d'aliments

N° Date

Classe : CM1 Durée : 30'

Objectif général (CB1) : *Face à une situation problème et à partir d'un support illustré, authentique et/ou à écrit, l'élève identifie et/ou propose des solutions, des mesures d'ordre biologique et sanitaire*.

Documentation :

1- MINESEB, 2002, Connaissances usuelles, guide CM1, Edicef, 95p.

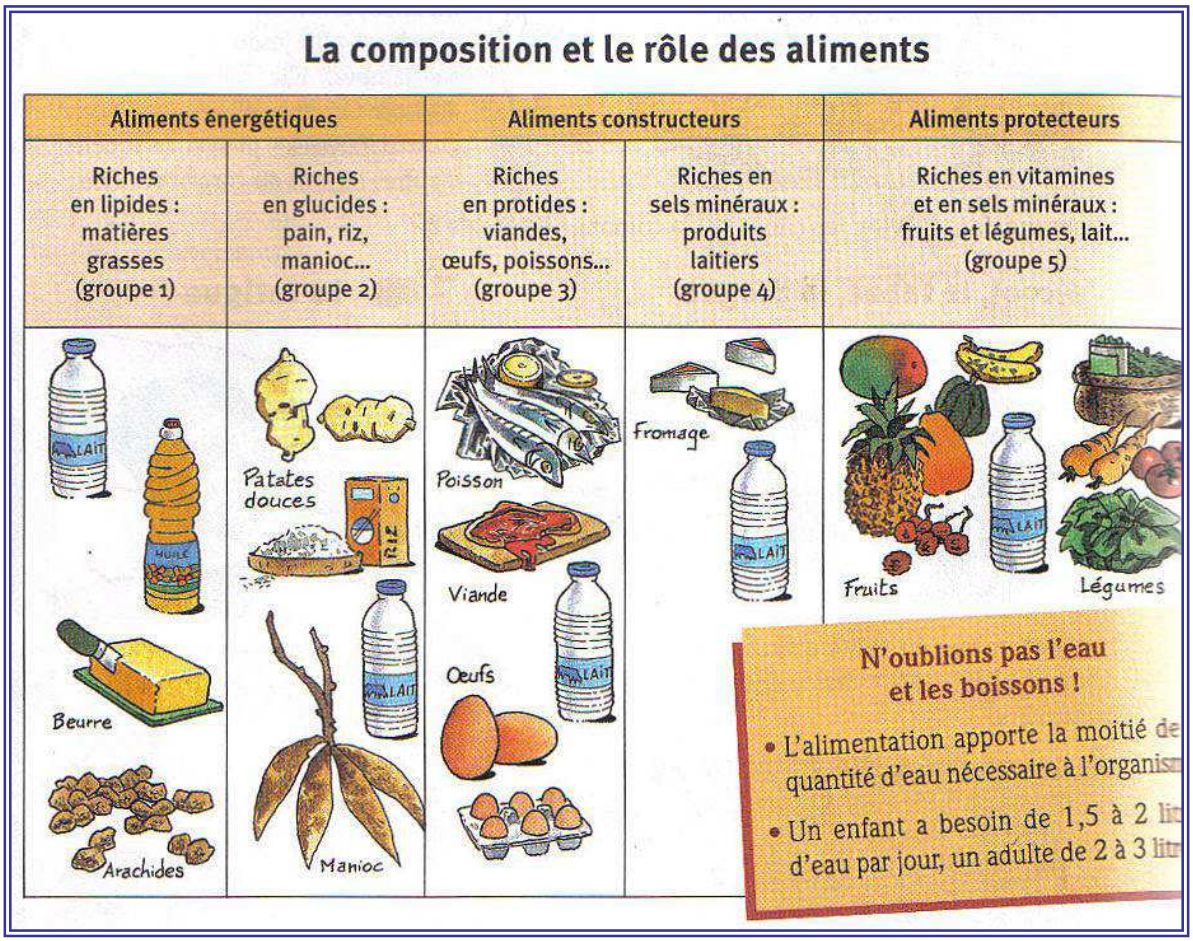
2- MINESEB, 2002, Connaissance usuelles 7e, Edicef, 95p.

3- MENRS, 2006-2007, Curriculums CM1, 78p.

Timing	Objectifs spécifiques	Déroulement du cours	Observations
5'	L'élève doit être capable de (d') :	- Salutation - Appel - Introduction à la nouvelle leçon :	
5'	citer les aliments	• demander aux élèves ce	Mettre les élèves

	qu'il a mangés	qu'ils ont mangé hier et ce matin avant de venir en classe	dans la situation de communication : méthode participative
5'	connaître les différentes catégories d'aliments	• observer les images dans la page 61 et citer les différentes catégories d'aliments : - Aliments énergétiques - Aliments constructeurs - Aliments protecteurs - Boissons et eau	Utilisation du tableau noir (TN) pour la citation
10'	donner des exemples correspondant à chaque catégorie classer les aliments selon leurs rôles respectifs	• Prendre des exemples à chaque catégorie • Donner les rôles de chaque catégorie : - **Aliments énergétiques :** ils donnent de l'énergie : ce sont les <u>lipides</u> et les <u>glucides</u> - **Aliments constructeurs :** ils permettent de grandir, d'entretenir notre corps. Ce sont les <u>protides</u>. - **Aliments protecteurs :** ils permettent de résister aux maladies et de rester en bonne santé. Ce sont les <u>vitamines</u> et les <u>sels minéraux</u> dans les fruits et légumes. - **Boissons et eau** : Il faut boire de l'eau suffisamment 1,5 à 2 l pour un enfant et 2 à 3 l pour un adulte par jour	Question-Réponse (Q/R) Fonction d'imposition et de concrétisation Utilisation des publicités télévisées sur le Vitamine A.
5'	classer le lait parmi les aliments	• Observer l'omniprésence du lait à chaque catégorie :	Faire en sorte que les élèves font apparaître

	complets	Le **lait** est donc un <u>aliment complet</u> - Evaluation et autocritique - Sonnerie	le mot complet



Source : MINESEB, 2002, Connaissance usuelles 7e, Edicef, 95p.

V.2.2. Classe de troisième (3e)

Matière : SVT

Partie : Biologie

Chapitre : Les microbes et l'homme

Titre : Biologie des microbes

N° Date

Classe : 3e Durée : 40'

Objectif général : *L'élève doit être capable de comprendre le mode de vie des microbes et ses conséquences sur l'homme.*

Documentation :

1- RAZAFIMAMONJY V.F., 2003, Qualité sanitaire des fromages artisanaux dans la région d'Antsirabe, Mémoire ESSA – Elevage – Université d'Antananarivo, 85p.

2- CUMAIRA, 2003, Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, Québec, 52p.

3- SBSV. 2004, Escherichia (www.bacterio.cict.fr)

Timing	Objectifs spécifiques	Déroulement du cours	Observations
5' 5'	L'élève doit être capable de (d') :	- Salutation - Appel - Prérequis : cours en CM1 sur les aliments sains et propres, sur la protection et conservation des aliments – les règles d'hygiène. - Nouvelle leçon à partir du mot « microbe »	Méthode participative Q/R et TN Tirer des élèves le mot « microbe » par les maladies causées par les aliments sales
10'	définir le microbe connaître la	**Introduction** **I- Généralités** (1) – Définition des microbes : ce sont des petits organismes	Fonction de développement et d'imposition

	localisation des microbes donner les différents types de microbes	invisibles à l'œil nu. (2) Localisation : partout (3) Différents type de microbes : - microbes pathogènes : Ex : Salmonelles ➔ fièvre typhoïde - microbes utiles : Ex : Bactéries lactiques ⇓ Fabrication de fromage - microbes indifférents ou inoffensifs Ex : Paramécie	Fonction d'imposition + explication
20'	donner les caractéristiques de *Escherichia coli* classer *Escherichia coli* , entrer dans le domaine de la systématique et la taxonomie	**II- Etude d'un exemple de microbe : *Escherichia coli*** (1) Historique : Découvert par Théodore Escherich en 1884 et après sa mort on a nommé la bactérie à son nom. (2) Caractéristiques : bactérie en forme de bâtonnet, mobile, non sporulé, aérobie, parasite ou saprophyte de la flore intestinale humaine, germe fermentant le glucose en acide lactique, germe du lait. (3) Classification : Règne : Protistes Famille : Enterobactériaceae Genre : *Echerichia* Espèce : *coli* - Evaluation et autocritique - Sonnerie	Fonction d'imposition Fonction d'imposition

V.2.3. Classe de seconde (2nde)

Matière : SVT

Partie : Biologie

Chapitre : Biologie cellulaire

Titre : Les échanges cellulaires

Leçon : Application du phénomène d'osmose et de diffusion

N° Date :

Classe : 2nde Durée : 1 h

Objectif général : *L'élève doit être capable de réaliser que la cellule est fondamentale chez les êtres vivants.*

Documentation :

1- FOUCAUD C., 2007, La fabrication du fromage, Mission communication

2- HARDY J., 1984, L'activité de l'eau et le salage des fromages, in ECK A. Le fromage, 2ème éd. p.37-61.

3- VEISSEYRE R., 1975, Technologie du lait, 3e éd., Coll. La maison rustique, Paris, 714p.

Timing	Objectifs spécifiques	Déroulement du cours	Observations
5' 5' 50'	L'élève doit être capable de (d') : mettre en évidence le phénomène d'osmose et de diffusion, analyser ces phénomènes dans la vie quotidienne comme en fromagerie	- Salutation - Rappel de la définition de l'osmose et de la diffusion - Application : saumurage ou salage en saumure dans le processus de fabrication de fromage du type Saint Paulin • But : Mise en évidence de l'osmose et de la diffusion de substances dissoutes pendant le saumurage. • Matériels : - 100 g de fromage après	Expliquer aux élèves la démarche à suivre pour une expérience ou une séance de TP Fonction d'imposition

	comprendre ce qui se passe pendant le saumurage	démoulage, - 1 l de saumure ou eau très concentrée à 15 % de sel. • <u>Protocole</u> : Prendre le fromage le mettre dans la saumure pendant 2 heures • <u>Résultats</u> : - Le fromage est salé, - La saumure devient jaune pâle • <u>Analyse</u> *:* il y a entrée de sel et une sortie d'eau (lactosérum) • <u>Interprétation</u> : La saumure est une solution très concentrée en sel, qui est une substance soluble, c'est un milieu hypertonique et le fromage possédant encore du lactosérum est un milieu hypotonique. Cette différence de concentration entre la phase aqueuse du fromage et la saumure provoque une diffusion du sel dans la pâte et une migration inverse de la phase aqueuse vers la saumure. D'une autre manière, ces faits montrent que, si du sel est absorbé par le fromage, une partie de la phase aqueuse est évacuée.	Préparer à l'avance pour ne pas perdre de temps, apporter le résultat aux élèves Laisser les élèves faire l'exercice pendant quelques minutes et diriger la correction

		Il existe un rapport relativement constant entre la perte d'eau et la prise de sel. • <u>Conclusion</u> : Pendant le saumurage, la sortie d'eau du milieu hypotonique (fromage) vers le milieu hypertonique (saumure) est le phénomène d'osmose. Et l'entrée du sel à partir du milieu hypertonique vers le milieu hypotonique est la diffusion des substances dissoutes (sel). - Evaluation et autocritique - Sonnerie	Laissez les élèves tirer la conclusion

V.2.4. Classe première série D (1ère D)

<u>Matière</u> : SVT

<u>Partie</u> : Biologie

<u>Chapitre</u> : Application technologique

<u>Titre</u> : Application industrielle de la fermentation

N° <u>Date</u> :

<u>Classe</u> : 1ère D <u>Durée</u> :

<u>Objectif général</u> : *L'élève doit être capable de réaliser l'utilité de connaître la ration alimentaire des animaux d'élevage dans le but d'obtenir le maximum de rendement dans la production animale.*

<u>Documentation</u> :

1- FOUCAUD C., 2007, La fabrication du fromage, Mission communication

2- VEISSEYRE R., 1975, Technologie du lait, 3e éd., Coll. La maison rustique, Paris, 714p.

3- www.servicevie.com

4- EVETTE J.L., 1975, La fromagerie, Coll. Presses universitaires de France, 140p.

Timing	Objectifs spécifiques	Déroulement du cours	Observations
	L'élève doit être capable de différencier les différentes étapes principales de la fabrication de fromage et de corréler les acquis sur la fermentation et son application en pratique industrielle (fromagerie)	**Les étapes de fabrication de fromage** (1) Caillage : formation d'un coagulum lactique, présure ou mixte (2) Egouttage : déshydratation des caillés lactiques, présures ou mixtes (3) Affinage : maturation des caillés par la prolifération des microbes. C'est la phase ultime de la fabrication de fromage en général.	→ Une visite auprès des fromageries est très pratique pour observer et visionner ces différentes étapes. Fonction d'organisation, d'imposition et de concrétisation → Organiser un voyage d'étude et les élèves feront des comptes rendus à ce propos.

CONCLUSION

Le fromage est une des meilleures formes de conservation du lait. Il est fait à partir d'un processus assez long. Du lait au fromage, il y a différentes étapes dont chaque passage présente quelques phénomènes qui peuvent être physiques, biochimiques ou microbiologiques.

FIVATSY est localisé à Ambatomanga qui est une région rurale. C'est pourquoi, elle adopte la transformation artisanale, traditionnelle et surtout mécanique.

Une partie de ce travail a effectué des analyses microbiologiques d'échantillons de lait et de fromage FIVATSY. Sur le plan bactériologique, ces échantillons renferment des germes banaux et utiles. Ces germes sont à la fois nécessaires à la rénovation de la flore intestinale et aussi à la transformation du lait en produits laitiers. Néanmoins, la présence des FAMT sur les deux échantillons surtout le fromage peut entraîner des accidents de gonflement, de formation de trou dans le caillé ainsi que de mauvais goût.

D'après CUMAIRA [3], l'absence de microorganismes pathogènes est une règle générale pour tous les aliments prêts à consommer. Dans ce cas, cette règle est respectée par les échantillons. Dans ces conditions, il convient de faire un choix. Soit le consommateur accepte de manger des aliments éventuellement faiblement contaminés, soit il ne consomme que des denrées stérilisées ou cuite à haute température. Cette dernière attitude doit être respectée par les femmes enceintes, par les individus immunodéprimés et par les personnes âgées [21].

A partir de ces analyses microbiologiques, on peut confirmer que le lait et le fromage FIVATSY sont parmi les denrées alimentaires acceptables pour les consommateurs. Cela fait état à l'emplacement de la fromagerie sur un point remarquable même si elle n'est encore que du type transformateur artisanal.

Pour garder cette confirmation, FIVATSY doit encore continuer à prouver la fiabilité sanitaire de ses produits. Elle doit essayer de respecter les suggestions d'amélioration formulées auparavant pour éviter et de prévenir les maladies causées par certains microbes comme la diarrhée et la listériose.

A part cela, nous savons que le lait est un aliment complet. Et les produits laitiers comme le fromage ne sont qu'une partie du lait. La consommation du lait est

une nécessité surtout pour les enfants en croissance pour le renforcement des os. Le fromage est conseillé pour les personnes qui ne supportent pas le lait.

Notre corps dépense de l'énergie. Il a besoin d'être entretenu et maintenu en bonne santé : c'est pourquoi il faut un apport régulier de nourriture. Pour éviter la malnutrition, l'alimentation doit être équilibrée. Elle doit comporter des aliments variés : y compris le lait et le fromage

Pour palier cette situation, est-il nécessaire de manger des produits laitiers comme le fromage FIVATSY, pour un apport énergétique du consommateur ? Une autre étude est conseillée pour les étudiants à venir concernant le fromage et surtout le school milk. C'est la logique même de la suite de ce travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1- ALAIS C., LINDEN G., 1991, Biochimie alimentaire, Coll. Masson ; 2ème éd. Saint germain, Paris, 245p.

2- CITE, 1999, La transformation laitière à Madagascar (www.cite.mg)

3- CUMAIRA, 2003, Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, Québec, 52p.

4- DORNER W., DEMONTP, CHAVANNES D., 1951, Microbiologie laitière : lait, beurre, fromage et spécialités laitières ; éd. Librairie Payot, Coll. La Maison Rustique, Paris, 230p.

5- DOSSON J., HONZANGBE – ADOTE S., SOULE H., 2006, production et transformation du lait frais en fromage peulh au Bénin, Guide de bonnes pratiques, Bénin, 33p.

6- EVETTE J.L., 1975, La fromagerie, Coll. Presses universitaires de France, 140p.

7- FOUCAUD C., 2007, La fabrication du fromage, les connaissances. Mission communication. (www.inra.fr)

8- HARDY J., 1984, L'activité de l'eau et le salage des fromages, in ECK A. Le fromage, 2ème éd. p.37-61.

9- LAMBIN S., GERMAIN A., 1961, Précis de microbiologie, Tome I, Ed. Masson et Cie, Saint Germain, Paris VIe, 458p.

10- LARPENT J.-P., LARPENT – GOURGAUD M., 1970, Microbiologie pratique, Coll. Hermann, Paris, 204p.

11- LASNET DE LANTY H., 1979, Fromages frais et laits fermentés, 3ème éd., Coll. La maison rustique, Paris, 94p.

12- Plan Communal de Développement de la commune rurale Ambatomanga, 2003, 2004.

13- RABEARISOA R.L., 2007, Analyses physico-chimiques et microbiologiques des pains blancs (Mouf'Rey), Rapport de stage, ASJA, Antsirabe, 40p.

14- RAKOTOARIVELO B.L., 2000, Contribution à l'amélioration de la comptabilité analytique (cas : FIVATSY), Mémoire de maîtrise de finances et comptabilité, Université d'Antananarivo, 52p.

15- RAKOTONDRASOA H.N., 2005, Contribution de la filière lait au développement de la commune rurale d'Ambatomanga, Mémoire de maîtrise de développement rural, Université d'Antananarivo, 85p.

16- RAKOTONDRAVELO T.H., 2005, Lait et fromage blanc, Mémoire CAPEN, Université d'Antananarivo, 55p.

17- RANDRIANANTOANDRO H., 2005, Effets de la durée de stockage sur la qualité organoleptique de deux types de fromages produits par la société SOCOLAIT : Les savoureux et Le Moelleux, Mémoire pour l'obtention du DEA de Biochimie, Université d'Antananarivo, 64p.

18- RANDRIANTIANA T., 2007, Analyses physico-chimiques et microbiologiques d'un aliment de rue : cas du pop corn, Rapport de stage, ASJA, Antsirabe, 41p.

19- RAZAFIMAMONJY V.F., 2003, Qualité sanitaire des fromages artisanaux dans la région d'Antsirabe, Mémoire ESSA-Elevage, Université d'Antananarivo, 85p.

20- Service météorologique d'Antananarivo

21- SBSV, 2004, Escherichia (www.bacterio.cict.fr)

22- STANIER R.Y., DOUDOUROFF M., ADELBERG E.D.A., 1966, Microbiologie générale, éd. Masson et Cie Editeurs, Paris VIe, 638p.

23- VEISSEYRE R., 1975, technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait, 3ème éd., Coll. La maison rustique, paris, 714p.

24- www.cidilait.com

25- www.fr.wikipedia.org/wiki/Fromage (2007)

26- www.ifap.org

27- www.lactimad.com

28- www.servicevie.com

29- www.supertoinette.com

ANNEXES

ANNEXE I : Principaux types de culture dans la commune rurale Ambatomanga (2003)

Types de produits	Produits	Production en Tonnes	Surface en hectare (Ha)
Céréales	Riz	471	188,35
	Maïs	2,4	0,3
Légumières	Haricot	11	12
	Pois de cap	0,32	04
Tubercules	Pomme de terre	50	0,5
	Manioc	360	30
	Patate douche	120	12
	Tarot	3,6	0,4
Fruits	Pêche	450	1500 pieds
	Prune	315	1050 pieds
	Pommes	30	120 pieds
	Mangue	57	115 pieds
	Banane	17	420 pieds
	Ananas	12	1200 pieds
	Kaki	151	500 pieds
Cultures individuelles temporaires	Arachide	6,4	8ha
Cultures individuelles permanentes	Café	1,8	150 pieds
Légumes	Brèdes	9,6	0,8ha

PCD 2004

ANNXE II : Démographie de la commune rurale d'Ambatomanga (2004)

Fokontany / Age	Ambatomanga		Ambohitsimeloka		Isoavina		Ambohibary		Ambohimbory	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
[0 à 2[	57	55	38	46	36	39	38	26	26	22
[2 à 5[	98	106	71	55	57	80	52	56	37	42
[5 à 10[	143	155	81	83	55	76	65	62	33	43
[10 à 15[	127	112	82	69	53	69	55	53	34	27
[15 à 20[	117	95	53	61	31	55	35	13	28	37
[20 à 25[	83	74	54	64	35	34	42	27	32	25
[25 à 65[	335	336	206	193	133	133	135	140	89	76
65 et plus	40	51	29	25	34	30	21	24	10	10
Total	1000	984	615	596	434	516	443	401	289	282
	1984		1211		950		844		571	

PCD 2004

ANNEXE III : Composition des milieux de culture pour les analyses microbiologiques

- Plate Count Agar : pH = 7,2

Peptone	5g
Extrait de levure	2,5g
Glucose	1g
Agar	15g
Eau distillée	1000ml

- Milieu de Slanetz et Bartley : pH = 7

Tryptone	15g
Peptone	5g
Extraits de levure	0,5g
Glucose	2,5 ou 5g
$K_2 4PO_4$	4g
Azide de sodium	0,4g
Chlorure 2, 3, 5 triphényltetrazolium (à 1%)	10g
Agar	10g
Eau distillée	1000ml

- Rappaport vassiliadis : pH = 5,2 (pour 1000ml d'eau distillée)

Tryptone	5g /l
Chlorure de sodium	8g/l
Dihydrogénophosphate de potassium	1,6g/l
Chlorure de magnésium anhydre	40g/l
Vert malachite	0,4g/l

- Eosine Methylen Bleu : pH : 7,1 ± 0,2

(de Levine)

Peptone	10g
Lactose	10g
Phosphate dipotassique (K_2HPO_4)	2g
Gélose	15g
Eosine	0,4g
Bleu de méthylène	0,065g
Eau distillée	1 000ml

-Hektoen enteric agar : ph : 7,5 (pour 1000 ml d'eau distillée)

Protéose peptone	5g/l
Extrait de levure	3g/l
Chlorure de sodium	5g/l
Thiosulfate de sodium	5g/l
Sels biliaires	9g/l
Saliciline	2g/l
Lactose	12g/l
Saccharose	12g/l
Fuschine acide	0,1g/l
Bleu de bromothymol	0,065g/l
Agar	13g/l

-Eau peptonée tamponnée : pH : 7,2

Peptone	10g
Phosphate dissodique anhydre	3,5g
Phosphate monopotassique	1,5g
Chlorure de sodium	5g
Eau distillée	1000ml

- Baird Parker : pH : 7,2

Composition pour la préparation de 1000ml de milieu

Peptone	10g
Extrait de viande de bœuf	4g
Extrait de levure	2g
Pyruvate de sodium	10g
Glycocolle	12g
Chlorure de lithium	5g
Agar-agar	20g
Emulsion de jaune d'œuf (stérile)	50ml
Telluvite de potassium (stérile)	0,1g

- Bouillon de Fraser **:** pH : 7,1 (pour 1000ml d'eau distillée)

Polypeptone	10g
Extrait de levure	5g
Extrait de viande	5g
Esculine	1g
Citrate de fer III ammoniacal	0,5g
Chlorure de lithium	3g
Acide nalidixique	0,02g
Chlorhydrate d'acriflavine	0,025g
Chlorure de sodium	20g
Hydrogénophosphate de sodium	9,6g
Dihydrogénophosphate de potassium	1,3g

- Gélose PALCAM : pH = 7,2 ± 0,2 à 25°C (pour 1000 ml de milieu)

Peptone	23g
Chlorure de lithium	15g
Agar	10g
Mannitol	10g
Chlorure de sodium	5g
Extrait de levure	3g
Amidon	1g
Esculine	0,8g
Citrate de fer ammoniacal	0,5g
Glucose	0,5g
Rouge de phénol	0,08g
Supplément PALCAM	10ml

Avec *supplément PALCAM*

Ceftazidine	20mg
Polymyscine B	10mg
Acriflavine (chlorhydrate)	5mg
Eau distillée	10ml

- Violet Red Bile lactose : pH = 7,4

Peptone	7g
Extrait de levure	3g
Lactose	10g
Chlorure de sodium	5g
Mélange de sel biliaire	1,5g
Cristal violet	0,002g
Rouge neutre	0,03g
Agar-agar	15g
Eau distillée	1000ml

ANNEXE IV : Précipitations (en mm), Températures maximales et températures minimales (en °C) de la province d'Antananarivo en 2006

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluie	222,6	169	197,9	44,4	6,6	5,1	2,5	4,4	4,7	47	112,3	203,4
Nombre de jours	13	14	11	7	6	2	3	3	2	6	10	12
Températures maximales	26,1	26,6	26,9	26,1	24,8	22,3	20,3	21,9	23,8	25,4	27,3	26,3
Températures min	16,9	17,2	17,2	16,1	14,3	12,2	11,2	11,6	12,1	13,1	16,1	17,3

ANNEXE V : Curriculum du cours moyen première année

TABLEAUX DES RESSOURCES

CB1 Face à une situation problème et à partir d'un support illustré, authentique et/ou écrit, l'élève identifie et/ou propose des solutions, des mesures d'ordre biologique et sanitaire.

APPRENTISSAGES

SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE	ACTIVITES SUGGEREES
➢ Les différentes catégories d'aliments Mots outils : • Aliments énergétiques, aliments protecteurs, aliments constructeurs. • Aliments d'origine animale, végétale, minérale. • Glucides, lipides, protides, vitamines, sels minéraux, eau. • Alimentation saine et variée. • Ration alimentaire. • Aliments propres et sains. • Aliment complet. • Protection et conservation des aliments. • Les règles d'hygiène.	• Nommer différentes sortes d'aliments. • Classer les aliments suivant leur catégorie. • Préparer des menus adaptés à des besoins spécifiques. • Exercer les règles d'hygiène de l'alimentation. • Conserver les aliments.	Travaux de groupe Proposition de menus pour : • Un écolier, un sportif, une mère nourricière, un diabétique... Mise en scène • Préparation et cuisson d'un menu suivant les réalités locales, tout en tenant compte de l'application des règles d'hygiène . • Lavage des brèdes à l'eau potable additionnée de sel, utilisation du Sur'Eau. • Production d'une affiche concernant la protection des aliments. • Séchage des maniocs, patates, brèdes, céréales, fruits, poissons confiture, fumage de la viande ...
➢ L'appareil digestif • les organes de l'appareil digestif. Mots outils : La bouche, la langue, l'œsophage, l'estomac, le foie, le pancréas, l'intestin grêle, le gros intestin, l'anus. • les sucs digestifs, la salive, le diabète, le cholestérol. • les règles d'hygiène du système digestif.	• Nommer les différents organes qui constituent l'appareil digestif. • Déterminer le rôle de chacun des organes. • Décrire le rôle de la salive et des sucs digestifs • Exercer les règles d'hygiène du système digestif.	Travail collectif • Dissection d'un ventre de poulet : comparaison du schéma du tube digestif de l'homme à celui du poulet. • Suivi du trajet des aliments de la bouche à l'anus tout en donnant le nom et le rôle de chaque organe, à l'aide d'une planche.
➢ Les parasitoses intestinales • Les symptômes des parasitoses intestinales. Mots outils : •Les vers intestinaux : ténia, oxyure, ascaris, bilharzie, parasites, aliment cru, aliment cuit ... • Le mode de transmission. • Les règles d'hygiène.	• Identifier les signes des parasitoses intestinales. • Nommer les vers intestinaux. • Décrire le mode de transmission. • Exercer les précautions à prendre.	Travaux de groupe • Préparation du SRO ou « iray sy valo » • Production d'affiche démontrant les précautions à prendre pour éviter les parasitoses intestinales.
➢ La dysenterie Mots outils : Diarrhée, microbes, amibes, WC, latrines, points d'eau, puits, source, déshydratation. • Les symptômes de la dysenterie. • Le mode de transmission. • Les règles d'hygiène	• Identifier les signes de la dysenterie. • Décrire le mode de transmission. • Exercer les précautions à prendre.	Travaux de groupe • Expérimentation de l'action de la salive par utilisation de la farine, de l'eau tiède. • Production d'affiche/slogan en application des précautions à prendre sur la prévention de la dysenterie.

ANNEXE VI : Programme scolaire de la classe de troisième

CLASSE DE 3ème

OBJECTIFS DES SCIENCES NATURELLES EN CLASSE DE 3ème

A la fin de la classe de 3ème, l'élève doit être capable d (e):
- comprendre le mode de vie des microbes et ses conséquences sur l'homme;
- maîtriser le cycle des éléments dans le globe terrestre;
- expliquer le sens de l'expérimentation , de l'analyse et de la synthèse;
- prendre conscience de l'importance des relations qu'il établit avec le milieu extérieur;
- interpréter des graphiques, de faire des comparaisons;
- présenter les résultats des expériences sous forme de tableaux , d'en tirer des conclusions et de les communiquer ;
- appliquer dans la vie courante les connaissances acquises.

VOLUME HORAIRE

3 heures par semaine

CONTENUS

BIOLOGIE

LA FONCTION DE RELATION

- Comparaison entre les différents types de réactions comportementales:
  - le mouvement reflexe inné;
  - le mouvement reflexe acquis;
  - le mouvement volontaire.

- Mise en évidence des voies suivies par les messages et leurs propriétés:
  - arc reflexe;
  - hygiène du système nerveux.

- Les divers stimuli et les divers organes récepteurs : toucher, odorat,ouïe, vue, goût:
  - la spécificité de chaque organe récepteur ;
  -la notion d'intensité éfficace des stimuli.

- Les dangers des toximaconies:
  - les drogues hallucinogènes, psychostimulantes, barbituriques et solvantes;
  - action de la drogue sur l'organisme;
  - lutte contre la toxicomanie.

LES MICROBES ET L'HOMME

- Biologie des microbes:
  - structure du bacille subtil;
  - mode de vie du bacille subtil;
  - les différentes sortes de microbes.

- Défenses anti-microbiennes:
  - les différentes étapes de l infection microbienne;
  - l'aseptie;
  - l'antiseptie;
  - les vaccins;

ANNEXE VII : Programme scolaire de la classe de second

• expliquer les échanges cellulaires;	▼ **Les échanges cellulaires**	
• mettre en évidence les échanges d'eau et de substances dissoutes;	• les échanges d'eau et des substances dissoutes	• Faire des expérimentations.
• démontrer qu'une membrane perméable laisse passer l'eau et les substances dissoutes;	- expérience de Dutrochet	
• énoncer la définition et les lois de l'osmose;	- osmose	• Insister sur les correspondances entre les unités utilisées.
• appliquer la formule de la pression osmotique;	- la formule de la pression osmotique	• Faire des exercices sur la pression osmotique sous ses deux formes.
• analyser, interpréter expérimentalement les échanges d'eau dans les cellules végétales;	- épiderme d'1 bulbe d'oignon: * observé dans une goutte d'eau (turgescence) * observé dans une solution de NaCl (plasmolyse)	• Faire dresser un tableau des résultats d'expériences d'osmose, de plasmolyse et de turgescence. Faire commenter ce tableau.
• analyser, interpréter expérimentalement les échanges d'eau dans les cellules animales;	- quelques gouttes de sang rendu incoagulable par addition de citrate puis: * observées dans NaCl à 9 ‰ * observées dans NaCl à 5 ‰ * observées dans NaCl à 10 ‰	• Faire présenter les résultats sous forme de schéma. • En tirer les différences entre les échanges d'eau dans les cellules animales et dans les cellules végétales.
• montrer que les états de turgescence et de plasmolyse ne sont pas statiques;	- expérience de déplasmolyse	• Préparer à l'avance cette expérience.
• analyser, interpréter expérimentalement un exemple d'échange de substance dissoute;	- épiderme d'oignon observé dans un mélange de rouge neutre et de saccharose: phénomène de déplasmolyse spontanée	• Insister sur la perméabilité différentielle.

ANNEXE VIII : Programme scolaire de la classe de première D

Application technologique

Durée: 3 semaines de 3 heures

Objectif général: L'élève doit être capable réaliser l'utilité de connaître la ration alimentaire des animaux d'élevage dans le but d'obtenir le maximum de rendement dans la production animale.

Objectifs spécifiques	Contenus	Observations
L'élève doit être capable de:		
• montrer les avantages de la production industrielle d'animaux par rapport à la production traditionnelle	• Production animale	• Observer des centres ou industrie et les comparer avec les pratiques traditionnelles.
• montrer les avantages de la production industrielle de végétaux par rapport à la production traditionnelle	• Production végétale	• Visiter une exploitation agricole, un centre d'élevage ou industrie de fermentation et faire exposer le rapport par les élèves.
• corréler les acquis sur les fermentations et leurs applications en pratiques industrielles.	• Applications industrielles des fermentations	

Auteur : RAKOTOARIVELO *Onjatiana Maminiaina*

LOT IVI 138 D Antanety Nord Ambohimanarina

Tél : 033 11 263 25

Courriel : nounonja@yahoo.fr

Directeur de mémoire : Docteur RAKOTONDRADONA Rémi

MISE EN VALEUR DES PRODUITS LAITIERS ARTISANAUX : CAS DU LAIT ET DU FROMAGE FIVATSY D'AMBATOMANGA

Nombre de Pages : 71

Nombre de Tableaux : 07

Nombre de Figures : 39

Résumé :

FIVATSY est l'un des transformateurs artisanaux du lait en fromage dans la commune rurale d'Ambatomanga. Son fromage est du type Saint Paulin dont le processus de fabrication est assez long comportant 9 étapes.

A la réception, la fromagerie effectue des tests préliminaires du lait pour vérifier sa qualité et surveiller les trayeurs. Ces analyses préliminaires ont montré que la qualité du lait est dépendante du trayeur. Des prélèvements de son lait et de son fromage étaient entrepris pour faire des analyses microbiologiques au laboratoire de l'ASJA. Des germes ont été dénombrés et identifiés sur ces échantillons, mais leur nombre est relativement bas. Ce qui fait que, les produits sont acceptables à la consommation humaine.

Malgré ces bons résultats, FIVATSY doit continuer ses efforts pour respecter les règles d'hygiène afin de prévenir les différentes maladies. Des suggestions ont été formulées pour mieux conserver la propreté et la fiabilité sanitaire des produits. Enfin, ce présent mémoire peut être utilisé par les enseignants pour les aider à améliorer leur enseignement.

Mots-clés : Ambatomanga, FIVATSY, fromage Saint Paulin, hygiène, lait, microbiologie, qualité, saumurage.