

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des : Sciences et de la Nature et de la Vie
Département : de des sciences alimentaires
Filière : Biotechnologie- agro-ressources Aliment et Nutrition
Option : industrie laitière



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Analyses physico-chimiques et microbiologiques
Du lait stérilisé UHT demi écrémé produit par
Tchin-lait/candia

Présenté par :

BENISSAD Ghalia & DJOUDI Ahmed

Soutenu le : 16 Juin 2015

Devant le jury composé de :

- | | | |
|------------------------------|-----|------------|
| ➤ M ^{me} : AIDLI.A | MAA | Presidente |
| ➤ M ^{me} : FELLA .S | MAA | Promotrice |
| ➤ M ^R : MOUSSI.K | MAA | Examineur |

Année universitaire : 2014 / 2015

Remerciement

Avant toute chose nous remercions Dieu le tout puissant, et nos parents pour leur soutien durant nos études.

Nous tenant également à présenter nos remerciement à :

Mme : FELLA.S., notre promotrice pour avoir accepté d'encadrer ce travail et d'avoir dirigé cette étude ;

Aux membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger le travail ;

Mr : MOUSSI .k, notre examinateur

Mme : AIDLI .A notre présidente

Mr. ABOU .Dj, et tous les personnels de laboratoire de la laiterie CANDIA, pour nous avoir acceptés et aider durant la période de stage ;

Tout le personnel de l'unité CANDIA, pour leur accueil et tous les conseils prodigués au cours du sage

A toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin.

Merci

Dédicace

*Je dédie ce travail, avant tout, à « vous » mes très chers parents,
merci d'être là pour moi.*

+ À mes très chères tantes et leurs familles sans exception.

+ À mes très adorable frère et sœurs.

*+ À toute ma grande famille sans exception, oncles, cousins et
cousines ...etc. À mes chers amis*

*+ À tous les habitants de mon village DE SNADLA et tous mes
amis sans exception et toutes personnes qui m'a aidé pour faire ce
modeste travail.*

*+ Sans oublier la promotion de Biotechnologie- agro-ressources
Aliment et Nutrition*

+ Option : industrie laitière 2014/2015.

« GHALIA »

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes très chers parents qui m'ont tout donné. Qui ont toujours été là pour moi, et qui ont tant fait pour moi et auxquels je ne rendrai jamais assez.

Mes chers frères Djamel, et Sofiane

Mes chères sœurs Nacera et Nora et leurs époux Radouane et Karim et leurs petits enfants

Tous mes amis et mes collègues de travail.

« AHMED »

Table des Matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
Chapitre I : Généralité sur le lait	2
I.1 - Définition	2
I.2 - Composition chimique	2
I.3 - Propriétés physico-chimiques du lait	3
I.3.1 - Masse volumique	4
I.3.2 - Point de congélation	4
I.3.3 - Point d'ébullition	4
I.3.4 - Acidité du lait	4
I.4 - Qualité organoleptique du lait	4
I.4.1 - La couleur	5
I.4.2 - L'odeur	5
I.4.3 - La saveur	5
I.4.4 - La viscosité	5
I.5 - les caractéristiques microbiologiques de lait	6
I.5.1 - Flore originelle	6
I.5.2 - Flore de contamination	6
I.6 - procédés de conservations:	7
I-6-1-par le froid :	8
I-6-2-par la chaleur	8
I-7-La valeur nutritionnelle du lait	9
Chapitre II : Le lait UHT demi écrémé	10
II .1- Définition	10
II.2- Composition chimique du lait UHT	10
II.3- Principe du traitement thermique UHT	11
II.4- Qualité du lait UHT	11
II.4 -1- Qualité microbiologique	11
II.4 -2- Qualité organoleptique	11

II.4 -3- Qualité nutritionnelle et énergétique _____	12
II.5 - Procédé de fabrication du lait demi écrémé de Tchou-Lait/CANDIA _____	12
II.5 -1. Reconstitution _____	12
II.5-3. Traitement thermique _____	12
II.5-3.1. Pasteurisation _____	12
II.5-3.2. Pasteurisation proprement dite _____	13
II.5-4. Stérilisation _____	13
II.5.5- Conditionnement _____	14
Chapitre III : Matériels et Méthodes _____	15
III.1 - Présentation de l'entreprise _____	16
III.2- Techniques de prélèvement et d'échantillonnage : _____	17
III.2 -1- La stérilisation du matériel de prélèvement : _____	17
III.2.2. Echantillonnage _____	18
III.2.3. Nature et origine des prélèvements _____	18
III.2.3.1. Matières premières _____	19
III.3 - Analyses physico-chimiques : _____	19
III.3. 1. Méthodes d'analyses _____	19
III.3.1.1. Test organoleptique _____	21
III.3.1.2. Taux d'humidité _____	21
III.3.1.3. L'acidité titrable _____	20
III.3.1.4. La densité _____	22
III.3.1.5. Le pH _____	22
III.3.1.6. Détermination de la température _____	22
III.3.1.7. Détermination du poids _____	23
III.3.1.8. Détermination de l'extrait sec total (EST) _____	23
III.3.1.9. Tests de stabilité physique du lait _____	23
III.3.1.10. Détermination du titre hydrotimétrique (Th) _____	23
III.3.1.11. Titre alcalimétrique (TA) : _____	25
III .3.1.12. Titre alcalimétrique complet (TAC): _____	25
III.4. Analyses microbiologiques _____	26
III.4.1. Prélèvement des échantillons _____	26
III.4.2. Les germes recherchés _____	27
III.5- La poudre de lait : _____	28
III.5-1- Préparation de la solution mère et des dilutions _____	29
III.5-2- Dénombrement de la flore totale _____	30
III.5-3- Recherche des coliformes _____	30
III.5-4- Recherche des Clostridium Sulfite-Réducteurs _____	32
III.6- Analyse de l'eau _____	33
III.7-Test à la Résazurine _____	35
Hydro-résazurine (dépôt blanc) _____	35

Chapitre IV : Résultats et Discussion	36
IV.1. Analyses physico-chimiques	36
IV.1.1. Les matières premières	36
IV.1.2. Les produits intermédiaires (laits reconstitué et pasteurisé)	36
IV.1.3. Le produit fini (brique de lait "VIVA")	37
IV.2. Analyses microbiologiques	42
IV.2.1. Les matières premières	42
IV.2.2. Les produits intermédiaires (laits reconstitué et pasteurisé)	42
IV.2.3. Le produit fini (brique de lait VIVA")	45
Conclusion Générale	46

Liste des abréviations

Ac. : Acidité ;
a_w : Activité de l'eau ;
BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de BromoCrésol ;
BLBVB : Bouillon Lactosé Bilié et au Vert Brillant ;
°D : Degrès Dornic ;
DP : Date de Production ;
Ech. : Echantillon ;
EDTA: Ethylene Diamine Tetra Acetic acid;
ESD : Extrait Sec Dégraissé ;
EST : Extrait Sec Total ;
°F : Degrès Français ;
HP : Heure de Prélèvement ;
J.O.R.A. : Journal Officiel de la République Algérienne ;
M.G. : Matière Grasse ;
Moy : Moyenne ;
mn : minutes ;
NA : Norme Algérienne;
NET : Noir Eriochrome T ;
NF : Norme Française ;
PCA : Plate Count Agar ;
PH : potentiel d'Hydrogène ;
Sec : secondes ;
T. : Test ;
T° : Température ;
TBA : Tetra Brick Aseptic ;
Th : Titre hydrotimétrique
TR : Tank de Reconstitution ;
TT : Tank Tampon ;
UFC : Unités Formant Colonies ;
UHT : Ultra Haute température ;
VF : Milieu Viande-Foie ;
VRBL : milieu Lactosé Bilié au cristal Violet et au Rouge Neutre.

Liste des figures

Figure II. 1 : Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé.....	15
Figure III. 1 : Organigramme de l'unité Tchén Lait/Candia.....	16
Figure III. 2 : Préparation de la solution mère et des dilutions.....	28
Figure III. 3 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale dans la poudre de lait.....	29
Figure III. 4 : Recherche des coliformes totaux dans la poudre de lait sur le milieu liquide...	30
Figure III. 5 : La recherche des bactéries anaérobies sulfite-réductrices dans la poudre de lait.	31
Figure III. 6 : Recherche et dénombrement des coliformes fécaux dans l'eau de process.	33
Figure III. 7 : Schéma réactionnel du test de la résazurine (Beerens et Luquet, 1987).....	34
Figure III. 8 : Méthode à la Résazurine.....	35

Liste des tableaux

Tableau I. 1 : Composition moyenne du lait de vache (Beal et Sodini, 2003).....	3
Tableau I. 2 : Les principaux groupes bactériens du lait (Alais, 1984).....	7
Tableau II. 1 : Composition moyenne des différents types de lait UHT en g/l.....	10
Tableau III. 1 : Les analyses effectuées au cours du stage pratique à Tchín-Lait/CANDIA. ..	19
Tableau III. 2 : Analyses microbiologiques effectuées à différents étapes de fabrication du lait demi écrémé «viva ».	26
Tableau III. 3 : Mode opératoire et germes recherchés dans la poudre de lait (J.O.R.A. N°19 ,2000).	27
Tableau III. 4 : Microorganismes recherchés dans l'eau et méthodes d'analyses (Guiraud, 1998).....	32
Tableau IV. 1 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process de la laiterie Tchin-Lait/CANDIA.	36
Tableau IV. 2 : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait écrémé de la laiterie Tchín-Lait/CANDIA.	37
Tableau IV. 3 : Résultats d'analyses physico-chimiques des produits intermédiaires de la laiterie Tchín-Lait/CANDIA.	37
Tableau IV. 4 : Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini.	37
Tableau IV. 5 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process du lait UHT écrémé "VIVA".	37
Tableau IV. 6 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait.	38
Tableau IV. 7 : Résultats des analyses microbiologiques des produits intermédiaires (lait demi écrémé reconstitué et lait écrémé pasteurisé).	39
Tableau IV. 8 : Résultats des analyses microbiologiques des briques de lait "VIVA".	40

Introduction

Introduction

Grâce à la richesse de sa composition et la variété de ses constituants, le lait donne naissance par transformation à une très vaste famille de produits. Les animaux principalement utilisés pour la production alimentaire de lait sont les vaches, brebis, chèvres, bufflonne, renne, élan, yak, chamelle, ânesse, jument. Le lait représente également une excellente source de calcium, de phosphore, de riboflavine et relativement riche en thiamine, Vitamine A. Cependant il est pauvre en fer, cuivre, acide ascorbique et en vitamine D. (**Alais et Linden1997**)

Le lait cru n'est pas de bonne conservation, il est facilement altéré surtout par les bactéries qui dégradent le lactose avec production d'acide. Une faible acidification suffit à rendre le lait coagulable à la chaleur, et peut apporter des germes pathogènes pour l'Homme, d'où la nécessité d'un traitement thermique. (**Alais et Linden1997**)

Le lait représente l'un des plus importants marchés de l'univers alimentaire. Le corps humain a toujours besoin à un apport calorique pour le bien être, en raison de ce besoin le lait est un partenaire important de notre alimentation quotidienne, et il joue un grand rôle dans le régime alimentaire des pays consommateurs et représentant une source importante d'éléments minéraux, glucides, protéines et lipides. En raison de besoin de l'Homme a la disponibilité du lait, lui a poussé à l'innovation de nouvelle technologie permet de la conservation du lait pendant une longue durée, donc il a pensé à la pasteurisation, à la stérilisation, etc. (**Mathieu et al, 1986**)

L'une des laiteries les plus réputées d'Algérie est la laiterie Tchén-Lait/Candia. Cette unité est équipée d'un laboratoire de contrôle où nous avons pu réaliser, en collaboration avec l'équipe de l'unité, des analyses physico-chimiques et microbiologiques pour le suivi du processus de fabrication d'un lot de l'un de leurs produits : « lait UHT demi écrémé ».

PARTIE
THEORIQUE

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LE

LAIT

I.1 - Définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001**). Selon (**Aboutayeb (2009)**) le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (peut contenir des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**Fredot, 2006 ; Jeante et al, 2008**) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation .

I.2 - Composition chimique

La composition chimique du lait varie en fonction de la race de la vache considérée, de son âge et de son alimentation (**Tableau I.1**). Un litre de lait de vache pèse 1032g avec une valeur calorique de 700 à 730 Kcal/l de l'extrait sec (glucides, protéines, matière grasse, sels minéraux...). Il est considéré comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments dont les uns sont à l'état dissous et les autres sous la forme colloïdale (**Goursaud, 1985**).

Tableau I. 1 : Composition moyenne du lait de vache (Beal et Sodini, 2003).

Composant	Teneur exprimées en g pour100
Eau	87,8
Lactose	4,8
Matière grasse	3,9
Matières azotées	3,8
dont caséines	2,6
protéines sériques	0,5
azote non protéique	0,1
Minéraux	0,7
dont calcium	0,12
phosphore	0,09
potassium	0,14

I.3 - Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Amiot et al., 2002).

I.3.1 - Masse volumique

Selon (Pointurier, (2003) la masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en Kg.m^{-3} dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée .

La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m^{-3}

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau .Comme la masse volumique de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000Kg.m^{-3} , la densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1.030 (d20/4). Il convient de signaler que le terme anglais «density» prête à confusion puisqu'il désigne la masse volumique et non la densité (Pointurier, 2003).

I.3.2 - Point de congélation

(Neville et Jensen, (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure, puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre $-0,54$ et $-0,55^{\circ}\text{C}$, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, que l'on peut broyer au 14^e race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de $-0,530$ à $-0,575^{\circ}\text{C}$. Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C , puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (Mathieu, 1999).

I.3.3 - Point d'ébullition

D'après (Amiot et al., (2002) on définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit $100,5^{\circ}\text{C}$.

I.3.4 - Acidité du lait

Selon (Jean et Dijon, (1993) l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$). $1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g}$ d'acide lactique par litre de lait. Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité $\leq 21^{\circ}\text{D}$. Un lait dont l'acidité est $\geq 27^{\circ}\text{D}$ coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est $\geq 70^{\circ}\text{D}$ coagule à froid.

I.4 - Qualité organoleptique du lait

(Vierling, (2003) rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

I.4.1 - La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A, qui passe directement dans le lait (**Fredot, 2005 ; Reumont, 2009**) explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

I.4.2 - L'odeur

Selon (**Vierling, (2003)**) l'odeur est caractéristique du lait, du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

I.4.3 - La saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amère. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait, par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

I.4.4 - La viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très

positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée (Rheotest, 2010).

I.5 - les caractéristiques microbiologiques de lait

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. De ce fait on trouve que le lait comporte une flore originelle et une flore de contamination.

I.5.1 - Flore originelle

Le lait contient peu de Microorganismes, lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes /ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : *microcoques*, *streptocoques* lactiques, lactobacilles. Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (*Streptocoque* pyogène, carynebactéries pyogènes, des *staphylocoques*) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale *Salmonella*, *Brucella*, et exceptionnellement *Listeria*, *monocytogene*, *mycobactérie*, *Bacillus anthracis* et quelque virus (Guiraud, 2003).

I.5.2 - Flore de contamination

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers: Fèces et téguments de l'animal: Coliformes, Entérocoques Clostridium, Salmonella. Sol: Streptomyces, Listeria, bactéries sporulés, spores fongiques. L'air et l'eau : Flores diverses, bactéries sporulés. (Guiraud, 2003).

Tableau I. 2 : Les principaux groupes bactériens du lait (Alais, 1984).

	Groupes	Caractères
-Bactéries «Gram +»	1-bactéries lactiques	Activité biologique : fermentation du lactose
	2-Microcoques	* Flore banale de contamination du lait *Activité enzymatique réduite
	3-Staphylocoques	*Anaérobies facultatifs, fermentent le lactose exemple : <i>Staphylococcus aureus</i> *Développement dans le lait à 15°C pendant plusieurs heures
	4-Bacillaceae.	*Mésophiles, inhibées à 45°C, * Absentes dans le lait crus et les produits laitiers qui n'ont pas été chauffés, *Responsables des altérations des laits insuffisamment stérilisés.
-Bactéries « Gram-»	1-Entérobactéries.	*Des coliformes, fermentent le lactose *Leur présence est lié à une contamination fécale *Moins abondantes dans le lait par rapport à d'autres Gram (-), *Ces espèces résistent aux antibiotiques, se développent à des températures très différentes.
	2- Achromobactériaceae	*Ces microorganismes forment l'essentiel de la flore psychrotrophe * Ne fermentent pas les sucres.
	3- Bactéries divers.	Les plus importantes <i>Pseudomonas</i> véhiculées par les eaux non potables et <i>brucella</i> pathogènes.

I.6 - procédés de conservations:

I-6-1-Par le froid :

Actuellement, le froid est un moyen très pratique de conserver les aliments, tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques.

a- Réfrigération

La réfrigération est une technique de semi conservation, et consiste à placer les denrées dans une enceinte maintenue vers +5°C. Cette température freine les développements des germes mésophiles, par contre le traitement est sans effet sur les psychrophiles, qui se développent à la température de réfrigération (**Gosta, 1995**).

b- Congélation

Est un procédé physique, qui a pour but la conservation prolongée par le froid. Les produits alimentaires sont conservés à -40°C, il est très important que le lait destiné à être conservé par le froid soit de bonne qualité hygiénique.

Le but d'emploi de froid est souvent d'inhiber, retarder ou arrêter d'une part les réactions enzymatiques dans le produit alimentaire et d'autre part la croissance des micro-organismes. En résumé, le froid constitue un moyen important de conservation du lait (**Gosta, 1995**).

I-6-2-Par la chaleur

Contrairement à l'action du froid. La chaleur permet de détruire les microbes et non d'inhiber simplement leur développement. D'autre part elle vise à détruire les enzymes qui peuvent impliquer la détérioration du lait. Ce qui permet l'amélioration de la qualité du lait (**Adrian, 1987**).

a- La pasteurisation

Est un processus de traitement thermique qui vise à détruire certains micro-organismes présents dans un produit, alors le processus de pasteurisation consiste à chauffer l'aliment jusqu'à une certaine température, souvent inférieure à 100°C, elle est employée pour les aliments qui nécessitent uniquement la destruction des germes pathogènes ou toxigènes. (**Adrian, 1987**)

b- La stérilisation

Elle vise à destruction totale des micro-organismes et des spores présents dans le produit. La stérilisation consiste à chauffer le Produit alimentaire au-delà de 100°C pour lui assurer une conservation prolongée (**Veisseure, 1979**). Pour cette raison, le traitement de « stérilisation » vise, en pratique, d'obtenir une stabilité au cours d'une longue conservation (de 5 à 6 mois).

I-7-La valeur nutritionnelle du lait

Le lait possède une valeur énergétique de 700 kcal/litre La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (Derby, 2001).

CHAPITRE II

LE LAIT UHT DEMI

ECREME

II.1- DEFINITION

C'est un lait traité par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes, conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Il est réalisé à 135°C à 150°C pendant 2 à 5 secondes environ (Luquet, 1990).

a- Lait UHT entier

Sa teneur en matière grasse est de 2,8% au minimum (28 g de matière grasse au minimum par litre de lait).

b- Lait UHT partiellement écrémé

Sa teneur en matière grasse est de 1,5% à 2% (15 à 20 g de matière grasse par litre de lait).

c- Lait UHT écrémé

Sa teneur en matière grasse est de 0,15% ou au plus (1,5 g de matière grasse par litre de lait) (J.O.R.A.№69,2003).

II.2- Composition chimique du lait UHT

La composition des différents types du lait UHT est représentée dans le tableau II.1

Tableau II. 1 : Composition moyenne des différents types de lait UHT en g/l (Feinberg et al., 1987).

Constituants	Lait stérilisé UHT g/l		
	Lait entier	Lait demi écrémé	Lait écrémé
Eau	878	896	910
EST	122	164	90
Azote totale	5	5	5,2
Protéines	31,9	31,9	32,9
Lipides	35,4	15,4	2
Glucides	44,7	45, 3	45,4

- **L'eau** : Elle est l'une des matières premières de tous les produits laitiers reconstitués et recombines. Elle doit être potable et de bonne qualité microbiologique, c'est-à-dire ne pas contenir de germes pathogènes. Sur un plan physico-chimique, elle ne doit contenir ni trace de pesticides ou de nitrates, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15 et un pH voisin de la neutralité (**Gosta, 1995**).
- **La poudre de lait** : Un "lait écrémé en poudre" ou "poudre de lait écrémé" correspond à un lait dont la teneur en matière grasse ne doit pas excéder 1,5% en poids sec. On entend par "lait en poudre" ou "lait déshydraté" ou "lait sec", le produit solide obtenu directement par élimination de l'eau du lait (**J.O.R.A. N° 35,1998**).

II.3- Principe du traitement thermique UHT

Le lait ne peut être conservé pour une longue durée car, sa composition favorise la prolifération de microorganismes, on le soumet à un traitement thermique qui détruit partiellement ou entièrement sa flore microbienne. Le degré de cette destruction dépend directement de la température appliquée et de la durée du traitement thermique. Le taux de destruction des microorganismes est proportionnel à la température, alors que la vitesse des réactions chimiques est surtout liée à la durée du traitement (**Carole ; Vigniola, 2002**).

II.4- Qualité du lait UHT

II.4 -1- Qualité microbiologique

Un traitement thermique intense est souhaitable du point de vue microbiologique. Tous les organismes pathogènes courants susceptibles d'apparaître dans le lait sont tués par le traitement UHT. Il existe toute fois un risque de résistance de spores de certains germes comme *Clostridium* et *Bacillus*, et des enzymes thermostables naturelles du lait, n'ayant qu'un très léger effet sur les propriétés physiques du lait. Le contrôle des matières premières permet de réduire la charge microbienne (**Gosta, 1995 e ; Valero et al. 2001**).

II.4 -2- Qualité organoleptique

La couleur du lait après stérilisation UHT reste blanche. Le goût de cuit est faible même si la température est supérieure à celle de la stérilisation classique (**Sechet, 2001**).

II.4 -3- Qualité nutritionnelle et énergétique

L'apport calorique passe de 64 Kcal pour le lait entier à 45 Kcal pour le lait demi écrémé et 33 Kcal pour le lait écrémé. La rapidité du traitement thermique UHT permet de préserver la qualité nutritionnelle du lait. En effet, le lactose, la matière grasse et les sels minéraux ne subissent aucune modification, mais on constate une modification limitée de celle des protéines et des vitamines (**Gosta, 1995**).

II.5 - Procédé de fabrication du lait demi écrémé de Tchiv-Lait/CANDIA

La production des briques de lait "VIVA" passe par plusieurs étapes successives au niveau de l'atelier de production de la laiterie. Figure II.1

II.5 -1. Reconstitution

Le lait reconstitué est obtenu par mélange d'eau et de lait en poudre demi écrémé (**J.O.R.A. N° 69, 2003**).

Cette reconstitution se fait par adjonction, à l'aide d'un tri-blinder, d'une quantité bien déterminée de poudre de lait pour un volume d'eau se trouvant dans le tank de reconstitution. Cette opération se fait en continue ou en boucle fermée. L'eau doit avoir une dureté de 5-15°F et une température de 20-45°C pour permettre une meilleure dissolution de la poudre (**Avezard, 1980**).

II.5-2. Addition des vitamines

Les vitamines sont ajoutées au lait reconstitué sous forme d'un complexe vitaminé en quantités déterminées, afin d'obtenir les concentrations désirées en chaque vitamine dans le produit final.

Cette opération est suivie par une filtration afin d'empêcher le passage des impuretés.

II.5-3. Traitement thermique

II.5-3.1. Pasteurisation

Le lait pasteurisé est un lait soumis à un traitement thermique aboutissant à la réduction de la microflore banale et de la totalité de la microflore pathogène. Le traitement thermique ne doit pas affecter notamment la structure physique du lait, sa constitution, son équilibre chimique, ses enzymes et ses vitamines (**J.O.R.A. N° 69, 2003**).

On distingue trois types de traitement :

- Pasteurisation basse à 62°C - 65°C/30 mn ;
- Pasteurisation haute à 71°C - 72°C/15-40 sec ;
- Flash pasteurisation à 85°C - 90°C/1-2 sec (**Mahaut et al. 2000**).

Au niveau de Tchén-Lait/CANDIA, la ligne de traitement est composée des étapes suivantes :

- **Préchauffage**

Le lait reconstitué demi écrémé est pompé vers l'échangeur à plaque, dans la section de préchauffage où il est chauffé à une température de 68°C.

- **Dégazage**

Le lait écrémé préchauffé à 68°C est introduit tangentiellement dans la cuve sous vide à la température d'évaporation d'eau.

Les gaz emprisonnés dans le produit sont charriés avec la vapeur et montent vers le haut de la cuve et sont aspirés par la pompe sous vide placée en haut. Les vapeurs se condensent dans le condensateur en spirale et retombent dans le produit liquide.

Après traitement, le lait est acheminé par la sortie du fond de la cuve vers l'homogénéisateur.

- **Homogénéisation**

Après dégazage, le lait demi écrémé passe dans l'homogénéisateur où il va subir un traitement physique par pression à 60 bars. Le but de l'homogénéisation est de réduire la taille des globules gras à environ 1/5ème de leur taille initiale. Les micelles de caséine seront aussi partiellement détruites (**Cheftel et Cheftel, 1996**).

II.5-3.2. Pasteurisation proprement dite

Le lait demi écrémé sort de l'homogénéisateur à 60°C, il est conduit vers l'échangeur à plaques pour être chauffé à 80°C, dans la chambre où il séjournera 30 sec à cette température. Une fois pasteurisé, le lait passe par la dernière section pour subir un refroidissement à 5°C à l'aide d'un circuit d'eau glacée et est stocké dans des tanks tampons (TT).

II.5-4. Stérilisation

La stérilisation du lait passe par plusieurs étapes

- **Préchauffage**

Le lait demi écrémé pasteurisé est stocké au niveau du tank tampon (TT) puis pompé vers le bac de lancement de l'installation UHT, qui débute par un chauffage à 68°C.

- **Homogénéisation**

Le lait demi écrémé chauffé subit une seconde homogénéisation à une forte pression de 200 bars, avant la stérilisation proprement dite.

- **Stérilisation UHT proprement dite**

Le lait ainsi homogénéisé arrive à la section de chauffage de l'échangeur à plaques où il est amené à une température de 140°C/4 sec au niveau du chambreur. Le traitement UHT est un procédé continu qui s'effectue en circuit fermé empêchant ainsi toute contamination du produit par les microorganismes de l'air. Le produit passe ainsi par plusieurs phases successives et rapides de chauffage et refroidissement jusqu'à une température de 20 ±3°C.

II.5.5- Conditionnement

Le produit est conditionné aseptiquement à l'aide d'une conditionneuse aseptique (Tétra Brick Aseptique, TBA 8) pour éviter toute recontamination du produit. Les récipients utilisés sont sous forme tétraédrique (tétra-pack) d'un volume d'un litre. Ils sont formés de quatre couches de matériaux à savoir, du polyéthylène, du plastique, de l'aluminium et du papier. Ils sont opaques, imperméables aux gaz, à l'eau et à la lumière, sans saveur ni odeur et d'utilisation facile. Ils sont préalablement stérilisés par un jet de peroxyde d'hydrogène à 35% (Anonyme 1, 2006)

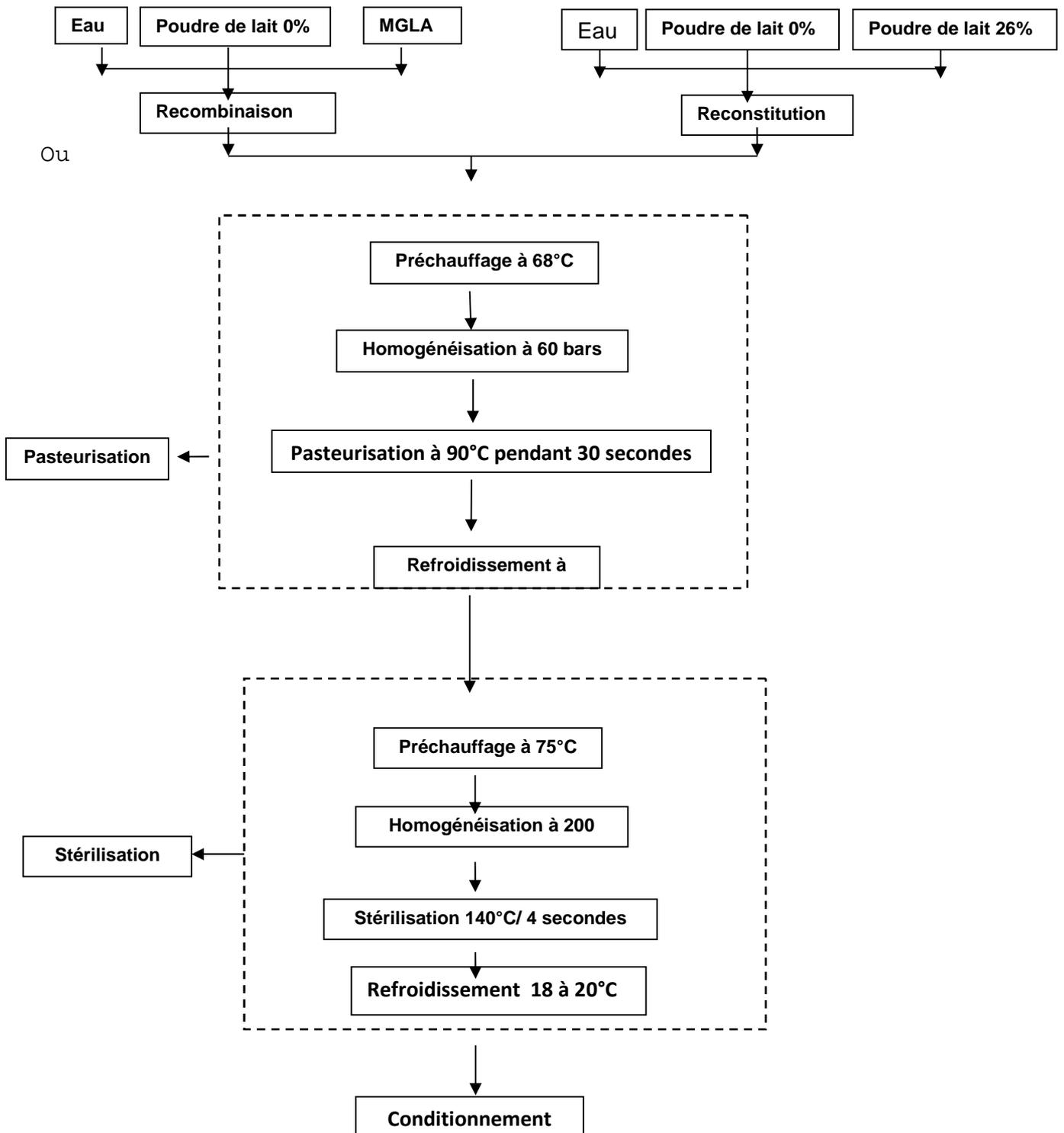


Figure II. 1 : Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé.

PARTIE

PRATIQUE

CHAPITRE III

MATÉRIELS ET MÉTHODES

III.1 - PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

L'Algérie est l'un des plus grands importateurs mondiaux de lait ; elle représente un marché de plus de 3 milliards de litres/an, soit 100 litres/habitant/an.

a - Historique de l'entreprise :

Tchin Tchin était, à l'origine, une entreprise familiale, spécialisée dans les boissons gazeuses depuis 1954. Elle a de ce fait, capitalisé une longue expérience dans le conditionnement des produits sous forme liquide. L'arrivée des grandes firmes multinationales sur le marché des boissons gazeuses, l'a contraint à réviser sa stratégie ; d'où l'idée de reconversion vers le lait UHT, qui a donné naissance à Tchin Lait.

b- L'entreprise TCHIN- LAIT

Implantée sur l'ancien site de la limonaderie Tchin-Tchin, à l'entrée de la ville de Bejaia, Tchin-Lait produit et commercialise le lait longue conservation UHT (Ultra Haute Température) sous le label CANDIA.

Tchin Lait est une laiterie moderne, construite sur une superficie totale de 3.000 m², comprenant : un atelier de production, un laboratoire, les utilités (chaudières, station de traitement des eaux, station de froid...) et l'administration générale avec un chiffre d'affaires de 2,274 milliards de DA.

La gamme de production Tchin Lait est constituée de :

- **Lait longue conservation** : Conditionné en emballage Tétra Paks et Combi bloc 1litre.
- **Lait stérilisé UHT** (Ultra haute Température), partiellement écrémé.
- **Lait stérilisé UHT** (Ultra haute Température), ENTIER.
- **Lait stérilisé UHT VIVA**, demi écrémé, à Teneur Garantie en Vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 et B12).
- **Laits boissons** : Conditionnés en emballage, Tetra Pak 20cl avec paille et 1litre avec bouchon.
- **Lait stérilisé UHT au chocolat**, dénommé «Candy Choco» lancé en juin 2004.
- **Lait stérilisé UHT, aromatisé à la Fraise**, dénommé « Candy Fraise » lancé en janvier 2006.

- Lait additionné de jus de fruits (Orange Ananas, Pêche Abricot et Fruits des Bois), lancé en octobre 2004.

c - Organigramme de l'unité :

L'organisation interne de l'unité est représentée sur la **figure 2**.

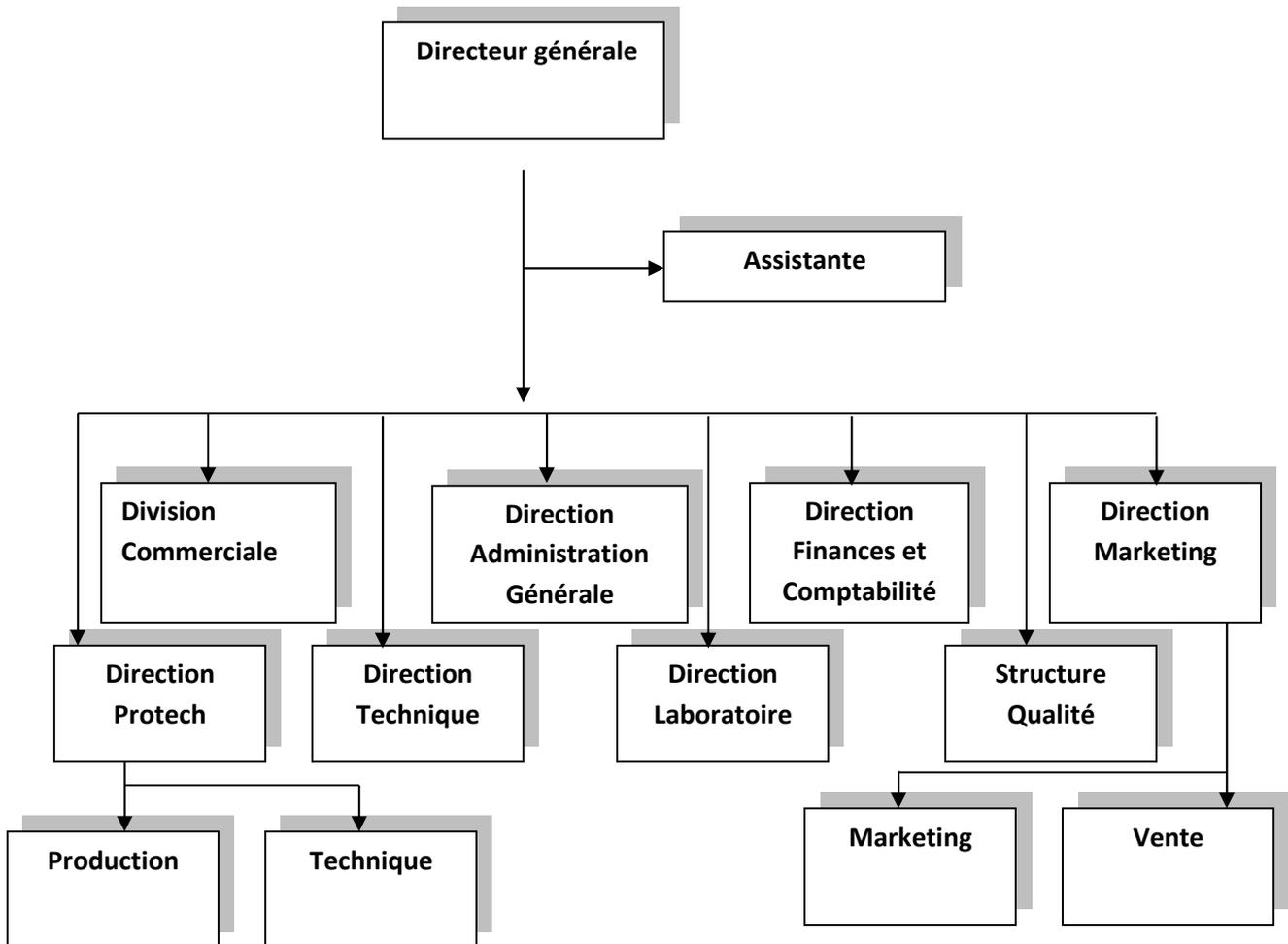


Figure III. 1 : Organigramme de l'unité Tchin Lait/Candia.

III.2- Techniques de prélèvement et d'échantillonnage :

III.2 -1- La stérilisation du matériel de prélèvement :

Tout le matériel de prélèvement des échantillons doit être parfaitement propre et stérile, afin d'éviter son influence sur les propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sur la composition du produit analysé.

Pour cela, le matériel doit être lavé à l'eau courante pour éliminer les traces des précédents prélèvements puis brossé, lavé à l'eau contenant une solution détergente

(hypochlorite de sodium), rincé à l'eau de robinet et finalement par l'eau distillée. Après séchage, le matériel sera stérilisé dans un autoclave à air humide à 134°C.

III.2.2. Echantillonnage

Selon la norme (AFNOR, (1992)) l'échantillonnage doit être effectué par une personne autorisée, spécialement formée dans la technique appropriée. Les échantillons doivent être scellés et pourvus d'une étiquette sur laquelle figurent la nature du produit, le numéro d'identification, le nom et la signature de la personne responsable du prélèvement des échantillons.

III.2.3. Nature et origine des prélèvements

Les prélèvements effectués ont concerné les matières premières destinées à la fabrication du lait "demi écrémé", les produits intermédiaires (au cours du procédé), ainsi que le produit fini (brique de lait).

III.2.3.1. Matières premières

a-Poudre de lait

La fréquence des prélèvements est fonction des analyses à effectuer. A savoir, un prélèvement pour chaque cinq sac de poudre de lait écrémé pour les analyses physico-chimiques et un prélèvement au niveau de chaque sac pour les besoins des analyses microbiologiques. Les sacs de poudre de lait échantillonnés au cours du stage sont d'une contenance de 25 Kg. A chaque prélèvement, environ 03 g de poudre de lait écrémé sont prélevés.

Le prélèvement s'effectue à l'aide d'une sonde ou une louche stérile dans un endroit proche du centre du récipient. La couche supérieure de poudre de lait est écartée à l'aide d'une louche stérile ou bien elle est prélevée séparément. L'écart doit être mis dans un récipient stérile hermétiquement clos (Guiraud, 1998).

b- Eau de process

Un prélèvement est effectué au niveau de la station des eaux de l'unité de production au cours du stage pratique. Avant le prélèvement, l'orifice de sortie de l'eau est flambé à l'aide d'un flambeau pendant 1 à 2 mn, puis on laisse couler l'eau durant quelques minutes avant de remplir des flacons en verre de 250 ml préalablement stérilisés et étiquetés.

c- Produit fini

Pour l'analyse physico-chimique, trois briks sont prélevées pour chaque production :

- ✓ Une brick au début de la production,
- ✓ Une brick au milieu de la production.
- ✓ Une brick à la fin de la production.

Pour l'analyse bactériologique, cinq bricks sont prélevés pour chaque production :

- ✓ Première brick au début de la production ;
- ✓ Deuxième brick quand la production atteint 25%;
- ✓ Troisième brick quand la production atteint 50%;
- ✓ Quatrième brick quand la production atteint 75%;
- ✓ Cinquième brick à la fin de la production.100%

III.3 - Analyses physico-chimiques :

L'ensemble des analyses effectuées sont résumées dans le tableau III.1

III.3. 1. Méthodes d'analyses**III.3.1.1. test organoleptique**

L'examen de l'aspect physique du lait, de sa couleur, de son odeur et de son goût sont déterminés au niveau du laboratoire, par des tests de dégustation sur des échantillons prélevés au hasard.

Tableau III. 1 : Les analyses effectuées au cours du stage pratique à Tchén-Lait/CANDIA

Types de produits		Paramètres recherchés
Matières premières	Poudre de lait écrémé (0% et 26% de matière grasse)	<ul style="list-style-type: none"> - Humidité ; - EST ; - MG ; - Densité ; - Aspect et couleur ; - Goût et odeur.
	Eau de process	<ul style="list-style-type: none"> - Th ; TA, TAC - T ° C ; - pH. Chlorure.
Produits intermédiaires	Lait reconstitué	<ul style="list-style-type: none"> - ESD. - pH ; - Ac. Dornic ; - Densité ; - Test à l'alcool ; - Test à l'ébullition ; - Test de Ramsdell ; - T° C.
	Lait pasteurisé	
Produit fini (brique de lait "VIVA")		<ul style="list-style-type: none"> - T°C ; - pH ; - Ac. Dornic ; - ESD ; - Densité ; - Test à l'alcool ; - Test à l'ébullition ; - Test de Ramsdell ; - Couleur, goût et odeur ; - Poids et volume.

Ac. : acidité ; **Th** : titre hydrotimétrique ; **ESD** : extrait sec dégraissé ; **T°** : température.

III.3.1.2. Taux d'humidité

- **Principe** : Ce paramètre correspond à la teneur en eau de la poudre de lait. Elle se mesure par évaporation de cette eau dans un dessiccateur.
- **Mode opératoire**
 - Peser la coupelle dans l'appareil et tarer ;
 - Peser 3 g de la poudre de lait et bien les répartir sur la coupelle ;
 - Remettre le couvercle de l'appareil ;
 - Faire la lecture lorsque la perte du poids reste constante. Elle se manifeste par une sonnerie de l'appareil (**Luquet, 1985**).

III.3.1.3. L'acidité titrable

- **Principe** : Il se base sur le titrage de l'acidité d'un lait par l'hydroxyde de sodium (N/9) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré (**Thapon, 2005**).
- **Mode opératoire**
 - Transvaser 10 ml de lait reconstitué dans un Becher ;
 - Ajouter 03 à 04 gouttes de phénolphthaléine ;
 - Titrer avec la soude (N/9) jusqu'à un virage du milieu au rose pâle (**Luquet, 1985**).

III.3.1.4. La densité

- **principe**

La densité est déterminée au moyen du thermo- lactodensimètre (aéro- mètre), à une température de 20C° (**Leder, 1983**).
- **Mode opératoire**

Une éprouvette de 250ml est remplie de lait reconstitué. Le lactodensimètre est rincé avec du lait puis il est introduit dans l'éprouvette en le tenant par l'extrémité de la tige graduée et enfin la lecture de la graduation est effectuée après 30 secondes à 1 minute.
- **Expression des résultats**

La graduation ne correspond pas directement à la densité, en effet, la densité est déterminée par la formule suivante : **Densité = $1+L.10^{-3}$**

L : valeur lue sur le lactodensimètre.

Masse du lait reconstitué : $D \cdot v_l$; $v_l=1000\text{ml}$

Masse de l'eau : $m_e=v_e$

Volume de la poudre : $v_p=100\text{ml}-v$

La densité de la poudre est donnée par l'équation suivante :

$$D_p = m_p / v_p$$

D : densité du lait reconstitué

D_p : densité de la poudre

m_p : masse de la poudre

III.3.1.5. Le pH

- **Principe** : Par définition, le pH est une mesure de l'activité des ions (H^+) contenus dans une solution. Le but est de pouvoir mesurer quantitativement l'acidité de celle-ci. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH- mètre (**Carole, 2002**).
- **Mode opératoire**
 - Etalonner le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7) ;
 - Plonger l'électrode dans le produit à analyser et lire la valeur de pH stabilisée ;
 - Retirer l'électrode et la rincer avec de l'eau distillée (**Mathieu, 1999**).

III.3.1.6. Détermination de la température

Elle est déterminée à l'aide d'un thermomètre.

III.3.1.7. Détermination du poids

- **Principe** : Le principe est de connaître le poids net du produit une fois emballé (**Luquet, 1985**).
- **Mode opératoire**
 - Poser la brique sur la balance électronique ;

- Lire le résultat affiché sur l'écran de la balance ;
- Le poids net est déterminé à partir de l'expression suivante :

$$P = \text{Lecture} - \text{poids de l'emballage}$$

P : poids

III.3.1.8. Détermination de l'extrait sec total (EST)

- **Principe** : La matière sèche du lait est le produit résultant de la dessiccation du lait par évaporation d'une certaine quantité d'eau du lait et la pesée du résidu (NF V04.207, 1970).
- **Mode opératoire**
 - Placer la coupelle dans l'appareil et tarer ;
 - Peser 12 g du sable de Fontainebleau et tarer ;
 - Peser 03 g de lait prélevé avec une pipette et remettre le couvercle de l'appareil ;
 - Attendre jusqu'à stabilité du poids qui se manifeste par une sonnerie ;
 - Lire le résultat affiché sur l'écran du dessiccateur et l'exprimer comme suit :

$$\text{EST (g/l)} = y \cdot 10 D$$

Y : Chiffre affiché sur l'écran en (%) ;

D : Densité du lait.

III.3.1.9. Tests de stabilité physique du lait

a-Test de stabilité à l'alcool

- **Principe** : L'alcool peut dénaturer les protéines du lait (observation d'un précipité) si elles sont dans un état instable. Ce test est préconisé afin de minimiser les risques de déstabilisation du lait lors du traitement UHT et la présence de précipités désagréables dans les emballages (J.O.R.A n° 35, 1998).
- **Mode opératoire**
 - Mettre 02 ml du produit à analyser dans un tube à essai ;

- Ajouter 02 ml d'alcool et fermer le tube ;
- Retourner 02 fois le tube sans agiter.

Si le mélange s'écoule sans laisser de traces le long des parois, le lait est dit normal. Par contre s'il est noté la formation de grumeaux ou d'un coagulum, le lait est considéré contaminé (Odet et al., 1985 ; Guiraud, 1998).

b- Test de stabilité à l'ébullition

- **Principe** : Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséines particulièrement instables. Dès lors, un simple traitement thermique suffit à les précipiter. De ce fait, tout lait destiné à la consommation doit être stable à l'ébullition (J.O.R.A. N° 35, 1998).
- **Mode opératoire**
 - Prélever 05 ml du produit à analyser dans un tube à essai ;
 - Placer le tube dans le bain-Marie à 100°C pendant 20 minutes ;
 - Examen du tube pour constater une éventuelle coagulation du lait. Si le lait a coagulé, il est considéré instable.

c-Test de stabilité au phosphate, ou test de "Ramsdell"

- **Principe** : Le test consiste à vérifier la stabilité du lait à 100°C par incorporation d'ions phosphates. En effet, ces derniers ont la capacité de déstabiliser la structure des micelles de caséines, si le lait n'est pas stable (J.O.R.A. N° 35, 1998).
- **Mode opératoire**
 - Introduire 05 ml de phosphate monopotassique dans un tube à essai ;
 - Ajouter 10 ml de l'échantillon à analyser et le boucher ;
 - Porter le tube à essai au bain-Marie à 100°C pendant 05 mn ;
 - Examen du tube. L'absence de coagulation signifie que le lait est stable.

III.3.1.10. Détermination du titre hydrotimétrique (Th)

- **Principe** : Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate avec le sel sodique de l'acide Ethylène Diamine Tétra acétique (EDTA).

Cette méthode permet de doser les ions calcium et magnésium présents dans l'eau grâce au volume de titrage par la solution d'EDTA (**Rodier et al., 2005**).

- **Mode opératoire :** Verser 100 ml d'eau à analyser dans un becher de 250 ml ;
Ajouter 04 ml de la solution tampon ammoniacal à pH 10 et une pincée (aspect sablonneux) de l'indicateur coloré NET (Noir Eriochrome T) ;
Titrer avec une solution d'EDTA (0,02 N) jusqu'au virage de la couleur du violet au bleu franc persistant.

Le résultat, exprimé en degré Français °F, est donné par l'expression :

$$Th = V^{\circ} F$$

V : Volume de titration par l'EDTA utilisé pour obtenir le virage (**Rodier et al., 2005**).

III.3.1.11. Titre alcalimétrique (TA) :

- **Principe**

Le TA mesure la teneur de l'eau en hydroxydes alcalin et les carbonates (OH⁻, CO₃²⁻) (**Rodier, 1996**)

$$TA = (OH^-) + \frac{1}{2} (CO_3)$$

- **Mode opératoire**

2 à 3 gouttes de phénophtaléine sont ajoutées à 100ml d'eau à analyser.

- **Expression des résultats**

- **Absence de coloration :** pas de titrage avec l'acide sulfurique (H₂SO₄)

$$TA=0^{\circ}F$$

-**Coloration rose :** il y'a titrage avec l'acide sulfurique 0,02N H₂SO₄

$$TA=10*V1 \text{ } ^{\circ}F$$

V1 : chute de volume de la burette.

III .3.1.12. Titre alcalimétrique complet (TAC):

- **Principe**

Il nous renseigne sur la concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et des bicarbonates dans l'eau (**Rodier, 1996**).

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3]$$

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

- **Mode opératoire**

L'échantillon traité précédemment est pris et ajouté de 2 à 3 gouttes de méthylorange.

- **Expression des résultats**

- **Coloration orange** : pas de titrage avec l'acide sulfurique H_2SO_4 : $\text{TAC}=0^\circ\text{F}$.

- **Coloration jaune** : il y a titrage avec l'acide sulfurique H_2SO_4 (0,02N)

$$\text{TAC}=10*\text{V}_2 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

V_2 = chute de volume de burette.

III.4. Analyses microbiologiques

Le contrôle microbiologique a pour but d'apprécier les conditions hygiéniques de fabrication d'un produit alimentaire et le respect des conditions de conservation. Le contrôle microbiologique se base sur la recherche de microorganismes révélateurs de contamination en vue de protéger la santé du consommateur.

En effet, les analyses microbiologiques sont un moyen d'investigation influent en matière de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes, puisqu'elles permettent de révéler la présence ou l'absence de microorganismes pathogènes et/ou de leurs toxines (Guiraud, 1998).

III.4.1. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons en vue d'analyses microbiologiques doit être effectué en usine à tous les stades de fabrication. Le matériel de prélèvement et les récipients destinés à recevoir l'échantillon doivent être préalablement stérilisés au four Pasteur 180°C pendant 30 minutes (Guirand, 1998).

Les modalités des prélèvements effectués varient en fonction du type de produit. Pour les laits reconstitués et pasteurisés, les prélèvements se déroulent au niveau du tank de reconstitution (TR) et du tank tampon (TT) à l'aide d'une seringue à usage unique introduite à travers la membrane de prélèvement, préalablement désinfectée par cautérisation. Pour le produit fini, cinq briques sont prélevées à l'aide d'un compteur programmé permettant de

mettre hors tapis roulant une brique en début de production, à 25% de production, à 50% de production, à 75% de production et en fin de production.

III.4.2. Les germes recherchés

Le tableau III.2 présente les germes recherchés dans chaque type de produit analysé en référence à la législation en vigueur qui régit le type d'analyses bactériologiques du produit considéré.

Tableau III. 2 : Analyses microbiologiques effectuées à différents étapes de fabrication du lait demi écrémé «viva ».

Types de produits		Microorganismes recherchés
Matières premières	Poudre de lait écrémé (0% de matière grasse)	La flore mésophile aérobie totale ; Les Coliformes totaux ; Les Clostridiums sulfito-réducteurs.
	Eau de process	La flore mésophile aérobie totale ; ; Les Coliformes totaux ; Les Coliformes fécaux.
Produits intermédiaires	Lait reconstitué	La flore mésophile aérobie totale ; Les Coliformes totaux ; Les Coliformes fécaux.
	Lait pasteurisé	La flore mésophile aérobie totale ; Les Coliformes totaux ; Les Coliformes fécaux.
Produit fini (brique de lait "viva")		Flore mésophile aérobie totale ;

Concernant ce produit fini, en plus du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, le test de la résazurine est indicateur colore qui présente une couleur variant selon le potentiel redox du milieu est réduit en resorufin par la présence des cellules vivantes (par le NADH/H⁺) effectué pour mettre en évidence la stérilité du lait.

III.5- La poudre de lait :

III.5-1- Préparation de la solution mère et des dilutions

La solution mère et les dilutions sont préparées tel qu'il est indiqué sur la figure III 2. Et le tableau suivant indique la recherche et le dénombrement des microorganismes dans la poudre de lait.

Tableau III3. Mode opératoire et germes recherchés dans la poudre de lait (J.O.R.A.N^o19, 2000)

Germes recherchés	Méthodes	Normes
Flore mésophile aérobie totale	- Préparation de la solution mère (10 ⁻¹) à partir de 10 g de poudre de lait, et 90 ml de solution de Ringer. - Préparation d'une série de dilutions jusqu'à 10 ⁻⁵ , et ensemencement en masse 1ml de chaque dilution dans le milieu PCA, puis incubation à 30°C/72h.	<2.10 ⁵ UFC/ml
Coliformes totaux	-Ensemencement de 3 tubes du milieu BLBVB (+cloche) avec 01 ml de la solution mère (10-1), puis incubation à 37°C/48h.	<10 UFC/ml
Coliformes fécaux	Repiquage à partir des trois tubes BLBVB positifs sur le milieu Schubert et BLBVB, puis incubation à 44°C/24h.	Absence
Clostridium Sulfite-Réducteurs (forme sporulée).	- Chauffage de 20 ml de la solution mère au bain-marie à 80°C/10 mn. - Refroidissement et ensemencement d'un tube du milieu VF additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer avec 01 ml de la solution mère préalablement chauffé, ensuite on mélange le milieu et on ajoute une couche de vaseline, incubation à 44°C/24 à 48h.	Absence

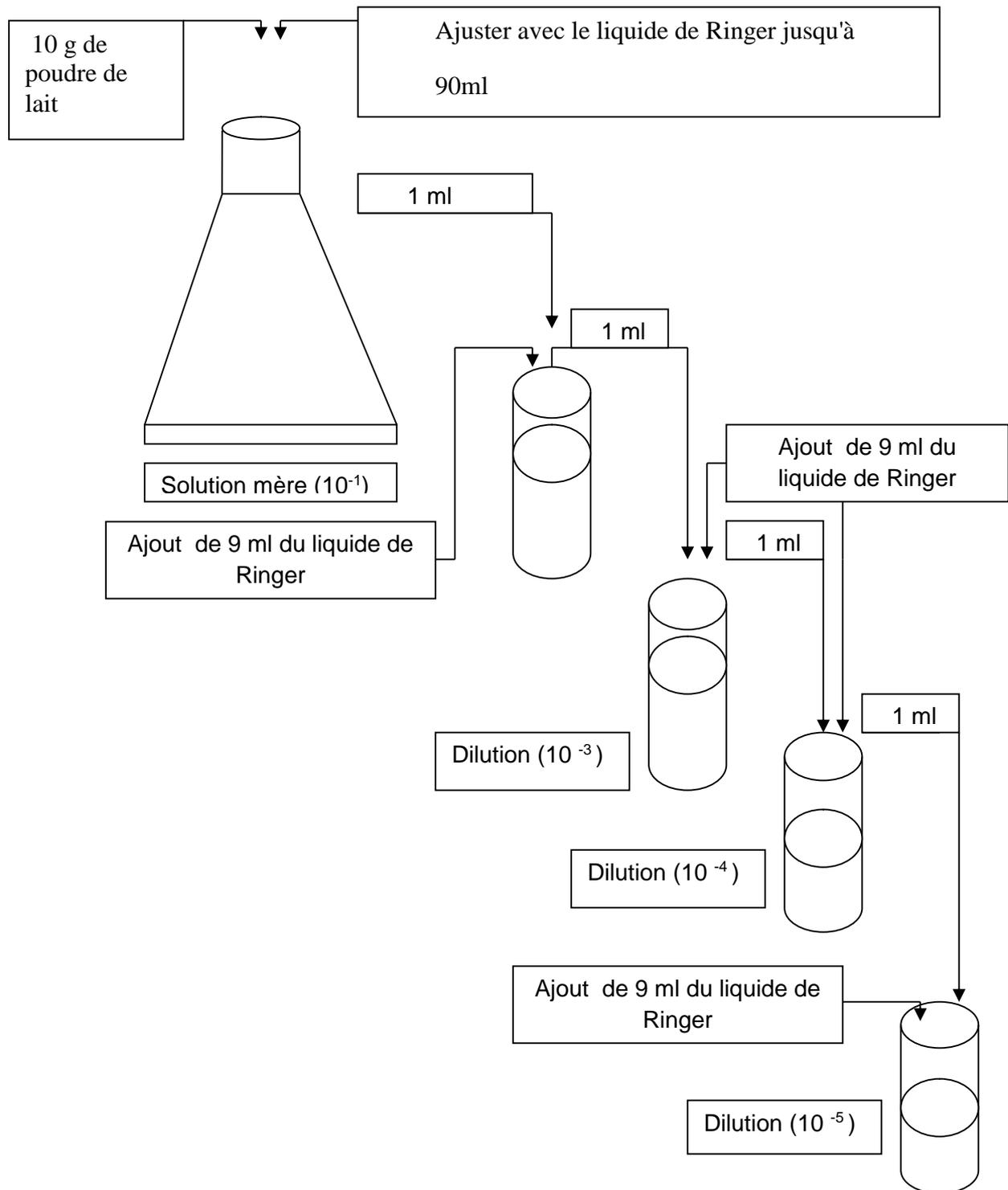


Figure III. 2 : Préparation de la solution mère et des dilutions.

II.5-2- Dénombrement de la flore totale

Principe : La technique est celle de numération en milieu solide en boîte de Pétri avec l'ensemencement en masse sur le milieu PCA (Plate Count Agar) dans le tableau III.3 (Guiraud, 1998).

Le nombre de microorganisme est calculé selon la formule suivante :

- $N = \frac{\sum c}{(n_1 + n_2) \cdot d}$
- $\sum c$: somme totale des colonies comptées
- N_1 : nombre de boîtes comptées dans la première dilution
- N_2 : nombre de boîtes comptées dans la deuxième dilution
- D : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages obtenus
- La procédure de dénombrement est présentée sur la figure III.3.

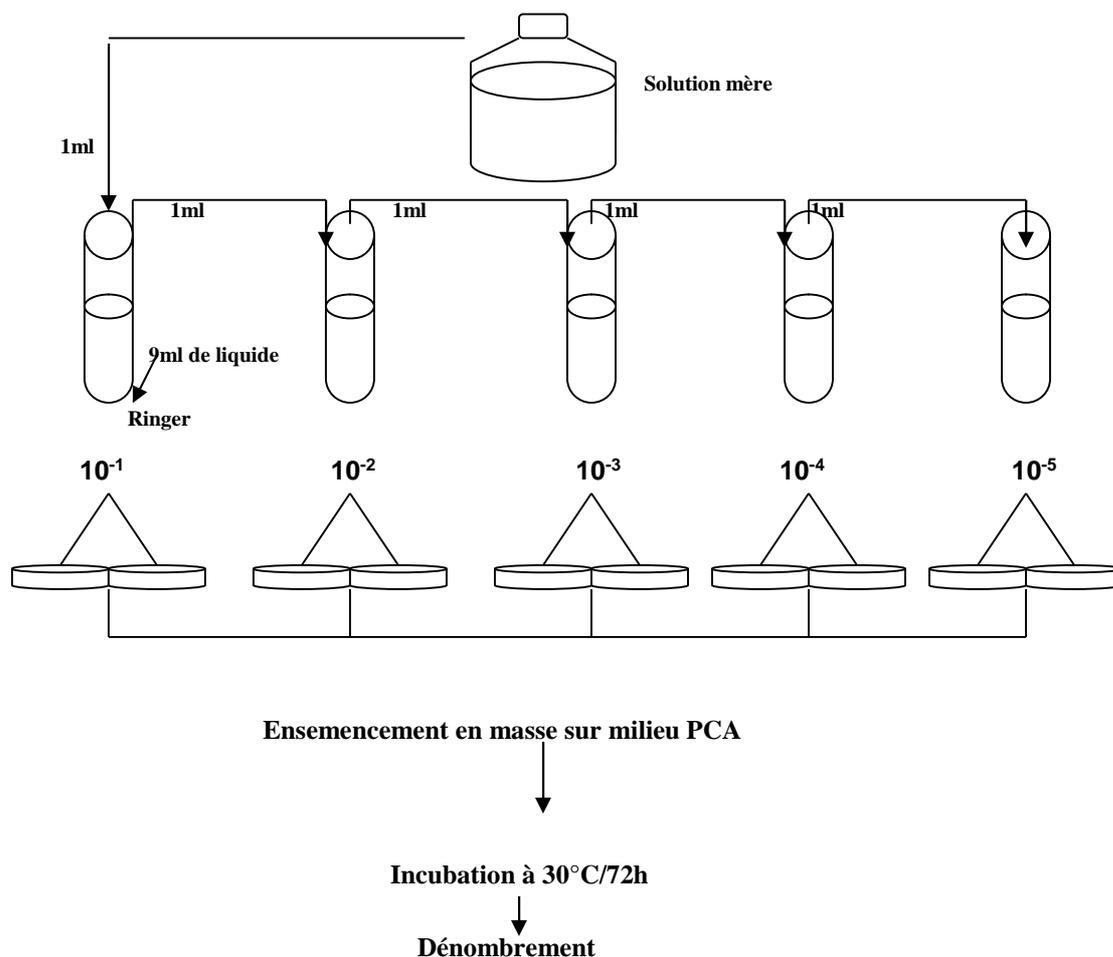


Figure III. 3 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale dans la poudre de lait

III.5-3-Recherche des coliformes

Dénombrement sur milieu liquide :

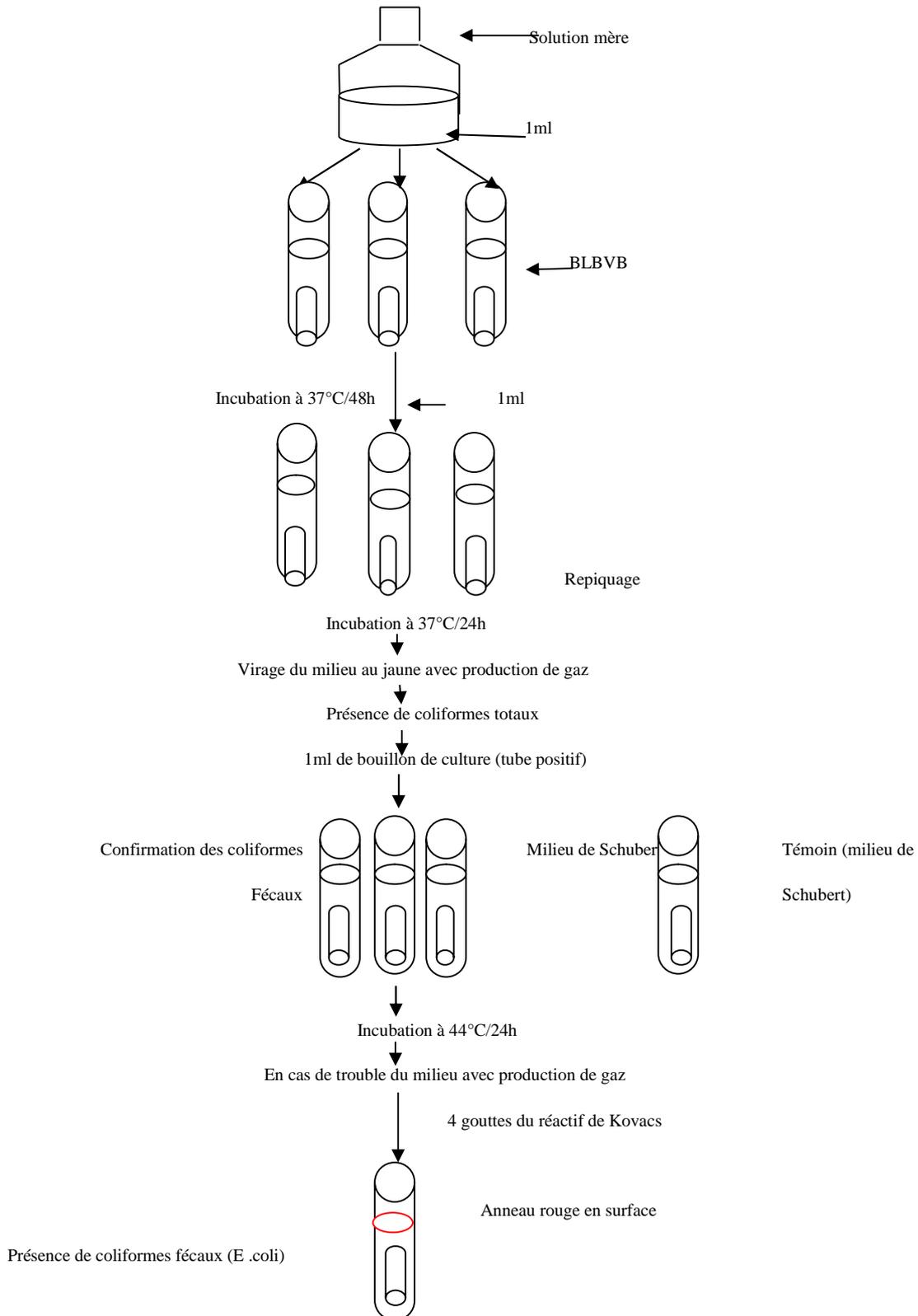


Figure III. 4 : Recherche des coliformes totaux dans la poudre de lait sur le milieu liquide

III.5-4- Recherche des Clostridiums Sulfito-Réducteurs

- **Principe**

Le milieu TSC est utilisé pour la recherche et le dénombrement des bactéries anaérobies sulfito- réductrices (**Delarras, 2003**), tel qu'il est indiqué sur la figure III.5.

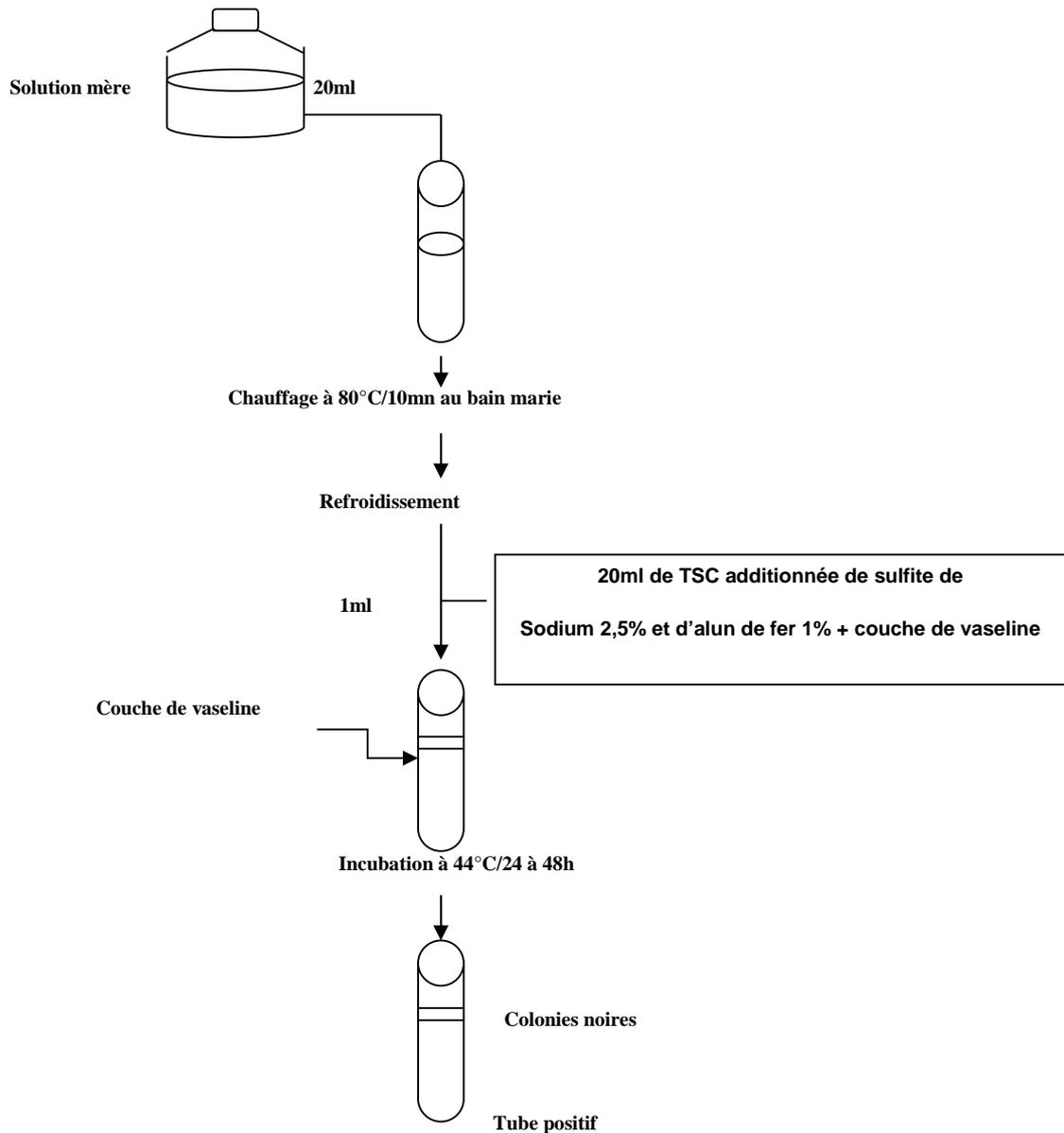


Figure III. 5 : La recherche des bactéries anaérobies sulfito-réductrices dans la poudre de lait.

III.6- Analyse de l'eau

Tableau III. 3 : Microorganismes recherchés dans l'eau et méthodes d'analyses (Guiraud, 1998)

Microorganismes	Méthodes utilisées
Flore aérobie mésophile totale	Ensemencement en masse de la prise d'essai de l'échantillon sur milieu solide (PCA) et incubation à deux températures 22°C/72h et à 37°C/24-48h
Coliformes totaux	Ensemencement d'une série de 9 tubes (avec cloche de Durham) de BCPL dont 3 en double concentré avec 10ml d'échantillon, 3 simple concentré avec 1ml et 3 simple concentré avec 0,1ml puis incubation à 37°C/24h
Coliformes fécaux	Repiquage dans le milieu Schubert à partir de chaque tube à essai présentant un trouble avec production de gaz dans les cloches et incubation à 44°C/24h, puis 4 gouttes du réactif de Kovacs sont ajoutées.
Clostridium Sulfito-Réducteurs (forme sporulées)	Après chauffage de 20ml de l'échantillon à 80°C/10mn, 1ml est prélevé et ensemencé en masse sur milieu TSC additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer et couche de vaseline, puis incubation à 44°C/24h.

Remarque

Le nombre de coliformes est déterminé à partir NPP/100ml indiqué par la table de Mac GRADY, (Annexe 1).

La procédure de dénombrement est présentée dans la figure III.6.

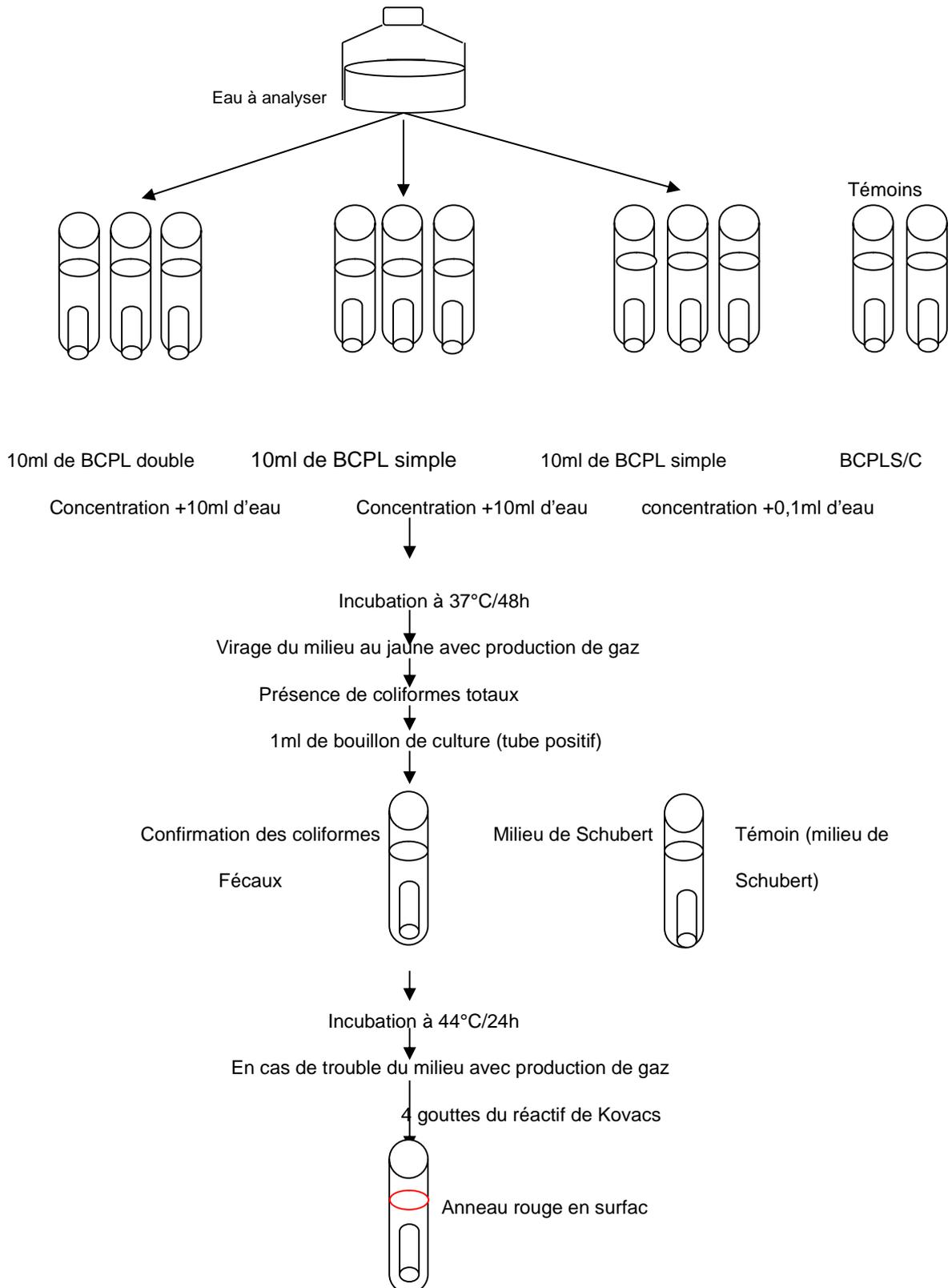


Figure III. 6 : Recherche et dénombrement des coliformes fécaux dans l'eau de process.

III.7-Test à la Résazurine

Ce test permet d'apprécier la charge microbienne d'un lait par observation d'une durée de décoloration. Il s'applique à des laits nonensemencés en levains lactiques.

- **Principe**

En se développant, les bactéries diminuent le potentiel d'oxydoréduction du lait, ce qui provoque la perte de couleur de l'indicateur coloré bleu.

Ce test permet donc d'évaluer à un moment donné la quantité de bactéries présente dans un lait.

Cette méthode consiste à évaluer par colorimétrie le potentiel redox du produit à analyser par la présence d'un indicateur de potentiel redox, la résazurine. Ce colorant, de couleur bleu à haut potentiel redox vire au rose lorsque le potentiel redox diminue puis il y'a formation d'un culot blanchâtre (Beerens et Luquet, 1987).

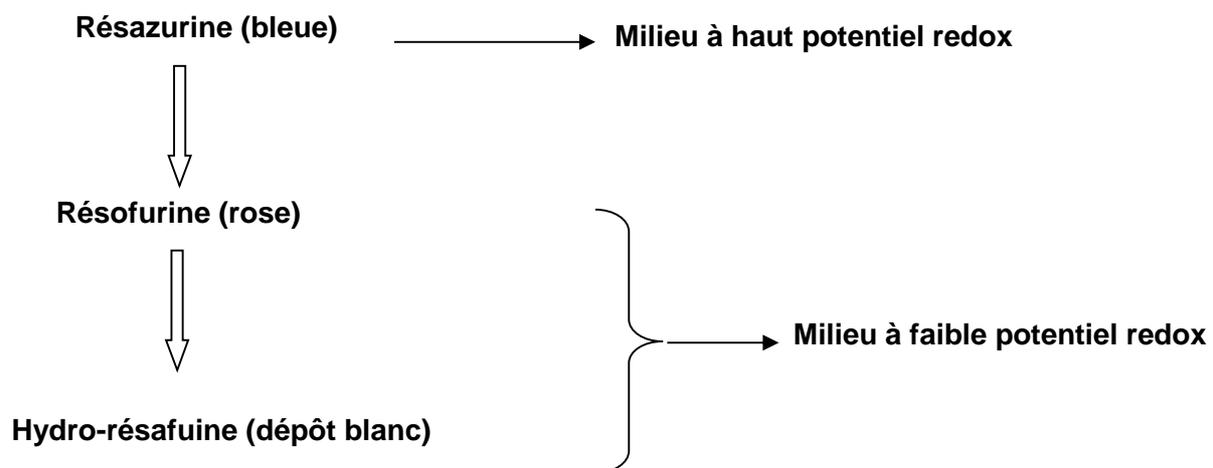


Figure III. 7 : Schéma réactionnel du test de la résazurine (Beerens et Luquet, 1987).

- **Mode opératoire**

20µl de solution de résazurine (0,005%) sont introduites dans chaque puits de la microtitration (96 puits), puis 200µl de lait à tester sont ajoutés dans chaque cupule. La plaque de microtitration est incubée à 37°C/4h FigureIII.8

La lecture se fait comme suit :

Couleur inchangée (bleu) : lait stérile.
Virage au rose franc (culot blanc) : lait non stérile.

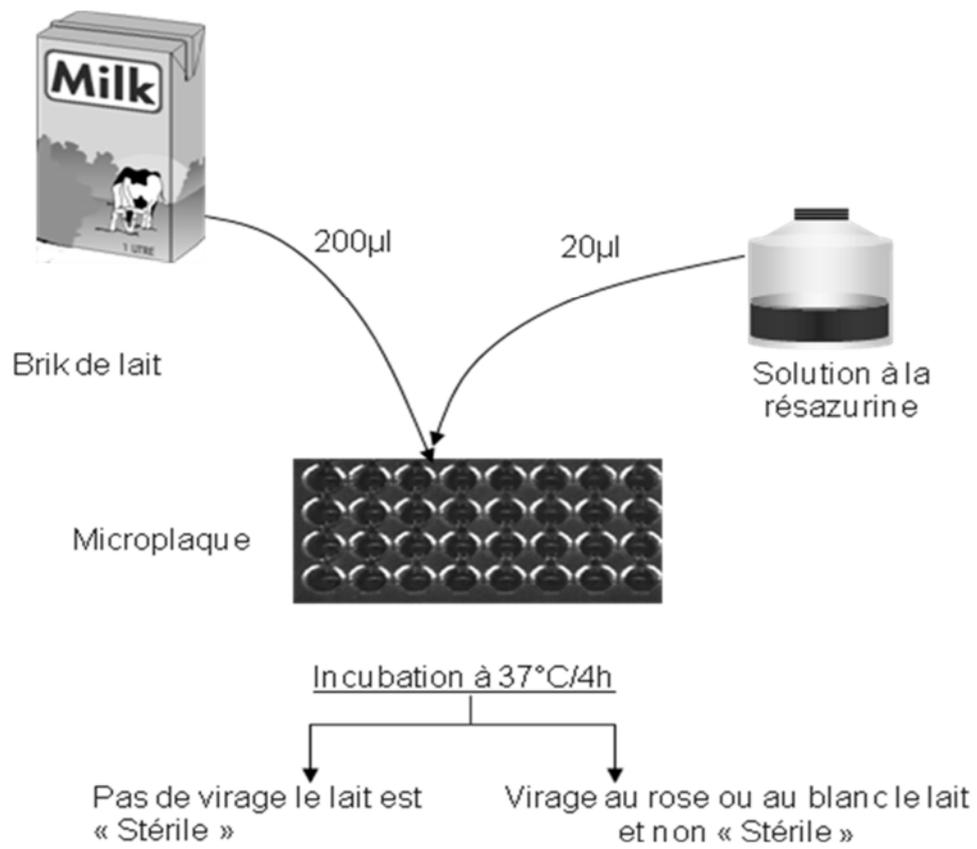


Figure III. 8 : Méthode à la Résazurine

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSION

IV.1. Analyses physico-chimiques

IV.1.1. Les matières premières

- L'eau de process

Les résultats concernant l'eau de process de la laiterie Tchén-lait/CANDIA sont présentés dans le **tableau IV.1**.

Tableau IV. 1 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA.

Paramètres	Echantillon	Normes (CANDIA)
pH (à 20°C)	7,25	6,5-8,5
TA (°F)	0	<0,1
TAC (°F)	20	12-25
TH (°F)	14	10-20
Chlorures (mg A)	45	50mg/l

Les résultats obtenus pour l'ensemble des paramètres de l'eau sont conformes aux normes de l'entreprise. En effet, le pH de l'échantillon est de 7.25. La norme supérieure est de 8,5. La même observation concerne les valeurs de TH (valeurs inférieures à 15 °F). L'eau doit avoir un niveau de dureté acceptable. En effet, l'injection d'eau très dure ne permet pas d'avoir une bonne dissolution de la poudre de lait (**Carole, 2002**).

La température de l'eau est un facteur influençant également la mouillabilité et la dispersion de la poudre de lait.

En raison de l'altération des protéines, la dispersion de la poudre dans l'eau se fait de préférence à une température comprise entre 40°C et 50°C (**Davidson, 1999**).

L'inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'elles communiquent à l'eau. Ils sont susceptibles de causer une corrosion dans les canalisations. La réglementation recommande une teneur en [Cl⁻] de l'eau de process ne dépassant pas 50mg/l.

▪ **La poudre de lait**

Les résultats d'analyses physico-chimiques des poudres de lait écrémé sont présentés dans le tableau IV.2.

Tableau IV. 2 : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait écrémé de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA

Paramètres	Poudre 0%	Poudre 26%	Normes CANDIA
EST (%)	98,05	97,40	≥96
Humidité (%)	2,76	3,80	≤4
M.G. (g/l)	0,9	28	<1,5% - >26%
Densité	1,56	1,50	1,40 – 1,60
Goût et odeur	Normaux	Normaux	Normaux
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche
Aspect	Normal	Normal	–

Moy : Moyenne ;

EST : Extrait Sec Total ;

Ech. : Echantillon ;

M.G. : Matière grasse.

D'après les résultats présentés dans le tableau IV.2 concernant les analyses physico-chimiques des poudres de lait, on peut noter que ces poudres répondent aux normes et aux exigences de l'entreprise. En effet, toutes les valeurs obtenues concernant l'ensemble des paramètres recherchés sont conformes aux normes de l'entreprise. A titre d'exemple, les taux de l'extrait sec total obtenus concernant les deux échantillons testés (97,40 % et 98,05%) sont supérieurs à la norme exigée (96%). Répond à la norme tableau IV.2

La faible teneur des poudres en eau lui confère une protection des altérations susceptibles de la rendre impropre à la consommation (à ce taux humidité le lait est protégé contre l'oxydation phénomènes) mais également une protection contre une éventuelle croissance microbienne. Ceci permet de conclure que les poudres de lait sont bien conservées et que l'emballage est bien étanche.

La teneur des poudres de lait en matière grasse est conforme aux normes (tableau IV.2). Ainsi, elle répond aux normes de composition d'une poudre de lait.

Ainsi, les poudres de lait utilisées par l'unité Tchén-Lait/CANDIA sont de bonne qualité. Ceci est la résultante de plusieurs facteurs, notamment la qualité du conditionnement. En effet, la partie en contact avec le produit est en polyéthylène, la partie externe est constituée d'un doublet en papier, ce qui permet de bonnes conditions de stockage. En outre, les sacs sont entreposés dans une salle où le taux d'humidité est faible.

IV.1.2. Les produits intermédiaires (lait reconstitué et pasteurisé)

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour les produits intermédiaires sont présentés dans le tableau IV.3

Tableau IV. 3 : Résultats d'analyses physico-chimiques des produits intermédiaires de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA.

Paramètres	TR	TT	Normes CANDIA
T °C	20° C	19,5° C	20° C
pH	6,80	6,82	6,6 – 6,9
Densité	1,035	1,035	1,034 – 1,035
ESD	92,32	91,59	92 ± 2
Test à l'alcool	(-)	(-)	(-)
Test d'ébullition	(-)	(-)	(-)
Test Ramsdell	1,9	1,8	<2,5
Ac. Dornic (°D)	13	13,5	12 – 14

TR : Tank de reconstitution
(prélèvement de lait reconstitué) ;

TT : Tank tampon (prélèvement de
lait pasteurisé) ;

T° : température ;

Ac. : Acidité.

ESD : Extrait sec dégraissé ;

Selon les résultats du tableau IV.3, les laits reconstitué et pasteurisé répondent aux normes de l'entreprise. En effet, toutes les valeurs des paramètres recherchés sont conformes aux normes. Ces valeurs indiquent que ces produits sont préparés convenablement et qu'ils peuvent être orientés pour l'obtention du produit fini. En effet, les recherches effectuées par l'usine au niveau de ces produits ont pour but de constater un éventuel problème survenu au niveau de la chaîne de production en amont. Ainsi, s'il est constaté une non-conformité pouvant être corrigée, l'usine procédera à la correction de la non-conformité avant d'envoyer ces laits vers la fabrication du produit fini.

IV.1.3. Le produit fini (brique de lait "VIVA")

Les analyses physico-chimiques ayant porté sur le produit "VIVA" ont permis l'obtention de plusieurs résultats résumés dans le tableau IV.4

Tableau IV. 4 : Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini

Paramètres	Brique du début	Brique à 25%	Brique à 50%	Brique à 75%	Brique à la fin	Normes CANDIA
DP	14/05/15	14/05/15	14/05/15	14/05/15	15/05/15	
HP	10h05	15h09	18h36	21h28	00h51	
Poids (g)	1057	1057	1058	1056	1059	1055-1060
Couleur	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
Odeur	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Goût	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
T° C	20,1	20,8	20,5	20,1	19,9	20° C
pH	6,72	6,78	6,77	6,76	6,74	6,6-6,9
ESD	93,97	92,20	94	93,88	91,98	92 ± 2
Densité	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,034-1,035
Ac. Dornic (°D)	13	13	13	13	13	12 – 14
T. à l'alcool	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
T. d'ébullition	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
T. de Ramsdell	2,7	2,4	2,7	2,5	2,6	>2,3

DP : Date de production ; **Ac.** : Acidité ; **T.** : Test. **HP** : Heure de prélèvement ; **T°** : Température.
ESD : Extrait sec dégraissé ;

Tel qu'illustré dans le tableau IV.4, le produit fini est conforme aux normes pour chaque type d'analyse effectué. Ainsi, pour le pH, il est constaté que les valeurs de pH lues sont toujours situées dans les normes de l'entreprise, quelque soit le niveau de production (début, milieu et fin). Ceci traduit la stabilité de la chaîne de production. En effet, au cours des prélèvements effectués pour ce lot (lot N°09), aucun arrêt de la chaîne de production ne s'est produit. En effet, c'est au cours des arrêts (stagnation des produits) qu'il y'a risque d'obtention d'un produit fini non conforme (personnel de CANDIA, communication personnelle). Le même résultat s'observe pour l'ensemble des paramètres recherchés. En effet, ce lot présente des caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques conformes.

Concernant les tests de stabilité (test d'ébullition, test à l'alcool et le test de Ramsdell), les résultats montrent l'absence de coagulation du lait. En effet, selon Guiraud, (1998), le lait commence à coaguler à partir d'une acidité Dornic supérieure à 21°D. Sachant que la valeur d'acidité obtenue pour les différentes briques est de 13°D (tableau IV.4.), ceci explique la stabilité de ces laits dans les tests à l'alcool et à l'ébullition. Egalement, les briques de lait sont conformes selon le test de Ramsdell. Ce test est caractérisé par le volume de solution de phosphate monopotassique nécessaire pour provoquer la coagulation du lait. Les résultats tels que présentés dans le tableau IV.4, attestent que les micelles de caséines résistent à des volumes de solution de phosphate allant de 2,5 à 2,7 ml, soit des valeurs supérieures à 2,3 ml qui représente la norme de l'entreprise.

Egalement, le développement microbien provoque des altérations dans le lait pouvant être mis en évidence par le test à l'alcool (**Guiraud, 1998**).

En effet, le lait altéré présente des agrégats de protéines précipitées contrairement au lait normal qui s'écoule le long des parois sans laisser de traces. Selon les résultats obtenus dans le tableau IV.4, les briques de lait sont toutes stables après addition d'alcool, ce qui traduit l'absence de développement microbien.

IV.2. Analyses microbiologiques

Les divers échantillons prélevés au cours du stage pratique ont subi des analyses microbiologiques, afin d'attester de leur innocuité microbiologique. Les tests réalisés sont fonction des textes législatifs régissant les différents produits analysés.

Il est à signaler que la recherche des germes pathogènes ne se fait pas au sein de la laiterie mais au niveau d'un laboratoire privé agréé. A cet effet, au cours du stage, il n'a pas été procédé à la recherche de ces bactéries.

IV.2.1. Les matières premières

▪ L'eau de process

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur l'eau de process du lait UHT écrémé "VIVA" sont présentés dans le tableau IV.5.

Tableau IV. 5 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process du lait UHT écrémé "VIVA"

Microorganismes recherchés	Résultats	Normes	Référence
Flore mésophile aérobie totale	Absence	$<2.10^5$ UFC/ml	J.O.R.A. N° 35,1998
Coliformes totaux	Absence	<1 UFC/ml	
Coliformes fécaux	Absence	Absence	

L'eau de process utilisée pour la reconstitution du lait doit être propre à la consommation, c'est-à-dire contenir une flore banale réduite, qui ne doit pas excéder 2.105 UFC/ml, et ne pas contenir des microorganismes pathogènes (**J.O.R.A. N° 35, 1998**). L'eau utilisée au niveau de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA est une eau de consommation courante donc traitée qui subit en outre un adoucissement, ceci explique que l'eau de process de la laiterie soit exempte de tout germe. En effet, les membranes utilisées pour le traitement

retiennent les bactéries éventuellement présentes dans l'eau. A la lumière de ces résultats, nous pouvons conclure que l'eau est de bonne qualité microbiologique.

▪ **La poudre de lait**

Les résultats des analyses microbiologiques pratiqués sur les échantillons de poudre de lait sont résumés dans le tableau IV.6.

Tableau IV. 6 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait

Microorganismes recherchés	Résultats	Normes	Référence
Flore mésophile aérobie totale	$1,5 \cdot 10^5$	$< 2 \cdot 10^5$ UFC/g	J.O.R.A. N° 19, 2000
Coliformes totaux	Absence	< 10 UFC/g	
Clostridium sulfito-réducteurs	Absence	< 10 UFC/g	

Les valeurs des résultats des dénombrements et recherches effectués au niveau de la poudre de lait démontrent que le produit est conforme aux normes en vigueur pour la recherche des coliformes totaux et des Clostridium sulfito-réducteurs. En effet, ces recherches ont démontré qu'il y'a absence de ces microorganismes dans les échantillons testés. La présence de coliformes ne peut pas s'observer normalement dans un produit déshydraté tel qu'une poudre de lait. Le traitement de séchage permet d'éliminer toutes les bactéries sous forme végétative. Une éventuelle présence serait le témoin d'une contamination postérieure d'origine fécale (mains souillées d'un employé). Par contre, les Clostridium sulfito-réducteurs, du fait de leur aptitude à sporuler, peuvent résister à un traitement de type séchage (Guiraud, 1998).

Concernant la flore mésophile aérobie totale, selon le tableau IV.6, on constate que la poudre de lait répond à la norme puisque le nombre de germes dénombré ($1,5 \cdot 10^5$ UFC/g) est inférieur à la norme. Ce nombre de germes peut s'expliquer par la présence de levures et moisissures qui peuvent survivre à de faibles valeurs d'activité d'eau (aw) même équivalentes à celle d'un produit déshydraté de type une poudre de lait (Guiraud, 1998). Les résultats des analyses microbiologiques sont en accord avec ceux obtenus suite aux analyses

physico-chimiques, à savoir que la poudre de lait utilisée au niveau de la laiterie soit de bonne qualité et que son emballage est parfaitement étanche.

IV.2.2. Les produits intermédiaires (lait reconstitué et pasteurisé)

Les résultats des analyses microbiologiques effectués au niveau du lait reconstitué et du lait pasteurisé sont présentés dans le tableau IV.7.

Tableau IV. 7 : Résultats des analyses microbiologiques des produits intermédiaires (lait demi écrémé reconstitué et lait écrémé pasteurisé).

Microorganismes recherchés	Résultats		Normes	Référence
	Après reconstitution	Après pasteurisation		
Flore mésophile aérobie totale	Indénombrable	35 UFC/ml	<3.10 ⁴ UFC/ml	J.O.R.A. N° 35, 1998
Coliformes totaux	Indénombrable	Absence	Absence	
Coliformes fécaux	Indénombrable	Absence	Absence	

Afin de confirmer l’efficacité du traitement de pasteurisation sur la réduction des microorganismes initialement présents, des dénombrements sont effectués en amont (le lait reconstitué) et en aval (le lait pasteurisé) du traitement. Selon le tableau IV.7, on constate une réduction drastique de la totalité des germes initialement dénombrés. Ainsi, on note :

- Une réduction de presque la totalité de la flore mésophile aérobie totale ;
- L’élimination des coliformes totaux et fécaux.
- L’élimination des coliformes est prévisible parce que ces bactéries sont sensibles à un traitement thermique de type pasteurisation (**Guiraud, 1998**).

Les résultats présentés dans le tableau IV.7 permettent de confirmer l’efficacité du traitement de pasteurisation opéré au sein de la laiterie. En effet, le but de ce traitement est l’élimination partielle de la microflore originelle du lait reconstitué avant le traitement de stérilisation (UHT).

IV.2.3. Le produit fini (brique de lait VIVA")

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur le produit fini tout au long de la chaîne de production sont résumés dans le tableau IV.8.

Tableau IV. 8 : Résultats des analyses microbiologiques des briques de lait "VIVA".

Microorganismes recherchés	Résultats	Norme	Référence
Flore mésophile aérobie totale	Absence	<10/0,1ml	J.O.R.A. N° 35, 1998

Le résultat concerne toutes les briques analysées tout au long du processus de conditionnement du produit fini (du début jusqu'à la fin de la production).

L'absence de germes totaux prouve que le produit fini a subi un traitement de stérilisation UHT efficace permettant d'obtenir un produit conforme aux normes requises.

La stérilité du produit final résulte de l'action complémentaire de deux paramètres à savoir un traitement UHT efficace et des matières premières et intermédiaires de bonne qualité.

Concernant le test de résazurine, tous les échantillons testés ont révélé une coloration bleue violet du produit après incubation, ce qui signifie que le produit est stérile. Ceci est en accord avec les résultats des analyses microbiologiques classiques.

Concernant la recherche des germes pathogènes, elle s'effectue dans un laboratoire privé agréé. La recherche de ces germes a permis de confirmer l'absence de bactéries pathogènes dans le produit fini mais également dans les matières premières et les produits intermédiaires.

IV.1. Analyses physico-chimiques

IV.1.1. Les matières premières

- L'eau de process

Les résultats concernant l'eau de process de la laiterie Tchén-lait/CANDIA sont présentés dans le **tableau IV.1**.

Tableau IV. 1 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA.

Paramètres	Echantillon	Normes (CANDIA)
pH (à 20°C)	7,25	6,5-8,5
TA (°F)	0	<0,1
TAC (°F)	20	12-25
TH (°F)	14	10-20
Chlorures (mg A)	45	50mg/l

Les résultats obtenus pour l'ensemble des paramètres de l'eau sont conformes aux normes de l'entreprise. En effet, le pH de l'échantillon est de 7.25. La norme supérieure est de 8,5. La même observation concerne les valeurs de TH (valeurs inférieures à 15 °F). L'eau doit avoir un niveau de dureté acceptable. En effet, l'injection d'eau très dure ne permet pas d'avoir une bonne dissolution de la poudre de lait (**Carole, 2002**).

La température de l'eau est un facteur influençant également la mouillabilité et la dispersion de la poudre de lait.

En raison de l'altération des protéines, la dispersion de la poudre dans l'eau se fait de préférence à une température comprise entre 40°C et 50°C (**Davidson, 1999**).

L'inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'elles communiquent à l'eau. Ils sont susceptibles de causer une corrosion dans les canalisations. La réglementation recommande une teneur en [Cl⁻] de l'eau de process ne dépassant pas 50mg/l.

▪ **La poudre de lait**

Les résultats d'analyses physico-chimiques des poudres de lait écrémé sont présentés dans le tableau IV.2.

Tableau IV. 2 : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait écrémé de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA

Paramètres	Poudre 0%	Poudre 26%	Normes CANDIA
EST (%)	98,05	97,40	≥96
Humidité (%)	2,76	3,80	≤4
M.G. (g/l)	0,9	28	<1,5% - >26%
Densité	1,56	1,50	1,40 – 1,60
Goût et odeur	Normaux	Normaux	Normaux
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche
Aspect	Normal	Normal	–

Moy : Moyenne ;

EST : Extrait Sec Total ;

Ech. : Echantillon ;

M.G. : Matière grasse.

D'après les résultats présentés dans le tableau IV.2 concernant les analyses physico-chimiques des poudres de lait, on peut noter que ces poudres répondent aux normes et aux exigences de l'entreprise. En effet, toutes les valeurs obtenues concernant l'ensemble des paramètres recherchés sont conformes aux normes de l'entreprise. A titre d'exemple, les taux de l'extrait sec total obtenus concernant les deux échantillons testés (97,40 % et 98,05%) sont supérieurs à la norme exigée (96%). Répond à la norme tableau IV.2

La faible teneur des poudres en eau lui confère une protection des altérations susceptibles de la rendre impropre à la consommation (à ce taux humidité le lait est protégé contre l'oxydation phénomènes) mais également une protection contre une éventuelle croissance microbienne. Ceci permet de conclure que les poudres de lait sont bien conservées et que l'emballage est bien étanche.

La teneur des poudres de lait en matière grasse est conforme aux normes (tableau IV.2). Ainsi, elle répond aux normes de composition d'une poudre de lait.

Ainsi, les poudres de lait utilisées par l'unité Tchén-Lait/CANDIA sont de bonne qualité. Ceci est la résultante de plusieurs facteurs, notamment la qualité du conditionnement. En effet, la partie en contact avec le produit est en polyéthylène, la partie externe est constituée d'un doublet en papier, ce qui permet de bonnes conditions de stockage. En outre, les sacs sont entreposés dans une salle où le taux d'humidité est faible.

IV.1.2. Les produits intermédiaires (lait reconstitué et pasteurisé)

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour les produits intermédiaires sont présentés dans le tableau IV.3

Tableau IV. 3 : Résultats d'analyses physico-chimiques des produits intermédiaires de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA.

Paramètres	TR	TT	Normes CANDIA
T °C	20° C	19,5° C	20° C
pH	6,80	6,82	6,6 – 6,9
Densité	1,035	1,035	1,034 – 1,035
ESD	92,32	91,59	92 ± 2
Test à l'alcool	(-)	(-)	(-)
Test d'ébullition	(-)	(-)	(-)
Test Ramsdell	1,9	1,8	<2,5
Ac. Dornic (°D)	13	13,5	12 – 14

TR : Tank de reconstitution
(prélèvement de lait reconstitué) ;

TT : Tank tampon (prélèvement de
lait pasteurisé) ;

T° : température ;

Ac. : Acidité.

ESD : Extrait sec dégraissé ;

Selon les résultats du tableau IV.3, les laits reconstitué et pasteurisé répondent aux normes de l'entreprise. En effet, toutes les valeurs des paramètres recherchés sont conformes aux normes. Ces valeurs indiquent que ces produits sont préparés convenablement et qu'ils peuvent être orientés pour l'obtention du produit fini. En effet, les recherches effectuées par l'usine au niveau de ces produits ont pour but de constater un éventuel problème survenu au niveau de la chaîne de production en amont. Ainsi, s'il est constaté une non-conformité pouvant être corrigée, l'usine procédera à la correction de la non-conformité avant d'envoyer ces laits vers la fabrication du produit fini.

IV.1.3. Le produit fini (brique de lait "VIVA")

Les analyses physico-chimiques ayant porté sur le produit "VIVA" ont permis l'obtention de plusieurs résultats résumés dans le tableau IV.4

Tableau IV. 4 : Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini

Paramètres	Brique du début	Brique à 25%	Brique à 50%	Brique à 75%	Brique à la fin	Normes CANDIA
DP	14/05/15	14/05/15	14/05/15	14/05/15	15/05/15	
HP	10h05	15h09	18h36	21h28	00h51	
Poids (g)	1057	1057	1058	1056	1059	1055-1060
Couleur	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
Odeur	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Goût	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
T° C	20,1	20,8	20,5	20,1	19,9	20° C
pH	6,72	6,78	6,77	6,76	6,74	6,6-6,9
ESD	93,97	92,20	94	93,88	91,98	92 ± 2
Densité	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,034-1,035
Ac. Dornic (°D)	13	13	13	13	13	12 – 14
T. à l'alcool	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
T. d'ébullition	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
T. de Ramsdell	2,7	2,4	2,7	2,5	2,6	>2,3

DP : Date de production ; **Ac.** : Acidité ; **T.** : Test. **HP** : Heure de prélèvement ; **T°** : Température.
ESD : Extrait sec dégraissé ;

Tel qu'illustré dans le tableau IV.4, le produit fini est conforme aux normes pour chaque type d'analyse effectué. Ainsi, pour le pH, il est constaté que les valeurs de pH lues sont toujours situées dans les normes de l'entreprise, quelque soit le niveau de production (début, milieu et fin). Ceci traduit la stabilité de la chaîne de production. En effet, au cours des prélèvements effectués pour ce lot (lot N°09), aucun arrêt de la chaîne de production ne s'est produit. En effet, c'est au cours des arrêts (stagnation des produits) qu'il y'a risque d'obtention d'un produit fini non conforme (personnel de CANDIA, communication personnelle). Le même résultat s'observe pour l'ensemble des paramètres recherchés. En effet, ce lot présente des caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques conformes.

Concernant les tests de stabilité (test d'ébullition, test à l'alcool et le test de Ramsdell), les résultats montrent l'absence de coagulation du lait. En effet, selon Guiraud, (1998), le lait commence à coaguler à partir d'une acidité Dornic supérieure à 21°D. Sachant que la valeur d'acidité obtenue pour les différentes briques est de 13°D (tableau IV.4.), ceci explique la stabilité de ces laits dans les tests à l'alcool et à l'ébullition. Egalement, les briques de lait sont conformes selon le test de Ramsdell. Ce test est caractérisé par le volume de solution de phosphate monopotassique nécessaire pour provoquer la coagulation du lait. Les résultats tels que présentés dans le tableau IV.4, attestent que les micelles de caséines résistent à des volumes de solution de phosphate allant de 2,5 à 2,7 ml, soit des valeurs supérieures à 2,3 ml qui représente la norme de l'entreprise.

Egalement, le développement microbien provoque des altérations dans le lait pouvant être mis en évidence par le test à l'alcool (**Guiraud, 1998**).

En effet, le lait altéré présente des agrégats de protéines précipitées contrairement au lait normal qui s'écoule le long des parois sans laisser de traces. Selon les résultats obtenus dans le tableau IV.4, les briques de lait sont toutes stables après addition d'alcool, ce qui traduit l'absence de développement microbien.

IV.2. Analyses microbiologiques

Les divers échantillons prélevés au cours du stage pratique ont subi des analyses microbiologiques, afin d'attester de leur innocuité microbiologique. Les tests réalisés sont fonction des textes législatifs régissant les différents produits analysés.

Il est à signaler que la recherche des germes pathogènes ne se fait pas au sein de la laiterie mais au niveau d'un laboratoire privé agréé. A cet effet, au cours du stage, il n'a pas été procédé à la recherche de ces bactéries.

IV.2.1. Les matières premières

▪ L'eau de process

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur l'eau de process du lait UHT écrémé "VIVA" sont présentés dans le tableau IV.5.

Tableau IV. 5 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process du lait UHT écrémé "VIVA"

Microorganismes recherchés	Résultats	Normes	Référence
Flore mésophile aérobie totale	Absence	$<2.10^5$ UFC/ml	J.O.R.A. N° 35,1998
Coliformes totaux	Absence	<1 UFC/ml	
Coliformes fécaux	Absence	Absence	

L'eau de process utilisée pour la reconstitution du lait doit être propre à la consommation, c'est-à-dire contenir une flore banale réduite, qui ne doit pas excéder 2.105 UFC/ml, et ne pas contenir des microorganismes pathogènes (**J.O.R.A. N° 35, 1998**). L'eau utilisée au niveau de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA est une eau de consommation courante donc traitée qui subit en outre un adoucissement, ceci explique que l'eau de process de la laiterie soit exempte de tout germe. En effet, les membranes utilisées pour le traitement

retiennent les bactéries éventuellement présentes dans l'eau. A la lumière de ces résultats, nous pouvons conclure que l'eau est de bonne qualité microbiologique.

▪ **La poudre de lait**

Les résultats des analyses microbiologiques pratiqués sur les échantillons de poudre de lait sont résumés dans le tableau IV.6.

Tableau IV. 6 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait

Microorganismes recherchés	Résultats	Normes	Référence
Flore mésophile aérobie totale	$1,5 \cdot 10^5$	$< 2 \cdot 10^5$ UFC/g	J.O.R.A. N° 19, 2000
Coliformes totaux	Absence	< 10 UFC/g	
Clostridium sulfito-réducteurs	Absence	< 10 UFC/g	

Les valeurs des résultats des dénombrements et recherches effectués au niveau de la poudre de lait démontrent que le produit est conforme aux normes en vigueur pour la recherche des coliformes totaux et des Clostridium sulfito-réducteurs. En effet, ces recherches ont démontré qu'il y'a absence de ces microorganismes dans les échantillons testés. La présence de coliformes ne peut pas s'observer normalement dans un produit déshydraté tel qu'une poudre de lait. Le traitement de séchage permet d'éliminer toutes les bactéries sous forme végétative. Une éventuelle présence serait le témoin d'une contamination postérieure d'origine fécale (mains souillées d'un employé). Par contre, les Clostridium sulfito-réducteurs, du fait de leur aptitude à sporuler, peuvent résister à un traitement de type séchage (Guiraud, 1998).

Concernant la flore mésophile aérobie totale, selon le tableau IV.6, on constate que la poudre de lait répond à la norme puisque le nombre de germes dénombré ($1,5 \cdot 10^5$ UFC/g) est inférieur à la norme. Ce nombre de germes peut s'expliquer par la présence de levures et moisissures qui peuvent survivre à de faibles valeurs d'activité d'eau (a_w) même équivalentes à celle d'un produit déshydraté de type une poudre de lait (Guiraud, 1998). Les résultats des analyses microbiologiques sont en accord avec ceux obtenus suite aux analyses

physico-chimiques, à savoir que la poudre de lait utilisée au niveau de la laiterie soit de bonne qualité et que son emballage est parfaitement étanche.

IV.2.2. Les produits intermédiaires (lait reconstitué et pasteurisé)

Les résultats des analyses microbiologiques effectués au niveau du lait reconstitué et du lait pasteurisé sont présentés dans le tableau IV.7.

Tableau IV. 7 : Résultats des analyses microbiologiques des produits intermédiaires (lait demi écrémé reconstitué et lait écrémé pasteurisé).

Microorganismes recherchés	Résultats		Normes	Référence
	Après reconstitution	Après pasteurisation		
Flore mésophile aérobie totale	Indénombrable	35 UFC/ml	$<3.10^4$ UFC/ml	J.O.R.A. N° 35, 1998
Coliformes totaux	Indénombrable	Absence	Absence	
Coliformes fécaux	Indénombrable	Absence	Absence	

Afin de confirmer l'efficacité du traitement de pasteurisation sur la réduction des microorganismes initialement présents, des dénombrements sont effectués en amont (le lait reconstitué) et en aval (le lait pasteurisé) du traitement. Selon le tableau IV.7, on constate une réduction drastique de la totalité des germes initialement dénombrés. Ainsi, on note :

- Une réduction de presque la totalité de la flore mésophile aérobie totale ;
- L'élimination des coliformes totaux et fécaux.
- L'élimination des coliformes est prévisible parce que ces bactéries sont sensibles à un traitement thermique de type pasteurisation (**Guiraud, 1998**).

Les résultats présentés dans le tableau IV.7 permettent de confirmer l'efficacité du traitement de pasteurisation opéré au sein de la laiterie. En effet, le but de ce traitement est l'élimination partielle de la microflore originelle du lait reconstitué avant le traitement de stérilisation (UHT).

IV.2.3. Le produit fini (brique de lait VIVA")

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur le produit fini tout au long de la chaîne de production sont résumés dans le tableau IV.8.

Tableau IV. 8 : Résultats des analyses microbiologiques des briques de lait "VIVA".

Microorganismes recherchés	Résultats	Norme	Référence
Flore mésophile aérobie totale	Absence	<10/0,1ml	J.O.R.A. N° 35, 1998

Le résultat concerne toutes les briques analysées tout au long du processus de conditionnement du produit fini (du début jusqu'à la fin de la production).

L'absence de germes totaux prouve que le produit fini a subi un traitement de stérilisation UHT efficace permettant d'obtenir un produit conforme aux normes requises.

La stérilité du produit final résulte de l'action complémentaire de deux paramètres à savoir un traitement UHT efficace et des matières premières et intermédiaires de bonne qualité.

Concernant le test de résazurine, tous les échantillons testés ont révélé une coloration bleue violet du produit après incubation, ce qui signifie que le produit est stérile. Ceci est en accord avec les résultats des analyses microbiologiques classiques.

Concernant la recherche des germes pathogènes, elle s'effectue dans un laboratoire privé agréé. La recherche de ces germes a permis de confirmer l'absence de bactéries pathogènes dans le produit fini mais également dans les matières premières et les produits intermédiaires.

CONCLUSION

Conclusion

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue un critère indispensable et une exigence incontestablement majeure pour les entreprises confrontées à une compétitivité de plus en plus rude.

Ce stage effectué au sein de la laiterie Tchén-Lait « Candia », nous a permis de mettre en application nos connaissances théoriques acquises tout au long de notre cursus universitaire.

Ce travail avait pour objectif le contrôle physico-chimique et microbiologique du lait UHT demi crémé fabriqué par la laiterie Tchén-Lait /Candia, tout au long de la chaîne de production, en contrôlant les matières premières (l'eau de reconstitution, la poudre de lait), les produits intermédiaires (lait reconstitué, lait pasteurisé), ainsi que le produit fini.

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de reconstitution, la poudre de lait et sur le produit fini montre que ceux-ci sont conformes aux normes en vigueur, ce qui révèle d'une part la bonne qualité des matières premières et d'autre part la maîtrise du processus de fabrication.

Les résultats des analyses microbiologiques sont également conformes aux spécifications et aux normes fixées par l'arrêté interministériel de 24 janvier 1998 publié dans J.O.R.A N°35,1998 régissant ce type de lait UHT ce qui révèle la bonne pratique des règles d'hygiène.

Il est à remarquer que la qualité d'un produit ne se limite pas seulement aux critères physico-chimiques et microbiologiques, mais elle est déterminée également par ses propriétés organoleptiques, technologiques et par sa valeur nutritionnelle.

Enfin, le lait est un produit de large consommation et son altérabilité peut avoir des conséquences néfastes pour le consommateur. Afin de garantir sa qualité, il est impératif de passer par toutes ces démarches analytiques avant sa mise en consommation.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Aboutayeb R. (2009)** .Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com> -
- Adrian, J. (1987)** Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL –INRA, paris, 113-119.
- AFNOR (1992)**. Contrôle de la qualité des produits alimentaires : lait et produits laitiers : analyses physicochimiques. Paris La Défense : AFNOR, 4^eéd, 581 p
- Alias.C (1984)**. Science du lait. Sépaic, Paris.
- Alias C et Linden G. (1997)**. Abrégé de biochimie alimentaire ED Masson, Paris.
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf y., Paquin, P., Simpson R et Turgeon, H.(2002)**.Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).
- Anonyme 1 (2006)**. Document CANDIA. La composition moyenne du lait écrémé et le process de fabrication du lait UHT
- Avezard C. (1980)** .ode de recombinaison. In : les laits reconstitués. Ed tec & Doc : lavoisier. Paris. p 456.

B

- Beal C. et Sodini I. (2003)**. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, F6315. p. 2-16.
- Beerens H et Luquet FM. (1987)**. Guide pratique d'analyses microbiologiques des laits et produits laitiers. Ed, Tec et doc : Lavoisier, paris, p : 4-26. ISBN : 2-85206-395-6

C

- Carole L et Vigniola. (2002)**. Science et technologie du lait, transformation du lait, école polytechnique de Montréal, p : 287, ISBN : 2-553-01029-X.
- Carole L. (2002)**. Science et technologie du lait : transformation du lait. Québec : presse internationale polytechnique, p : 600. ISBN : 2-553-01.29-X.
- Cheftel, JC et Cheftel H. (1996)**. Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol. 1. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. p : 43. ISBN : 2-85206-827-3.

D

- Delarras C. (2003)**. Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux, réglementation, prélèvement, analyse. Paris, Ed Tec et Doc, Lavoisier, pp : 19-73.
- Derby. (2001)**. Lait, nutrition et santé, Ed : Tec et doc, Lavoisier, Paris.

F

- Feinberg M., Favier JP et Ireland R. (1987)**. Répertoire générale des aliments: table de composition des produits laitiers. Ed : Tec et doc. Lavoisier, paris, p : 35
- Fredot E. (2005)**. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).

G

- Goursaud J. (1985)**. Le lait et les produits laitiers, tome1, éd : tec et doc, Lavoisier, Paris.
- Gosta B. (1995)**. Les composants du traitement du lait. Le lait en poudre. In : manuel de transformation du lait. Ed. Tetra Pack processing system AB. Sweden, pp: 442-375-384.
- Guiraud J. (1998)**. Microbiologie alimentaire. Ed DUNO, Paris .p4-152. ISBN:2-10-003666.
- **Guiraud. (2003)**. Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. In : Microbiologie Alimentaire. Paris.

J

- **Jean C et Dijon C. (1993)**.Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
- Jeante T R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P et Brule G. (2008)**.Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).
- J.O.R.A.N° 35, (1998)**. Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.
- J .O.R.A.N°19, (2000)**.Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 , Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et produits laitiers .Arrêté interministériel du 24 février modifiant et complétant l'arrêté de 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- J.O.R.A.N° 69, (2003)**. Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Textes Législatifs. Lait et produits laitiers.

L

-**Leder. (1983)** .Application de la membrane du globule gras du lait comme ingrédient : perspectives actuelles et futures. Dairy Sci, technol, 88,5-18

-**Luquet F.L. (1990)**. Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre transformation et technologie. Edition technique et documentation. Page 5

-**Luquet F. M. (1985)**. Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre : Les laits de la mamelle à la laiterie. Vol. 1. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. p : 1. ISBN : 2-85206-272-0.

-**Luquet F. M. (1985)**. Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre : Les produits laitiers, transformation et technologie. Vol. 2. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp : 55-62. ISBN : 2-85206-274-7.

M

-**Mahaut M., Jeanet R., Schuck P et Bruli G. (2000)**. Les produits industriels laitiers. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp : 1-138. ISBN : 2-7430-0429-0.

Mathieu AM. et al. (1986). Lait et produits laitiers, notes de cours, Université Lubumbashi, Fac. Médecine vétérinaire

-**Mathieu B J. (1999)** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).

N

- **Neville M.C et Jensen R.G. (1995)**.The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R., Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press,Inc: 82 (919 pages)

-**NF V 04. 207, (1970)**. Lait : Détermination de l'extrait sec total.

O

-**Odet G., Cerf O., Chevilotte J., Gillis J. C., Eliane H., et Lignac J. (1985)**. La maîtrise de la qualité du lait stérilisé UHT. Ed. Apria, Paris. p : 201.

P

-**Pointurier H. (2003)**. La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).

-**Pougheon S et Goursaud J. (2001)** .Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRYG., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

R

-**REUMONT P. (2009)** .LICENCIE KINESITHERAPIE, [HTTP://WWW.MEDISPORT.BE](http://www.medisport.be).

- **Rheotest M. (2010)**. Rhéomètre Rheotest® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants
<http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

-**Rodier J. (1996)** .L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mère. Ed. Dunod, Paris. 4ème Edition. Pp : 220-24.

-**Rodier J., Bazin C., Chambon P., Brautin J. P., Champsarir H et Rodi L. (2005)**. L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mère. Ed. Dunod, Paris. 8ème Edition. Pp : 230-23.

S

-**Sechet P. (2001)**. Le lait UHT : Généralités. Ed. Enilia, Surgères, p 34.

T

- **Thieulin G. et Vuillaume R. (1967)**.Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

-**Thapon J.L. (2005)**. Science et technologie du lait. Ed. Agrocampus, Rennes. Pp: 6-38)

V

-**VAERA. ROUDAUT H. ET L EFRANCQ E. (2001)** .SCIENCE ET TECHNOLOGIE DU LAIT, AGROCAMPUS-RENNES, FRANCE: 14(77 PAGES).

-**Veisseure. (1979)**. Technologie du lait : constituants, récoltes, traitement et transformation du lait. Edition, La maison rustique. Paris.

-**Vierling E. (2003)**.Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

ANNEXES

Annexes I

Tableau : Table du nombre le plus probable (NPP) de Mac Grady pour une série de trois tubes (Guiraud, 1998).

Nombre Caractéristique	Nombre de Cellules.	Nombre Caractéristique	Nombre de Cellules
000	0,0	222	3,5
001	0,3	223	4,0
010	0,3	230	3,0
011	0,6	231	3,5
020	0,6	232	4,0
100	0,4	300	3,0
101	0,7	301	3,5
102	1,1	302	4,0
110	0,7	310	2,5
111	1,1	311	4,0
120	1,1	312	11,5
121	1,5	313	16,0
130	1,6	320	9,5
200	0,9	321	15,0
201	1,4	322	20,0
202	2,0	323	30,0
210	1,5	330	25,0
211	2,0	331	45,0
212	3,0	332	110
220	2,0	333	140
221	3,0		

Annexe II

Nombre de	Nombre	Plus	Limite de confiance
-----------	--------	------	---------------------

tube positif	Probable(NPP) par gramme		
		99%	95%
0	<4	<1	1
1	4	32	24
2	11	2	3
3	>11	64	48

Table de NPP de la poudre

Annexes III

La composition des milieux de culture (Guiraud, 1998)

Les quantités indiquées sont utilisées pour la préparation d'un litre du milieu de culture.

BCPL

Peptone	5g
Extrait de viande	3g
Lactose	10g
Pourpre de bromocrésol	25g
PH	7

BLBVB

Bile de bœuf déshydrate	20g
Lactose	10g
Peptone	10g
Ver. brillant	13,5g

PH	7,2
Eau peptonée	
Peptone exempte d'indole	15g
Chlorure de sodium	5g
PH	7,2
PCA	
Triplette	5g
Extrait de levure	2,5g
Glucose	1g
Agar	15g
PH	7, 2
VF	
Extrait viande foie	30g
Glucose	2 g
Amidon	2 g
Gélose	12g
PH	7,6
Schubert_Fennel	
Tryptophane	0,2g
Acide glutamique	0,2g
Sulfate de magnésium	0,7g
Citrate de sodium	0,5g

Sulfate d'ammonium	0,4g
Chlorure de sodium	2 g
Peptone	10 g
Mannitol	7,5g
Phosphate disodique	4g
Phosphate monopotassique	0,6g
PH	7,4

Composition des réactifs :

Réactifde Kovacs:

Alcool amylique ou iso amylique	150ml
P.diméthylaminobenzaldéhyde	1 0g
Acide chlorhydrique concentré	50ml

Résazurine

Résazurine	5mg
Eau distillée stérile	100ml

ANNEXE IV

Appareillages et Réactifs

I- partie physico-chimique :

1- Température:

-Thermomètre.

2- Humidité :

-Coupelle (assiette d'aluminium pour l'échantillon).

-Dessiccateur à infrarouge.

3- acidité titrable :

-Pipette graduée de 11 ml. -bêcher de 50ml.

-pH mètre.

-Burette de 100ml.

-solution de NaOH titrée à 0.1mol/l. -Phénol phtaléine (1%).

4-pH :

-pH-mètre.

-Becher de 250ml.

-Papier absorbant.

-02solutions étalons (pH=4, pH=7). -Eau distillée.

5-Densité:

-Lactodensimètre.

-thermomètre pour vérifier la température du produit (20°C). -Eprouvette cylindrique.

6- La matière Grasse:

-Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié.

-pipette à lait de 10#177;0.2ml.

-mesureur à alcool iso amylique délivrant 1ml.

-Centrifugeuse électrique chauffante pour le butyromètre à lait.

-Acide sulfurique.

-Acide iso amylique.

8- TH :

-Burette.

-solution EDTA à 0.02N.

-Indicateur coloré noir eriochrome T (NET).

-Eau distillée.

9- Test à l'alcool :

-Tube à essai. -Pipette de 02ml. -Ethanol.

10- Test de stabilité à l'ébullition : -Tube à essai. -Pipette de 05ml. -Bain-marie.

11- Test de Ramsdell:

-Tube à essai.

-02 Pipette de 05ml et 10ml. -Bain-marie.

-solution de phosphate mono potassique.

ANNEXES V

II- Partie microbiologie :

1-Flore total aérobie mésophile :

-02 boites de Pétri.

-Etuve.

-Pipette de 01ml.

-Bec Bunsen. -Milieu gélosé PCA.

2- Coliformes : -Tubes à essai. -Etuve.

-Pipette: 0.1ml, 1ml, 10ml.

-Bec Bunsen. -Porte- tubes.

-Milieu liquide BLBVB avec cloche de Durham (analyse de la poudre de Lait).

-Milieu liquide BCPL (analyse de l'eau de process).

-Milieu solide VRBL (pour le lait reconstitué, lait pasteurisé).

3-Clostridium sulfito réducteurs : -Bain-marie.

-Tubes à essai. -Pipette de 0.1ml.

-Bec bunsen. -Etuve.

-MILieu gélosé VF +additifs (sulfite de sodium et Alun de fer).

5- Test à la résazurine :

-Un flacon en verre.

-Une pastille de résazurine.

-Eau distillé. -Etuve.

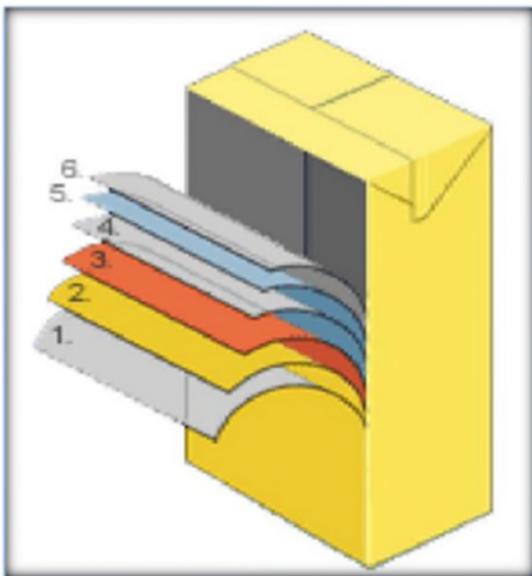
-Bec bunsen. -microplaque. -micropipettes.

Annexe VI

L'emballage aseptique **Tétra Pak** :

L'emballage aseptique consiste à placer les produits traités par UHT dans des contenants pré stérilisés, et ce, dans un milieu stérile.

L'emballage devra assurer une protection complète contre la lumière et l'oxygène de l'air. Un emballage pour lait de longue conservation devra donc comporter une fine couche de feuille d'aluminium, prise en sandwich entre des couches de polyéthylène. Contenant aseptique Tétra Pak :



1. Polyéthylène : protection contre les moisissures.

2. Papier : résistance et stabilité.

3. Polyéthylène : adhésion

4. Feuille d'aluminium : protection contre l'oxygène, et la lumière et préservation des arômes.

5. Polyéthylène : adhésion.

6. Polyéthylène : étanchéité.

Les contenants aseptiques Tetra Pak se composent de trois matériaux de base qui, ensemble, leur donnent trois qualités majeures: efficacité, salubrité et légèreté bien précis dans le contenant

Chacun de ces matériaux joue un rôle :

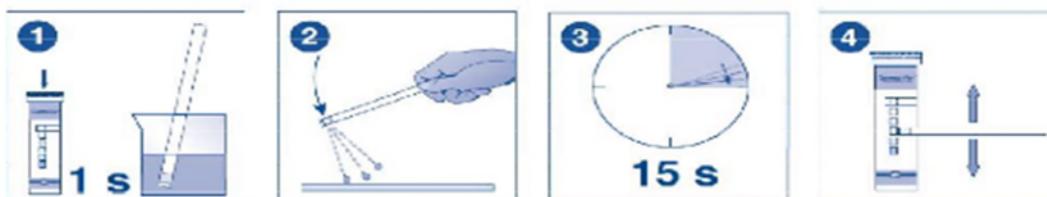
Papier (75 %) : provient de forêts renouvelables, il confère au contenant raideur et résistance.

Polyéthylène (20 %) : il garantit l'étanchéité et protège le produit des micro - organismes de l'air ambiant.

Feuille d'aluminium (5 %) : elle empêche la détérioration des saveurs et arômes et tient à bonne la pasteurisation, le procédé UHT présente l'avantage

De garder les produits frais pendant des mois hors du réfrigérateur distance l'air, la lumière et tout ce qui pourrait dégrader l'aliment.

Annexe VII



Méthode d'utilisation des bandelettes de test de peroxyde

Annexe VIII

Test à la résazurine :

Les bactéries se multipliant dans le lait, sont capables grâce à l'action de leur réductase d'abaisser le potentiel d'oxydo-réduction jusqu'à décoloration d'un indicateur redox. Ce test a pour but de vérifier la qualité microbiologique générale du lait (la stérilité des briques du lait UHT).

Le principe est basé sur le pouvoir de réduction des bactéries du lait. En fonction du degré de réduction, la résazurine qui est un indicateur d'oxydo-réduction, vire du violet au rose avec un culot blanc.

Cet indicateur est préparé comme suit: on fait dissoudre un comprimé de la résazurine dans 50 ml de l'eau distillée. Une fois dissolution est terminée, la solution est verser dans un bac (résazurine : 5 mg / 100 ml).

A l'aide d'une micropipette, 200 ml du lait étuvé pendant trois jours à 35 °C, sont prélevés et introduit dans une cupule de la plaque de microtitration (contient 96 cupules)

20 ul de la solution de la résazurine est incorporée, ensuite ce mélange est incubé à l'étuve à 37°C pendant 4 heures.

La lecture se fait après 4 heures d'incubation selon le changement de couleur : Couleur inchangée (violet): le test négatif, c'est-à-dire une bonne stérilité.

Virage du blanc au rose culotté blanc : test positif, c'est-à-dire non stérilité des briques du lait

Résumé

Pour plus de qualité, l'unité Tchik Lait / Candia, où s'est déroulé notre stage pratique, effectue des analyses physico-chimiques et microbiologiques sur le produit "Lait UHT demi écrémé" durant le processus de fabrication en passant par des produits intermédiaires. Les résultats des analyses physico-chimiques (Humidité, acidité, pH, TA) et microbiologiques (Recherche et dénombrement des flores bactériennes telles que flore aérobie mésophile totale, coliformes) ont montré que le produit est de bonne qualité et il est prêt à la consommation.

Mots clés : analyses, lait UHT demi-écrémé, physico-chimiques, microbiologique, stérilisation.

Abstract

For more quality, unity Tchik Milk / Candia, or held our practical training, conducts analyses physico-chemical and microbiological on the product "Milk UHT skimmed half" during the manufacturing process through intermediate products. The results of physical and chemical analyses (humidity, acidity, pH, TA) and microbiological (Search and enumeration of flora such as bacterial flora aerobic mesophilic total coliform) showed that the product is of good quality and is ready for consumption.

Key words : analyser, Milk UHT, semi-skim, physico-chemical, microbiological, sterilization.