

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira de Béjaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Contrôle de Qualité et Analyse

Thème

**Suivi de la qualité physicochimique et
microbiologique du lait stérilisé UHT
demi-écrémé produit par l'unité
Tchin-Lait/CANDIA.**

Présenté par

Mr AZZOUG Djamel.

Mr MAZA Mourad.

Devant le jury

Président : M^{me} MERZOUK H.

Examineurs : M^{lle} LAINCER F.

Mr AITSIDHOUM DJ.

Promotrice : M^{lle} TOUATI N.

Co-promotrice: M^{lle} SAIDANI K.

Année universitaire 2011-2012



Remerciements

Avant toute chose nous remercions Dieu le tout puissant, de nous avoir donné la force, la patience et la volonté pour achever ce travail.

Nous tenant également à présenter nos remerciement à :

M^{lle}. TOUATI N, notre promotrice pour ces encouragements et ces orientations précieuses ;

M^{lle}. SAIDANI K, Mr. BEKDOUCHE F et Mr. NADJI F pour leurs aides et leurs précieux conseils ;

Mr. BERKATI F, PDG de la laiterie CANDIA, pour nous avoir acceptés en tant que stagiaires au niveau de l'unité ainsi que tout le personnel de l'unité CANDIA.

Aux membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail ;

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



Dédicace

Avec ma profonde gratitude et grand amour, je dédie ce modeste travail :

A ma chère mère, pour ses sacrifices, encouragement, soutien et prières pour que je réussisse dans ma vie.

A mon défunt père.

A mes frères, leurs femmes et leurs enfants.

A mes sœurs, leurs maris et leurs enfants.

A toute ma famille sans oublier personne.

A mon binôme et toute sa famille.

A mes amis, en particulier : Sofiane, Nacer, Makhlouf, Rabiaa, Amirouche, Farid, Mahmoud, Zahir, Aziz, Samia, Ouarda, Samira et à tout ce qui me connaît.

A toute la promotion CQA et SA.

AZZOUG Djamel





Dédicace

Avec ma profonde gratitude et grand amour, je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, pour leurs sacrifices, encouragement, soutient et prières pour que je réussisse dans ma vie.

A ma grand-mère.

A mon frère Mouloud et sa fiancée.

A mes sœurs Fatiha, Lamia et Kahina.

A toute ma famille sans oublier personne.

A mon binôme et toute sa famille.

A mes amis, en particulier : Sofiane, Nacer, Yazid, Rabiaa, Amirouche, Farid, Amer Loucif, Samia, Ouarda, et à tout ce qui me connaît.

A toute la promotion CQA et SA.

MAZA Mourad



Abs: Absence.

APV: Aseptic Process Valve.

BCPL : Bromocrésol Pourpre Lactose.

BLBVB : Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillon.

CT : Coliformes Totaux.

CF : Coliformes Fécaux.

CSR : Clostridium Sulfite Réducteurs

°D : Degré Doronic.

DLC : Date Limite de Consommation.

D/C : Double Concentré.

EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique.

EST: Extrait Sec Total.

ESD : Extrait Sec Dégraissé.

°F : Degré Français.

FIL : Fédération International Laitière.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile.

GT : Germes Totaux.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

L.R : Liquide Ringer.

MG : Matière Grasse.

NEP : Nettoyage En Place.

NIE : Normes Internes de l'Entreprise.

NPP : Nombre Le Plus Probable.

PAE : Prélèvements Automatiques d'Echantillons

PCA : Plant Count Agar.

PDG : Président Directeur Général.

SARL : Société A Responsabilité Limité.

S/C : Simple Concentré.

TH : Titre Hydrotimétrique.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complexe.

TS : Tank Stérile.

TR : Tank de Reconstitution.

UFC : Unité Formant Colonies.

UHT: Ultra Haute Température:

UV : Ultra Violet.

VF : Viande Foie.

VRBL : Lactose Bilié au cristal Violet et au Rouge neutre.

µl : Micro Litre.

Tableau	Titres	Pages
I	Composition générale du lait de vache.	3
II	Propriétés physicochimiques du lait.	3
III	Propriétés du lait reconstitué stérilisé UHT.	6
IV	Effets thermiques du traitement UHT sur les constituants du lait.	7
V	Analyses physicochimiques effectuées pour les matières premières et le produit fini.	18
VI	Germes recherchés pour l'eau de process, poudre de lait et produit fini.	28
VII	Mode opératoire et germes recherchés.	29
VIII	Analyses physicochimiques de l'eau de process.	35
IX	Analyses physicochimiques de la poudre de lait.	36
X	Analyses physicochimiques du produit fini.	37
XI	Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables (pH).	38
XII	Classement et regroupement des pH obtenus par le test Fisher (LSD).	Annexe 4
XIII	Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables (acidité).	39
XIV	Classement et regroupement des acidités obtenues par le test Fisher (LSD).	Annexe 4
XV	Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables (MG).	40
XVI	Classement et regroupement des MG obtenues par le test Fisher (LSD).	Annexe 4
XVII	Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables (EST).	40
XVIII	Classement et regroupement des EST obtenus par le test Fisher (LSD).	Annexe 4
XIX	Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables (Poids).	41
XX	Classement et regroupement des poids obtenus par le test Fisher (LSD).	Annexe 4
XXI	Analyses bactériologiques de l'eau de process.	42
XXII	Analyses bactériologiques de la poudre de lait.	43
XXIII	Analyses bactériologiques du produit fini.	43
XXIV	Résultats du test à la Rézasurine.	44

Figures	Titres	Pages
1	Schéma de la station de traitement des eaux de l'unité Tchín/Lait CANDIA.	9
2	Diagramme de fabrication du lait stérilisé UHT Tchín-lait / CANDIA.	13
3	Schéma général du système de nettoyage de la ligne de production de l'unité.	16
4	Organigramme de l'organisation de la laiterie Tchín- Lait/ CANDIA.	Annexe 5
5	Schéma d'analyses microbiologiques pour la FTAM.	34
6	Schéma d'analyses microbiologiques pour les coliformes.	34
7	Schéma d'analyses microbiologiques pour les CSR.	35
8	Schéma d'analyses microbiologiques pour les GT.	35
9	Diagramme représentatif des valeurs du pH durant les quatre périodes de production.	40
10	Diagramme représentatif des valeurs de l'acidité durant les quatre périodes de production.	41
11	Diagramme représentatif des valeurs de la MG durant les quatre périodes de production.	41
12	Diagramme représentatif des valeurs de l'EST durant les quatre périodes de production.	42
13	Diagramme représentatif des valeurs du poids durant les quatre périodes de production.	42
14	Milkoscan.	Annexe 1
15	Principe de cytométrie de flux.	Annexe 1
16	Structure de la Rézasurine.	Annexe 1

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur le lait

I.1. Définition du lait 2

I.2. Composition du lait 2

I.3. Propriétés du lait 3

I.3.1. Physicochimiques 3

I.3.2. Organoleptiques 4

I.3.3. Microbiologiques 4

Chapitre II : Lait stérilisé ultra haute température (UHT)

II.1. Définition..... 6

II.2. Propriétés du lait stérilisé UHT reconstitué 6

II.3. Caractéristiques exigées 6

II.4. Qualités nutritionnelles et organoleptiques 7

II.5. Matières premières utilisées pour la reconstitution du lait..... 7

II.5.1. Poudre de lait 7

II.5.2. Eau 8

II.6. Processus de fabrication 10

II.7. Avantages et inconvénients du traitement UHT..... 14

II.8. Nettoyage et désinfection 14

II.8.1. Nettoyage aseptique intermédiaire (NIA).....	14
II.8.2. Nettoyage en place complet (NEP)	14

Partie pratique

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Techniques de prélèvement et d'échantillonnage	17
III.1.1. Prélèvement des matières premières	17
III.1.2. Prélèvement du lait UHT demi-écrémé	17
III.2. Analyses physicochimiques	18
III.2.1. Eau de process.....	19
III.2.2. Poudre de lait.....	22
III.2.3. Lait stérilisé UHT demi-écrémé	25
III.3. Analyses microbiologiques du lait UHT demi écrémé	27
III.3.1. Bactériologie classique	28
III.3.2. Cytométrie	33
III.3.3. Test à la rézasurine.....	33
III.4. Etude statistique.....	34

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Analyses physicochimiques du lait UHT demi écrémé	35
IV.2. Analyses microbiologiques du lait UHT demi écrémé	42
Conclusion.....	45
Références bibliographiques	46

Annexes

Introduction

Introduction

En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quel que soit son revenu. Ainsi, on estime que le lait a compté pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, devançant largement la viande (22,4 %) et les œufs (12,1 %) (**Amellal, 2009**).

Du point de vue physicochimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques, chimiques et microbiologiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (**Vignola et al., 2002**).

En vue de sa richesse en nutriments, le lait constitue un excellent milieu de culture pour les microorganismes. En conséquence, les altérations d'origine microbienne sont les plus fréquentes et surtout les plus rapides à apparaître (**Guiraud et Galzy, 1980**).

En raison de sa large consommation, les producteurs doivent garantir la sécurité sanitaire du consommateur tout en lui offrant un produit sain et de qualité qui répond aux exigences du consommateur. Mais comment faire pour garantir un lait sain et de bonne qualité ? Pour répondre à cette question, on doit suivre le processus de fabrication de la matière première jusqu'au produit fini tout en effectuant des analyses physicochimiques et microbiologiques.

Pour cela on a opté à mener notre travail au sein de l'organisme Tchén-lait /CANDIA qui consiste à suivre la qualité physico-chimique et microbiologique du lait stérilisé UHT demi-écrémé.

Partie théorique

Chapitre I

Généralités sur le lait

I.1. Définition du lait

Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (**Dominique et Fermiy, 1999 ; Codex alimentarius, 2000**).

Le lait est une émulsion liquide unique et blanche produite dans les glandes mammaires des mammifères femelles (**Mansbridge et Blake, 1997**).

Le lait sert de source primaire de nutrition aux nourrissons avant leurs possibilités de digérer d'autres nourritures (**Jahn et Jahn, 2010**).

En Algérie, l'arrêté interministériel du 18 aout 1993, relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, apporte les précisions suivantes :

- 1- La dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.
- 2- La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination « lait », suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

I.2. Composition du lait

Le lait contient des glucides, des lipides, des protéines, des enzymes, des anticorps et des hormones, la composition du lait varie en fonction de l'alimentation, la période de lactation, la saison et l'état de santé de l'animal (**Cheftel et Cheftel 1992 ; Gösta, 1995**). En particulier, les protéines du lait constituent une référence pour leur teneur en acides aminés indispensables (**Dillon, 1989**). La composition du lait est donnée dans le tableau I.

Tableau I : Composition générale du lait de vache (Amiot *et al.*, 2002 ; Debry, 2001).

Principaux constituants	Variations limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85.5 - 89.5	87.5
Matière grasse	2,4 - 5,5	3,7
Protéines	2,9 - 5,0	3,2
Glucides	3,6 - 5,5	4,6
Minéraux	0,7 - 0,9	0,8
Constituants mineurs Enzymes, vitamines, pigments, cellules diverses, gaz dissous	Trace	Trace

I.3. Propriétés du lait

I.3.1. Propriétés physicochimiques

Les principales propriétés physicochimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, la densité, le point de congélation, point d'ébullition et l'acidité, ces dernières sont citées dans le tableau II (Vignola, 2002).

Tableau II : Propriétés physicochimiques du lait (Vignola, 2002).

Constantes	Valeurs
pH	6.6 à 6.8
Acidité titrable	13 à 17 °D
Densité	1.028 à 1.036
Point de congélation	-0.530 à -0.575 °C
Point d'ébullition	100.5 °C

La nature physicochimique du lait est complexe, il est :

- Une émulsion instable de lipides dans l'eau ;
- Une solution de minéraux et de sucre dans l'eau ;
- Une solution colloïdale de caséines, albumine et phosphocaséinates de calcium (**Roudaut et Lefrancq, 2005**).

I.3.2. Propriétés organoleptiques

I.3.2.1. Couleur

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en β -carotènes (**Luquet, 1985 ; Emilie, 2007**).

I.3.2.2. Odeur et saveur

Le lait a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût doux, légèrement sucré en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose (**Laurent, 1992 ; Luquet, 1985**).

L'odeur et la saveur sont variable selon les espèces animales et leurs alimentation (**Luquet, 1985 ; Vierling, 1998**).

I.3.2.3. Viscosité et consistance

La viscosité du lait dépend de l'espèce animale, de sa composition chimique, du pH et de la température (**Laurent, 1992**).

Les liquides de haute viscosité requièrent plus d'énergie pour être déformés qu'un liquide de faible viscosité.

I.3.3. Propriétés microbiologiques du lait

En raison de sa composition très spécifique, le lait est susceptible d'être infecté par une grande variété de bactéries. Ces dernières sont sans danger et ne sont que quelques dizaines ou centaines par millilitre (**Gösta, 1995 ; vignola, 2002**).

I.3.3.1. Flore originelle

Il s'agit essentiellement de germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques (lactococcus) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées « lacténines » ayant une action de très courte durée (une heure environ) (**Guiraud et Galzy, 1980**).

D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes et dangereux de point de vue sanitaire (**Guiraud, 2003**).

I.3.3.2. Flore de contamination

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origines diverses : fèces et téguments de l'animale, sol, litières et aliments, air et eau, équipements de traite et de stockage du lait, manipulateur et divers vecteurs (insectes en particulier).

Parmi ces microorganismes, il y a ceux qui sont dangereux du point de vue sanitaire et d'autres capables d'entraîner la détérioration du lait (**Guiraud, 2003**).

Chapitre II

Lait stérilisé UHT

II.1. Définition

Le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT sont des laits soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction ou à l'inhibition totale des enzymes, des micro-organismes et de leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer le lait ou le rendre impropre à la consommation (**JORA N° 069, 1993**).

La fédération internationale de laiterie propose la définition suivante :

« le produit portant l'appellation ``produit UHT`` est un produit stérilisé qui a été soumis pendant un temps très court à un traitement thermique de 130 à 150 °C en débit continu, puis a été conditionné sous atmosphère aseptique dans des emballages stérilisés, et qui n'a subi qu'une modification minimale de ses caractéristiques chimiques, physiques et organoleptiques suite au traitement thermique nécessaire à la stérilisation (**Odet et al., 1985**).

II.2. Propriétés du lait stérilisé UHT reconstitué

Le tableau III représente les propriétés du lait stérilisé UHT reconstitué.

Tableau III : Propriétés du lait stérilisé UHT reconstitué (**Newstead et al., 2006**).

Barème thermique typique : 140 °C pendant 4 secondes
1- Élimination totale des microorganismes.
2- Détérioration minimale des nutriments.
3- Goût de cuisson minimal.
4- Allongement de la durée de conservation à température ambiante.

II.3. Caractéristiques exigées

Les laits stérilisés et stérilisés UHT doivent rester stables jusqu'à leur date limite de consommation. En outre, ils ne doivent pas :

- Présenter de défauts organoleptiques tels que les anomalies de goût ou d'odeur ;
- Coaguler, précipiter ou flocculer à l'ébullition ;
- Présenter une acidité titrable supérieure à 1,8 gramme par litre d'acide lactique ;
- Avoir une variation de pH supérieure à 0,2 unité, du fait de l'incubation ;
- Contenir un nombre de microorganismes aérobies à 30 °C supérieur à 10 par 0,1 millilitre (**JORA N° 35, 1998**).

II.4. Qualité nutritionnelle et organoleptique

La valeur nutritive de la matière grasse, du lactose et des sels minéraux ne subit aucune modification, mais on constate une modification limitée de celle des protéines et des vitamines (Gösta, 1995). L'effet thermique du traitement UHT sur les constituants est résumé dans le tableau IV.

Tableau IV : Effets thermiques du traitement UHT sur les constituants du lait (Gösta ,1995).

Constituants	Effets thermiques
Matière grasse	Aucune modification
Lactose	Modifications limitées
Protéines	Dénaturation partielle des protéines du sérum
Sels minéraux	Pertes limitées
Vitamines	Pertes limitées (Alais et Linden, 1987).

Le procédé UHT détruit tous les microorganismes et inactive la plus grande partie des enzymes présentes dans le lait. La plus courte durée de traitement permet de n'altérer que faiblement la valeur nutritive du lait et modérément son goût (Vandercammen, 2011).

Le traitement thermique dénature la β -lactoglobuline, ce qui entraîne une libération des groupements sulfhydryles (-SH), lesquels ont un effet déterminant sur la saveur du produit. Ils sont responsables du goût prononcé du cuit du lait frais traité ; leurs propriétés de groupements réducteurs serviront ensuite à retarder l'oxydation du lait lors de l'entreposage (Vignola, 2002).

II.5. Matières premières utilisées pour la reconstitution du lait

II .5.1. Poudre de lait

Le lait en poudre, lait déshydraté ou lait sec industriel, est le produit obtenu directement par élimination de l'eau du lait (JORA, 1999).

Les poudres du lait sont définies par le *codex standard 207-1999* comme « produits laitiers obtenus par l'enlèvement de l'eau du lait » (Veisseyre, 1979).

Dans la technologie de fabrication du lait stérilisé UHT demi-écrémé, on utilise deux types de poudres :

- La poudre de lait entier ou la poudre à 26 % de matière grasse. Le lait entier est généralement pasteurisé à 80 - 85 °C pour inactiver la plupart des enzymes lipolytiques susceptibles de décomposer la matière grasse du lait en cours de stockage (**Gösta, 1995**).
- La poudre de lait écrémé ou la poudre à 0 % de matière grasse. La poudre de lait écrémé est la plus répandue. Chaque domaine d'utilisation a ses propres exigences. Si la poudre doit être mélangée avec de l'eau pour donner du lait reconstitué à consommer, elle doit être facilement soluble et posséder le goût et la valeur nutritive qui conviennent.

La poudre de lait contient de 2,5 à 5 % d'eau, ce qui est trop peu pour permettre le moindre développement de bactéries (**Bhothipaksa et Busta, 1978 ; Gösta, 1995**).

Les qualités d'une bonne poudre de lait sont les suivantes :

- Aptitude à la reconstitution de façon à obtenir facilement un liquide homogène exempt de particules macroscopiques ;
- Absence de saveur anormale (gout de cuit, de brûlé, de rance ..., etc.) ;
- Absence de germes pathogènes, de toxine et de microorganismes capable de nuire à sa conservation ou à son utilisation (**FAO, 1995**).

II.5.2. Eau

L'eau utilisée par l'unité Tchén-lait/CANDIA provient de la société Algérienne Des Eaux (ADE).

L'eau est un élément très essentiel. Elle est utilisée pour la reconstitution du lait, le lavage et le traitement des aliments, pour la stérilisation des produits et le nettoyage du matériel, des emballages, comme elle est utilisée pour l'alimentation des chaudières, des échangeurs et de l'installation frigorifique (**Guiraud et Galzy, 1980**).

Les eaux utilisées dans les industries alimentaires doivent être de bonne qualité hygiénique et technologique (**Mathieu, 1998**).

La qualité de l'eau joue un rôle important dans les industries de reconstitution du lait, elle est utilisée pour le procédé technologique et entre dans la composition du produit fini (**Moller, 2000**).

La station de traitement des eaux de l'unité Tchén-Lait/CANDIA est représentée dans la figure 1.

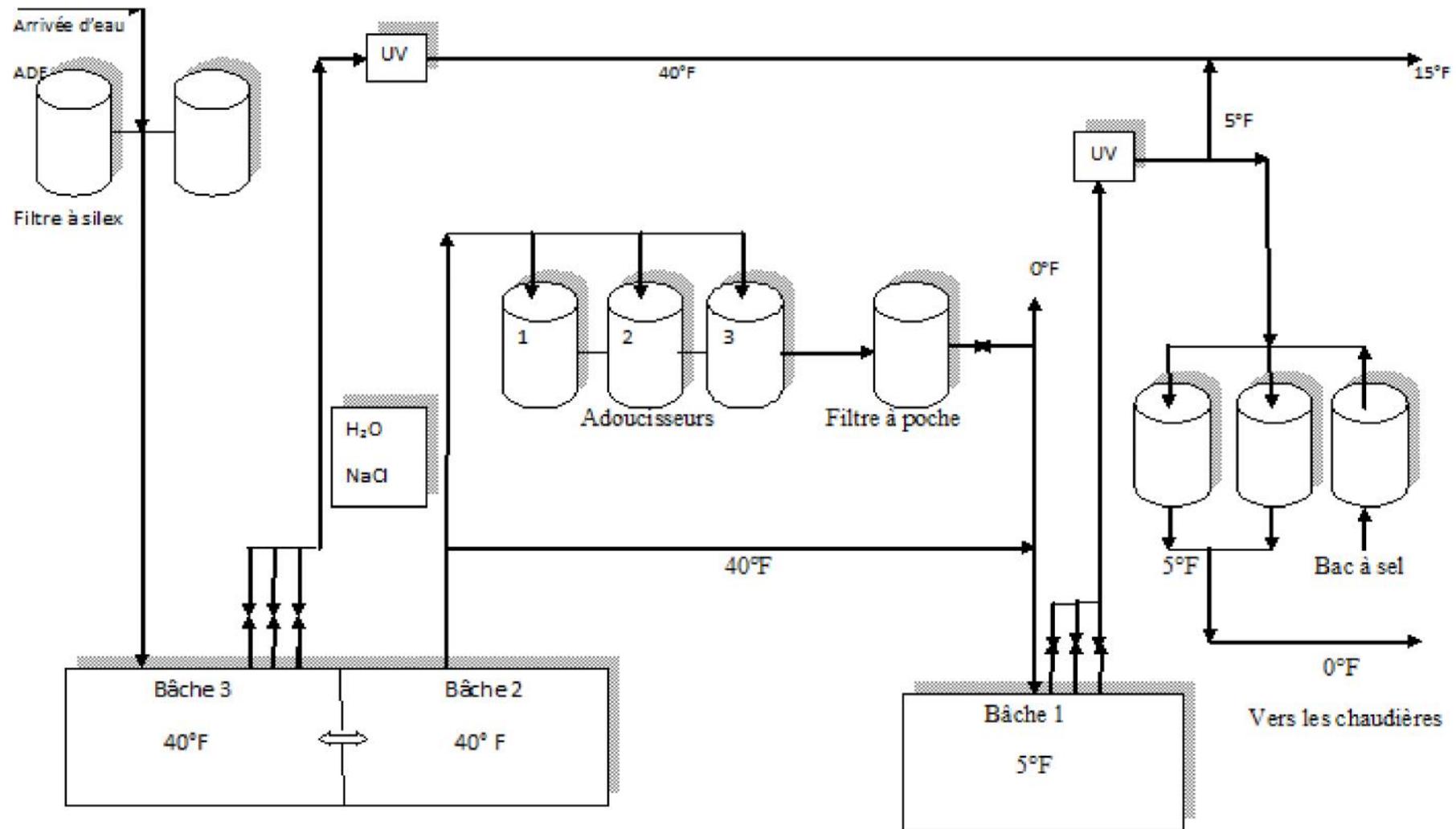


Figure N°1 : Schéma de la station du traitement des eaux de l'unité tchin-lait CANDIA.

II.6. Processus de fabrication du lait stérilisé UHT demi-écrémé (Document de l'entreprise, 2011).

Les différentes étapes du processus de fabrication du lait UHT demi-écrémé sur la ligne APV sont :

- Reconstitution du lait UHT demi-écrémé ;
- Filtration ;
- Préchauffage ;
- Homogénéisation ;
- Dégazage ;
- Stérilisation ;
- Refroidissement ;
- Conditionnement aseptique.

II.6.1. Reconstitution du lait UHT demi-écrémé (Document de l'entreprise, 2011).

La reconstitution consiste à mélanger l'eau à 15 °F avec deux poudres de lait la 0 % et la 26 % en matière grasse à température qui varie entre 22 et 25 °C afin d'obtenir un produit fini dont la teneur en matière grasse est de 16 g/litre.

La reconstitution s'effectue comme suit :

Une fois que le tank de reconstitution est à moitié plein en eau de process, une pompe soutire l'eau et cette dernière circule en boucle entre le tank de reconstitution (TR) et un tri blinder au niveau duquel la poudre est incluse progressivement, de ce fait la poudre du lait est entraînée par l'eau jusqu'au TR muni d'un agitateur qui augmente la dispersibilité et favorise l'hydratation de la poudre et évite la formation d'agglomérats.

La mouillabilité et la dispersibilité augmentent lorsque la température passe de 20 à 50 °C (Eck et Gillis, 1997 ; Davidson, 1999).

Pendant le mélange l'eau continue à s'écouler dans le tank jusqu'à ce que la quantité spécifiée soit atteinte, une fois que toute la poudre est mélangée, l'agitateur et la pompe s'arrêtent et le contenu du tank est laissé au repos environ une heure à 5 °C (Document de l'entreprise, 2011).

II.6.2. Filtration

La filtration s'effectue par le passage du lait reconstitué à travers des filtres pour éliminer les particules non dissoutes ainsi que tout corps étranger.

II.6.3. Préchauffage

Le lait refroidi est préchauffé à 90 °C dans un échangeur tubulaire afin d'éviter le choc thermique et de préparer le lait aux étapes ultérieures. L'homogénéisation du lait froid, dans laquelle la matière grasse est essentiellement solidifiée, est pratiquement inefficace.

II.6.4. Homogénéisation

L'homogénéisation est un procédé physique qui consiste à faire passer le lait en deux temps sous une pression de 200 et de 25 Bars à travers des orifices étroits annulaires pour fractionner les globules gras en globules plus petits afin de stabiliser l'émulsion de matière grasse, d'éviter la séparation par gravité et aussi de réduire la tendance des globules à l'agglutination ou à la coalescence (**Vignola, 2002**).

II.6.5. Dégazage

Dans le but d'extraire du lait l'air dissout et les bulles d'air finement dispersées, le lait préchauffé est amené à un vase d'expansion dans lequel on crée un niveau de vide équivalent à un point d'ébullition d'environ 7 à 8 °C inférieurs à la température de préchauffage. La chute de pression expulse l'air dissout, chassé par ébullition avec une certaine quantité de lait. La vapeur traverse un condenseur incorporé au dégazeur, se condense et revient dans le lait alors que l'air chassé par ébullition est extrait par la pompe à vide, avec les gaz condensables (porteur d'odeurs indésirables).

II.6.6. Stérilisation UHT

Le procédé de stérilisation utilisé au niveau de Tchir-lait/CANDIA est la stérilisation tubulaire en flux continu sur ligne APV.

Le traitement UHT est le chauffage du lait en écoulement continu de 135 à 150 °C, il a l'avantage de détruire rapidement les microorganismes tout en minimisant les modifications des constituants du lait (**Odet et al., 1985**).

Le traitement thermique peut être direct (injection de vapeur d'eau) ou indirect, il est réalisé à 135 °C à 150 °C pendant 2 à 4 secondes environ (**Luquet, 1990**). Le lait UHT est conditionné dans des contenants aseptiques scellés ; il peut se conserver dans son emballage à la température de la pièce pendant 3 mois (**Document de l'entreprise, 2011**).

II.6.7. Refroidissement

Le chambreur maintient le produit à la température désirée, pendant un temps prédéfini. Le produit est refroidi à l'eau froide et à l'eau glacée, jusqu'à ce qu'il atteigne sa température de conditionnement (25 °C). Enfin, le produit refroidi est pompé vers une cuve de stockage aseptique (Tank Stérile), assurant un volume tampon entre la ligne de traitement continu et le système de conditionnement (**Gösta, 1995**).

II.6.8. Conditionnement aseptique

Le conditionnement s'effectue dans une conditionneuse aseptique appelée SIG Combibloc.

Après la mise en place de l'emballage préformé, les étuis seront prélevés par des ventouses ou ils subissent une fermeture des fonds après leurs activations. Les étuis à fond fermé passent à travers une zone aseptique ou ils seront stérilisés par le H₂O₂ puis séchés, remplis et stockés (**Document de l'entreprise, 2011**). Le process de fabrication du lait UHT demi-écrémé est représenté dans la figure 2.

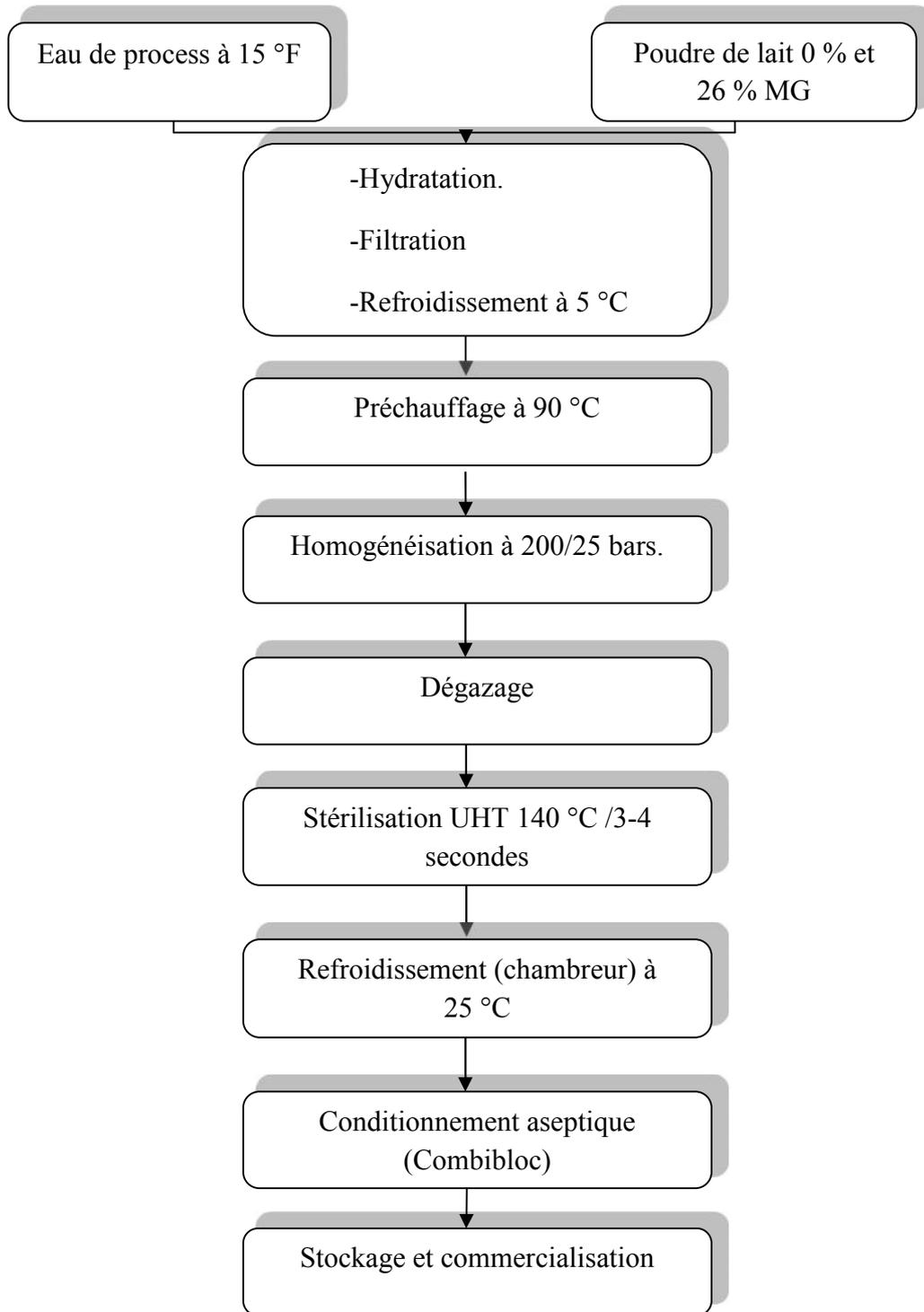


Figure 2: Diagramme de fabrication du lait stérilisé UHT Tchîn-lait /CANDIA.

II.7. Avantages et inconvénients du traitement UHT

II.7.1. Avantages

- Le lait peut être stocké pendant des périodes prolongées sans détérioration et sans exiger de réfrigération tant que l'emballage n'est pas ouvert (**Lamontagne *et al.*, 2002**).
- Il minimise les modifications des constituants du lait (**Odet *et al.*, 1985**).
- Le traitement UHT garantit une meilleure préservation de la valeur nutritive parce qu'il provoque moins de dégradation des vitamines sensibles à la chaleur (**Ryckaert, 2003**).
- Les bactéries aussi bien que les spores sont détruites, et un certain nombre d'enzymes sont inactivées (**Ryckaert, 2003 ; Odet, 1985**).

II.7.2. Inconvénients

Le lait UHT au cours du stockage peut présenter deux types d'instabilités :

- La formation de sédiment dont une couche est de nature protéique.
- L'augmentation de sa viscosité au cours du temps jusqu'à la formation éventuelle d'un gel (**Cayot et Lorient, 1998**).
- Les traitements UHT ne parviennent pas à inhiber totalement les activités enzymatiques ; les protéases des pseudomonas résistent bien au traitement UHT (**Odet *et al.*, 1985**).

II.8. Nettoyage et désinfection (Document de l'entreprise, 2011)

Le respect des règles d'hygiène, l'entretien des locaux et du matériel en bon état de propreté sont indispensables pour le bon fonctionnement de l'unité et le maintien de la haute qualité des produits. Pour cela deux systèmes de nettoyage sont mis en place :

II.8.1. Nettoyage intermédiaire aseptique (NIA)

Le Nettoyage intermédiaire aseptique (NIA) s'avère un précieux auxiliaire, lorsque l'installation est utilisée pour des séries de fabrication très longues. On peut effectuer, un NIA de 30 minutes à chaque fois qu'il faut éliminer l'encrassement de la ligne de traitement sans perte des conditions aseptiques. Il n'est pas nécessaire de restériliser l'installation après un NIA. Cette méthode réduit les temps d'arrêt et permet des séries de fabrication plus longues.

II.8.2. Nettoyage en place complet (NEP total)

Après chaque fin de production ou un arrêt long de la machine, un nettoyage en place complet d'environ 120 minutes est effectué comme suit :

- Rinçage avec l'eau de récupération ;
- Nettoyage à haute température avec de la soude caustique pendant 15 minutes ;
- Rinçage avec une eau de 5 °F ;
- Nettoyage à l'acide pendant 15 minutes ;
- Rinçage avec une eau de 5 °F ;
- Rinçage final avec de l'eau qui sera ensuite transférée vers une cuve de récupération, pour ensuite la réutiliser comme eau du premier rinçage du prochain NEP.

Le schéma général du système de nettoyage de la ligne de production de l'unité est représenté dans la figure 3 (**Document de l'entreprise, 2011**).

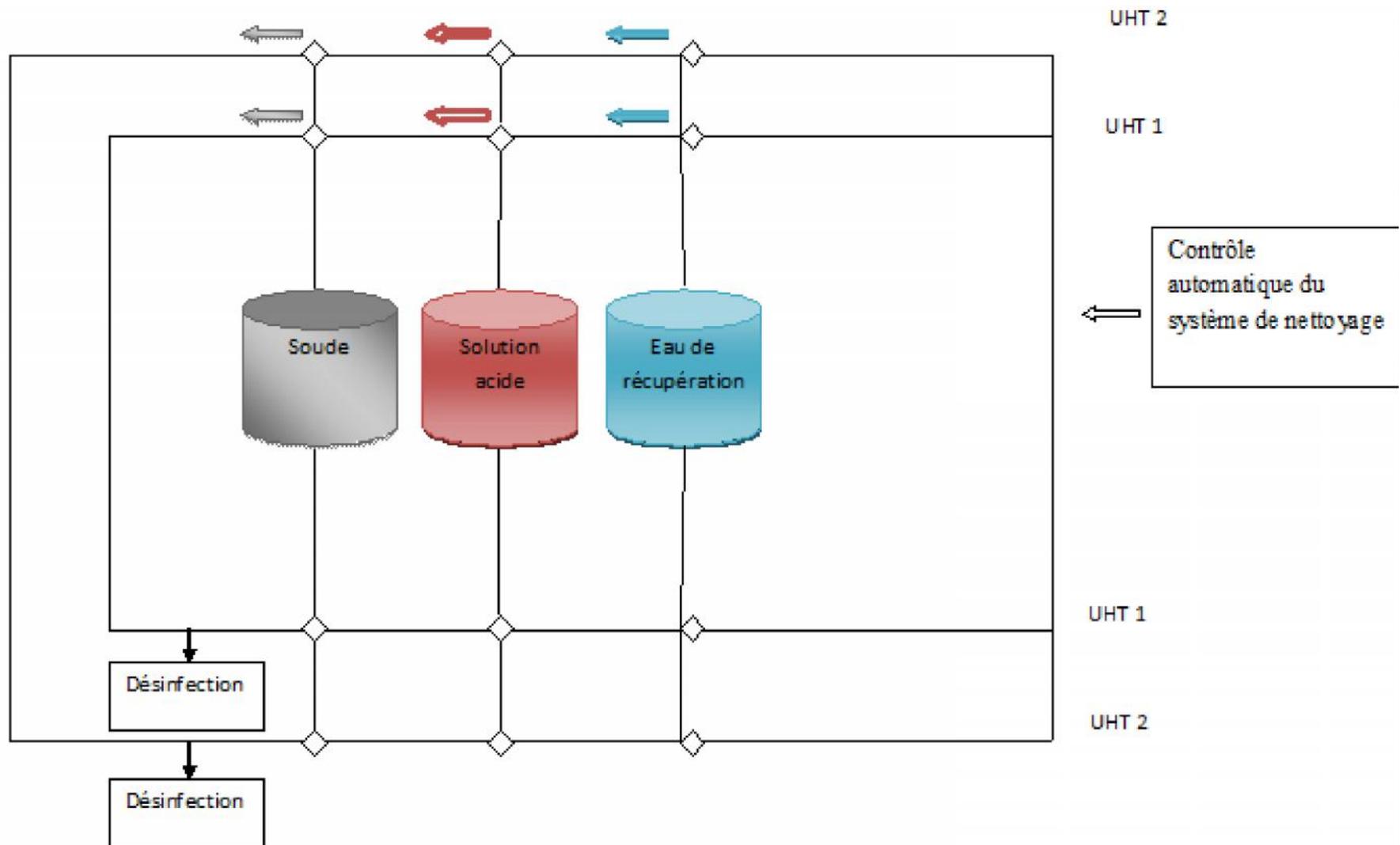


Figure n°3 : Schéma général du système de nettoyage de la ligne de production de l'unité.

Partie pratique

Chapitre III

Matériels et méthodes

III.1. Prélèvement et échantillonnage

Avant d'effectuer une analyse, il convient de procéder à une série d'opérations très importantes dont dépend en grande partie la qualité du résultat de l'analyse. Il faut choisir des échantillons ou définir le lieu et les conditions des prélèvements, ensuite réaliser ces prélèvements et les transmettre dans de bonnes conditions au laboratoire d'analyse (**Guiraud et Galzy, 1980**).

III.1.1. Prélèvement des matières premières

➤ Eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, ... etc.) (**Rodier, 2009**).

Au niveau de l'unité Tchén-Lait/CANDIA, le prélèvement s'effectue deux fois par semaine en remplissant des flacons de 250 ml dans des points différents selon le type d'analyse à effectuer physicochimique ou microbiologiques.

- Pour les analyses physicochimiques, les prélèvements s'effectuent à l'arrivée de l'eau de ville, à la sortie des adoucisseurs, à la bêche à eau, au niveau des chaudières et de la cuve d'eau de récupération.
- Pour les analyses microbiologiques les prélèvements s'effectuent pour les eaux suivantes : eau de ville, les eaux de 5 °F, 15 °F et de récupération.
- Prendre des flacons stériles et mentionné le type d'eau à analyser.
- Prélever aseptiquement les échantillons.

➤ Poudre de lait

Le prélèvement de la poudre de lait s'effectue après chaque arrivage de cette dernière, en prélevant 5 sacs pour chaque lot au hasard.

Un échantillon de 50 à 100 g est prélevé à l'aide d'une spatule stérile à partir d'un sac de poudre prélevé au hasard. L'ouverture du sac et le prélèvement sont effectués aseptiquement.

III.1.2. Prélèvement du lait UHT demi-écrémé

Selon le Journal Officiel de la République Algérienne N° 35 du 27 mai 1998, le

nombre d'échantillons à analyser est de cinq briks pour chaque production. Ces échantillons (produit fini) sont prélevés à partir du même lot, ils sont retirés au début, à 25 %, à 50 %, à 75% et à la fin du conditionnement.

En plus de ces cinq échantillons, des échantillons complémentaires sont effectués lors des évènements (arrêt long, arrêt court, raccord film, raccord papier... etc.) et les prélèvements automatiques d'échantillons (PAE).

III.2. Analyses physicochimiques

Le tableau V englobe les analyses physicochimiques effectuées pour les matières premières et le produit fini.

Tableau V : Analyses physicochimiques effectuées pour les matières premières et le produit fini.

Échantillons à analyser		Paramètres
Matières Premières	Eaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ TH ▪ TA ▪ TAC ▪ Chlorures ▪ Sulfites
	Poudre de lait	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Humidité ▪ Acidité titrable ▪ pH ▪ Matière grasse (MG) ▪ Test de Ramsdell
Lait stérilisé UHT demi-écrémé (Briks)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ Acidité titrable ▪ Densité ▪ MG ▪ EST ▪ ESD ▪ Test à l'alcool ▪ Test à l'ébullition ▪ Test de Ramsdell

III.2.1. Eau de process

- **Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)**

- **Principe**

La méthode potentiométrique avec électrode de verre est la plus précise et couramment utilisée.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du pH de celle-ci (**Rodier, 2009**).

- **Mode opératoire (Document de l'entreprise, 2011).**

- Étalonner le pH-mètre avec deux solutions tampons à pH=4,1 et pH=7 ;
- Mettre la solution à analyser à température de 20 °C ;
- Introduire l'électrode en verre et la sonde de température dans la solution ;
- La valeur du pH est lue directement sur l'appareil après sa stabilisation.

- **Détermination de la conductivité**

- **Principe**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (**Rodier, 2009**).

- **Mode opératoire (Document de l'entreprise, 2011)**

- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité avec de l'eau à analyser ;
- Puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées ;
- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant ;
- Faire la lecture directement sur l'appareil après stabilisation.

- **Détermination du titre hydrotimétrique (TH)**

Pour le bon déroulement de la reconstitution du lait et la protection des lignes de fabrication il est nécessaire d'utiliser une eau traitée.

- **Principe**

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur

spécifique, le noir ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium (Rodier, 2009).

➤ Mode opératoire (Document de l'entreprise, 2011)

- Verser 50 ml d'eau à analyser dans un Erlen Meyer ;
- Ajouter 2 ml du tampon ammoniacal, en plus d'une pincée d'indicateurs colorés Noir ; Eriochrome T.

- Titrer avec l'EDTA 0,02 N goutte à goutte jusqu'au virage de l'indicateur au bleu foncé.

✓ 1^{er} cas : Coloration bleue, pas de titrage ce qui implique $TH = 0$ °F.

✓ 2^{ème} cas : Coloration rouge brique, il y a titrage avec EDTA 0.02 N jusqu'à coloration bleu foncé dans ce cas $TH = \text{chute de burette} \times 2$ (°F).

➤ Détermination du titre alcalimétrique simple (TA)

➤ Principe

Il nous renseigne sur la teneur des hydroxydes alcalins et les carbonates (OH^- , CO_3^{2-}) présents dans l'eau (Rodier, 2009). $TA = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}]$

➤ Mode opératoire (Document de l'entreprise, 2011)

- Prélever 10 ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette ;

- Introduire l'échantillon prélevé dans un Erlen Meyer et ajuster à 100 ml avec de l'eau distillée ;

- Ajouter quelques gouttes de l'indicateur coloré phénolphtaléine.

✓ 1^{er} cas : Pas de coloration alors pas de titrage ce qui implique $TA = 0$ °F.

✓ 2^{ème} cas : Coloration Rose implique il y a titrage avec H_2SO_4 0.02 N jusqu'à décoloration. $TA = \text{chute de burette} \times 10$ (°F).

➤ Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)

➤ Principe

Il nous renseigne sur la concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et du bicarbonate (Document de l'entreprise, 2011). $TAC = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3]$

➤ Mode opératoire (Document de l'entreprise, 2011)

On peut titrer le TA et le TAC avec le même échantillon. Après la détermination du TA, on note le volume versé V_1 (chute de burette 1) puis on ajoute pour le même échantillon d'eau quelques gouttes de méthylorange et on titre jusqu'au virage orange rouge et on note la chute de burette 2 (V_2).

$$\text{TAC (°F)} = (V_1 + V_2) \times 10$$

➤ Détermination des chlorures (méthode de MOHR)

➤ Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (Rodier, 2009).

➤ Mode opératoire (Rodier, 2009).

- On verse 100 ml d'eau à analyser dans un Erlen Meyer.
- On ajoute 2 ml de l'indicateur coloré de (K_2CrO_4) (chromate de potassium à 5 %) qui a une coloration jaune.
- On titre avec la solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) à 0.014N, jusqu'à l'apparition de la coloration brune persistante.

➤ Expression des résultats

- ✓ 1^{er} cas : Coloration brune alors pas de titrage ce qui implique $[Cl^-] = 0$ mg/l.
 - ✓ 2^{ème} cas : Coloration jaune implique il y a titrage avec $AgNO_3$ 0.014 N jusqu'à disparition de la coloration jaune citron. $[Cl^-] = 4.97 \times \text{chute burette (mg/l)}$.
- Le pH de l'échantillon d'eau à analyser doit être entre pH = 5 à 9. S'il est supérieur à 9, il faut neutraliser l'échantillon avec de l'acide nitrique 0.1N.

• Détermination des Sulfites [SO_3^{2-}]

➤ Principe

Ce test permet d'observer une réaction d'oxydoréduction dans laquelle l'iode s'oxyde.

➤ Mode opératoire (Document de l'entreprise, 2011)

- Verser 100 ml d'échantillon d'eau à analyser ;
- Couvrir avec un papier aluminium pour éviter la pénétration de l'air ;
- Mettre 05 ml d' HCl 37.5% ;
- Ajouter 05 ml de KI 5 % ;

- Ajouter 01 ml de l'indicateur coloré amidon de pomme.

➤ **Expression des résultats**

- ✓ 1^{er} cas : Coloration bleue alors pas de titrage ce qui implique $[\text{SO}_3^{2-}] = 0 \text{ mg/l}$.
- ✓ 2^{ème} cas : Pas de coloration bleue implique il y a titrage avec KIO_3 0.556g/l jusqu'à

coloration bleue. $[\text{SO}_3^{2-}] = \text{chute burette} \times 10 \text{ (mg/l)}$

- 🚧 Prendre toutes les précautions utiles pour les préparations des solutions étalons et la conservation des échantillons, les sulfites s'oxydent très facilement par l'oxygène dissous dans l'eau où l'oxygène de l'air.

III.2.2. Poudre de lait

- **Taux d'humidité**

➤ **Principe**

La teneur en eau ou l'humidité d'une poudre de lait est définie par la perte de masse de ce produit soumis à la dessiccation (à $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$), elle est exprimée en pourcentage en masse, elle a une influence considérable sur l'aptitude à la conservation de la poudre de lait (**Mahaut et al., 2000**).

➤ **Mode opératoire**

- Peser la coupelle dans l'appareil qui est dit « dessiccateur » ;
- Peser 5g de poudre (bien répartir sur la coupelle) ;
- Rabattre le couvercle de l'appareil ;
- La fin du séchage se manifeste par la stabilité du poids de la poudre ;
- Le taux d'humidité est affiché sur le dessiccateur ;
- Retirer la coupelle après lecture.

- **Acidité titrable**

➤ **Principe**

Il s'agit d'un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (**Aboutayeb, 2009**).

➤ Mode opératoire

- Introduire dans un Becher 10 ml d'échantillon à analyser, auxquels on ajoute 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré.

- Titrer avec la solution NaOH (N/9) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose.

(AFNOR, 1980 ; Aboutayeb, 2009).

➤ Expression des résultats

L'acidité titrable est exprimée comme suit :

$$AT = V \times 10 \times f \text{ (D}^\circ\text{)}$$

AT: Acidité titrable

V: Volume en ml correspond à la chute de la burette.

f : Facteur de correction (1,024).

- **Détermination du potentiel d'hydrogène (pH) de la poudre de lait**

- **Principe** (Décrit en page 22).

- **Mode opératoire** (Décrit en page 22).

- **Détermination de la matière grasse**

- **Principe**

La méthode dite de Gerber est utilisée pour la détermination du taux de matière grasse des laits homogénéisés : elle consiste à une dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique et séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation est favorisée par l'ajout d'une petite quantité d'alcool isoamylique.

- **Mode opératoire**

- Mettre dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique à 91 % par un distributeur ;
- Ajouter 11 ml de lait ;
- Verser 1 ml d'alcool isoamylique et fermer le butyromètre par un bouchon ;
- Agiter soigneusement la séparation jusqu'à la dissolution des protéines par l'acide sulfurique ;
- Tourner cinq à six fois le butyromètre du haut en bas, afin de permettre l'homogénéisation de la préparation ;
- Procéder à la centrifugation pendant 5 min ;
- Faire la lecture.

➤ Expression des résultats

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère le plus proche, puis lire rapidement.

$$\text{MG (g/l)} = (\text{B}-\text{A}) \times 100$$

A: la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse.

B : la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse.

• Test de Ramsdell

➤ Principe

Ce test permet d'apprécier la stabilité du lait au traitement thermique appliqué, en fonction de son équilibre minéral et protéique. Dans cette méthode, le lait est surchargé en ions phosphate et porté au bain-marie bouillant pendant 5 minutes. Plus la quantité de phosphate monopotassique (KH_2PO_4) nécessaire est grande, plus le lait est stable et inversement. Ce test sert également d'indices de stabilité pour le suivie du lait UHT en conservation. En général, les valeurs normales du lait avant stérilisation UHT se situent entre 1,4 cm³ et 2 cm³ de cette solution, ajoutée, pour des valeurs inférieures à celle-ci, il y a risque de voir le lait sédimenter et coaguler à l'ébullition, après plusieurs mois de conservation à température ambiante (**Odet et al. 1985**).

➤ Mode opératoire

- Préparer une série de tubes contenant des quantités croissantes de la solution phosphate mono potassique à 0.02 N : 2.5 ,2.6, et 2.7 ml ;
- Introduire dans chaque tube 10 ml du lait ;
- Après agitation, placer les tubes dans un bain-marie à 100 °C pendant 5 min ;
- Refroidir sous courant d'eau froide et observer.

 Tube coagulé : résultat positif.

 Tube non coagulé : résultat négatif.

Relever la quantité du phosphate monopotassique exprimée en ml du premier tube de la série ayant coagulé.

- **Test de stabilité à la chaleur**

- **Principe**

Le principe de cette mesure est le suivant : des tubes contenant une quantité connue de lait sont fermés hermétiquement puis plongés dans un bain de liquide maintenu à une température constante supérieure ou égale à 140 °C en sortant successivement les tubes du bain et en les retournant, on observe à partir de quelle durée de chauffage le lait s'est déstabilisé (Odet *et al.*, 1985).

- **Mode opératoire (Document de l'entreprise, 2011)**

- Introduire 4 ml de lait dans les tubes ;
 - Fermer hermétiquement et placer les tubes dans un portoir ;
 - Plonger le portoir dans le bain d'huile avec agitation ;
 - Après quelques minutes de chauffage, vérifier dans chaque tube si le lait a coagulé.
- 🚩 La stabilité de la poudre à la chaleur, mesurée par la méthode du bain d'huile, s'exprime en temps minimum de chauffage nécessaire à la coagulation du lait.

III.2.3. Lait stérilisé UHT demi-écrémé

- **Détermination de potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH est décrit en page 22

- **Détermination de l'acidité titrable**

L'acidité est décrite en page 26.

- **Détermination de la densité principe**

- La densité est déterminée par un lactodensimètre avec une tige graduée. Elle correspond au rapport massique à 20 °C d'un même volume d'eau et de lait (AFNOR, 1999 ; Aboutayeb, 2009).

- **Mode opératoire (AFNOR, 1999)**

- Rincer l'éprouvette avec le lait à analyser ;
- Verser le lait pasteurisé dans l'éprouvette; tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air ;
- Rincer le lactodensimètre avec l'échantillon, puis le plonger dans l'éprouvette ;
- Laisser le lactodensimètre se stabiliser et lire la graduation qui correspond au point d'affleurement de ménisque.

➤ Expression des résultats

La densité est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Densité} = 1 + (\text{lecture} \times 10^{-3})$$

- **Détermination de la matière grasse, de l'extrait sec dégraissé et de l'extrait sec total**

Ces paramètres sont mesurés par le MILKOSCAN, ce dernier peut mesurer jusqu'à six paramètres principaux de qualité d'un échantillon simple (FOSS, 2010).

➤ Principe

Le principe du MILKOSCAN est basé sur une analyse par un spectrophotomètre à infrarouge, l'échantillon analysé est traversé par un rayon à infrarouge, celui-ci est réfléchi par les molécules de matières grasses de protéines et de lactose. Une absorbance est détectée, amplifiée puis convertie en signal digital grâce à un microprocesseur (Hachemi et Hassane, 2011).

➤ Mode opératoire

- Chauffer au préalable l'échantillon du lait demi-écrémé ;
- Mettre l'échantillon sous la pipette préalablement rincée et séchée ;
- Démarrer l'appareil après avoir choisi le mode spécifique à l'échantillon.

➤ Expression des résultats

Après environ deux minutes, lire directement les résultats obtenus sur le cadran de l'appareil, ils sont exprimés en pourcentage volumique (g/100 ml).

- **Tests de stabilité**

- **Test de stabilité à l'alcool**

C'est l'aptitude des laits à subir un traitement thermique sans coagulation.

➤ Principe

Si un lait est en phase d'acidification, un ajout d'alcool (éthanol à 85 ° GL) volume par volume, entraîne une déstabilisation des protéines du lait qui coagulent proportionnellement à l'acidité (Guiraud, 2003).

➤ Mode opératoire

- Prélever 2 ml de l'échantillon de lait et les verser dans un tube à essai.
- Ajouter 2 ml d'alcool au tube préparé.
- Homogénéiser le mélange par des retournements successifs sans agitation.

➤ Expression des résultats

- Le test est dit "négatif" si on ne constate aucune floculation pendant au moins 1 minute (Odet *et al.*, 1985).

• Test de stabilité à l'ébullition

➤ Principe

Lorsque l'acidité dépasse 21 °D la coagulation débute ; à 28 °D le lait se prend en masse. Lorsqu'il n'y a pas de coagulation apparente, les tubes sont vidés et rincés à l'eau : l'absence de coagulum sur les parois des tubes est vérifiée (Guiraud et Galzy, 1980).

➤ Mode opératoire

- Introduire dans un tube à essai, 5 ml du lait à examiner.
- On ferme le tube puis placer le dans un bain-marie à 100 °C pendant 10 min.
- Refroidir et tourner le tube deux à trois fois sans agitation.

➤ Expression des résultats

- Le lait est dit normal, ne coagule pas à l'ébullition lorsqu'il s'écoule le long des parois des tubes sans laisser de traces.
- Un lait est dit anormal lorsqu'il laisse des grumeaux où il se forme un coagulum avec exsudation de sérum.

• Test de Ramsdell

➤ Principe (Décrit en page 27).

➤ Mode opératoire (Décrit en page 28).

• Poids

Après prélèvement de la brik cette dernière est pesée à l'aide d'une balance analytique.

• Analyses organoleptiques

Pour les tests organoleptiques l'opérateur évalue la qualité sensorielle (odeur, gout et aspect) juste après l'ouverture de la brik.

III.3. Analyses microbiologiques du lait UHT demi-écrémé

L'analyse microbiologique des produits alimentaires est indispensable pour :

- Assurer aux produits une bonne qualité et une bonne conservation.
- Assurer la garantie hygiénique et la sécurité des consommateurs en permettant la détection des microorganismes et des toxines microbiennes. (Guiraud, 1998).

Pour cela, l'unité Tchén-Lait/ CANDIA opte pour la recherche des microorganismes par l'emploi de différentes méthodes à savoir :

- La méthode classique (bactériologique) ;
- Cytométrie de flux ;
- Test à la rézasurine.

III.3.1. Méthode classique

Cette méthode est utilisée pour le contrôle microbiologique de l'eau de process, poudre de lait et le produit fini. Le tableau VI résume les germes recherchés pour chaque produit.

Tableau VI : Germes recherchés pour l'eau de process, poudre de lait et produit fini.

Échantillons		Microorganismes recherchés
Matières premières	Poudre de lait	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flore totale aérobie mésophile ▪ Coliformes totaux ▪ Clostridium sulfite réducteurs
	Eau de process	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flore totale aérobie mésophile ▪ Coliformes totaux ▪ Coliformes fécaux ▪ Clostridium sulfite réducteurs
Lait stérilisé UHT (brik)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flore totale aérobie mésophile

Le tableau VII représente les modes opératoires et les différents germes de contaminations recherchés cités dans le tableau VI.

Tableau VII: Mode opératoire et germes recherchés.

Mode opératoire et germes recherchés	Normes	Références
<p>Flore totale aérobie mésophile (Figure 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La méthode classique en milieu gélosé : Lesensemencements sont réalisés en plaçant 1 ml de la dilution du départ dans une boîte de pétri et en ajoutant le milieu gélosé que l'on mélange soigneusement. Deux boîtes de pétri sontensemencées pour chaque dilution. • Le milieu utilise c'est le (PCA). l'incubation se fait pendant 72 h à 22 °C et 37 °C (Guiraud, 2003). 	<p>à 37 °C <20 UFC</p> <p>à 22 °C < 100 UFC</p>	<p>J.O.R.A n° 35, 1998</p>
<p>Coliformes et coliformes fécaux (Figure 6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensemencement d'une série de 9 tubes du milieu sélectif lactose (BCPL) avec les prises d'essais des échantillons : • 03 tubes de bouillon lactose au BCPL à double concentré avec cloche de durham par 10 ml d'échantillon. • 03 tubes de bouillon simple concentré de BCPL avec 1 ml d'échantillon. • 03 tubes simples concentrés de BCPL avec 0.1 ml d'échantillon. Incubation à 37 °C pendant 48 h. • un test confirmatif est réalisé pour déceler la présence des coliformes fécaux. 	<p><10 UFC</p>	<p>J.O.R.A n° 35, 1998</p>

Mode opératoire et germes recherchés (Suite)	Normes	Références
<p>Clostridium sulfite réducteurs (Figure 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> Placer le volume nécessaire de 20 ml de la solution mère dans un flacon stérile et le porter au bain-marie à 80 °C pendant 10 min, refroidir avec de l'eau du robinet puisensemencer un tube du milieu VF, additionné de 1.5 cm³ de sulfite de sodium 5 % et de 0.5 cm³ d'alun de fer à 5 %, avec 1 ml de la solution mère préalablement chauffé. Incubation à 46 °C pendant 18 - 24h Une incubation de 20 h est recommandée pour éviter un noircissement éventuel très important (Joffin et Joffin, 1999). 	Absence	J.O.R.A n° 35, 1998
<p>Germes totaux (Figure 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> Remplir deux boites de pétri avec le milieu PCA puisensemencer 1 ml de l'échantillon, préalablement préparer. Retourner et incuber les boites à 30 °C / 72 h. 	< 10 UFC	J.O.R.A n° 35, 1998

➤ **Dénombrement**

Le nombre d'unités formant colonies (UFC) est donné par la relation suivante :

$\text{Nombre UFC} = \frac{\Sigma C}{(n_1 + 0.1n_2) d}$

UFC : Nombre d'unités formant colonies.

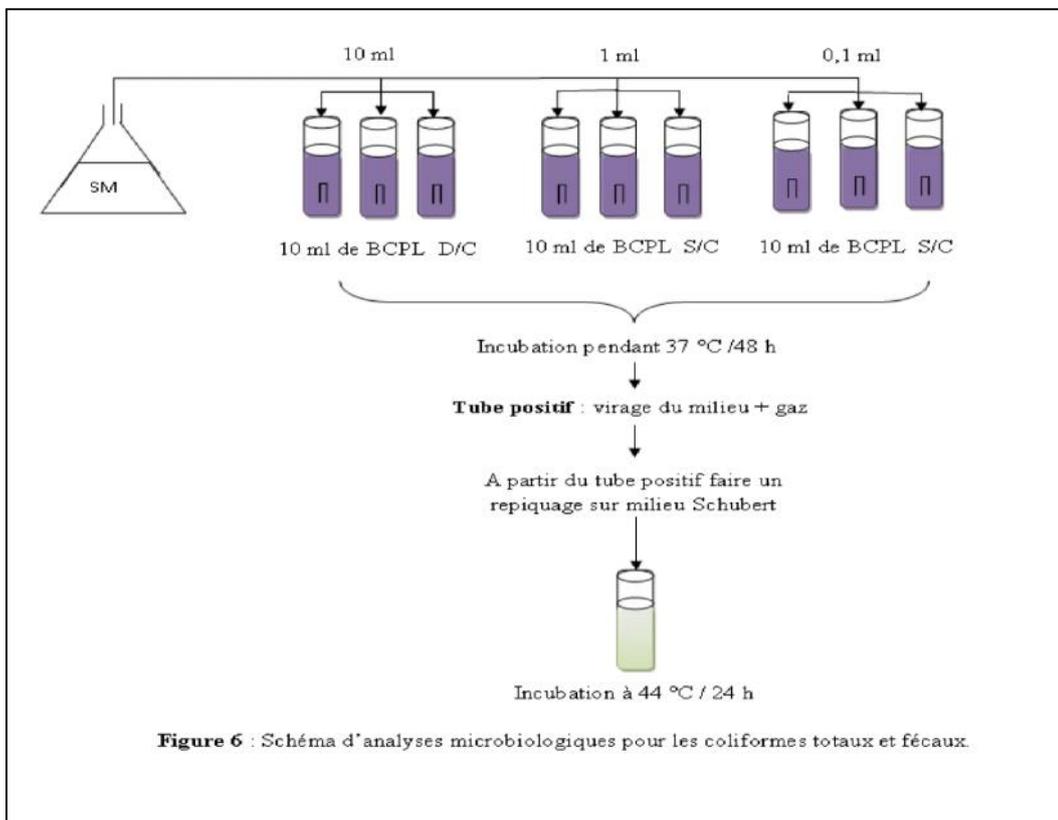
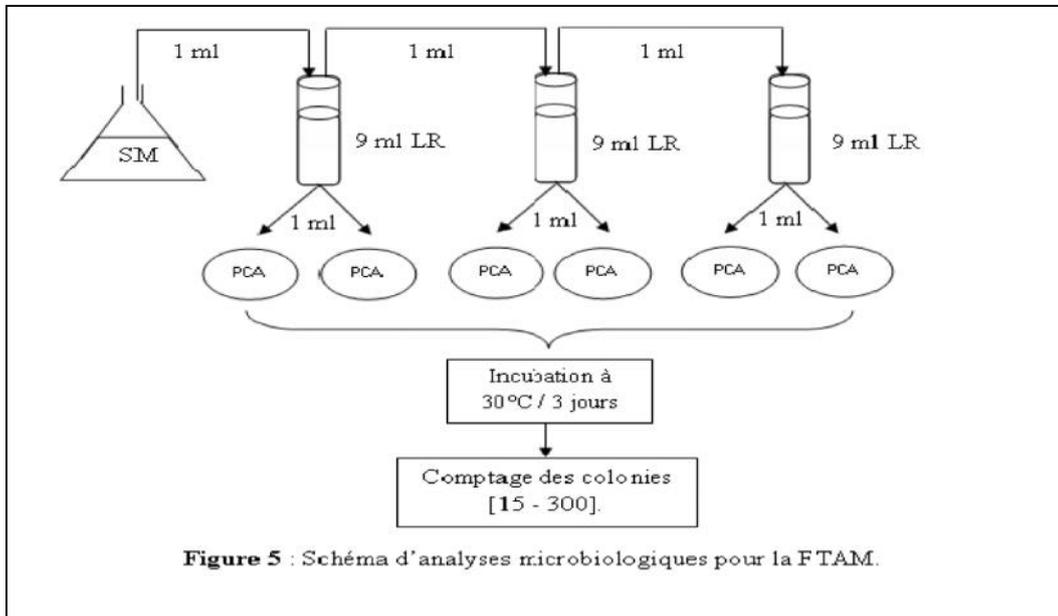
ΣC : La sommes des colonies comptées sur les boites de Pétri.

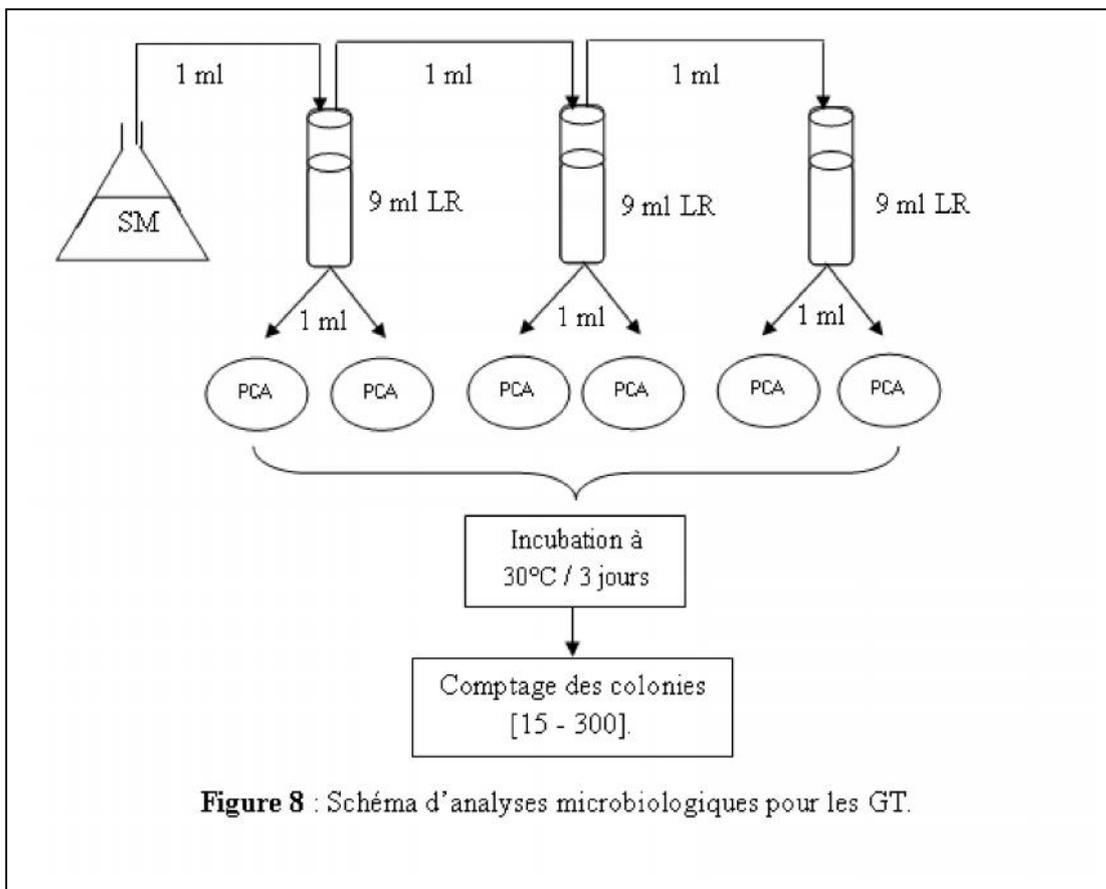
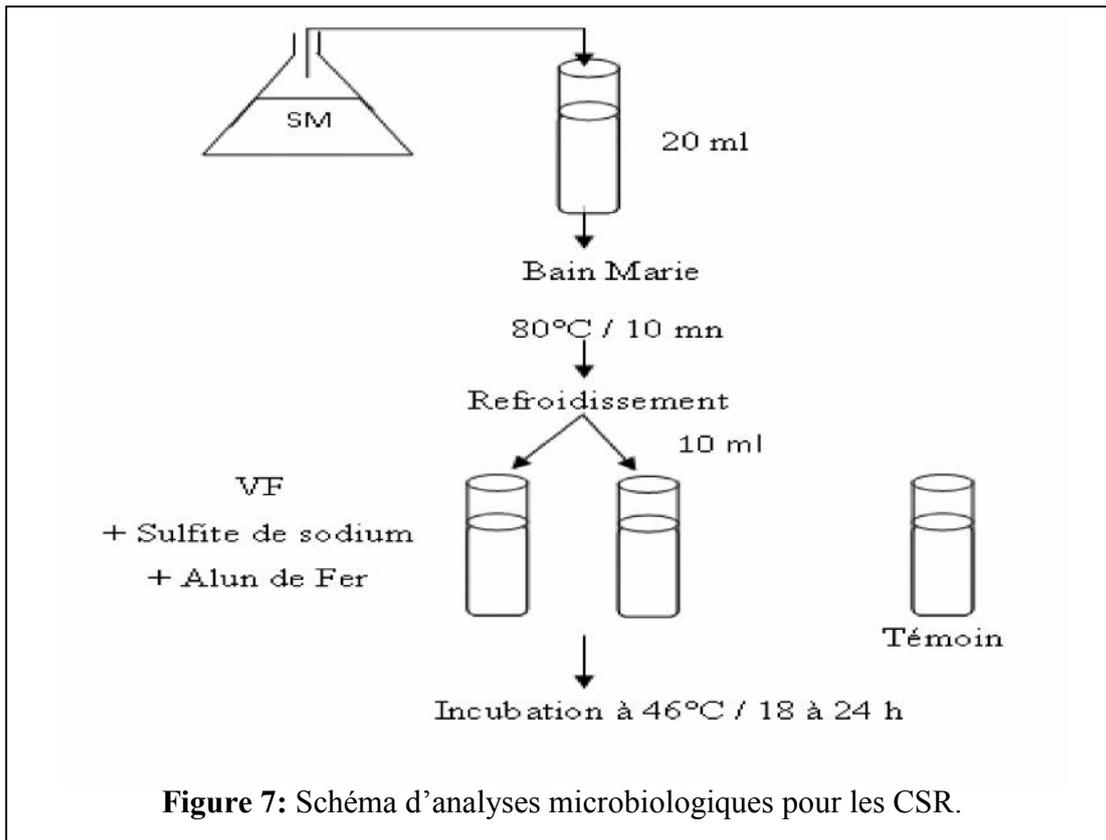
n1 : Nombre de boites comptées à la dilution la plus faible.

n2 : Nombre de boites comptées à la dilution la plus élevée.

d : Valeur correspondant à la dilution à partir de la quelle les premiers dénombrements ont été retenus.

Le nombre de germes le plus probable (NPP) est déterminé par la table de Mac Grady (annexe 3).





En plus de la bactériologie classique, l'unité Tchén-Lait/CANDIA utilise la cytométrie de flux et le test à la rézasurine pour libérer ses produits finis.

III.3.2. Cytométrie

Cette technique est utilisée dans le but de caractériser et quantifier l'ensemble de la flore bactérienne viable présente dans l'échantillon.

➤ Principe

Les cellules en suspension sont marquées par des substances fluorescentes ; cette fluorescence peut être naturelle ou induite par des fluorochromes (**Guthmann, 1991**).

La suspension cellulaire à analyser est injectée dans le cytomètre au centre d'une veine liquide dite « gaine d'entraînement ». Celle-ci est le plus souvent constituée par un milieu physiologique tamponné et équilibré en ion (**Métezeau *et al.*, 2001**). Cette suspension s'écoule de façon laminaire devant un faisceau, les cellules provoquent sa diffusion et sont en même temps illuminées (**Narita *et al.*, 1986**).

Chaque cellule émet lors de son éclaircissement, différents signaux optiques (absorption, diffusion, réfraction et fluorescence). Un dispositif électronique permet de quantifier chaque signal, puis l'informatique regroupe tous les signaux provenant d'une même cellule. L'ordinateur peut alors calculer des statistiques et mettre en forme les données pour faciliter les interprétations (**Métezeau *et al.*, 2001**).

III.3.3. Test à la rézasurine (**Document de l'entreprise, 2011**)

➤ Principe

Il consiste à évaluer par colorimétrie le potentiel redox du lait UHT, en utilisant l'indicateur coloré la rézasurine. En fonction du degré de réduction la rézasurine se transforme à la fin en hydrosafurine (la forme réduite) (**Christiane et Jean-Noel, 1999**).

➤ Structure de la Rézasurine (**Figure 12, Annexe 1**).

➤ Mode opératoire (**Document de l'entreprise, 2011**).

- Préparer la rézasurine (50 ml d'eau distillée stérilisée et ajouter un comprimé de rézasurine 2,5 mg) ;
- Dans une microplaque, introduire 200 microlitres de lait dans chaque puits ;
- Ajouter 20 microlitres de la rézasurine préparée pour chaque puits ;
- Incubation à 37 °C pendant 4 heures.

➤ Expression des résultats

- Si le lait n'est pas stérile, il y aura virage de couleur vers le rose ou formation d'un culot blanchâtre.
- Si le lait est stérile, il garde la couleur bleue.

III.4. Étude statistique

Pour étudier la stabilité du lait UHT demi-écrémé durant la période de notre stage, nous avons opté pour une étude statistique sur les différents paramètres physicochimiques. Pour cela, nous avons procédé comme suit :

- Chaque jour, on prélève deux échantillons (briks) de deux lots différents et cela durant un mois ;
- Effectuer toutes les analyses nécessaires pour chaque échantillon et noter les résultats obtenus ;
- Répartir ces résultats en quatre périodes de 6 jours ;
- Comparer les résultats statistiques de ces quatre périodes (Annexe 4).

Résultats et discussions

IV.1. Analyses physicochimiques

➤ Eau de process

Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process sont résumés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Analyses physicochimiques de l'eau de process.

Paramètres	Moyennes	Normes d'entreprise
pH (à 20 °C)	7,76 ± 0,015	7,5-8
TH (°F)	14,4 ± 0,2	10-20
Chlorures (mg/l)	49,67 ± 0,58	≤ 50
TA (°F)	0	0
TAC (°F)	23±1	≤ 25

D'après les résultats illustrés dans le tableau VIII, on remarque que les valeurs obtenues pour les paramètres suivants : pH, TH, Cl⁻, TA et TAC sur les différents échantillons d'eau de process sont conformes aux normes de l'entreprise. Cela est dû à l'efficacité du traitement d'adoucissement effectué par l'entreprise pour garantir une bonne qualité d'eau de process qui facilite la mouillabilité et la solubilité de la poudre utilisée.

- Le pH doit être légèrement alcalin ; un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion des métaux des canalisations et confère un goût acide aux produits.
- La concentration des chlorures doit être inférieure à 50 mg/l parce que sa teneur élevée dans l'eau peut générer des saveurs désagréables et causer des corrosions dans les canalisations (ces ions attaquent les métaux par piqûre) (Hakmi, 2006).

➤ Poudre de lait

Les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait sont résumés dans le tableau IX.

Tableau IX: Analyses physicochimiques de la poudre de lait.

Paramètres	Moyenne (0 % MG)	Moyenne (26 % MG)	Normes d'entreprise
Humidité (%)	2,85 ± 0,053	3,35 ± 0,089	1-4
pH (à 20 °C)	6,78 ± 0,02	6,76 ± 0,01	6,6-6,8
Densité (à 20 °C)	1,47 ± 0,025	1,34 ± 0,015	1,33-1,53
Acidité °D	10,7 ± 0	10,7 ± 0	11-14
MG (g/l)	14,5 ± 0	26 ± 0	<1,25
Aspect	-	-	Sans grumeaux
Goût et odeur	-	-	Normaux
Couleur	-	-	Crème à jaune pâle

Les résultats obtenus après les analyses effectuées sur la poudre de lait répondent aux normes de l'entreprise. Ceci confirme que les poudres de lait utilisées par l'entreprise Tchint-Lait (CANDIA) sont de bonne qualité. Les facteurs les plus susceptibles d'affecter la qualité de la poudre sont la lumière, l'oxygène, la température et le taux d'humidité. Toutes ces conditions, individuellement ou regroupées ont la propriété de stimuler les réactions de détérioration par oxydation (*Amiot et al., 2002*).

Le conditionnement de la poudre se fait dans des sacs de 25 kg en polyéthylène doublé de sacs en papier à l'extérieur pour empêcher la pénétration de la lumière et d'oxygène et leur stockage à des températures convenables afin que les taux d'humidité restent compris entre 1 et 4 (*Document de l'entreprise, 2011*).

➤ **Produit fini**

Les résultats des analyses physicochimiques du produit fini sont résumés dans le tableau X.

Tableau X: Analyses physicochimiques du produit fini.

Paramètres	Moyenne	N.I.E
pH	6,73 ± 0,05	6,6-6,9
Acidité (°D)	13,30 ± 0,041	12-14
Densité à 20 °C	1,032 ± 0	1,032-1,034
MG (g/l)	16,17 ± 0,14	15-16,3
EST (g/l)	106,67 ± 0,14	106-107,5
ESD (g/l)	90,61 ± 0,069	90-91,2
Alcool	-	Négatif
Ramsdell	2,57 ± 0,019	> 2,3 ml
Ebullition	-	Négatif
Gout et odeur	-	Normaux
Couleur	-	Blanche
Poids (g)	1059,6 ± 0,70	1054-1060
Volume (L)	1 ± 0	1±0,005

N.I.E : Normes Internes de l'Entreprise

Les résultats du pH, acidité titrable, densité, matière grasse, poids, volume, extrait sec total ainsi que l'extrait sec dégraissé sont conformes aux normes internes de l'entreprise.

Le pH et l'acidité ont une importance exceptionnelle par l'abondance des indications et des renseignements qu'ils donnent sur la richesse du lait en certains de ces constituants, son état de fraîcheur ou sa stabilité. Le pH varie avec la richesse du lait en phosphates, citrates et caséines (Mathieu, 1998).

➤ **Test de Ramsdell**

On a remarqué que le test effectué sur les échantillons du produit fini, indique que le volume de la solution phosphate monopotassique peut atteindre 2,6 ml sans que notre échantillon de lait UHT ne soit affecté. Une surcharge en ions phosphate entraîne la coagulation du lait. Plus la quantité de phosphate nécessaire est grande, plus le lait est stable et inversement (Odet, 1985).

➤ Test à l'ébullition

Les résultats obtenus montrent une absence de coagulation du lait, en effet le lait commence à coaguler lorsque l'acidité est supérieure à 21 ° D (Guiraud, 1998).

➤ Test à l'alcool

Le test d'alcool nous renseigne que nos échantillons de lait n'ont pas subi d'altération microbienne. Car le lait s'altère par un développement des microorganismes, la floculation des protéines précipitées qui est mise en évidence par le test à l'alcool.

Le test à l'alcool est "négatif" parce qu'on n'a pas constaté une floculation pendant au moins 1 min. Dans le cas contraire, la stabilité du produit fini est douteuse et on constate souvent la présence de sédimentation (Odet, 1985).

➤ Test sensoriel

Les tests concernant le goût, l'odeur et la couleur montrent que les échantillons de lait UHT analysés ne présentent pas de défauts qui peuvent porter préjudice à la qualité organoleptique de ce dernier et être apprécié par le consommateur. Cela est dû à la maîtrise du process, notamment le traitement thermique et le conditionnement qui peuvent engendrer l'oxydation et/ou la réaction de Maillard ce qui génère un rancissement, un goût de cuit et un changement de couleur.

• Etude de la stabilité du produit durant les quatre périodes de production

L'étude statistique est effectuée sur 48 échantillons avec le logiciel XLSTAT-ANOVA (analyse de la variance). Pour étudier la stabilité on a pris deux tests :

- Test de comparaison multiple à un intervalle de confiance à 95 %.
- Test de Fisher (LSD) : Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %.

D'après ces tests on peut tirer les conclusions suivantes :

➤ pH

Selon le tableau XI, les valeurs du pH obtenues ne présentent pas une différence significative entre les quatre périodes.

Tableau XI : Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables ($H_0 = Y = \text{Moy}(Y)$) :

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Modèle	3	59,203	19,734	45,661	< 0,0001
Résidus	44	19,017	0,432		
Total	47	78,220			

Le test Fisher (LSD) confirme qu'il n'y a pas de différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 % (Tableau XII annexe 4 et figure 9).

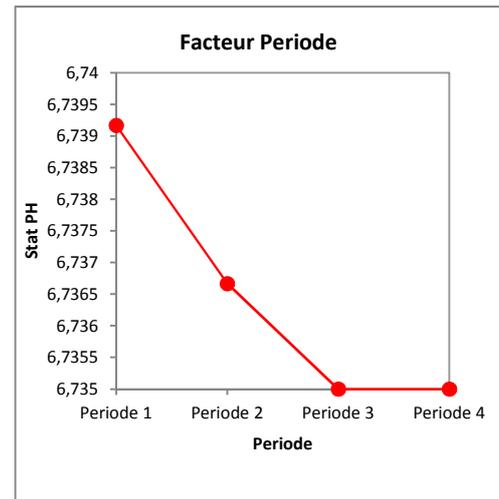


Figure 9 : Diagramme représentatif des valeurs du pH durant les quatre périodes

➤ Acidité

Le tableau XIII montre que les valeurs de l'acidité présentent une différence significative entre les quatre périodes.

Tableau XIII : Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables

($H_0 = Y = \text{Moy}(Y)$) :

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Modèle	3	0,067	0,022	2,232	0,098
Résidus	44	0,442	0,010		
Total	47	0,509			

D'après le tableau XIV (Annexe 4) et la figure 10, les valeurs de l'acidité obtenues ne présentent pas une différence significative entre la troisième et la quatrième période ainsi que pour la deuxième et la première, en revanche elle existe entre ces deux dernières et les deux premières.

Malgré cette différence les résultats de l'acidité obtenus répondent aux normes internes de l'entreprise (12-14°D).

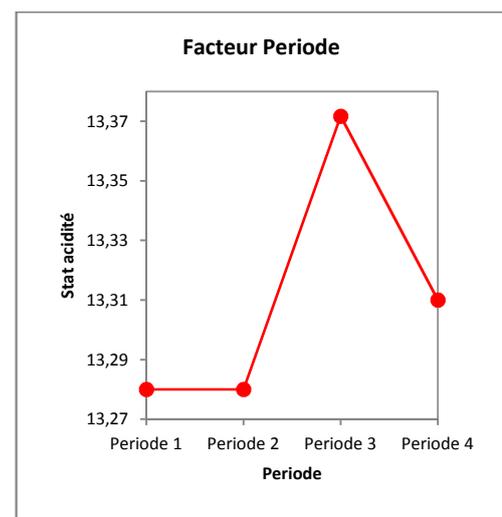


Figure 10 : Diagramme représentatif des valeurs de l'acidité durant les quatre périodes de production

➤ Matière grasse

Le tableau XV montre que les valeurs de la matière grasse présentent une différence significative entre les quatre périodes.

Tableau XV : Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables

($H_0 = Y = \text{Moy}(Y)$) :

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Modèle	3	0,542	0,181	6,308	0,001
Résidus	44	1,261	0,029		
Total	47	1,803			

Le tableau XVI (Annexe 4) et la figure 11 montrent que les valeurs de la matière grasse obtenues ne présentent pas une différence significative entre la première et la deuxième période ainsi que pour la quatrième et la troisième, en revanche elle existe entre ces deux dernières et les deux premières puisque les valeurs de la matière grasse sont très proches. Malgré cette différence les résultats de la matière grasse obtenus répondent aux normes internes de l'entreprise (15 -16,3).

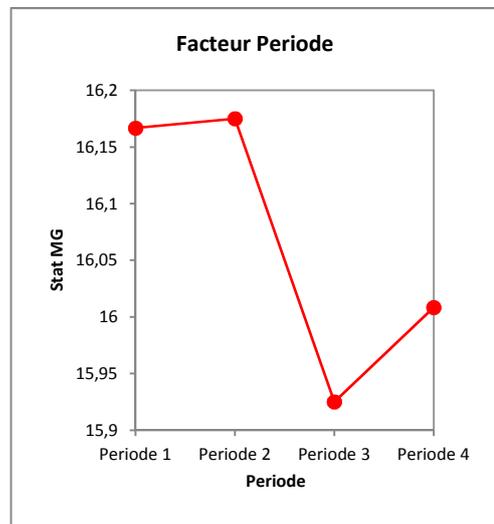


Figure 11: Diagramme représentatif des valeurs de la MG durant les quatre périodes de production.

➤ L'extrait sec total (EST)

Le tableau XVII montre que les valeurs de l'extrait sec total ne présentent pas une différence significative entre les quatre périodes.

Tableau XVII : Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables

($H_0 = Y = \text{Moy}(Y)$) :

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Modèle	3	0,542	0,181	6,308	0,001
Résidus	44	1,261	0,029		
Total	47	1,803			

Selon le tableau XVIII (Annexe 4) et la figure 12, les valeurs de l'extrait sec total obtenues ne présentent pas une différence significative durant les quartes périodes après analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %.

Ces résultats montrent que les valeurs de l'EST sont stables durant les quatre périodes, cela est dû à maîtrise de l'étape de reconstitution (quantité d'eau ajoutée).

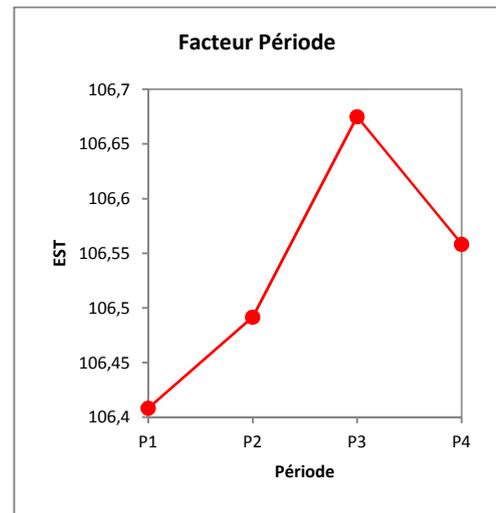


Figure 12: Diagramme représentatif des valeurs de l'EST durant les quatre périodes de production.

➤ Poids

Le tableau XIX montre que les valeurs du poids ne présentent pas une différence significative entre les quatre périodes.

Tableau XIX : Evaluation de la valeur de l'information apportée par les variables

($H_0 = Y = \text{Moy}(Y)$) :

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Modèle	3	9,997	3,332	0,564	0,642
Résidus	44	260,028	5,910		
Total	47	270,025			

Le tableau XX (Annexe 4) et la figure 13 montrent que les valeurs du poids obtenues ne présentent pas une différence significative durant les quartes périodes après analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %. Ces résultats sont dus à l'efficacité du fonctionnement de la remplisseuse.

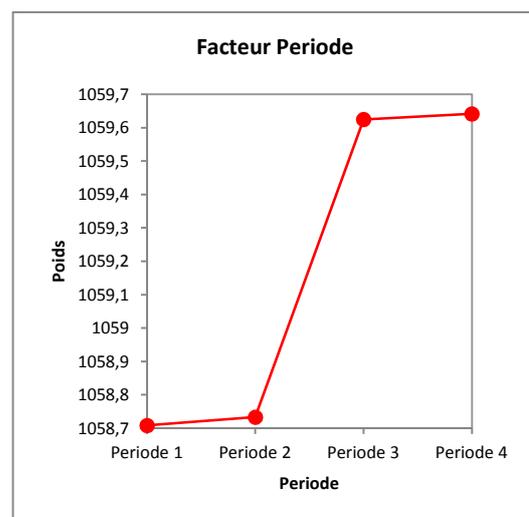


Figure 13: Diagramme représentatif des valeurs du poids durant les quatre périodes de production.

IV.2. Analyses bactériologiques

➤ Eau de process

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau de process sont résumés dans le tableau XXI.

Tableau XXI: Analyses bactériologiques de l'eau de process.

Microorganismes	Résultats	Normes	Références
FTAM	Absence	à 37 °C < 20 UFC à 22 °C <100 UFC	J.O.R.A n°35,1998
Coliformes totaux	Absence	1 (UFC/g)	
Coliformes fécaux	Absence	Absence	
CSR	Absence	Absence	

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus montrent que la charge microbienne de l'eau de reconstitution est nettement inférieure aux normes fixées par l'arrêté interministériel du 24 janvier 1998. Cela est dû d'une part à la qualité de l'eau de distribution déjà traitée par l'ADE et d'autre part au traitement par les rayons ultraviolets, effectué au niveau de la station de traitement des eaux de l'unité de production.

L'absence des Clostridium sulfitoréducteurs et des coliformes qui sont des indices de contamination fécale résulte du respect des bonnes conditions d'hygiène (**Guiraud et Galzy, 1980**).

La présence d'une seule bactérie dans 100 ml de lait est inacceptable par les normes de contrôle sanitaire (**Oteing-Gyang, 1984**).

➤ Poudre de lait

Les résultats des analyses bactériologiques des poudres de lait 0 % et 26 % sont résumés dans le tableau XXII.

Tableau XXII : Analyses bactériologiques de la poudre de lait.

Micro-organismes	Poudre 26%	Poudre 0%	Normes	Références
Flore aérobie mésophile totale	10 ³	2.10 ³	2.10 ⁵ (UFC/g)	J.O.R.A n°80,1999
Coliformes totaux	Absence	Absence	<10 (UFC/g)	J.O.R.A n°19,2000
Clostridium sulfite réducteurs	Absence	Absence	<10 (UFC/g)	J.O.R.A n°19,2000

Les résultats obtenus montrent une absence totale des coliformes et des Clostridium sulfite réducteurs dans les poudres de lait analysées, ce qui confirme la bonne qualité de ces poudres et ceci revient au conditionnement aseptique de la poudre dans des sacs qui empêchent toute contamination microbienne, aussi leur stockage à l'abri de l'humidité et de la température ambiante, car il est connu que tout abaissement de l'activité de l'eau affecte le taux de croissance bactérienne.

➤ **Produit fini**

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

Tableau XXIII : Analyses bactériologiques du produit fini.

Germes recherchés	Brik 1	Brik 2	Brik 3	Brik 4	Brik 5	Normes (J.O.R.A, N°35,1998)
Flore totale aérobie mésophile	absence	absence	absence	absence	absence	<10 UFC/0,1ml

L'absence totale de la FTAM est due à l'efficacité du traitement UHT et au conditionnement aseptique (réalisé sous atmosphère aseptisée avec désinfection de l'emballage à l'aide d'une solution de peroxyde d'hydrogène) qui le protège d'éventuelles contaminations, en plus le matériel (circuits et tanks) est nettoyé à chaque fin de production par un système automatique qui permet le passage des solutions acides et alcalines durant un temps précis et une température adéquate.

➤ Test à la Rézasurine

Les résultats du test à la rézasurine sont résumés dans le tableau XIV.

Tableau XXIV : Résultats du test à la Rézasurine.

	Nombre de briks non stérile	Observation
Echantillon1	00	Conforme
Echantillon 2	00	Conforme
Echantillon 3	00	Conforme

Les résultats de la rézasurine confirment la bonne qualité du lait, qui se traduit par la persistance de la couleur bleue. Cela est dû à une absence totale de germes dans le lait stérilisé UHT.

Conclusion

Notre travail consiste à suivre la qualité physicochimique et microbiologique du lait UHT demi-écrémé produit par l'unité Tchén-Lait/CANDIA.

Les résultats des différentes analyses physicochimiques effectuées sur la poudre de lait, l'eau de process et sur le produit fini montrent 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 process de fabrication.

De même, les analyses microbiologiques sont conformes aux normes, ce qui nous permet de garantir une bonne qualité hygiénique et marchande du produit fabriqué. Cette qualité n'est qu'un résultat de bonne condition d'hygiène et de stérilisation.

D'autre part, l'étude statistique effectuée sur quelques paramètres physicochimiques du produit fini confirme leurs stabilités durant la période du stage ce qui implique que le lait UHT demi-écrémé est de haute qualité nutritionnelle et hygiénique.

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

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Aboutayeb, R. 2009. Technologie des laits de consommation. Thèse, Institut de nutrition, de l'alimentation et des technologies agroalimentaires (INATAA).Constantine.

AFNOR. 1980. Recueil des normes françaises, lait et produits laitiers. Ed. *AFNOR*. Paris.

AFNOR. 1999. Lait et produits laitiers. **1** : Lait. Ed: *AFNOR*. Paris.

Alais, C. et Linden, G. 1987. Abrégé de biochimie alimentaire. Ed. *Tec et Doc*. Paris, P: 165.

Amellal, R. 2009. La filière lait en Algérie : entre objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Département économie rural. INA. EL HARACH. Alger. Algérie.

Amiot, J. et al. 2002. Science et technologie du lait: manuel de transformation du lait. Ed. *Tec et Doc*. Lavoisier. Paris, PP: 362-378.

B

Bhothipaksa, K et Busta, F. 1978. Osmotically induced increase in thermal resistance of heat sensitive, dipicolinic acid less spores of *Bacillus cereus* ht-8. *Applied and Environmental Microbiology* 35 (4). PP: 800-808.

C

Cayot, P. et Lorient, D. 1998. Structure et technofonction des protéines du lait. Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier. Paris, P: 176.

Cheftel, J.C. et Cheftel, H. 1992. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments **2**. Ed. *Tec et Doc*. Lavoisier. Paris, P: 36-43-48.

Codex alimentarius. 2000. Lait et produits laitiers. *Codex alimentarius*, **12**. P: 3.

Codex standard 207. 1999. Normes codex pour les laits en poudres et la crème en poudre. *Codex alimentarius*.

Christiane, J. et Jean-Noël, J. 1999. Microbiologie alimentaire. Centre régional de documentation pédagogiques d'Aquitaine, 212 P.

D

Davidson. 1999. Processing of recombined product. 3rd symposium on recombined milk and milk product. IDF-FIL.

Debry, G. 2001. Lait, nutrition et santé. Ed. *Tec et Doc*. Lavoisier. Paris, P: 8.

Dillon, J.C. 1989. Le lait dans la région méditerranéenne. Place du lait dans l'alimentation humaine en régions chaudes. Série séminaires-n°6. Ed. *Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes (CIHEAM)*. Paris, P: 163.

Document de l'entreprise Tchou-Lait CANDIA. 2011.

Dominique et Fermiy, F. 1999. Quid 1999. Encyclopédie, chapitre lait. Ed. *Robert LAFFONT*.

E

Eck, A. et Gillis, I. 1997. Le fromage. 3^{ème} Ed. *Technologie et documentation*. Lavoisier. Paris, P 306.

Emilie, F. 2007. Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique.

F

FAO, 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed. *FAO*. Rome, P: 38.

FOSS. 2010. Profitable dairy production in your hands. Ed: *FOSS*. Denmark.

J

Jahn, M. et Jahn, D. 2010. Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology. Ed. K.N. Timmis, Verlag Berlin Heidelberg. Technical University Braunschweig, Braunschweig, Germany.

Joffin, C. et Joffin, J. N. 1999. Microbiologie alimentaire. 5^{ème} Ed. Lavoisier. Paris.

JORA N° 069. 1993. Arrêté interministériel du 18 Aout relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.

JORA n° 35. 1998. Arrêté interministériel du 24 Janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 23 Juillet 1994 relatif aux spécifications de certaines denrées alimentaires. P 8.

JORA. 1999. Arrêté interministériel du 27 octobre 1999 relatif aux spécifications du lait en poudre industriel et aux conditions et modalités, sa détention, son utilisation et sa commercialisation.

H

Hachemi, N. et Hassane, S. 2011. Etude de la qualité physicochimique et microbiologique du lait stérilisé UHT demi-écrémé produit par Tchén-Lait/CANDIA. Mémoire de fin de cycle. Université de BEJAIA, P : 28.

Hakmi, A. 2006. Mémoire online. Traitement-des-eaux. Traitement de l'eau de source bousfer. ORAN.

G

Guiraud, J. et Galzy, P. 1980. Microbiologie du lait : l'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Ed. *L'usine nouvelle*. Paris, P:110-120.

Gosta, B. 1995. Dairy processing handbook. Tetra pack processing systems AB. S-221 86 Lund. Ed. *Teknotext AB*. Sweden, PP: 73-384.

Guiraud, J.P. 1998. Microbiologie alimentaire. Techniques d'analyse microbiologiques. Ed. *Dunod*. Paris, PP :337-400.

Guiraud, J.P. 2003. Microbiologie alimentaire. Ed. *Dunod*. Paris, P: 393.

Guthmann, G.F. 1991. Technique d'analyse de contrôle dans les industries agroalimentaires : principe des techniques d'analyse. Ed. *Tec et Doc*. Lavoisier. Paris, PP : 53-55.

L

Lamontagne, M. et al. 2002. Microbiologie du lait. In : Science et technologie du lait. Ed. *Fondation de technologie*. Canada, PP: 14-79.

Laurent, S. 1992. Contrôle de la qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA. Thèse de doctorat en sciences vétérinaires, école inter états des sciences et médecine vétérinaires.

Luquet, F.M. 1985. Lait et produits laitiers (vache, brebis, chèvre). 1. Les laites de la mamelle à la laiterie. Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier. Paris, PP : 1-9.

Luquet, F.M. 1990. Laits et produits laitiers (vache, brebis, chèvre). 2. Les produits laitiers transformation et technologie. Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier, Paris, PP: 4-19.

M

Mansbridge, R.J. et Blake, J.S. 1997. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *Br J Nutr* 78(Suppl 1): S37–47.

Mahaut, M., Romain, D. et Gerard, B. 2000. Les produits industriels laitiers. Initiation à la technologie fromagère. Ed. *Technologie et Documentation*. Lavoisier. Paris, PP: 1-23.

Metzeau, P. et al. 2001. Cytométrie et oncologie : approche technique, intérêt et limites, perspectives. *Bulletin du cancer*. **88**. PP: 1-7.

Mathieu, J. 1998. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier, Paris, PP: 164-165-171.

Moller, S. 2000. La reconstitution du lait. Ed. *Sodiaal*, Ivry-sur seine, P: 51.

Mouffok, F. 2009. Analyses microbiologiques. *Institut Pasteur d'Algérie*. Microbiologie des laits et produits laitiers.

N

Newstead, D.F., Paterson, G., Anema, S.G., Coker, C.J. et Wewala, A.R. 2006. Plasmin activity in direct-steam-injection UHT processed reconstituted milk: Effects of preheat treatment. *International Dairy Journal*. **16**. PP: 573-579.

Narita, M. et al. 1996. Cultures et fractions cellulaires.

O

Odet, G., Cerf, O., Chevillotte, G., Douard, D., Gillis, G. et al. 1985. La maîtrise de la qualité du lait stérilisé UHT. Ed. *Association pour la promotion industrie-agriculture (APRIA)*. Lavoisier, Paris, PP: 28-135.

Oteing-Gyang, K. 1984. Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chaudes. Ed. *Tec et Doc*. Lavoisier. Paris, P: 25.

P

Petransxiene, D. et Lapied, L. 1981. La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers. Analyses et tests. 2^{ème} Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier. Paris.

R

Rodier, J. 1984. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. Ed. *Dunod*. Paris, PP: 3-679.

Roudaut H et Lefrancq E. 2005. Biosciences et techniques. Alimentation théorique. Sciences des aliments. Ed. *Doin*. Paris.

V

Vandercammen, M. 2011. Quel lait choisir. Ed. *CRIOC*. Bruxelles, PP: 2-4.

Veisseyre, R. 1979. Technologie du lait. 3^{ème} Ed. *Maison Rustique*. Paris, 709P.

Vierling, E. 1998. Aliments et boissons filières et produits biosciences et techniques. Ed. *Doin*. Paris.

Vignola, C.L. 2002. Science et technologie du lait-Transformation du lait. Ed. *Presses internationales polytechniques*. Canada, PP: 28-89-285-291.

Annexes

Annexe 1

Appareillages et Réactifs

- Dessiccateur à infrarouge.
- pH mètre.
- Solution de NaOH titrée à 0.1mol/l.
- Phénol phtaléine (1%)
- Deux solutions étalons (pH=4, pH=7).
- Eau distillée
- Lactodensimètre.
- Thermomètre pour vérifier la température du produit (20°C).
- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié.
- Doseur à alcool iso amylique délivrant 1ml.
- Doseur pour l'acide sulfurique.
- Centrifugeuse électrique chauffante pour le butyromètre à lait
- Acide sulfurique.
- Solution EDTA à 0.02N.
- Acide iso amylique
- Indicateur coloré noir ériochrome T (NET)
- Ethanol.
- Bain-Marie.
- Solution de phosphate mono potassique.

Milkoscan

Il sert à mesurer les paramètres suivants :

- MG : matière grasse
- MP : matière protéique
- Lact : lactose
- EST : extrait sec total
- ESD : extrait sec dégraissé
- FPD : point de congélation



Figure 14 : Le Milkoscan

Cytomètre

Son principe est illustré dans les figures 15.

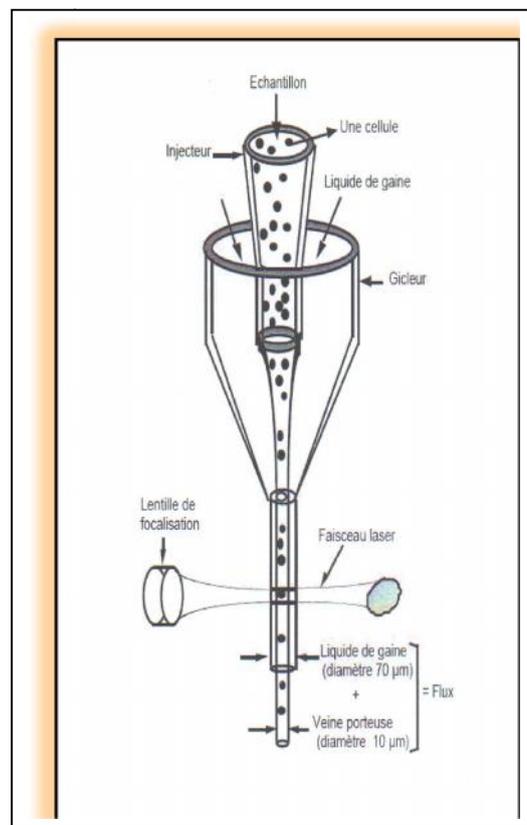


Figure 15: Principe de cytométrie de flux.

Rézasurine

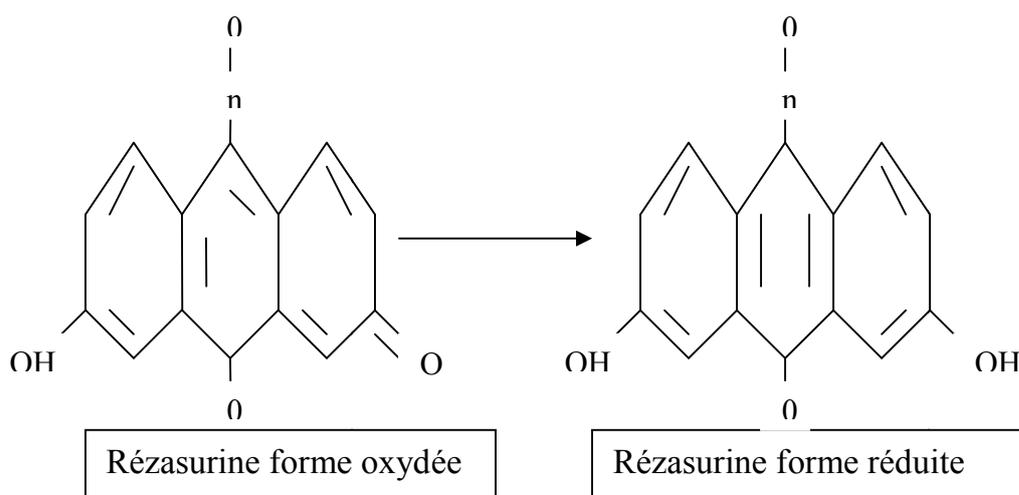


Figure 16 : Structure de la Rézasurine.

Annexe 2

Milieux de culture utilisés (GUIRAUD 1998).

PCA : (plate count Agar) pour le dénombrement de la flore totale

Tryptone	6g
Glucose	5g
Extrait de levure	3g
Gélose	15g

BCPL : (bouillon lactose au pourpre de Bromocrésol)

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

VF : (Gélose viande foie)

Extrait viande foie	30g
Glucose	2g
Amidon	2g
Gélose	12g

Eau péptonée exemple d'indole

Peptone exempte d'indole	15g
Chlorure de sodium	5g

Litsky (Milieu au bouillon à l'azide et à l'éthyl-Violet) :

Peptone	20g
Glucose	5g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate bi potassique	2,7g
Phosphate mono potassique	2,7g
Azide de sodium	0,3g
Ethyl-Violet	0,5g

Roth

Peptone	20 g.
Glucose	5 g.
Chlorure de sodium	5 g.
Phosphate bi potassique	2, 7g.
Phosphate mono potassique	2, 7g.
Azide de sodium	0,7 g.

BLBVB

Bile de bœuf déshydratée	20 g
Lactose	10 g
Peptone	10 g
Vert brillant	13,5 g

VRBL

Lactose	10 g
Extrait de levure	5 g
Peptone	7 g
Sels biliaires	1,5 g
Chlorure de sodium	5 g
Rouge neutre	30 g
Cristal violet	2 g
Gélose	12 g

Liquides et réactifs utilisés**Réactif de kovacs**

Alcool amylique ou iso-amylique	150 ml
P.diméthylaminobenzaldéhyde	10 g
Acide chlorhydrique concentré	50 ml

Liquide ringer

Chlorure de sodium	9 g
Chlorure de potassium	0,42 g
Chlorure de calcium	0,48 g
Bicarbonate de sodium	0,2 g

Annexe 3

Table de Mac Grady pour une série de trois tubes (indice NPP)

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 4

Etude statistique

Les résultats des analyses physicochimiques sont repartis en quatre périodes égales :

- **Période 1** : du 03/03/2012 au 08/03/2012.
- **Période 2** : du 09/03/2012 au 14/03/2012.
- **Période 3** : du 15/03/2012 au 20/03/2012.
- **Période 4** : du 21/03/2012 au 26/03/2012.

Tableau XII : Classement et regroupement des pH obtenus par le test Fisher (LSD).

Modalités	Moyenne	Ecartstype	Regroupements
Période 1	6,739	0,004	A
Période 2	6,737	0,005	A
Période 3	6,735	0,005	A
période 4	6,735	0,005	A

Tableau XIV : Classement et regroupements des acidités obtenues par le test Fisher (LSD).

Modalités	Moyenne	Ecartstypes	Regroupements	
Période 3	13,372	0,029	A	
Période 4	13,310	0,041	A	B
Période 2	13,280	0,041		B
Période 1	13,280	0,041		B

Tableau XVI: Classement et regroupements de la matière grasse obtenue par le test Fisher

Modalités	Moyenne	Ecart types	Regroupements	
Période 2	16,175	0,049	A	
Période 1	16,167	0,069	A	
Période 4	16,008	0,069		B
Période 3	15,925	0,069		B

Tableau XVIII: Classement et regroupements de l'extrait sec total obtenu par le test Fisher (LSD).

Modalités	Moyenne	Ecart types	Regroupements
Période 3	106,675	0,142	A
Période 4	106,558	0,142	A
Période 2	106,492	0,142	A
Période 1	106,408	0,100	A

Tableau XX : Classement et regroupements des poids obtenus par le test Fisher (LSD).

Modalités	Moyenne	Ecart types	Regroupements
Période 4	1059,642	0,702	A
Période 3	1059,625	0,992	A
Période 2	1058,733	0,992	A
Période 1	1058,708	0,992	A

Annexe 5

I. Présentation de l'unité d'accueil

Tchin-Lait/CANDIA est une entreprise privée de droit algérien, constituée juridiquement en société à responsabilité limitée (SARL). Elle applique un régime de travail continu (24 h/24 h) avec un effectif avoisinant les 250 employés dont 14 % d'entre eux sont des cadres, 24 % des agents de maîtrise et 52 % des agents d'exécution.

Tchin-Lait/CANDIA est dotée d'un capital social de 153 700 000 DA détenu majoritairement par Mr Fawzi BERKATI gérant de la société. Implantée sur le site de la limonaderie Tchin-tchin à l'entrée de la ville de Béjaia du côté ouest, Tchin-Lait s'étend sur une superficie totale de 4000 m² avec une surface couverte de 3300 m², comprend :

- Un atelier de production et de conditionnement;
- Un laboratoire pour les analyses microbiologiques et physicochimiques du lait;
- Une administration générale (direction générale et administration, direction commerciale, marketing, service achats et approvisionnement).

❖ Historique

Tchin-Lait était, à l'origine, une entreprise familiale créée par des fonds privés, spécialisés 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 sous label CANDIA, car en 2000, une franchise CANDIA est née en Algérie, devenue fonctionnelle depuis 2001. La structure organisationnelle de l'entreprise repose sur un modèle hiérarchique classique.

Les différents services de cette entreprise sont représentés sur la figure 4.

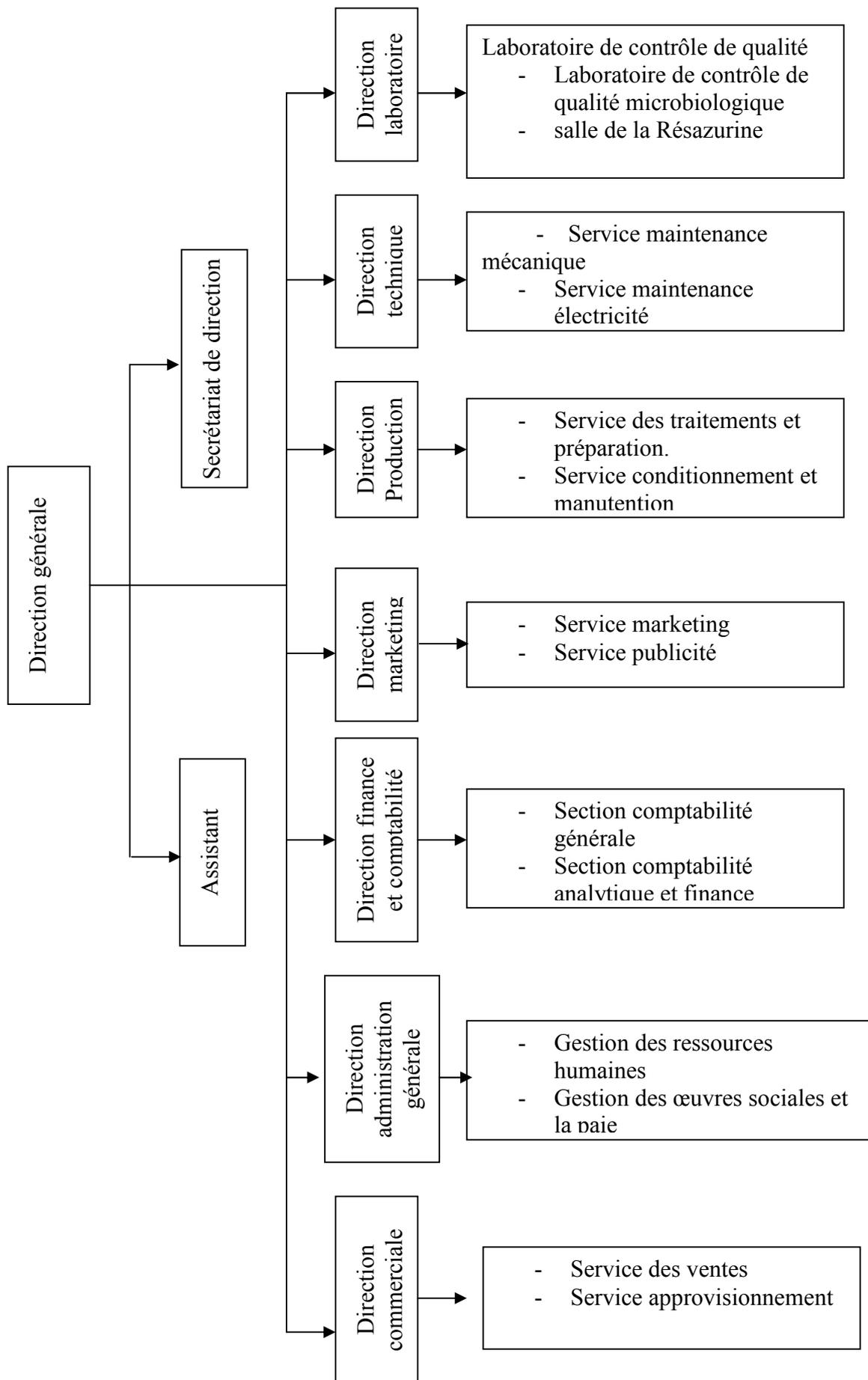


Figure 4: Organigramme de l'organisation de la laiterie Tchîn-Lait (Candia)

❖ **Produits de Tchín-Lait**

Tchin-Lait se concentre sur la production du lait stérilisé UHT. La gamme de production de Tchín-Lait est constituée actuellement de :

- ❖ Lait stérilisé UHT, partiellement écrémé ;
- ❖ Lait stérilisé UHT, partiellement écrémé vitaminé ;
- ❖ Lait stérilisé UHT, silhouette (0% MG) ;
- ❖ Lait stérilisé UHT entier ;
- ❖ Lait stérilisé chocolaté (Candy-choco) ;
- ❖ Lait et jus ;
- ❖ Jus de fruits.

Résumé

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, notamment par le consommateur.

Notre étude consiste à déterminer la qualité physico-chimique et microbiologique d'un lait stérilisé UHT demi-écrémé produit par la laiterie locale Tchin-Lait/CANDIA (Bejaia), et une analyse statistique a été appliquée afin d'interpréter les résultats obtenus.

Le lait UHT est un lait stérilisé par chauffage à une température allant de 132 à 150°C, pendant une durée de temps allant de 3 à 4 secondes, et conditionné aseptiquement. Il a une date limite de conservation (DLC) de trois à six mois à compter de sa date de fabrication.

Les résultats des analyses effectuées montrent que l'ensemble des paramètres physicochimiques et microbiologiques étudiés répondent aux normes internes de l'entreprise et aux normes algériennes en vigueur.

Mots clés : *Lait stérilisé UHT, demi-écrémé, paramètres physico-chimiques et microbiologique, qualité, conformité.*

Abstract

In the milk industry, quality became an essential criterion and an incontestably major requirement, for the companies confronted with an increasingly hard competitiveness, in particular by the consumer.

Our study consists in determining the physicochemical and microbiological quality of a milk sterilized partially skimmed UHT produced by the local dairy Tchin-Lait/CANDIA (Bejaia), and a statistical analysis was applied in order to interpret the results obtained.

Milk UHT is a milk sterilized by heating at a temperature going of 132 with 150C, throughout one time going from 3 to 4 seconds, and conditioned aseptiquement. It has a limiting date of conservation (DLC) from three to six months as from its date of manufacture.

The results of the analyses carried out show that the whole of the physico-chemical and microbiological parameters studied meet the internal standards of the company and the Algerian standards into force.

Key words: *Milk sterilized UHT, partially skimmed, physico-chemical and microbiological parameters, quality, conformity.*