

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf:.....

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

MASTER

Thème

**Suivi de la qualité d'un lait partiellement écrémé au cour
de l'étuvage.**

Présenté par :

AOUCHICHE Mecipsa & FENGAL Mehieddine

Soutenu le : **01/07/2023**

Devant le jury composé de :

Mme BOUARROUDJ K	MCA	Présidente
Mme TAMENDJARI S	MCA	Encadrante
Mr. BACHIR Bey M	MCA	Examineur

Année universitaire : 2022 / 2023

REMERCIEMENTS

Avant tout, Nos sincères remerciements à Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la patience d'aller au bout de notre objectif dont la grâce infinie et la guidance qu'ont accompagnés tout au long de ce parcours académique

Nous avons l'honneur et le plaisir d'exprimer nos profonds remerciements à :

*Notre promotrice M^{me}**TAMEDJARI .S** D'avoir accepté de nous encadrer et pour ses conseils précieux*

*Aux membres de jury, la présidente : M^{me}**BOUARROUDJ.K** et l'examineur Mr **BACHIR BEY.M** d'accepter et de consacrer leur temps et leur expertise à l'examen de notre mémoire*

A nos chers parents qui sont la principale source de motivation pour atteindre cet objectif.

A Tous le personnel de l'unité de Tchénouet/Candia (Alger)

À toutes personnes qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A vous les plus sincères expressions de gratitude et de respect

Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes très chers parents, qui ont été la source constante de soutien et d'encouragements, tout au long de ce parcours académique, votre amour inconditionnel et vos sacrifices ont été ma plus grande motivation, que dieu vos garde pour moi.

A mes frères : Massinissa, Jugurtha, et à ma petite princesse Melissa, que dieu vous guide et garde pour moi.

A mes grands-parents, que dieu vos garde, à mes cousins et oncles et à toute ma famille, merci infiniment pour votre soutien.

A monsieur FENGAL A.H., de nous avoir guidé et orienté toute au long de notre stage.

A H. Sofiane pour son aide précieuse.

A madame IOUDIAN.F, merci infiniment pour tes précieux conseils.

A mon binôme et à toute sa famille.

A mon très cher ami : Yanis.

A H. Thiziri mon bras droit.

A toute la promo QPSA.

AOUCHICHE Mecipsa

Dédicace

Je dédie ce travail avec ma profond gratitude a

Mes très chers parents qui ont été mes premiers enseignants, et qui m'ont fait confiance.

A Mes frères : Djamel et Amer

A Mes Sœur : Sarah et Aya

A toute la famille : oncles, cousins particulièrement A/Hakim, de proche et de loin

A Mes amis : particulièrement Fayçal, Nadjib

A Nesrine B merci pour votre soutien

A Mes camarades de la cité universitaire

A Mon binôme et toute sa famille

A ceux qui m'ont guidé et inespéré avec patience et expertise

Grace à vous que J'ai pu surmonter les défis et réaliser cette étape importante de ma vie.

FENGAL Mehieddine.

Listes de tableaux

Tableau I: Compositions chimique moyennes du lait de vache	2
Tableau II: Les micro-organismes a recherché pour les matières premières et le produit fini.	22
Tableau III: Analyses physico-chimiques de l'eau de process.	28
Tableau IV: Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process	29
Tableau V: Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.	30
Tableau VI: Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait.	30
Tableau VII: Résultats des Analyses microbiologiques du produit fini lait demi –écrémé.	34
Tableau VIII: Résultats de l'analyse du produit fini par cytométrie en flux (D-COUNT)	35

Listes des figures

Figure 1: Diagramme de fabrication du lait UHT demi-écrémé	11
Figure 2: Analyse statistique du paramètre du pH, pour les trois échantillons.	311
Figure 3: Analyse statistique du paramètre de la matière grasse, pour les trois échantillons.	322
Figure 4: Analyse statistique du test de RAMSDELL, pour les trois échantillons.	333
Figure 5: Analyse statistique du paramètre de l'acidité, pour les trois échantillons.	344

Liste des abréviations

Liste des tableaux et figures

Table des matières

Introduction	1
I. Généralités sur le lait	2
I.1 Définition du lait	2
I.2 Composition chimique et valeur nutritionnel du lait	2
I.3 Propriétés physico-chimiques du lait	2
I.3.1 Acidité	2
I.3.2 Point d'ébullition	3
I.3.3 Point de congélation	3
I.3.4 Densité	3
I.3.5 Masse volumique	3
I.3.6 Le pH	3
I.4 Flore microbienne du lait	3
I.4.1 La flore originelle	3
I.4.2 La flore de contamination	4
II. Technologie de fabrication des laits UHT	5
II.1 Matières premières utilisées	5
II.1.1 Eau de process	5
II.1.2 Lait en poudre	5
II.2 Technologie de fabrication	5
II.2.1 La reconstitution	5
II.2.2 Traitement thermique	6
III. Les types de lait	8
III.1 Selon la teneur en matière grasse	8
III.2 Procédés de conservation du lait	8
III.2.1 La stérilisation	8
III.2.2 Le lait stérilisé	8
III.3 Lait stérilisé UHT (Ultra Haut Température)	8
III.3.1 Avantages de la stérilisation	9
III.4 La pasteurisation	9
III.4.1 Le lait pasteurisé	9
IV. Diagramme de fabrication du lait UHT	11

Partie pratique

Matériels et méthodes

I.	Objectif	12
II.	Echantillonnage	12
III.	Analyses physico-chimiques des eaux de process	12
III.1	Echantillonnage des eaux de process	12
III.1.1	Potentiel hydrogène (pH)	12
III.1.2	Conductivité(K)	12
III.1.3	Titre alcalimétrique(TA) et titre alcalimétrique complet(TAC)	13
III.1.4	Détermination de la dureté totale(TH)	14
III.1.5	Détermination des Chlorure	15
III.2	Poudre du lait	15
III.2.1	Taux d'humidité	15
III.2.2	Acidité titrable	16
III.2.3	Test de RAMSDELL	16
III.2.4	Détermination de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique de Gerber	17
III.2.5	Test de bain d'huile	18
III.3	Analyse du produit fini	18
III.3.1	Poids	18
III.3.2	Volume	19
III.3.3	Extrait sec total (EST)	19
III.3.4	Extrait sec dégraissé	19
III.3.5	Test stabilité à la chaleur	19
III.3.6	Test d'alcool	20
III.3.7	Test de la densité	20
III.4	Détermination de la composition par MILKOSCAN.	21
IV.	Analyses microbiologiques	21
IV.1	Méthode classique	21
IV.1.1	Micro-organismes a recherchés dans les eaux de process	22
IV.2	Micro-organismes a recherché dans le lait en poudre	24
IV.2.1	Flore totale aérobie mésophile	24
IV.2.2	Dénombrement des entérobactéries	25
IV.2.3	Clostridium sulfito-réducteurs	25
IV.2.4	Coliformes totaux et fécaux	25

IV.3	Micro-organismes a recherché dans le produit fini-----	26
IV.3.1	Recherche et dénombrement de la Flore total aérobie mésophile (FTAM) -----	26
IV.4	Analyse microbiologique par cytométrie en flux (D-Count)-----	26
V.	Etude statistique -----	27

Résultats et discussion

I.	Eau de process -----	28
I.1	Analyses physico-chimiques -----	28
I.2	Analyses microbiologiques -----	28
II.	Poudre de lait -----	29
II.1	Analyses physico-chimiques -----	29
II.2	Analyses microbiologiques -----	30
III.	Produit fini-----	31
III.1	Analyses physico-chimiques -----	31
III.2	Analyses microbiologiques -----	34
IV.	Analyses microbiologiques par cytométrie en flux (D-Count) -----	35
Conclusion.....		37

Liste des abréviations

AFNOR : Association française de normalisation

°D : Degré dornique

°F : Degré français

BCPL : Bouillon lactosée au pourpre de bromocrésol

BLBVB : Bouillon lactosée billé au vert brillant

Cl : Chlore

CMF : Cytométrie en flux

CSR : Clostridium sulfito-réducteurs

DLC : Date limite de consommation

EDTA : Acide éthylène diamine tétra acétique

ESD : Extrait sec dégraissé

EST : Extrait sec total

FAO : Food and agriculture organisation

FTAM : Flore total aérobie mésophile

ISO : Organisation international de normalisation

JORA : Journal officiel de la république algérienne

K : Conductivité

MG : Matière grasse

MP : Matière protéique

NIE : Norme interne à l'entreprise

NEP : Nettoyage en place

PCA : Plat count agar

pH : Potentiel hydrogène

S/C : Simple concentration

Sec : Secondes

°T : Température

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre hydrotimétrique

TSC : Trypton sulfite Cyclosérine.

TTC : Gélose lactosée au TTC et tergitol 7.

UFC : Unité formant colonies.

UHT : Ultra haute température.

UV : Ultra-violet.

VF : Viande foie.

VRBG : Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

VRBL : Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Introduction

Introduction

Le lait, est l'une des denrées alimentaires les plus consommé à travers le monde, en vue de sa richesse en nutriments qui sont essentiels au bon fonctionnement du corps humain, derrière les céréales le lait demeure l'aliment le plus consommé par les foyers algériens, détient aussi une part importante dans le marché alimentaire (Alais, 1997)

Depuis 12000 ans, le lait a été l'aliment le plus consommé par l'être humain, en vue de sa composition riche et variée en matière grasse et vitamines, mais en présence de certain paramètres tels la température, la lumière et l'oxygène, ses constituants peuvent se transformer, et provoque entre temps l'altération du lait. (Luquet, 1985)

Dans le domaine alimentaire, la qualité est toujours un critère préoccupant des consommateurs, le terme qualité dans les denrées alimentaire nécessite une assurance rigoureuses des composantes tels ; la qualité sanitaire, nutritionnel et organoleptique ; et pour cela une série de procédés sont notamment utilisés, tels la stérilisation UHT, le conditionnement aseptique et la pasteurisation qui est l'une des anciennes méthodes utilisé pour assurer la qualité d'un produit (Moller, 2000).

En Algérie, l'industrie laitière connaît une activité dynamique durant ces dernières années, parmi les piliers de l'industrie laitières en Algérie en trouve Tchic lait/Candia, la société possède trois unités de productions du lait UHT sur trois sites industrielles, situé sur trois wilayas, Bejaia, Sétif et Alger. Ces unités parviennent toute fois à la satisfaction d'une part du marché national, entre outre la technologie de la stérilisation UHT (Ultra Haute Température), reste récente dans le secteur de l'industrie laitières en Algérie. Cette dernière permet une longue et meilleure conservation du produit qui peut aller jusqu'à une durée de trois mois (03 mois) à température ambiante. L'entreprise a toujours été soucieuse de garantir une qualité optimale de son produit.

Le travail s'intéresse au suivi de la stabilité des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait UHT partiellement écrémé, mettant comme variable le paramètre de la température.

Le travail se présente en deux parties, la partie théorique retrace l'état de l'art sur les produits laitiers en mettant en avant la composition du lait et les facteurs d'altération, la partie pratique s'intéresse à l'évaluation de la qualité du lait UHT demi écrémé dans différentes conditions de températures.

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le lait

I.1 Définition du lait

Le congrès international de la répression des fraudes a défini pour la première fois en 1909, le lait destiné pour la consommation humaine, comme le produit intégral de la traite totale et ininterrompu d'une femelle laitière bien portante, bien nourri et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. Le lait est réservé exclusivement aux produits de la sécrétion mammaire normal, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (J.O.R.A n° 69, 1993, Pougheon et Goursaud 2001).

Selon Alais (1984), c'est un liquide de composition complexe blanc et opaque, d'une saveur douce d'un pH proche de la neutralité.

I.2 Composition chimique et valeur nutritionnel du lait

Le tableau représente la composition chimique du lait de vache

Tableau I:Composition chimique moyennes du lait de vache (Vignola, 2003)

Constituants majeurs	Variations limites (%)
Eau	85,5-89,5
Matières grasses	2,4-5,5
Protéines	2,9-5,0
Glucides	3,6-5,5
Minéraux	0,7-0,9
Constituants mineurs	Enzymes, vitamines, pigments, gaz

I.3 Propriétés physico-chimiques du lait

Les propriétés physico-chimiques jouent un rôle cruciale dans l'industrie laitière, ils sont liées à la composition chimique, la structure moléculaire, ainsi à la texture des produits laitiers(Vignola, 2002)

I.3.1 Acidité

La vérification de la qualité de lait se fait par la mesure de l'acidité titrable du lait à la réception Et pour la validation de résultat du titrage il est préconisé de mesurer le pH de l'échantillon. L'acidité titrable indique la quantité d'acide lactique formé à partir du lactose Cette acidité est exprimée en degrés Dornic (°D) (Amiot et al., 2002 ;Miguiri et al., 2015)

I.3.2 Point d'ébullition

Selon Amiot et al, (2002) « le point d'ébullition est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égal à la pression appliquée. Ainsi, comme pour point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. il est légèrement supérieure au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C. Cette propriété physique diminuant avec la pression, on applique ce principe dans les procédés de concentration du lait.

I.3.3 Point de congélation

L'eau a un point de congélation légèrement supérieure à celui de lait, en raison de contenu solide abaisse le point de congélation, cette caractéristique est mesuré pour évaluer si le lait est additionné d'eau. (JENSEN, 1995)

I.3.4 Densité

La densité du lait est proportionnelle à sa richesse en matière sèche, un lait pauvre en matière sèche aura une faible densité. Plus un lait contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse. Elle dépend aussi du degré d'hydratation des protéines, (Hardy, 1987 ; Amiot et al. 2002)

I.3.5 Masse volumique

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. (Pointurier, 2003)

I.3.6 Le pH

La valeur de ph du lait normal et stable se situe à l'intervalle de 6,6 et 6,8, le ph mesure les ions H^+ en solution, et ne mesure pas la concentration des composés acides (Vignola, 2002)

I.4 Flore microbienne du lait

Le lait est un aliment de choix, d'une excellente composition, riche en matière grasse ; lactose, sels minéraux, vitamines, un pH de 6,7, il est considéré comme étant un substrat par excellence favorisant le développement des micro-organismes, le lait est la matière première de plusieurs gammes de produits. (Guirraud, 2003)

I.4.1 La flore originelle

Le lait contient une quantité très faible de micro-organismes, lorsque il est prélevé dans des bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml de lait), les germes ou micro-organismes qui peuvent s'y retrouver dans le lait sont essentiellement les

germes saprophytes, du pis et des canaux galactophores, microcoques mais aussi les streptocoques lactiques(lactococcus) et lactobacillus . Le lait cru contient de nature des substances inhibitrices qui protègent le lait des bactéries, appelé « lacténines », l'inconvénient de ses substances c'est leur durée d'action qui est estimé à environ une heure.(Guirraud, 2003)

I.4.2 La flore de contamination

Le lait peut se contaminer par divers apports microbiens, de différentes origines ; à l'exemple de fèces et téguments qui peuvent contaminer le lait, en portant des micro-organismes tels que (coliformes, entérocoques, clostridium), par le sol avec les bactéries sporulées, spores fongiques, par l'air et les eaux qui contiennent diverses flores dont les Pseudomonas, le lait peut être ainsi contaminé par les équipements de traite et de stockages du lait qui peuvent être à l'origine des levures et flores lactiques.

Parmi ces micro-organismes de contamination, qui peuvent dans certains cas présenter des dangers sanitaires et d'autres qui sont inoffensifs on trouve : germes sporulés anaérobies, staphylocoques, microcoques (Guirraud, 2003)

II. Technologie de fabrication des laits UHT

II.1 Matières premières utilisées

II.1.1 Eau de process

L'eau est une matière première commune pour tous types de produits laitiers reconstitués, au sein de l'unité de production TchilLait/Candia, l'eau utilisée pour les préparations doit avoir une dureté de 8°F, cette eau est obtenue en mélangeant de l'eau osmosé avec de l'eau stérilisé.

L'eau utilisé doit être microbiologiquement saine, ne doit contenir aucun germe pathogène, sur le plan physico-chimique, elle doit être dépourvu de produits chimiques nocifs tels les pesticides, les nitrates, avoir un potentiel hydrogène proche de la neutralité, et une dureté qui varie entre 0 et 15°F. (FAO, 1995).

II.1.2 Lait en poudre

Le lait en poudre, est un produit obtenu directement par procédé de séchage (élimination totale de l'eau contenu dans le lait), selon le taux de la matière grasse il existe deux types de poudres utilisés dans l'industrie laitière, on parle alors de :

- Poudre de lait (0% de MG) : ce type de poudre possède une valeur presque nulle en matière grasse, nommé aussi lait écrémé en poudre, cette gamme doit contenir une teneur en matière grasse n'excédant pas 1.5% en poids. (J.O.R.A n°35,1998).
- Poudre de lait (26% de MG) : cette poudre est entière, car elle a une teneur en matière grasse égale ou supérieure à 26% (26g/kg).

II.2 Technologie de fabrication

Le lait UHT demi écrémé, est un produit fabriqué à partir d'un ensemble d'étapes complémentaires, appelé processus de fabrication, ce dernier regroupe les étapes suivantes :

II.2.1 La reconstitution

La reconstitution est une étape qui consiste à mélanger du lait en poudre (0 et 26%) avec un volume d'eau, en premier lieu la poudre est versée dans un box lait, ensuite elle est acheminée dans un mixeur contenant au préalable un volume d'eau, cette étape doit se faire simultanément avec l'étape d'agitation, lorsque la poudre est totalement hydratée, le mélange est soutiré dans un tank de refroidissement (3 à 6°C), la préparation doit être maintenue sous agitation.(FAO,1995)

II.2.2 Traitement thermique

➤ Préchauffage

Après la reconstitution, le lait est pompé vers l'échangeur à plaque ensuite il est préchauffé à 68°C, cela permet d'éviter un choc thermique au lait. (Moller, 2000)

➤ Dégazage

Le lait contient des quantités plus ou moins importantes de gaz et d'air, ces derniers sont indésirables dans un produit aussi facilement altérable tel le lait, le dégazage sous vide est utilisé pour éliminer les bulles d'air et de gaz finement dispersés au sein du produit, après que le lait est préchauffé à 68°C via l'échangeur à plaque, il est dirigé tangentiellement dans la chambre à vide, par un orifice d'une dimension assez grande permettant le passage du lait, cela va entraîner la formation d'un film de lait mince collé sur la paroi, la dilatation du lait vaporisé à l'entrée, accélère l'écoulement du lait vers le bas de la paroi. (Gösta Bylund, 1995)

➤ Homogénéisation

L'homogénéisation a pour effet de réduire la taille des globules gras du lait et empêcher la formation d'une couche crémeuse. Ce processus se fait à une pression relativement haute (200 bars), le lait sous pression est poussé en premier lieu à travers une valve d'homogénéisation (orifice) d'un diamètre inférieur à celui des globules gras, le passage du lait par ces valves permet de réduire la taille des globules gras du lait, et empêche la formation et le déphasage de la crème. (Kilara, 2011)

➤ Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique visant à réduire le nombre des micro-organismes nuisibles et pathogènes présents dans le lait, à un niveau auquel ils ne constituent aucun risque sanitaire significatif pour la santé humaine, en outre la pasteurisation permet de prolonger la durée de conservation du lait, en entraînant toutefois le minimum de modifications chimiques, physiques et organoleptiques du lait. (H. C. Deeth, 2009).

D'après (J.O.R.A N°69, 1993) : « la pasteurisation dans les laits UHT, est considérée comme une étape de stérilisation des protéines afin de passer à une température supérieure à 100°C, sans dénaturer la constitution physico-chimique du lait. »

➤ Traitement à Ultra Haute Température.

Le traitement UHT (Ultra Haute Température), est une technique permettant la conservation des produits alimentaires liquides en les soumettant à un chauffage bref et intense, habituellement le traitement UHT se fait à des températures de 135 à 140 °C, Ceci tue les micro-organismes pathogènes et susceptible d'altérer le produit, et augmente la durée de vie des produits .(Gösta Bylund, 1995).

Le traitement UHT est un procédé continue qui s'effectue dans un circuit fermé, empêchant toute contamination du produit par les micro-organismes en suspension dans l'air, le produit passe par des phases successives rapide de chauffage et de refroidissement, par la suite vient le remplissage aseptique, qui assure la non réinfection du produit.(Gösta Bylund, 1995).

Cependant le traitement UHT peut être utilisé en deux méthodes :

- Chauffage et refroidissement indirecte des échangeurs de chaleurs
 - chauffage direct par injection de la vapeur ou infusion du lait dans la vapeur et refroidissement par détente flash sous vide(Gösta Bylund, 1995).
- Refroidissement

Après le traitement UHT, le lait est refroidi graduellement avec de la glace et de l'eau froide jusqu'à une température ambiante (20°C), puis se dirige vers une cuve aseptique, pour un stockage intermédiaire d'une très courte durée, pour gagner ensuite la conditionneuse aseptique. (Gösta Bylund, 1995)

- Conditionnement aseptique

Le conditionnement aseptique est un processus qui permet au lait traité à ultra haute température d'avoir une durée de conservation de plusieurs mois, sans réfrigération, alors que le traitement UHT détruit tous types de micro-organismes susceptibles de se développer dans les conditions normales de stockage, l'emballage quant à lui empêche la pénétration de la lumière ainsi des micro-organismes contaminants, grâce à sa composition, en effet l'emballage aseptique est doté d'une fine couche d'aluminium, prise en sandwich entre des couches de plastiques et de polyéthylènes.(N. D. a. H. C. Deeth, 2007).

III. Les types de lait

III.1 Selon la teneur en matière grasse

- ❖ **Lait entier** : est un lait thermiquement traité contient au moins 2.8 % de la matière grasse (28 grammes par litre) emballage dominant du conditionnement rouge. (GEMRCN, 2009)
- ❖ **Lait demi-écrémé** : le lait demi-écrémé doit avoir une teneur en matière grasse qui varie entre 1,5% au minimum et 1,8% au maximum, il est repérable par son emballage ou la couleur bleu est prédominante. (Noblet, 2012)
- ❖ **Lait écrémé** : est un lait thermiquement traité sa teneur en matière grasse doit pas dépasser 0.15 % au maximum (1.5 grammes par litre). Emballage du conditionnement vert. (GEMRCN, 2009)

III.2 Procédés de conservation du lait

III.2.1 La stérilisation

La destruction de tous les microorganismes qui peuvent se développer lors de l'entreposage .cette destruction dépend des deux paramètres suivant : la durée du traitement thermique et la température. (VIGNOLA, 2002)

III.2.2 Le lait stérilisé

Est le lait dont la conservation est assurée par l'emploi successif des deux (2) techniques suivantes : conditionnement dans un récipient hermétiquement fermé étanche aux micro-organismes, traitement à une température de 120°C pendant 30 minutes. (J.O.R.A N°69, 1993)

III.3 Lait stérilisé UHT (Ultra Haut Température)

Est le lait dont la conservation est assurée par l'emploi successif des deux techniques suivants : traitement par procédé de chauffage direct ou indirect en flux continu appliqué en une seule fois, de façon ininterrompue pendant un temps très court (1 à 3 secondes) a une température d'environ 140°C, conditionnement aseptique dans un contenant stérile hermétiquement clos, étanche aux liquides et micro-organismes et permettant de soustraire le lait a toute influence défavorable de la lumière.(J.O.R.A N°69, 1993).

Les laits stérilisés est stérilisé UHT, doivent rester stables jusqu'à leur date limite de consommation. (J.O.R.A N°69, 1993).

III.3.1 Avantages de la stérilisation

- ❖ Réalisable en continu à haute température pendant des temps réduits. (Romain JEANTET, 2011)
- ❖ Assurer longtemps la stabilité et la saveur pour satisfaire les exigences commerciales.
- ❖ Décharger le produit de toutes toxines et de microorganismes pathogènes qui peuvent nuire à la santé humaine.
- ❖ Élimination de tous les microorganismes qui peuvent se reproduire lors de l'entreposage (M. J. L. a. H. C. Deeth, 2009)

III.4 La pasteurisation

la pasteurisation est un traitement thermique qui vise à atteindre deux objectifs simultanément : assainir le lait et prolonger sa durée de conservation. (VIGNOLA, 2002)

Ce traitement thermique détruit les bactéries pathogènes qui sont présentes sous formes végétatives ; se fait à une température inférieure à 100°C. (VIGNOLA, 2002)

III.4.1 Le lait pasteurisé

Est le lait soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction de la presque totalité de la microflore banale et la totalité de la microflore pathogène, en s'efforçant de ne pas affecter notamment la structure physique du lait, sa constitution, son équilibre chimique, ses enzymes et ses vitamines (J.O.R.A n°69, 1993)

Avantages de la pasteurisation

- ❖ Réduction considérable du nombre des microorganismes dangereux dans le lait à un niveau suffisant pour garantir la sécurité sanitaire.
- ❖ Prolonger la durée de conservation du lait et des produits laitiers.
- ❖ Minimiser le maximum des effets chimiques, physiques et organoleptiques.

Influence du processus de stérilisation sur la composition du lait

Les procédés de conservation du lait par traitement thermique de courte durée à des températures élevées visent principalement à détruire les microorganismes et à inactiver les enzymes, tout en minimisant toute modification des propriétés physico-chimiques et sensorielles du lait, et garder sa valeur nutritionnelle.

Le changement d'odeur est en cohérence avec les données microbiennes et sensorielles.

Le traitement thermique peut provoquer des réactions de type 1, les protéines de lactosérum seront dénaturer, dégrader et inactiver, et aussi des enzymes et des vitamines.(Rupesh S. Chavan, 2011)

Ces traitements thermiques ont pour objectif de détruire totalement les germes pathogènes susceptibles d'être présent dans le lait, le traitement thermique est donc un traitement d'assainissement. Ces traitements seront d'autant plus efficaces que la qualité microbiologique du lait au stade de la production aura été bien maitrisée. (Noblet, 2012)

IV. Diagramme de fabrication du lait UHT

Le diagramme suivant illustre les différentes étapes de fabrication du lait UHT demi-écrémé. (Gösta Bylund, 1995).

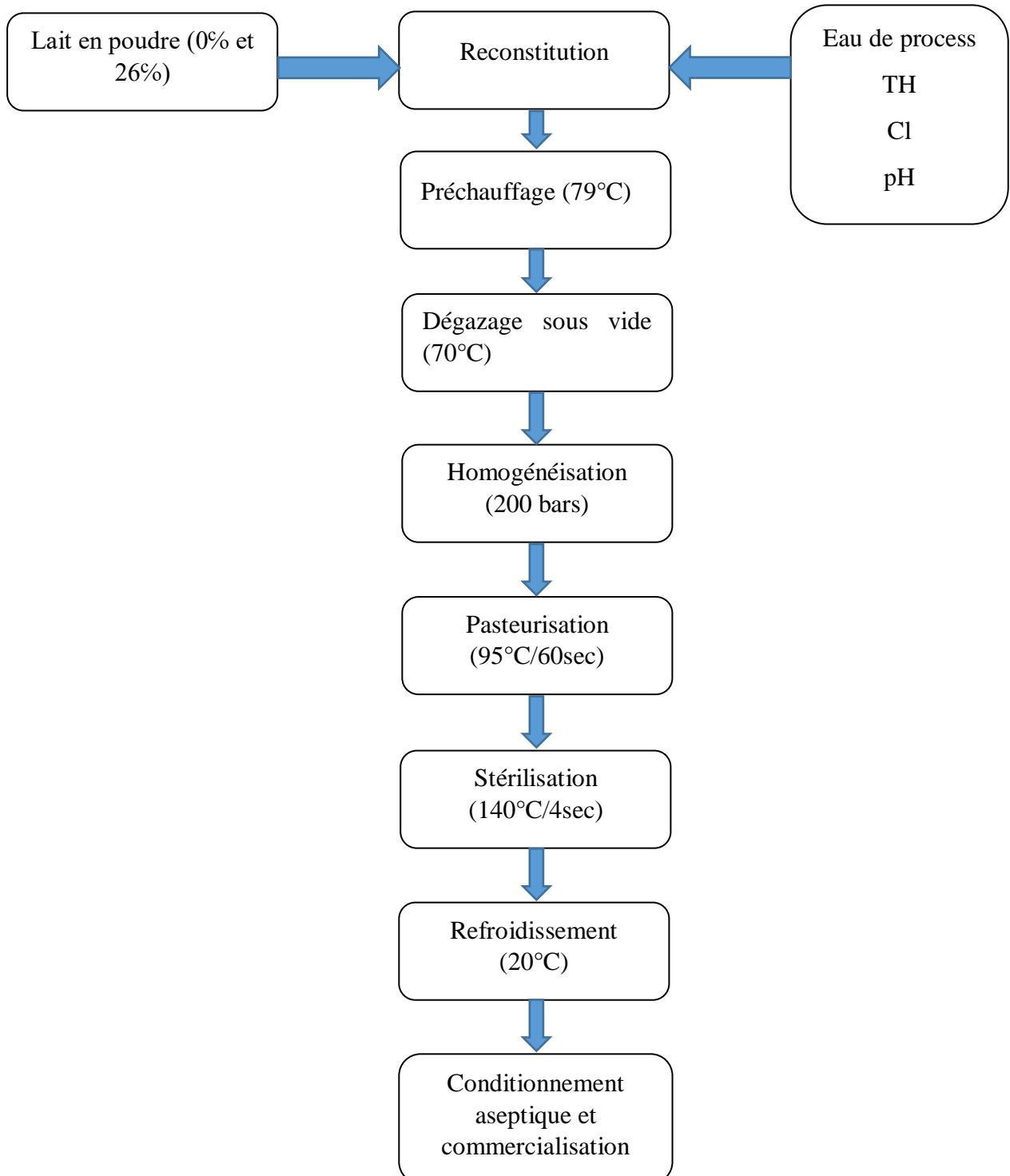


Figure 1: Diagramme de fabrication du lait UHT demi-écrémé

Partie Pratique

Matériels et méthodes

I. Objectif

L'intérêt de l'ensemble d'analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur les matières premières et le produit fini, dans l'optique de s'assurer de la qualité de ces derniers.

II. Echantillonnage

C'est une procédure utilisée pour tirer ou constituer un échantillon. Un échantillonnage ponctuel ou un échantillonnage empirique est un échantillonnage qui n'utilise pas les techniques statistiques pour prendre une décision sur le lot contrôlé (Guide d'échantillonnage des denrées alimentaires, 2009)

III. Analyses physico-chimiques des eaux de process

III.1 Echantillonnage des eaux de process

L'eau de process, est prélevée à travers des robinets dans la station des eaux, dans des flacons en verre d'un volume de 250ml.

III.1.1 Potentiel hydrogène (pH)

➤ Principe

La mesure du potentiel hydrogène, se fait par un pH-mètre muni d'une électrode en verre, elle est basée sur une réaction mettant en jeu les ions (H^+) d'une solution, donc c'est la concentration des ions hydrogène (H^+) dans une solution ionisée. (Rodier J, 2009).

Mode opératoire

La détermination du potentiel hydrogène se fait à l'aide du pH-mètre ; par la suite l'électrode est introduite dans le récipient contenant l'eau à analyser (Rodier J, 2009).

➤ Expression des résultats

La lecture du résultat se fait après stabilisation de la valeur indiquée sur le pH-mètre

III.1.2 Conductivité(K)

➤ Principe

La conductivité d'une solution, est la mesure de la capacité des ions à transporter le courant électrique, ce passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif. (Rodier J, 2009).

La conductivité d'une solution dépend de la concentration des ions présents et de leurs vitesses de migration sous l'influence de la force électromotrice appliquée. (Rodier J, 2009).

Mode opératoire

L'électrode est plongée dans un récipient contenant l'eau à analyser qui doit être agitée afin d'éliminer les bulles d'air sur l'électrode, la température de l'échantillon doit être 25°C (Rodier J, 2009).

La lecture du résultat se fait sur l'écran du conductimètre, l'unité de la conductivité est le micro Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

III.1.3 Titre alcalimétrique(TA) et titre alcalimétrique complet(TAC)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles, dans les eaux naturelles l'alcalinité se résume à la présence d'hydrocarbonates, carbonates et hydroxydes. (Rodier J, 2009).

III.1.3.1 Titre alcalimétrique simple (TA)

➤ Principe

Le titre alcalimétrique correspond à la somme des concentrations des ions carbonates(CO_3^{2-}) et des ions hydroxydes(OH^-). (Rodier J, 2009).

En l'absence de sels interférents tels que ceux indiqués ci-dessus, le TA Correspond à la somme :

$$\text{TA} = [\text{CO}_3] + [\text{OH}^-] - [\text{H}_2\text{CO}_3] - [\text{H}_3\text{O}^+].$$

III.1.3.2 Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet correspond à la somme suivante :

$$\text{TAC} = [\text{HCO}_3^-] + 2 [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Mode opératoire

➤ Détermination du TA (titre alcalimétrique)

Dans une fiole conique, 100ml d'eau à analyser sont prélevées, additionnées ensuite 2 gouttes de la solution alcoolique phénolphtaléine. (Rodier J, 2009).

Dans le cas d'apparition d'une couleur rose, cela signifie que ($\text{TA} > 0$). A l'aide d'une burette on titre la solution avec de l'acide sulfurique (0,02N), jusqu'à décoloration complète de la solution (pH 8,3) (Rodier J, 2009).

➤ Détermination du TAC (titre alcalimétrique complet)

Utiliser l'échantillon traité précédemment, ou bien le prélèvement primitif s'il y'a pas de coloration, ensuite on ajoute deux gouttes de la solution rouge de méthyl, ensuite titrage avec

l'acide sulfurique a 0,02N, jusqu'à la disparition de la couleur rose, le pH est donc égale à 4,5. (Rodier J, 2009).

➤ Expression des résultats

Le titre alcalimétrique simple(TA) et le titre alcalimétrique complet(TAC), sont exprimés en degré français, selon les expressions suivantes :

TA=V×10 avec : V : chute de burette.

TAC=V' ×10 avec : V' : volume d'acide sulfurique (0,02N) versé

III.1.4 Détermination de la dureté totale(TH)

La dureté, ou le titre hydrométrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, la dureté est due dans la plupart des cas aux ions calcium et magnésium. (Rodier J, 2009).

Dureté totale par titrimétrie a l'EDTA

➤ Principe

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel disodique de l'acide ethylénediamineTetra-Acétique (EDTA) a pH10.

Mode opératoire

Dans une fiole conique de 250ml, 50ml d'eau analyser sont introduites, 4ml de la solution tampon et trois gouttes de la solution noir eriochrome T sont ajoutés, une solution de couleur rouge foncé ou violet est obtenue, le pH doit être alors égal à 10, en maintenant la solution en agitation, on verse l'EDTA jusqu'à virage de couleur au bleu.(Rodier J, 2009).

➤ Expression des résultats

La dureté totale est calculée comme suite :

$$1000 \times \frac{C \times V1}{V2}$$

Avec :

C : Concentration en milliéquivalent par litre de l'EDTA

V1 : Volume en ml de la solution d'EDTA

V2 : Volume de l'échantillon.

III.1.5 Détermination des Chlorure

➤ Principe

Les chlorures d'un volume connu d'eau sont précipités en présence de l'acide nitrique par un excès de nitrate d'argent titré, l'excès de sel argentique est déterminé par une solution titré de thiocyanate d'ammoniaque en présence d'alun de fer. (Rodier J, 2009).

Mode opératoire

Dans une fiole conique d'un volume de 250ml, 100ml d'eau a analysé sont introduites, ajouter une quantité connue (V) de nitrate d'argent (0,1N) en excès, ensuite on ajoute 5ml de l'acide nitrique concentré, titrage avec l'excès de nitrate d'argent par le thiocyanate (0,1N), jusqu'à ce qu'on obtient une couleur rougeâtre, agitation après chaque addition du réactif, soit (V) le nombre en millilitres de thiocyanate de potassium versé. (Rodier J, 2009).

➤ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 100ml, cette équation nous donne la teneur en chlorure exprimé en milligramme de Cl^- par litre d'eau.

Concentration en chlorure $[Cl^-]$ (mg/l) = $V \times 10 \times 3,55$

III.2 Poudre du lait

Pour effectuer les analyses sur la poudre de lait l'échantillon doit être reconstitué à 10% selon la technique suivante :

Une quantité de 25 g de poudre de lait (26% ou 0%) qui sont mélangés avec 225 g d'eau, le mélange est agité jusqu'à homogénéisation des constituants.

III.2.1 Taux d'humidité

➤ Principe

La teneur en eau, ou humidité d'une poudre de lait est définie comme la perte de masse de ce produit soumis à la dessiccation à 103 ± 2 °C est exprimée en pourcentage en masse ; la teneur en eau a une influence considérable sur l'aptitude à la conservation de la poudre. (Schuck, 2011)

Mode opératoire

Un poids de 5g de poudre pris dans une coupelle est introduit dans un dessiccateur électronique.

Le résultat s'affiche sur le cadran du dessiccateur en pourcentage.

➤ **Expression des résultats**

Taux d'humidité= X% (grammes d'eau/ 100g de poudre).

III.2.2 Acidité titrable

➤ **Principe**

La détermination de l'acidité titrable du lait implique le titrage d'une quantité de lait avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,111N jusqu'à atteindre un pH de 8,4,1° D égale a0,1 g Teneur en acide lactique dans un litre de lait L'acidité titrable du lait frais est de 15 à 18°D; l'acidité est exprimée en degrés Dornic c'est à dire en décigrammes d'acide lactique par litre(Mathieu, 1998 ;Vignola, 2002)

Mode opératoire

Un volume de 10ml de l'échantillon reconstitué à 10% est introduit dans un bécher, puis l'électrode du pH-mètre est plongée dans l'échantillon. Ensuite procéder au titrage avec la solution de NaOH a une normalité de 0,111N jusqu'au point d'équivalence pH=8,4.

➤ Lecture de la chute de burette.

➤ **Expression des résultats**

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

Avec :

AT : Acidité titrable, exprimé en degré Dornic (°D)

V volume correspondant en ml, de la chute de burette.

f : facteur de correction

III.2.3 Test de RAMSDELL

➤ **Principe**

Ce test permet d'évaluer la stabilité du lait qui a subi un traitement thermique, basé sur son équilibre minérale et protéique. Le lait est enrichi en ions de phosphates et chauffé au bain

marie à ébullition pendant une durée de 5 minutes, plus la quantité de phosphates mono potassique (KH_2PO_4) est élevé plus le lait est considéré comme stable et vice versa (BAGLINIERE, 2013).

Ce test est considéré comme un indicateur de stabilité pour le suivi du lait UHT lors de sa conservation. En général l'intervalle des valeurs normaux du lait avant stérilisation UHT se situe entre 1,4 ml et 2 ml de cette solution ajoutée ; dans le cas des valeurs inférieure a cette plage de valeurs après conservation de plusieurs mois à température ambiante, un risque de sédimentation et de coagulation se présente lors de l'ébullition (Odet *et al*, 1985)

Mode opératoire

Une série de tube a essaie est préparée, puis introduits dans chaque tube des quantités croissantes de la solution phosphate de potassium monobasique (KH_2PO_4). Ensuite addition de 10 ml du lait à analyser dans chaque tube à l'aide d'une pipette jaugée ; mélanger en retournement pour bien homogénéisé ,les tubes sont placés dans un bain marie a une température d'ébullition 100°C pendant cinq (5) minutes ,refroidi à l'eau puis examiner à la recherche de la coagulation (BAGLINIERE, 2013).

❖ Tube coagulé : résultat positif

➤ **Expression des résultats**

Le résultat correspondait au plus faible volume de la solution de phosphate nécessaire pour déstabiliser l'échantillon.

III.2.4 Détermination de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique de Gerber

➤ **Principe**

Cette méthode consiste sur la digestion des protéines par l'acide sulfurique, la centrifugation pour bien les séparer dans le butyromètre, une petite quantité d'alcool amylique est ajoutée pour favoriser la séparation ; la lecture directe est faite sur l'échelle du butyromètre, avec ou sans facteur de correction. (EAS, 2006)

Mode opératoire

Un volume de 10 ml d'acide sulfurique à 90% doivent être placés au fond d'un butyromètre, en le maintenant en position vertical afin qu'il se s'agite pas ; à l'aide d'une

pipette ,11 ml de lait sont ajoutés à travers la paroi du tube afin de former une couche de lait sur l'acide sulfurique précédemment ajouté. 1 ml d'alcool amylique sont ajoutés pour initier la réaction ; un bouchon est placé dans l'embauteur de butyromètre, agité vigoureusement pour faciliter le mélange des différents composants de l'échantillon. La Production de chaleur signifie le début de la réaction (Norme ISO 2446 :2008)

➤ **Expression des résultats**

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

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

B : la valeur correspondant au niveau supérieure de la colonne grasse

III.2.5 Test de bain d'huile

➤ **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, 1985).

Mode opératoire

Introduire 5 ml de l'échantillon dans des tubes à essai, ensuite les placer dans un bain d'huile à 140°C au minimum 20 minutes, et enlever les tubes sans secouer.(Nath & Kumar.k, 2021)

➤ **Expression des résultats**

Faire une lecture visuelle : présence ou absence de petites particules dans les tubes.

III.3 Analyse du produit fini

III.3.1 Poids

A l'aide d'une balance de précision analytique, le poids de la brique est déterminé.

➤ **Expression des résultats**

P=poids de la brique remplis – poids de l'emballage

III.3.2 Volume

c'est l'espace occupé par un corps , quel que soit son état ,solide ,liquide ,ou gazeuse ;dans le system international ,l'unité de volume est le mètre cube (m³).toutefois ,le litre reste largement employé ,lorsqu'il s'agit de parler du volume d'un liquide notamment .(NATHALIE MAYER 2019)

Les principes d'analyses des paramètres pH, acidité titrable, MG et le test de RAMSDELL sont expliqué précédemment.

III.3.3 Extrait sec total (EST)

C'est la quantité de matière sèche présente dans un (1) litre de produit

➤ Principe

Evaporation d'une certaine teneur en eau par dessiccation (NF 04-207, 1983)

Cette méthode est primordiale pour évaluer la qualité de produit.

Mode opératoire

Une quantité de 12g de sable est pesée et tarée, 3g de l'échantillon à analyser sont ajoutés

Après une durée estimée de 10 à 12minutes, le dessiccateur affiche le taux de l'extrait sec total exprimé en pourcentage.

➤ Expression des résultats

$$\text{EST(g/l)}=\text{L.10.d}$$

L : lecture sur le dessiccateur (%)

d : densité de l'échantillon à analyser

III.3.4 Extrait sec dégraissé

$$\text{ESD (g/l)}=\text{EST-MG}$$

III.3.5 Test stabilité à la chaleur

Principe

Ce test entraine plusieurs modifications en particulier au niveau de la micelle de caséines par fixation des protéines sérique sur la caséines et formation d'agrégats entraînent une coagulation (Broyard., 2015) .

➤ **Mode opératoire**

Un volume de 5ml du lait à analyser sont introduits dans un tube à essai puis placé dans un bain marie à une température 140°C pendant 10 minutes ; les tubes sont refroidis et tournés doucement sans agitation.

➤ **Expression des résultats**

Un lait de bonne qualité ne présente pas une coagulation et vice versa.

III.3.6 Test d'alcool

➤ **Principe**

Il consiste à l'ajout d'un volume d'éthanol (degré alcoolique définie), a un volume équivalent de lait, permettant l'appréciation de la déstabilisation du lait par l'éthanol ; la valeur du test est entre l'intervalle 70 et 85% d'éthanol (V/V) (BAGLINIERE, 2013) .

➤ **Mode opératoire**

Un volume de 5 ml de lait est introduit dans un tube à essai, ajoutée une quantité égale d'alcool éthylique à 85%, ensuite mélanger le contenu en mouvement de rotation ; examiner le tube par observation de formation de la coagulation(Nath & Kumar.k, 2021).

➤ **Expression des résultats**

En cas d'absence de floculation pendant une minute au minimum, le test est considéré comme négatif.

III.3.7 Test de la densité

➤ **Principe**

Test de détermination l'addition de l'eau au lait ; le test est fait à l'aide d'un lactomètre pour mesurer la densité de lait .Le lait de bonne qualité a une densité de 1,026 à 1,032 gramme par millilitre (Tessema & Tibbo, 2009).

Mode opératoire

L'analyse de l'échantillon de lait est faite à 20°C. Une quantité d'environ 200ml est versée dans une éprouvette graduée. Le lactomètre est plongé peu à peu dans le lait et est laissé au repos.

➤ **Expression des résultats**

Lire la valeur sur le lactomètre qui est à la limite de la surface de lait.

III.4 Détermination de la composition par MILKOSCAN.

➤ Principe

le MILKOSCAN utilise un spectrophotomètre infrarouge pour analyser un échantillon .ce dernier est exposé à un rayon infrarouge qui est ensuite réfléchi par les molécules de matière grasse, des protéine ,et de lactose présent dans l'échantillon ,l'absorbance est détecté ,amplifié ,puis converti en signal numérique à l'aide d'un ordinateur (FOSS ,2011).

Mode opératoire

Un échantillon de lait UHT est analysé et comparé à un profil de référence qui est obtenu par une méthode de référence, grâce à la technologie infrarouge il est possible de programmer un analyseur pour identifier le spectre spécifique qui représente l'échantillon analysé est tenu comme références, lorsque les résultats des échantillons ne correspondant pas à ce mode spécifique pour cette empreinte de référence le système déclenche une alerte.

L'échantillon est placé sous la sonde du Milkoscan, à une température ambiante, le Milkoscan affiche la composition de l'échantillon sur ordinateur, après réglage de ce dernier au mode spécifique et la nature du lait a analysé (FOSS ,2011).

➤ Expression des résultats

Les résultats sont affichés sur l'ordinateur après un délai d'environ 2 minutes.

IV. Analyses microbiologiques

Au niveau de l'entreprise Tchilait/Candia, les analyses microbiologiques des produits s'effectuent via deux méthodes différentes :

- Méthode classique (bactériologie classique).
- Cytométrie en flux.

IV.1 Méthode classique

La méthode classique, ou bien bactériologie classique, est une méthode utilisé afin de contrôler la qualité microbiologique de matières premières telles l'eau de process, le lait en poudre, et ainsi le produit fini (Guiraud, 1998).

La bactériologie classique est fondée sur des textes et décrets de la réglementation algérienne issue des journaux officiels. Dans le tableau suivant sont résumées les différentes analyses effectuées.

Echantillons		Microorganismes a recherchés
Matières premières	Lait en poudre	Coliformes totaux et fécaux, clostridium sulfito-réducteurs, flores totale aérobie mésophile, entérobactéries.
	Eau de process	Streptocoques, clostridium sulfito-réducteurs, coliformes totaux et fécaux
Produit fini		Flore totale aérobie mésophile.

Tableau II: Les micro-organismes a recherché pour les matières premières et le produit fini.

Le tableau représente les différents micro-organismes recherchés pour poudre de lait, eau de process et produit fini.

IV.1.1 Micro-organismes a recherchés dans les eaux de process

IV.1.1.1 Les coliformes

Dénombrement des coliformes totaux et fécaux par la méthode de filtration par membrane

➤ Principe

Après filtration de l'eau à étudier, la membrane est déposé sur un milieu gélosé bien approprié (TTC), ceci permet aux coliformes de se développer préférentiellement au cours d'une période d'incubation qui varié entre 18heures a 24heures, sous un aspect suffisamment caractérisé pour autoriser un diagnostic présomptif (Rodier J, 2009).

Mode opératoire

Le dénombrement par filtration peut s'effectuer selon deux étapes :

Première étape : dénombrement directe sur la membrane (0,45µm de diamètre), cette méthode permet un dénombrement préemptif des coliformes totaux et fécaux

Sur deux membranes différentes, sont filtrées deux prises d'essai, après homogénéisation par agitation, chaque prise d'essai renfermera un volume minimal de 20ml, ensuite chacune des membranes est placée sur une boîte pétri contenant une gélose lactosée (TTC) et tergitol, on incube par la suite ces deux boîtes pétri pendant une durée de 24heures, l'une est incubé à 37°C, l'autre à 44°C. (ISO 9308-1 :2014)

- Une coloration jaune orange des colonies indique l'absence de la réduction du TTC par les coliformes

- L'apparition d'un halo jaune autour des colonies, signifie que les coliformes ont fermenté le lactose présent dans le milieu.

Deuxième étape :

Cette étape consiste à un examen de repiquage des colonies sur un milieu de confirmation (BCPL).

Un ensemencement d'une série de 09 tubes est effectué, muni d'une cloche de DURHAM, sur le milieu de confirmation qui est le BCPL :

- Trois tubes de 10ml de BCPL, (D/C), avec 10ml d'eau.
- Trois tubes de 10ml de BCPL(S/C), avec 1ml d'eau.
- Trois tubes de 10ml (S/C), avec 0,1ml d'eau.
- Un tube témoin du milieu BCPL.

Un résultat positif, se traduit par un virage de couleur (violet au jaune), avec production de gaz sur la cloche de DURHAM.

IV.1.1.2 Dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs

➤ Principe

Les clostridium sulfito-réducteurs, réduisent les sulfites en sulfures.

Le milieu TSC ou VF sont utilisé pour la recherche et le dénombrement des bactéries sulfito-réductrices a une température de 37°C et 46°C pendant 24 à 48 heures(Joffin. C 2010).

Mode opératoire

Recherche de la forme sporulée

Dans un tube à essai, procéder à un chauffage de 20ml d'eau à analyser à 80°C, pendant une durée de 10minutes, et refroidir rapidement, ensuite ensemercer 1ml du tube précédent, compléter jusqu'à 20ml avec le milieu VF.

Recherche de la forme végétatif : dans 4 tubes à essai stériles, repartie 20ml de l'échantillon à analyser, ensemercer chaque tube contenant 5ml d'eau par le milieu VF. Incubation des tubes ensemencés à 46°C pendant 48 heures (Joffin. C 2010).

- L'apparition des colonies noires dans les tubes indique que le test est positif.

IV.1.1.3 Dénombrement des streptocoques

➤ Principe

Le dénombrement des streptocoques peut s'effectuer en milieu liquide ou en milieu solide il sert à contrôler l'efficacité d'un test de pasteurisation (Joffin. C 2010).

Mode opératoire

Dans un flacon, 100ml d'eau à analyser sont introduits, additionnés de 100ml du milieu de Roth, le tout incubé à une température de 37°C pendant 72 heures.

La formation d'un trouble dans le tube indique que le résultat est positif.

IV.2 Micro-organismes a recherché dans le lait en poudre

Préparation des dilutions décimales

A partir d'une solution mère 10^{-1} , procéder à la préparation d'une série de dilutions jusqu'à 10^{-3} , ensuite ensemencer en masse 1ml de chaque dilution réalisé dans le milieu PCA, incubation a une température de 37°C pendant 72 heures (Joffin. C 2010).

IV.2.1 Flore totale aérobie mésophile

Mode opératoire

Une quantité de 10 grammes de lait en poudre sont ajoutés à 90ml de liquide Ringer, afin d'obtenir la solution mère 10^{-1} .

Pour chaque dilution, 1ml est ensemencé dans deux boites de pétri, ensuite coulées de la gélose PCA.

On réalise un témoin du milieu PCA.

Incubation à 30°C pendant 72 heures (Joffin , 2010).

➤ Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile

Le dénombrement se fait sur les boites de pétri contenant de 15 à 300 colonies, cependant le nombre de germes est exprimé en unité formants colonies par millilitre (UFC/ml), il est calculé selon la formule ci-dessous :

$$\text{Nombre UFC} = \frac{\Sigma C}{(n1+0,1n2) d}$$

UFC : nombre d'unité formant colonies

ΣC : la somme des colonies compté dans toutes les boites pétri retenu

n1 : nombre de boites compté positif à la première dilution.

n2 : nombre de boites compté positif à la deuxième dilution

d : le facteur de dilution correspondant à la première dilution positif.

IV.2.2 Dénombrement des entérobactéries

➤ Principe

Le dénombrement des entérobactéries s'effectue via la dégradation du glucose par voie fermentaire, en utilisant un milieu contenant du glucose, ainsi qu'un indicateur de Ph (Joffin. C 2010)

Mode opératoire

A l'aide d'une micropipette stérile, on prélève 1ml de la solution mère, introduire ensuite le prélèvement au fond des deux boites pétri, ensuite versé la gélose VRBG dans les deux boites.

Incubation à 37°C pendant 24heures.

➤ Comptage des colonies

Le comptage des colonies s'effectue sur les boites contenant moins de 150 colonies

IV.2.3 Clostridium sulfito-réducteurs

Dans un tube à essai, sont introduit 10ml d'échantillon à analyser, puis chauffés à 80°C pendant 10 minutes dans un bain marie. Le volume est réparti dans deux tubes à essai de 5ml chacun, ajouter ensuite le milieu de culture VF. Un témoin du milieu VF est réalisé.

Incubation à 44°C pendant 24 heures(Joffin. C 2010)

IV.2.4 Coliformes totaux et fécaux

Mode opératoire

Ensemencement d'une série de 03 tubes a essais de 10ml du milieu BLBVB (avec cloche de DURHAM), avec 1ml de la solution mère 10^{-1} pour chaque tube. Les tubes à essai sont incubés à 30°C pendant 24 heures (J.O.R.A n°19, 2000)

Repiquage d'un volume de 1ml de chaque tube BLBVB positif sur le milieu BLBVB, incubation à 30°C pendant 48 heures.

L'apparition de trouble et production de gaz confirme la présence des coliformes fécaux.

IV.3 Micro-organismes a recherché dans le produit fini

IV.3.1 Recherche et dénombrement de la Flore total aérobie mésophile (FTAM)

A l'aide d'une pipette stérile, 1ml dans chaque brique de lait UHT sont prélevés, introduit dans des boites de pétri, compléter avec la gélose PCA en masse.

Les boites sont incubées à 30°C pendant 72 heures (J.O.R.A, 2017).

IV.4 Analyse microbiologique par cytométrie en flux (D-Count)

➤ Définition

La cytométrie en flux est une technique de haut débit, qui permet la caractérisation de manière quantitative les caractéristiques physiques et biologiques des cellules en suspension dans un flux, cette technique permet également le triage des cellules d'intérêt, en effet les cellules s'affichent comme des nuages de points (Marie Nguyen - de Bernon, 2020)

Le principe de la CMF, se base sur la focalisation hydrodynamique de l'échantillon dans un faisceau lumineux excitateur. La suspension cellulaire mono dispersée est injectée dans l'axe d'une veine liquide de section assez forte qui s'écoule par une buse de plus faible diamètre, ce qui va permettre l'augmentation de la vitesse d'écoulement permettant aux cellules de passer une par une à travers le faisceau lumineux (laser)(IMBERT, 1995).

Le cytomètre en flux D-Count (Digital Counting), est constitué de trois systèmes :(AUTISSIER, 2010)

- Le système fluidique : entraîne la séparation et l'alignement des particules
- Le système optique : comprends les lasers comme source de lumière, et les filtres optiques qui sépare la lumière émise par les cellules et la dirige vers les détecteurs.
- Le système électronique : qui va convertir la lumière en signaux électriques analysables par l'ordinateur.

Mode opératoire

Une série de 50 tubes est préparée, dont deux d'entre eux sont des témoins. Des briques étuvées à 35°C pendant 24 heures servent à effectuer un tirage au hasard de 5 échantillons, pour chaque échantillon on effectue 05 prélèvements de 100µl dans des tubes stériles, les deux témoins positif et négatif sont préparés avec la série de tubes (Doc.301-D0720-04FR-Mars 2009)

L'analyse dure jusqu'à deux heures, les premières analyses sont obtenu après 20 minutes, les résultats sont affichés via un logiciel sur ordinateur :

- Une pastille rouge, est significative d'un résultat positif (présence des micro-organismes).
- Une pastille verte, est significative d'un résultat négatif (absence des micro-organismes).

V. Etude statistique

Pour chaque test, trois essais ont été réalisés. L'étude statistique consiste en une analyse de la variance (ANOVA) par le test de « Newman Keuls » en utilisant le logiciel STATISTICA 5.5. Le degré de signification des données est estimé à la probabilité $p < 0,05$. Les coefficients de corrélation sont obtenus par l'analyse de régression linéaire à travers le coefficient de Pearson à la probabilité $p < 0,05$.

Résultats et discussions

I. Eau de process

I.1 Analyses physico-chimiques

Selon les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process qui sont illustrés dans le tableau: III, on peut constater que la valeur du pH, est légèrement en dessus de la norme recommandé (7,41),néanmoins cette légère augmentation ne vas pas affecter sur le ph du lait, tandis que pour le reste des paramètres tels : le TA(°F),TAC(°F) ,TH(°F),chlorure(mg/l), et la conductivité K(μ s/cm), sont tous conformes aux normes interne de l'unité, ces résultats montrent que l'eau de process présente une bonne qualité physico-chimiques

Paramètres	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	N.I.E
pH	6,68	7,41	7,30	6,7-7,4
TA (°F)	0	0	0	0
TAC (°F)	5	7	7	3-10
TH (°F)	7,1	7	7,3	6-10
Chlorure (mg/l)	27,8	28,4	28,6	\leq 30
K (μ s/cm) 25°C	0,290	0,290	0,290	1000-2000
Gout/odeur	Sans	Sans	Sans	Sans
Couleur	Claire	Claire	Claire	Claire

Tableau III: Analyses physico-chimiques de l'eau de process.

I.2 Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process montent l'absence totale des germes recherchés au sein des trois échantillons, ceci est expliqué par l'efficacité du traitement de l'eau utilisé pour la reconstitution, pour assurer une bonne qualité microbiologique de l'eau utilisé pour la reconstitution, ce dernier doit passer par un traitement au lampes ultra-violet (UV), qui permet l'élimination des micro-organismes présents dans l'eau, les résultats obtenu sont conformes au seuil exigé par la norme algérienne (J.O.R.A n°39,2017).(EL-HADI Djamel & Fadila, 2015)

Micro-organismes	Echantillon1	Echantillon2	Echantillon3	Limites microbiologique (UFC/g)	Norme
Coliformes totaux et fécaux	-	-	-	Absence dans 250ml	J.O.R.A n°39,2017.
CSR	-	-	-	Absence dans 50ml	J.O.R.A n°39,2017.
streptocoques	-	-	-	Absence dans 250ml	J.O.R.A n°39,2017.

+ : présence des micro-organismes

- : absence des micro-organismes

Tableau IV: Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.

II. Poudre de lait

II.1 Analyses physico-chimiques

D'après le tableau V, qui regroupe les résultats des paramètres physico-chimiques, on constate la conformité des résultats de tous les paramètres, la poudre utilisée par l'unité TchilLait/Candia est de haute qualité, et son conditionnement s'effectue dans des sacs de 25kg en polyéthylène, doublé en sac de papiers, ce qui empêche tout contact direct entre la poudre et une source d'humidité ou autre source externe, le stockage de ces sacs se fait dans des salles à températures ambiantes, permet la prévention contre toute source qui peut augmenter le taux d'humidité. Ce qui permet ainsi de garder le goût et la couleur de la poudre sans présenter aucun défaut.

Paramètres	Poudre de lait (0%)	Poudre de lait (26%)	N.I.E
Humidité (%)	3,06	3,12	Max 4
pH	6,67	6,77	6,6-6,9
acidité	14,5	10,5	<15
MG	0	26	Poudre 0 0%
			Poudre 26 ≥ 26%
Test de bain d'huile	8 min	14 min	Poudre 0% >5 min
			Poudre 26% >12min
Test RAMSDELL	1,7	1,4	≥1,3

Tableau VI: Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.

II.2 Analyses microbiologiques

Selon les résultats des analyses microbiologiques illustrées dans le tableau VI, on constate que la qualité microbiologique de la poudre de lait utilisé, présente une conformité, selon la réglementation exigé dans le journal officiel.

Micro-organismes	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Limite microbiologique	Norme
Entérobactéries	Absence	Absence	Absence	10 germes/1g	J.O.R.A n°39, 2017
CSR	Absence	Absence	Absence	10 germes/1g	J.O.R.A
Coliformes totaux et fécaux	Absence	Absence	Absence	10 germes/1g	n°19,2000
FTAM	$1,2 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	2×10^5	

Tableau VI: Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait

III. Produit fini

III.1 Analyses physico-chimiques

Le pH

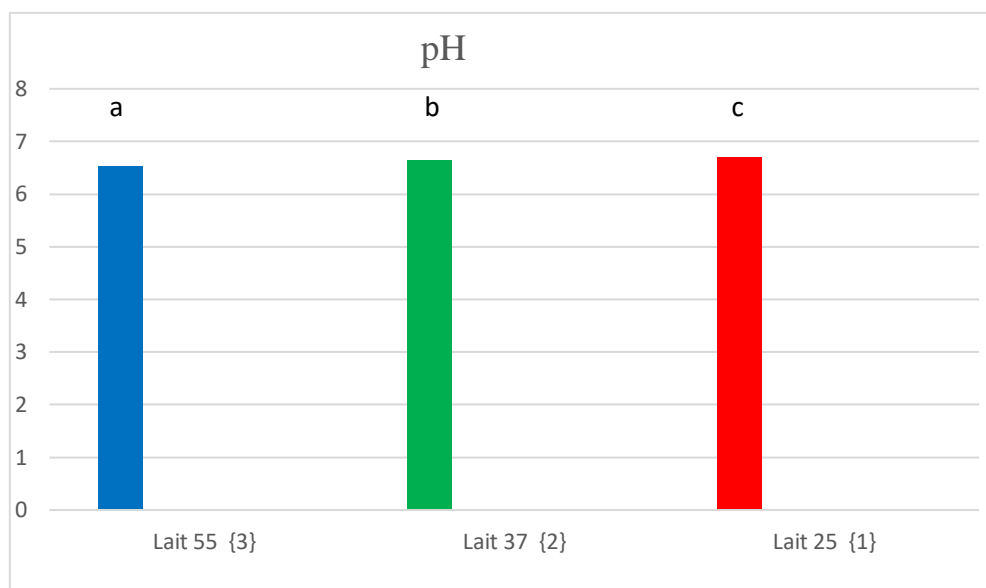


Figure 2: Valeurs du paramètre du pH pour les trois échantillons. (a < b < c), Des lettres différentes indiquent des différences significatives à $p < 0,05$

Selon les résultats présentés dans la figure (2), le pH de l'échantillon (01) mesuré à 25°C était de 6,69 ; après 15 jours d'incubation à une température de 37°C, la mesure de l'échantillon(02) a donné une valeur de 6,63, cette dernière est légèrement inférieure à la première valeur, l'analyse de l'échantillon(03) après 07 jours d'incubation à une température de 55°C une valeur de 6,53 a été obtenue, les valeurs restent conformes aux normes exigées .

Ces valeurs suggèrent que l'augmentation de la température à laquelle le lait est exposé entraîne une diminution du pH, selon les résultats de l'analyse statistique, ce qui corrobore les résultats de (H. C. Deeth, 2009), l'augmentation des protéines de lactosérum associées aux micelles cause la diminution du pH (Pestana, Gennari, Monteiro, Lehn, & Souza, 2015)

En effet la diminution du pH du lait entraîne la séquestration des caséines α et β , ainsi l'augmentation de la solubilité des sels calciques de l'eau (EL-HADI Djamel & Fadila, 2015)

La matière grasse

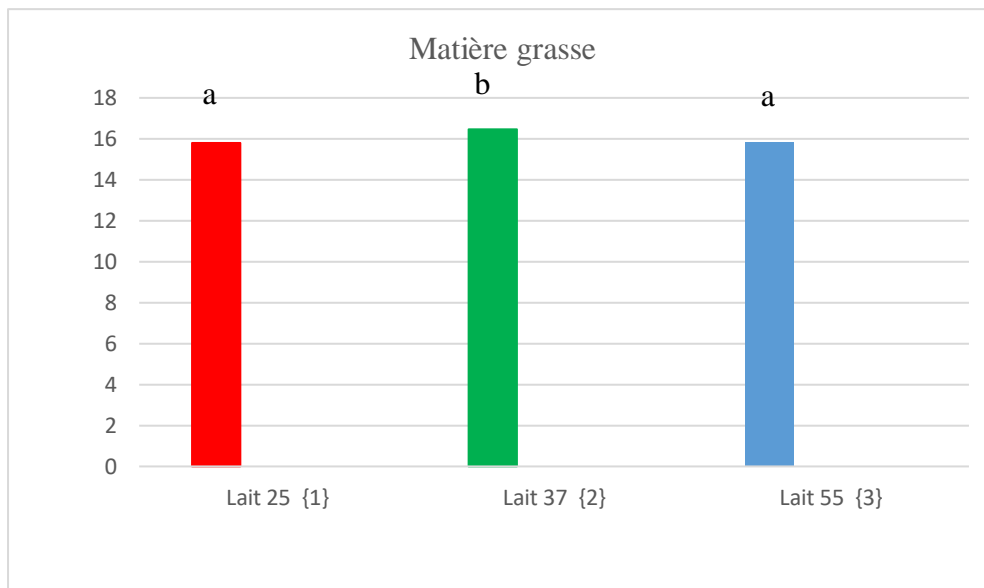


Figure 3: Analyse statistique du paramètre de la matière grasse, pour les trois échantillons, (a<b) Des lettres différentes indiquent des différences significatives à $p < 0,05$.

D'après les résultats des analyses effectuées sur la matière grasse aux différentes températures (25°C, 37°C, 55°C) (Figure 3), l'analyse statistique montre qu'il y a une différence considérable qui sont respectivement 15.79, 16.46, 16 (g/l), (ce dernier est déterminé manuellement par la méthode Gerber).

La source et la composition de la matière grasse contenu dans les laits recombines ou reconstitués peuvent également influencer les caractéristiques sensorielles du lait (M. J. L. a. H. C. Deeth, 2009) ; se traduit par une diminution de la stabilité du produit. Les analyses nous renseignent sur un bon fonctionnement de homogénéisateurs lors de la production ; Lors de l'homogénéisation du lait, le globule gras augmente en nombre et diminue considérablement en diamètre (inférieur à 1 micron) ; Ce changement empêche la graisse de surnager (Guétouache *et al*, 2014).

Selon (Gaucher, 2008) l'augmentation de la taille des micelles de caséine due à la dénaturation des protéines de lactosérum et leur association avec la caséine d'une part, et d'autre part une diminution de la taille des globules gras due à l'homogénéisation.

Test RAMSDELL

Selon les résultats exprimés dans la figure (04), on constate que la quantité de phosphate additionnée pour chaque échantillon accroît avec l'augmentation de la température à laquelle l'échantillon est étuvé.

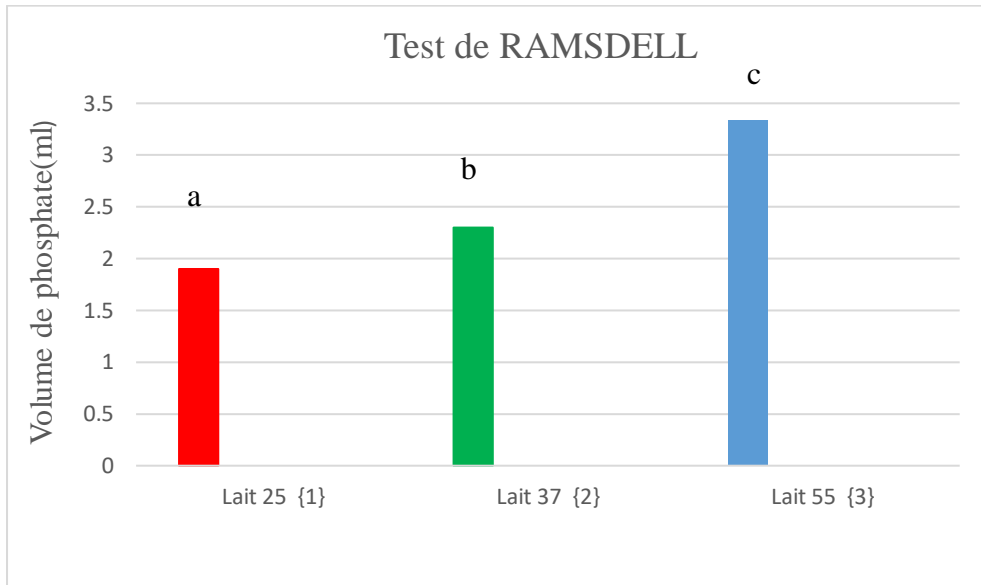


Figure 4: Analyse statistique du test de RAMSDELL, pour les trois échantillons, ($a < b < c$) Des lettres différentes indiquent des différences significatives à $p < 0,05$.

En se basant sur le graphe on déduit que la quantité de phosphate ajoutée pour l'échantillon 1 (25°C) est de l'ordre de 1,86ml, cette dernière étant très proche de la valeur normale à laquelle le lait UHT se coagule (1,9 ml), cela est conforme à la norme de l'unité, l'analyse statistique (b) et (c) des échantillons (02) et (03) étuvé à 37°C et 55°C respectivement sont de l'ordre de (2,3ml) et (3,4ml) par rapport au premier échantillon (a) qui est conforme.

cette augmentation considérable est due à l'augmentation du paramètre de la température, qui conduit à l'élévation du pH, rendant le milieu basique, ce qui implique l'additions d'importantes quantités de phosphate pour provoquer la précipitation des phosphates de calcium, entraînant la solubilisation et la gélification des protéines et éventuellement la coagulation du lait (BAGLINIERE, 2013).

Ces changements ont été en accord avec nombreux réaction physico-chimique et enzymatique favorisée par des températures d'étuvage élevées. L'addition de phosphate entraîne des changements dans l'équilibre minérale soluble, teneur en caséine, pouvoir tampon et propriétés colloïdales (Gaucher, 2008).

L'acidité

Les résultats obtenus montrent une différence significative entre les trois échantillons pour les trois températures différentes, une augmentation de l'acidité proportionnelle à l'augmentation de la température est constatée. Le troisième échantillon à 55°C a atteint le maximum de la norme exigée dans l'entreprise qui est égal à 15 (g/l).

L'acidification cause donc une décalcification de la micelle (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002),

Lors d'un traitement thermique, 50 % de l'acidité générée par l'augmentation de température sont dus au sucre. Ainsi, l'excès de lactose déstabiliserait les micelles de caséines par une acidification thermo-induite (Broyard., 2015) .

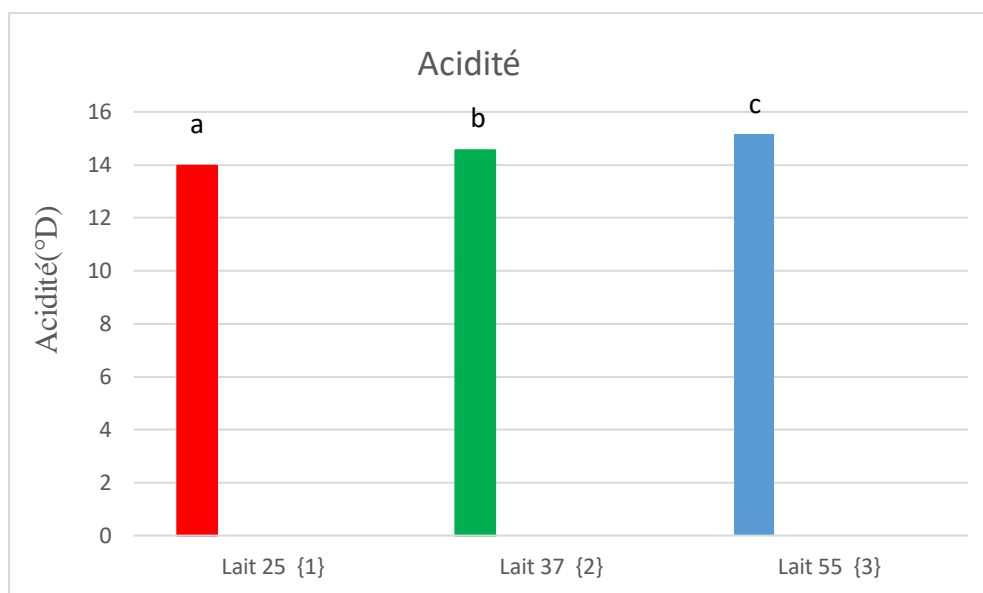


Figure 5:Analyse statistique du paramètre de l'acidité pour les trois échantillons,(a<b<c) Des lettres différentes indiquent des différences significatives à p<0,05.

La densité

Selon les résultats obtenu, on remarque que la densité des trois échantillons ne change pas malgré les températures changent, on observe que les valeurs obtenu pour les trois échantillons est la même qui est de 1.032(g/l).

III.2 Analyses microbiologiques

D'après les résultats des analyses microbiologiques du produit fini, lait demi écrémé, présenté dans le tableau , on ne constate aucune présence de la flore aérobie, au sein des trois échantillons analysés, en effet le traitement UHT (Ultra Haute Température), du produit fini (135°C-150°C/1-6sec), permet une réduction 10^9 des spores bactériennes thermophiles(Lewis & Deeth, 2009).

Afin d’avoir un produit qui représente les critères de stérilités tels présenté dans le tableau, il est nécessaire de respecter le temps et la température du traitement, car cela permet éventuellement l’obtention d’un produit stérile toute en minimisant la dénaturation des constituants (H. C. Deeth, 2009).

Micro-organismes	Echantillon 1 (25°C)	Echantillon 2 (37°C)	Echantillon 3 (55°C)	Limite microbiologique	Norme
FTAM	Absence	Absence	Absence	10/0.1ml	J.O.R.A n°39,2017

Tableau VII: Résultats des Analyses microbiologiques du produit fini lait demi –écrémé.

IV. Analyses microbiologiques par cytométrie en flux (D-Count)

Selon les résultats d’analyses par cytométrie en flux illustré dans le tableau, on remarque que l’ensemble des échantillons analysés sont stériles, et présente un nombre de counts inférieur au seuil minimal considéré comme étant positif (150 counts/ml), ces résultats affirmer que le traitement thermique du produit a été réussi, d’autre part elle renseigne sur la














N° de l'échantillon	Résultat de l'analyse cytométrique (counts/ml)	
01 (témoin négatif)	00	
02	00	
03	00	
04	20	
05	10	
06	00	
07	15	
08	45	
09	17	
10	10	
11	60	
12	15	
13 (témoin positif)	1720	

Tableau VIII : Résultats de l’analyse du produit fini par cytométrie en flux (D-COUNT)

Conclusion
Et perspectives

Conclusion

Notre travail réalisé au sein de l'unité TchilLait/Candia, nous a permis de découvrir un des piliers de l'industrie laitière en Algérie, où une technologie de pointe est mise en œuvre dans l'optique de procurer au consommateur un produit au profil parfait d'un point de vue qualité et hygiène.

Notre étude consiste en le suivi de la qualité du lait UHT demi-écrémé lors de l'étuvage, ce dernier permet de garantir une bonne qualité du lait, l'étuvage est une étape critique dans la fabrication du lait UHT, où il est chauffé à des hautes températures pour s'assurer de sa stérilisation, en outre le traitement UHT permet d'assurer la stabilité et la conformité du produit fini, permettant ainsi de préserver ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques.

Les résultats obtenus des différentes analyses physico-chimiques, effectués sur la poudre de lait, l'eau de process, et le produit fini montrent la maîtrise rigoureuse du concept qualité au sein de l'entreprise, ainsi la conformité de ces résultats au regard des normes exigées par la réglementation algérienne. Les résultats attestent également de la stabilité du produit aux températures étudiées (25, 37 et 55°C), ce qui témoigne de la stabilité du produit durant à la température ambiante pendant sa conservation.

Les résultats microbiologiques du produit fini, et des matières premières, montrent qu'ils sont également conformes aux spécifications et aux normes fixées par la réglementation algérienne.

En guise de perspectives, il serait intéressant et bénéfique de compléter notre travail avec :

- ✓ Une intégration des analyses enzymatiques pour obtenir des informations plus détaillées sur les réactions biochimiques et avoir des résultats plus approfondis.
- ✓ Adopter une stratégie qui consiste à prolonger la durée de l'étuvage du lait UHT à 55°C, pour prévenir les altérations et garantir une bonne qualité et stabilité du produit.
- ✓ Renforcer le système de traçabilité, permettant une détection rapide des problèmes, et mise en œuvre de mesures correctives.

Références bibliographiques

Liste des références bibliographiques

A

Alais, C., & Linden G. 1997. Abrégé de biochimie alimentaire. Edition Elsevier Masson Paris, France. pp.110-111.

Amiot J. *et al.* 2002. , Science et technologie du lait-Transformation du lait Composition propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité. Ecole polytechnique de montréal. :600

AUTISSIER, P. (2010). Phénotypage des cellules immunitaires par cytométrie en flux multiparamétrique : Un outil indispensable dans l'immunopathologie du sida. Conservatoire national des arts et métiers –CNAM. France . pp39-40

B

Bagliniere F. (2013). Impacts des souches de genre *Pseudomonas* protéolitiques sur la stabilité des produits laitiers transformés. Maîtrise et prédiction de la qualité du lait UHT :37

Bénédict N. (2012). Le lait : production, composition et consommation en France. Elsevier Masson . France. pp243-246.

Broyard, C. (2015). Structure et stabilité face au traitement UHT des micelles de caséines acidifiées et modifiées. Université européenne de Bretagne. France. pp 74-75.

Bimlesh M *et al* (2021). Physicochemical changes during processing and Storage of UHT Milk. Indian J Dairy science 74(1). Indian Dairy association. India. pp39-47

Boubellouta *et al* (2008). Investigation of the effect of season, milking region, sterilisation process and storage conditions on milk and UHT milk physico-chemical characteristics: Multidimensional statistical approach. (Volume 03). France:291-312.

C

Christiane Joffin., Jean-Noël Joffin. 2010. Microbiologie alimentaire. CNDP-CRDP. France. Pp 244-271

Chavanet *al* (2011). UHT milk processing and effects of plasmin activity on shelf life: a review. Institute of food technologists. vol10. India:251-268

D

Deeth H.C., Nivedia D. (.2007). Advances in thermal and non-thermal food preservation. Blackwell publishing. UK. pp80-81.

Deeth H.C., Lewis M.J. (2009). Milk processing and quality management. Blackwell publishing Ltd. UK pp 171-175.

E

EAS. (2006).Milk. Determination of fat content (Routin method).Tanzania:1

EL HADI D *et al.* (2015).Etude de la qualité physico-chimique deux types de laits reconstitué (pasteurisé et stérilisé).Revue agrobiologia.Algérie. pp50-53.

F

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Rome Italie. pp 130-131

FOSS. (2011).Milkoscan : Standardisation du lait avec détection intégré des adultérants. Edition IFR .Franc. pp 7

FuturaScience.2019.Consulter lesite

<https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-volume-15919/>

G

Gaucher *et al* (2008).Effects of storage temperatures on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. Food hydrocolloids 22.Edition Elsevier Ltd. France. pp 130-143

Gaucher *et al* (2008).Investigation of the effect of season, Milking region, sterilisation process and storage conditions on milk and UHT milk physico-chemical characteristics: Multidimensional statistical approach. Dairy science.technol.88 (3).Franc. pp291-312.

GEMRCN. (2009).Spécification techniques de l'achat public : Laits et produits laitiers. France. pp50-53

Guide d'échantillonnage des denrées alimentaires.2009. Echantillonnage pour analyses des denrées alimentaires

Guetouache et al (2014).Composition and nutritional value of raw milk .Issues in biological sciences and pharmaceutical researches.vol2 (10).journal issues. Algeria. pp115-122.

Guiraud J.P.2003.Microbiologie alimentaire. Dunod Ria. France. pp136-347.

Guiraud J.P., Gazly P (1980).L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Ed de l'usine nouvelle-Paris: 196.

Gösta Bylund, M Sc. (1995).Dairy processing handbook. Tetrapak processing system AB.Sweden. pp 66-141.

H

Hardy, J. (1987).Le lait matière de l'industrie laitière. Ed: Cepil. Paris

I

Imbert, H.*et al*(1995).La cytométrieintérêt et application en hématologie. Revue française des laboratoires. France. pp275

Références bibliographiques

ISO 2446 (2008).Milkdetermination of fat content in Milk and milkproducts for quality control.Genève.2ème Edition. pp 12

ISO 9308-1(2014).Qualité de l'eau, dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes. Partie 1 : méthode par filtration sur membrane pour les eaux a faible teneur en bactéries. Ed 3. pp10

J

J.O.R.A N°69. (1993).Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatifs aux Spécifications et à la présentation de certains laits de consommation

J.O.R.A n°35 (1998).Arrête interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant L'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées Alimentaires.

J.O.R.A, N°19 (2000).Arrêtés ministériels du 2 Avril 2000, modifiant et complétant l'arrêté Du 27 Octobre 1999 relatif aux spécifications du lait en poudre industriel et aux conditions et Modalités de sa présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation.

J.O.R.A. N°39 (2017).Arrêté interministériel du 2Moharram 1438 correspondant au 4 Octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.

Guiraud J.P. 1998 .Microbiologie alimentaire. Edition Dunod. Université libre de Bruxelles. pp390

K

Kilara A. (2011).Dairy ingredient for food processing: processing principles of dairy ingredients. Blackwell publishing Ltd. United kingdom. pp116

L

Lewis MJ.,Deeth H.C.2009.Milk quality processing and quality management: Heat treatment of milk. Blackwell publishing Ltd. United Kingdom. pp180-182

Luquet F.M (1985).Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Tech&doc Lavoisier. France. pp 55-62

M

Marie N B., Sébastien H. (2020).Cytométrie en flux et en images. Lavoisier. France : 1

Mathieu J. (1998).Initiation à la physico-chimie du lait Ed Tech&doc. Lavoisier. France : 12

Miguiri K *et al*(2015).Evaluation de la qualité nutritionnelle du lait cru dans les élevages traditionnelles du kaolakau. Sénégal. International journal of biological and chemical science. pp73

Moller S (2000).La reconstitution du lait.EdSodiaal. Ivry-sur-Seine, France. pp51

N

Nath S., Kumar K.A. (2021). Platform tests for judging quality of milk.1. pp1-9

Noblèt B (2012). Le lait : production, composition et consommation en France. Elsevier Massan .France. pp243-246.

O

Odet G, *et al.* (1985). La maîtrise de la qualité du lait stérilisé UHT. APRIA. France: 200-201

P

Pestana J, *et al* (2015). Effects of pasteurisation and ultra-high temperature processes on proximal composition and fatty acid profile in bovin milk, American journal of food technology .10. pp265-272.

Pointurier, H. (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière. Ed Tech&doc, Lavoisier .France. pp64-388

R

Robert G Jensen. (1995). Handbook of Milk composition. Academia press. USA. pp82

Romain JEANTET ., Guillaume G.B. (2011). Génie des procédés appliqué à l'industrie laitière. Lavoisier ; 2^{ème} Edition. France. pp 251-268

Rodier J (2009). Analyse de l'eau ,9^{ème} Edition. Dunod. France .pp98-259

Rupesh S.*et al* (2011). UHT milk processing and effect of plasmin activity on shelf life: a review. Institute of Food technologist.10. pp251-268

S

Sandra. I ., Pougheon, S (2001). Contribution à l'étude de variation de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Docteur vétérinaire .Ecole nationale vétérinaire de Toulouse : 14

Santos A *et al* (2022). Loss of UHT milk quality: changes in compositional and physicochemical parameters triggered by different Storage conditions. Research society and development.11. pp464

Schuck P. (2011). Modifications des propriétés fonctionnelles des poudres de protéines laitiers : Impact de la concentration et du séchage. INRA-Agro campus ouest.13. pp71-99

ST-Gelais D., Tirard-Collet P (2002). Science et technologie du lait. Presse internationale polytechnique, Canada. pp349-415

T

Tessema A. (2009). Milk quality control. Technical bulletin.2. pp11

V

Veisseyre, R.(1979).Technologie du lait.3^{ème} Ed. Maison rustique. Paris. pp 709

Vignola C L (2002).Science et technologie du lait : Transformation du lait. Presse international polytechnique. Canada. pp28-29

Vignola C L(2003).Science et technologie du lait. Ed presses international polytechnique. Canada

Annexes

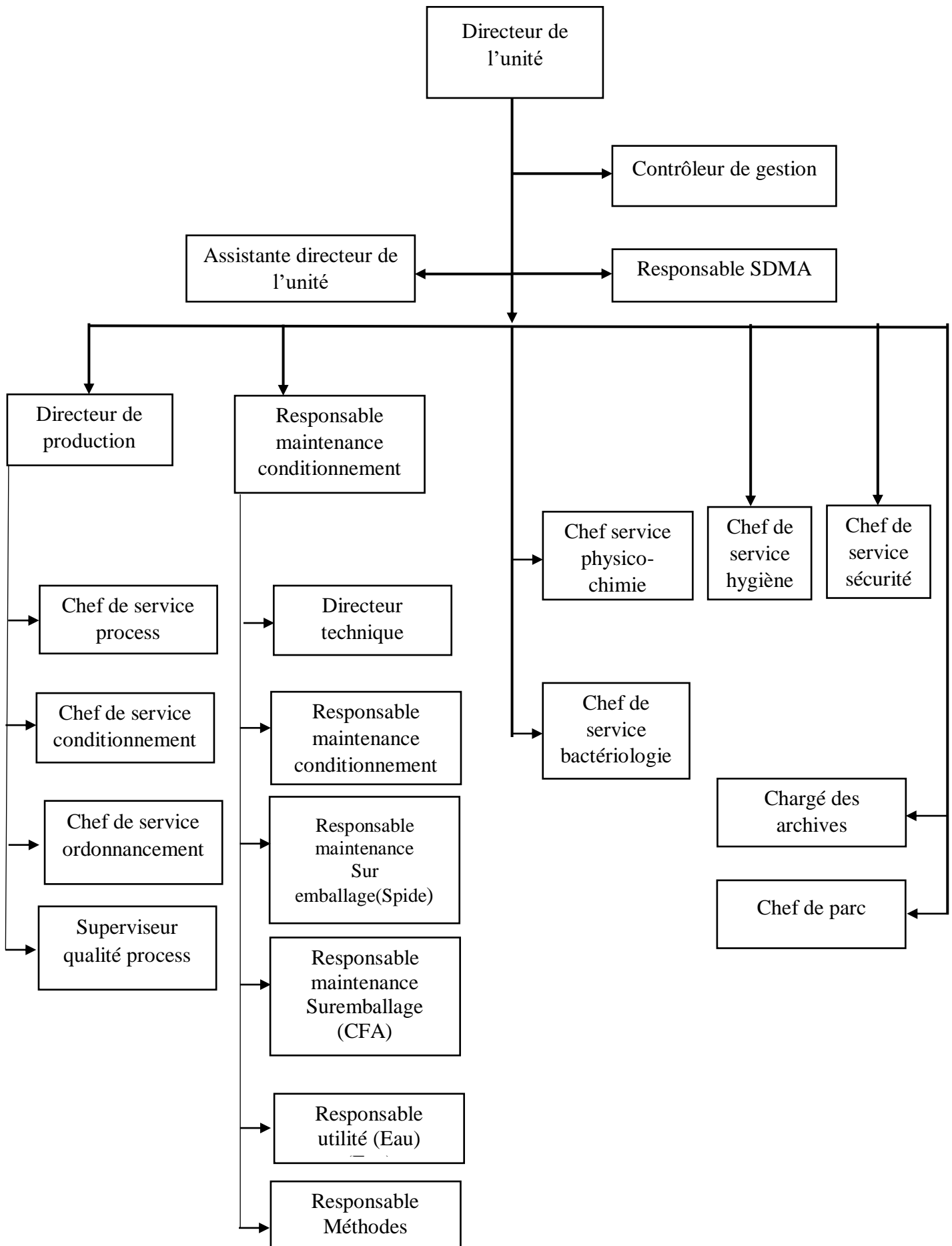
Annexe I

Paramètres	Echantillon 1(25°C)	Echantillon 2 (37°C)	Echantillon 3 (55°C)	Ecart type	N.I.E
Date de fabrication	03/04/2023				
DLC	02/07/2023				
Date d'analyse	03/04/2023	17/04/2023	10/04/2023		
Ph	6,69	6,64	6,53	0.005773503	6,6-6,9
Acidité (°D).	13,96	14,55	15	0.056862407	<15
Densité (g/l).	1,032	1,032	1,032	0	1,029-1,032
MG (g/l).	15,79	16,46	16	0.040414519	16-16,5
MP (g/l).	30,94	31,72	-	0.051316014	≥30
EST (g/l)	110,31	110,27	110,46	0.032145503	110,35
ESD (g/l)	94,70	94,65	94,62	0.030550505	94,53
Lactose	55,49	54,18	-	0.014142136	≥49
Point de congélation	-0,555	-0,553	-	0.00057735	-0,553-0,555
Test RAMSDELL	1,86	2,3	3,4	0.057735027	>1,3
Poids(g)	1032	1032	1032	0	1054-1060
Volume(L)	1	1	1	0	1±0,005

Tableau I : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini lait demi-écrémé

Annexe II

Organigramme de l'unité TchInLait/Candia



Annexe III

Localisation géographique de l'unité TchInLait/Candia Alger



Résumé

Le traitement thermique UHT est une technologie très répandue dans le domaine agro-alimentaire, une telle technologie assure l'obtention d'un produit avec une stérilité commerciale absolue. Cette étude a pour objectif le suivi de la qualité du lait UHT demi-écrémé au cours de l'étuvage, en mettant le produit final à différentes températures (25°, 37° et 55°C), l'étuvage représente une étape cruciale du processus de fabrication, car par cela la stabilité physico-chimique et la qualité microbiologique du produit peuvent être déterminés.

Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur la matière première (Eau, Poudre de lait) et le produit fini montrent la conformité du produit aux normes internes de l'entreprise, ainsi qu'à la réglementation algérienne en vigueur.

En conclusion, la conformité de l'ensemble des résultats obtenus, indique la maîtrise rigoureuse du processus de fabrication et de traitement thermique UHT et témoigne de la stabilité du produit à la température ambiante durant sa durée de conservation.

Mots clés : Lait, traitement UHT, stérilité, étuvage, qualité.

Abstract

The UHT heat treatment is a highly qualified technology in the food industry, such technology ensures the production of a product with absolute commercial sterility. The objective of this study is to monitor the quality of semi-skimmed UHT milk during the brewing process, by putting the final product at different temperatures (25°, 37° and 55°C), the brewing represents a crucial step in the manufacturing process, because by this the physico-chemical and microbiological quality of the product can be determined.

The results of the physico-chemical and microbiological analyses carried out on the raw material (Water, Milk powder) and the finished product show that the product complies with the company's internal standards, as well as with the Algerian regulations in force.

In conclusion, the compliance of all the results obtained indicates the rigorous control of the UHT manufacturing and heat treatment process and testifies to the stability of the product at room temperature during its shelf life

Keywords: Milk, UHT treatment, sterility, steaming, quality.