

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 des sciences alimentaires
Spécialité Production et transformation laitière



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle

En vue d'obtention du diplôme

Master

Thème

*Suivi de la stabilité physico-chimique du lait UHT demi
écrémé (produit semi fini et produit fini) fabriqué par SPA
Tchin-lait/Candia*

Présenté par :

BOUSAFSAFA Sarah & BOUZELMAT Radia

Soutenu le : **21/06/2023**

Devant le jury composé de :

M ^{me} SOUFI Ouahiba	MCA	Présidente
M ^{me} LEHOUCHE Rahima	MCB	Promotrice
M ^r NADJI Farid	Métrologue Tchin-Lait/ Candia	Co-promoteur
M ^{me} GUENDOUZE Naima	MCA	Examinatrice

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous remercions le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force nécessaire, la santé et la patience qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail;

Nos remerciements à notre promotrice, Mme Lahouche.R, pour nous avoir encadrées, en nous faisant bénéficier de ses connaissances, de son aide et de ses précieux conseils et orientations.

Nos remerciements vont également:

A Mme SOUFI pour l'honneur qu'elle nous fait de présider notre jury et à Mme GUENDOUE qui nous a fait l'honneur d'examiner ce modeste travail.

Nos remerciement les plus sincères et les profonds sont adressés a :

Monsieur BERKATI .F (PDG) de l'entreprise Tchou-Lait/Candia de nous avoir ouvert les portes de son entreprise et d'avoir mis à notre disposition les moyens nécessaires pour réalisation de notre étude.

Un remerciement particulier pour Monsieur ZIANI.L, et a l'ensemble du personnel du laboratoire et tous les employeurs de Tchou-Lait/Candia, en particulier Monsieur BOUCHENOUA .F (chef de service de laboratoire) et Monsieur NADJI.F (notre co- promoteur) pour leur aides, conseils et complicités.

On remercie également tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de notre mémoire.

Dédicace

*En ce jour solennel qui mémorise la fin de mes études, Je dédie cet humble et modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté :
A mon adorable père : Qui peut être fière de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices pour m'aider à avancer dans ma vie, puisse Dieu fasse en sorte que tu réussisses à réaliser tes rêves les plus chères, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien que tu m'as apporté.*

A ma belle-mère : Pour ses sacrifices, encouragement, soutien et prières pour que je réussisse dans ma vie.

A mes chers frères : Farid et Yasser que j'aime et à qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.

A Mes sœurs : Hakima, Syla, Hafida, Souraia et son mari Nassim, Sabrina et son mari Rassem.

A mes adorables neveux : Anes, Aran.

A tous mes amis particulièrement : Kenza, Tiziri, Randja, Hicham Mohamed..., sans oublier mon cher ami Amine pour son aide précieuse et sa persévérance toute au long de mon projet et qui n'a jamais cessé de croire en mes capacités et m'a toujours poussé à faire encore plus et à être la meilleure version de moi-même.

Et enfin à ma binôme Radia, avec laquelle on a passés les moments les plus magnifiques, heureux, difficiles et stressants et quant a pu réussir à passer à travers, et a toute sa famille.

A toute la promotion PTL (2023)



Sarah

Dédicace

En ce jour solennel qui mémorise la fin de mes études, je dédie cet humble et modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté :

A ma chère mère : qui peut être fière de moi, et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations en m'aidant pour réussir dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation, l'amour, prières et le soutien permanent venu de toi, que dieu te garde pour moi mon ange.

A mon défunt père

A mon cher mari : qui a été toujours à mes côtés et qui a cru à mes capacités et m'encourager à continuer dans les moments aux quelles moi-même j'ai baissé les bras ; Merci pour tes encouragements, ton soutien, ta patience, que dieu te garde pour moi.

A toutes ma famille : mon frère et sa femme, mes neveux et nièces, mes oncles et mes tantes, mes grand parents, ma belle-mère, mon beau-père et mes beaux-frères.

A tous mes ami(e)s particulièrement : Kenza, Tiziri, Randja,Sans oublier Amine pour son aide tout ou long de notre mémoire.

A toute la promotion PTL (2023)

En fin à ma binôme Sarah avec laquelle on a passés des moments les plus magnifiques, heureux, difficiles et stressants et qu'on a pu réussir à passer à travers, et à toute sa famille.



Radia

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de la Normalisation.

DLC : Date Limite de Consommation.

°D : Degré Dornic.

EDTA : Ethylène- Diamine- Tétracétique.

ESD : Extrait Sec Dégraissée.

EST : Extrait Sec Total.

FPD : Freezing Point Degression.

°f : Degré français.

JJ : Jour-J.

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : matière grasse.

MP : matière Protéique.

N : Normalité.

NET : Noir Eriochrome T.

NIE : Norme Interne de l'Enterprise.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PDG : Président Directeur Général.

TBA : Tetra Brick Aseptique.

T.B.H : Test Bain d'huile.

TH : Titre Hydrométrique.

TR : Tank de Reconstitution.

SPA : Société par Action.

UHT : Ultra Haute Température.

λ: Conductivité.

Table des matières

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.2.1. Eau 3

I.2.2. Lactose 3

I.2.3. Matière grasse 3

I.2.4. Protéines 4

I.2.5. Matière salinée 5

I.2.6. Vitamines 6

I.2.7. Enzymes 6

I.3. Propriétés physico-chimiques du lait..... 7

I.3.1. pH..... 7

I.3.2. Densité..... 7

I.3.3. Point de congélation..... 8

I.3.4. Point d'ébullition..... 8

I.3.5. Acidité..... 8

I.4. Valeur nutritionnelle du lait 8

I.5. Qualité bactériologique du lait 8

I.5.1. Flore originelle..... 9

I.5.2. Flore de contamination 9

I.6. Qualité organoleptique du lait	9
I.6.1. Couleur.....	9
I.6.2. Odeur.....	9
I.6.3. Saveur	9
I.6.4. Viscosité	10
I.7. Différents types du lait selon le traitement thermique	10
Chapitre II : Lait stérilisé UHT	
II.1. Définition.....	12
II.1.1. Lait stérilisé UHT	12
II.1.2. Lait stérilisé UHT demi écrémé.....	12
II.1.3. Lait UHT demi-écrémé Tchou-lait/ Candia.....	12
II.2. Composition moyenne et valeur nutritionnelle du lait demi-écrémé UHT Tchou-lait/Candia	13
II.3. Déstabilisation du lait UHT	13
II.4. Matières premières utilisées dans la fabrication du lait UHT demi-écrémé	13
II.4.1. Poudre du lait	13
II.4.2. Eau de process	13
II.5. Procédé de fabrication du lait UHT demi-écrémé	14
II.5.1. Reconstitution du lait	14
II.5.2. Filtration et refroidissement	14
II.5.3. Préchauffage.....	14
II.5.4. Dégazage.....	15
II.5.5. Homogénéisation	16
II.5.6. Pasteurisation	16
II.5.7. Stérilisation	17
II.5.8. Refroidissement	17

II.5.9. Conditionnement	17
II.6. Effet de traitement thermique sur les constituants du lait UHT.....	19
II.6.1. Effet sur les protéines.....	19
II.6.2. Effet sur la matière grasse.....	19
II.6.3. Effet sur le lactose.....	19
II.6.4. Effet sur les vitamines.....	20
II.6.5. Effet sur les enzymes	20
II.6.6. Effet sur les minéraux.....	20
II.7. Inconvénients et avantages de traitement thermique UHT	20
II.8. Stabilité de lait UHT.....	21
II.8. Stabilité de lait UHT.....	21
II.8.1. Définition de la stabilité.....	21
II.8.2. Facteurs influençant sur la stabilité	21
II.8.3. Date limite de consommation	22

Partie pratique

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Présentation de l'organisme d'accueil	23
III.1.1. Historique.....	23
III.1.2. Conception de l'usine de Tchik-lait	23
III.1.3. Sites de distribution	23
III.1.4. Organisation.....	24
III.1.5. Capacité de production de l'usine.....	24
III.1.6. Organigramme de l'entreprise.....	25
III.2. Echantillonnages et prélèvements.....	26
III.2.1. Eau de process.....	26

III.2.2. Produit semi fini (reconstitué).....	26
III.2.3. Produit fini.....	26
III.3. Analyses physico-chimiques.....	27
III.3.1. Mesure du pH.....	27
III.3.2. Mesure de l'acidité titrable	28
III.3.3. Détermination de la composition du lait par Milkoscan	28
III.3.4. Détermination du taux de la matière grasse (MG).....	29
III.3.5. Détermination de la densité	31
III.3.6. Détermination du taux d'extrait sec total.....	31
III.3.7. Détermination de la conductivité	32
III.3.8. Détermination du titre hydrométrique (TH)	33
III.3.9. Dosage des chlorures.....	33
III.4. Test de stabilité.....	34
III.4.1. Test de Ramsdell	34
III.4.2. Test du bain d'huile.....	35
III.4.3. Test de turbidité	36
III.5. Appréciation sensorielle	36
IV.5.1. Aspect et couleur	36
IV.5.2. Goût et odeur	36

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Analyses physico-chimiques	37
IV.1.1. Eau de process	37
IV.1.2. Lait reconstitué	37
IV.1.3. Produit fini	38
IV.1.4. Test de turbidité	39

IV.2. Test de stabilité	40
IV.2.1. Test du bain d'huile	40
IV.2.2. Test de Ramsdell	41
IV.3. Analyse sensorielle du lait UHT demi-écrémé	46
Conclusion	48
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure	Titres	Pages
01	Structure des micelles de caséine	04
02	Echangeur tubulaire	15
03	Circulation du lait et de l'air dans le dégazeur	15
04	Principe du fonctionnement d'un homogénéisateur	16
05	Organisation générale de procédé de pasteurisation du lait	17
06	Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchín-lait / Candia	18
07	Organigramme de l'entreprise Tchín-lait/Candia	25
08	Photographie du Milkoscan	29
09	Photographie de la lecture du taux de MG	31
10	Lien disulfure entre la β -lactoglobuline et la micelle de caséine	40
11	Stabilité au Ramsdell des différents produits	42
12	Variation des pH des échantillons a Ramsdell positifs / au pH initial.	43
13	Les différents équilibres entre le phosphate et calcium selon le pH	44
14	Effet de l'acidification sur la structure des micelles des caséines	45
15	Stabilité au Ramsdell sur différents échantillons année 2018 et 2023	46

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Pages
I	Composition générale du lait de vache	02
II	Classification des protéines	05
III	Composition minérale du lait de vache	06
IV	Teneur moyenne des principales vitamines du lait	06
V	Propriétés physicochimiques du lait	07
VI	Les différents types des laits commercialisés	11
VII	Composition et valeur nutritionnelle du demi écrémé Tchín-Lait/Candia	13
VIII	Les avantages et les inconvénients de traitement thermique UHT.	21
IX	Les sites de distribution de tchin-lait Candia	24
X	Capacité de production des différentes conditionneuses.	24
XI	Analyses physico-chimiques des différents produits analysés.	27
XII	Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process à 10°f.	37
XIII	Résultats des analyses physico-chimiques du lait reconstitué.	37
XIV	Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini (lait U.H.T demi-écrémé).	38
XV	Résultat de test de turbidité.	39
XVI	Résultats du test du bain d'huile.	40
XVII	Résultat test Ramsdell	Annexe
XVIII	Résultats de test Ramsdell obtenus pour les échantillons analysés durant les années 2018 et 2023.	45
XIX	Résultats d'analyses sensorielles des produits analysés.	47

INTRODUCTION

Introduction

La richesse en nutriment d'une denrée alimentaire se mesure par sa composition en éléments indispensables, de tous les aliments, le lait est l'un des aliments le plus complet et le plus nutritif pour l'homme, il peut couvrir tous les besoins de l'organisme durant les premiers mois de la vie, il contient principalement tous les éléments nécessaires à la croissance et au développement harmonieux de l'organisme humain. Cette richesse et cette diversité de constituants font donc du lait sous toutes ses formes un des éléments de base d'un régime alimentaire équilibré [1].

La teneur en nutriments élevée des laits, qui comprend des protéines, lipides, glucides, vitamines, minéraux et acides aminés essentiels, tous à un pH proche de la neutralité et à une activité de l'eau élevée, offre un environnement idéal pour la croissance de nombreux micro-organismes. Pour cela, l'industrie alimentaire a connu une importante évolution favorable aux consommateurs, toujours à la recherche de produits de qualité adaptés à leurs besoins fondamentaux de santé et de sécurité. Aujourd'hui, pour conquérir de nouveaux marchés, l'industrie laitière doit maîtriser l'évolution qualitative de ses produits, les labelliser et obtenir ainsi la confiance de ses clients [2].

Le principal procédé industriel appliqué au lait est le traitement thermique qui a pour objectif la préservation de la santé publique et de la qualité du produit [3].

Le traitement UHT (Ultra Haute température) occupe une place de choix parmi les traitements de conservation du lait. La température élevée employée (140°C) permet la destruction totale des micro-organismes initialement présents, permettant ainsi l'obtention d'un produit dit "à longue durée de conservation" (3 à 4 mois) d'une part. D'autre part, la rapidité de ce traitement (quelques secondes) permet de conserver intactes les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait [4].

L'objectif principal de notre travail effectué au sein de l'entreprise Tchén-lait Candia, consiste à suivre de la qualité physico-chimique et la stabilité du lait UHT demi-écrémé.

Le présent document est constitué de trois parties : une partie théorique concernant des connaissances générales sur le lait et le lait UHT demi-écrémé, une partie pratique englobant le travail réalisé au sein de l'entreprise « CANDIA » de la wilaya de Bejaïa, et la partie résultats et discussion pour l'interprétation des données obtenus et terminer par une conclusion générale.

*PARTIE
THÉORIQUE*

*CHAPITRE I :
GÉNÉRALITÉS
SUR LE LAIT*

I.1. Définition du lait

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini par **le congrès international de la répression des fraudes (1909)** : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » [5].

Selon le Codex Alimentarius CX/MMP 00/15 de Décembre 1999 : « Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux laitiers obtenue en une ou plusieurs traites sans aucune addition ou extraction, destinée à la consommation sous forme de lait liquide ou à un traitement ultérieur ».

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes [6]. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24 heures [7].

I.2. Composition du lait

Le lait reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé, il peut être ajouté à notre régime alimentaire sous plusieurs formes. Le lait est une source d'énergie, de protéines, de minéraux et de vitamine [8]. La composition du lait est donnée dans le tableau N°I.

Tableau N°I : Composition générale du lait de vache [9].

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.2.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait. Elle a un caractère polaire à cause de présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires comme les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum [9].

I.2.2. Lactose

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone le plus important du lait puisqu'ils constituent environ 40% des solides totaux, c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale. Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, c'est le constituant le plus abondant après l'eau, sa formule brute est de $C_{12}H_{22}O_{11}$, c'est un disaccharide formé par l'union de deux monosaccharides, le D-glucose et de D-galactose, par un lien glycosidique C1(β)-C4. Le lactose est un solide blanchâtre qui est en solution vraie dans le sérum du lait, il est soluble dans l'eau grâce à la présence de groupement hydroxyle (OH) qui peuvent s'associer à l'eau par des liaisons d'hydrogène [9].

I.2.3. Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10 μ m et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés [10]. Elle renferme :

- Une très grande variété d'acides gras (150 différents) ;
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- Une teneur élevée en acide oléique (C18 :1) et palmitique (C16 :0) ;
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18 :0) [10].

La membrane du globule gras est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'Oligo- éléments (métaux) et d'eau [11].

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18 :2 et acide linoléique C18 :3) par rapport au lait de femme (1,6% contre 8,5% en moyenne) [10]. La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des

glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles (sucre de betterave). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent contribuer à la formation de la matière grasse du lait [12].

I.2.4. Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une partie importante du lait et des produits laitiers [13].

La matière azotée du lait constitue un ensemble complexe dont la teneur totale est voisine de 35 g/l.

Le lait de vache contient 3,2 à 3,5% de protéines réparties en deux fractions distinctes (tableau N° II):

- ✓ Les caséines qui précipitent à pH 4,6, représentent 80% des protéines totales,
- ✓ Les protéines sériques solubles à pH 4,6, représentent 20% des protéines totales [14].

❖ Caséines

Les caséines forment près de 80% de toutes les protéines présentes dans le lait, leur point isoélectrique moyen est de pH 4,65. L'élucidation de la structure tridimensionnelle Permet d'affirmer que les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle. Les micelles de protéine sont constituées de 92% de protéines et de 8% de minéraux [9]. La structure des micelles des caséines est donnée dans la figure N° 1.

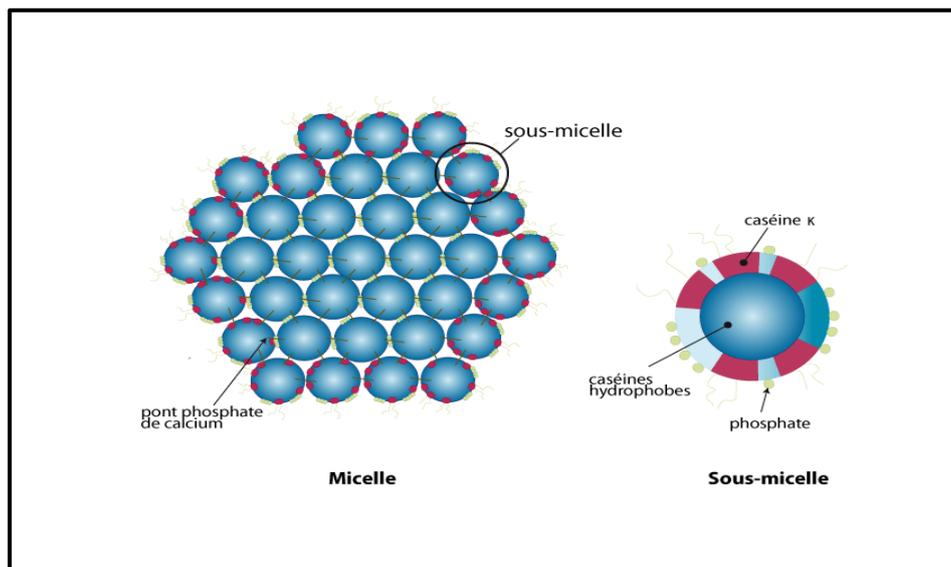


Figure N° 1 : Structure des micelles de caséine [8].

❖ **Protéines du lactosérum**

Les protéines du lactosérum représentent environ 20% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées [15].

Les protéines du lactosérum sont définies comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles sont plus sensibles à la chaleur car elles sont dénaturées par chauffage à 100°C. Ces protéines fixent peu les ions et résistent à l'action des protéases en ayant une structure plus compacte [16].

Tableau N°II : Classification des protéines [17] [18].

Noms	% des protéines	Nombre d'acide aminé
<i>Caséine</i>	75-85	
Caséine α S1	39-46	199
Caséine α S2	8-11	207
Caséine	25-35	209
Caséine K	8-15	169
Caséine γ	3-7	
<i>Protéines du lactosérum</i>	15-22	
β -lactoglobuline	7-12	162
α -lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0,7-1,3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1,9-3,3	-
Protéoses-peptones	2-40	-

I.2.5. Matière salinée

Les laits des mammifères sont d'excellentes sources de minéraux, mais sont relativement pauvres en fer [19].

La matière minérale et saline du lait est d'environ 9g/l, répartie de manière complexe est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. En effet, le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme et notamment, le calcium et le phosphore [20]. La composition minérale du lait de vache est représentée dans le tableau suivant :

Tableau N°III : Composition minérale du lait de vache [21].

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg-1)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

I.2.6. Vitamines

Le lait a d'assez fortes teneurs en vitamines. Il contient non seulement des vitamines liposolubles (A, D, E, K), mais aussi des vitamines du groupe B. Il a en revanche une très faible teneur en vitamine C [22]. La composition vitaminique moyenne du lait cru est représenté dans le tableau suivant :

Tableau N°IV : Teneur moyenne des principales vitamines du lait [23].

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamine liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2,4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamine hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyan cobalamine)	0,45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5,5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3,5µg/100ml

I.2.7. Enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions

biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs [24]. Une partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes [25].

I.3. Propriétés physico-chimiques de lait

La connaissance des propriétés physicochimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés [26].

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la densité, le point de congélation, le point d'ébullition, l'acidité et le pH du lait. Ces dernières sont citées dans le tableau N°V.

Tableau N°V : Propriétés physicochimiques du lait [23].

Constantes	Valeurs
pH	6,6 à 6,8
Acidité titrable	13 à 17
Densité	1,028 à 1,036
Point de congélation	-0,530 à -0,575
Point d'ébullition	100,5

I.3.1. pH

Le pH renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, plus précisément sur sa stabilité. Dans des conditions fraîches et normales, le pH se situe entre 6,60 et 6,80.

La valeur du pH ne mesure pas la concentration des composés acides, mais plutôt la concentration des ions H^+ dans la solution. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entrainera une augmentation de la concentration en acide lactique. Le lait contient des ions hydroniums (H_3O^+), donc le pH va diminuer. Si le pH est inférieur à 6,5 le lait devient acide [27].

I.3.2. Densité

La densité du lait varie entre 1,028 et 1,036. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C. La densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C. Celle des laits écrémés est supérieure à 1,035. Un lait à la fois écrémé et mouillé peut avoir une densité normale [28].

I.3.3. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure, puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre -0,54 et -0,55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin [29] [23].

I.3.4. Point d'ébullition

Le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C [23].

I.3.5. Acidité

L'acidité titrable mesure la quantité d'acide lactique présente dans le lait. Elle est relativement constante et son augmentation est un indice de lait anormal. Elle est exprimée en degrés Dornic (°D) et par convention, elle est donnée en grammes d'acide lactique par litre de lait [27].

I.4. Valeur nutritionnelle du lait

Le lait possède une valeur énergétique de 700kcal/litre. La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatale [20].

I.5. Qualité bactériologique du lait

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normale, renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35 °C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides [30].

Les microorganismes du lait sont répartis selon leur importance en deux grandes classes : la flore indigène ou originale et la flore de contamination, cette dernière est subdivisée en deux classes : la flore d'altération et la flore pathogène [23].

I.5.1. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) [31]. La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles [23]. Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation [32] et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production [33].

I.5.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire [23].

I.6. Qualité organoleptique du lait

La saveur normale d'un bon lait est douce, agréable et légèrement sucrée, ce qui est principalement due à la présence de matière grasse. Le goût et l'odeur du lait indique sur sa qualité. La présence d'une mauvaise odeur dans le lait et un goût désagréable avec un rancissement reflètent un problème dans la manipulation et la conservation du lait [34].

I.6.1. Couleur

Le lait est de couleur blanc mat, ce qui est dû en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène (la vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait) [35].

I.6.2. Odeur

L'odeur du lait est caractéristique du fait de la fixation des odeurs par les matières grasses. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation et à la conservation [36].

I.6.3. Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée [37].

I.6.4. Viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. Elle dépend également de paramètres technologiques. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur [38].

I.7. Différents types de lait selon le traitement thermique

Le tableau N°VI résume les différents laits disponibles dans le commerce. Parmi ces laits on distingue : les laits frais, les laits longs conservation et les laits de conserve.

Tableau N°VI : Les différents types des laits commercialisés [36].

	Laits frais		Laits longue conservation		Lait de conserve	
	Lait cru	Lait frais pasteurisé	Lait stérilisé	Lait stérilisé UHT	Lait concentré	Lait en poudre
Traitement	Réfrigération a la ferme	Pasteurisation	Stérilisation	Stérilisation UHT	Pasteurisation ou stérilisation (s'il est non sucré)	Pasteurisation puis déshydratation complète
Objectif	Le lait reste intact, avec sa flore d'origine	Destruction totale des germes pathogènes	Destruction des taux les germes qu'ils soient pathogène ou non			
Mode de conservation (en emballage fermé)	Réfrigération	Réfrigération	A température ambiante			
Durée de conservation en emballage fermé	2 jours	7 jours	120 jours	3 mois	> 1 année	1 année
Durée de conservation (en emballage ouvert)	Au froid : 2 jours	Au froid : 2 à 3 jours		Au froid : - 3 jours : lait concentré non sucré - 8 jours : lait concentré sucré		A température ambiante - 10 jours : lait entier - 2 semaines : lait demi écrémé - 3 semaines : lait écrémé
Conseil de consommation	Il faut faire bouillir avant le consommer	On le consomme directement sans le faire bouillir		Conserver la boite fermée		Conserver la boite fermée à l'abri de l'humidité et de la chaleur

*CHAPITRE II :
LAIT UHT DEMI
ÉCRÉMÉ*

II.1. Définition

II.1.1. Lait stérilisé UHT

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 [39].

Le traitement thermique est suivi par la mise du lait dans son emballage aseptique sous forme de briques protégeant le produit de la lumière et de l'oxygène de l'air, et se vend hors rayon froid. Sa DLC est de 90 jours à température ambiante. On trouve le lait entier, le lait demi écrémé et le lait écrémé [40]. Les procédés UHT mettent en œuvre :

A - Chauffage indirect

Il se fait dans des échangeurs comparables à ceux utilisés pour la pasteurisation, mais adaptés aux conditions du traitement. Les appareils doivent être particulièrement bien étudiés et réalisés en ce qui concerne, notamment, l'écoulement du lait, le transfert de la chaleur et l'homogénéité du chauffage. La température de chauffage est généralement limitée à 145 °C pendant 3 à 4 secondes.

B - Chauffage direct

Il se fait par mélange intime de lait et de vapeur, ce qui assure une élévation quasi instantanée de la température du lait vers 140,150 °C et le maintien de celle-ci pendant environ 2 secondes. Une partie de la vapeur se condense dans le lait, ce qui le dilue (d'environ 10 pour cent). Il est donc nécessaire de faire suivre le chauffage d'une évaporation permettant de ramener la matière sèche du lait à sa teneur initiale [40].

II.1.2. Lait stérilisé UHT demi-écrémé

Le lait demi-écrémé est un lait traité thermiquement dont la teneur en matière grasse a été ramenée à un taux qui s'élève à 1,50 % (m/m) au minimum et à 1,80 % (m/m) au maximum [41].

II.1.3. Lait UHT demi-écrémé Tchén-Lait/Candia

Le lait UHT demi-écrémé produit par Tchén-Lait est un lait reconstitué chauffé à 140°C pendant 3 à 4 secondes puis conditionné aseptiquement en brique tétra pack et possédant une concentration de 16 g/l de matière grasse. Il se conserve 90 jours.

II.2. Composition moyenne et valeur nutritionnelle du lait demi-écrémé UHT Tchín-lait/Candia

Le tableau N° VII représente l'ensemble des composants qu'on trouve dans le lait demi-écrémé UHT Tchín-Lait/Candia ainsi la valeur nutritive de 100 ml de produit [42].

Tableau N°VII : Composition et valeur nutritionnelle du demi-écrémé Tchín-Lait/Candia

Composition	Valeur
Valeur énergétique (kJ)	188
Protéines (g)	3
Matière grasse (g)	1,6
Calcium (mg)	110
Glucides (g)	9,4

II.3. Déstabilisation du lait UHT

La déstabilisation du lait UHT se traduit par la formation de gel ou encore par l'apparition de sédiments. Dans la littérature, la distinction d'un gel par rapport à un sédiment n'est pas clairement définie. La formation du gel, dont l'apparence est semblable à un caillé, est liée à une augmentation de la viscosité. Le sédiment peut être apparenté à un léger dépôt plus ou moins compact [43].

II.4. Matières premières utilisées dans la fabrication du lait UHT demi-écrémé

Elles existent deux matières premières utilisées :

II.4.1. La poudre de lait

Dans la technologie de fabrication du lait stérilisé UHT demi-écrémé, la laiterie Candia Tchín/Lait utilise deux types de poudre qui sont fournies en sacs plastifiés de 25Kg :

- **Poudre du lait à 26%de MG :** La dénomination poudre de lait entier, correspond à un lait dont la teneur en matière grasse laitière est égale au minimum à 26%.
- **Poudre de lait à 0% de MG :** Dénommée aussi lait écrémé en poudre, correspond à un lait dont la teneur en matière grasse laitière ne doit pas excéder 1,5% [44].

II.4.2. Eau de process

La qualité de l'eau joue un rôle important dans les industries de reconstitution du lait, car non seulement elle est utilisée pour le procédé technologique et le nettoyage, mais elle

entre en grande partie dans la composition du produit, sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène [45].

II.5. Procédé de fabrication du lait UHT demi-écrémé

II.5.1. Reconstitution du lait

L'opération de la reconstitution du lait consiste à mélanger l'eau à 10 °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. 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 [46].

II.5.2. Filtration et refroidissement

Une fois le temps de réhydratation est écoulé, une pompe soutire le lait reconstitué à travers des filtres qui piègent les particules insolubles ainsi que tout corps étrangers. Le lait reconstitué filtré sera ensuite acheminé vers un échangeur de chaleur où il sera refroidi à 4°C par l'eau glacé [47].

II.5.3. Préchauffage

Le lait reconstitué est porté à une température convenable pour le dégazage. Cette opération est effectuée par un échangeur de chaleur tubulaire (figure N°2) où le lait est chauffé à une température de 67 - 70°C par récupération de la chaleur du lait sortant qui est refroidi à son tour [45].



Figure N°2 : Echangeur tubulaire [45].

II.5.4. Dégazage

A la sortie de la section préchauffage, le lait demi-écrémé préchauffé à 68°C sera introduit tangentiuellement dans une cuve menée d'un dégazeur sous vide (figure N°3). Les gaz véhiculés par la vapeur montent vers le haut de la chambre et sont aspirés par la pompe sous vide placée en haut de celle-ci, alors que les vapeurs se condensent dans le condenseur en spirale et retombent dans le produit liquide. L'objectif de cette étape est d'éliminer les odeurs caractéristiques des laits reconstitués, et l'air entraîné ainsi que la mousse formée [48].

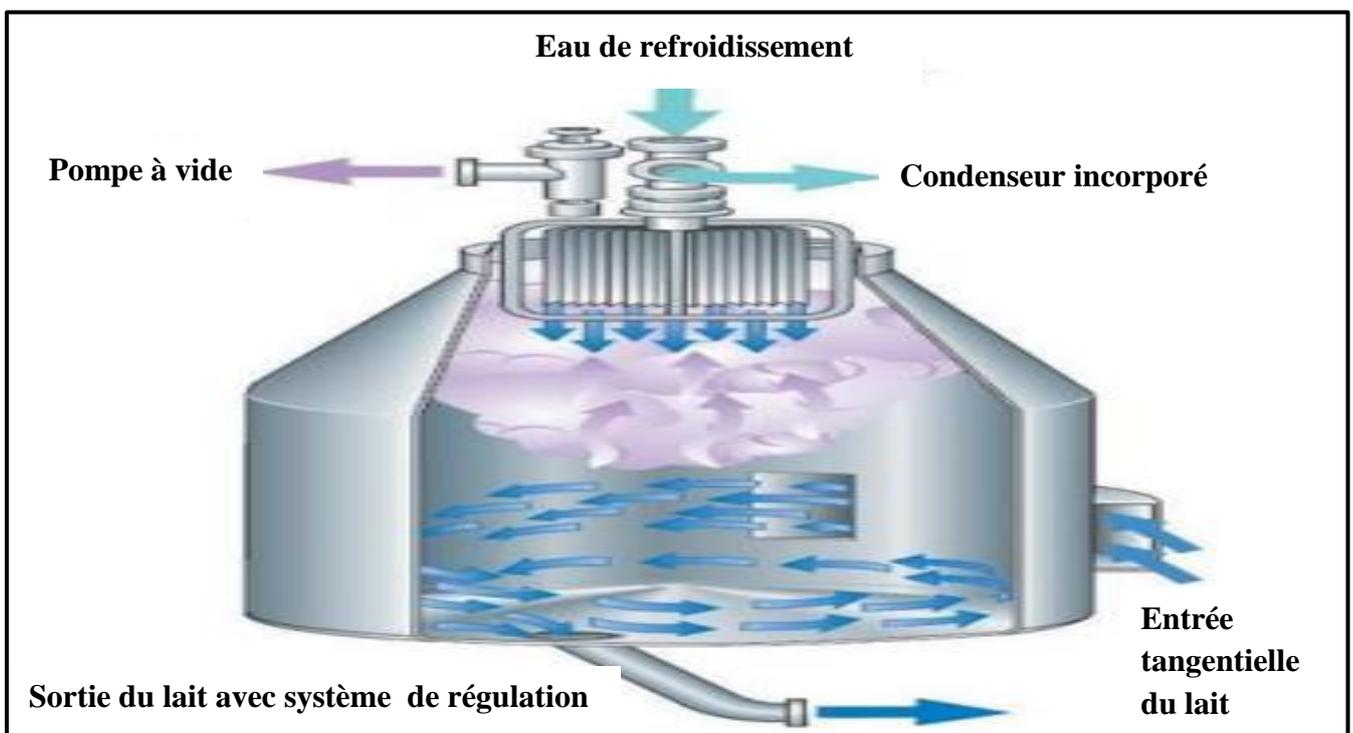


Figure N°3 : Circulation du lait et de l'air dans le dégazeur [47]

II.5.5. Homogénéisation

C'est un traitement industriel employé principalement pour stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dans tout le liquide. De plus, il donne au lait une saveur et texture douces, plus onctueuses pour la même matière grasse, une couleur blanche, appréciée par le consommateur et de réduire sa sensibilité à l'oxydation de la matière grasse [49].

Le lait reconstitué préchauffé dégazé passe à travers l'homogénéisateur (figure N°4) qui est doté d'un clapet où le lait passe à une pression de 200 bars puis à 60 bars ce qui va permettre la diminution de la crème.

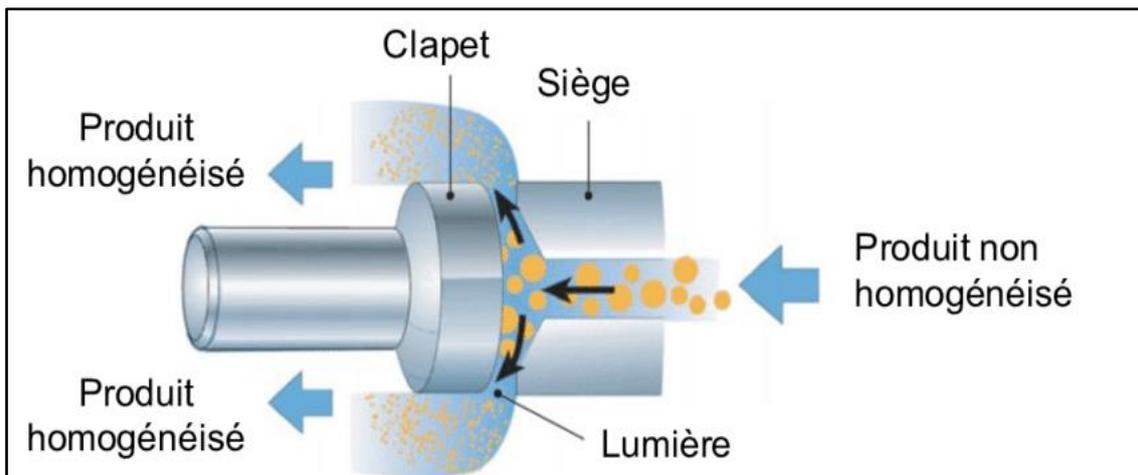


Figure N°4 : Principe du fonctionnement d'un homogénéisateur [49].

II.5.6. Pasteurisation

La pasteurisation dans les laits UHT, est considérée comme une étape de stabilisation des protéines afin de passer à une température supérieure à 100°C sans dénaturer la constitution physico-chimique du lait [50]. Le lait homogénéisé est conduit vers un échangeur (figure N°5) pour être chauffé à 90°C pendant 30 secondes (tempe de pasteurisation).

La pasteurisation a pour objectif de détruire :

- ✓ Tous les types de micro-organismes pathogènes pouvant être présent dans le lait,
- ✓ Une proportion de micro-organismes adventices non pathogènes, mais susceptibles de provoquer des altérations de divers ordres, le lait se conserve dans toutes les conditions raisonnables de température pendant un temps suffisamment long pour en permettre le transport, la distribution et la consommation comme lait en nature ou l'utilisation pour des traitements ou fabrication ultérieurs [51].

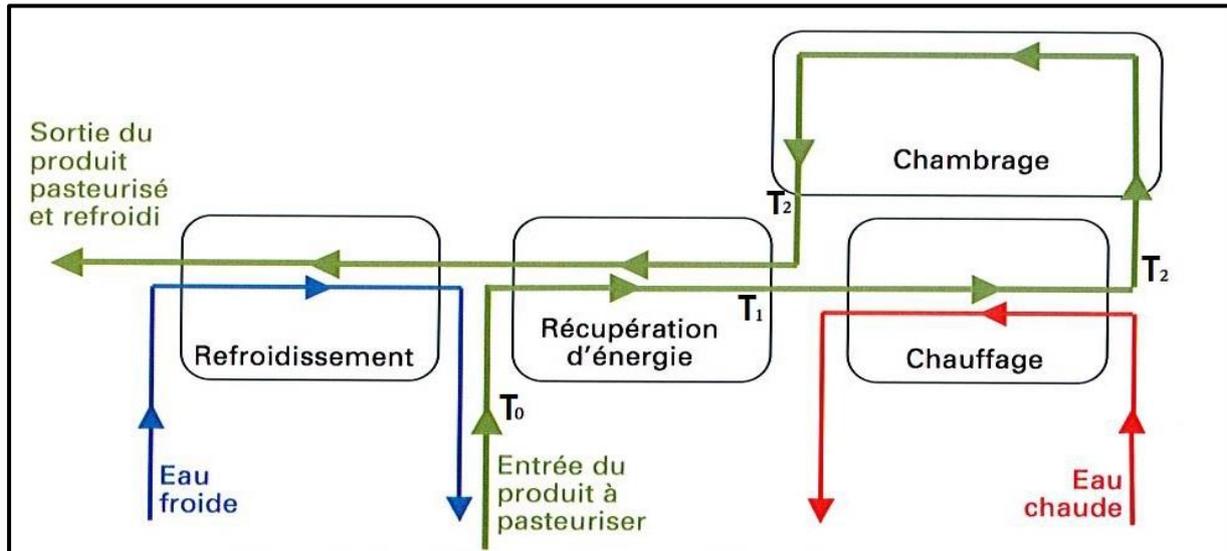


Figure N°5 : Organisation générale de procédé de pasteurisation du lait [52].

II.5.7. Stérilisation

La stérilisation est une technique destinée à éliminer tous les micro-organismes pathogènes.

Le lait ainsi pasteurisé, gagnes-en continue la section de chauffage (échangeur tubulaire) où il sera chauffé à 140°C pendant trois à quatre secondes au niveau du chambreur.

La stérilisation n'est assurée que si elle est suivie d'un conditionnement aseptique et seulement dans ce cas. Les procédés UHT mettent en œuvre :

- Soit le chauffage indirect dans des échangeurs tubulaires ou à plaque.
- Soit le chauffage direct par contact du lait et de vapeur d'eau sous pression [53].

II.5.8. Refroidissement

A la sortie de chambreur, le lait est refroidi à 20°C par échange calorique entre le lait froid et le lait chaud, il est, ensuite, envoyé vers le tank stérile [54].

II.5.9. Conditionnement

Le but du conditionnement aseptique est de réaliser le remplissage d'un récipient préalablement stérilisé et sa fermeture étanche au moyen d'un système stérile de façon à éviter toute contamination microbienne du produit conditionné [55].

Les briques qui vont recevoir le lait UHT sont formées par la Tétra Brick Aseptique (TBA) d'un volume d'un litre. Elles sont formées de quatre couches de matériaux à savoir, du polyéthylène, du plastique, de l'aluminium et du papier. Elles sont opaques, imperméables

aux gaz, à l'eau et à la lumière, sans saveur ni odeur et d'utilisation facile elles sont préalablement stérilisées par un jet de peroxyde d'hydrogène à 35% [56].

La figure ci-dessous représente le diagramme de fabrication du lait UHT demi-écrémé Tchîn-lait Candia.

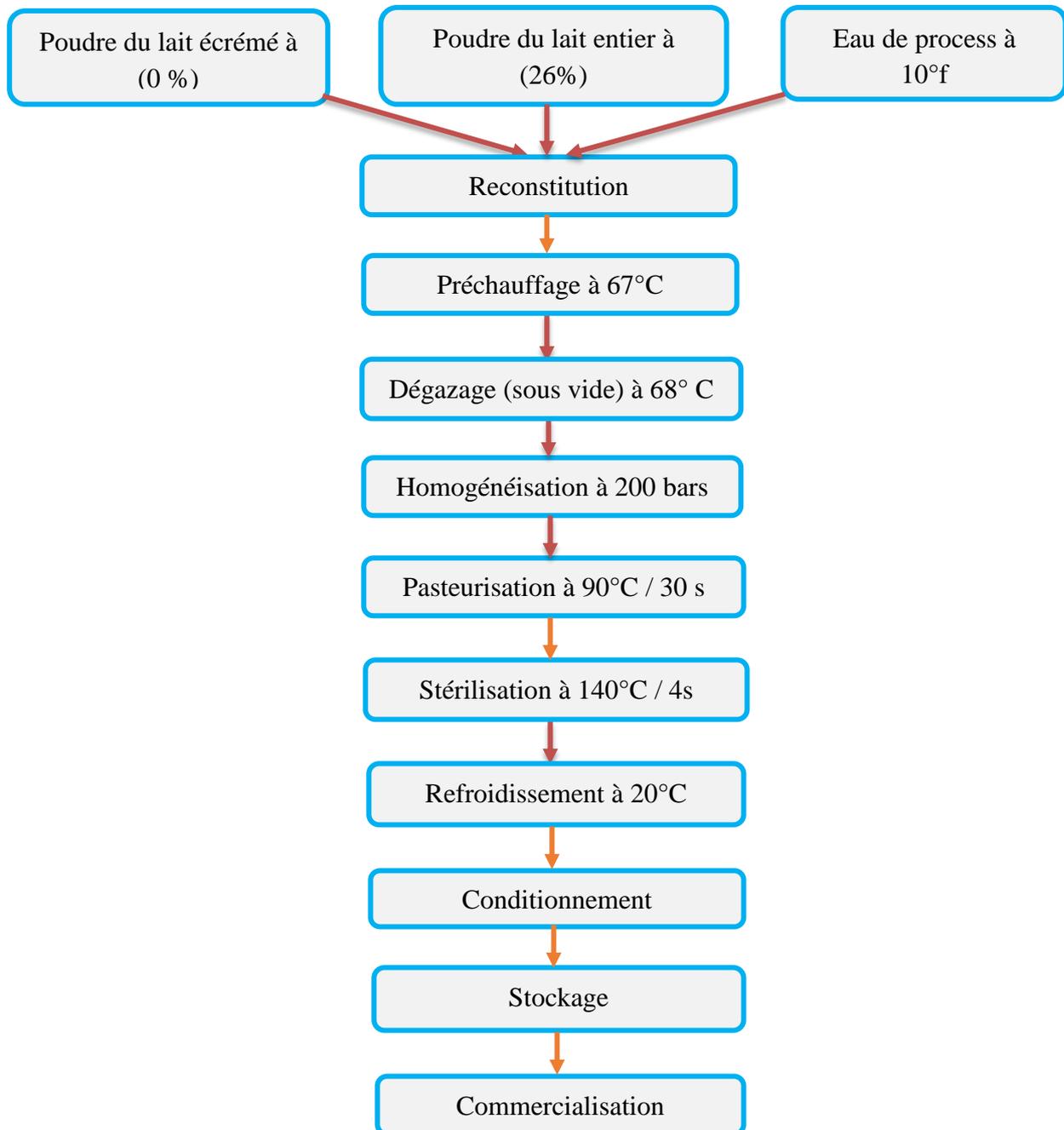


Figure N°6 : Diagramme de fabrication du lait UHT demi-écrémé Tchîn-lait / Candia.

II.6. Effets du traitement thermique sur les constituants du lait UHT

Les traitements technologiques peuvent modifier la composition du lait et sa valeur nutritive. Cette modification est non seulement en fonction de la température atteinte, mais aussi de la durée du chauffage. Les effets de la température du chauffage sont visibles surtout sur le constituant protéique du lait, mais peu sur la matière grasse [53].

II.6.1. Effet sur les protéines

Le lait traité thermiquement est un mélange complexe de protéines de lactosérum et de micelle de caséine dénaturées, et il a été rapporté que plus de 90% des protéines de lactosérum sont dénaturées après 10 minutes de traitement thermique.

a) Protéines sériques : Lors du traitement thermique appliqué pour obtenir la gélification des protéines sériques, la structure native est fortement altérée.

Cette modification structurelle, appelée dénaturation, peut conduire à l'agrégation et à l'association des protéines sériques par des liaisons hydrophobes, un échange de liaisons disulfure et /ou une attraction électrostatique [57].

b) Caséines : Les caséines sont responsables de l'organisation stable des structures colloïdales, qui sont maintenues ensemble par des interactions hydrophobes et des ponts salins (s-s) formés par le phosphate de calcium colloïdal. Le traitement UHT peut entraîner des modifications physicochimiques et des réactions enzymatiques, qui déstabilisent les micelles de caséine, entraînant une gélification ou sédimentation de la caséine du lait [58].

II.6.2. Effet sur la matière grasse

Les globules gras restent stables lors d'un chauffage indirect (traitement sur échangeur à plaques) et sa taille reste inchangée même lorsque la durée du chauffage à 140°C est prolongée. Le stockage du lait traité thermiquement provoque, parfois à température ambiante et surtout à basse température, le crémage des globules gras [59].

II.6.3. Effet sur le lactose

En période de chaleur extrême, il a été découvert que la dégradation du lactose est responsable de la création du galactose [59]. Ce processus produit également des acides ce qui affectent les niveaux d'acidité du lait [60]. Le lactose subit une isomérisation en lactulose qui se produit très facilement au cours d'un traitement thermique [61]. Lorsque le lactose entre en contact avec des composés possédant comportant des groupes NH₂ tels que les protéines, il subit des réactions spécifiques, provoquant le brunissement du lait [62].

II.6.4. Effet sur les vitamines

Les vitamines présentes dans le lait peuvent être altérées par divers processus tels que l'oxydation et l'hydrolyse, en raison de leurs structures chimiques distinctes. Ils sont particulièrement vulnérables à l'impact de la lumière et de la chaleur. La majorité des recherches se concentrent sur l'influence des traitements thermiques sur la teneur résiduelle en vitamines.

Au cours de pasteurisation et de traitement UHT, il a été démontré que les vitamines liposolubles (A, D, E) et les vitamines hydrosolubles (B2, acide pantothénique, biotine, acide nicotinique) restent stables. Cependant les vitamines B1, B6, B12, l'acide folique et l'acide ascorbique sont plus vulnérables à la chaleur et à l'oxydation, et peuvent être facilement oxydés pendant le traitement ou le stockage [20].

II.6.5. Effet sur les enzymes

Après un traitement thermique sévère comme la stérilisation UHT, on peut obtenir parfois une inactivation totale momentanée de la plasmine. Mais, dans tous les cas, il subsiste du plasminogène qui, lors d'un stockage de lait stérilisé, libère de la plasmine.

La protéolyse tout au long du stockage du lait ne peut donc être évitée, même après stérilisation. La gélification du lait UHT a été attribuée à cette activité rémanente de la plasmine [59].

II.6.6. Effet sur les minéraux

La partie minérale du lait subit beaucoup de modifications lors du chauffage. Le phosphate de calcium est un sel inverse dont la solubilité diminue avec l'augmentation de la température. Un chauffage important provoque une insolubilisation des phosphates de calcium [55].

Le chauffage est responsable d'une augmentation de quantité de l'ion hydronium $[H_3O^+]$ en favorisant d'une part, la dissociation des acides et d'autre part, la formation de phosphate de calcium micellaire à partir du calcium et du phosphate soluble avec libération d'ion H^+ [63].

II.7. Inconvénients et avantages du traitement thermique UHT

Les avantages et les inconvénients de traitement thermique UHT sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N°VIII : Les avantages et les inconvénients de traitement thermique UHT.

Les avantages de traitement thermique UHT	Les inconvénients de traitement thermique UHT
<ul style="list-style-type: none"> • Le traitement UHT garantit une meilleure prévention de la valeur nutritive parce qu'il provoque moins de dégradation des vitamines sensible à la chaleur [64]. • Il minimise les modifications des constituants de lait [64]. • Le lait peut être stocké pendant des périodes prolongées sans détérioration et sans exiger de réfrigération tant que l'emballage n'est pas ouvert [65]. 	<ul style="list-style-type: none"> • La formation de sédiment dont une couche est de nature protéique [59]. • L'augmentation de sa viscosité au cours du temps jusqu'à la formation éventuelle d'un gel [59]. • Les traitements UHT ne parviennent pas à inhiber totalement les activités de protéolyses dues à des protéases extracellulaires psychotropes [66].

II.8. Stabilité du lait UHT

II.8.1. Définition de la stabilité

La stabilité thermique du lait est définie par la capacité de celui-ci à résister aux hautes températures et à des procédés industriels, sans coagulation visible ou gélification [67].

Le facteur le plus important vis-à-vis de la stabilité est le pH. Les autres facteurs qui influencent la stabilité thermique sont les sels, les protéines du lait ainsi que les traitements tels que le préchauffage, la concentration et l'homogénéisation, qui peuvent causer la coagulation partielle ou complète pendant la transformation ou l'entreposage [68] [69].

II.8.2. Facteurs influençant la stabilité

a) Choix de la matière première

Pour avoir des produits finis de bonne qualité, il est très important de choisir des matières premières de bonne qualité physico-chimique et microbiologique.

L'eau utilisée dans l'industrie doit être potable, de bonne qualité hygiénique, et doit répondre aux standards fixés par l'organisation mondiale de santé (OMS) [70].

La poudre de lait est obtenue par des technologies de séchage (atomisation et évaporation) à des températures élevées, pour cela, on obtient une poudre avec une bonne qualité microbiologique.

b) Température de stockage

La température de stockage du lait UHT joue un rôle important dans sa stabilité. Le stockage de lait stérilisé UHT à température ambiante et à basse température provoque parfois

l'écémage des globules gras [59] [71], le stockage à température élevée favorise la séparation des phases et d'autres défauts qui peuvent être observés au cours de stockage tels que la réaction de Maillard, la gélification ... [72].

II.8.3. Date limite de consommation

La date limite de consommation de lait stérilisé UHT est fixée à quatre-vingt-dix (90) jours à compter de sa date de fabrication.

Le lait stérilisé doit rester stable jusqu'à sa date limite de consommation, il ne doit pas :

- Présenter de défaut organoleptique (gout, odeur, etc...).
- Coaguler, précipiter ou flocculer à l'ébullition.

Avoir une variation de pH supérieure à 0,2 unité du fait de l'incubation et d'acidité titrable supérieure à 1,8 g/ litre d'acide lactique [73].

*PARTIE
PRATIQUE*

*CHAPITRE III:
MATÉRIEL ET
MÉTHODES*

III.1.1 Présentation de l'organisme d'accueil

CANDIA est une marque commerciale française de produit laitiers fondée en 1971 et appartenant au groupe SODIAAL à sa création, **CANDIA** est la première marque de lait à voir le jour sur la marche nationale.

III.1.1.1. Historique

Tchin-Lait est une société privée de droit algérien, fondée en 1999 par Monsieur Fawzi BERKATI, sur le site de l'ancienne usine de limonade Tchin-Tchin, qui était à l'origine une entreprise familiale, dont le siège social est situé à l'entrée de la ville de BEJAIA. Depuis mai 2001, Tchin Lait produit et commercialise du lait UHT (Ultra Haute Température) longue conservation sous le label Candia. En 2015, un deuxième site de production, Générale Laitière Jugurta voit le jour, dont le siège est à Baraki (Alger). En novembre 2017, les sociétés Tchin-Lait et Générale Laitière Jugurta ont fusionné en une seule société dénommée "SPA Tchin-Lait" [74].

III.1.2. Conception de l'usine de TCHIN LAIT/Candia

TCHIN-LAIT est une laiterie moderne, construite sur une superficie totale de 6000m².

- **Atelier de production** : Pour les reconstructions du lait, traitement thermique et conditionnement.
- **Laboratoires** : Pour analyses micro biologiques et physico-chimiques du lait.
- **Administration générale** : Direction générale et administration, direction financière et comptabilité direction marketing et vente, direction qualité, direction achats et approvisionnement.
- **Dépôt de stockage des produits fini** : Pouvant contenir près de trois millions de litre, ce dépôt sert aussi comme plate-forme d'exploitation, pour la livraison des distributeurs, à travers tout le territoire national.
- **Machines et stations** : Station de traitement des eaux, compresseur, groupes électrogène, station de froid.

III.1.3. Sites de distribution

Pour couvrir le marché national, TCHIN LAIT s'appuie sur un large réseau de distributeur en 2021 en compte 70 sur le territoire national. Le tableau IX montre quelques sites de distribution.

Tableau N°IX : Les sites de distribution de TCHIN-LAIT Candia [75].

Centre	Est
<ul style="list-style-type: none"> • 05 sites à ALGER • 02 sites à BEJAIA • 01 site à TIZI-OUZOU 	<ul style="list-style-type: none"> • 01 site à Batna • 01 site à Jijel • 01 site à Sétif • 02 sites à Constantine
Ouest	Sud
<ul style="list-style-type: none"> • 03 sites à Oran • 01 site à Chleff • 01 site à Sidi-Bel-Abbès 	<ul style="list-style-type: none"> • 01 site à Béchard • 01 site à Biskra • 01 site à Tamanrasset

III.1.4. Organisation

La laiterie est gérée par un PDG qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial.

L'unité fonctionne avec un effectif total de plus de 120 personnes entre cadres, agents de maîtrise et ouvriers de production, 24/24 heures avec trois équipes de production :

- Première équipe, 5 heures du matin à 13 heures.
- Deuxième équipe, 13 heures à 21 heures.
- Troisième équipe, 21 heures à 5 heures du matin.

III.1.5. Capacité de production de l'usine

Le tableau ci-dessous résume la capacité de production des conditionneuses.

Tableau N° X : Capacité de production des différentes conditionneuses [76].

Machine	Capacité de production par heure (litres/heure)
CFA 310	14 000
SPEED 20 cl	6400
SPEED 1L	18 000
CFA 312	15 000

III.1.6. Organigramme de l'entreprise

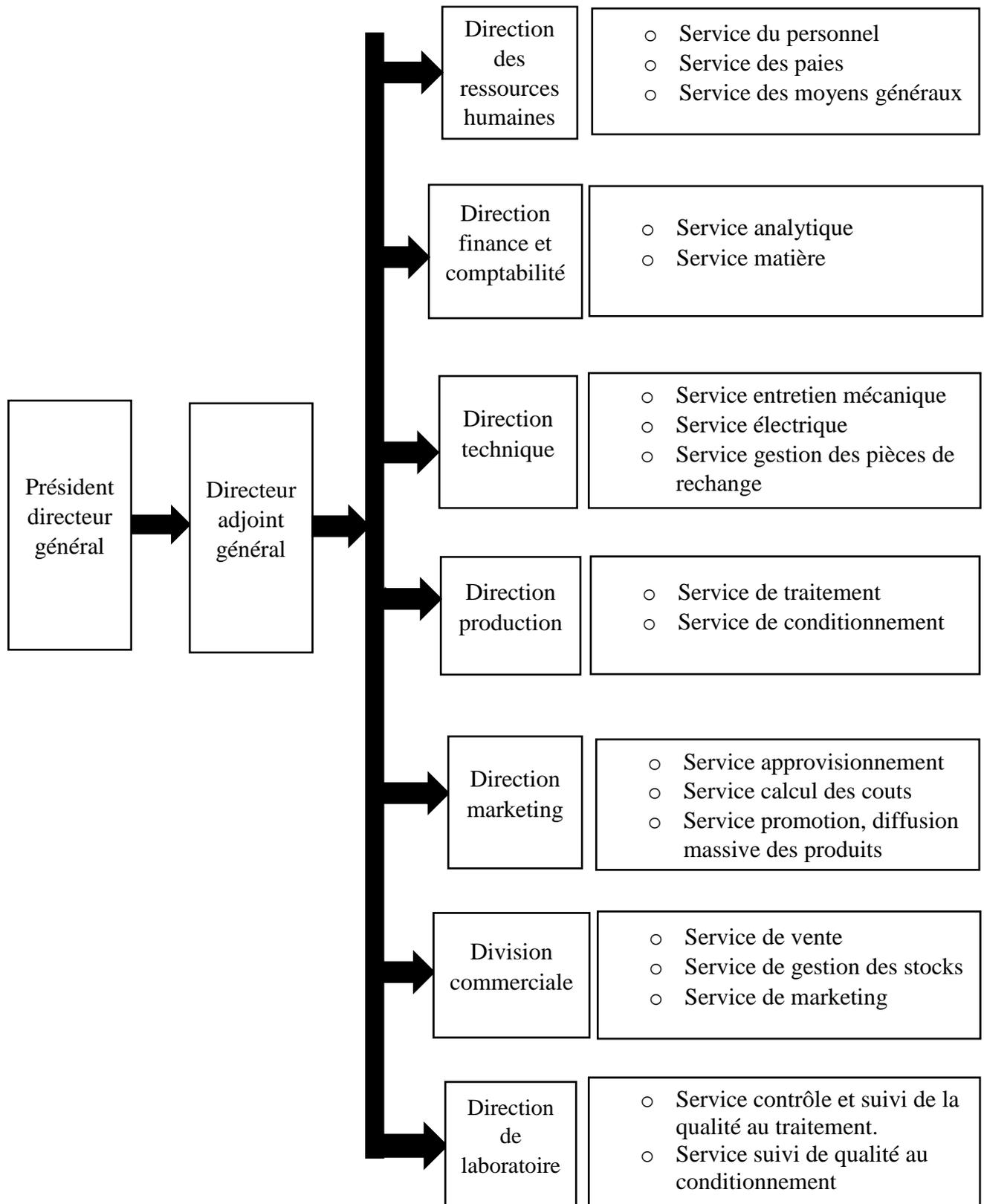


Figure N°7 : Organigramme de l'entreprise Tchin-lait/Candia [76].

III.2. Echantillonnage et prélèvement

L'échantillonnage est un point clef de l'obtention de résultats analytiques valides. En effet, sa bonne mise en œuvre permettra d'obtenir une bonne représentativité de l'échantillon prélevé [77].

L'échantillonnage doit être effectué par une personne autorisée, spécialement formée dans la technique appropriée. Les échantillons doivent être scellés et pourvus d'une étiquette sur laquelle figurent la nature du produit, le numéro d'identification, le nom et la signature de la personne responsable du prélèvement des échantillons [78].

III.2.1. Eau de process

Le prélèvement de l'eau de process se fait au niveau de la station des eaux de l'unité dans des flacons de 250ml préalablement stérilisés et étiquetés. La technique consiste à :

- ❖ Flamber l'orifice de sortie de l'eau à l'aide d'un flambeau.
- ❖ Ouvrir le robinet et laisser l'eau s'écouler pendant 1 à 2 minutes afin d'éviter toutes éventuelles contaminations.
- ❖ Remplir le flacon stérile.

III.2.2. Produit semi fini (reconstitué)

À la fin de reconstitution, le lait semi fini reste stoker dans le tank de reconstitution à une température inférieure à 6°C, le prélèvement s'effectue au niveau de ce tank comme suit :

- ✓ Ouvrir le robinet, libérer la pression, laisser le produit s'écouler pendant 1 à 2 minutes afin d'éviter toutes éventuelles contaminations.
- ✓ Remplir le flacon ou le récipient stérile doté d'un couvercle spécifique à $\frac{3}{4}$.

III.2.3. Produit fini

Le prélèvement de produit fini se fait au hasard au niveau de la conditionneuse, la technique de prélèvement se fait comme suit :

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

À la fin de chaque production, 4 échantillons du lait UHT du même lot sont prélevés :

- ❖ Une brique de la journée de production (JJ).
- ❖ Une brique témoin mise à la température ambiante pendant 14 jours.
- ❖ Deux briques sont étuvées à 55 °C pendant 7 jours.

Des analyses physico-chimiques sont effectuées pour les échantillons prélevés (brique JJ, brique témoin mise à la température ambiante pendant 14 jours et les deux briques qui sont étuvées à 55 °C pendant 7 jours).

III.3. Analyses physico-chimiques

Le tableau N° XI ci-dessous résume l'ensemble d'analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de process, le produit semi fini et le produit fini.

Tableau N° XI : Analyses physico-chimiques des différents produits analysés.

Types de produits	Paramètres recherchés
Eau de process	<ul style="list-style-type: none"> • pH • TH (°f) • Conductivité (ms/cm) • Chlorures (g/l) • Gout/odeur • Couleur
Produit semi fini et produit fini	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Acidité (°D) • MG (m/m) • MP (g/l) • Lactose (g/l) • EST (g/l) • ESD (g/l) • FPD (°C) • La densité • Test Ramsdell (ml) • T.B.H • Test de turbidité • Gout/odeur • Couleur/ aspect

III.3.1. Mesure du pH

❖ Principe

La mesure du pH se fait à l'aide d'un pH-mètre muni d'une électrode en verre. Cette méthode est basée sur une réaction mettant en jeu les ions H^+ libres d'une solution [34].

❖ Mode opératoire

- Étalonner le pH mètre avec deux solutions tampons, l'une à pH=7 et l'autre à pH = 4.

- Préparation de l'échantillon à analyser et ramené à une température avoisinante 20°C pour les laits et 25°C pour les eaux.
- Rincer la sonde de pH-mètre avec de l'eau distillée et sécher là avec du papier absorbant.
- Plonger la sonde de température et l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon à analyser.
- Lire la valeur affichée après stabilisation.

❖ Expression des résultats

La valeur du pH de la solution analysée est directement lue sur l'écran du pH-mètre et exprimé pour deux chiffres après la virgule.

III.3.2. Mesure de l'acidité titrable

❖ Définition

La mesure de l'acidité titrable du lait est la quantité de l'acide lactique contenue dans un litre de lait. Elle exprime en degré Dornic. Un degré Dornic est équivalent à une teneur de 0,1 g d'acide lactique par litre de lait) [79].

❖ Principe

Il est basé sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium NaOH (0,111N), jusqu'à atteindre le pH égal à 8,30.

❖ Mode opératoire

- Dans un bécher, introduire 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium 0,111 N jusqu'à atteindre le pH égale 8,30.
- Noter le volume de NaOH utilisé pour la titration.

❖ Expression des résultats

L'acidité est exprimée en degré Dornic (°D), elle est donnée par la formule suivante :

$$\text{Acidité} = V \times 10 \times Fc$$

Où : **V** : Volume de la soude Dornic ou la chute de la burette.

Fc : Facteur de correction (Fc = 1,015).

III.3.3. Détermination de la composition du lait par l'appareillage Milkoscan

❖ Principe

La composition générale de lait est déterminée en utilisant l'appareil Milkoscan. Elle est basée sur l'analyse d'un spectrophotomètre infrarouge. L'échantillon analysé est

bombardé de rayons infrarouges, qui sont réfléchis par les molécules de graisse, des protéines et du lactose.

❖ **Paramètres déterminés par le Milkoscan**

- Matière grasse (MG) ;
- Matière protéique (MP) ;
- Lactose ;
- Extrait sec totale (EST) ;
- Extrait sec dégraissé (ESD) ;
- Point de congélation (FPD).

❖ **Mode opératoire**

Après avoir calibré le Milkoscan et l'avoir nettoyé avec une solution FOSSCLEAN, introduire une quantité de lait à analyser dans un bêcher, puis tromper la sonde de Milkoscan dans le bêcher à analyser. Les résultats s'affichent sur l'écran de l'ordinateur après 2 minutes (figure N° 8).

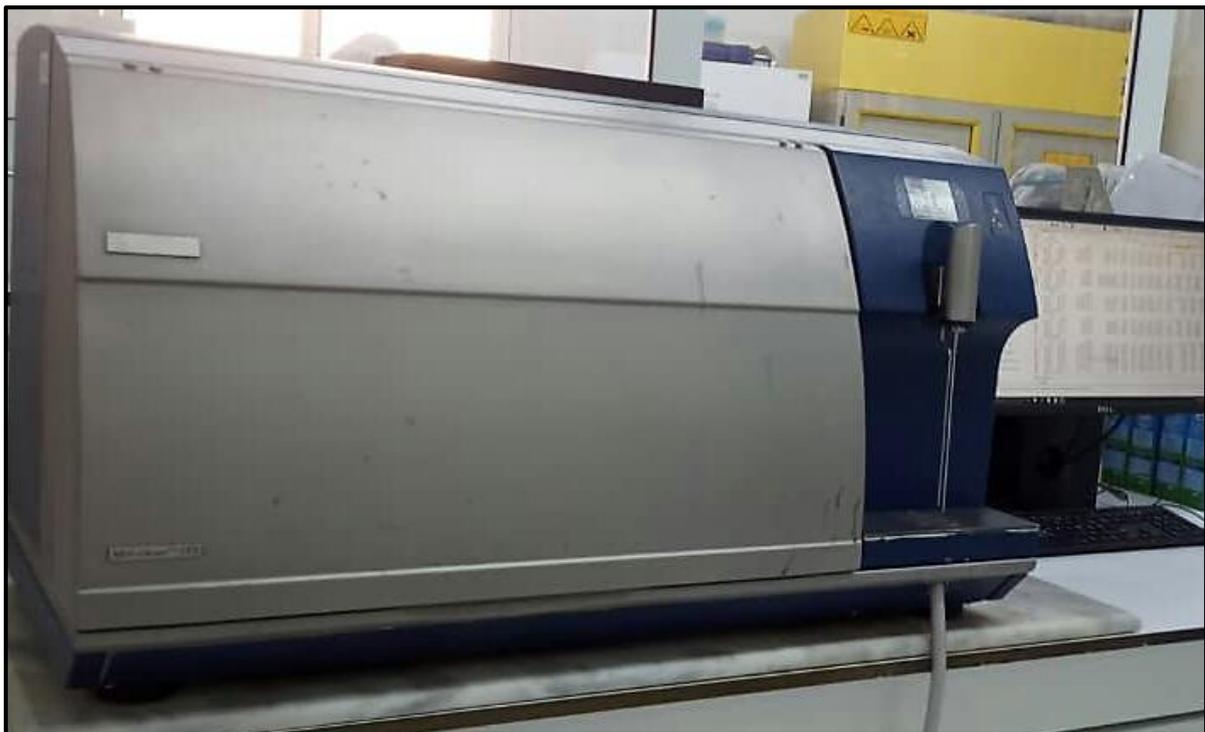


Figure N° 8: Photographie du Milkoscan.

III.3.4. Détermination du taux de la matière grasse (MG)

❖ **Définition**

La méthode acido-butyrométrie (méthode GERBER) : est une technique de détermination de la matière grasse par centrifugation.

❖ Principe

Les protéines du lait sont dégradées par l'acide sulfurique, cette réaction est exothermique, car il y'a un dégagement de la chaleur qui fait fondre la matière grasse du lait. L'addition de l'alcool iso amylique, qui est un solvant organique aide à la séparation de la matière grasse. Enfin, la centrifugation permet la séparation des phases grasses et aqueuses.

L'observation de la teneur en matière grasse (en gramme par 100 ml de lait) est déterminée par la lecture directe sur l'échelle du butyromètre [52].

❖ Mode opératoire

- Dans un butyromètre, introduire 10 ml d'acide sulfurique (91%) en évitant de mouiller le col.
- Ajouter 11 ml de l'échantillon par essai à l'aide d'une pipette jaugée sans mouiller le col du butyromètre.
- Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique.
- Essuyer le col du butyromètre et le boucher avec soin.
- Agiter le butyromètre avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à disparition des grumeaux.
- Le remettre dans sa position initiale et attendre que le mélange soit complètement rempli l'ampoule terminale puis procéder au retournement et attendre que l'ampoule terminale soit complètement vidée.
- Après les retournements successifs, l'agitation est suffisante et le mélange est homogène.
- Ne pas laisser le butyromètre se refroidir.
- Centrifuger pendant 5 minutes. La lecture doit être effectuée rapidement (maximum en 10 secondes), (figure N° 9).

❖ Expression des résultats

La lecture doit être effectuée rapidement. Tenir le butyromètre bien vertical, puis lire la valeur A de la graduation correspondant au niveau inférieur de la colonne lipidique puis lire la valeur B de la graduation correspondant au niveau supérieur de la colonne lipidique. La teneur en matière grasse est :

$$\text{MG (en g/l)} = (\text{B} - \text{A}) \times 10$$

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

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

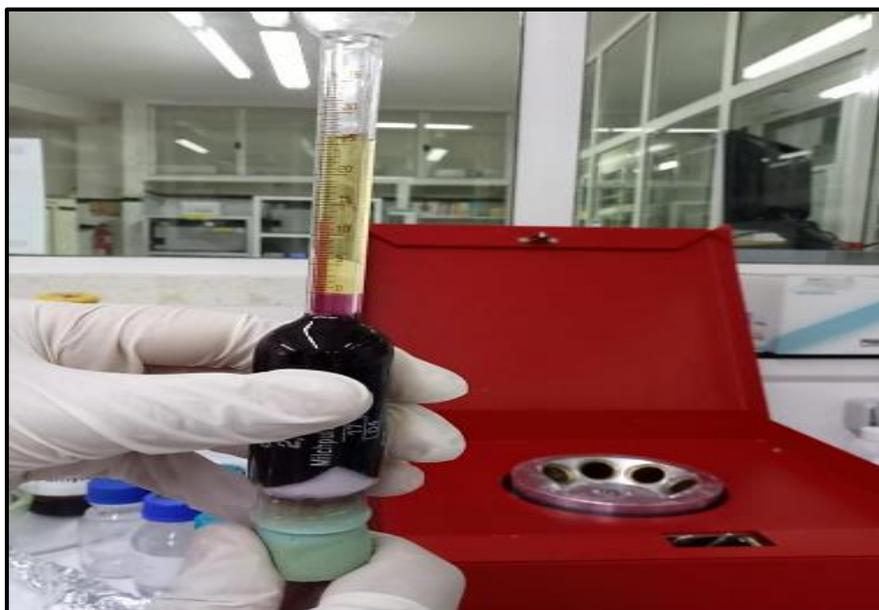


Figure N° 9 : Photographie de la lecture du taux de MG.

III.3.5. Détermination de la densité

❖ Définition

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau [77].

❖ Principe

C'est le rapport massique à 20°C d'un même volume d'eau et de lait. Elle se mesure par un lactodensimètre, il est constitué d'un cylindre surmonté d'une tige graduée. [80].

❖ Mode opératoire

- Une éprouvette de 250 ml est remplie par l'échantillon (de température 20°C) jusqu'à un niveau permettant le débordement ultérieur.
- Immerger doucement le lactodensimètre dans l'éprouvette puis le retenir jusqu'à sa position d'équilibre et le laisser se stabiliser, éviter le contact du lactodensimètre avec la paroi de l'éprouvette.

❖ Expression des résultats

La densité du lait est obtenue par l'expression suivante :

$$\text{Densité} = (1 + \text{lecture}) \times 0,001$$

III.3.6. Détermination du taux d'extrait sec total

❖ Définition

L'extrait sec est la quantité de matières sèches contenue dans 1 litre de produit, il est exprimé en pourcentage massique ou en volumique [81].

❖ Principe

Un échantillon est pesé, évaporé au moyen d'un dessiccateur à infrarouge muni d'une balance de précision.

❖ Mode opératoire

- Soulever le couvercle du dessiccateur à infrarouge.
- Mettre une coupelle en aluminium sur la balance du dessiccateur puis tarer.
- Mettre dans la coupelle 11 g de sable et rajouter le bâtonnet puis tarer.
- Peser 3 g du volume du lait dans la coupelle.
- Mélanger à l'aide du bâtonnet avec le sable, étaler sur toute la surface de la coupelle.
- Fermer l'ouverture du dessiccateur. La fin d'analyse se manifeste par une sonnerie, puis lire le résultat affiché sur le cadran du dessiccateur.

❖ Expression des résultats

$$\text{EST (g/kg)} = L \times 10$$

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

EST : Extrait sec total (g/l).

L : Lecture en pourcentage.

d : Densité du lait.

III.3.7. Détermination de la conductivité**❖ Définition**

La conductivité λ est l'ensemble ou la quantité de sels dissous (électrolytes) contenus dans une solution ($\mu\text{S/cm}$).

La mesure de la conductivité est appliquée aux eaux des chaudières et des bûches alimentaires [82].

❖ Principe

La mesure de la conductivité s'effectue à l'aide d'un conductimètre qui permet la mise en évidence de la présence d'ions H^+ et OH^- ainsi que les ions dissous qui confèrent à l'eau une certaine aptitude à conduire le courant électrique [82].

❖ Mode opératoire

- Après mettre l'appareil en marche, et l'étalonner avec une solution de $1015 \mu\text{S/cm}$.
- rincer ensuite la sonde avec de l'eau distillée.
- plonger la sonde dans un bécher contenant l'échantillon d'eau à une température de 25°C .

❖ Expressions des résultats

Le résultat est directement affiché sur le cadran du conductimètre.

III.3.8. Détermination du titre hydrométrique (TH)

❖ Définition

La dureté totale ou titre hydrotimétrique d'une eau (TH) est la totalité de tous les sels de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}) dissous dans l'eau. Elle se mesure en degré français ($^{\circ}\text{f}$) [82].

❖ Principe

Le dosage du TH est réalisé avec une solution EDTA (0,02 N), qui sert d'indicateur coloré en opérant à $\text{pH}=10$ et en utilisant NET (Noir Eriochrome T) qui produit une couleur rouge foncé ou violet en présence des ions de calcium et magnésium.

Pendant le titrage l'EDTA réagit d'abord avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} et se lie à l'indicateur, qui libère l'indicateur et change la couleur du rouge foncé ou violet au bleu [82].

❖ Mode opératoire

- Prendre 100 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 4 ml du tampon ammoniacal à $\text{pH}=10$.
- Ajouter une pincée de l'indicateur coloré Noir Eriochrome T (NET).
- Titrer avec de l'EDTA (0,02 N) jusqu'à apparition d'une couleur bleue.

❖ Expression des résultats

- 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 (°f) = chute de burette x 2**

La dureté totale est exprimée en degrés français ($^{\circ}\text{f}$) : $1^{\circ}\text{f} = 4 \text{ mg/l}$ de calcium ou 2.4 mg/l de magnésium, ou encore 10 mg/l de CaCO_3 (carbonate de calcium ou plus communément " le tartre ").

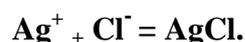
III.3.9. Dosage des chlorures (méthode de Mohr)

❖ Définition

L'eau contient presque toujours des chlorures en proportion variables, généralement la teneur en chlorure augmente avec le degré de minéralisation d'une eau.

❖ 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 d'une teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent. La détermination des chlorures est basée sur la réaction entre les ions Cl^- et les ions Ag^+ [82]. Selon la réaction suivante :



❖ Mode opératoire

- Prendre 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de l'indicateur coloré chromates de potassium K_2CrO_4 .
- Titrer avec des nitrates d'argent $AgNO_3$ jusqu'à apparition d'une couleur rouge brique.

❖ Expression des résultats

- 1^{er} cas : Coloration brune alors pas de titrage ce qui implique $[Cl^-] = 0 \text{ mg/l}$.
- 2^{ème} cas : Coloration jaune implique il y a titrage avec $AgNO_3$ 0,014 N jusqu'à disparition de la coloration jaune citron $[Cl^-] = 7,1 \times \text{chute de burette (mg/l)}$.

III.4. Test de stabilité

La réalisation de ces tests permet de disposer rapidement des résultats d'analyse pour guider la production et détecter d'éventuelles anomalies dans le lait. De ce fait, les transformateurs ont la capacité de réagir rapidement pour corriger leur production [83].

III.4.1. Test de Ramsdell**❖ Définition**

Il s'agit d'une évaluation de la capacité du lait à être traité thermiquement, sans la déstabilisation par addition de solution de phosphate mono potassique capable de provoquer la coagulation.

Cette méthode a été créée pour tester la stabilité à la chaleur du lait et sa poudre. Il permet de définir leur destination en fonction des résultats obtenus qui permet d'apprécier la stabilité du lait au traitement thermique, en fonction de son équilibre minéral [84].

❖ Principe

Le principe repose sur la déstabilisation des protéines du lait par action simultanée phosphate mono potassique et de la température (100°C).

Le lait contient trop d'ions phosphate est bouilli au bain marie bouillant pendant 5 minutes. La surcharge provoque la coagulation, plus la quantité de phosphate nécessaire pour provoquer celle-ci est élevée, plus le lait est stable et inversement.

❖ Mode opératoire

- Préparer une série des tubes contenant 10 ml de lait.
- Ajouter à chaque tube des volumes croissants de la solution phosphate mono potassique KH_2PO_4 (0,5N), allant de 1,3 à 1,7 ml pour le lait reconstitué, et de 1,8 à 2,1 ml pour le lait UHT.

- Homogénéiser le mélange par retournements successifs et placer au bain-Marie bouillant et maintenir pendant 5 minutes.

- Refroidir dans un courant d'eau froide puis examiner l'aspect des tubes qui doit être effectué rapidement.

➤ Tubes coagulés = Tubes positifs (+).

➤ Tubes non coagulés = Tubes négatifs (-).

❖ Expression des résultats

➤ Pour les tubes coagulés, le teste est positif, donc le lait n'est pas stable.

➤ Pour les tubes non coagulés, le test est négatif, ceci nous renseigne sur la stabilité du lait.

III.4.2. Test du bain d'huile

❖ Définition

C'est un bain contenant une huile thermo-staée à 140°C. Il permet de minimiser les risques de voir le lait se déstabilise lors du traitement UHT pendant un certain temps sans coagulation.

❖ Principe

Le test consiste à mesurer le temps de chauffage à haute température, nécessaire à la coagulation du lait. Les tubes contenant le lait à tester sont chauffés dans un bain d'huile thermo-staté à 140°C. La coagulation est constatée visuellement [55].

❖ Mode opératoire

- Préparer 5 tubes à essai.

- Introduire 4 ml de lait dans chaque tube.

- Fermer hermétiquement et placer les tubes dans un portoir.

- Placer le portoir dans le bain d'huile thermos tâtée à 140°C.

- Agiter le tube pendant toute la durée du chauffage.

- Faire des observations à intervalle de 5 minutes de chauffage, si le lait n'est pas coagulé.

- Après 25 minutes de chauffage, observer si le lait a coagulé.

❖ Expression des résultats

La lecture et l'expression des résultats se fait directement, en comptant le temps ou la coagulation commence.

III.4.3. Test de turbidité

Il s'agit d'une méthode physico-chimique permettant de déterminer si un lait a été chauffé au-dessus de 100°C. Elle est basée sur la mise en évidence de la coagulation des lactoglobulines du sérum sur les laits non chauffés à cette température [4].

❖ Mode opératoire

- Introduire 20 ml de lait reconstitué (10%) dans un bécher.
- Ajouter 4 g de sulfates d'ammonium $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ à l'échantillon.
- Agiter l'échantillon jusqu'à coagulation du lait.
- Filtrer l'échantillon de lait coagulé avec du papier filtre.
- Recueillir le filtrat (sérum) dans un tube à essai.
- Prendre 5 ml du sérum recueilli dans un tube à essai et les porter à ébullition pendant 5 minutes au bain Marie à 100°C.

❖ Expression des résultats

La turbidité exprimée visuellement :

- ✓ Lorsque le sérum reste limpide (turbidité négative), le lait dont il provient a été chauffé au-dessus de 100°C.
- ✓ Lorsque le sérum est trouble (turbidité positive), le lait dont il provient n'est pas été chauffé au-dessus de 100°C.

III.5. Appréciation sensorielle

III.5.1. Aspect et couleur

Pour chaque reconstitution et produit fini la couleur doit être normale, blanchâtre, l'analyse est faite visuellement. Pour l'eau de process, elle doit être limpide, incolore et inodore.

III.5.2. Goût et odeur

La méthode implique l'échantillonnage et l'évaluation de la saveur. Lorsqu'il s'agit d'une quantité d'échantillon, il est important que le goût et l'odeur du produit soient à la fois typique et distinctifs caractérisé par des normes supérieures, marquée par l'excellence de la qualité.

*CHAPITRE IV :
RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS*

IV.1. Analyses physico-chimiques

IV.1.1. Eau de process

Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de procès sont résumés dans le tableau N° XII.

Tableau N° XII : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process à 10°f.

Paramètres	Moyenne	NIE
pH	7,01 ±0,11	7 < pH < 7,4
TH (°f)	9,77 ±0,57	7 < TH < 12
Conductivité mS/cm	275,05±13,52	< 400
Chlorure (Cl) mg/l	27,44±3,08	10 mg/l < Cl < 35mg/l

- Les valeurs illustrées dans le tableau ci-dessus représentent la moyenne ± écart type (n=54).

D'après les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process à 10 °f illustrés dans le tableau N° XII, on remarque que les valeurs obtenues pour les paramètres pH, TH, Cl⁻ et la conductivités, sont conformes aux normes de l'entreprise Candia Tchín-lait, cela est dû aux traitements d'adoucissement effectués par l'entreprise pour garantir une bonne qualité d'eau de process qui facilite la mouillabilité et la solubilité de la poudre utilisée.

IV.1.2. Lait reconstitué

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait reconstitué prélevé au niveau des tanks de reconstitution (T.R.) sont représentés dans le tableau N° XIII.

Tableau N° XIII : Résultats des analyses physico-chimiques du lait reconstitué.

Paramètres	Moyenne	NIE
pH	6,70 ±0,05	6.6-6.9
Acidité (°D)	13,41 ± 0,43	<15
Densité	1,032 ±0,001	1,031-1,033
MG (g/l)	15,76 ±0,26	15,5 - 16,5
MP (g/l)	31,63 ±0,34	≥30
EST (g/l)	110,19 ±0,23	109,5 - 110,5
ESD (g/l)	94,89 ±0,65	93,5 - 94,5
Lactose (g/l)	54,87 ±0,37	≥45
FPD (°C)	-0,463 ±0,18	< -0,512

- Les valeurs illustrées dans le tableau ci-dessus représentent la moyenne ± écart type (n=13).

La valeur du pH enregistré sur les échantillons analysés montre un pH de 6,70 cette valeur s'insère dans l'intervalle fixée dans la norme (6,6 à 6,9).

La valeur de l'acidité enregistrée présente une moyenne de 13,41°D qui est conforme à la norme interne de l'entreprise fixée (<15°D).

Les valeurs des paramètres MG, MP, EST, ESD, Lactose et FPD sont conformes aux normes internes de l'entreprise Candia Tchén-lait.

Les résultats montrent que l'étape de reconstitution est bien maîtrisée et cela est dû à l'utilisation d'une poudre et une eau de bonne qualité ; ainsi qu'au nettoyage permanent des installations de la production.

IV.1.3. Produit fini

Les résultats des analyses physico-chimiques du produit fini : brique JJ (jour de production), brique témoin, brique étuvée à 55°C, sont résumés dans le tableau N°XIV.

Tableau N° XIV : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini (lait U.H.T demi-écrémé)

Paramètre	Brique JJ	Brique étuvé à 55°C/7 jours	Brique témoin	NIE
pH	6,66±0,04	6,47±0,03	6,66±0,04	6,6-6,9
Acidité (D°)	13,23±0,50	14,01±0,28	13,19±0,45	<15
Densité	1,032±0,001	1,030±0,0009	1,033±0,0008	1,031-1,033
MG (g/l)	15,88±0,12	15,95±0,060	16,18±0,12	15,5 - 16 ,5
MP (g/l)	31,64±0,31	32,04±0,34	31,74±0,26	≥30
EST (g/l)	109,71±0,34	110,13±0,29	110,02±0,35	109,5 - 110,5
ESD (g/l)	94,39±0,60	95,23±0,40	94,89±0,62	93,5 - 94,5
Lactose (g/l)	54,56±0,98	54,41±0,33	55,20±0,23	≥45
FPD (°C)	- 0,525±0,10	- 0,545±0,33	- 0,537±0,25	< - 0,512

- Les valeurs illustrées dans le tableau ci-dessus représentent la moyenne ± écart type : Produit JJ (n=23) ; produit fini témoin (n=6) ; produit fini 55°C (n=12).

Le pH du produit fini (JJ, témoin) est de 6,66. Cette valeur est conforme à la norme interne de l'entreprise, ce qui permet une longue conservation du produit, en sauvegardant ses qualités organoleptiques et sa valeur nutritionnelle. Le pH nous renseigne beaucoup plus sur la stabilité du lait et celle de ses micelles [85].

On remarque une très faible diminution du pH des briques étuvées à 55°C qui est de 6,47 et cela est dû à son étuvage, mais la valeur reste toujours conforme aux normes exigées.

En effet, la variation de pH ne dépasse pas 0,2 unités comme l'exige la réglementation algérienne [44].

L'acidité titrable du lait demi écrémé varie entre 13,19 et 14,01 °D pour tous les échantillons analysés. Cette valeur est dans le domaine de norme interne de l'entreprise, qui est inférieur à 15°D. L'acidité nous renseigne sur la fraîcheur du lait.

Les résultats des paramètres MG, MP, EST, ESD, lactose et FPD des produits analysés sont conformes aux normes de l'entreprise Tchén-lait Candia.

IV.1.4. Test de turbidité

Les résultats de test de turbidité obtenus pour les échantillons analysés sont présentés dans le tableau XV.

Tableau N° XV : Résultat de test de turbidité.

Echantillon	Résultats	NIE (Candia)
Lait reconstitué	Trouble (+)	Léger trouble
Produit fini (JJ)	Claire (-)	Claire
Produit fini (témoin)	Claire (-)	Claire
Produit fini (55°C)	Claire (-)	Claire

La turbidité est positive pour tous les échantillons analysés avant que le lait ne subisse un traitement thermique, et cela est dû à la formation d'un complexe protéique entre k-caséine et la β -lactoglobuline dénaturé par un pont disulfure (figure N° 10). Les caséines sont insolubles dans l'eau, donc elles sont en suspension dans le lait. Les lactoglobulines sont précipitées par addition d'une solution demi saturé de sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ et les lactalbumines sont précipitées en utilisant une solution saturée [9].

Tous les laits UHT analysés (JJ, témoin, étuvé à 55°C) manifestent une turbidité négative suite à la non formation du complexe protéique k-caséine et la β -lactoglobuline.

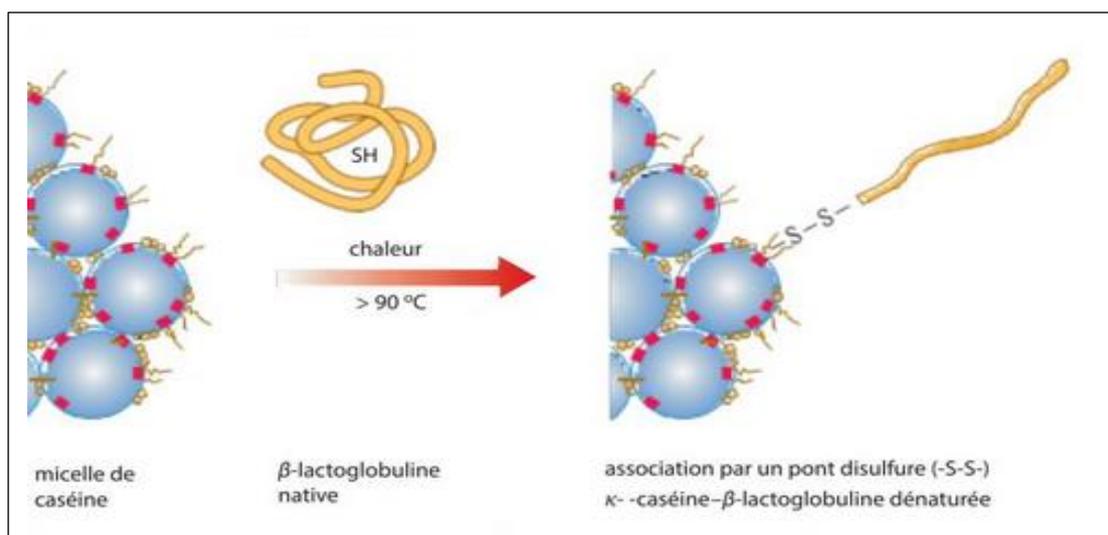


Figure N° 10 : Lien disulfure entre la β -lactoglobuline et la micelle de caséine [9].

IV.2. Test de stabilité

IV.2.1. Test du bain d'huile

Les résultats de test de stabilité au bain d'huile obtenus pour les échantillons analysés sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° XVI : Résultats de test du bain d'huile.

Echantillon	Lait reconstitué	Produit fini (JJ)	Produit fini (témoin)	Produit fini (55°C)
Temps de coagulation (min)	19,538±2,25	23,39±2,48	23,16±1,94	6,16±0,93

- Les valeurs illustrées dans le tableau ci-dessus représentent la moyenne \pm écart type : Produit JJ (n=23) ; produit fini témoin (n=6) ; produit fini 55°C (n=12).

Le but du test au bain d'huile est d'évaluer la résistance de lait à un traitement thermique à 140°C, le temps nécessaire pour obtenir la déstabilisation a été évalué comme le temps de coagulation par la chaleur. Cette coagulation est le résultat d'une perte de stabilité micellaire due à de nombreuses modifications physiques et chimiques de ces composants [85].

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus, on remarque que les échantillons analysés sont conformes aux normes.

Le lait reconstitué se coagule à un temps de 19 min et ceci prouve que l'échantillon peut supporter la température de stérilisation qui est de 140°C pendant 4s.

Le produit fini (JJ) et (témoin), sachant qu'ils sont déjà traités thermiquement, se coagulent au 23 min ce qui leur confère une meilleure stabilité thermique.

Le produit fini étuvé à 55°C se coagule à 6 min, ceci est dû à son temps de stockage (7 jours) à température de 55°C qui ont permis d'accélérer les réactions produites dans le lait.

La variation de thermo-stabilité des laits UHT au cours du stockage serait certainement la conséquence des réactions multiples et complexes qui se produisent dans le lait (réaction de Maillard, dégradation du lactose, protéolyse, ainsi que d'autres changements biochimiques comme la polymérisation par ponts disulfures et la déphosphorylation). Si certaines réactions sont déstabilisantes, d'autres comme la réaction de Maillard devrait améliorer la stabilité. Par exemple, le lactose qui réagit avec les caséines, induit un encombrement stérique et une diminution de la charge nette négative, ce qui pourrait protéger les protéines contre l'agrégation [85].

IV.2.2. Test de Ramsdell

- **Stabilité au Ramsdell**

Le test de Ramsdell (stabilité phosphate) est utilisé comme un indicateur de stabilité thermique de lait, il consiste à ajouter KH_2PO_4 dans le lait à différents volumes puis chauffer à 100 °C pendant 5 min [85].

L'ajout des sels contenant des phosphates monos potassique, induit un déséquilibre ionique de lait par la possibilité de séquestrer le calcium soluble et favorise la dissolution du calcium micellaire sous l'effet du traitement thermique [9].

Les résultats de pH avant et après test Ramsdell et les volumes de KH_2PO_4 ajoutés aux échantillons sont résumés dans le tableau N°XVII (annexe 1).

Les données de tableau N° XVII sont utilisées pour schématiser la figure N° 11.

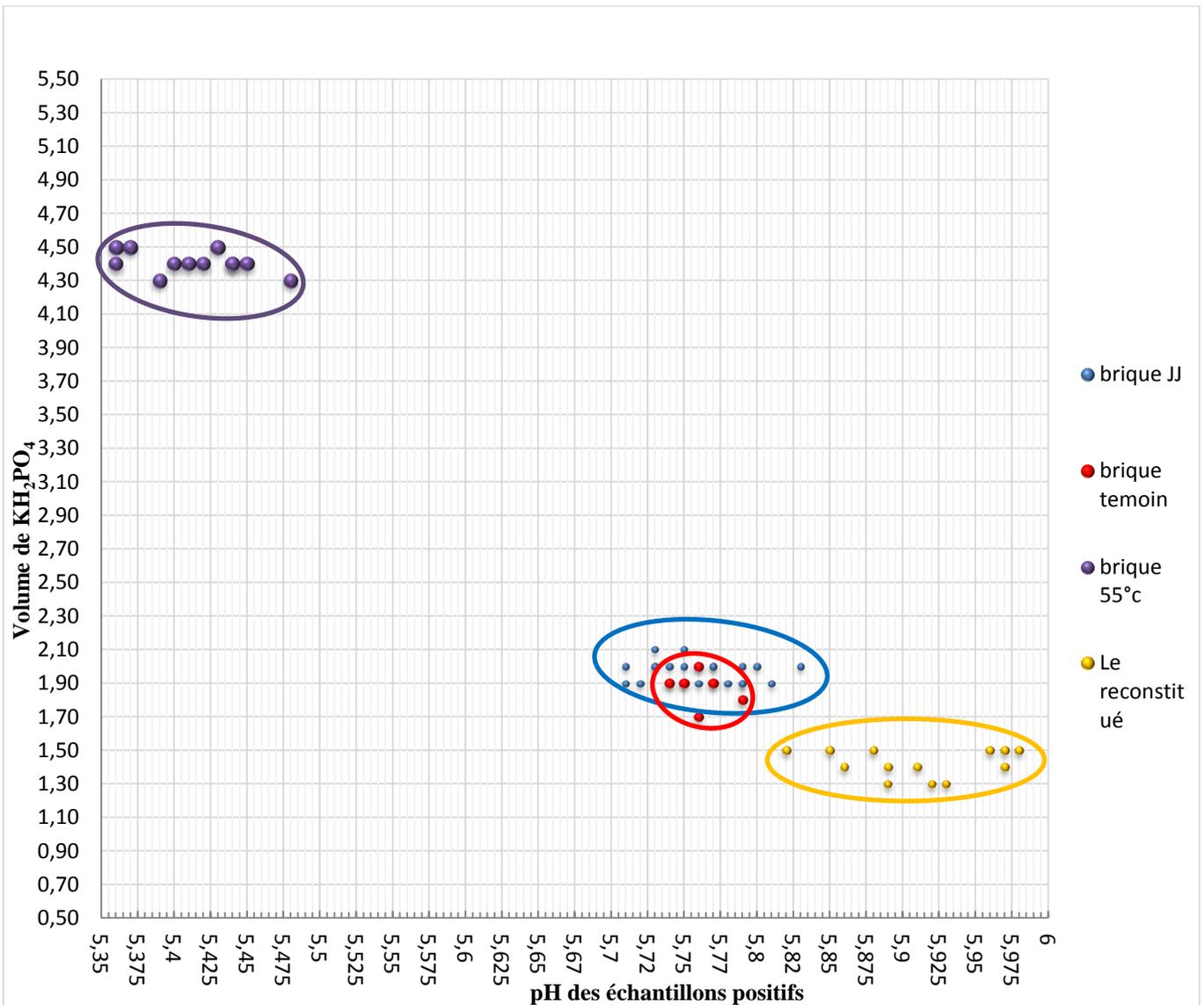


Figure N° 11 : Stabilité au test Ramsdell des différents produits.

Pour ce test, on remarque que le volume de KH_2PO_4 nécessaire pour la déstabilisation du produit est en relation directe avec les critères physico-chimiques suivants : effets de traitement thermique, pH de produit et la durée de stockage.

- Le lait reconstitué se déstabilise à des volumes plus faibles de KH_2PO_4 qui varie entre 1,3 et 1,8.

- Pour les briques JJ et témoin, nous avons obtenu des volumes moyens de KH_2PO_4 qui varient entre 1,7 et 2,1.

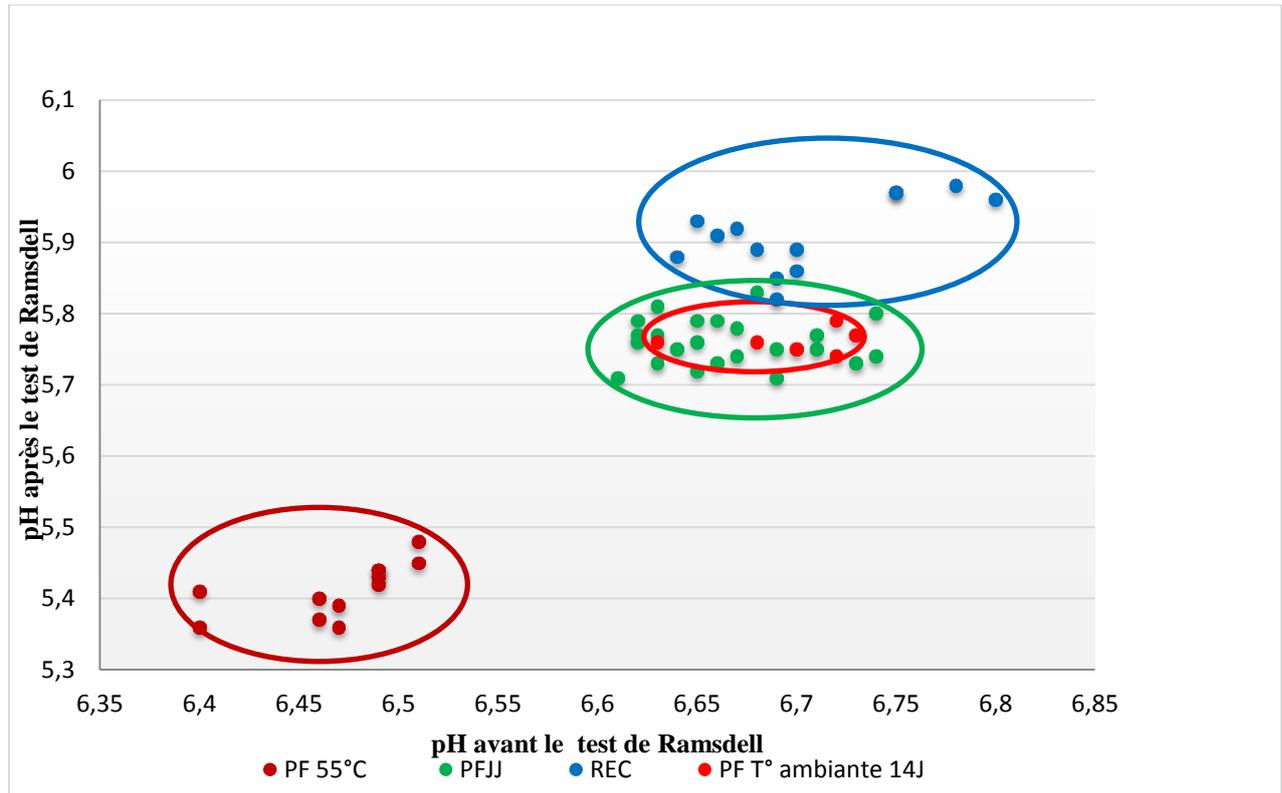
- Par contre les briques étuvées à 55°C montrent une forte stabilité par rapport au phosphate mono potassique et cela est dû certainement aux températures et durée de stockage de ces briques, ce qui a engendré des volumes élevés qui varient entre 3,9 et 4,4 de KH_2PO_4 .

Ces résultats sont conformes aux normes de Tchik-lait Candia.

Les traitements physiques et le traitement thermique subit par le lait au cours de la fabrication améliore sa stabilité [85].

- **Valeurs de pH avant et après le test de Ramsdell**

Les résultats de pH obtenu avant et après le test de Ramsdell des différents produits sont présentés sur le graphique ci-dessous :



* PF : produit fini *REC : reconstitué *PF55°C : produit fini étuvé à 55°C

Figure N° 12 : Variation des pH des échantillons à Ramsdell positifs / au pH initial.

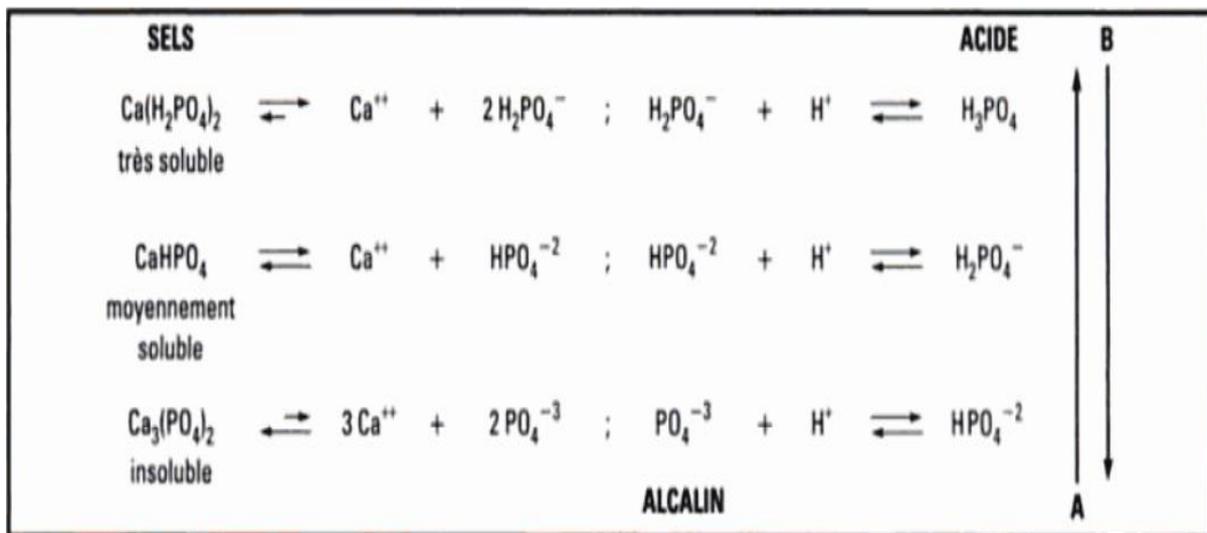
Les minéraux du lait jouent un rôle important tant sur le plan physico-chimique que technologique et nutritionnel, ils participent à l'organisation micellaire des caséines [10].

L'équilibre ionique est très important dans la stabilité de la suspension colloïdale des caséines et celle des protéines de sérum [9].

Selon les résultats illustrés dans la figure N° 12, les pH des tests de Ramsdell positifs effectués sur les différents produits sont en relation directe avec leur pH initial.

Les laits des briques témoins et briques JJ se déstabilisent à des pH voisins 5,70 à 5,83. Le lait reconstitué se déstabilise à des pH entre 5,82 et 5,98. Par contre, les briques étuvées à 55°C se déstabilisent à des pH plus bas qui varient entre 5,36 à 5,48.

La diminution de pH pousse l'équilibre phosphocalcique à migrer vers la formation de phosphate bi- calcique moyennement soluble et les phosphates tricalciques non solubles, ce qui pousse les micelles de caséines déjà en déstabilisation (d'une structure quaternaire vers une structure tertiaire, secondaire, et en fin primaire) via la migration de l'équilibre minéral vers le lactosérum qui stabilisent les ponts phosphocalciques des micelles [9]. La figure suivante représente les différents équilibres entre le phosphate et le calcium selon le pH.



A : l'augmentation de l'acide ou la diminution du pH pousse les équilibres vers la formation de phosphate bi-calcique.

B : la diminution de l'acidité et l'augmentation de la concentration en Ca^{2+} poussent les équilibres vers le bas et la formation du phosphate tricalcique.

Figure N° 13 : Les différents équilibres entre le phosphate et calcium selon le pH [9].

L'acidification de lait touche particulièrement les caséines et modifie la structure micellaire sous l'action de la chaleur (figure N° 14). Lorsque le pH passe de 6,7 à 5,5 les charges négatives présentes à la surface des micelles des caséines sont neutralisées. A pH 5, on observe l'agrégation et la fusion des micelles entre elles. Ces dernières perdent complètement leur structure par dissolution totale de calcium micellaire au pH isoélectrique qui est de 4,65 [9].

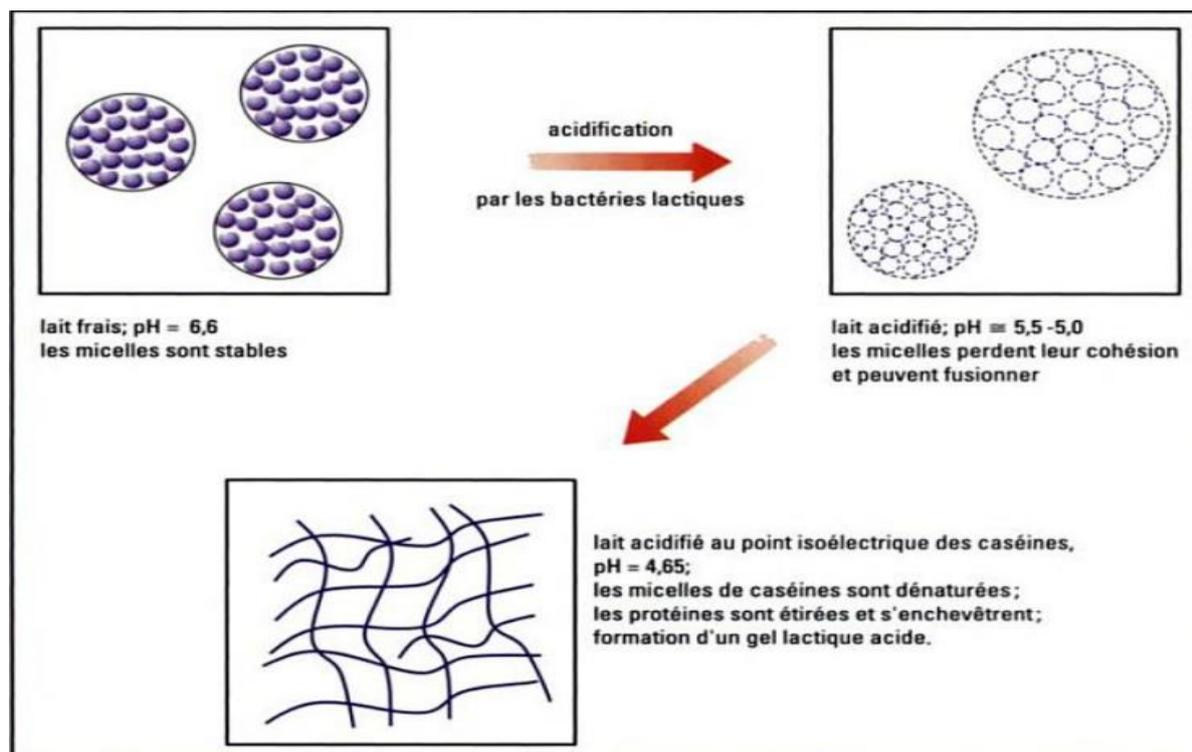


Figure N° 14 : Effet de l'acidification sur la structure des micelles des caséines [9].

- **Comparaison entre les résultats du test de stabilité Ramsdell de 2018 et 2023.**

Les moyennes des résultats de test Ramsdell obtenus pour les échantillons analysés durant les années 2018 et 2023 sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° XVIII : Résultats du test de Ramsdell obtenus pour les échantillons analysés durant les années 2018 et 2023.

	Résultats 2018	Résultat 2023
Volume KH₂PO₄	2,67±0,80	2,37±1,13
pH positifs	5,64±0,12	5,72±0,18

- Les valeurs illustrées dans le tableau ci-dessus représentent la moyenne ± écart type (n₂₀₁₈=130, n₂₀₂₃=54).

Le graphe ci-après représente les résultats des différents échantillons analysés pendant les deux années 2018 et 2023.

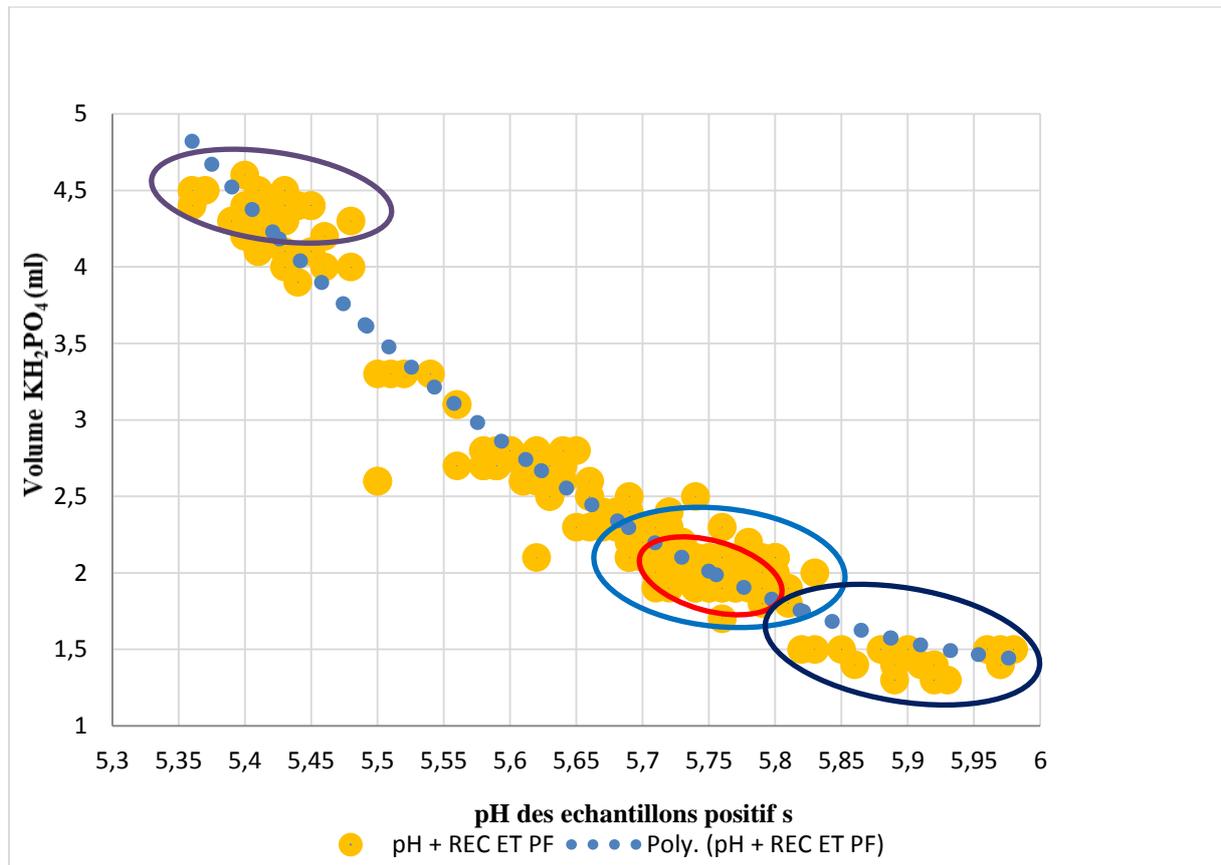


Figure N° 15 : Stabilité au Ramsdell sur différents échantillons des deux années 2018 et 2023.

Selon les résultats illustrés dans la figure N° 15, on remarque que les différents échantillons analysés des deux années 2018 et 2023 sont stables, cela indique que Tchiv-lait Candia maîtrise le processus de fabrication du lait demi-écrémé à travers la bonne sélection des fournisseurs et de la bonne qualité de matière première.

IV.3. Analyses sensorielles du lait UHT demi-écrémé

Les résultats des analyses sensorielles obtenus pour tous les produits analysés sont représentés dans le tableau XIV.

Tableau N° XIX : Résultats d'analyses sensorielles des produits analysés.

Caractéristique Echantillon	Goût	Odeur	Couleur	NIE (Candia)
Eau de process	Normaux	Normaux	Claire	Absence de goût, d'odeur et couleur claire limpide
Lait reconstitué	Normaux	Normaux	Blanche	Absence de goût de rance et couleur blanc à crème
Produit fini (JJ)	Normaux	Normaux	Blanche	Absence de goût de rance et couleur blanc à crème
Produit fini (témoin)	Normaux	Normaux	Blanche	Absence de goût de rance et couleur blanc à crème
Produit fini (55 °C)	Caramel	Caramel	Brun claire	Goût et odeur caramel et de couleur brun clair

D'après les résultats des analyses sensorielles illustrés dans le tableau ci-dessus on remarque que :

- L'eau étudiée à l'unité Tchén-Lait CANDIA ne représente aucune odeur caractéristique, ceci indique qu'elle est dépourvue de produits chimiques et de matières organiques en décomposition. Cette eau est d'une couleur claire limpide et ne représente pas de goût étrange. Ces résultats montrent que l'eau utilisée par la laiterie Tchén-Lait répond aux exigences de la réglementation algérienne.
- Les laits de reconstitutions analysées sont de bonne qualité organoleptique. Ce qui confirme la stabilité et la fraîcheur du produit.
- Les tests sensoriels des briques JJ, témoin ne présentent ni de défaut de goût, ni d'odeur ni encore moins de couleur qui peuvent porter préjudice quant à l'appréciation de ce dernier par le consommateur. En revanche, on remarque un changement de goût, odeur (caramel), et de couleur (brun claire) dans les briques 55°C à cause de leur étuvage à 55°C pendant 7 jours.

CONCLUSION

Conclusion

Notre travail avait pour objectif le suivi de la qualité physico-chimique et de la stabilité du lait UHT demi-crémé fabriqué par la laiterie Tchén-Lait /Candia, tout au long de la chaîne de production, en contrôlant l'eau de process, le lait reconstitué, ainsi que le produit fini.

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques et organoleptiques nous ont permis d'affirmer une qualité satisfaisante de produit, par leur conformité aux normes exigées, ce qui révèle d'une part la bonne qualité des matières premières utilisées, et d'autre part la bonne pratique des règles d'hygiène.

Les différents tests de stabilité (test de Ramsdell, test du bain d'huile), permettent de prévoir la coagulation du lait et d'évaluer sa stabilité avant et après le traitement thermique et donne une idée sur la qualité du lait étudié.

Les résultats des tests de stabilité sont très satisfaisants, en effet les valeurs du test du bain d'huile sont conformes aux normes exigées, de même pour les résultats du test de Ramsdell. Cette stabilité du produit fini est atteinte grâce à l'efficacité de traitement UHT qui a permis au produit de préserver ces caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques.

Enfin, ce stage effectué au sein de la laiterie Tchén-lait/Candia, nous a permis de mettre en application les connaissances théoriques acquises, tout au long de notre cursus. Ainsi que de découvrir l'industrie laitière où des technologies modernes sont mises en œuvre pour la fabrication des produits dans le strict respect des règles d'hygiène et de qualité haute gamme.

En perspectives plusieurs analyses peuvent être envisagées à savoir :

- Compléter les analyses physico-chimiques par des analyses microbiologiques et enzymatiques pour mieux évaluer la stabilité du produit et l'efficacité des traitements thermiques effectués ;
- Prolonger la durée de l'étuvage de lait UHT à 55°C afin de prévoir les altérations qui peuvent survenir ;
- Suivre la stabilité de lait UHT demi écrémé après sa date limite de consommation ;
- Tester la stabilité avec d'autres conditions (températures et durée de stockage).

*RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES*

Références bibliographiques

- [1] Alais C., Linden G., (1997). Abrégé de biochimie alimentaire. Ed. Masson, Paris : (110p).
- [2] Frank JF., (1997). Milk and dairy products. Food Microbiology-Fundamental and Frontiers (Doyle P, Beuchat R & Montville J, eds), pp.169-186.ASM Press, Washington, DC.
- [3] Boekel V. M. A. J. S., (1998). Effect of heating on Maillard reactions in milk. Food Chemistry 62(4): (403-414p).
- [4] Guiraud J.P., (1998). Microbiologie alimentaire. Technique d'analyse microbiologique Edition : DUNOD. Université Libre de Bruxelles, paris.
- [5] Pougheon S., Goursaud J., (2001). Le lait caractéristiques physicochimiques In Debry G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 p).
- [6] Aboutayeb R., (2009). Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>. consulté le 1504-17.
- [7] Fredot E., (2006). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 25 (397 p).
- [8] Franworth E., Mainville I., (2010). Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique. Centre de recherche et de développement sur les aliments Sait-Hyacinthe.
- [9] Vignola CL., (2002). Science et technologie du lait, transformation du lait. Éditrice scientifique
- [10] Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et - Brule G., (2008) Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (2 p).
- [11] Bylund G., (1995) Dairy processing handbook, Teknotext AB (Ed) Tetra pak processing systems AB. Lund, Sweden.
- [12] Stoll W., (2003) Vaches laitières -L'alimentation influence la composition du lait, vol 9, [http:// www.db- alpadmin-ch/ fr/ publication en / docs/ 2612.pdf](http://www.db-alpadmin.ch/fr/publication/en/docs/2612.pdf).
- [13] Lankveld., (1995). Protein standaridized milk products, composition ans properties IDF brussels.
- [14] Jeantet R.; Croguennec T.; Schuck P. et Brule G., (2007). Science des aliments-technologie des produits alimentaires ? Tec et Doc Lavoisier.
- [15] Debry, G., (2001). Lait, nutrition et santé. Recherche, (21-89p).

- [16] Vierling, E., (2008). Aliments et boissons : Technologie et aspects réglementaires. 3^{ème} Ed. doin éditeur, centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine.
- [17] Brunner J., (1981). Cow milk proteins: twenty-five years of progress. J dairy Sci, 1981,64:1038-1054.In.
- [18] Pougheon S., (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 31 (102 p).
- [19] Van, C. D., Deswysen N, D., Focant T, M., et Larondelle ., (2008). Le lait, un terme générique qui recouvre une grande diversité d'aliments avec des propriétés nutritives variées, (30-33p).
- [20] Debry, G., (2001). Lait, nutrition et santé. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
- [21] Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G., (2007). Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 p).
- [22] Perreau.M.J., (2014). Conduire son troupeau de vaches laitières. Editeur : Éditions France Agricole Collection : Produire mieux. Paris Page 31,34, 47, 50,71 (403 p)
- [23] Vignola C.L., (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), 5,14-15,25, 28, 29, 79,90 (600 p).
- [24] Blanc B ., (1982). Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Lait, (62).
- [25] Pougheon S., (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses variations de la composition du lait et ses a conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat vétérinaire, Université de Paul Sebatier Toulouse, France.
- [26] El Marnissi B., Belkhou R., et Bennani L., (2013). Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). Les technologies de laboratoire : 8 (33p).
- [27] Mathieu J., (1998). Initiation à la physico-chimie du lait. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- [28] Labioui H, Elmoualdi L, Benzakour A, El yachioui M, Berny E et Ouhssine M., (2009). "Etude physicochimique et microbiologique de laits crus." Bull. Soc. Pharm. Bordeaux 148 : (7-16p).
- [29] Mathieu J. (1999). Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 3-190(220 p).
- [30] Fredoit E., (2006). Connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Edition : Tec et Doc.

- [31] Cuq JL., (2007). Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier : (20-25p).
- [32] Guiraud JP., (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod. Paris: (136-139p).
- [33] Varnam AH., Sutherland P., (2001). Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York: (35-37p).
- [34] Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. et Turgeon H., (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et Techniques d'analyse du lait In Vignola A C.L. Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal : 227,29(600p).
- [35] Fredot E., (2005). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 10-14 (397 p).
- [36] Vierling E., (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine : 11(270 p).
- [37] Thieulin., Vuillaume., (1967). Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73.(388p).
- [38] Rheotest M., (2010). Rhéomètre Rheotest® RN et viscosimètre à capillaire Rhotest® LK– Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.
- [39] JORA N° 069., (1993). Arrêté interministériel du 18 Aout relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.
- [40] Lubin D., Collection FAO (1998). Lait de consommation, le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.
- [41] Les définitions relatives aux produits laitiers figurent au règlement (CE) « OCM unique » n°1234/2007, Annexe XII.
- [42] Document interne Candia.
- [43] Kocak HR., Zadow JG., (1985). Age gelation of UHT whole milk as influenced by storage temperature. The Australian Journal of Dairy Technology.
- [44] J.O.R.A n°35. Arrête interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 23 juillet 1994 relatif aux spécification microbiologiques de certaines denrées alimentaires 1998.
- [45] Moller S., (2000). La reconstitution du lait. Edition Sodiaal, Ivry-sur-seine.
- [46] Document de l'entreprise Tchén-Lait CANDIA. 2011.

- [47] Benallegue H.; Debbeche S., (2015). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de 3 marques de lait UHT, (Candia, Obeï et Hodna). Mémoire Master, Université Constantine.
- [48] Oukil A., (2017). Contribution au suivi de fabrication du lait stérilisé UHT demi écrémé produit par l'unité Tchîn-Lait Candia. Technicien supérieur en contrôle et conditionnement des produits laitiers.
- [49] Michel JC., Michel P. et Richard J., (2002). Lait de consommation, Science et technologie du lait.
- [50] J.O.R.A. N° 69 Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Textes Législatifs. Lait et produits laitiers 2003.
- [51] OMS., (1954). La pasteurisation du lait (organisation, installation, exploitation et contrôle). (14). : (17 – 21p).
- [52] AFNOR., (1980). Recueil Des Normes Françaises. Laits Et Produits Laitiers.
- [53] Benallegue H. Debeche S., (2015). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de trois marques du lait U.H. T, (Condia, Obi et Hodna).Mémoire de fin d'étude en biologie. Université des frères Mentouri Constantine : (19 – 25p).
- [54] Carole Lapointe-Vignola., (2002). Fondation de technologie laitière du Québec.
- [55] Odet G., Cerf O., Chevilotte J., Douard D., Gillis JC., Heliane E. et Ligna CJ., (1985). La maîtrise du lait stérilisé UHT. Ed. Apria, Paris.
- [56] Muthwill F., Berger JF. et Lecoq M., (1998). Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe papier, polyéthylène et aluminium. In « l'emballage des denrées alimentaires de grande consommation ». Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- [57] Gaucheron., (2004). Minéraux et produits laitiers. Lavoisier. ISBN .2-7430-0641-2 Edition : TEC et DOC.
- [58] Gaucher I., Molle D., Gagnaire V. et Gaucheron F., (2008). Effects of stockage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. Food Hydrocolloides: 22. (130-143p).
- [59] Cayot, P., Lorient, D., (1998). Structure et technofonction des protéines du lait. Ed. Technique et documentation. Lavoisier. Paris.
- [60] Rayal-Ljutova K., Park U. W., Gaucheron F et Bouhallab S., (2007). Heat stability and enzymatic modification of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68: (207-220p).

- [61] Wendie L -Claeys S Ann M-Van Loey ET Marc E., (2002). Intrinsic time temperature integration for het treatment of milk. *Science et technologies* 13: (293-311p).
- [62] Veisseyre Eisseyre R., (1975). *Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait*, 3eme Edition.Paris : (118 ,231 ; 232, 306p).
- [63] Mathieu J., (1998). *Initiation à la physicochimie du lait*. Ed Lavoisier Tec et Doc, chapitre 3, ISBN : 2-7430-0233-6. (195p).
- [64] Odet, G., Cerf, O., Chevillotte, G., Douard, D., Gillis, G. et al., (1985). *La maitrise de la qualité du lait stérilisé UHT*. Ed. Association pour la promotion industrie-agriculture (APRIA). Lavoisier, Paris.
- [65] Lamontagne, M., al., (2002). *Microbiologie du lait*. In : *Science et technologie du lait*. Ed. Fondation de technologie. Canada : (14-79p).
- [66] Fabrian A DJ., Iaw., (1986). Protein as of psychotropic bacteria their production propreteis effecte and control. *J Dairy Re.*53 (139-177p).
- [67] Singh H., (2004). Heat Stability of milk. *International Journal of Dairy Technology* 57(2-3): (111-119p).
- [68] Morgan F., Jacquet F., Micault S., Bonnin V et Jaubert A., (2000). Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high temperature processing. *International Dairy Journal* 10(1/2): (113-117p).
- [69] Singh H., Creamer L. K., (1992). Heat stability of milk. Dans: *Advanced dairy chemistry-1: Proteins*. Fox. F. (Ed.), Elsevier Applied Science, London, UK, (621-656p).
- [70] Bauer WJ., Badoud R., Loliger J et Eturnaud A., (2010). *Scuence et technologie des aliments*. In « *Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés* ». E d: presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne. (715p).
- [71] Raynal-Ljutovac K., Park Y.W., Gaucheron F.et Bouhallab S., (2007). Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. *Small ruminant Research*. 68: (207-220p).
- [72] Augustin M., Aitken B., (1993). Ingredients for UHT foods, *Food Australia*. 45(5): (232-234p).
- [73] J.O.R.A N°69 (1993). Arrêté du 15 RbieEthani 1414 correspondent au 1 ere October 1993 mettant fin aux fonctions d'un chargé d'études et de synthèse cabinet de l'ex-ministre de l'intérieur et de l'environnement.
- [74] Plateforme TCHIN-LAIT Candia <https://www.tchinlait.com>.
- [75] Entreprise TCHIN LAIT service marketing. Bejaia 2020.

- [76] Document interne de l'entreprise.
- [77] Pointurier. H., (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière. Tec et Doc Lavoisier France.
- [78] AFNOR., (1992). Contrôle de la qualité des produits alimentaires: lait et produits laitiers : analyses physicochimiques. Paris La Défense : AFNOR, 4^eéd, 581 p.
- [79] FM., (1985). Luquet Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre, V1 Ed, Tec et Doc Lavoisier Paris.
- [80] AFNOR., (1999). Lait et produit laitière. V1 lait. Edition.
- [81] AFNOR., (1999). Lait et produits laitiers. V2 produits laitiers. Edition AFNOR, Paris.
- [82] Rodier J., Bazin C., Chambon P., Brautin JP., Champseur H. et Rodi L., (2005). L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 8^{ème} Edition.
- [83] Dudez, P., Broutin, A., (2003). Four simple methods for controlling the quality of milk and dairy products. Le lait, 62: (12-31p).
- [84] Oukil A., (2017). Contribution au suivi de fabrication du lait stérilisé UHT demi écrémé produit par l'unité Tchén-Lait Candia. Technicien supérieur en contrôle et conditionnement des produits laitiers.
- [85] Gaucher I, Molle D, Gagnaitea V, et Gaucheron F., (2007). Effects of storage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk Food Hydrocolloides: 22 (130-143p).

ANNEXES

➤ Analyses physico-chimiques

Tableau N°XVII : Résultat du test de Ramsdell

Échantillon	Lait reconstitué			Brique jour-J			Brique témoin			Brique étuvées a 55°C		
	Volume de KH_2PO_4	pH avant	pH après	Volume de KH_2PO_4	pH avant	pH après	Volume de KH_2PO_4	pH avant	pH après	Volume de KH_2PO_4	pH avant	pH après
1	1,5	6,69	5,85	2	6,63	5,71	1,7	6,63	5,76	4,4	6,49	5,42
2	1,5	6,69	5,82	1,9	6,62	5,76	1,9	6,7	5,75	4,4	6,49	5,44
3	1,5	6,64	5,88	2	6,6	5,73	1,9	6,72	5,74	4,3	6,51	5,84
4	1,5	6,8	5,96	1,9	6,63	5,81	1,8	6,72	5,79	4,4	6,51	5,45
5	1,4	6,75	5,97	2	6,68	5,83	1,9	6,73	5,77	4,4	6,4	5,41
6	1,5	6,78	5,98	2	6,63	5,73	2	6,68	5,76	4,5	6,4	5,36
7	1,5	6,75	5,97	2	6,74	5,8	/	/	/	4,4	6,46	5,40
8	1,4	6,68	5,89	2	6,74	5,74	/	/	/	4,5	6,64	5,37
9	1,4	6,66	5,91	1,9	6,62	5,79	/	/	/	4,5	6,49	5,43
10	1,4	6,7	5,86	1,9	6,61	5,71	/	/	/	4,4	6,49	5,44
11	1,3	6,7	5,89	2,1	6,64	5,75	/	/	/	4,3	6,47	5,39
12	1,3	6,67	5,92	2	6,71	5,77	/	/	/	4,4	6,47	5,36
13	1,3	6,65	5,93	2	6,66	5,79	/	/	/	/	/	/
14	/	/	/	1,9	6,65	5,72	/	/	/	/	/	/
15	/	/	/	1,9	6,62	5,77	/	/	/	/	/	/
16	/	/	/	1,9	6,65	5,79	/	/	/	/	/	/
17	/	/	/	2	6,63	5,77	/	/	/	/	/	/
18	/	/	/	1,9	6,67	5,78	/	/	/	/	/	/
19	/	/	/	2	6,65	5,76	/	/	/	/	/	/
20	/	/	/	1,9	6,67	5,74	/	/	/	/	/	/
21	/	/	/	2	6,71	5,75	/	/	/	/	/	/
22	/	/	/	1,9	6,69	5,75	/	/	/	/	/	/
23	/	/	/	2,1	6,73	5,73	/	/	/	/	/	/

Résumé

Notre étude a été réalisée afin de suivre la qualité physico-chimique et la stabilité du lait UHT demi-écrémé fabriqué par la laiterie Tchén-Lait /Candia, à différents niveaux de sa fabrication.

L'ensemble des paramètres physico-chimiques (pH, l'acidité, la densité, la matière grasse, l'extrait sec total...etc.), et le test de stabilité notamment le test de Ramsdell et le test du bain d'huile ont permis d'évaluer la stabilité des laits reconstitués ainsi que les laits UHT demi-écrémé à différentes températures. Les différents résultats d'analyses effectuées répondent aux normes internes de l'entreprise et aux normes algériennes en vigueur. Cette conformité révèle une bonne maîtrise du processus de fabrication et l'utilisation d'une matière première de bonne qualité du point de vue hygiénique, technologique et organoleptique.

Au terme de cette étude, une relation a été établie entre les résultats des paramètres physico-chimiques et test de stabilité.

Mots clés : lait UHT, lait demi-écrémé, stabilité, qualité.

Abstract

Our study was carried out to monitor the physico-chemical quality and stability of UHT semi-skimmed milk manufactured by the Tchén-Lait /Candia dairy, at various stages of production.

All physico-chemical parameters (pH, acidity, density, fat content, total dry extract, etc.) and stability tests, notably the Ramsdell test and the oil bath test, were used to assess the stability of reconstituted milk and UHT semi-skimmed milk at different temperatures. The results of the various analyses comply with the company's internal standards and current Algerian regulations. This compliance reveals good control of the manufacturing process and the use of a good quality raw material from a hygienic, technological and organoleptic point of view.

At the end of this study, a relationship was established between the results of the physico-chemical parameters and the stability test.

Key words: UHT milk, semi-skimmed milk, stability, quality.