

*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaïa*

*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 de l'obtention du diplôme**

MASTER

Thème

**Évaluation de la stabilité du lait stérilisé UHT
écrémé «Silhouette», après étuvage, fabriqué par
Tchin-lait CANDIA**

Présenté par :

M^{elle} HAFHOUF Chahinaz & M^{elle} TAIB Nouara

Soutenu le : 25 juin 2023

Devant le jury composé de :

M ^{me} AIDLI Amel	MAA	Présidente
M ^{me} TAFININE Zina	MCA	Promotrice
M ^{elle} TOUATI Naima	MCA	Examinatrice
M ^{me} FERHAT Kahina		Invitée

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.

Nous tenons également à présenter nos sincères remerciements à :

M^{me} TAFININE pour avoir accepté de nous encadrer, pour le temps qu'elle nous a consacré toutes les fois que cela était nécessaire, pour ses conseils précieux et sa gentillesse.

M^{me} AIDLI qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

M^{me} TOUATI pour avoir accepté d'examiner notre travail.

ET surtout, à Mr BERKATI (PCA du groupe Tchén-Lait) de nous avoir ouvert les portes de l'entreprise pour notre formation.

Nos remerciements les plus chaleureux sont destinés à M^{me} FERHAT qui nous a permis d'effectuer notre stage au sein du laboratoire Recherche et développement du Groupe Tchén-lait

« CANDIA »

Ainsi qu'à tout le personnel de laboratoire physico-chimique et microbiologique pour leur entière disponibilité et coopération lors de la réalisation de ce travail.

Nous remercions également toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce mémoire.

Dédicaces

Avec l'aide de DIEU, le Tout-Puissant, ce travail est achevé. Je le dédie à toutes les personnes qui me sont à cœur :

À mes très chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, mon estime, ma reconnaissance et ma profonde affection. Je ne saurais vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi, et ce que vous faites jusqu'à présent.

À mes précieux et adorables frères et sœurs

« Walid, Rafik, chaima et Imane » qui ont toujours été de tout cœur avec moi

À toute ma grande famille sans exception

Mes oncles, tantes cousins et cousines.

À toutes mes chères amies.

En particulier « Bariza, sarah, lamia » et à toute ma promotion.

À ma binôme Nouara avec qui j'ai partagé des longues journées du travail

Chahinaz

Dédicaces

*À l'aide de DIEU, le Tout-Puissant, ce travail est
achevé. Je le dédie à toutes les personnes qui me
sont à cœur :*

*A ma famille, tout spécialement mes parents qui ont toujours été l'appui qui me poussait à
réaliser de meilleures choses,*

A mes précieux et adorable frères et sœurs

Yassmina. Fahima , Abd Slem, Hamid, Hakim, Nourddin, Oualid.

A tout ma grande famille sans exception

Mes oncles, tants cousins et cousines

A mes chers amis (es)

Amine, ma sœur Kanza, Ikram, Meriem, ma binôme Chahinaz

A tous mes collègues de promotion et les personnes qui me connaissent et qui m'aiment.

Nouara

Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Synthèse Bibliographique

Introduction.....	1
I. lait stérilisé UHT	
I.1. Définition du lait.....	2
I.2. Définition du lait stérilisé UHT.....	2
I.3. Composition moyenne et valeur nutritionnelle du lait écrémé UHT	2
I.3.1. Eau.....	3
I.3.2. Protéines.....	3
I.3.2.1. Caséines	3
I.3.2.2. Protéines du lactosérum	4
I.3.3. Lactose	4
I.3.4. Minéraux	4
I.3.5. Vitamines	5
I.3.6. Enzymes.....	5
I.4. Propriétés organoleptique et physico-chimique du lait.....	5
I.4.1. Aspect	5
I.4.2. viscosité	6
I.4.3. Acidité titrable.....	6
I.4.4. point de congélation	6
I.4.5. Densité	6
I.4.6. Potentiel d'hydrogène (pH)	6
I.5. Qualité microbiologique.....	6
I.6. Procédé de fabrication du lait stérilisé UHT écrémé Silhouette	6
I.6.1. Reconstitution du lait	7

I.6.1. 1. Eau.....	7
I.6.1.2. Poudre de lait.....	7
I.6.1.3. Vitamine D.....	7
I.6.2. Filtration et refroidissement.....	7
I.6.3. Pasteurisation.....	8
I.6.3.1. Préchauffage.....	8
I.6.3.2. Dégazage.....	8
I.6.3.3. Homogénéisation.....	8
I.6.3.4. Pasteurisation proprement dite.....	8
I.6.5. Stérilisation.....	8
I.6.5.1. Préchauffage.....	8
I.6.5.3 Stérilisation UHT proprement dite.....	9
I.6.6. Conditionnement.....	9
I.7. Les Avantages et inconvénients du traitement UHT.....	10
I.7.1. Avantages.....	10
I.7.2. Inconvénients.....	11
II. Stabilité du lait UHT	
II.1.Définition.....	11
II.2.Action du chauffage sur la stabilité des constituants du lait UHT au cours de l'étuvage.....	11
II.2.1. Lactose.....	11
II.2.2. Protéines.....	11
II.2.3. Acides amines.....	12
II.2.4. Minéraux.....	12
II.2.5. Vitamines.....	12
II.3. Caractéristiques exigées par la réglementation concernant le lait UHT.....	13
II.4. Méthodes d'évolution de la stabilité.....	13
II.4.1. pH et acidité.....	13
II.4.2. Test Ramsdell.....	13
II.4.3. Test de l'alcool.....	13

II.4.4. Test de l'ébullition	14
------------------------------------	----

Matériel et méthodes

I. Présentation de l'unité Tchén lait « Candia »	15
I.1. Historique et situation géographique	15
I.2. Organisation	15
I.3. Produits fabriqués par l'unité	16
II. Mode de prélèvement et d'échantillonnage	18
III. Appréciation des paramètres sensoriels	18
IV. Analyses physico-chimiques	18
IV.1. Mesure de pH	18
IV.2. Acidité titrable	19
IV.3. Détermination de la densité	19
IV.4. Détermination de la viscosité	20
IV.5. Détermination de la teneur en extrait sec total (EST)	20
IV.6. Détermination de la teneur en matière grasse (méthode de Gerber)	21
V. Tests de stabilité	22
V.1. Test d'ébullition	22
V.2. Test d'alcool	22
V.3. Test Ramsdell	23
VI. Analyses microbiologiques	23

Résultats et discussion

I. Analyses sensorielles du lait écrémé UHT Silhouette	25
II. Analyses physico-chimiques du lait écrémé UHT Silhouette	26
III. Tests de stabilité	30
IV. Analyses microbiologiques du lait stérilisé UHT	34
Conclusion	36

Références bibliographique

Annexes

La liste des abréviations

AFNOR	Agence Française de Normalisation
Ac	Acidité
°C	Degré Celcius
°D	Degré Dornic
DLC	Durée Limite de Consommation
EST	Extrait Sec Totale
° F	Degré Français
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
HTST	High Temperature Short Time UHT
J.O.R.A	Journal Officiel de la République Algérienne
MG	Matière Grasse
OMS	l'Organisation Mondiale de la Santé
TAB	Tétra Brick Aseptique
TR	Tank de Reconstitution
TT	Tank Tampon
UHT	Ultra Haute Température
PCA	Plate Count Agar

La liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	valeurs nutritionnelle moyenne du lait écrémé UHT Silhouette	3
II	Composition minérale du lait écrémé	5
III	Résultats des analyses sensorielles du produit fini (silhouette) témoin et pendant l'étuvage à 37°C.	25
IV	Résultats des analyses sensorielles du produit fini (silhouette) pendant l'étuvage à 55°C/7J	25
V	Résultats des analyses microbiologiques du produit fini (lait écrémé).	34

La liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Micelle de caséine et sous-micelle de caséines	4
2	Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchinalait « Candia ».	10
3	Organigramme de l'organisation Tchinalait CANDIA	17
4	Effet de l'étuvage sur le pH du lait UHT écrémé silhouette.	27
5	Effet de l'étuvage sur l'acidité du lait UHT écrémé Silhouette	27
6	Effet de l'étuvage sur la densité du lait UHT écrémé silhouette	28
7	Effet de l'étuvage sur la viscosité du lait UHT écrémé Silhouette	29
8	Effet de l'étuvage sur l'EST du lait UHT écrémé Silhouette	30
9	Résultat du Test à l'ébullition	30
10	Résultat du Test à l'alcool	31
11	Stabilité au Ramsdell sur l'échantillon témoin (20°C)	32
12	Stabilité au Ramsdell sur l'échantillon 37°C/15J	32
13	Stabilité au Ramsdell sur l'échantillon 55°C/7J	33
14	Effet de l'acidification sur la structure des micelles de caséines	33
15	Témoin PCA	34
16	Résultats de l'analyse microbiologique	34

Introduction

Introduction

Le lait est une matière première aux ressources considérables. Face à la demande du consommateur qui sollicite de plus en plus de produits innovants à la qualité constante, l'industrie doit exploiter toutes les richesses de cette matière première à la fois si simple en apparence et si complexe dans sa composition (**Luquet, 1990**).

Pour fabriquer un produit sain et conservable, l'industrie laitière doit assurer un environnement présentant le moins de risque de contamination possible le long de la chaîne de fabrication de produit (**Leveau et bouix, 1999**). Pour ce faire, il s'agit de développer un traitement thermique et technologique efficace.

Le traitement UHT est considéré comme un traitement de choix. Il permet la destruction totale de la microflore du lait et l'inhibition des enzymes de dégradation, tout en conservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait (**Vignola, 2002**).

Le lait Silhouette est un lait écrémé stérilisé UHT conditionné en brik. Du point de vue nutritionnel, il apporte une valeur énergétique importante surtout pour les personnes qui suivent un régime alimentaire et les sportifs.

Les laits stérilisé UHT sont parfois instables durant le stockage en brik ou lors du chauffage chez le consommateur, et peuvent se déstabiliser avant la date limite de consommation.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude, dont l'objectif est d'évaluer la stabilité du lait stérilisé UHT écrémé Silhouette à 37 °C et à 55°C produit par tchin-lait /Candia et cela en évaluant certaines propriétés organoleptiques et en déterminant certains paramètres physico-chimique et microbiologique au cours de l'étuvage des échantillons à 37°C pendant 15 jours et à 55 °C pendant 7 jours.

Synthèse Bibliographique

I. Lait stérilisé UHT

I.1. Définition du lait

Selon le **Codex Alimentaire (1999)**, le lait est défini comme étant le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum.

I.2. Définition du lait stérilisé UHT

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

En fonction de sa teneur en matière grasse, le lait UHT peut être classé en :

- Lait UHT entier : sa teneur en matière grasse est de 2.8% au minimum (28g de matière grasse au minimum par litre de lait).
- Lait UHT partiellement écrémé : sa teneur en matière grasse est de 1.5% à 2% (15 à 20 g de matière grasse par litre de lait).
- Lait UHT écrémé : sa teneur en matières grasses est de 0.15% (1.5g de matières grasses par litre de lait).

Les dates limites de consommation des laits stérilisés UHT sont fixées à 90 jours, à compter de leur date de fabrication (**Journal officiel, 2003**).

I.3. Composition moyenne et valeur nutritionnelle du lait écrémé UHT

Le lait est une source unique de composants nutritifs essentiels (Tableaux I). Sa valeur nutritive résulte de sa teneur en composants chimiques, la composition et la structure de ceux-ci. Une modification de ces composants résultant d'un processus thermique peut modifier la valeur nutritionnelle du lait (**Gosta, 1995**).

Tableau I : Valeurs nutritionnelle moyenne du lait écrémé UHT Silhouette

Composants	Concentration moyenne (/ 100ml)
Lipides	Max 0.15 g
Acides gras saturés	0.05 g
Glucides	4.9 g
Protéines	3 g
Minéraux	0.1 g
Calcium	120 mg
Vitamines D ₃	1 µg

I.3.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait. La présence d'un dipôle et de double d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce dernier lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum (**Vignola, 2002**).

I.3.2. Protéines

Les protéines sont les responsables majeurs des propriétés technologiques du lait. Elles sont classées en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité (**Vignola, 2002**).

I.3.2.1. Caséines

Les caséines sont des phosphoprotéines représentant approximativement 80% de la teneur totales des protéines du lait (**Phadungath, 2005**). Dans un lait normal, Ces caséines existent principalement en tant que particules colloïdales, appelées les micelles de caséine (**Figure n°1**). Elles sont constituées de 92% de protéines et de 8% de minéraux. Les quatre principales protéines contenues dans les micelles sont les caséines α_{s1} , α_{s2} , β (bêta) et κ (Kappa). Les micelles sont formées de sous-micelles reliées ensemble par des ponts phosphate de calcium. Les sous-micelles périphériques sont plus hydrophiles et contiennent une plus grande proportion de κ -caséine (**Vignola, 2002**).

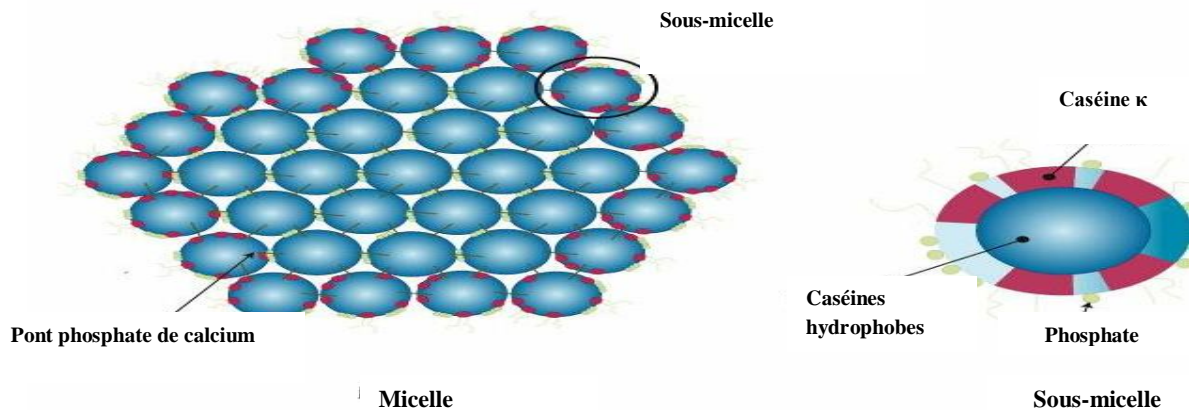


Figure n°1 : Micelle de caséine et sous-micelle de caséines (Vignola ,2002).

I.3.2.2. Protéines du lactosérum

Traditionnellement, les protéines sériques ou les protéines de lactalbumine sont les protéines du lait restant dans le sérum après précipitation ou élimination des caséines, elles représentent environ 20% des protéines totale du lait (Deziuba et Deziuba, 2014). Les protéines sériques sont sensibles à la chaleur, elles deviennent insolubles et dénaturées une fois que le lait est chauffé (Phadungath, 2005).

I.3.3. Lactose

Le lactose est le glucide le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose. Ainsi, le lait contient près de 4.8% de lactose, tandis que la poudre de lait écrémé en contient 52% et celle du lactosérum près de 70% (Vignola, 2002).

I.3.4. Minéraux

La matière minérale du lait est 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 (Tableaux II).

Les minéraux ne sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions), une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines) (Debry, 2001).

Tableaux II : Composition minérale du lait écrémé (Ciquel, 1987).

Les minéraux (mg/Kg)	Variations limites	Valeur moyenne
Sodium	438 – 454	447
Magnésium	90 – 120	105
Phosphore	770 – 1100	880
Chlore	/	1000
Potassium	1612 – 1902	1736
Calcium	/	1120
Cuivre	970 – 1300	28
Zinc	00 – 43	4

I.3.5. Vitamines

Ce sont, en général, des petites molécules de structure très variées jouant le rôle de coenzyme qui, associée à une apoenzyme de nature protéique, développe une activité catalytique. On classe généralement les vitamines en deux grandes catégories:

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B, vitamines C) qui se retrouvent dans la phase aqueuse (lait écrémé, lactosérum)
- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E) qui sont associées à la matière grasse (crème et beurre) (Luquet, 1985).

I.3.6. Enzymes

Dans les conditions normales, le lait contient une grande variété d'enzyme. Les enzymes sont des substances organiques de nature protéique, produites par des cellules ou organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques (Luquet, 1985). Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénase et les oxygénase (Vignola ,2002).

I.4. Propriétés organoleptique et physico-chimique du lait

I.4.1. Aspect

Le lait est un liquide opaque, de couleur blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la

matière grasse en β -carotène. Il a une odeur marquée mais caractéristique, son goût varie selon les espèces animales (**Luquet, 1985**).

I.4.2. Viscosité

La viscosité du lait correspond à la résistance des lipides à l'écoulement. Elle est due à la présence de protéines et de matière grasse dans le lait. La viscosité diminue lorsque la température augmente (**Veirling, 1998**).

I.4.3. Acidité titrable

L'acidité titrable mesure la quantité d'acide lactique présente dans le lait. Son augmentation est un indice de lait anormal. Elle est exprimée en degrés Dornic (D°) (**Mathieu, 1998**).

I.4.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait de vache est de $-0,51^\circ\text{C}$ à $-0,55^\circ\text{C}$. Cette valeur est une caractéristique constante du lait, et sa mesure permet de déceler le mouillage qui élève le point de congélation à 0°C (**Gosta, 1995**).

I.4.5. Densité

La densité du lait doit être comprise entre 1,028 à 1,034, elle est liée à sa richesse en matière sèche. Un lait enrichi en matière grasse possède une faible densité tandis que pour un lait écrémé, elle est élevée. La densité est mesurée avec un lacto-densimètre (**Luquet, 1985**).

I.4.6. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité. À l'état frais et normal, le pH est compris entre 6,6 et 6,8 (**Luquet, 1985**).

I.5. Qualité microbiologique

Un traitement thermique intense est souhaitable du point de vue microbiologique. Tous les organismes pathogènes courants susceptibles d'apparaître dans le lait sont tués par le traitement UHT. Il existe toutefois un risque de résistance de spores de certains germes comme *Clostridium* et *Bacillus*. Le contrôle des matières premières permet de réduire la charge microbienne (**Gosta, 1995**).

I.6. Procédé de fabrication du lait stérilisé UHT écrémé Silhouette

La production des briques du lait "Silhouette" passe par plusieurs étapes successives au niveau de l'atelier de production de la laiterie.

I.6.1. Reconstitution du lait

La reconstitution du lait Silhouette consiste à mélanger la poudre du lait (0%) avec l'eau de process à température ambiante en introduisant une quantité bien précise de la vitamine D. cela afin d'obtenir un produit semi-fini dont la teneur en matière grasse est moins de 0.15 % (**norme propre à l'entreprise**).

I.6.1. 1. Eau

Elle doit être potable, répondant aux normes standards fixées par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène. Sur le plan physico-chimique, Elle ne doit contenir ni pesticides, ni nitrates et doit avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15°F et un pH voisin de la neutralité (**FAO, 1995**).

I.6.1.2. Poudre de lait

La poudre de lait industriel contient au maximum 5% d'eau et 0.15% d'acide lactique (**Journal officiel, 2008**). Elle se présente sous l'aspect d'une poudre de couleur blanche ou légèrement crème, homogène ne contenant pas d'impuretés, de grumeaux ni de parcelles colorées. La poudre utilisée pour la fabrication du lait silhouette est une poudre qui correspond à un lait dont la teneur en matières grasses laitières ne doit pas excéder 1.5% en poids (**Journal officiel, 1998**).

I.6.1.3. Vitamine D

Le lait est supplémenté en vitamine pour garantir les taux initiaux contenus dans les laits crus. La législation autorise l'adjonction de la vitamine à un aliment qui subit des pertes pendant sa transformation (**Mahaut et al ., 2000**).

I.6.2. Filtration et refroidissement

La filtration est réalisée dans le but de débarrasser le lait des impuretés physique. Le lait est filtré à travers un filtre pressé ensuite acheminé vers un échangeur de chaleur où il sera refroidi à 4°C par l'eau glacé à fin de préserver le lait de la détérioration microbiologique (**Veisseyre, 1979**).

I.6.3. Pasteurisation

I.6.3.1. Préchauffage

Le lait reconstitué est porté à une température convenable pour le dégazage. Cette opération se fait à l'aide d'un échangeur à plaque ou le lait chauffé à une température de 68°C (**FAO, 1995**).

I.6.3.2. Dégazage

Le lait écrémé préchauffé à 68°C est introduit tangentiellement dans la cuve sous vide à la température d'évaporation d'eau. Les gaz emprisonnés dans le produit sont charriés avec la vapeur et montent vers le haut de la cuve et sont aspirés par la pompe sous vide placée en haut. Après traitement, le lait est acheminé par la sortie du fond de la cuve vers l'homogénéisateur (**FAO, 1995**).

I.6.3.3. Homogénéisation

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

I.6.3.4. Pasteurisation proprement dite

Le lait homogénéisé est conduit vers un échangeur à plaque pour être chauffé à 90°C, dans le chambreur où il séjournera 30 secondes à cette température. Une fois pasteurisé, le lait passe par la dernière section pour subir un refroidissement à 5°C à l'aide d'un circuit d'eau glacée et est stocké dans des tanks tampons (**Veisseyre et Jacquet, 1979**).

I.6.5. Stérilisation

I.6.5.1. Préchauffage

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

I.6.5.2. Homogénéisation

Le lait écrémé chauffé subit une seconde homogénéisation à une forte pression de 200bars, avant la stérilisation proprement dite (**Cheftel et Cheftel, 1992**).

I.6.5.3 Stérilisation UHT proprement dite

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

I.6.6. Conditionnement

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

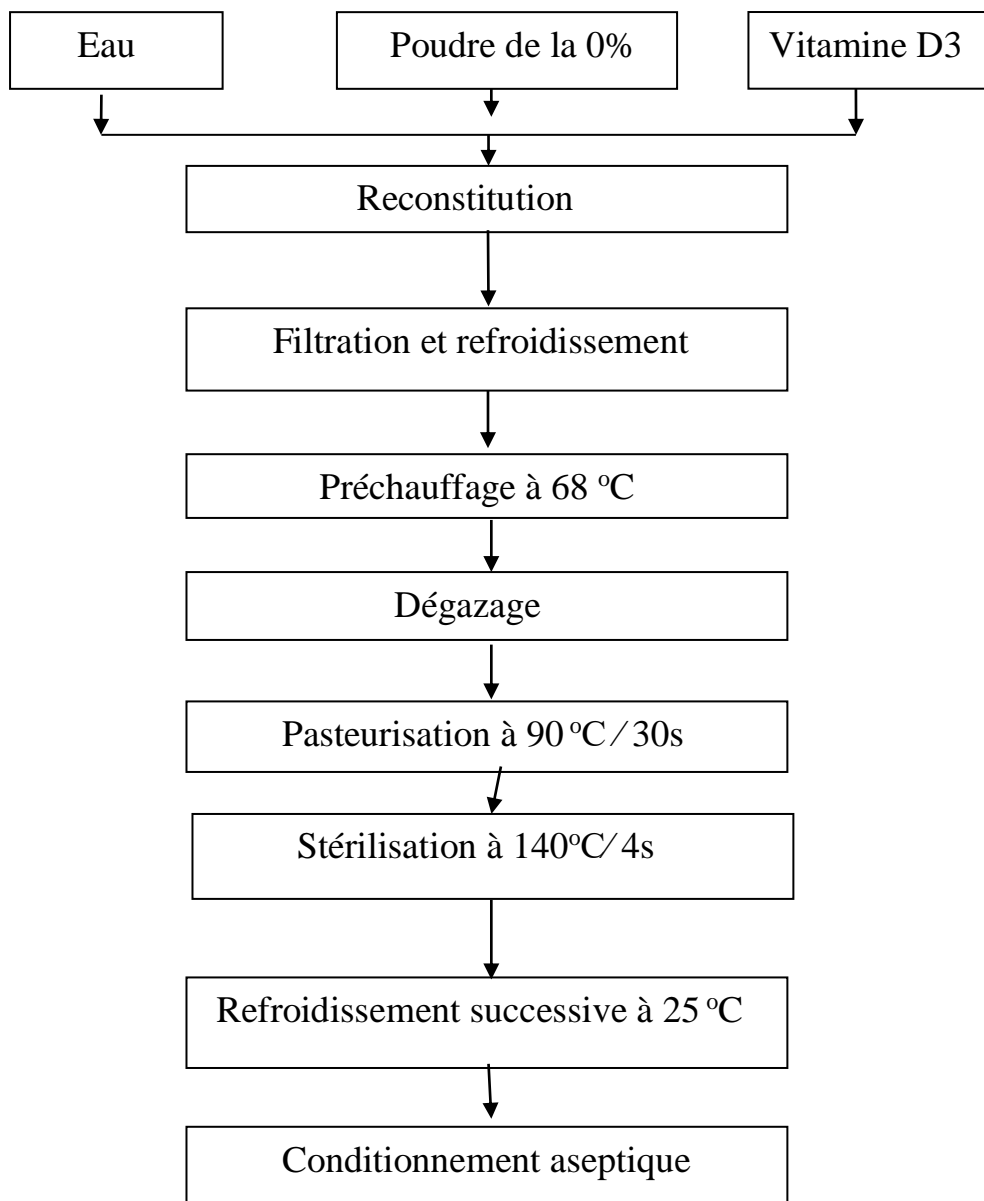


Figure n°2 : Diagramme de fabrication du lait UHT écrémé silhouette (Veisseyre, 1979)

I.7. Avantages et inconvénients du traitement UHT

I.7.1. Avantages

- Il minimise les modifications des constituants du lait tout en détruisant rapidement les microorganismes.
- Il offre, en particulier le double avantage d'une longue conservation du lait de consommation sans besoin de réfrigération tant que l'emballage n'est pas ouvert (Vignola.2002)
- Une stérilisation UHT bien conduite permet une conservation de la plupart des vitamines du lait, y compris les vitamines thermosensibles B1, B12 et l'acide folique (Debry, 2001).

I.7.2. Inconvénients

- Le traitement thermique cause des modifications de la structure des protéines sérique qui leurs fait perdre leurs propriétés électrophorétiques (**Adrian, 1975**).
- Les traitements thermiques UHT ne parviennent pas à inhiber totalement les activités enzymatiques de certaines bactéries notamment psychotropes (**Veisseyre, 1979**).
- Le chauffage accéléré peut provoquer la réaction de Maillard par formation d'un complexe entre la lysine et le lactose qui peut affecter le goût du lait (**lequet ,1985**)

II. Stabilité du lait UHT

II.1. Définition

La stabilité d'un produit est sa capacité à conserver son état physicochimique initial au cours du temps et à résister aux agressions des formulations et des procédés utilisés par les industriels (Bourgeois, 2003).

II.2. Action du chauffage sur la stabilité des constituants du lait UHT au cours de l'étuvage

II.2.1. Le lactose

Le lactose est sensible à la chaleur, entre 110 et 130°C, la forme hydratée perd son eau de cristallisation. Au-delà de 150°C, on observe un jaunissement puis vers 170°C un brunissement prononcé dû à la formation d'un caramel (Veisseyre, 1979).

Le chauffage du lait entraîne certaines transformations du lactose en lactulose (par isomérisation du résidu glucose en fructose) ce qui est un traceur de mise en évidence de l'intensité du traitement thermique appliqué (Debry, 2001)

II.2.2. Les protéines

La chaleur modifie la configuration spatiale des protéines, sans léser la séquence polypeptidique. Cette dénaturation est partiellement réversible, elle débute à des températures de 80 °C. La caséine résiste aux effets thermiques, elle coagule seulement après un chauffage d'une heure à 125°C. Des chauffages moins intenses et couramment pratiqués peuvent ouvrir et littéralement déplier l'arrangement spatial des chaînes peptidiques. Les protéines solubles sont très altérées par la chaleur, cette sensibilité va décroissant, des immunoglobulines (extrêmement altérables) au sérum-albumine et β -lactoglobuline, puis à l' α -lactalbumine. De même, les enzymes endogènes (phosphatase alcaline, peroxydase) sont très thermosensibles. Leur disparition sert d'indice d'efficacité de la méthode thermique utilisée. La xanthine-oxydase n'est détruite qu'à des températures supérieures à 85°C et les phosphatases acides supportent la pasteurisation, mais pas le traitement UHT (FAO, 1995).

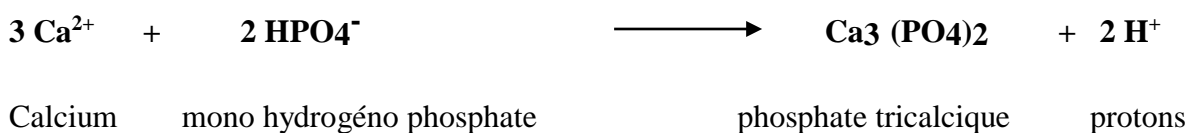
II.2.3. Les acides aminés

A des températures élevées, les acides aminés soufrés libèrent des groupements sulfhydryl volatiles qui donnent au lait chauffé son goût cuit très caractéristique (réaction Maillard) en quantités dépendant de l'intensité du chauffage (FAO, 1995). Cette réaction se traduit sur le plan chimique par les faits suivants :

- Un blocage et une destruction des acides aminés qui entraînent une diminution de la qualité protidique.
- La formation de substances douées de propriétés antinutritionnelles et même toxiques.
- Apparition de molécules, volatiles ou non, exerçant une action psycho-sensorielle contribuant à la création d'arômes appréciés ou, au contraire, défavorables à la qualité commerciale (Adrian, 1975).

II.2.4. Les minéraux

Les équilibres minéraux sont plus ou moins modifiés lors du traitement thermique. Ces perturbations sont une ionisation des ions phosphates et des citrates, ce qui entraîne une augmentation des teneurs en CaHPO_4 et CaCit^- d'où un déplacement du phosphate et du calcium vers la micelle de caséine. Ainsi, la conséquence majeure d'un traitement thermique du lait est une diminution de la solubilité du phosphate de calcium. D'après Walstra et Jenness (1984), une «précipitation» du phosphate de calcium se produirait selon la réaction suivante :



II.2.5. Les vitamines

Il a été constaté que les vitamines liposolubles (A, D, E) et hydrosolubles (B2, acide pantothénique, biotine, acide nicotinique) sont stables durant la pasteurisation et les traitements UHT, alors que les vitamines B1, B6, B12, l'acide folique et l'acide ascorbique sont beaucoup plus sensibles à la chaleur (Derby, 2001). Les techniques actuelles UHT ne modifient que peu la teneur vitaminique du lait, pour autant que les procédés soient correctement appliqués (sans exposition prolongée à haute température) (FAO, 1995).

II.3. Caractéristiques exigées par la réglementation concernant le lait UHT

Tenant compte de la réglementation algérienne (**Journal officiel, 1998**), le lait stérilisé UHT doit:

- Etre stable à l'alcool.
- Etre sans coagulation, ni précipitation, ni floculation à l'ébullition;
- Etre sans défauts organoleptiques tels que: la protéolyse et les anomalies de goûts et d'odeurs;
- Avoir une acidité titrable ne dépassant pas 18°Dornic.

II.4. Méthodes d'évolution de la stabilité

II.4.1. pH et acidité

Les deux mesures donnent des renseignements complémentaires. Un pH de moins 6.5 doit caractériser un lait acide, valeur qui sera confirmée par une acidité Dornic élevée. Pour des pH normaux (6,6-6,7) l'acidité renseigne en plus sur la richesse protéique et saline (**Goursaud, 1987**).

II.4.2. Test Ramsdell

Dans l'industrie laitière, l'addition des différents volumes de phosphate inorganique au lait traité ou test de Ramsdell, est utilisé pour suivre la stabilité du lait UHT au cours du stockage. La stabilité du lait est en relation avec le volume de phosphate inorganique induisant la déstabilisation. Si le volume est inférieure à 1 ml, le lait est considéré comme potentiellement instable, à l'opposé, le lait est considéré comme stable (**Ljutovac et al, 2007**).

II.4.3. Test de l'alcool

La stabilité du lait à l'alcool est traditionnellement utilisée comme critère de sélection des laits destinés à subir un traitement thermique. Ainsi il est courant de ne traiter à Ultra-haute température que les laits stables lors de « l'épreuve à l'alcool à 75° Gay-Lussac ». Une température supérieure à 140°C pourrait être choisie, 150°C constituant une valeur à ne pas dépasser.

Toutefois, il n'est pas possible de proposer a priori une valeur universelle limitée pour le temps de déstabilisation, chaque usine devra étalonner la technique en fonction du type de traitement thermique industriel qu'elle applique (**Goursaud, 1987**).

II.4.4. Test de l'ébullition

C'est une méthode qui permet de sélectionner les laits destinés à subir un traitement thermique. Il permet de ce fait de minimiser le risque de voir le lait se déstabiliser lors du traitement UHT et se sédimenter dans les emballages après traitement thermique. Lorsqu'un lait est en phase d'acidification, un traitement thermique entraîne une déstabilisation des protéines du lait qui se manifeste par une coagulation ou floculation (**Journal officiel, 1998**).

Matériel et méthodes

Objectif du travail

L'étude a pour objectif d'évaluer la stabilité du lait UHT écrémé silhouette (produit fini) après étuvage à 55°C/7J et 37°C/15J au sein de l'unité Tchín-Lait/Candia. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au laboratoire de recherche et développement. Tandis que, les analyses microbiologiques ont été réalisées au laboratoire de bactériologie en suivant le journal officiel et des méthodes internes de l'entreprise.

I. Présentation de l'unité Tchín lait « Candia »

I.1. Historique et situation géographique

Tchín-lait est une société privée de droit Algérien (SPA), implanté sur l'ancien site de la limonaderie Tchín-tchín. Elle était à l'origine d'une entreprise familiale spécialisée dans les boissons gazeuses depuis 1954, ayant de fait une longue expérience dans le conditionnement des produits sous forme liquide. C'est à l'arrivée des grandes firmes multinationales sur le marché des boissons gazeuses, qu'elle a révisée sa stratégie d'où l'idée de reconversion vers le lait UHT qui a donné naissance à Tchín lait sous label « Candia ». C'est en 1999 qu'une franchise Candia est née en Algérie, elle est devenue fonctionnelle en 2001. Cette laiterie moderne construite sur une superficie totale de 3000 m², situé sur la route nationale n°12 à l'entrée ouest de la ville de Bejaïa (Bir-Slam). Les installations des machines ont été effectuées par la société française Tétra pack. L'unité est dotée d'un équipement ultra moderne, de très grande capacité sous la marque Candia, 25 tests de contrôle sont effectués quotidiennement d'une manière permanente et régulière par le laboratoire Tchín-Lait durant tout le cycle de fabrication. En plus de ces tests de qualité, le lait UHT est consigné durant 72 heures avant sa commercialisation, pour avoir la garantie d'un lait stérile.

I.2. Organisation

La laiterie est gérée par un PCA qui dirige le groupe les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial (Figure 1).

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.

La gestion de l'unité est subdivisée en plusieurs directions:

- Direction commerciale.
- Direction administration générale.
- Direction finances et comptabilité.
- Direction marketing.
- Direction production.
- Direction maintenance.
- Direction laboratoire.
- Direction supply chain.
- Direction Recherche et Développement.

I.3. Produits fabriqués par l'unité

- Lait UHT demi-écrémé format 1L: 16% de MG.
- Lait UHT entier format 1L: 26% de MG.
- Lait UHT écrémé << Silhouette>> à teneur garantie en vitamines B1, B6, E et enrichi en vitamine D format 1L:0% de MG.
- Lait UHT partiellement écrémé dé lactosé format 1L
- Boisson au gout chocolat format 1L, 200 ml, 125ml
- Boisson cocktail de fruits format 1L, 200 ml
- Twist jus de fruits format 200 ml, 125 ml
- Citronnade format 1L
- Préparation culinaire format 1L, 200 ml

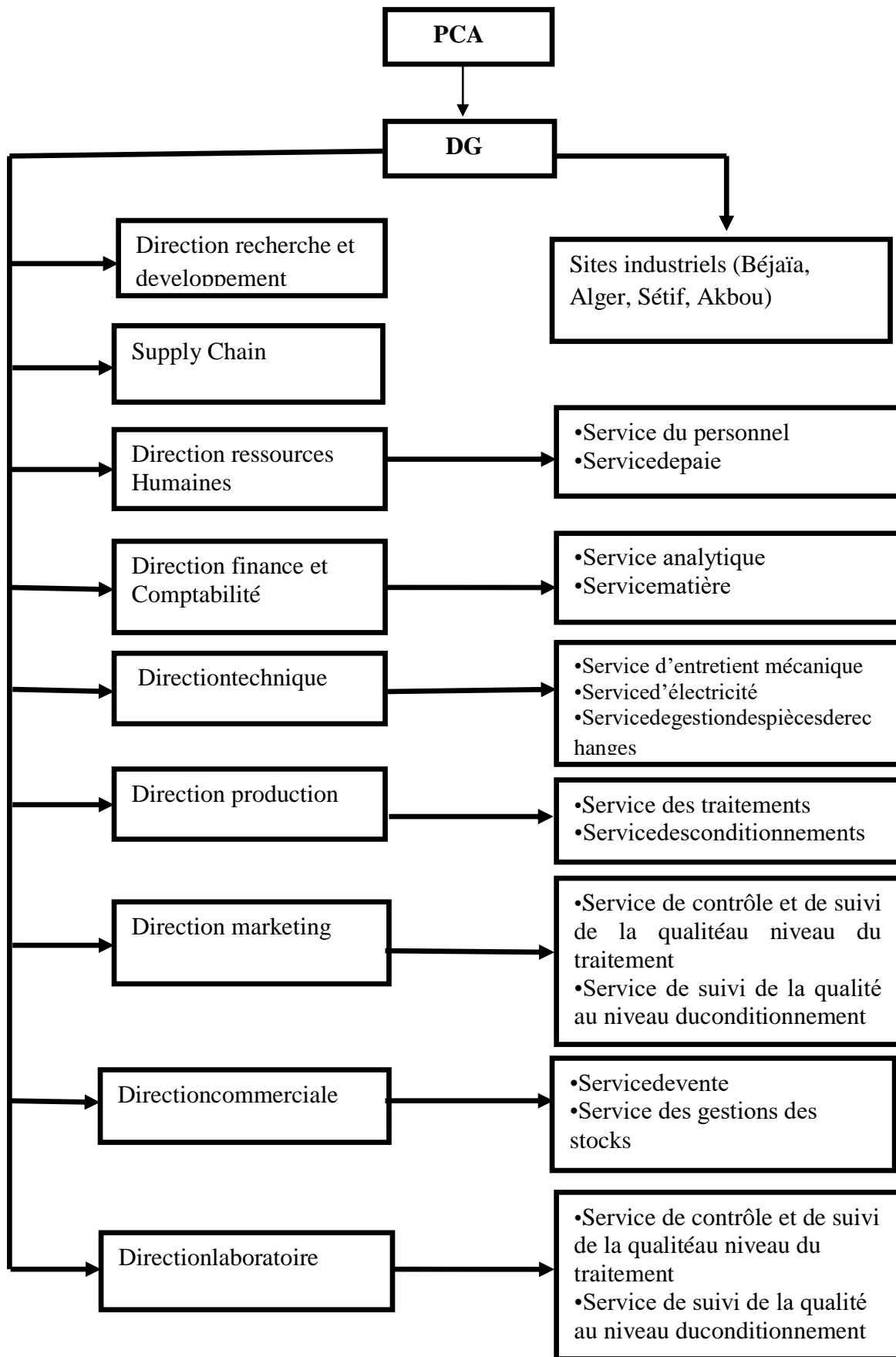


Figure n°3: l'organisation de l'unité Tchén-lait « Candia »

II. Mode de prélèvement et d'échantillonnage

Les échantillons du lait UHT écrémé silhouette (produit fini) du même lot ont été étiquetés et transférés à la salle d'étuvage. Le prélèvement et l'étuvage des différents échantillons à analyser s'effectue comme suit selon le journal officiel n° 35, (1998).

- Deux unités d'échantillonnage sont étuvées à 37°C pendant 15 jours.
- Deux unités d'échantillonnage sont étuvées à 55°C pendant 7 jours.
- une unité mise à la température ambiante pendant 15 jours.

Après étuvage, le lait a subi différentes analyses sensorielles, physico-chimiques et microbiologique et en fin les tests de stabilité. Tout le matériel du prélèvement des échantillons était parfaitement propre et stérile, afin d'éviter son influence sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques du produit à analyser.

III. Appréciation des paramètres sensoriels

L'analyse sensorielle a porté sur l'aspect (l'apparence), l'odeur, la couleur et le goût des échantillons témoin à 20°C, étuvés à 37°C/15J et à 55°C/7J, et cela après avoir versé tout le contenu de l'emballage dans un récipient, sans brassage préalable et à la température ambiante.

L'évaluation de la sédimentation après repos de la brik, posée verticalement, pendant une période de 7 et 15 jours sans être agitée, consiste en une observation visuelle d'un dépôt au fond de la brik.

IV. Analyses physico-chimiques

IV.1. Mesure de pH

➤ Principe

Le pH, une grandeur qui mesure la concentration des ions H^+ en solution, les valeurs du pH renseignent précisément sur l'état de fraîcheur de lait (**Luquet, 1985**). L'appareil utilisé est un pH-mètre à 20°C

➤ Mode opératoire

Le pH-mètre est d'abord étalonner avec deux solutions tampons (pH 4 et pH 7), puis la sonde est rincée avec de l'eau distillée et sécher avec un papier absorbant. L'électrode est

introduite dans un bécher contenant du lait écrémé et la valeur du pH est lue directement. L'électrode est rincée avec de l'eau distillée après chaque utilisation.

➤ **Expression des résultats**

La valeur du pH est affichée sur le pH-mètre.

IV.2. Acidité attirable

➤ **Principe**

L'analyse de l'acidité titrable mesure tous les ions de H^+ disponible dans le milieu. Elle indique la quantité de l'acide lactique contenue dans un litre de lait. Elle est exprimée conventionnellement en degré DORNIC ($^{\circ}D$) (**Vignola, 2002**).

➤ **Mode opératoire**

10 ml du lait écrémé sont versés dans un bécher, puis l'électrode du pH-mètre est introduite dans ce dernier. Un titrage avec du NaOH (0,111N) est réalisé jusqu'au pH 8.3. Le pH-mètre est utilisé pour les produits colorés où la zone de virage de la phénolphtaléine est de 8,3 à 8,4.

➤ **Expression des résultats**

L'acidité exprimée en degré Dornic est donnée par l'équation ci-dessous

$$\text{Acide } (^{\circ}D) = V * 10$$

V : volume de NaOH utilisé (chute de la burette).

IV.3. Détermination de la densité

➤ **Principe**

La densité du lait est une résultante de la densité intrinsèque des constituants. Elle représente le rapport entre la masse volumique du lait et celle de l'eau (**Hardy, 1987**). Elle se mesure à 20°C soit par un pycnomètre ou un lactodensimètre.

➤ **Mode opératoire**

Après avoir taré la balance de précision, un volume du lait est versé dans un pycnomètre bien séché, tenue incliné afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air. Puis, le couvercle est remis sur le pycnomètre et ce dernier est placé sur la balance pour la prise de son poids.

➤ **Expression des résultats**

La densité est déterminée par division de la masse obtenue sur la masse de pycnomètre vide (50.807g)

IV.4. Détermination de la viscosité

➤ **Principe**

La viscosité du lait est représentée par la résistance des lipides à l'écoulement. Elle s'exprime en centipoiseuille (**Veirling, 1998**). Elle se mesure avec un viscosimètre à une température de 20°C.

➤ **Mode opératoire**

16g de l'échantillon sont introduits dans un tube (en inox) puis placé dans le viscosimètre.

➤ **Expression des résultats**

La valeur de la viscosité s'affiche après quelques minutes sur l'appareil.

IV.5. Détermination de la teneur en extrait sec total (EST)

➤ **Principe**

La détermination de l'EST permet d'évaluer la qualité du lait. Il se mesure à l'aide d'un dessiccateur, qui est composé d'un système de chauffage et d'une balance. La matière sèche du lait est le produit résultant de la dessiccation du lait par évaporation d'eau du lait et la pesé du résidu (**AFNOR, 1999**).

➤ **Mode opératoire**

11 g de sable de fonte sont pesés dans une coupelle bien sèche et tarée, auxquels 3g de lait à analyser sont ajoutés. Le tout est étalé sur la surface de la coupelle jusqu'à l'obtention d'une surface plane et homogène. Le dessiccateur est ensuite mis en marche. Après quelques minutes le dessiccateur affiche une valeur stable de l'EST.

Expression des résultats

La teneur de l'EST est calculée comme suit :

$$\text{EST (g/l)} = X * 10 * d$$

IV.6. Détermination de la teneur en matière grasse (méthode de Gerber)

➤ **Principe**

Cette méthode est basée sur l'utilisation d'un butyromètre bien spécifique pour les laits écrémés, c'est une technique de détermination de la matière grasse par centrifugation. (AFNOR, 1999)

➤ **Mode opératoire**

Dans un butyromètre, 10 ml de l'acide sulfurique et 11 ml de lait à analyser sont introduits tout en évitant de mouiller le col. Ensuite, 1 ml d'alcool iso amylique est ajouté. Il est important d'essuyer le col du butyromètre soigneusement puis secouer et mélanger par trois retournements successifs. Enfin une centrifugation est réalisée pendant 6 min/à chaud.

➤ **Expression des résultats**

Le résultat est lu directement sur le butyromètre

Où :

X : pourcentage massique (g/100g) lu sur l'appareil ;

d : densité du lait reconstitué ;

10 : coefficient de conversion de l'EST en g/Kg.

V. Tests de stabilité

La stabilité du lait a été et reste un élément clé de développement de l'industrie laitière. Il a été possible, grâce à elle, de mettre au point des techniques de traitement thermique du lait destinées à détruire les micro-organismes pathogènes et à allonger la durée de vente des produits finis (**Hermier et Cerf, 1987**).

V.1. Test d'ébullition

➤ Principe

La stabilité à la chaleur est définie par l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'introduction d'un échantillon de lait dans un bain-marie et le début de la coagulation du lait apprécié par la floculation, la gélification ou les modifications de la sédimentation des protéines (**Hermier et Cerf, 1987**).

➤ Mode opératoire

5 ml de lait à analyser sont introduits dans un tube à essai puis portés à ébullition pendant 10 minutes. Après refroidissement, le tube est retourné deux fois sans agitation.

➤ Expression des résultats

Le lait est dit normal si le mélange s'écoule le long des parois du tube sans laisser des traces. Toutefois, il est dit anormal s'il laisse des grumeaux ou il forme un coagulum.

V.2. Test d'alcool

➤ Principe

L'épreuve à l'alcool, test au cours duquel on vérifie si le lait reste stable lorsqu'on le mélange à part égale avec l'alcool de concentration connue. Il représente l'aptitude des laits à subir un traitement thermique (**Hermier et Cerf, 1987**).

➤ Mode opératoire

2 ml de lait à analyser sont introduits dans un tube à essai auxquels un même volume d'alcool éthylique est ajouté. Le tube est ensuite retourné deux fois sans agitation.

➤ Expression des résultats

Le lait est dit normal si le mélange s'écoule le long des parois du tube sans laisser de traces. Cependant, le lait est instable, éventuellement acide si le mélange présente des flocons de protéines précipitées.

V.3. Test Ramsdell

➤ Principe

Le test Ramsdell (stabilité au phosphate) est utilisé comme un indicateur de stabilité thermique du lait. Il consiste à ajouter le phosphate KH_2PO_4 dans le lait à différents volumes et à chauffé à 100°C pendant 10 minute. Ce test permet d'apprécier la stabilité du lait par rapport au traitement thermique subi, en fonction de son équilibre minéral et protéique (**Gaucher, 2007**).

➤ Mode opératoire

Une série de 6 tubes contenant des quantités croissantes de solution de phosphate mono potassique (KH_2PO_4) est préparée. Les volumes sont de 2,4- 2,5- 2,6- 2,7- 2,8- 2,9 (pour l'échantillon témoin et étuvé à 37°C) et de 4,2- 4,3- 4,4- 4,5- 4,6- 4,7 pour l'échantillon étuvé à 55°C . Ensuite, 10 ml de lait à analyser sont ajoutés à chaque tube. Après agitation, les tubes sont portés au bain-marie bouillant pendant 5 minutes. Mettre les tubes sous un flux d'eau froide.

➤ Expression des résultats

Afin d'exprimer les résultats, on détermine la quantité de phosphate mono potassique exprimée en ml dans le premier tube de la série coagulé.

VI. Analyse microbiologique

Le lait constitue un excellent milieu de culture pour les microorganismes. C'est la raison pour laquelle les altérations d'origine microbienne sont les plus fréquents. Pour vérifier la qualité du produit à analyser, la laiterie CANDIA utilise la méthode cryométrique. C'est une méthode qui permet, à grande vitesse, de caractériser et compter les cellules en suspension dans un flux liquidien (**Zafrani et Monneret, 2017**). Cependant, dans ce travail, la méthode classique a été utilisée.

➤ **La flore aérobie mésophile totale FAMT**

La flore mésophile totale est constituée de micro-organismes mésophiles chimio-organotrophes qui correspondent aux bactéries majoritairement présentes dans les aliments, aptes à se multiplier à des températures allant de 20 à 45°C avec un optimum de croissance à 37°C. Ce sont des agents d'altération, leur recherche permet d'estimer l'efficacité des opérations technologiques de stabilisations mises en œuvre, la qualité des soins apportés lors du conditionnement et du niveau d'hygiène en général (**Jeant *et al.*, 2006**).

➤ **Principe**

Il s'agit d'un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (unité formant une colonie) présente dans un produit ou sur une surface. Le dénombrement se fait sur un milieu gélosé riche en éléments nutritifs (PCA plat count agar) après incubation à 30°C pendant 72h (**Guiraud, 2003**).

➤ **Mode opératoire**

Avant l'analyse, les briques sont nettoyées puis agitées pour l'homogénéiser ensuite leurs ouvertures sont aseptisées à l'aide d'un papier absorbant imbibé d'alcool. Devant le bec, deux boîtes de pétri sont ensemencées avec 1ml de chaque brique à température ambiante, 37°C, 55°C et 4°C puis sont coulées avec la gélose PCA et faire des mouvements circulaires de va et vient et laisser solidifier. Une dernière boîte de pétri est coulée avec la gélose PCA comme témoin.

Incubation des boîtes dans une étuve à 30°C pendant 72 heures.

➤ **Expression des résultats**

Le développement se traduit par apparition des colonies blanchâtres à la surface de la gélose PCA. Compter à l'œil nu toutes les colonies qui sont développées quelque soit leur taille.

Résultats et discussion

I. Résultats des analyses sensorielles du lait écrémé UHT silhouette

I.1. Après étuvage à 37°C/15

D'après les résultats obtenus du lait témoin (20°C) et du lait après l'étuvage à 37°C/15 (Tableau III), on remarque que les paramètres sensorielles sont stables et aucune modification n'est constatée. Cela s'explique par la résistance et la stabilité du lait UHT à cette température et à la durée d'incubation de 15 jours.

Tableau III: Résultats des analyses sensorielles de produit fini (silhouette) témoin et étuvé (37°C)

Paramètres Echantillon	Couleur	Goût	Odeur	Sédimentation
Témoin (20°C)	Blanche	Normal	Normale	Absence
Étuvé à 37°C/15J	Blanche	Normal	Normale	Absence

I.2. Après étuvage à 55°C/7J

D'après les résultats obtenus après étuvage à 55°C /7jours (tableau IV), on remarque une couleur crème et un gout légèrement caramélisé. Ces modifications peuvent être expliquées par certaines réactions de décomposition (réaction de Maillard) qui peuvent avoir lieu sous l'influence de la température.

Dans cette réaction le lactose réagit par son groupement hémiacétalique avec les fonctions amine libre des protéines, la condensation est réalisée surtout avec la lysine. Cette dernière possède un groupement amine libre, aboutissant à la formation de produits pigmentés bruns (les mélanoidines). Cette réaction, catalysée par les métaux (Fe-Cu), la température, la présence d'eau, entraîne, pour le lait, une diminution de la valeur biologique des protéines, une coloration brune un gout de caramel (Luquet, 1985).

Tableau IV: Résultats des analyses sensorielles du produit fini (silhouette) pendant l'étuvage à 55°C/7J

paramètres	Couleur	Goût	Odeur	Sédimentation
J ₀ à J ₇	Crème	Caramélisé	Normale	Absence

II. Résultats des analyses physico-chimiques du lait écrémé UHT silhouette

II.1. pH

➤ Evolution du pH témoin (20°C) et après étuvage à 37°C/ 15J

Les résultats obtenus pour le lait UHT témoin conservé à 20°C (**figure 6**) montrent que les valeurs du pH sont comprises entre 6,64 et 6,67. Ces valeurs sont stables et conformes aux normes de l'entreprise (6.6-6.8).

Après l'étuvage à 37°C pendant 15 jours, On remarque une diminution significative du pH (6.65-6.58) cela s'explique par l'effet de la chaleur sur les composants du lait.

L'augmentation de la température a pour principal effet de favoriser la dissociation des fonctions acides des acides citrique et phosphorique, la dégradation de lactose en acide lactique. Ainsi, une certaine ionisation du complexe de phosphate de calcium PO_4HCa . Il en résulte une diminution du pH (**Lenoir, 1987**).

La variation du pH ne dépasse pas 0.2 unités, donc les valeurs sont toujours conformes aux normes exigées par la réglementation algérienne, par conséquent le lait analysé est stable.

➤ Evolution du pH après étuvage à 55°C/7J

D'après les résultats obtenus après étuvage à 55°C/7J (**figure5**), On remarque un abaissement significatif du pH de 6,65 jusqu'à 6,51 ce qui est due à l'effet de la chaleur sur les composants du lait.

On remarque que malgré l'élévation intense de la température, la diminution du pH reste minime. Elle ne dépasse pas 0.2 unité ce qui prouve la stabilité du lait Silhouette analysé à 55°C et sa capacité de supporter les conditions de transport et les conditions saisonnières.

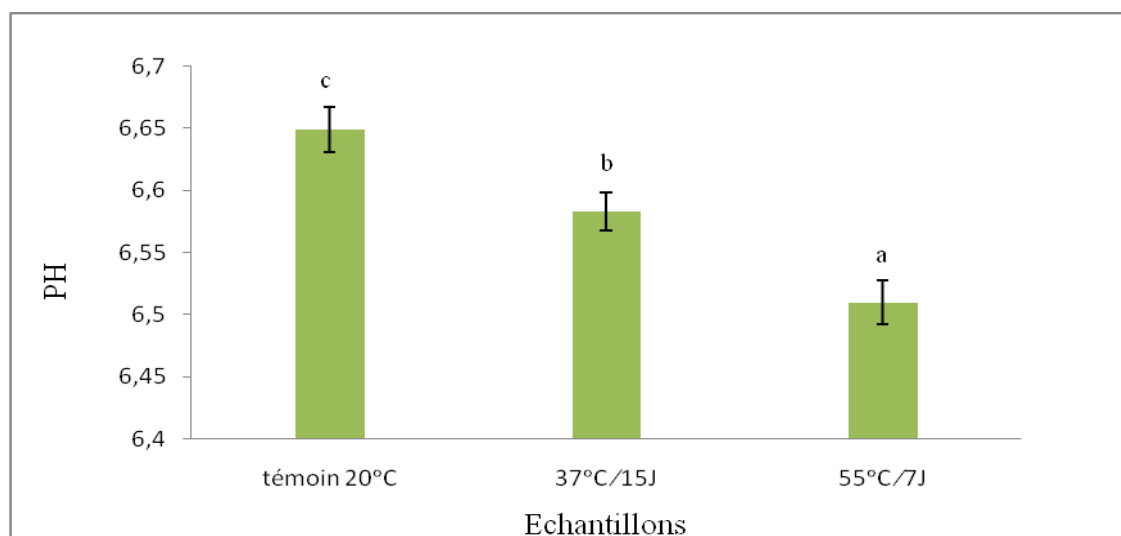


Figure n°5 : Effet de l'étuvage sur pH du lait UHT écrémé silhouette.

II.2. Acidité titrable

Les résultats obtenus pour le lait UHT témoin (**figure 6**) montrent que la valeur de l'acidité titrable est de 13D°. Cette valeur est conforme aux normes de l'entreprise (11-15D°).

Après l'étuvage à 37°C pendant 15 jours et à 55°C pendant 7 jours, On remarque une augmentation significative de l'acidité titrable (14 à 15D°) par rapport au témoin, cela peut s'expliquer par l'abaissement du pH sous effet de l'étuvage. La norme en vigueur exige une acidité titrable entre 11 et 15D°, ce qui confirme la stabilité du produit analysé à 37 °C et à 55°C. Cette stabilité est due à l'absence de l'activité bactérienne, ce qui témoigne de la bonne qualité hygiénique du produit grâce au traitement thermique UHT.

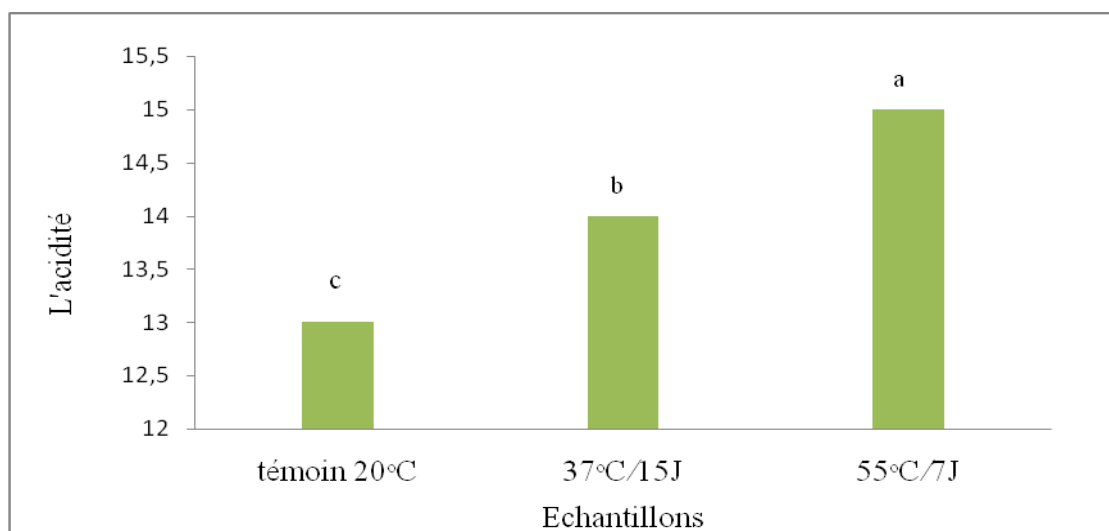


Figure n°6 : Effet de l'étuvage sur l'acidité du lait UHT écrémé Silhouette.

II.3. Densité

Les résultats illustrés dans la **figure 7** montrent que la densité du lait Silhouette témoin et étuvé à 37°C/15J et à 55°C/7J varie entre 1.0311 et 1.0315. Ces valeurs sont conformes à la norme établie par l'entreprise (1.031- 1.033).

Après l'étuvage à 37°C/15J, On remarque qu'il n'y a pas une différence significative de la densité par rapport au témoin.

Après l'étuvage à 55°C/7J, On remarque une diminution significative de la densité par rapport au témoin.

Selon **Luquet (1985)**, La densité d'un lait varie évidemment selon sa richesse en matière sèche. Elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ainsi l'écémage du lait conduit à une élévation de sa densité.

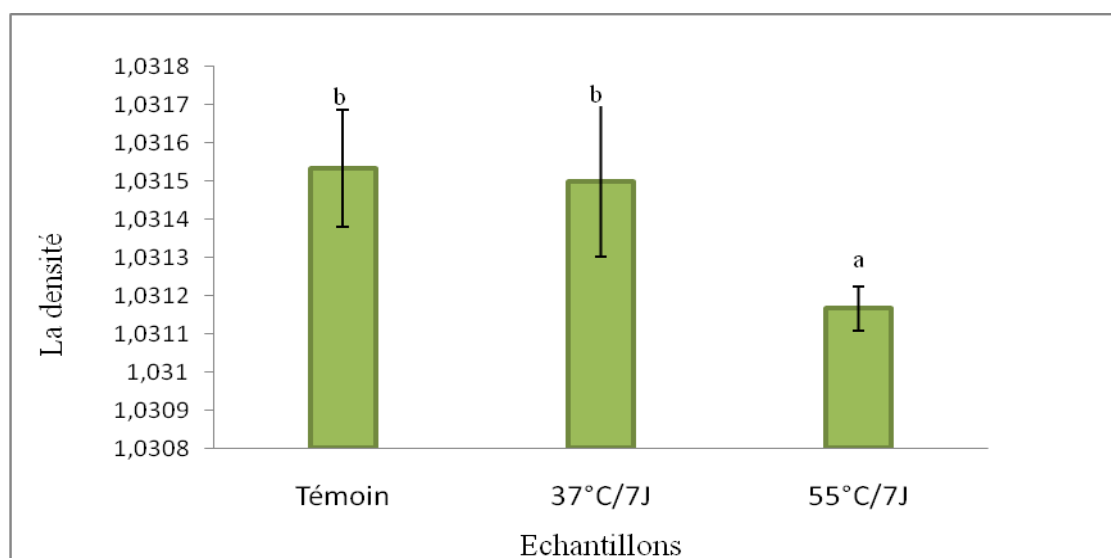


Figure n°7 : Effet de l'étuvage sur la densité du lait UHT écrémé Silhouette

II.4. Viscosité

A partir de la **figure 8**, on remarque que les teneurs de la viscosité du lait Silhouette témoin et étuvé à 37°C/15J et à 55°C/7J varient entre 1,69 CP et 1,76 CP. Ces valeurs sont conformes à la norme établie par l'entreprise.

Après étuvage à 55°C/7J, On remarque une diminution significative de la viscosité par rapport au témoin. Cependant, aucune différence significative par rapport à l'échantillon étuvé à 37°C/15J.

Lorsque la température et la durée de l'étuvage augmente, la viscosité diminue. C'est résultats sont accord à ceux retrouvés par **Veirling (1998)**.

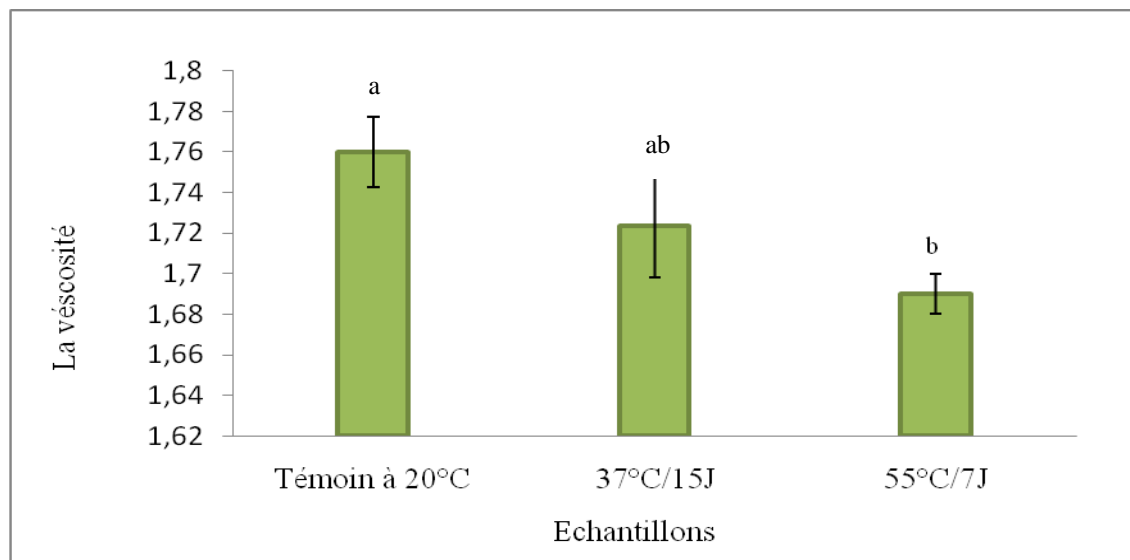


Figure n°8: Effet de l'étuvage sur la viscosité du lait UHT écrémé Silhouette.

II.5. Extrait sec total

A partir de la **figure 9**, on remarque que la teneur en extrait sec total du lait témoin et étuvé à 37°C/15J et à 55°C /7J varie entre 91,66 et 92,64(g/l). Ces valeurs sont conformes à la norme établie par l'entreprise (90 – 93).

L'étude statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative concernant la teneur en extrait sec à 20°C, 37°C et 55°C.

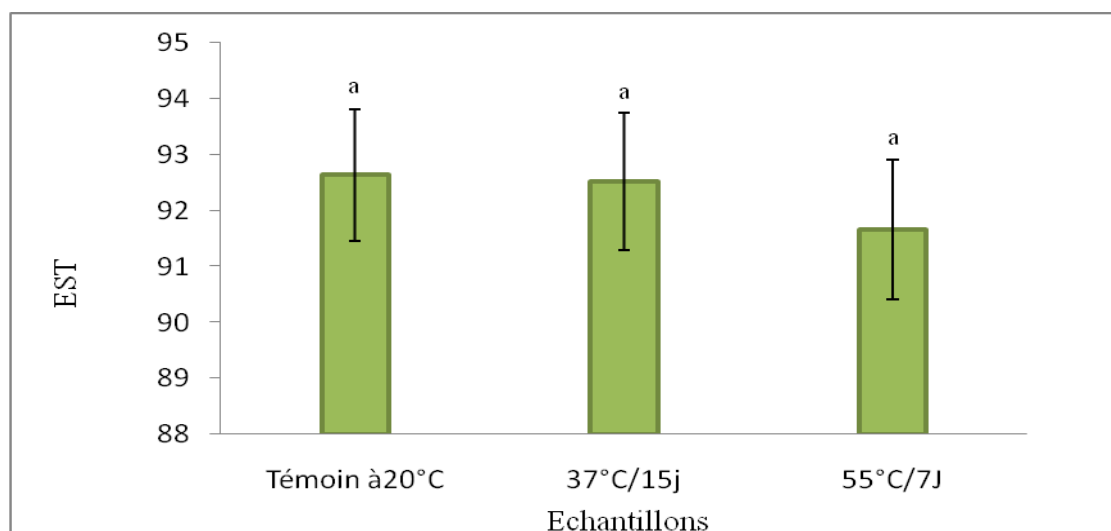


Figure n°9 : Effet de l'étuvage sur l'EST du lait UHT écrémé Silhouette.

II.6. La teneur en matière grasse

La présence de la matière grasse se manifeste par l'apparition d'une couche jaune après la centrifugation du lait pendant 6 min à chaud.

Le résultat d'analyse monte l'absence de la matière grasse. Le produit analysé est un lait écrémé (test de confirmation).

III. Tests de stabilité

III.1. Test d'ébullition

Les résultats obtenus sont négatifs car le lait analysé ne provoque aucune précipitation ou coagulation à l'ébullition (**figure 10**). Cela s'explique par la stabilité du lait UHT silhouette et sa résistance au traitement thermique effectué. En effet le lait ne commence à coaguler que lorsque l'acidité dépasse 21°D, à 28°D (**Guiraud, 2003**).



Figure n°10 : résultat du Test d'ébullition

III.2. Test à l'alcool

Les résultats du test à l'alcool sont tous négatifs (**figure 11**), c'est-à-dire il y a absence de coagulation ce qui indique que le lait n'a subi aucune altération microbienne. Il est connu qu'un lait altéré par un développement microbien présente des flocons. Cela est facilement mis en évidence par ce test à l'alcool (**Guiraud, 2003**).



Figure n° 11: Résultat du Test l'alcool

III.3. Test Ramesdell

D'après **les figures n°12, 13, 14**, on remarque que l'ajoute du tampon phosphate monopotassique (0.5%) influe sur les équilibres minéraux du lait et provoque une déstabilisation des micelles de caséine et un abaissement du pH sous l'effet de traitement thermique.

Les résultats obtenus montrent que les pH après le test Ramsdell effectué sur les briques du lait témoin et étuvé à 55°C/7J et à 37°C/15J sont en corrélation avec le pH initial. Plus le volume de KH_2PO_4 augmente plus le pH diminue.

Les briques 55°C se déstabilisent à des pH plus bas 5.42 pour un volume de KH_2PO_4 de 4.4 ml, cela est due principalement à leur pH initial faible (6.51) et à la température élevée de l'étuvage par rapport aux briques témoin qui se déstabilisent qu'à un pH de 6,65 pour un volume de KH_2PO_4 de 2,6ml, sachant que le pH initial est 5,65. Aussi, les briques 37°C se déstabilisent à un pH de 5,60 pour un volume de KH_2PO_4 de 2,8ml, sachant que le pH initial est 6,58. Les résultats obtenus sont conforme à la norme interne de l'entreprise qui exige un volume KH_2PO_4 supérieur à 2.

Nous remarquons que le volume de KH_2PO_4 nécessaire pour la déstabilisation du produit est en relation direct avec les critères physico-chimique suivant : effet du traitement thermique, pH du produit et durée du stockage.

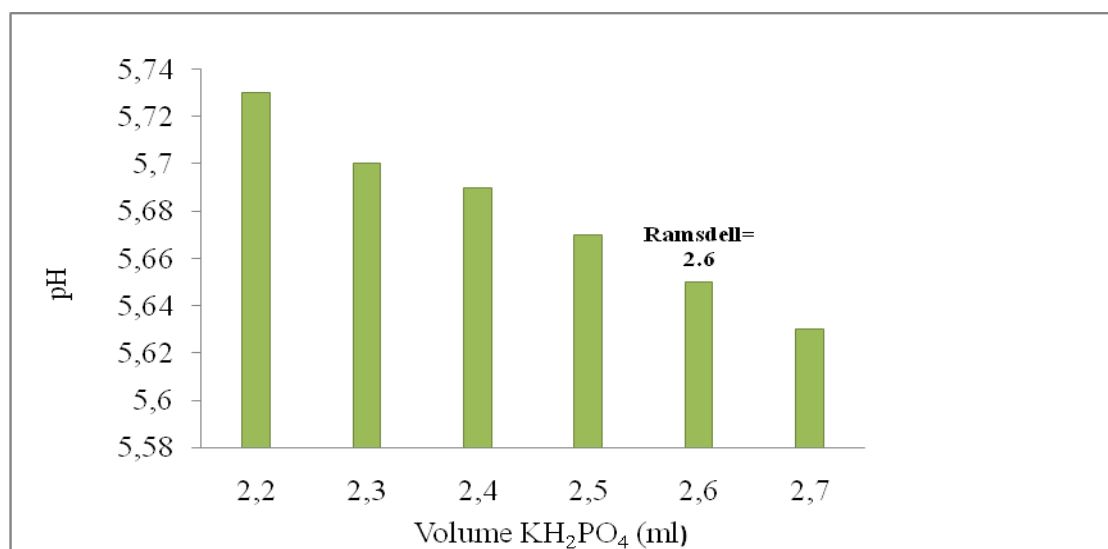


Figure n°12 : Stabilité au Ramsdell à 20°C

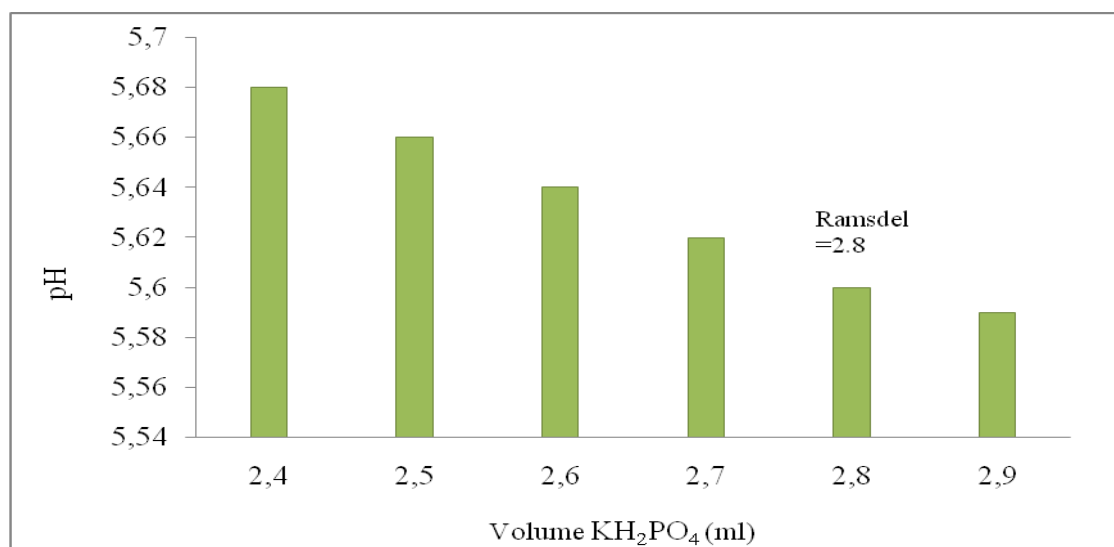


Figure n°13 : Stabilité au Ramsdell à 37°C

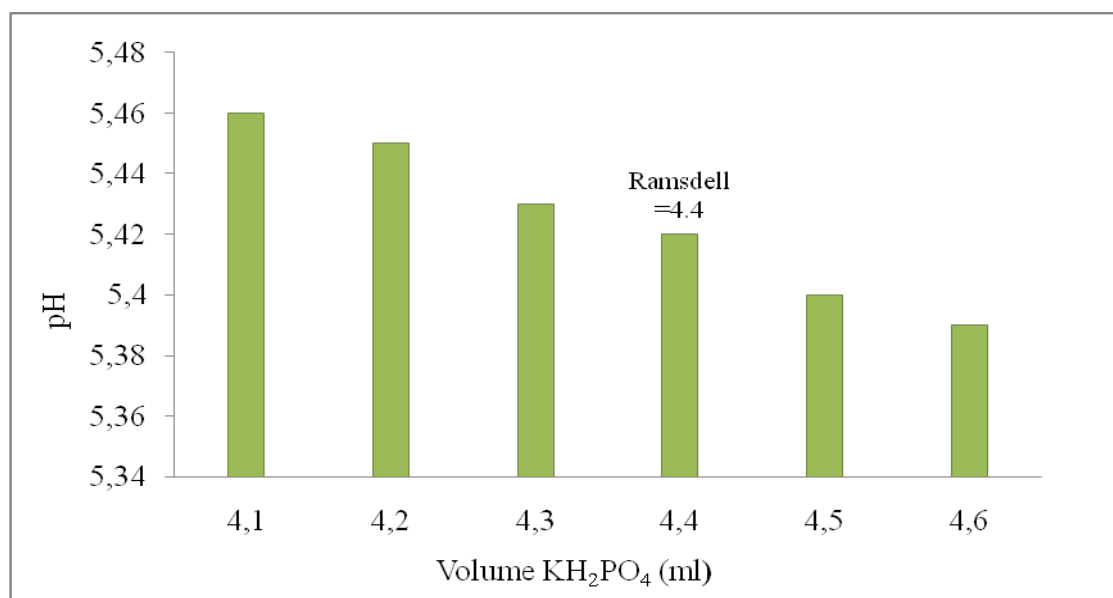


Figure n°14 : Stabilité au Ramsdell à 55°C

L'acidification du lait touche particulièrement la caséine et provoque une déstabilisation de la structure micellaire sous l'action de la chaleur. A un pH de 6.6, les micelles sont stables puis sous l'effet de l'acidification, le pH passe à 5.5. Lorsque l'acidification se produit jusqu'à un pH 5 on observe l'agrégation des micelles, ainsi que la fusion de certaines d'entre elles (**figure 16**). Ces dernières perdent leur cohésion et fusionnent à un pH isoélectrique de 4.5, puis les micelles se dénaturent en formant un gel de coagulation (**Vignola, 2002**).

Le traitement thermique provoque la dénaturation des protéines de sérum lactalbumine qui interagit avec la caséine κ à la surface des micelles a pour effet d'augmenter le volume de ces dernières. Cela explique le volume élevé de KH_2PO_4 ajouté à 55°C/7J.

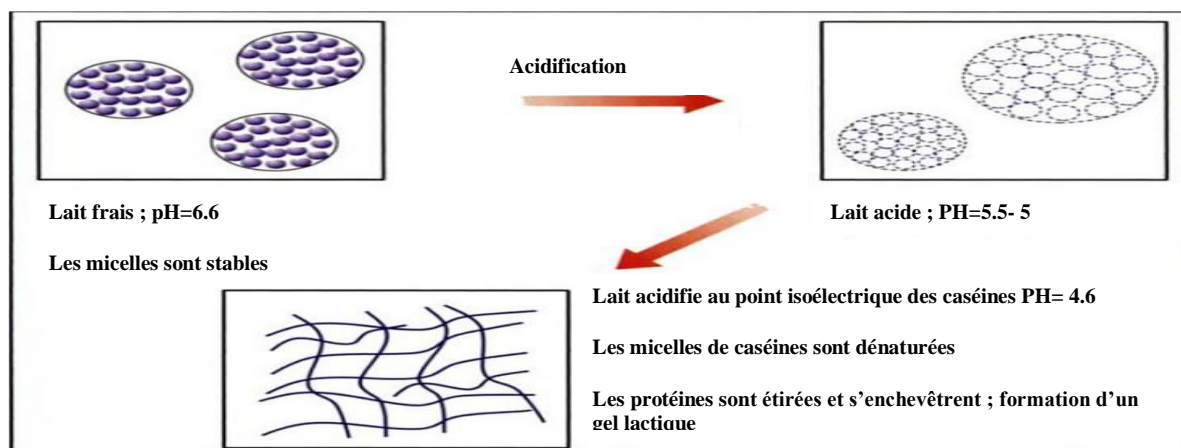


Figure n°15 : Effet de l'acidification sur la structure des micelles de caséines (Vignola, 2002)

IV. Analyses microbiologiques

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau V : résultats d'analyses microbiologiques du produit fini (lait écrémé).

Germe recherché	Produit fini	Résultat	Journal officiel, (2017)
Flore aérobie mésophile totale (UFC/ml)	- Echantillon à 20 °C	Absence	<10 UFC / 0.1ml
	- Echantillon à 37°C/15J.	Absence	
	- Echantillon à 55°C/7J.	Absence	
	- Echantillon 4°C*.	Absence	

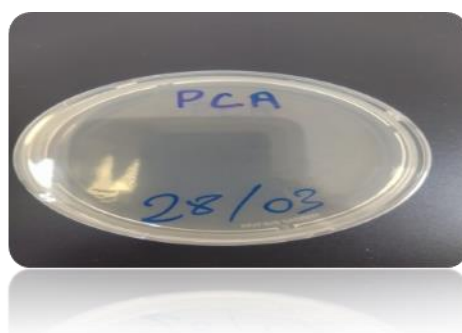


Figure n° 17 : Témoin PCA



Figure n° 18: Résultats de l'analyse microbiologique

Les résultats obtenus montrent l'absence totale de la flore mésophile aérobie totale dans le lait stérilisé UHT conservé à 20°C ; 4°C ; 37°C/15jours et 55°C/7jours. Ce qui indique que le traitement UHT a été bien conduit et qu'il a été efficace pour détruire les microorganismes et allonger la date limite de consommation. Le conditionnement a été également entrepris dans des conditions aseptiques et les bonnes pratiques d'hygiène ont été respectés (les circuits et les tanks sont nettoyés à chaque fin de production par un système automatique). Le lait UHT silhouette analysé est donc d'une excellente qualité microbiologique

Conclusion

Conclusion

L'objectif de cette étude est d'assurer la stabilité et la sécurité hygiénique du lait UHT silhouette à travers les différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques faites et afin de garantir au consommateur un produit sain et conforme.

Les analyses physico-chimique et microbiologique effectuées sur le lait UHT écrémé sont conformes aux normes exigées par la réglementation algérienne.

De plus, les résultats obtenus après étuvage à 55°C et à 37°C montrent que le lait UHT écrémé a préservé la quasi-totalité de ses caractéristiques, les valeurs du pH ont légèrement diminué mais n'ont pas dépassé les normes. Cependant, l'acidité, la densité, l'EST et la viscosité sont dans les normes.

Parallèlement aux analyses physicochimiques, les résultats d'analyses microbiologiques du lait UHT écrémé fini à savoir l'absence totale de la flore aérobie mésophile ce qui prouve l'efficacité du procédé ultra haute température et la bonne maîtrise des règles d'hygiène.

Ainsi qu'un résultat négatif des différents tests de stabilité effectués (ébullition, alcool et Ramsdell) ces résultats nous renseignent sur la bonne conduite du traitement UHT qui rend le produit stable même à des températures extrêmes de conservation.

En conclusion, et en comparant la stabilité du lait à différentes températures de stockage, on peut dire que la maîtrise de la technologie UHT et l'emballage multicouche assurent la conservation et le transport du lait Candia à température ambiante sur tout le territoire national, sans altérer la stabilité du produit.

En perspectives, il serait intéressant de poursuivre l'étude de la stabilité au-delà de la date limite de consommation afin de pouvoir confirmer la possibilité de prolongation de la durée de conservation du lait UHT écrémé «Silhouette».

Références bibliographique

-A-

Adrian, J. (1975). Les traitements thermiques appliqués aux produits laitiers et leurs conséquences dans le domaine azoté. *Le Lait*, 55(541-542) ,24-40.

Afnor, (1999).Lait et produit laitiers. Volume1. Paris 160p

Anonyme 1(2006). Document CANDIA. La composition moyenne du lait écrémé et le procès de fabrication du lait UHT.

-B-

Bauer, W. J., Badoud, R., & Loliger, J. (2010).Science et technologie des aliments, 1 ère édition.635p.

Bourgeois, C. F. (2003). Les vitamines dans industries agroalimentaire, Techno et Doc .Lavoisier; paris. 318 p

Brule, G. (1987). Le lait matière première de l'industrie laitière. In : Les minéraux. Lavoisier, paris.95p

-C-

Cheftel, J. C., & Cheftel, H. (1992). Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Volume 1. Ed: Tec & Doc-Lavoisier, Paris. 400p.

Cheftel, J. C., & Cheftel, H. (1996). Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Volume 1. Ed : Tec & Doc, Lavoisier : Paris. 34P

Chilliard, Y., & Sauvant, D. (1987). Lait matière première de l'industrie laitière. Lavoisier, paris.28p

Ciquel, R. (1987).Répertoire général des aliments. Ed : Tec et doc, Lavoisier : paris.

Codex Alimentarius, (1999). Norme générale pour l'utilisation de temes de laiterie CODEX STN 206-1999p 1-4

-D-

Deziuba, B., & Deziuba, M. (2014). Millk proteins-derived bioactine peptides in dairy products: molecular, biological and methodological aspects.Technol aliment, 13.5-25.

Debry, G. (2001).Lait nutrition et santé, Ed : Tec et doc, Lavoisier : paris. 4, 34, 35, 196 ,213 ,214 p

-F-

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine (Vol.28°) : Food et agriculture Org .130, 136, 142,143.290 p

-G-

Gaucher, I. (2007). Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits, de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT. Thèse, Agrocampus Rennes, France.

Gaucher, I, Molle. D., Gagnaire, V., & Gaucheron, F. (2007). Effects of stockage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk Food Hydrocolloides.22p130-14.3.

Gaucheron, F. (2004). Minéraux et produits laitiers. Lavoisier. 242p.

Gosta, B. (1995). Lait longue conservation un manuel de transformation de lait. Ed tétra pack processing system AB. Sweden. pp (215-375-384)

Goursaud, J. (1987). Le lait matière première de l'industrie laitière. In : La stabilité du lait à la chaleur. Lavoisier, Paris. 387p.

Guiraud, Y. (2003). Microbiologie alimentaire. Ed : Dunod, Paris. pp.136-395.

-H-

Hardy, J. (1987). Le lait matière première de l'industrie laitière. In : Les protéines physiques du lait. Lavoisier : Paris. 28, 33, 37p

Hermier, J. & Ocerf. H. (1987). Le lait matière première de l'industrie laitière. In : La stabilité du lait à la chaleur. Lavoisier, Paris. 311, 314p.

-J-

Jeanet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brule, G. (2008.) Les produits laitiers, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier. 185 p.

Journal Officiel De La République Algérienne N°35, (1998). Arrête interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

Journal Officiel De La République Algérienne N°69, (1993). Arrête interministériel du 18 Aout relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.

Journal Officiel De La République Algérienne N°49, (2008). Spécifications du lait en poudre industriel, conditions et modalités de sa présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation 10P.

Journal Officiel De La République Algérienne N°69, (2003). Arrête interministériel du 18 aout 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de laits de consommation. Textes législatifs. Lait et produits laitiers.

Journal Officiel De La République Algérienne N°39, (2017). Arrête interministériel du 22 muharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les Critères microbiologique des

données alimentaire.

-L-

Lapointe-Vignola, C. (2002). Science et technologie du lait. Canada ; 3ème trimestre. 3.12, 14, 15, 17,19, 20,21, 23,26 p.

Lenoir, J. (1987). Le lait matière première de l'industrie laitière. In : Evolution des équilibres salins au cours de la conservation du lait traite à l'usine. Lavoisier, paris. 269, 270,271p.

Luquet, F. (1985). Lait et produits laitiers: vache, brebis, chèvre. Ed: Tec et Doc, Lavoisier, paris, 4, 17, 633P

Luquet, F. (1990). Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre.2eme Ed : Tec et Doc - Lavoisier, paris.5p.

-M-

Mathieu, J. (1998). Initiation à la physico-chimie du lait. Ed : Tec et Doc- Lavoisier. Paris.245, 178 p

-P-

Phadungath, C. (2005). Casein micelle structure. Songklanakarin Journal of science and Technology, 27. 201-212.

-R-

Raynal-Ljutovac, K.,Parky, Y.W., Gauchrone, F., & Bouhallab, S. (2007).Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. SmalRuminant Ruminant Research.68:207-220.

-V-

Veisseyre, R., & Jacquet. (1979). Constitution, Récolte, Traitement et Transformation du Lait. In Technologie du lait. Ed : La maison rustique. Paris. 32-33p.

Vierling, E. (1998). Aliments et boissons : filières et produits. In biosciences et technologie. Ed.Doin, Paris, 278p.

Viesseyre, R. (1979). Technologie du lait : constituants, récoltes, Traitement et transformation du lait. Ed : la maison rustique. Paris. 54p

Vuillemard, G. C. (2008).Science et technologie du lait ; 3ème Ed: Canada.111, 113p.

Zafrani, L., & Monneret,G.(2017). Comprendre la cytométrie en flux. Médecine Intensive Réanimation, 26(6) ,515p.

Annexes

Tableau Résultats d'analyse sensoriel et physico-chimique et microbiologique du lait UHT écrémé Silhouette

Paramètre	Les résultats			Norme	Référence
	Lait témoin (20°C)	Lait à 37°C/15J	Lait à 55°C/7J		
Gault, Odeur	Normal	Normal	Légèrement Caramélisée	Absence de gout de rance	Journal officiel n°35,1998 et selon les normes interne de entreprise Tchir-lait CANDIA
Couleur	Blanche	Blanche	Crémé	Blanche à crème	
pH	6.64± 0,01	6.58± 0,01	6.51± 0,02	6.6 – 6.8	
Acidité	13± 0	14± 0	15± 0	11 – 15 D°	
Densité	1.03153± 0,0001	1.0315± 0,0002	1.0311± 5,7735E-05	1.031– 1.033	
Viscosité	1.76±0,01	1.72±0,02	1.69±0,01	1.6 – 1.8 CP	
EST	92.64± 1,17	92.51±1,23	91.66±1,25	90 – 93 g/l	
Test à l'alcool (ml)	-	-	-	Négatif	
Test à L'ébullition (ml)	-	-	-	Négatif	
Test de Ramsdell (ml)	2.6	2.8	4.4	2 ml>	
Recherche la flore aérobique mésophile total	Absence	Absence	Absence	10/0.1 ml	Journal officiel n° 39,2017

Résumé

Notre étude a pour but d'évaluer la stabilité physico-chimique et microbiologique du lait UHT écrémé Silhouette produit au niveau de Tchîn-lait CANDIA et sa conformité aux normes internes adaptées par l'entreprise après l'étuvage sur une période de 15 jours à 37°C et de 7 jours à 55°C.

Les analyses effectuées dans ce travail montrent que les paramètres physico-chimiques (pH, acidité titrable, densité, viscosité, extrait sec total, tests de stabilité) et microbiologiques (recherche de la flore mésophile aérobie totale) étudiés répondent aux normes de l'entreprise et aux normes Algériennes en vigueur.

De ce fait, nous avons constaté une grande efficacité stérilisatrice du traitement UHT et la stabilité du produit après l'étuvage, et cela afin de présenter au consommateur un produit sain, nutritif et de qualité supérieure.

Mots clés: Lait UHT écrémé Silhouette, stérilisation UHT, étuvage, stabilité, qualité.

Abstract

Our study aims to evaluate the physico-chemical and microbiological stability of Silhouette skim UHT milk produced at Tchîn-lait CANDIA and its compliance with the internal standards adapted by the company after incubation for a period of 15 days at 37°C and 7 days at 55°C.

The analyses conducted in this study indicate that the physico-chemical parameters (pH, titratable acidity, density, viscosity, total solids content, stability test) and microbiological parameters (total aerobic mesophilic flora) studied comply with both the company's standards and the current Algerian standards.

As a result, we observed a high sterilizing efficiency of the UHT treatment and product stability after incubation, aiming to provide consumers with a healthy, nutritious, and superior-quality product.

Keywords: Silhouette skim UHT milk, UHT sterilization, incubation, stability, quality.