

*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 : Conservation des aliments et emballage*



Réf : .....

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

**MASTER**

***Thème***

**Évaluation de la stabilité du lait stérilisé UHT  
entier, après étuvage, fabriqué par Tchîn-lait  
CANDIA**

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> KHENTER Bouthaina & M<sup>elle</sup> IAMARENE Akila**

Soutenu le : 04 juillet 2024

Devant le jury composé de :

M <sup>r</sup> . CHIKHOUNE A	MCA	Président
M <sup>me</sup> . BRAHMI N	MCA	Promotrice
M <sup>me</sup> . ISAADI O	MCB	Examinatrice

Année universitaire : 2023 / 2024

## **REMERCIEMENTS**

*Nous tenons à remercier le DIEU tout puissant, de nous avoir donné la force, le courage et la patience pour accomplir ce travail et de le mener jusqu'au bout.*

*A notre promotrice M<sup>me</sup> BRAHMI Nabila pour ses conseils méthodologiques et ses encouragements.*

*Le président du jury M' CHIKHOUNE, d'avoir accepté de présider le Jury de notre soutenance de fin de cycle.*

*L'examinatrice M<sup>me</sup> ISAADI O, D'avoir accepté d'examiner notre travail*

*Mr IKHLEF (Directeur de Filiale chez Sarl Tchir Lait) de nous avoir ouvert les portes de l'entreprise pour notre formation.*

*Nous adressons nos plus chaleureux remerciements à M' Bouchenoua, qui nous a donné l'opportunité de réaliser notre stage au sein du laboratoire de recherche et développement du Groupe Tchir-Lait.*

*Nous exprimons également notre gratitude à l'ensemble du personnel des laboratoires physico-chimique et microbiologique pour leur disponibilité et leur collaboration précieuse lors de la réalisation de ce travail.*

## ***Dédicaces***

*Je dédie ce modeste travail à :*

### ***Ma mère***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'affection et l'amour que j'éprouve*

*Envers toi.*

*Puisse ce travail être la récompense de tes soutiens moraux et sacrifices.*

### ***Mon père :***

*Puisse ce modeste travail constituer une légère compensation pour tous*

*Les nobles sacrifices que tu t'es imposé pour assurer mon bien être et mon éducation.*

*À mes précieux et adorables frères et sœurs*

*« Ouafi, Bilal, Khalil et Rania »*

*Plus particulièrement mon cher neveu Yani.*

*A tous mes ami(e)s*

*En particulier «Sirine, Bouchra, Meriem, Hadil, Rihab, Sandra et Houda »*

*A toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont motivé toute au long  
de mes études.*

*A tous ceux que j'aime.*

*Bouthaina*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A*

*Mes chers parents qui ont tant souffert pour m'éduquer et m'éclaircir le chemin de la réussite. Si je suis là aujourd'hui, au stade final de mes études c'est grâce à leurs conseils précieux, encouragements et soutient. Que Dieu les garde et les protège.*

*Mes sœurs*

*Nassima, Saliha et Samia symbole de complémentarité, merci pour votre écoute, votre conseils et encouragement qui m'ont aidé à surmonter les défis de ce parcours.*

*Mes chers frères*

*Sofiane et Salah que j'ai toujours eu à mes côtés et qui m'ont soutenu jusqu'au bout.*

*Mes petites nièces et neveu adorées*

*Céline, ayline, zira, tara et salem.*

*Mes chers amis*

*Souhila et Celia qui ont toujours été à l'écoute.*

*Ma chère binôme Bouthaina*

*Merci de m'avoir accompagnée dans cette aventure, pour les heures de travail partagées, ton soutien qui sont essentiels à l'accomplissement de ce travail.*

*Akila*

# Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

## Synthèse Bibliographique

Introduction.....	1
I. lait stérilisé UHT.....	2
I.1. Définition du lait.....	2
I.2. Définition du lait stérilisé UHT.....	2
I.3. Composition moyenne et valeur nutritionnelle du lait entier UHT.....	3
I.3.1. Eau.....	3
I.3.2. Protéines.....	3
I.3.2.1. Caséines.....	4
I.3.2.2. Protéines du lactosérum.....	4
I.3.3. Lactose.....	4
I.3.4. Matière grasse.....	4
I.3.5. Minéraux.....	5
I.4. Propriétés organoleptique et physico-chimique du lait entier.....	5
I.4.1. Aspect et Couleur.....	5
I.4.2. Odeur.....	5
I.4.3. Acidité Titrable.....	5
I.4.4. Potentiel d'hydrogène (pH).....	5
I.4.5. Densité.....	5
I.5. Qualité microbiologique.....	6
I.6. Matières premières utilisées dans fabrication du lait.....	6

I.6.1. Eau.....	6
I.6.2. Poudre de lait.....	6
I.7. Procédé de fabrication du lait stérilisé UHT entier.....	6
I.9. Les Avantages et inconvénients du traitement UHT.....	10
I.9.1. Avantage.....	10
I.9.2. Inconvénients.....	10
II. Stabilité du lait UHT.....	11
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. Les protéines.....	11
II.2. 3. La matière grasse.....	12
II.2. 4. Les minéraux.....	12
II.3. Caractéristiques exigées par la réglementation concernant le lait UHT.....	12
II.4. Méthodes d'évolution de la stabilité.....	13
II.4.1. pH.....	13
II.4.2. Test Ramsdell.....	13
II.4.3. Test de l'alcool.....	13
II.4.4. Test de l'ébullition.....	13

## Matériels et méthodes

I. Présentation de l'unité Tchic lait « Candia ».....	14
I.1. Historique et situation géographique.....	14
II. Mode de prélèvement et d'échantillonnage.....	15
II.1. Poudre de lait.....	15

II.2.Lait UHT entier.....	15
III. Appréciation des paramètres sensoriels.....	16
III.1. Poudre de lait.....	16
III.2.Lait UHT entier.....	17
IV. Analyses physico-chimiques.....	17
IV.1.Poudre de lait.....	17
IV.2.Lait UHT entier.....	21
V. Les Analyses Microbiologiques.....	21

## Résultats et discussion

II.1. Paramètres Sensoriels.....	23
II.1.1. Poudre du lait.....	23
II.1.2. Lait UHT Entier.....	23
II.2. Analyses physico-chimiques.....	25
II.2.1. Poudre de lait.....	25
II.2.2. Lait UHT Entier.....	27
II.3.Analyses microbiologiques.....	29
II.3.1. Lait UHT Entier.....	29
Conclusion.....	31
Références bibliographique.....	32

## **La liste des abréviations**

<b>AFNOR</b>	<b>Agence Française de Normalisation</b>
<b>Ac</b>	<b>Acidité</b>
<b>DLC</b>	<b>Durée Limite de Consommation</b>
<b>EST</b>	<b>Extrait Sec Totale</b>
<b>FAO</b>	<b>Food and Agriculture Organization of the United Nations</b>
<b>J.O.R.A</b>	<b>Journal Officiel de la République Algérienne</b>
<b>MG</b>	<b>Matière Grasse</b>
<b>OMS</b>	<b>Organisation Mondiale de la Santé</b>
<b>TAB</b>	<b>Tétra Brick Aseptique</b>
<b>TR</b>	<b>Tank de Reconstitution</b>
<b>TT</b>	<b>Tank Tampon</b>
<b>UHT</b>	<b>Ultra Haute Température</b>
<b>PCA</b>	<b>Plate Count Agar</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Valeurs nutritionnelle moyenne du lait entier UHT.....	3
<b>Tableau II:</b> Paramètre sensorielles effectués pour la poudre de lait.....	16
<b>Tableau III:</b> Paramètre sensorielles effectués pour le lait UHT.....	17
<b>Tableau IIV:</b> La composition de la poudre de lait avec l'appareilNIRSDS3.....	21
<b>Tableau V:</b> Résultats d'appréciation sensorielle de la poudre de lait.....	23
<b>Tableau VI :</b> Résultats des analyses sensorielles de produit fini (entier) témoin et étuvé 37°C/15J.....	24
<b>Tableau VII:</b> Résultats des analyses sensorielles du produit fini (entier) pendant l'étuvage à 55°C/7J.....	24
<b>Tableau VIII:</b> Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait 26%.....	25
<b>Tableau IX :</b> Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0% .....	26
<b>Tableau X:</b> Résultats des analyses microbiologiques.....	29

## La liste des figures

<b>Figure 1:</b> Micelle et sous-micelle de caséines.....	4
<b>Figure 2:</b> Diagramme de fabrication du lait UHT.....	9
<b>Figure 3:</b> Effet de l'étuvage sur pH du lait UHT entier.....	27
<b>Figure 4:</b> Résultat du test à l'alcool.....	29
<b>Figure 5:</b> Témoin PCA.....	30
<b>Figure 6:</b> Résultats de l'analyse microbiologique.....	30

# **Introduction**

### **Introduction**

Le corps humain a toujours besoin d'un apport calorique pour son bien-être, en raison de ce besoin le lait est un partenaire important pour notre alimentation quotidienne, et il joue un grand rôle dans le régime alimentaire des pays consommateurs et représentant une source importante d'éléments minéraux, glucides, protéines et lipides (**Guiraud, 1998**).

Afin de produire un produit sain et durable, il est essentiel que les industries agroalimentaires garantissent un environnement où les risques de contamination sont minimisés tout au long de la chaîne de production du produit. On peut atteindre cet objectif en contrôlant les sources de cette contamination qui, en plus des matières premières elles-mêmes, peut également provenir des surfaces en contact direct avec l'aliment, des surfaces extérieures des machines, de l'environnement (sols, murs, plafonds) et de l'air qui est le lien entre ces différentes sources et le produit lui-même. (**Leveau et Bouix, 1999**).

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 (**Boekel, 1998**). Le traitement UHT est considéré comme un traitement de choix. Il offre la possibilité de détruire complètement la microflore du lait et d'inhiber les enzymes de dégradation, tout en préservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait (**Vignola, 2002**).

Certains laits stérilisés UHT présentent une instabilité durant leur conservation en brique ou lors du chauffage chez le consommateur, conduisant à une dégradation avant la date limite de consommation.

La présente étude vise à évaluer la stabilité du lait stérilisé UHT entier à 37°C et à 55°C produit par Tchou-Lait/Candia en mesurant certains paramètres sensoriels, physico-chimiques et microbiologiques après avoir étuvé les échantillons à 37°C pendant 15 jours et à 55°C pendant 7 jours.

L'étude examine les effets de la température et de la durée d'étuvage sur les propriétés organoleptiques et nutritionnelles du lait. Les résultats permettent d'évaluer la résilience du lait lors d'un stockage prolongé, assurant ainsi la qualité et les caractéristiques souhaitées du produit final. Ces informations sont essentielles pour optimiser les processus de production et de conservation chez Tchou Lait Candia.

**Synthèse**  
**Bibliographique**

## **I. lait stérilisé UHT**

### **I.1. Définition du lait**

La première définition du lait apparaît en 1908, au Congrès international de la Répression des Fraudes de Paris. Le mot « lait » a été défini comme : « 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 » (**Noblet, 2012**).

### **I.2. Définition du 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. (**J.O.R.A, 1993**). Le traitement thermique peut être appliqué de deux manières :

- **Direct:** La vapeur d'eau est injectée directement sur le matériau.
- **Indirect:** Le matériau est chauffé par un fluide intermédiaire, comme de l'huile chaude ou de l'air chaud.

La température du traitement se situe généralement entre 135°C et 150°C et dure de 2 à 5 secondes (**Luquet, 1990**). Le lait UHT est disponible en tant qu'entier, demi-écrémé ou écrémé. Il est commercialisé sous le nom de « lait stérilisé UHT ». Les dates limites de consommation des laits stérilisés UHT sont fixées à 90 jours, à compter de leur date de fabrication (**J.O.R.A, 2003**).

### I.3. Composition moyenne et valeur nutritionnelle du lait entier UHT

Le tableau I présente la composition nutritionnelle détaillée du lait entier UHT

**Tableau I :** Valeurs nutritionnelle moyenne du lait entier UHT

<b>Constituants</b>	<b>Valeur nutritionnelle (/100ml)</b>
Valeur énergétique	233 kj
Lipides	Min 2.8 g
Acides gras saturés	2 g
Glucides	4.5 g
Sucres	4.5 g
Protéines	3 g
Sel	0.1g
Calcium	120mg

#### I.3.1.Eau

L'eau est le principal composant du lait, grâce à sa nature polaire, elle peut former une solution réelle avec des substances polaires comme le lactose, les minéraux et une solution colloïdale avec les caséines du lait. En raison de leur caractère hydrophobe, les matières grasses ne peuvent pas se dissoudre dans l'eau et forment plutôt une émulsion semblable à de l'huile dans de l'eau. (Vignola, 2002).

#### I.3.2. Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes, elles sont les responsables majeures des propriétés technologiques du lait. Elles représentent 95 % de la matière azotée du lait départagé en deux groupes : les caséines et les protéines du lactosérum. (Vignola, 2002).

Selon **Jeantet et al. (2007)** le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- 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

### I.3.2.1. Caséines

Les caséines constituent près de 80 % de toutes les protéines du lait, avec un pH moyen de 4,65. La clarification de la structure en trois dimensions permet de dire que les caséines sont regroupées sous forme sphérique, connue sous le nom de micelle. Il y a 92 % de protéines dans les micelles de protéine et 8 % de minéraux. (Vignola, 2002). La structure des micelles des caséines est donnée dans la figure 1.

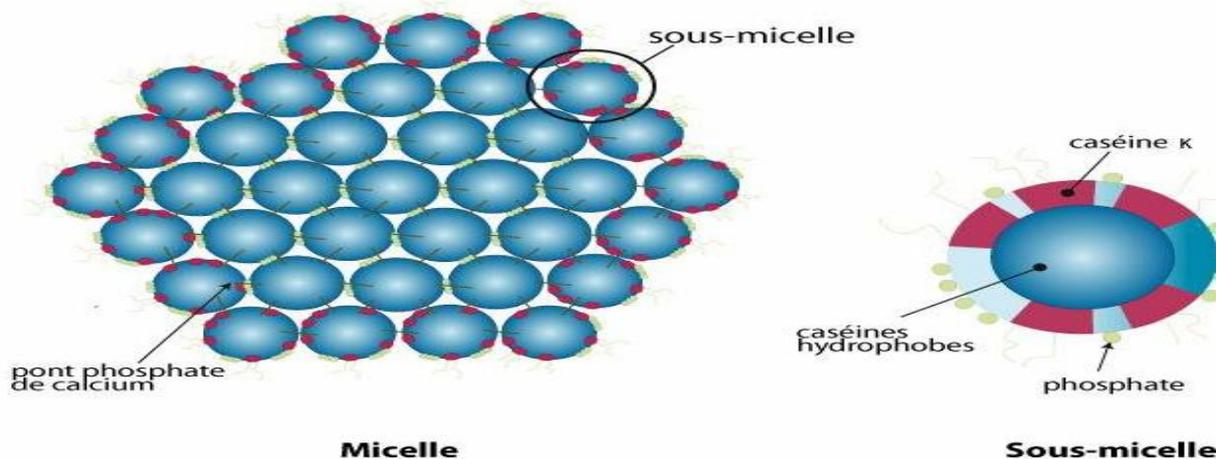


Figure 1: Micelle et sous-micelle de caséines (Vignola, 2002)

### I.3.2.2. Protéines du lactosérum

Les protéines sériques, également appelées protéines de lactalbumine, sont généralement les protéines du lait qui restent dans le sérum après précipitation ou élimination des caséines. Elles représentent environ 20 % des protéines totales 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 principal glucide présent dans le lait, car il représente environ 40% des solides totaux. Il est possible qu'il y ait d'autres glucides en faible quantité, tels que le glucose et le galactose, qui seraient issus de l'hydrolyse du lactose. Il y a donc près de 4,8 % de lactose dans le lait (Vignola, 2002).

### I.3.4. Matière grasse

La matière grasse du lait, appelée matière butyreuse, est un élément important de sa composition. Sa teneur varie naturellement entre 25 et 45 grammes par litre selon différents facteurs (Luquet, 1985).

La matière grasse de lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de B – carotène (**Grappin et Pochet, 1999**).

### **I.3.5. Minéraux**

Le lait contient des quantités importantes de divers minéraux. Les principaux cations sont le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium, tandis que les principaux anions sont le phosphate, le chlorure et le citrate (**Gaucheron, 2004**). Les minéraux ne se trouvent pas uniquement sous forme de sels solubles (molécules et ions); une partie significative est présente dans la phase colloïdale insoluble, notamment dans les micelles de caséines (**Debry, 2001**).

## **I.4. Propriétés organoleptique et physico-chimique du lait entier**

### **I.4.1. Aspect et couleur**

Le lait a une couleur blanche mate en raison de la diffusion de la lumière à travers les micelles des colloïdes. Sa teneur en matières grasses et en  $\beta$ -carotène lui donne une légère teinte jaunâtre (**M. Martin, 2000**).

### **I.4.2. Odeur**

La matière grasse du lait lui donne une odeur caractéristique. Lors de la conservation, le lait développe une odeur aigre due à la production d'acide lactique résultant de son acidification (**Vierling, 1999**).

### **I.4.3. Acidité titrable**

La vérification de la qualité du lait se fait en mesurant son acidité titrable à la réception. Pour valider le résultat du titrage, il est recommandé de mesurer le pH de l'échantillon. L'acidité titrable indique la quantité d'acide lactique formé à partir du lactose et est exprimée en degrés Dornic ( $^{\circ}D$ ) (**Amiot et al., 2002 ; Miguiri et al., 2015**).

### **I.4.4. Potentiel d'hydrogène (pH)**

La valeur du pH du lait normal et stable se situe entre 6,6 et 6,8. Le pH mesure la concentration des ions  $H^+$  en solution, mais ne reflète pas la concentration des composés acides (**Vignola, 2002**).

### **I.4.5. Densité**

La densité du lait est proportionnelle à sa teneur en matière sèche : un lait pauvre en matière sèche aura une faible densité cette dernière doit être comprise entre 1,028 à 1,034. De plus, plus le pourcentage de matière grasse est élevé, plus la densité du lait sera basse. et elle est mesurée avec un lacto-densimètre (**Hardy, 1987 ; Amiot et al. 2002**).

## **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. Matières premières utilisées dans fabrication du lait**

### **I.6.1. Eau**

Il est essentiel qu'elle soit potable et qu'elle respecte les normes standards établies par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Du point de vue microbiologique, il est essentiel qu'elle ne renferme aucun germe pathogène. En ce qui concerne le plant physico-chimique, il est nécessaire qu'il ne renferme ni pesticides ni nitrates, et qu'il ait une dureté totale comprise entre 0 et 15°F, ainsi qu'un pH proche de la normale. (**FAO, 1995**).

### **I.6.2. Poudre de lait**

Le lait en poudre 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. Il est franc d'odeur et de saveur. La dénomination "lait entier en poudre" ou "poudre de lait entier" correspond à un lait dont la teneur en matières grasses laitières est égale au minimum à 26 % en poids (**J.O.R.A, 1998**).

## **I.7. Procédé de fabrication du lait stérilisé UHT entier**

### **I.7.1. Reconstitution du lait**

La reconstitution du lait commence par le mélange d'eau à 10 °F avec deux types de poudre de lait : l'une avec 0 % de matière grasse et l'autre avec 26 %. Ce mélange est réalisé à une température comprise entre 22 et 25 °C, dans le but d'obtenir un produit final contenant 26 g de matière grasse par litre (**J.O.R.A**).

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 et le mixeur au niveau duquel la poudre est incluse progressivement, de ce fait la poudre du lait est entraînée par l'eau jusqu'au le tank de reconstitution 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.

### **I.7.2. Filtration et refroidissement**

La filtration est effectuée pour éliminer les impuretés physiques potentiellement introduites par la poudre de lait. Le lait est passé à travers un filtre pressé pour cette raison. Une fois filtré, le lait reconstitué est dirigé vers un échangeur de chaleur où il est refroidi à 4°C à l'aide d'eau glacée, afin de protéger le lait contre toute détérioration microbologique (Veisseyre, 1979).

### **I.7.3. Préchauffage**

Dans cette étape, le lait reconstitué auparavant prend le chemin vers le bac de lancement (BDL) afin de réguler le débit et assurer le dégazage partiel. Ensuite il est préchauffé à 78°C par un échangeur tubulaire pour éviter un choc thermique au lait (Moller, 2000).

### **I.7.4. Dégazage**

Le lait entier, chauffé à 68°C, est introduit de manière tangentielle dans la cuve sous vide, à une température d'évaporation de l'eau. Les gaz piégés dans le produit sont entraînés avec la vapeur et remontent vers le haut de la cuve, où ils sont aspirés par la pompe sous vide située en haut. Une fois traité, le lait est dirigé depuis la sortie du fond de la cuve vers l'homogénéisateur (FAO, 1995). L'objectif de cette étape est d'éliminer les odeurs caractéristiques des laits reconstitués, et l'air entraîné .

### **I.7.5. Homogénéisation**

C'est un traitement industriel utilisé pour stabiliser l'émulsion de matière grasse de manière uniforme dans tout le liquide. Il contribue également à donner au lait une saveur et une texture douces, plus crémeuses pour la même teneur en matière grasse, ainsi qu'une couleur blanche appréciée par les consommateurs. De plus, il aide à réduire la sensibilité de la matière grasse à l'oxydation (Michel et al, 2002).

### **I.7.6. Pasteurisation proprement dite**

La pasteurisation dans les laits UHT est une étape cruciale pour stabiliser les protéines tout en permettant au lait de supporter des températures supérieures à 100°C sans altérer sa structure physico-chimique. Le lait homogénéisé est dirigé vers un échangeur où il est chauffé à 90°C pendant 30 secondes, ce qui correspond à la température de pasteurisation (J.O.R.A, 2003).

### **I.7.7. Stérilisation**

Le traitement UHT est un procédé continu qui s'effectue dans un circuit fermé empêchant toute contamination du produit par les micro-organismes en suspension dans l'air (J.O.R.A, 1995). La stérilisation est une technique destinée à éliminer tous les micro-organismes pathogènes.

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

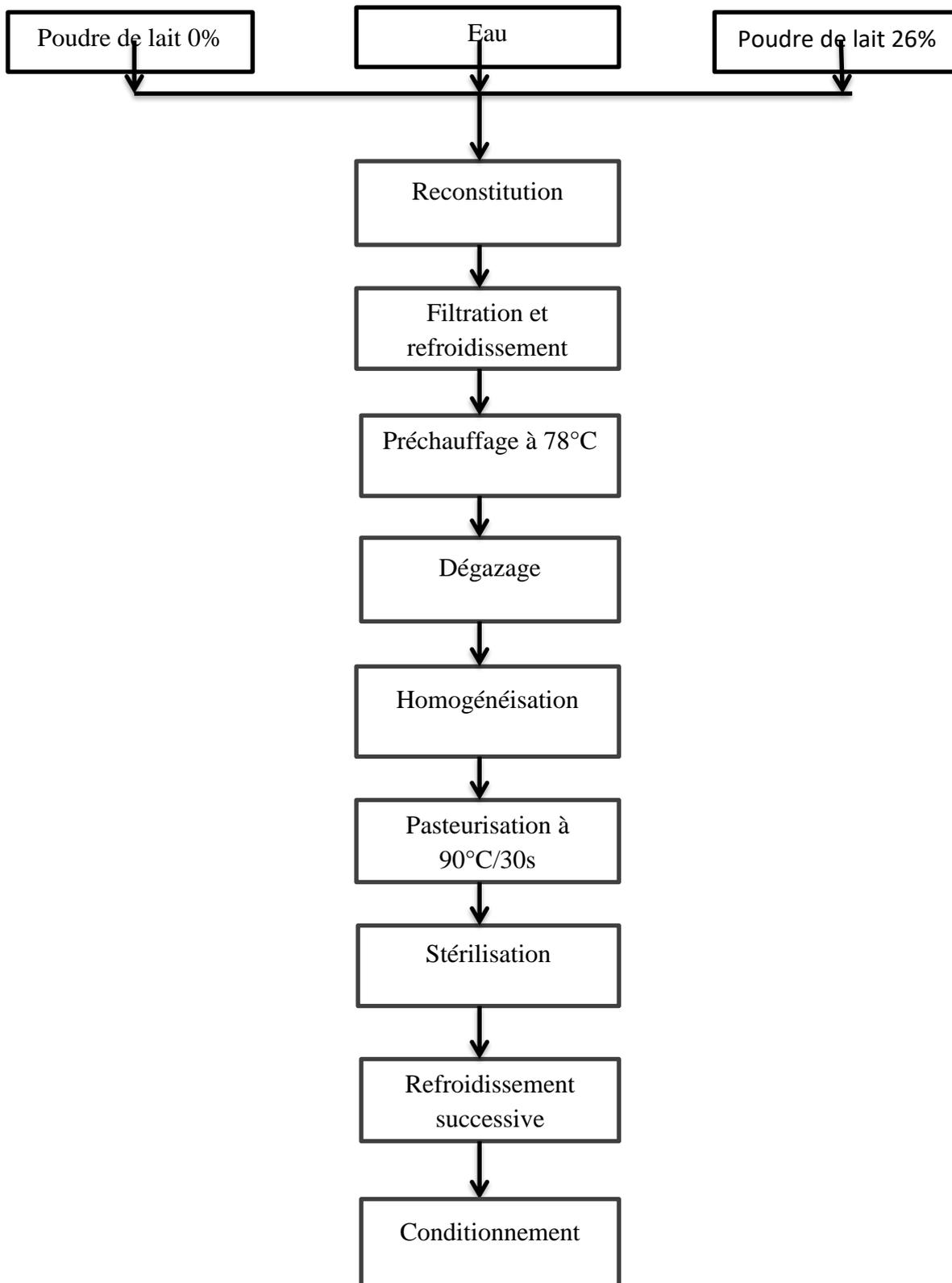
### **I.7.8.Refroidissement**

Le produit passe par des phases successives rapides de refroidissement jusqu'à une température entre 25°C-27°C.

### **I.7.9.Conditionnement**

Le conditionnement aseptique est une technique cruciale pour garantir la qualité et la sécurité du lait UHT. Son objectif principal est de préserver le produit de toute contamination microbienne en le remplissant dans un emballage stérile et parfaitement scellé. (Odet et al, 1985) Les briques destinées à recevoir le lait UHT sont fabriquées par le système Tetra Brik Aseptic (TBA) et ont un volume d'un litre. Elles sont constituées de quatre couches de matériaux polyéthylène, plastique, aluminium et papier. Ces briques sont opaques, imperméables aux gaz, à l'eau et à la lumière, sans saveur ni odeur, et faciles à utiliser. Elles sont préalablement stérilisées par un jet de peroxyde d'hydrogène à 35 %. (Muthwill et al, 1998).

Le diagramme suivant (figure 2) montre les différentes étapes de la fabrication du lait



**Figure 2:** Diagramme de fabrication du lait UHT.

## **I.8. Les Avantages et inconvénients du traitement UHT**

### **I.8.1. Avantage**

- Offre, notamment l'avantage double d'une longue conservation du lait de consommation sans nécessité de réfrigération tant que l'emballage n'est pas ouvert (**Vignola, 2002**).
- Élimine rapidement les microorganismes tout en préservant au maximum les composants du lait.

### **I.8.2. Inconvénients**

En effet, au cours du stockage, le lait UHT induit des instabilités comme :

- L'augmentation de la viscosité jusqu'à la formation éventuelle d'un gel
- Les traitements thermiques UHT ne parviennent pas à inhiber totalement les activités enzymatiques de certaines bactéries notamment psychotropes (**Veisseyre, 1979**).
- Un chauffage accéléré peut provoquer la réaction de Maillard, formant un complexe entre la lysine et le lactose, ce qui peut modifier le goût du lait (**Lequet, 1985**).

## **II. Stabilité du lait**

### **II.1. Définition**

On définit la stabilité thermique du lait comme la capacité de celui-ci à résister aux températures élevées et aux procédés industriels, sans coagulation ou gélification visible (**Singh, 2004**).

Le pH est le facteur le plus crucial pour assurer la stabilité. La stabilité thermique est également influencée par les sels, les protéines du lait (**Singh et Creamer, 1992; Morgan et al, 2000**).

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

#### **II.2.1. 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 une certaines transformation 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**

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 visant à induire la gélification des protéines sériques, la structure naturelle est significativement altérée. Ce processus de modification structurale, connu sous le nom de dénaturation, peut entraîner l'agrégation et l'association des protéines sériques par le biais de liaisons hydrophobes, de changements dans les liaisons disulfure et/ou d'interactions électrostatiques (**Gaucher, 2004**).

##### **b) Caséines :**

L'organisation stable des structures colloïdales est assurée par les caséines, qui sont maintenues ensemble grâce à des interactions hydrophobes et des ponts salins (s-s) créés par le phosphate de calcium colloïdal. Le traitement UHT peut entraîner des conséquences néfastes. La caséine du lait subit des changements physicochimiques et des réactions enzymatiques qui perturbent les micelles de caséine, ce qui entraîne une gélification ou une sédimentation (**Gaucher et al, 2008**).

### II.2. 3. La matière grasse

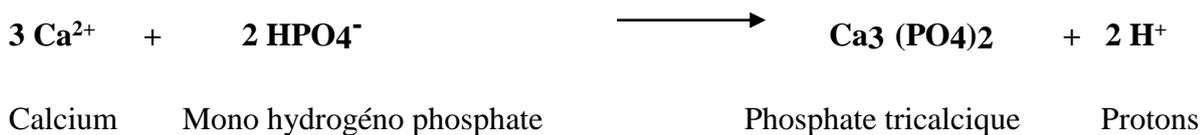
Lors d'un chauffage indirect (traitement sur échangeur à plaques), les globules gras sont stables et leur taille reste inchangée même lorsque la durée du chauffage à 140°C est prolongée.

Le stockage du lait traité thermiquement provoque, parfois à température ambiante et surtout à basse température, le crémage des globules gras (**Cayot et Lorient, 1998**).

### II.2. 4. 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 (**Vignola, 2002**).

Le processus de chauffage entraîne une augmentation de la concentration en ions hydronium [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]. Cela se produit car le chauffage favorise la dissociation des acides, ce qui libère des ions H<sup>+</sup>, et en même temps, il favorise la formation de micelles de phosphate de calcium à partir de calcium et de phosphate solubles, libérant ainsi des ions H<sup>+</sup> (**Mathieu, 1998**).



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

Tenant compte de la réglementation algérienne (**J.O.R.A, 1998**), le lait stérilisé UHT doit être contrôlé selon les paramètres suivants :

### ➤ Physico-chimiques

Les paramètres physicochimiques du lait entier UHT sans dilution incluent le pH, le test Remsdell, le test à l'alcool et le test d'ébullition. Le pH mesure l'acidité, le test Remsdell évalue la stabilité thermique, le test à l'alcool détecte les instabilités protéiques, et le test d'ébullition vérifie la stabilité à haute température. Ces tests sont essentiels pour garantir la qualité et la sécurité du lait entier UHT.

### ➤ Microbiologie

Les paramètres microbiologiques analysés sur le lait entier UHT comprennent principalement la Flore Totale Aérobie Mésophile. Cette mesure évalue la quantité totale de micro-organismes aérobies présents dans le lait UHT.

## **II.4. Méthodes d'évolution de la stabilité**

Les méthodes d'évaluation de la stabilité du lait sont essentielles pour garantir sa qualité et sa durabilité tout au long de sa production, de son stockage et de sa distribution. Elles permettent de mesurer la capacité du lait à maintenir ses propriétés physico-chimiques et sensorielles, assurant ainsi sa sécurité et sa conformité aux normes établies.

### **II.4.1. pH**

Les valeurs de pH représentent un état du lait. Elles sont plus significatives que les valeurs de l'acidité, particulièrement ce qui concerne la stabilité, par exemple, la stabilité à la chaleur. On le mesure habituellement à l'aide d'un pH-mètre.

Le pH d'un lait normal varie entre 6,6 et 6,8. Le pH du lait dépend principalement de la présence de caséines et d'anions phosphoriques et citriques (**Mathieu, 1998**).

### **II.4.2. Test Ramsdell**

Dans le secteur laitier, il est fréquent d'ajouter des quantités variées de phosphate inorganique au lait traité ou test de Ramsdell afin de surveiller la stabilité du lait UHT pendant le stockage. Le volume de phosphate inorganique qui provoque la déstabilisation est lié à la stabilité du lait. Le lait est considéré comme potentiellement instable si le volume est inférieur à 1 ml, sinon il 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 pour les laits destinés à subir un traitement thermique. Par conséquent, il est courant de n'appliquer un traitement à ultra-haute température qu'aux laits qui restent stables lors de l'épreuve à l'alcool à 75° Gay-Lussac.

Une température supérieure à 140°C pourrait être envisagée, mais il est recommandé de ne pas dépasser 150°C. Cependant, il n'est pas possible de définir une valeur universelle pour le temps de déstabilisation ; chaque usine devra ajuster la technique en fonction du type spécifique de traitement thermique industriel qu'elle utilise (**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 (**J.O.R.A, 1998**).

# **Matériel et méthodes**

## **I. Présentation de l'unité Tchîn lait « Candia »**

### **I.1. Historique et situation géographique**

CANDIA, une marque française de produits laitiers établie en 1971, a été fondée par le groupe SODIAAL et a été la première marque de lait à être lancée sur le marché national. En 1999, M. Fawzi BERKATI a créé l'entreprise privée algérienne Tchîn-Lait sur le site historique de l'ancienne limonadière Tchîn-Tchîn à Bejaïa. Depuis mai 2001, Tchîn-Lait fabrique et commercialise du lait UHT à longue conservation sous la marque Candia. En 2015, la Générale Laitière Jugurtha a été établie comme deuxième site de production, avec son siège à Baraki (Alger). En novembre 2017, ces deux entreprises ont fusionné pour devenir la société par actions SPA Tchîn-Lait.

Ce groupe se spécialise dans la production et la vente de lait UHT à longue conservation ainsi que de produits dérivés comme différents types de laits, jus, boissons à l'orange, cocktails de fruits, etc. L'objectif principal est de diversifier la gamme de produits tout en améliorant continuellement leur qualité pour satisfaire la clientèle à travers tout le pays.

TCHIN-LAIT est une laiterie moderne, construite sur une superficie totale de 6000m<sup>2</sup>, comprend :

- ✓ Un atelier de production, conditionnement.
- ✓ Un laboratoire pour les analyses microbiologiques et physico-chimiques du lait
- ✓ Une administration générale (direction générale et administration, direction Commerciale, marketing, services achats et approvisionnements).

Pendant 45 jours, nous avons réalisé notre stage chez Tchîn Lait Candia, une expérience qui nous a plongés au cœur du secteur des produits laitiers. Cette période nous a permis de découvrir en profondeur les opérations de production et les exigences de qualité spécifiques à l'entreprise. Grâce à cette immersion, nous avons pu développer nos compétences pratiques et observer de près le fonctionnement quotidien d'une organisation renommée comme Candia.

## **II. Mode de prélèvement et d'échantillonnage**

### **II.1.Poudre de lait**

L'industrie Tchir-Lait reçoit de la poudre de lait conditionnée en palettes. Chaque palette contient 25 sacs de 25 kg de poudre de lait, soit à 26% de matière grasse (MG), soit à 0% de MG.

Pour prélever un échantillon de la poudre, on utilise une spatule métallique stérilisée. La spatule est insérée au fond d'un sac afin de recueillir une portion représentative de la poudre.

### **II.2.Lait UHT entier**

Les échantillons de lait UHT entier, tous provenant du même lot de production, ont été étiquetés et transférés à la salle d'étuvage selon les procédures décrites dans le journal officiel n° 35 de 1998 pour les analyses.

Le processus de prélèvement et d'étuvage des échantillons est le suivant :

- ✓ Deux unités d'échantillonnage sont placées dans une étuve à 37°C pendant 15 jours.
- ✓ Deux autres unités d'échantillonnage sont exposées à une étuve à 55°C pendant 7 jours.
- ✓ Enfin, une unité est conservée à température ambiante pendant 15 jours.

Ces conditions d'étuvage sont conformes aux normes établies pour garantir des résultats d'analyse précis et représentatifs de la qualité du produit fini, le lait UHT entier.

Après la période d'étuvage, des analyses ont été réalisées sur le lait, comprenant des évaluations sensorielles, des tests physico-chimiques et microbiologiques, ainsi que des essais de stabilité.

Les instruments utilisés pour prélever les échantillons ont été soigneusement nettoyés et stérilisés afin d'éviter toute altération des propriétés physico-chimiques et microbiologiques du produit analysé.

### III. Appréciation des paramètres sensoriels

#### III.1. Poudre de lait

Les analyses sensorielles accomplies pour la poudre de lait (**J.O.R.A, 1993**) citées au tableau II

**Tableau II** : paramètre sensorielles effectués pour la poudre de lait

<b>Produit</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Méthode</b>
<b>Poudre de lait</b>	-Aspect et couleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire la lecture visuellement</li> <li>- La couleur doit être, blanchâtre pour la 0% de MG</li> <li>- Jaunâtre pour la 26% de MG; sans grumeaux pour les deux types de poudre</li> </ul>
	- Goût et odeur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avec un test olfactif et gustatif</li> <li>- Le goût et l'odeur doivent être francs, sans odeur de cuit ou étrange à celle du lait</li> </ul>

### III.2.lait UHT entier

Les analyses sensorielles accomplies pour le lait UHT citées au tableau III

**Tableau III** : paramètre sensorielles effectués pour le lait UHT

Produits	Paramètres	Méthodes
Lait UHT	-Aspect et couleur	- Faire la lecture visuellement  - La couleur doit être blanche
	- Goût et odeur	- Avec un test olfactif et gustatif  -Le goût et l'odeur doivent être typique du lait
	-Remontée de matière Grasse  -Sédimentation	- Faire la lecture visuellement à l'ouverture de la brik  - Faire la lecture visuellement après avoir vider la brik

## IV. Analyses physico-chimiques

### IV.1.Poudre de lait

La solution d'essai est reconstituée à 10% de poudre de lait, pour cela, 25 g de poudre de lait sont ajoutés à 100 ml d'eau dans un bécher, puis de l'eau de reconstitution est ajoutée jusqu'à atteindre un volume de 250 ml.

Pour la poudre 26%, 225 g d'eau dans un bécher est ajoutée à 25 g de la poudre, puis agitation pendant 5 à 10 minutes

Pour la poudre 0%, 230 ml d'eau sont ajoutée à 25g de la poudre, le mélange est agite pendant 5 à 10 min.

- **Mesure du pH**

- ✓ **Principe**

Le pH est une mesure de la concentration d'ions H<sup>+</sup> en solution, Les valeurs de pH sont indicatives de la fraîcheur du lait. Mesurer par un pH mètres à 20 °C (**Vignola, 2002**).

- ✓ **Mode opératoire**

Pour calibrer le pH-mètre, commencez par l'étalonner avec deux solutions tampons de pH 4 et 7. Ensuite, rincez soigneusement la sonde avec de l'eau distillée et séchez-la à l'aide d'un papier absorbant. Plongez l'électrode dans le bécher contenant la poudre de lait reconstitué, en maintenant la température de l'échantillon à 20°C. Lisez ensuite la valeur du pH sur l'appareil. Après chaque mesure de pH, retirez l'électrode, rincez-la avec de l'eau distillée et séchez-la avant de procéder à la mesure suivante.

- **Mesure de l'Acidité titrable**

- ✓ **Principe**

L'acidité titrable mesure la totalité des ions H<sup>+</sup> dans un milieu Cela permet de déterminer la quantité d'acide lactique présente dans un litre de lait, exprimée traditionnellement en degré DORNIC (**Vignola, 2002**).

- ✓ **Mode opératoire**

À l'aide d'une pipette jaugée, introduisez 10 ml de lait à analyser dans un bécher. Plongez ensuite l'électrode du pH-mètre dans le bécher et procédez au titrage avec une solution de NaOH à 0,111 N. Arrêtez le titrage dès que le pH atteint 8,3 et notez le volume de NaOH utilisé pour le titrage.

- ✓ **Expression des résultats**

L'acidité du lait est exprimée en degré Dornic (D°).

$$\text{Acidité (D}^\circ\text{)} = V \times 10 \times \text{Facteur de correction}$$

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

- **Taux d'Humidité**

- ✓ **Principe**

Le procédé implique de mesurer la teneur en eau de la poudre de lait après son séchage à l'aide d'un dessiccateur équipé d'un système électronique (infrarouge), ce qui permet de déterminer le pourcentage de matière sèche restante.

- ✓ **Mode opératoire**

Pesez une coupelle à l'aide du dessiccateur, puis tarer. Placez 5 g de poudre de lait sur la coupelle et étalez-la uniformément. Remettez ensuite la coupelle dans l'appareil. L'évaporation est terminée lorsque la perte de poids reste constante.

- ✓ **Expression des résultats**

Le taux d'humidité est indiqué en pourcentage sur l'écran du dessiccateur.

- **Test a Bain d'Huile**

- ✓ **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 thermostaté à 140°C. La coagulation est constatée visuellement. (Odet et al, 1985).

Pour la poudre à 0% : elle ne doit pas dépasser les 8 minutes.

Pour la poudre à 26 % : elle ne doit pas dépasser les 12 minutes.

- ✓ **Mode opératoire**

On a ajouté 4 ml de lait reconstitué à 10 % dans chacun des cinq tubes. Ensuite, on a bouché les tubes et on les a placés dans le bain d'huile. En agitant les tubes tout en surveillant attentivement, on a observé l'apparition de la coagulation dans chacun d'eux.

- ✓ **Expression des résultats**

La coagulation se manifeste par un épaissement visible du lait et la formation d'un gel. Noter le temps écoulé pour chaque tube dès que la coagulation est observée.

- **Test de Turbidité**

- ✓ **Principe**

Détecter la présence de protéines du sérum non dénaturées dans du lait reconstitué.

Le test repose sur la précipitation des protéines du sérum par le sulfate d'ammonium, suivie d'une observation visuelle du filtrat après ébullition (Guiraud, 1998).

✓ **Mode opératoire**

On a introduit 25 ml de lait reconstitué à 10 % dans un bécher, puis on a ajouté 4,5 g de phosphate d'ammonium. Ensuite, on a agité vigoureusement le mélange à l'aide d'un agitateur magnétique pendant quelques minutes pour assurer une dissolution homogène du phosphate d'ammonium. On a prélevé ensuite 5 ml du mélange homogène à l'aide d'une pipette et filtré chaque portion à travers du papier Wattman dans un tube à essai distinct. Les tubes à essai ont été placés dans un bain-marie maintenu à une température constante de 100°C pendant 5 minutes.

✓ **Expression des résultats**

Lorsque le sérum reste clair, le lait dont il provient a été chauffé au-dessus de 100°C. Il se trouble dans le cas contraire.

• **Test de Ramsdell**

✓ **Principe**

La résistance du lait aux traitements thermiques dépend de l'équilibre minéral et protéique, qui est influencé par la présence de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (Odet et al, 1985).

✓ **Mode opératoire**

Préparez une série de tubes en y ajoutant des quantités croissantes de solution de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  à 0,02 N, soit respectivement 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,8, 2,0 et 2,3 ml. Ajoutez ensuite 10 ml de lait reconstitué à 10 % dans chaque tube. Après avoir agité les tubes, portez-les à ébullition pendant 5 minutes.

✓ **Expression des résultats**

La quantité de phosphate en ml dans le premier tube de la série coagulée est utilisée pour exprimer les résultats

• **Méthode utilisant NIRS DS3**

✓ **Principe**

Le NIRS DS3 est couramment utilisé pour l'analyse de la poudre de lait en raison de sa capacité à mesurer rapidement et précisément divers paramètres importants pour la qualité et la sécurité du produit. Le Tableau IV ci-dessus représente quelques exemples d'applications du NIRS DS3 dans l'analyse de la poudre de lait.

**Tableau IV** : la composition de la poudre de lait avec l'appareil NIRS DS3

<b>Les analyses effectuées</b>	<b>La norme</b>
Acidité (ml-0.1N NaOH/10g d'ESD)	Max18
Matière grasse (%)	<1.25
Protéine totale (g/100g ESD)	≥34
Indice de peroxyde (még d'oxygène /kg de MG)	0.3

#### **IV.2.Lait UHT entier**

D'après les exigences de la réglementation algérienne, les unités de lait UHT étuvées à des températures de 37°C et 55°C doivent être soumises aux analyses physico-chimiques suivantes :

- La mesure du pH à 20°C.
- Test de stabilité, Ramsdell.
- Test de stabilité à l'Ébullition.
- Test de stabilité à l'Alcool.

Les principes et les méthodes de ces tests ont été expliqués précédemment

### **V. Les analyses microbiologiques**

#### **V.1.Poudre de lait**

Les analyses microbiologiques de la poudre de lait sont confiées à une entreprise externe par l'organisme CANDIA.

#### **V.2.Lait UHT entier**

Le lait, en tant que milieu de culture favorable aux microorganismes, est sujet à des altérations d'origine microbienne fréquentes. Pour garantir la qualité du lait, la laiterie Candia utilise deux méthodes d'analyse, la méthode classique ainsi que la méthode cytométrique. 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).

##### **✓ La flore aérobie mésophile totale FAMT**

Cette flore appelée aussi « flore aérobie mésophile (FAMT) est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que la qualité (propreté) des installations. La FTAM est une microflore complexe qui constitue un élément majeur de la pollution

microbienne. Il s'agit des microorganismes qui se développent bien sur milieu ordinaire (Guiraud, 2003).

✓ **Principe**

Cet indicateur sanitaire, basé sur le dénombrement des unités formant colonie (UFC), permet d'évaluer le niveau de contamination microbiologique d'un produit ou d'une surface.

✓ **Mode opératoire**

Le dénombrement des germes aérobies, c'est tenter de compter tous les microorganismes présents, afin d'apprécier la pollution microbienne du produit. Ce dénombrement dépend des conditions de température et d'oxygénation.

Pour la recherche de cette flore on prélève aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile 1ml de la solution mère ( $10^{-1}$ ) et le place dans une boîte de pétri stérile, puis on coule la gélose PCA et mélanger la boîte par un mouvement de formes 8, la même technique pour les autres dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  (l'ensemencement en masse). L'incubation des boîtes s'effectue à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 72h. Chaque boîte retenue devra contenir à plus 300 colonies et o moins 15 colonies.

✓ **Expression des résultats**

Il y a absence de variation de la flore microbienne du point de vue qualitatif et du point quantitatif, le facteur R doit être inférieur à 100 ( $R < 100$ ), par rapport au témoin (J.O.R.A, 1998).

<b>Facteur <math>R = n/n_0</math></b>
---------------------------------------

**n** : est le nombre moyen de germes pour l'unité incubée.

**n<sub>0</sub>** : est le nombre moyen de germes pour l'unité témoin.

## **Résultats et discussion**

## II. Résultats et discussion

### II.1. Paramètres sensoriels

#### II.1.1. Poudre du lait

Les résultats des analyses sensorielles accomplis pour la poudre de lait citées au tableau V

**Tableau V : Résultats d'appréciation sensorielle de la poudre de lait**

Paramètres	1 er lot	2ème lot	3ème lot
<b>Gout et odeur</b>	Normaux	Normaux	Normaux
<b>Aspect</b>	Normaux	Normaux	Normaux
<b>Couleur pour :</b> <b>- la poudre de 26%</b> <b>-la poudre de 0%</b>	-Jaunâtre -Blanche	-Jaunâtre -Blanche	-Jaunâtre -Blanche

- **Goût et odeur**

Le goût et l'odeur de la poudre sont franc, absence d'odeur étrangère ou cuite à celle du lait, ce qui confirme la stabilité et la fraîcheur de la poudre

- **Couleur**

La couleur jaunâtre de la poudre de 26% indique que celle-ci est très riche en matière grasse (J.O.R.A 2015)

La poudre de lait 0% présente une couleur blanche uniforme, parfois légèrement crème.

- **Aspect**

La poudre est uniforme, sans grumeaux et ne contient aucun élément indésirable.

#### II.1.2. Lait UHT Entier

- **Après étuvage à 37°C /15J**

Les résultats du lait témoin à 20°C et du lait après l'étuvage à 37°C pendant 15 jours (Tableau VI) montrent une stabilité constante des paramètres sensoriels, sans observation de variation. Cette constance est attribuée à la capacité du lait UHT à maintenir sa stabilité et sa résistance à cette température ainsi qu'à une incubation prolongée de 15 jours.

Le couple temps/température est crucial pour la stabilité du lait UHT, les altérations sensorielles étant plus fréquentes à des températures dépassant 50°C.

**Tableau VI** : Résultats des analyses sensorielles de produit fini (entier) témoin et étuvé  
37°C/15J

<b>Paramètre</b> <b>Echantillon</b>	<b>Couleur</b>	<b>Gout</b>	<b>odeur</b>	<b>Sédimentation</b>	<b>Remontée de matière grasse</b>
<b>Témoin</b> <b>(20°C)</b>	Blanche	Conforme	Conforme	Absence	Absence
<b>Étuvé à</b> <b>37°C/15J</b>	Blanche	Conforme	Conforme	Absence	Absence

- **Après étuvage à 55°C/7J**

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

L'apparition de la couleur brune dans le lait résulte d'une réaction connue sous le nom de brunissement non enzymatique ou réaction de Maillard (**Boekel, 1998**).

Le lactose est un sucre réducteur, à des températures de 120°C, il peut se combiner avec les fonctions amines des acides aminés basiques, en particulier la lysine, ce réarrangement est appelé « complexe d'Amadori » ou « glycosylamine ». Ce composé se transforme en cétosamine qui peut polymériser pour former des pigments bruns appelés « mélanine » (**Boekel, 1998**).

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

<b>Paramètres</b> <b>Echantillon</b>	<b>Couleur</b>	<b>Gout</b>	<b>Odeur</b>	<b>Sédimentation</b>	<b>Remonté de la matière grasse</b>
<b>55°C/7J</b>	Crème	Caramélisé	Normale	Absence	Légers

## II.2. Analyses physico-chimiques

### II.2.1. Poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques de chaque poudre de lait sont représentés dans les tableaux VIII et IX

**Tableau VIII:** Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait 26%

Paramètres	Poudre de lait			Norme
	1 er lot	2eme lot	3eme lot	
<b>pH</b>	6.70	6.70	6.68	6.60-6.90
<b>Acidité titrable</b>	0.091	0.091	0.132	<0.15
<b>Humidité %</b>	2.87	2.87	3.58	Max 4
<b>MG%</b>	26.5	26.5	26.5	≥26
<b>Bain d'huile (min)</b>	12	12	12	>6
<b>Turbidité</b>	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE
<b>Ramsdell (ml)</b>	1.3	1.3	1.3	≥1.3

**Tableau IX** : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0%

Paramètres	Poudre de lait			Norme
	1 er lot	2eme lot	3eme lot	
<b>pH</b>	6.68	6.65	6.68	6.60-6.90
<b>Acidité titrable%</b>	0.137	0.136	0.132	<0.15
<b>Humidité %</b>	3.23	3.20	3.58	Max 4
<b>MG%</b>	0.5	0.5	0.5	<1.5
<b>Bain d'huile (min)</b>	09	07	11	>6
<b>turbidité</b>	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE
<b>Ramsdell (ml)</b>	1.6	1.5	1.6	≥1.3

**a. pH**

Le pH de la poudre est conforme, car il se trouve dans le cadre de la norme recommandée par l'entreprise et J.O.R.A est proche du pH d'un lait reconstituée (6,6 à 6,8). Cela nous donne des informations sur la stabilité et la fraîcheur du lait cru utiliser pour fabriquer la poudre de lait.

**b. Acidité**

Les résultats de l'acidité titrable sont inférieurs à la norme de l'entreprise et J.O.R.A, ce qui indique que le lait est frais et riche en phosphates, citrates et protéines (**Amiot et al, 2002**). Les résultats obtenus sont conformes à la norme de l'entreprise.

**c. Humidité**

Les analyses pour le test d'humidité révèlent que la concentration en eau de la poudre de lait respecte la norme établie par l'entreprise, qui exige un taux maximal de 4%. Cela suggère que les procédures de production des poudres (séchage, stockage, emballage et transport) ont été respectées (**Schuck, 2011**).

La faible teneur en eau de la poudre lui confère une protection contre les altérations microbiennes susceptible de la rendre impropre à la consommation.

**d. Matière grasse**

Quant au taux de matière grasse des poudres de lait ; celui-ci est inférieur à la limite maximale de la norme exigée par l'entreprise et celle du **Anonyme 4 (2000)**. Ceci démontre que le taux de matière grasse a été respecté

**e. Test de bain d'huile**

Le test de stabilité de bain d'huile montre que la poudre de lait peut résiste à un traitement thermique extrêmement élevé.

Lors du test de stabilité, les résultats indiquent que le lait préparé à partir de cette poudre est capable d'être porté à une température de 140°C pendant un certain temps sans coagulation.

**f. Test de Ramsdell**

Le test de Ramsdell révèle une stabilité satisfaisante pour les deux poudres de lait analysées. Pour la Poudre 0% MG une Coagulation observée pour un volume de solution de phosphate minimal de 1,6 ml et celui de la Poudre 26% MG indique une Coagulation observée pour un volume de solution de phosphate minimal de 1,3 ml pour tous les échantillons testés.

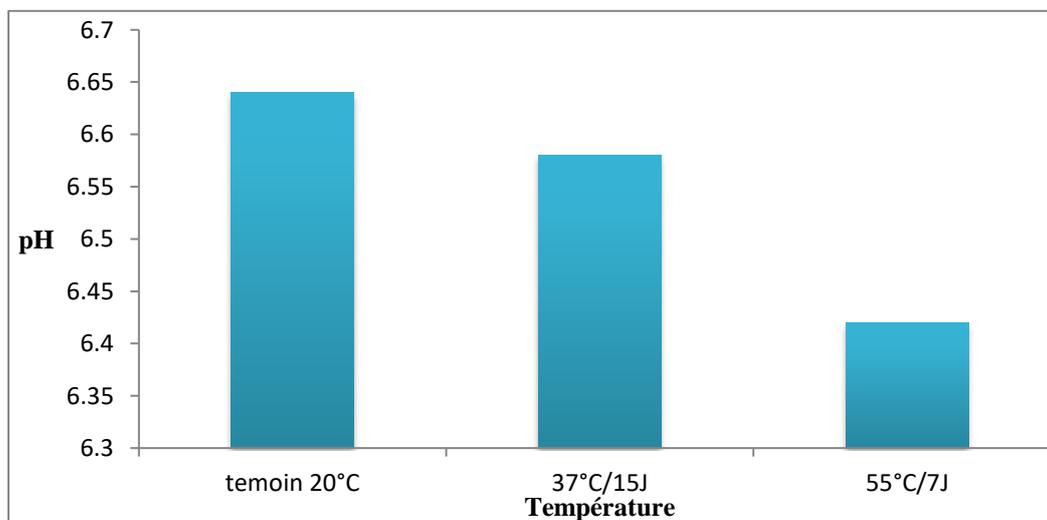
Ces résultats indiquent que les équilibres minéraux et protéiques des deux poudres de lait sont adéquats et permettent une bonne stabilité face à un traitement thermique.

**j. Test de turbidité**

Le résultat est conforme à la norme recommandée par l'entreprise, cela s'explique par la stabilité du lait et sa résistance au traitement thermique effectué.

**II.2.2. Lait UHT Entier**

Les résultats du pH des différents laits (témoin 20°C, lait après étuvage 37°C/15J et 55°C/7J) sont représentés sur la figure 4



**Figure 4 :** Effet de l'étuvage sur pH du lait UHT entier.

**a) pH**

• **Evolution du pH témoin (20°C)**

Les mesures du pH du lait UHT témoin stocké à 20°C sont stables respectent les normes de l'entreprise, variant entre 6,64 et 6,68 et se situant dans la plage acceptable de 6,6 à 6,9.

• **Evolution du pH après étuvage à 37°C pendant 15 jours**

Une baisse notable du pH passant de 6,58 à 6,54 est attribuable à l'influence de la chaleur sur les constituants du lait UHT.

• **Evolution du pH après étuvage à 55°C pendant 7 jours**

Suite à l'étuvage à 55°C pendant 7 jours, on observe une baisse notable du pH, passant de 6,50 à 6,42. Cela s'explique par l'effet de la chaleur sur les composants du lait.

• **Evolution du pH après étuvage**

Le pH du lait UHT entier analysé à 55°C et à 37°C reste stable malgré l'élévation intense de la température, avec une variation qui n'excède pas 0,2 unité. Ceci confirme sa conformité aux normes réglementaires algériennes et démontre sa capacité à supporter les conditions de transport ainsi que les variations saisonnières.

**b) Test d'ébullition**

Les résultats obtenus montrent que le lait analysé reste stable et ne subit pas de précipitation ou de coagulation lorsqu'il est porté à ébullition pendant 5 minutes. Cette stabilité est due à la résistance du lait UHT entier au traitement thermique appliqué.

**c) Test à l'alcool**

Tous les résultats du test à l'alcool sont négatifs (Figure 5) ce qui signifie qu'il n'y a pas eu de coagulation, indiquant ainsi que le lait n'a subi aucune altération microbienne. Il est bien établi qu'un lait altéré par des micro-organismes présente des flocons, une caractéristique aisément détectée grâce à ce test à l'alcool



**Figure 3:** Résultat du test à l'alcool

#### d) Test Ramsdell

Selon les résultats du test de Ramsdell, il semble que le lait entier analysé présente une stabilité acceptable, même si l'ajout de tampon phosphate mono potassique pourrait avoir un impact sur les équilibres minéraux et la stabilité des micelles de caséine. Après les analyses effectuées, le lait UHT entier après étuvage présente une stabilité satisfaisante, nécessitant 1,7 ml de solution de phosphate pour coaguler. En comparaison, tous les échantillons testés sont coagulés avec 1,5 ml de solution de phosphate pour le lait UHT entier témoin. Le test de stabilité du lait UHT entier est stable, respectant les exigences internes de l'entreprise qui fixent une limite maximale de 1,3 ml

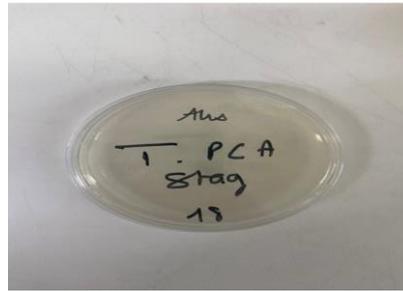
### II.3. Analyses microbiologiques

#### II.3.1. lait UHT entier

Le tableau X résume les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les échantillons étuvés à 37°C pendant 15 jours et à 55°C pendant 7 jours.

**Tableau X:** Résultats des analyses microbiologiques

Germes recherchés	Lait UHT	Résultat	La norme (journal officiel 2017)
<b>Germes aérobies mésophiles (UFC/ml)</b>	- Echantillon à 20 °C. - Echantillon à 37°C/15J. - Echantillon à 55°C/7J.	-Absence -Absence -Absence	<10 UFC / 0.1ml



**Figure 4:** Témoin PCA.



**Figure 5:** Résultats de l'analyse microbiologique.

L'analyse du lait UHT conservé à différentes températures (20°C, 37°C/15 jours et 55°C/7 jours) a démontré l'absence totale de flore mésophile aérobie totale. Cette observation confirme l'efficacité du traitement UHT dans l'élimination des microorganismes et l'allongement de la durée de conservation du produit.

Donc, le lait UHT entier analysé présente une qualité microbiologique optimale, résultat d'un traitement UHT efficace et d'un conditionnement respectueux des normes d'hygiène les plus strictes.

# **Conclusion et Perspectives**

## Conclusion et Perspectives

L'objectif principal de cette étude est d'assurer la stabilité et la qualité du lait UHT entier en effectuant une série d'analyses physico-chimiques et microbiologiques. Ce processus vise à garantir aux consommateurs un produit sain et conforme aux normes établies.

La réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques sur le lait UHT entier respecte les normes requises par la réglementation algérienne.

De plus les résultats des différents paramètres montrent qu'il y a une stabilité au cours de l'étuvage des échantillons de lait UHT pendant 15 jours à 37°C et pendant 7 jours à 55°C les valeurs du pH ont légèrement diminué mais n'ont pas dépassé les normes.

Les résultats des analyses microbiologiques du lait UHT entier fini démontrent l'absence totale de la flore aérobie mésophile, ce qui démontre l'efficacité du procédé à haute température et la bonne maîtrise des règles d'hygiène.

L'efficacité du traitement UHT a permis au produit final de maintenir sa stabilité et sa conformité, préservant ainsi ses caractéristiques nutritionnelles et sensorielles, ainsi que l'hygiène des locaux et du personnel.

En conclusion, l'étude menée démontre que la technologie UHT et l'emballage multicouche du lait Candia assurent une stabilité remarquable du produit à différentes températures de stockage. Cette combinaison permet de conserver le lait Candia à température ambiante sur tout le territoire national, sans altérer sa qualité gustative et nutritionnelle.

En perspective, prolonger la durée de l'étuvage de lait UHT à 55°C afin de prévoir les altérations qui peuvent survenir, ce qui permettra de produire un lait UHT de bonne qualité et de garantir sa stabilité. Il serait intéressant de poursuivre l'étude de la stabilité au-delà de la date limite de consommation serait intéressante pour confirmer la possibilité de prolonger la durée de conservation du lait UHT.

# **Références bibliographique**

**A**

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

**Anonyme 4, (2000).** Arrêté du 27 Dhou El Hidja 1420 correspondant au 2 avril 2000 modifiant et complétant l'arrêté du 17 Rajab 1420 correspond au 27 octobre 1999 relatif aux spécifications du lait en poudre industriel et aux conditions et modalités de présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation, p.15.

**B**

**Boekel V. M. A. J. S., (1998).** Effect of heating on Maillard reactions in milk. Food Chemistry 62(4): P 403-414.

**C**

**Carole L.vignola,** éditrice scientifique : science et technologie du lait, transformation du lait .1.

**Cayot, P., Lorient, D., (1998).** Structure et technofonction des protéines du lait. Ed. %0D%0ATEchnique et documentation. Lavoisier. Paris.

**D**

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

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

**E**

**E. Vierling.** Aliments boisson, filière et produits. 2éme Edition, Doin éditeurs centreregional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France 1999.

**F**

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

**G**

**Gaucheron.F, Legraet.Y, Drange.G2004.** Chapitre 1 : quelques définitions et principes bases de la chimie des ions en solution dans : Minéraux et produits laitiers. Edition : Tec et

Doc. Paris.

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

**Guiraud J.P., (2003).** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. In : Microbiologie alimentaire. Paris. ISBN 2 10 007259 5. P343

**Guiraud J.P., (1998).** Microbiologie alimentaire. Paris: Ed: Dunod, PP 330-397.ISBN: 2 10 00 3666 1

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

**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).

**Gaucheron., (2004).** Minéraux et produits laitiers. Lavoisier. ISBN .2-7430-0641-2 Edition : TEC et DOC

**Grappin, R., É. Beuvier, et al. (1999).** "Advances in the biochemistry and microbiology of Swiss-typecheeses." Le Lait 79(1): 3-22.

### H

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

### J

**J.O.R.A N°69, (1993).** Arrêté interministériel du 18 Aout relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.

**J.O.R.A N°35, (1998).** Arrête interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

**J.O.R.A 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

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G.,** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier :(2007) p 17 (456pages).

**JP. Guiraud.** Microbiologie alimentaire, Techniques d'analyse microbiologique. Edition Dunod Paris 1998.

**L**

**Leveau J.Y et Bouix M., (1999).** Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries, Ed technique et documentation – Lavoisier, p409-410

**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**

**M. Martin.** Technologie des laits de consommation. Edition Enilait, Canada Direction Développement Technique 2000.

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

**Mathieu J., (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Ed Lavoisier Tec et Doc, chapitre 3, ISBN: 2-7430-0233-6. P195.

**N**

**Noblet, B. (2012).** "Le lait : produits, composition et consommation en France." Cahiers de Nutrition et de Diététique 47(5): 242-249.

**O**

**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.

**P**

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

**S**

**Singh H., (2004).** Heat Stability of milk. International Journal of Dairy Technology 57(2-3): p111-119.

**Singh H., Creamer L. K., (1992).** Heat stability of milk. Dans: Advanced dairy chemistry-1: Proteins. Fox. F. (Ed.), Elsevier Applied Science, London, UK, p 621-656.

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

**V**

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

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

**Z**

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

## Résumé

Le but de cette étude était d'évaluer la stabilité du lait UHT entier et de vérifier sa conformité aux normes de l'entreprise après avoir été conservé pendant 15 jours à 37°C et 7 jours à 55°C. Les analyses effectuées dans ce travail montrent que les paramètres physico-chimiques effectuées sur la poudre de lait (pH, acidité titrable, humidité, matière grasse, test baid'huile, test ramsdell, turbidité) et celle effectuée sur le produit fini (pH et les tests de stabilité) ainsi que les paramètres microbiologiques montrent la conformité de produit aux normes interne de l'entreprise et aux normes de la réglementation algérienne. Une forte efficacité stérilisatrice du traitement UHT ainsi qu'une stabilité prolongée du produit après l'étuvage afin de proposer au consommateur un produit sain, nutritif et de qualité supérieure.

**Mots clés:** étuvage, stérilisation UHT, lait UHT entier, stabilité, qualité.

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the stability of whole UHT milk and ensure its compliance with company standards after storage for 15 days at 37°C and 7 days at 55°C. The analyses conducted in this study, including physico-chemical parameters on milk powder (pH, titratable acidity, moisture, fat content, oil bath test, Ramsdell test, turbidity) and those on the finished product (pH and stability tests), as well as microbiological parameters, demonstrate compliance with both internal company standards and Algerian regulatory standards. Consequently, we observed a strong sterilizing efficacy of the UHT treatment and extended product stability post-sterilization, aiming to offer consumers a healthy, nutritious, and superior quality product.

**Keywords:** sterilization, UHT treatment, whole UHT milk, stability.