



## Mémoire de Master

Présenté par :

- DJOUDI Lina
- CHOUBANE Farida

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie*

*Spécialité : Chimie analytique*

**Thème :**

Analyses physico-chimiques du lait UHT demi  
écrémé et matières premières utilisées au sein de  
l'unité Tchén-Lait/Candia

Soutenu le :19/09/2021

Devant le jury composé de :

Nom & Prénom	Département d'affiliation	Qualité
M <sup>me</sup> BENKHODJA GRABA.Zahra	Chimie	Présidente
M <sup>me</sup> BOUKEHIL.Ghouzala	Chimie	Examinatrice
M <sup>me</sup> ISSAADI KERMOUNE.Hamida	Chimie	Encadreur

2020-2021

# Remerciement

*Avant toute chose nous remercions Dieu le tout puissant, et nos parents pour leur soutien durant nos études.*

*Nous tenant également à présenter nos remerciements à :*

*Mme : ISSAADI.H notre promotrice pour avoir accepté d'encadrer ce travail et d'avoir dirigé cette étude ;*

*Aux membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail ;*

*Mme : BENKHODJA.GRABA.Z notre présidente.*

*Mme : BOUKEHIL.G notre examinatrice.*

*Sincères remerciements,*

*A toute l'équipe de Tchén-Lait/Candia, en particulier Mr BOUCHNOUA.F chef de service du laboratoire, de nous avoir soutenu durant la période de la réalisation de ce travail,*

*A Toutes les personnels de l'unité CANDIA, pour leur accueil et tous les conseils prodigués au cours du stage,*

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

*Merci*

# *Dédicace*

Avec ma profonde gratitude, je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, à qui je ne trouve pas de mots pour les remercier, je n'oublierais jamais ce que vous faites pour moi, vous me comblez de bonheur, Merci d'être là pour moi.

A mon grand-père à qui je lui souhaite longue vie.

A mes frères et leurs femmes et leurs enfants.

A mes très chères sœurs.

A toute ma famille sans oublier personne.

A mon binôme Lina qui me supporte et m'aide continuellement.

A tous mes amis.



*Farida*

# *Dédicace*

Avec ma profonde gratitude, je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, à qui je ne trouve pas de mots pour les remercier, je n'oublierais jamais ce que vous faites pour moi, vous me comblez de bonheur, Merci d'être là pour moi.

A mon frère Sofian.

A mes très chères sœurs.

A toute ma famille sans oublier personne.

A mon binôme Farida qui me supporte et m'aide continuellement.

A tous mes amis.



*Lina*

## Liste des abréviations

**AFNOR** : Association Française de la Normalisation.

**cm** : Centimètre.

**°C** : Degré Celsius.

**DF** : Date de Fabrication.

**DLC** : Date Limite de Consommation.

**°D** : Degré Dornic.

**Échant** : Échantillon.

**EDTA** : Ethylène-Diamine-Tétracétique.

**ESD** : Extrait Sec Dégraissée.

**EST** : Extrait Sec Total.

**FAO** : Food Agriculture Organisation.

**FPD** : Freezing Point Depression.

**°f** : Degré français.

**g** : Gramme.

**HP** : Heure de Prélèvement.

**h** : Heure.

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

**kcal** : Kilocalorie.

**Kg** : Kilogramme.

**kJ** : Kilojoule.

**Lac** : Lactose.

**l** :Litre.

**MG** : Matière Grasse.

**mg** : Milligramme.

**ml** : Millilitre.

**MP** : Matière Protéique.

**NET** : Noir Eriochrome T.

**NIE** : Norme Interne de l'Entreprise.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**PNDA** : Plan National de Développement Agricole.

**T** : Température.

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TBA** : Tetra Brick Aseptique.

**TH** : Titre Hydrotimétrique.

**UHT** : Ultra Haute Température.

**$\rho$**  : Masse volumique.

**$\lambda$** : Conductivité.

**$\mu\text{g}$**  : Microgrammes.

**$\mu\text{S}$** : Micro siemens.

## Liste des figures

<b>Figure N°1</b> : Structure de l'eau.....	3
<b>Figure N°2</b> : Formation du lactose et structure cyclique.....	4
<b>Figure N°3</b> : Causes enzymatiques et physico-chimiques pouvant induire la déstabilisation du lait UHT au cours de son stockage.....	16
<b>Figure N°4</b> : Echangeur tubulaire.....	18
<b>Figure N°5</b> : Circulation du lait et de l'air dans le dégazeur.....	19
<b>Figure N°6</b> : Principe du fonctionnement d'un homogénéisateur.....	20
<b>Figure N°7</b> : Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchín-Lait/Candia.....	22
<b>Figure N°8</b> : Position géographique de l'entreprise Tchín-Lait/Candia.....	24
<b>Figure N°9</b> : Organigramme de l'entreprise.....	25
<b>Figure N°10</b> : Appareil de mesure du pH de lait.....	29
<b>Figure N°11</b> : Appareil de mesure du pH de l'eau de process.....	29
<b>Figure N°12</b> : Mesure du taux d'humidité.....	30
<b>Figure N°13</b> : Lecture du taux de MG.....	32
<b>Figure N°14</b> : Test de RAMSDELL (Aspect des tubes).....	34
<b>Figure N°15</b> : Test au bain d'huile.....	35
<b>Figure N°16</b> : Montage pour mesure de la densité.....	37
<b>Figure N°17</b> : Détermination de l'acidité titrable.....	38
<b>Figure N°18</b> : Test de turbidité.....	40
<b>Figure N°19</b> : Test du peroxyde.....	41
<b>Figure N°20</b> : Echelle colorimétrique du peroxyde.....	41
<b>Figure N°21</b> : MILKOSCAN.....	42
<b>Figure N°22</b> : Dosage du titre hydrotimétrique.....	44

<b>Figure N°23</b> : Dosage du titre alcalimétrique.....	46
<b>Figure N°24</b> : Dosage du titre alcalimétrique complet.....	47
<b>Figure N°25</b> : Dosage des chlorures.....	49
<b>Figure N°26</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process (traité).....	51
<b>Figure N°27</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0% de MG.....	53
<b>Figure N°28</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait 26% de MG.....	53
<b>Figure N°29</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques de produit semi fini du lait demi écrémé.....	55
<b>Figure N°30</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques de produit semi fini après réajustement.....	57
<b>Figure N°31</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé (produit fini).....	58

## Liste des tableaux

<b>Tableau N°1 :</b> Concentrations des minéraux du lait.....	5
<b>Tableau N°2 :</b> Composition vitaminique moyenne du lait cru.....	6
<b>Tableau N°3 :</b> Différents types de laits commercialisés.....	8
<b>Tableau N°4 :</b> Composition chimique moyenne des différents types de lait UHT.....	14
<b>Tableau N°5 :</b> Composition et valeur nutritionnelle du demi écrémé UHT Tchinda/Candia.....	15
<b>Tableau N°6 :</b> Capacité de production des différentes conditionneuses.....	24
<b>Tableau N°7 :</b> Analyses physico-chimiques des matières premières, semi fini et le produit fini.....	28
<b>Tableau N°8 :</b> Normes des paramètres physico-chimique de l'eau de process.....	51
<b>Tableau N°9 :</b> Normes des paramètres physico-chimiques de la poudre de lait.....	54
<b>Tableau N°10 :</b> Normes des paramètres physico-chimiques du produit semi fini.....	56
<b>Tableau N°11 :</b> Normes des paramètres physico-chimiques du produit fini.....	58
<b>Tableau N°12 :</b> Résultats d'analyses sensorielles des produits analysés.....	60

# Sommaire

**Liste des abréviations.**

**Liste des figures.**

**Liste des tableaux.**

Introduction.....1

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **Chapitre I : Généralités sur le lait**

I.1. Définition du lait.....	2
I.2. Composition du lait.....	2
I.2.1. Eau.....	2
I.2.2. Matière grasse.....	3
I.2.3. Matières azotée et protéines.....	3
I.2.4. Lactose.....	3
I.2.5. Glucides.....	4
I.2.6. Minéraux.....	5
I.2.7. Constituants mineurs.....	5
I.3. Valeur nutritionnelle du lait.....	7
I.4. Différents types de laits destinés à la consommation.....	7
I.5. Propriétés physico-chimiques du lait.....	9
I.6. Qualité organoleptiques.....	10
I.7. Procédé de conservation.....	10
I.7.1. Par le froid.....	10
I.7.2. Par la chaleur.....	11

### **Chapitre II : Lait UHT demi écrémé**

II.1. Définition du lait UHT.....	13
II.2. Pourquoi le lait UHT.....	14
II.3. Composition moyenne et valeurs nutritionnelle du lait demi écrémé UHT Tchin-Lait/Candia.....	15

II.4. Déstabilisation du lait UHT .....	15
II.5. Matières premières utilisées dans fabrication du lait UHT demi écrémé UHT Tchinelait/Candia.....	16
II.5.1. Poudre de lait.....	16
II.5.2. Eau de process.....	17
II.6. Procédé de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchinelait/Candia.....	17
II.6.1. Reconstitution.....	17
II.6.2. Filtration et refroidissement.....	18
II.6.3. Préchauffage.....	18
II.6.4. Dégazage.....	18
II.6.5. Homogénéisation.....	19
II.6.6. Pasteurisation.....	20
II.6.7. Stérilisation.....	20
II.6.8. Refroidissement.....	20
II.6.9. Conditionnement.....	21
II.7. Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchinelait/ Candia.....	21

## **PARTIE PRATIQUE**

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

III.1. Présentation de l'organisme d'accueil.....	23
III.2. Matériel et méthodes.....	26
III.2.1 Matériel utilisés.....	26
III.2.2. Mode de prélèvement et d'échantillonnage.....	26
III.2.2.1. Matières premières.....	26
III.2.2.2. Produit semi fini (reconstitué).....	27
III.2.2.3. Produit fini.....	27
III.3. Analyses physico-chimiques.....	27

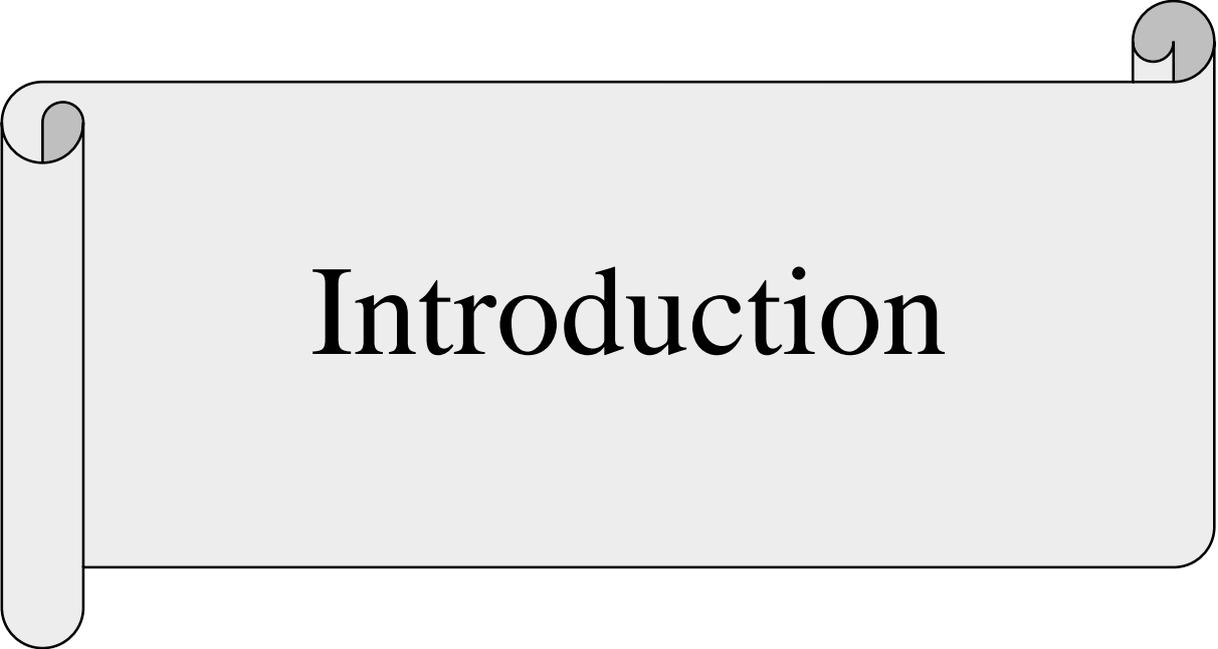
### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé.....	51
IV.1.1. Analyses effectuées sur les matières premières.....	51

IV.1.2. Résultats effectuées sur le produit semi fini du lait demi écrémé.....	55
IV.1.3. Résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le produit fini (lait UHT demi écrémé).....	57
IV.2. Analyses sensorielles du lait UHT demi écrémé.....	60
Conclusion.....	61

**Références bibliographiques**

**Annexes**



# Introduction

### Introduction

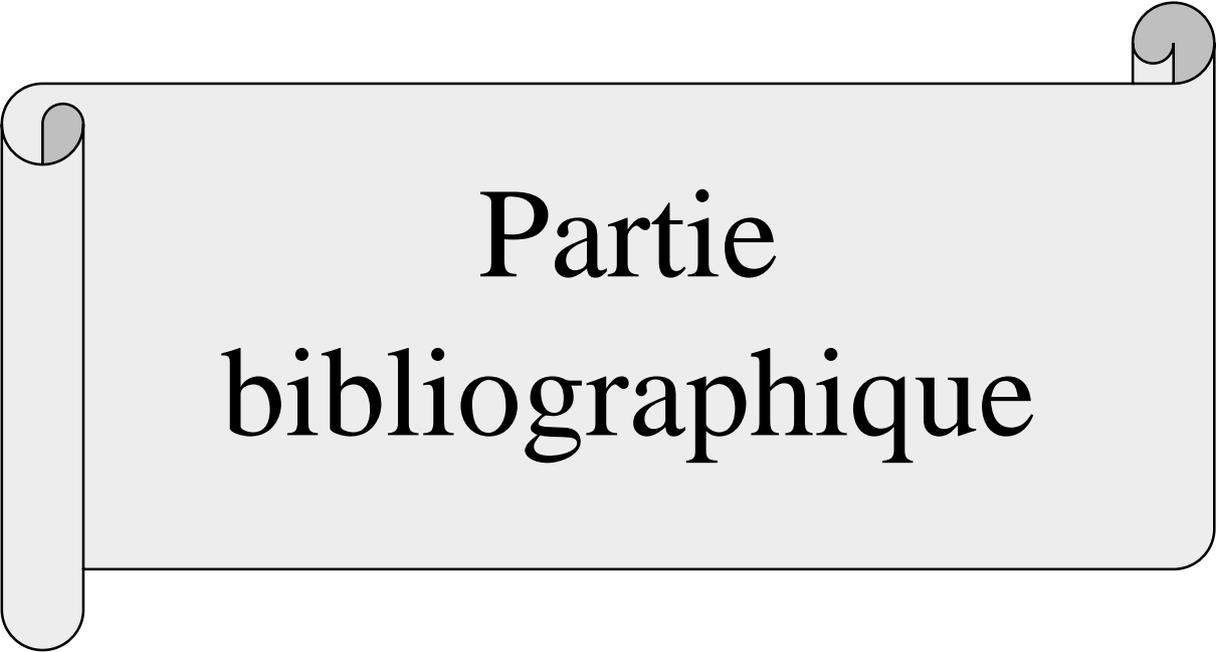
Le corps humain a toujours besoin d'un apport calorique pour son bien-être, en raison de ce besoin le lait est un partenaire important pour notre alimentation quotidienne, et il joue un grand rôle dans le régime alimentaire des pays consommateurs et représentant une source importante d'éléments minéraux, glucides, protéines et lipides [1].

L'Algérie a lancé en l'an 2000, un Plan National de Développement Agricole (PNDA), afin de booster le secteur laitier. Cette procédure a permis d'augmenter la production laitière nationale à trois milliards de litres en 2011, soit un accroissement de 84% par rapport à l'année 2000, mais cela est resté insuffisant, et l'Algérie importe ce produit alimentaire et se classe comme deuxième importateur au monde après la Chine, et le plus grand consommateur de lait au Maghreb, avec 120 litres par an et par habitant [2].

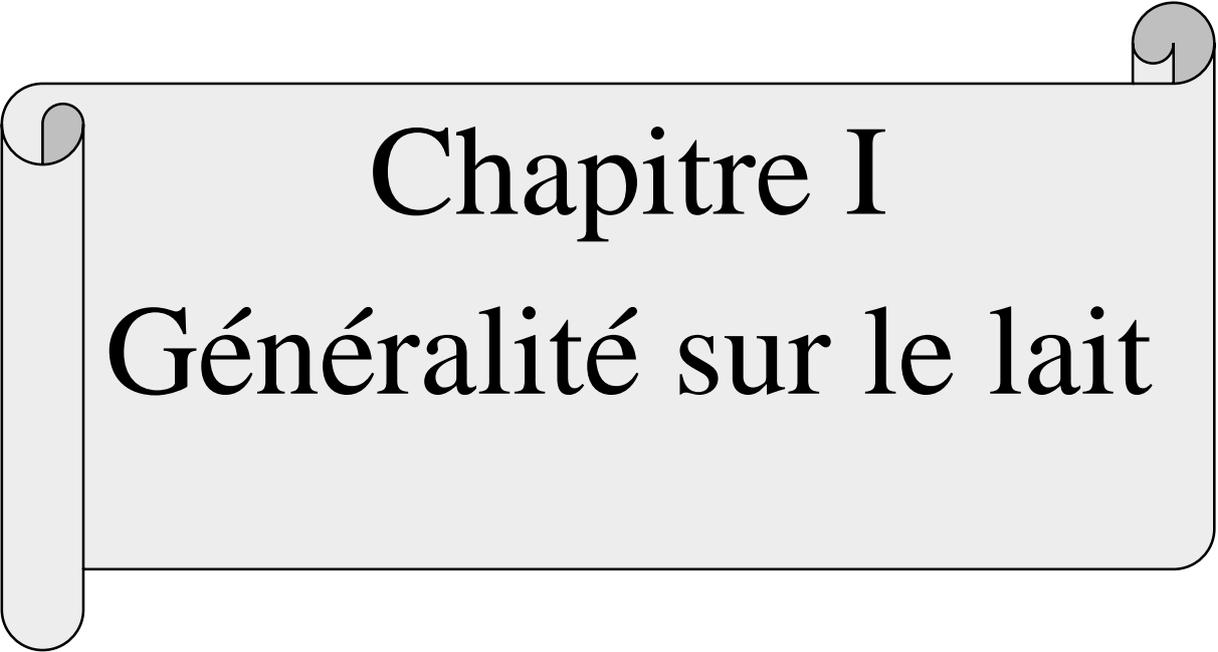
Les différents procédés industriels appliqués au lait visent à assurer la qualité et la stabilité de ce produit. Parmi ces procédés, les traitements de chaleur, dont les plus utilisés en technologie laitière sont la pasteurisation et la stérilisation à Ultra Haute Température (stérilisation UHT) permettant ainsi la destruction totale des micro-organismes initialement présents dans le lait. La stérilisation UHT est qualifiée comme meilleur traitement aboutissant à l'obtention d'un produit à longue durée de conservation, en laissant intactes les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait, mais les conséquences de ces traitements et des modifications survenant lors de la conservation prennent une importance dans le domaine nutritionnel [3].

L'unité de fabrication Tchén-Lait/Candia est l'une des plus importantes unités agroalimentaires en Algérie située dans la wilaya de Bejaïa a introduit l'industrie du lait stérilisé UHT qui permet une longue conservation du produit.

L'objectif principal de notre travail effectué au sein de cette entreprise est de contribuer au suivi du processus de fabrication d'un lait stérilisé UHT demi écrémé en effectuant le contrôle physico-chimique dont le but de vérifier la stabilité et la reproductibilité d'un produit en ce qui concerne ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptique et ce qui permet d'apporter des corrections sur le produit lui-même d'un côté de l'autre côté vérifier la qualité hygiénique.



Partie  
bibliographique



# Chapitre I

## Généralité sur le lait

## I.1. Définition du lait

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève 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 » [4].

Codex Alimentarius le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenu à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y rajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou un traitement ultérieur [5].

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24 heures [6].

## I.2. Composition du lait

Le lait reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé, il peut être ajouté à notre régime alimentaire sous plusieurs formes. Le lait est une source d'énergie, de protéines, de minéraux et de vitamines [7].

### I.2.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire 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. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides [8].

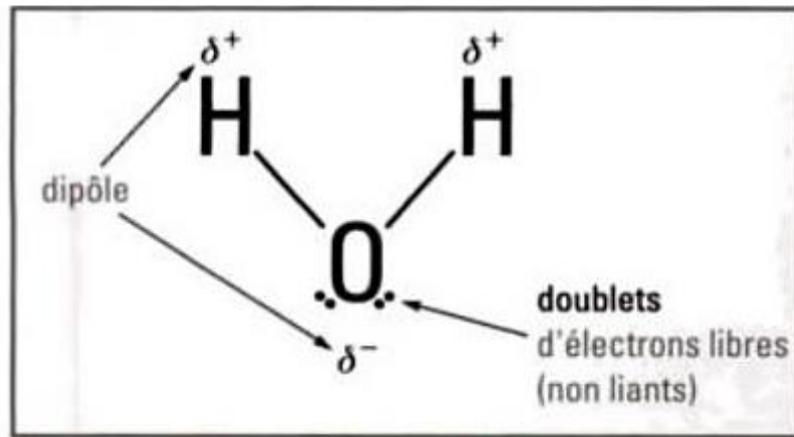


Figure N°1 : Structure de l'eau [8].

### I.2.2. Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras constitué essentiellement triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et de cholestérol à 1% [9].

### I.2.3. Matières azotées et les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une partie importante du lait et des produits laitiers [10].

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

Le lait de vache contient 3,2 à 3,5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- ✓ 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 [11].

### I.2.4. Lactose

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux, c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale. Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, c'est le constituant le plus abondant après l'eau, sa formule brute est de  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , c'est un disaccharide formé par l'union de deux monosaccharide, le D-glucose et de D-galactose, par un lien glycosidique C1( $\beta$ )-C4. Le lactose est un solide blanchâtre qui est en solution vraie dans le sérum du lait, il est soluble dans l'eau grâce à la présence de groupement hydroxyle (OH) qui peuvent s'associer à l'eau par des liaisons d'hydrogène [8].

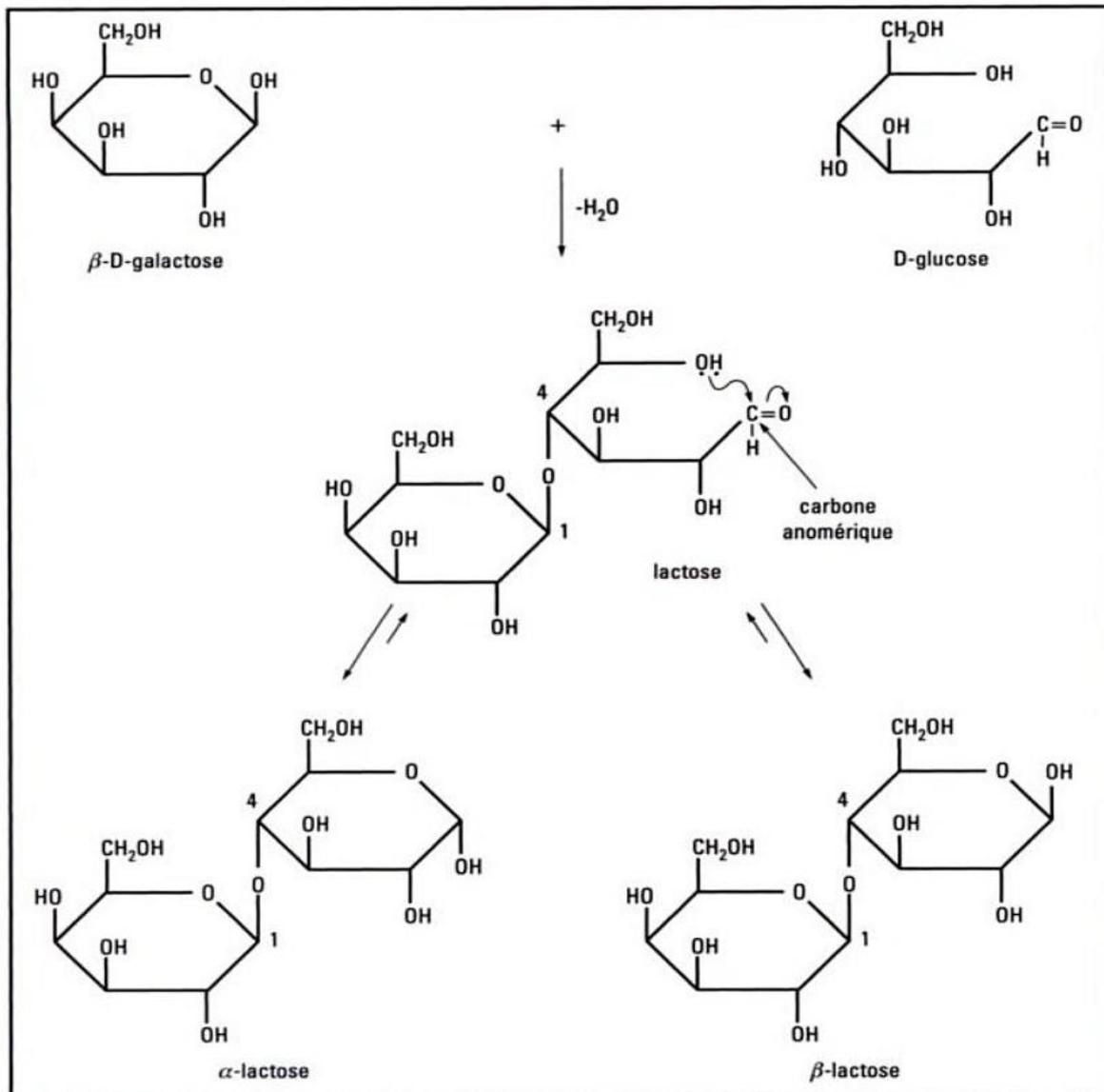


Figure N°2 : Formation du lactose et structure cyclique [8].

### I.2.5. Glucides

La fraction glucidique du lait est essentiellement représentée par le lactose, qui est un diholoside constitué de glucose liés entre eux par une liaison osidique  $\beta$  (1-4).

Son savoir sucrant est six fois plus faible que celui du saccharose. Le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers, comme substrat pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en acide lactique [12].

### I.2.6. Minéraux

Les minéraux du lait représentent une petite fraction (8-9 g/l) du lait comparativement aux autres fractions, elle contient calcium, magnésium, sodium et potassium pour les principaux cations et chlorure, phosphate inorganique et citrate pour les principaux anions [13].

**Tableau N°1** : Concentrations des minéraux du lait [14].

<b>Minéraux</b>	<b>Concentration (mg/l)</b>
<b>Calcium</b>	1200
<b>Magnésium</b>	120
<b>Sodium</b>	500
<b>Potassium</b>	1400
<b>Phosphate</b>	900
<b>Citrate</b>	1500
<b>Chlorure</b>	1100

### I.2.7. Constituants mineurs

#### I.2.7.1. Vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser [8]. Leur teneur dans le lait dépend des facteurs exogènes (race de la femelle, son alimentation, radiation solaire...etc.) [15].

**Tableau N°2** : Composition vitaminique moyenne du lait cru [8].

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

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) [11].

### **I.2.7.2. Enzymes**

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait, dont 20 sont des constituants natifs [16]. Une grande partie se trouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : La distinction entre éléments natifs et éléments extérieure n'est donc pas facile [17].

### **I.2.7.3. Gaz dissous**

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone, azote et de l'oxygène [8].

### **I.3. Valeur nutritionnelle du lait**

Le lait possède une valeur énergétique de 700 kcal/litre La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatale [18].

### **I.4. Différents types de laits destinés à la consommation**

Le tableau N°3 résume les différents laits commercialisés, parmi ces laits on distingue : les laits frais, les laits longue conservation et les laits de conserve.

Tableau N°3 : Les différents types de laits commercialisés [19].

	Laits frais		Laits longue conservation		Laits de conserve	
	Lait cru	Lait frais pasteurisé	Lait stérilisé	Lait stérilisé UHT	Lait concentré	Lait en poudre
Traitement	Réfrigération à la ferme	Pasteurisation	Stérilisation	Stérilisation UHT	Pasteurisation ou stérilisation (s'il est non sucré)	Pasteurisation puis déshydratation complète
Objectif	Le lait reste intact, avec sa flore d'origine	Destruction totale des germes pathogènes	Destruction de tous les germes qu'ils soient pathogènes ou non			
Mode de conservation (en emballage fermé)	Réfrigération	Réfrigération	À température ambiante			
Durée de conservation (en emballage fermé)	48 h	7 jours	120 jours	3 mois	> 1 an	1 an
Durée de conservation (en emballage ouvert)	Au froid : 48 h	Au froid : 2 à 3 jours		Au froid : - 3 jours : lait concentré non sucré - 8 jours : lait concentré sucré		À température ambiante -10 jours : lait entier -2 semaines : lait demi écrémé -3 semaines : lait écrémé
Conseil de consommation	Il faut faire bouillir avant de le consommer	On le consomme directement sans le faire bouillir		Conserver la boîte fermée		Conserver la boîte fermée à l'abri de l'humidité et de la chaleur

## **I.5. Propriétés physico-chimiques du lait**

### **I.5.1. Masse volumique**

La masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée  $\rho$  et s'exprime en  $\text{Kg.m}^{-3}$  dans le système métrique [20].

### **I.5.2. Point de congélation**

Neville et Jensen ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait [21].

### **I.5.3. Point d'ébullition**

Le point d'ébullition définit comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit  $100,5^{\circ}\text{C}$  [8].

### **I.5.4. Densité**

La densité du lait est comprise entre 1,030-1,033 à une température de  $20^{\circ}\text{C}$  [22]. Un lait d'une faible densité est pauvre en matières sèches et contient une quantité élevée en matière grasse [23].

### **I.5.5. 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 6,60 et 6,80.

Le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions  $\text{H}^+$  en solution s'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) et donc une diminution du pH. Si le pH est inférieur à 6,5 le lait devient acide [24].

### **I.5.6. Acidité titrable**

L'acidité titrable mesure la quantité d'acide lactique présente dans le lait. Elle est relativement constante et son augmentation est un indice de lait anormal. Elle est exprimée en degrés Dornic (°D) et par convention, elle est donnée en grammes d'acide lactique par litre de lait [24].

## **I.6. Qualité organoleptiques**

### **I.6.1. Couleur**

Le lait est d'une couleur blanche mate due à la diffusion de la lumière à travers les micelles des colloïdes. Sa richesse en matières grasses et en  $\beta$ -carotène lui confère une teinte un peu jaunâtre [25].

### **I.6.2. Odeur**

La présence de la matière grasse dans le lait, lui confère une odeur caractéristique. Au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à la présence d'acide lactique produit par une acidification du lait [26].

### **I.6.3. Saveur**

Il est difficile de définir la saveur du lait normal, car elle provient de l'association d'éléments diversement appréciés selon l'observateur. En effet, il existe une saveur douce du lactose, saveur salée du NaCl, et saveur particulière de la lécithine, qui est atténuée par la masse des protéines [27].

## **I.7. Procédé de conservation**

### **I.7.1. Conservation par le froid**

Le froid est une technique de conservation qui arrête ou ralentit le développement des micro-organismes. Le froid ne détruit ni les toxines ni les micro-organismes éventuellement contenus dans le lait. La majorité des micro-organismes présents peuvent donc reprendre leur activité dès le retour à une température favorable.

Actuellement, le froid est un moyen très pratique de conserver les aliments, tout en préservant leur qualité nutritionnelle et organoleptique.

### **I.7.1.1. Réfrigération**

La réfrigération est une technique de semi-conservation, utilisée pour le stockage des denrées alimentaires à des basses températures (supérieures à 0°C). Elle a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent la multiplication et le métabolisme des microorganismes, mais elle ne permet qu'une conservation relativement courte (quelques jours) [28].

### **I.7.1.2. Congélation**

La congélation est un procédé physique, qui a pour but la conservation prolongée par le froid. Les produits alimentaires sont conservés à -40°C, il est très important que le lait destiné à être conservé par le froid soit de bonne qualité hygiénique.

Le but d'emploi de froid est souvent d'inhiber, retarder ou arrêter d'une part les réactions enzymatiques dans le produit alimentaire et d'autre part la croissance des microorganismes. En résumé, le froid constitue un moyen important de conservation du lait [29].

## **I.7.2. Conservation par la chaleur**

La chaleur permet de détruire les microbes et non d'inhiber simplement leur développement contrairement à l'action du froid. D'autre part elle vise à détruire les enzymes qui peuvent impliquer la détérioration du lait, ce qui permet l'amélioration de la qualité du lait [30].

### **I.7.2.1. Pasteurisation**

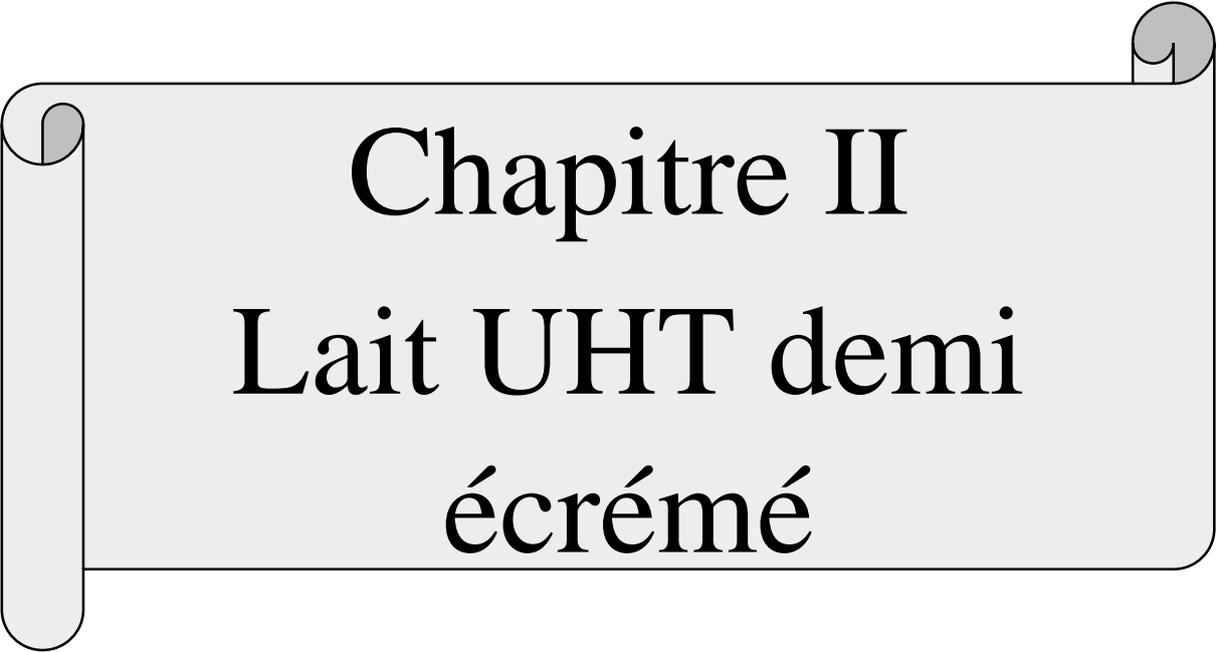
Le lait pasteurisé est un lait soumis à un traitement thermique aboutissant à la réduction de la microflore banale et de la totalité de la microflore pathogène. Le traitement thermique ne doit pas affecter notamment la structure physique du lait, sa constitution, son équilibre chimique, ses enzymes et ses vitamines [31].

### **I.7.2.2. Stérilisation**

Le but de la stérilisation est la destruction des micro-organismes pouvant se développer lors de l'entreposage.

Pour la stérilisation commerciale du lait UHT, on vise la réduction du nombre de thermophiles, cela afin de prévoir une certaine marge de sécurité au cas où il se formerait des dépôts sur la

paroi de l'échangeur de chaleur. La destruction des micro-organismes est fonction de deux paramètres : La durée du traitement thermique et la température [32].



Chapitre II  
Lait UHT demi  
écrémé

## II.1. Définition du lait UHT

### II.1.1. Définition générale du lait UHT

Le lait UHT est le lait le plus rependu de nos jours, il est traité à une température de 140-150°C pendant 3 à 4 secondes seulement. Ce traitement thermique permet de mieux préserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques originales du lait [15].

Le traitement thermique est suivi par la mise du lait dans son emballage aseptique sous forme de briques protégeant le produit de la lumière et de l'oxygène de l'air, et se vend hors rayon froid. Sa DLC est de 90 jours à température ambiante. On trouve entier, demi écrémé et écrémé [33].

Ce traitement peut être direct ou indirect :

- Dans le cas du traitement direct ; la vapeur est injectée dans le lait préchauffé à 80°C.
- Dans le cas du traitement indirect ; il n'y a aucun contact entre le lait et la vapeur ; le traitement s'effectue avec des échangeurs à plaques ou tubulaires [15].

### II.1.2. Définition réglementaire

Le lait stérilisé UHT est un lait soumis à un traitement thermique aboutit à la destruction ou 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.

Le lait UHT est le lait dont la conservation est assurée par l'emploi successif des deux techniques suivantes :

- Traitement par procédé de chauffage direct ou indirect, en flux continu appliqué en une seule fois de façon ininterrompue pendant un temps très court (1 à 3 secondes) à une température d'environ 140°C.
- Conditionnement aseptique dans un contenant stérile, hermétiquement clos, étanche aux liquides et microorganismes et permettant de soustraire le lait à toute influence défavorable de la lumière [34].

Le tableau N°4 donne la composition chimique moyenne des différents types de certains laits UHT.

**Tableau N°4 :** Composition chimique moyenne des différents types de lait UHT [35].

<b>Constituants</b>	<b>Lait entier stérilisé UHT (g/Kg)</b>	<b>Lait demi écrémé stérilisé UHT (g/Kg)</b>	<b>Lait écrémé stérilisé UHT (g/Kg)</b>
<b>Eau</b>	878	896	910
<b>EST</b>	122	104	90
<b>Azote totale</b>	05	05	5,2
<b>Protéines</b>	31,9	31,9	32,9
<b>Lipides</b>	35,4	15,7	02
<b>Glucides</b>	44,7	45,3	45,4

### II.1.3. Définition du lait UHT demi écrémé Tchiv-Lait/Candia

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

## II.2. Pourquoi le lait UHT ?

Le traitement UHT est considéré comme une révolution importante en technologie laitière. Ce procédé offre en particulier le double avantage d'une longue conservation du lait de consommation sans besoin de réfrigération. La distribution en devient plus économique puisqu'elle peut être étendue sur un délai hebdomadaire par exemple, et qu'elle n'est pas sujette à des limites de parcours [36].

Un lait UHT susceptible d'être stocké pendant des périodes prolongées sans détérioration et sans exiger de réfrigération présente de nombreux avantages pour le producteur, le détaillant et le consommateur, le producteur peut ainsi par exemple atteindre des marchés plus éloignés, simplifier les livraisons, utiliser des véhicules de distribution moins nombreux et moins chers et supprimer les retours d'invendus [37].

### II.3. Composition moyenne et valeur nutritionnelle du lait demi écrémé

#### UHT Tchín-Lait/Candia

Le tableau N°5 représente l'ensemble des composants qu'on trouve dans le lait demi écrémé UHT Tchín-Lait/Candia ainsi la valeur nutritive de 100 ml de produit.

**Tableau N°5 :** Composition et valeur nutritionnelle du demi écrémé UHT Tchín-Lait/Candia [38].

Composition	Valeur
Valeurs énergétique (kJ)	188
protéines (g)	3
Matière grasse (g)	1.6
Calcium (mg)	110
Glucides (g)	4.9

### II.4. Déstabilisation du lait UHT

#### II.4.1. Description du phénomène

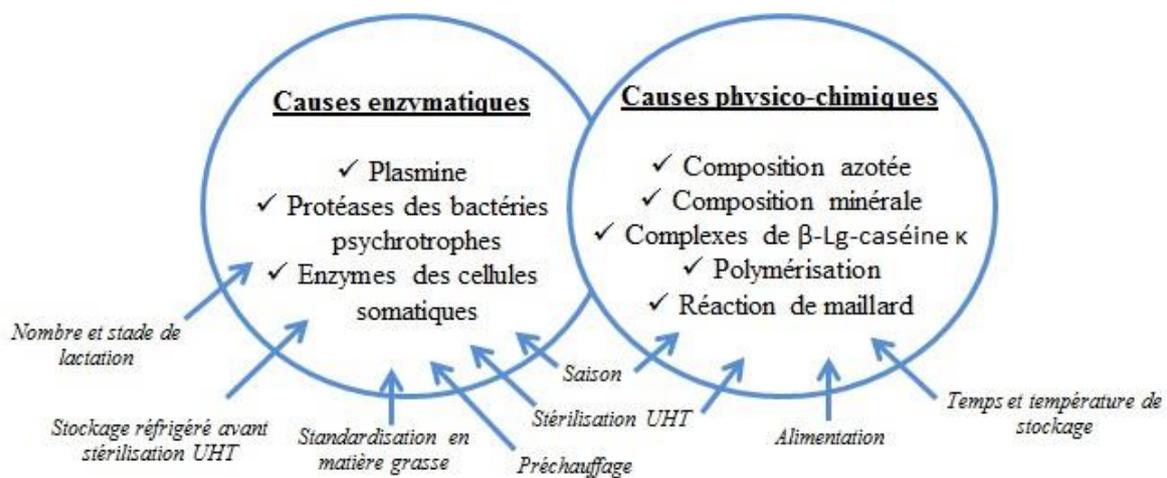
Généralement, le phénomène de gravité entraîne une sédimentation « naturelle » et inévitable des particules colloïdales du lait UHT [39].

La déstabilisation du lait UHT se traduit par la formation de gel ou encore par l'apparition de sédiments. Dans la littérature, la distinction d'un gel par rapport à un sédiment n'est pas clairement définie. La formation du gel, dont l'apparence est semblable à un caillé, est liée à une augmentation de la viscosité. Le sédiment peut être apparenté à un léger dépôt plus ou moins compact [40].

D'après Dalgleish [41] le dépôt de matière sous forme de sédiments dans le fond de l'emballage évoluerait sous forme d'une gélification due à l'interaction des caséines entre elle (forte concentration dans le dépôt). Certains laits UHT déstabilisés pouvaient redevenir des laits liquides homogènes après agitation. Cette réversibilité du phénomène ne serait pas toujours possible [42]. Cette sédimentation provient de la déstabilisation des micelles de caséines. Les modifications au niveau de la concentration, de la voluminosité, de la densité et des propriétés de surfaces des micelles de caséines entraînent une sédimentation le plus souvent irréversible [43].

### II.4.2. Principales causes de déstabilisation

Parmi les causes impliquées dans cette déstabilisation, la qualité du lait cru mis en œuvre, les traitements technologiques et les conditions de stockage après le traitement thermique sont à considérer de façon schématique, deux grandes causes peuvent induire la déstabilisation du lait UHT au cours du stockage : les causes enzymatiques et les causes physico-chimiques [44].



**Figure N°3 :** Causes enzymatiques et physico-chimiques pouvant induire la déstabilisation du lait UHT au cours de son stockage [44].

## II.5. Matières premières utilisées dans fabrication du lait UHT demi écrémé Tchén-Lait/Candia

### II.5.1. Poudre du lait

Le lait en poudre est constitué essentiellement de matière sèche de lait et d'une très faible quantité d'eau (de 2 à 4%) ce qui prive les micro-organismes de l'eau nécessaire à leur multiplication [33].

La poudre du lait est produite à grande échelle dans des installations modernes. La durée de conservation est d'environ 3 ans pour la poudre de lait écrémé, tandis qu'elle est de 6 mois maximum pour la poudre de lait entier. Cette différence s'explique par le fait que la matière grasse du lait s'oxyde en cours de stockage et entraîne une altération progressive du goût [29].

La poudre de lait est obtenue par la déshydratation du lait cru, il y a trois sortes de poudres selon la quantité de matière grasse (MG) :

- Poudre de lait à 26% de MG.
- Poudre de lait à 15% de MG.
- Poudre de lait à 0% de MG.

La laiterie Candia Tchiv/Lait utilise la poudre de lait entier (26% de MG) et la poudre de lait écrémé (0%MG). Les poudres de lait sont fournies en sacs plastifiés de 25Kg.

Dans la technologie de fabrication du lait stérilisé UHT demi-écrémé, deux types de poudre sont utilisés :

**Poudre du lait à 26%de MG :** La dénomination poudre de lait entier, correspond à un lait dont la teneur en matière grasse laitière est égale au minimum à 26%.

**Poudre de lait à 0% de MG :** Dénommée aussi lait écrémé en poudre, correspond à un lait dont la teneur en matière grasse laitière ne doit pas excéder 1,5% [45].

### II.5.2. Eau

La qualité de l'eau joue un rôle important dans les industries de reconstitution du lait, car non seulement elle est utilisée pour le procédé technologique et le nettoyage, mais elle entre en grande partie dans la composition du produit, sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène [46].

L'eau de reconstitution doit être potable et répondre aux standards fixés par l'organisation mondiale de la santé OMS, sur le plan physico- chimique elle ne doit contenir ni pesticides ni nitrate et avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15°f et un pH voisin de la neutralité.

## II.6. Procédé de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchiv-Lait/Candia

### II.6.1. Reconstitution

L'opération de la reconstitution du lait consiste à mélanger les poudres de lait écrémé et entier, avec de l'eau traitée portée à une température ambiante comprise entre 22°C et 25°C. Cette eau est soutirée par une pompe vers le mixeur ou la poudre est déversée en un circuit fermé, cette opération se poursuit jusqu'à dissolution complète de la poudre de lait [47].

Une fois que toute la poudre est bien mélangée, l'agitateur et la pompe de circulation s'arrêtent et le contenu du tank est laissé au repos jusqu'à dissolution complète de la poudre environ 1h c'est ce qu'on appelle : le temps de réhydratation.

### II.6.2. Filtration et refroidissement

Une fois le temps de réhydratation est écoulé, une pompe soutire le lait reconstitué à travers des filtres qui piègent les particules insolubles ainsi que tout corps étrangers. Le lait reconstitué filtré sera ensuite acheminé vers un échangeur de chaleur où il sera refroidi à 4°C par l'eau glacé [48].

### II.6.3. Préchauffage

Le lait reconstitué est porté à une température convenable pour le dégazage. Cette opération est effectuée par un échangeur de chaleur tubulaire où le lait est chauffé à une température de 67 - 70°C par récupération de la chaleur du lait sortant qui est refroidi à son tour [46].



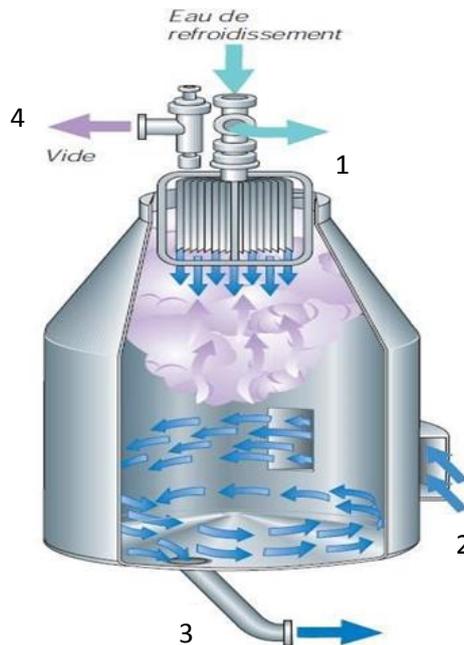
Figure N°4 : Echangeur tubulaire [46].

### II.6.4. Dégazage

A la sortie de la section préchauffage, le lait demi écrémé préchauffé à 68°C sera introduit tangentiellement dans une cuve menée d'un dégazeur sous vide.

Les gaz véhiculés par la vapeur montent vers le haut de la chambre et sont aspirés par la pompe sous vide placée en haut de celle-ci, alors que les vapeurs se condensent dans le condenseur en spirale et retombent dans le produit liquide.

L'objectif de cette étape est d'éliminer les odeurs caractéristiques des laits reconstitués, et l'air entrainé ainsi que la mousse formée [48].



**Figure N°5 :** Circulation du lait et de l'air dans le dégazeur [48].

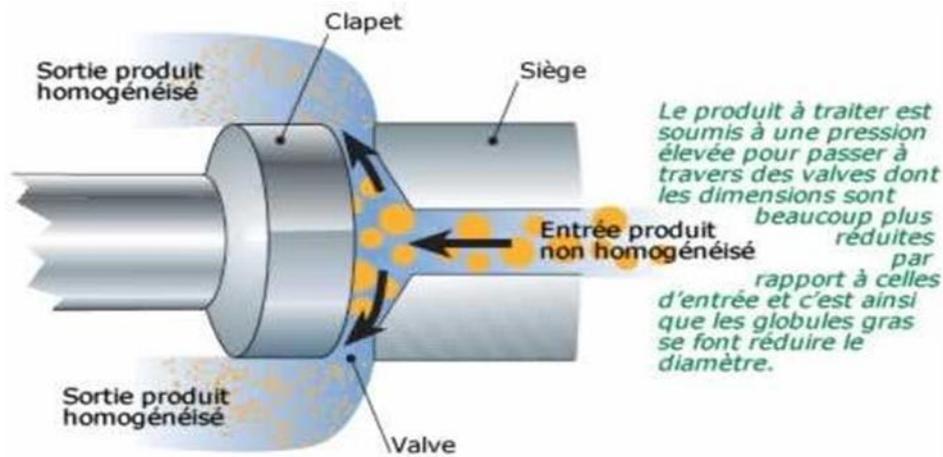
- 1- Condenseur incorporé
- 2- Entrée tangentielle du lait
- 3- Sortie du lait avec système de régulation
- 4- Pompe à vide

### II.6.5. Homogénéisation

L'homogénéisation est un traitement physique par pression appliqué afin de réduire la taille des globules gras en particules très fines dans le but d'éviter la remontée en surface de la matière grasse du lait [49].

Autrement dit c'est un traitement industriel employé principalement pour stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dans tout le liquide. De plus, ce traitement donne au lait une saveur et texture plus douces, plus onctueuses pour la même matière grasse, une couleur plus blanche, appréciée par le consommateur et de réduire sa sensibilité à l'oxydation de la matière grasse [36].

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



**Figure N°6 :** Principe du fonctionnement d'un homogénéisateur [36].

### II.6.6. Pasteurisation

La pasteurisation dans les laits UHT, est considérée comme une étape de stabilisation des protéines à fin de passer à une température supérieure à 100°C sans dénaturé la constitution physico-chimique du lait [31]. Le lait homogénéisé est conduit vers un échangeur pour être chauffé à 90°C pendant 30 secondes (tempe de pasteurisation).

La pasteurisation est effectuée dans le but de détruire les formes végétatives de certaines bactéries pathogènes et d'autres bactéries thermosensibles.

### II.6.7. 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 [50]. 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.

### II.6.8. Refroidissement successive

Le produit passe par des phases successives rapides de refroidissement jusqu'à une température ambiante d'environ 20°C.

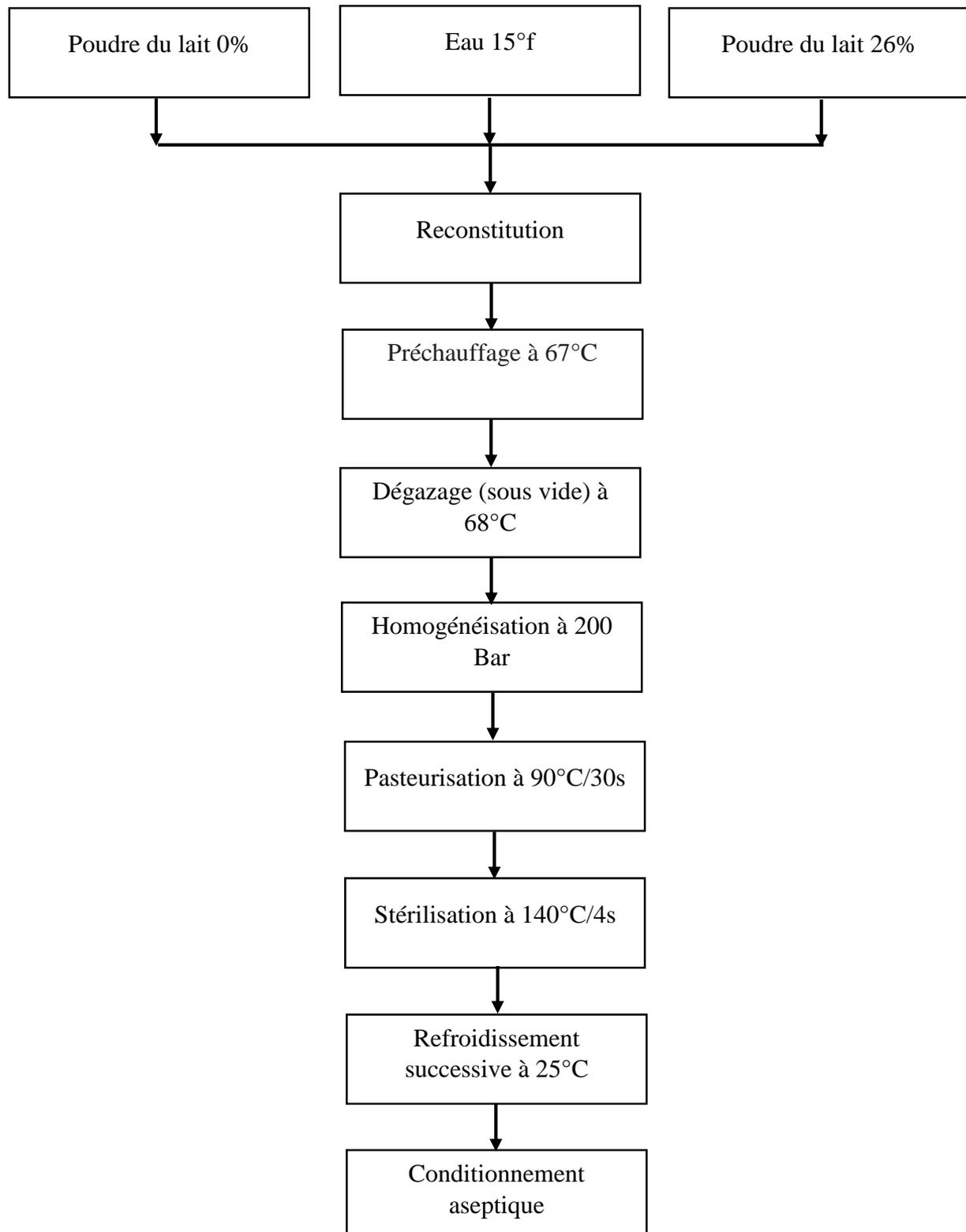
### **II.6.9. Conditionnement aseptique**

Le but du conditionnement aseptique est de réaliser le remplissage d'un récipient préalablement stérilisé et sa fermeture étanche au moyen d'un système stérile de façon à éviter toute contamination microbienne du produit conditionné [51].

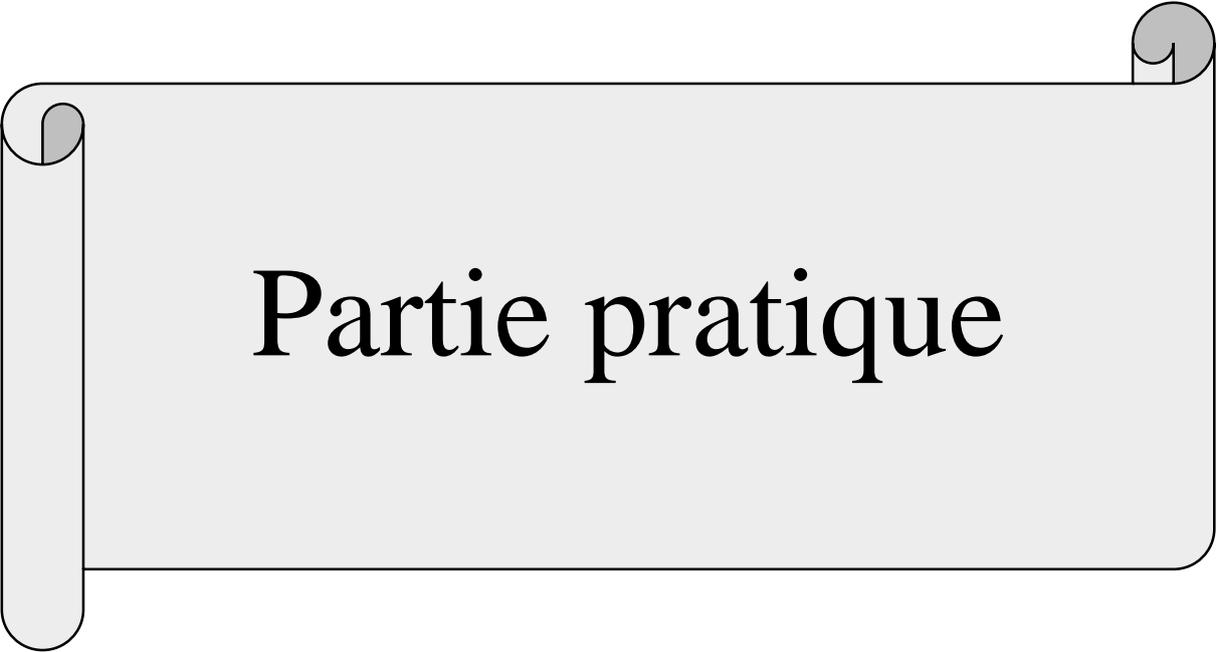
Les briques qui vont recevoir le lait UHT sont formées par la Tétra Brick Aseptique (TBA) d'un volume d'un litre elles sont formées de quatre couches de matériaux à savoir, du polyéthylène, du plastique, de l'aluminium et du papier. Elles sont opaques, imperméables aux gaz, à l'eau et à la lumière, sans saveur ni odeur et d'utilisation facile elles sont préalablement stérilisées par un jet de peroxyde d'hydrogène à 35% [52].

### **II.7. Procédé de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchín-Lait/Candia**

La figure N°7 résume les différentes étapes de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchín-Lait/Candia.



**Figure N°7 :** Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé Tchén-Lait/Candia.



# Partie pratique



Chapitre III  
Matériel et  
méthodes

## III.1. Présentation de l'organisme d'accueil

### III.1.1. Historique

Tchin-Lait est une société privée de droit Algérien, située à l'entrée de la ville de Bejaia. Elle a été fondée par M. Fawzi BERKATI en 1999, implantée sur l'ancien site de la limonaderie Tchin-Tchin qui était à l'origine, une entreprise familiale de production régionale de boissons gazeuses dans les années 1950.

C'est face à l'explosion des grandes firmes multinationales sur le marché des boissons gazeuses, l'importation des grandes marques de boissons gazeuses en Algérie a créé une importante concurrence que la société a révisée sa stratégie d'où l'idée de reconversion vers le lait UHT qui a donné naissance à Tchin Lait sous label « Candia ». Le 18 avril 2001, jour pour jour, Tchin Lait a signé un contrat de partenariat avec le leader Candia.

### III.1.2. Site

Tchin-Lait produit et commercialise le lait longue conservation UHT (Ultra Haute Température) sous le label Candia, depuis mai 2001. En 2015, Générale Laitière Jugurtha, deuxième site de production, dont le siège est à Baraki (Alger).

En novembre 2017, fusion des deux sociétés, Tchin-Lait et Générale Laitière Jugurtha en société par actions, dénommées « SPA Tchin-Lait ».

Cette laiterie moderne construite sur une superficie totale de 3000 m<sup>2</sup>, 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.

### III.1.3. Organisation

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

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

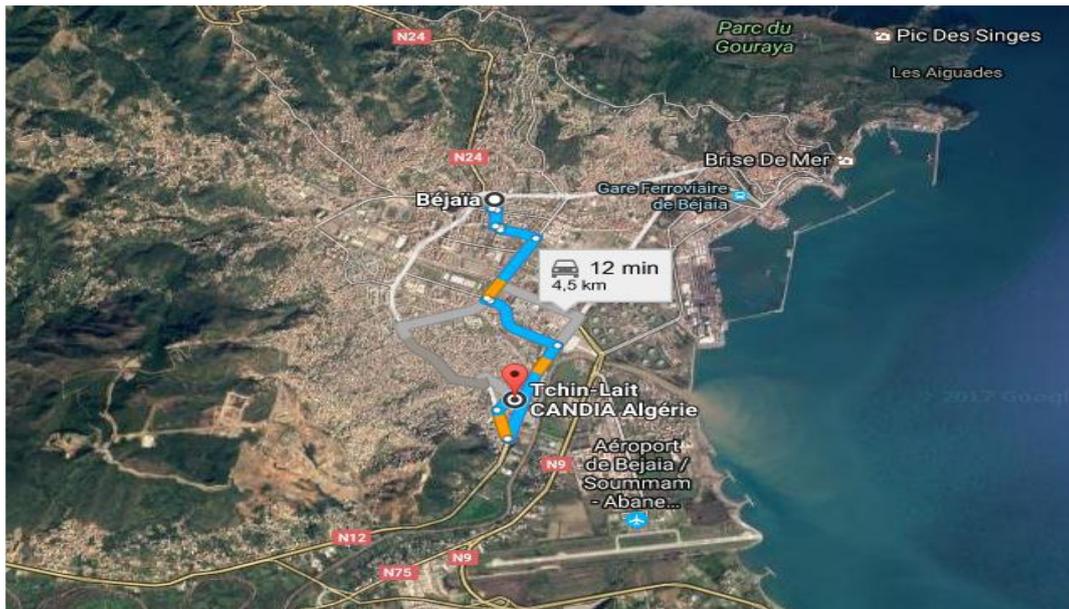
- Première équipe, 5 heures du matin à 13 heures.
- Deuxième équipe, 13 heures à 21 heures.
- Troisième équipe, 21 heures à 5 heures du matin.

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.

**III.1.4. Situation géographique**



**Figure N°8 :** Position géographique de l'entreprise Tchîn-Lait/Candia.

**III.1.5. Capacité de production de l'usine**

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

**Tableau N°6 :** Capacité de production des différentes conditionneuses.

Machine	Capacité de production par heure (litres/heure)
CFA 310	14.000
SPEED 20 cl	6400
SPEED 1L	18.000
CFA 312	15.000

III.1.6. Organigramme de l'entreprise

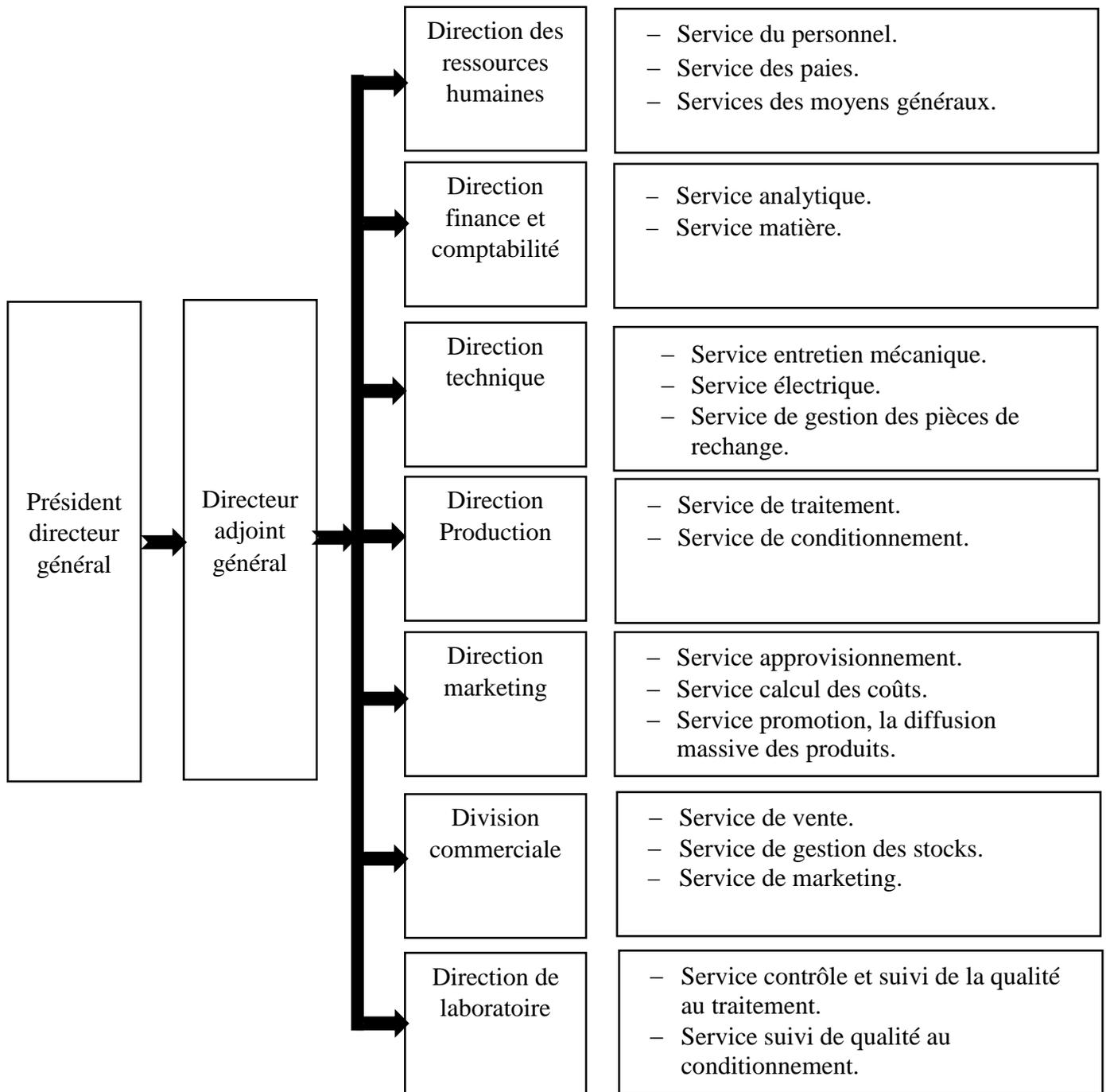


Figure N°9 : Organigramme de l'entreprise.

## III.2. Matériel et méthodes

Notre stage s'est déroulé au sein de l'unité Tchén-Lait/Candia. Toutes les analyses ont été effectuées au niveau de leurs laboratoires.

### III.2.1. Matériel utilisés

- **Matières premières :** On a pour matière première l'eau de process et la poudre de lait (0% de MG et 26% de MG).
- **Matériel et appareillage :** Le matériel et les appareils utilisés pour les différentes analyses effectuées au laboratoire sont représentés dans l'annexe N°2.
- **Réactifs et solutions :** Tous les réactifs utilisés sont de grande pureté et les solutions sont soit préparées préalablement ou préparées au moment de la réalisation de l'analyse.

### III.2.2. Mode de prélèvement et d'échantillonnage

L'échantillonnage est un point clef de l'obtention de résultats analytiques valides. En effet, sa bonne mise en œuvre permettra d'obtenir une bonne représentativité de l'échantillon prélevé [20].

La préparation de l'échantillon et le prélèvement de la portion servant à l'analyse sont les deux premières étapes d'une analyse physico-chimique. Ces étapes sont importantes pour la réussite d'une analyse, car l'exactitude du résultat en dépend. Les techniques qui seront utilisées lors de ces étapes devront permettre de respecter le principe suivant : L'aliquote prélevée pour l'analyse doit être la plus représentative possible du lot.

#### III.2.2.1. Matières premières

- **Poudre de lait (0% et 26% MG)**

L'unité Tchén-Lait ramène la poudre de lait dans des palettes, chaque palette possède 25 sacs de 25 kg de la poudre de lait soit à 26% ou 0% de MG. Le prélèvement se fait à l'aide d'une spatule métallique stérile en puisant au fond des sacs.

#### Remarque

L'ouverture des sacs destinés à l'analyse s'effectue aseptiquement dans le laboratoire de bactériologie, pour prendre des prélèvements pour la section microbiologie en premier, avant de prélever pour la section physico-chimique.

### Préparation de l'échantillon

Dans un bêcher posé sur une plaque d'agitation magnétique, on reconstitue 250 ml de lait comme suit : on fait dissoudre 25 g de poudre de lait (26% ou 0% de MG) dans 230 ml d'eau potable. Une fois la dissolution complète on transvase dans une fiole jaugée et on ajuste à 250 ml, pour faire une reconstitution de 10 %.

- **Eau de process**

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

- ✓ Ouvrir le robinet et laisser l'eau s'écouler pendant 1 à 2 minutes afin d'éviter toutes éventuelles contaminations.
- ✓ Remplir le flacon stérile.

#### III.2.2.2. Produit semi fini (reconstitué)

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

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

#### III.2.2.3. Produit fini

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

Pour chaque lot, on prélève d'une manière aléatoire une brique de lait.

### III.3. Analyses physico-chimiques

Le tableau N°7 résume l'ensemble d'analyses physico-chimiques effectuées sur les matières premières, le produit semi fini et le produit fini.

**Tableau N°7 :** Analyses physico-chimiques des matières premières, semi fini et le produit fini.

<b>Matières premières</b>	<b>Poudre de lait</b>	- Humidité(%) - pH (20°C) - Acidité (°D) - MG(%) - Test de RAMSDELL (ml de KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) - Test stabilité thermique au bain d'huile (min) – Turbidité – Gout/odeur – Couleur – Aspect.
	<b>Eau de process</b>	- pH (25°C) - TH (°f) - λ (μS /cm) - TA (°f) - TAC (°f) - Chlorures (mg/l) - Gout /odeur –Couleur.
<b>Lait reconstitué</b>		- pH (20°C) – Acidité (°D) – MG (g/l) - EST (g/l).
<b>Produit fini (brique)</b>		- Température (°C) – pH (20°C) – Acidité (°D) – Densité –MG (g/l) –Test de RAMSDELL (ml) –Test d'ébullition – Test de peroxyde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg /l) – Poids (g) – Volume (ml) – Milkoscan – Gout / odeur – Couleur.

**NB :** avant d'entamer une analyse on doit s'assurer de la fiabilité de nos appareils de mesure c'est à dire étalonner et calibrer les appareils.

### III.3.1. Mesure du pH

- **Définition**

La mesure du potentiel hydrogène (pH) est la concentration en ion hydrogène (H<sup>+</sup>) d'une solution ionisée [53].

- **Principe**

La mesure du pH se fait par un pH-mètre muni d'une électrode en verre. Elle est basée sur une réaction mettant en jeu les ions H<sup>+</sup> libres d'une solution.

- **Mode opératoire**

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

- Préparation de l'échantillon à analyser et ramené à une température avoisinant 20°C pour les laits et 25°C pour les eaux.
- Rincer la sonde de pH-mètre avec de l'eau distillée et sécher là avec du papier absorbant.
- Plonger la sonde de température et l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon à analyser (Figures N°10 et N°11).

### Remarque

Pour les laits en poudre il faut d'abord les reconstitués à 10%, puis la mesure de pH se fait de la même manière que pour l'eau.

- **Expression des résultats**

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



**Figure N°10 :** Appareil de mesure du pH de lait.



**Figure N°11 :** Appareil de mesure du pH de l'eau de process.

### III.3.2. Mesure du taux d'humidité des poudres

- **Définition**

L'humidité est la teneur en eau des poudres, elle est exprimée en pourcentage massique [15].

- **Principe**

Peser et évaporer l'échantillon au moyen d'un dessiccateur à infrarouge muni d'une balance de précision.

- **Mode opératoire**
  - Peser la coupelle et le bâtonnet dans l'appareil et tarer. Peser 5g de poudre (bien répartir sur la coupelle).
  - Appuyer sur la touche appropriée pour sélectionner l'affichage de l'humidité.
  - La fin du séchage est obtenue lorsque la perte de poids reste constante. Elle se manifeste par un « Bip » sonore (Figure N°12).
- **Expression des résultats**

Soit H la valeur lue sur l'appareil :

$$\text{Taux d'humidité} = H \% \text{ (g d'eau /100g de poudres).}$$



Figure N°12 : Mesure du taux d'humidité.

### III.3.3. Matière grasse

#### III.3.3.1. Pour les poudres de lait

- **Définition**

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

- **Principe**

Dissolution des composants constituant les poudres par l'acide sulfurique, sauf la matière grasse, cette dernière se sépare sous l'influence de la force centrifuge, après adjonction d'une petite quantité d'alcool iso amylique. Le butyromètre est gradué d'une manière à donner par lecture directe le taux de matière grasse [54].

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

- **Mode opératoire**

- Dans un butyromètre, introduire 10 ml d'acide sulfurique  $H_2SO_4$  (concentration 91%) sans mouiller le col.
- Ajouter 10 ml d'eau distillée à l'aide d'une pipette.
- Peser 2,5 g de l'échantillon et introduire la prise d'essai dans le butyromètre.
- Ajouter 1ml d'alcool iso amylique (3 méthyl-1-butanol) sans mouiller le col du butyromètre.
- Essuyer le col du butyromètre et le boucher avec soin sans perturber son contenu.
- Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.
- Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER pendant 6 minutes (Figure N°13).

- **Expression des résultats**

La lecture doit être effectuée rapidement. Tenir le butyromètre bien vertical, puis lire la valeur A de la graduation correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse puis lire la valeur B de la graduation correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse et on applique la formule (B-A).

La teneur de la matière grasse exprimée en pourcentage de masse du produit, est obtenue par la formule suivante :

$$MG = B - A \quad (\% \text{ ou } g / 100 g).$$

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

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



**Figure N°13** : Lecture du taux de MG.

### III.3.3.2. Pour le lait

- **Principe**

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique dans un butyromètre, la séparation de la matière grasse par centrifugation est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso-amylque.

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

- **Mode opératoire**

- Dans un butyromètre, introduire 10 ml d'acide sulfurique (91%) en évitant de mouiller le col.
- Ajouter 11 ml de l'échantillon pour essai à l'aide d'une pipette jaugée sans mouiller le col du butyromètre.
- Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique.
- Essuyer le col du butyromètre et le boucher avec soin.
- Agiter le butyromètre avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à disparition des grumeaux.

- Le remettre dans sa position initiale et attendre que le mélange est complètement rempli l'ampoule terminale puis procéder au retournement et attendre que l'ampoule terminale soit complètement vidée.
- Après les retournements successifs, l'agitation est suffisante et le mélange est homogène.
- Ne pas laisser le butyromètre se refroidir.
- Centrifuger pendant 5 minutes.

La lecture doit être effectuée rapidement (maximum en 10 secondes).

- **Expression des résultats**

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

La teneur en matière grasse est :

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

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

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

### III.3.4. Tests de stabilité

#### III.3.4.1. Test de RAMSDELL

- **Définition**

C'est l'évaluation de l'aptitude d'un lait à subir un traitement thermique, sans déstabilisation par ajout d'une solution de phosphate mono potassique capable de provoquer la coagulation.

Ce test a été créé initialement pour tester la stabilité à la chaleur des laits et poudres des laits. Il sert à définir la destination des laits et poudres de lait selon le résultat obtenu. Ce test dû à RAMSDELL utilisé notamment en fabrication de lait concentré, permet d'apprécier la stabilité du lait au traitement thermique, en fonction de son équilibre minéral [48].

- **Principe**

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

Le lait est surchargé en ions phosphates et porté au Bain-marie bouillant pendant 5 minutes. La surcharge entraîne la coagulation. Plus la quantité de phosphate nécessaire pour provoquer celle-ci est élevée, plus le lait est stable et inversement.

- **Mode opératoire**

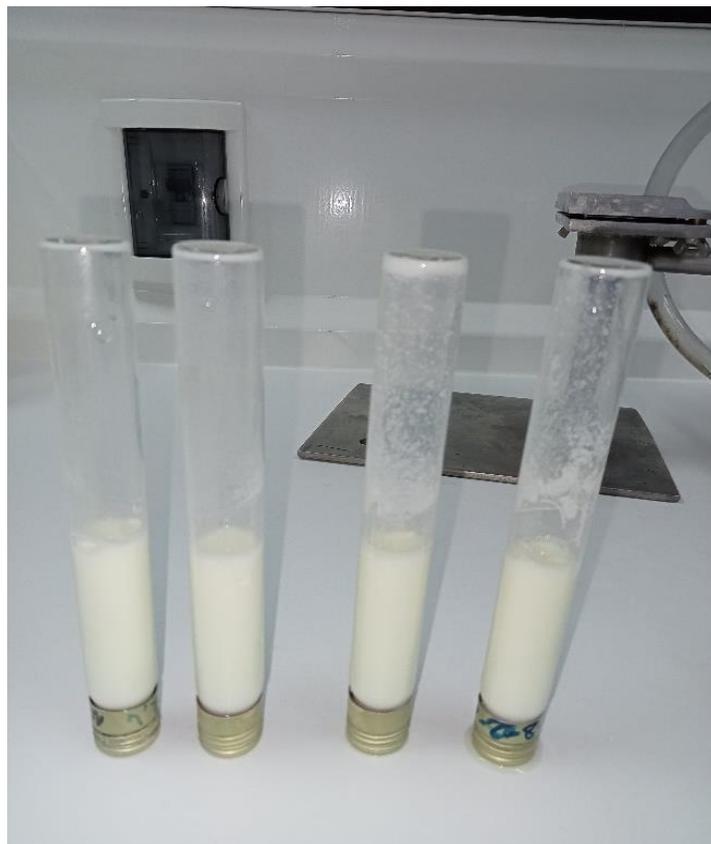
- Préparer une série de tubes contenant des quantités croissantes de la solution phosphate mono potassique  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , (le produit fini 1,8 jusqu'à 2,1 ml, les laits en poudre 1,2 jusqu'à 1,5 ml de solution phosphate mono potassique).
- Ajouter 10 ml de lait à tester dans chacun des tubes.
- Homogénéiser le mélange par retournements successifs et placer au Bain-marie bouillant et maintenir pendant 5 minutes à ébullition.
- Refroidir dans un courant d'eau froide puis examiner l'aspect des tubes qui doit être effectué rapidement (Figure N°14).

\* Tubes coagulés = Tubes positifs (+).

\* Tubes non coagulés = Tubes négatifs (-).

- **Expression des résultats**

Relever la quantité de phosphate mono potassique exprimée en ml de solution contenu dans le premier tube de série ayant coagulé.



**Figure N°14 :** Test de RAMSDELL (Aspect des tubes).

### III.3.4.2. Test au bain d'huile

- **Définition**

**Bain d'huile** : Bain-marie contenant une huile, thermostaté à 140°C.

**Stabilité thermique** : Aptitude du lait reconstitué à supporter un traitement thermique de 140°C pendant un certain temps, sans coagulation [51].

- **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.

- **Mode opératoire**

- Reconstituer le lait à 10%.
- Introduire 4 ml de lait dans un tube.
- Boucher le tube et le laisser sur le portoir.
- Placer le portoir dans le bain d'huile thermostaté à 140°C.
- Agiter le tube pendant toute la durée du chauffage.
- Faire des observations à intervalle de 5, 10, 12, 15 minutes de chauffage, si le lait n'a pas coagulé.
- Après 25 minutes de chauffage, observer si le lait a coagulé (figure N°15).

- **Expression des résultats**

La stabilité à la chaleur de la poudre de lait mesurée par la méthode du bain d'huile, s'exprime en temps minimum de chauffage nécessaire à la coagulation du lait.



**Figure N°15** : Test au bain d'huile.

### III.3.4.3. Test à l'ébullition

- **Définition**

La stabilité à l'ébullition est l'aptitude du lait à subir un traitement thermique sans coagulation ni floculation [1].

- **Principe**

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.

- **Mode opératoire**

- Prélever 5 ml du lait à analyser, les mettre dans un tube à essais.
- Fermer le tube.
- Placer le tube dans l'eau bouillante (100°C) pendant 10 minutes.

- **Lecture**

Un lait dit normal, ne coagule pas à l'ébullition, lorsqu'il s'écoule le long des parois du tube sans laisser de traces.

Un lait est dit anormal, lorsqu'il laisse des grumeaux ou il se forme un coagulum avec exsudation de sérum.

- **Expressions des résultats**

Le lait analysé est soit :

- Stable à l'ébullition : Le lait peut supporter le traitement thermique.
- Non stable à l'ébullition : Le lait ne peut pas supporter le traitement thermique.

### III.3.5. Densité

- **Définition**

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

- **Principe**

C'est le rapport massique à 20°C d'un même volume d'eau et de lait. Elle se mesure par un lactodensimètre, cet appareil est constitué d'un cylindre surmonté d'une tige graduée [55].

- **Mode opératoire**

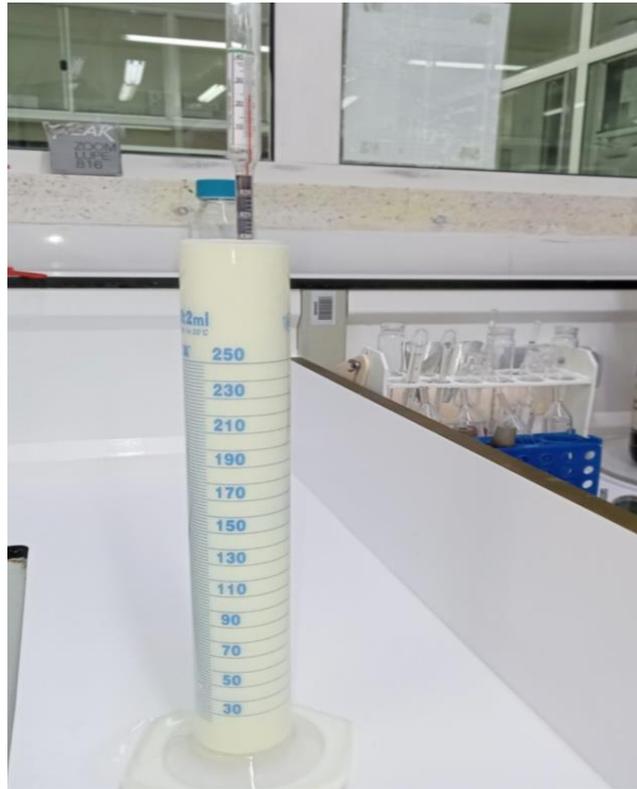
- Une éprouvette de 250 ml est remplie par l'échantillon (de température 20°C) jusqu'à un niveau permettant le débordement ultérieur.

- Immerger doucement le lactodensimètre dans l'éprouvette puis le retenir jusqu'à sa position d'équilibre et le laisser se stabiliser, éviter le contact du lactodensimètre avec la paroi de l'éprouvette (Figure N°15).

- **Expression des résultats**

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

$$\text{Densité} = 1 + \text{lecture} \times 0.001$$



**Figure N°16** : Montage pour mesure de la densité.

### III.3.6. Acidité titrable

- **Définition**

La mesure de l'acidité titrable du lait est la quantité de l'acide lactique contenue dans un litre de lait. Elle exprime en degré Dornic (un degré Dornic est équivalent à une teneur de 0,1 g d'acide lactique par litre de lait) [56].

- **Principe**

Titrage de l'acidité par une solution alcaline, jusqu'à atteindre le pH égal à 8,30.

- **Mode opératoire**
  - Dans un bécher sécher, introduire 10 ml de l'échantillon à analyser, puis titrer par la solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0,111 N (la soude Dornic) jusqu'à atteindre le pH égale 8,30.
  - Noter le volume de NaOH utilisé pour la titration (Figure N°17).



**Figure N°17** : Détermination de l'acidité titrable.

- **Expression des résultats**

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

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

Où :

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

**Fc** : Facteur de correction (Fc = 1,01).

### III.3.7. Détermination du taux d'extrait sec totale (EST)

L'extrait sec est la quantité de matières sèches contenue dans 1 litre de produit, il est exprimé en pourcentage massique ou en volumique (g/l) [57].

- **Principe**

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

- **Mode opératoire**

- Soulever le couvercle du dessiccateur à infrarouge.
- Mettre une coupelle en aluminium sur la balance du dessiccateur puis tarer.
- Mettre dans la coupelle 11 g de sable et rajouter le bâtonnet puis tarer.
- Peser 3 g du volume du lait dans la coupelle.
- Mélanger bien à l'aide du bâtonnet avec le sable, étaler sur toute la surface de la coupelle.
- Fermer l'ouverture du dessiccateur.

La fin d'analyse se manifeste par une sonnerie, puis lire le résultat affiché sur le cadran du dessiccateur.

- **Expression des résultats**

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

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

**EST** : Extrait sec total (g/l).

**L** : Lecture en pourcentage.

**d** : Densité du lait.

### III.3.8. Turbidité

- **Principe**

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

Elle consiste à ajouter 4 g de sulfates d'ammonium dans 20 ml de lait reconstitué. Après filtration, 05 ml de sérum recueilli sont chauffés pendant 05 minutes au bain marie à 100°C. Lorsque le sérum reste limpide, le lait dont il provient a été chauffé au-dessus de 100°C, il se trouble dans le cas contraire [1].

- **Mode opératoire**

- Reconstitué le lait à 10%.
- Introduire 20 ml de lait reconstitué dans un bécher.
- Ajouter 4 g de sulfates d'ammonium  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  à l'échantillon.
- Agiter l'échantillon jusqu'à coagulation du lait.
- Filtrer l'échantillon de lait coagulé avec du papier filtre.
- Recueillir le filtrat (sérum) dans un tube à essai.

- Prendre 05 ml du sérum recueilli dans un tube à essai et les portés à ébullition pendant 05 minutes (Figure N°18).

- **Expression des résultats**

La turbidité exprimée visuellement :

Lorsque le sérum reste limpide (turbidité négative), le lait dont il provient a été chauffé au-dessus de 100°C.

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



**Figure N°18 : Test de turbidité.**

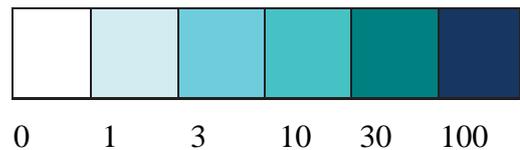
### III.3.9. Test de peroxyde

Ce texte effectué pour déterminer la présence ou l'absence des seuils tolérables de peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$  dans le produit fini. Ce dernier utilisé comme produit de stérilisation de l'emballage tétra pack.

Le principe est basé sur l'utilisation d'une bandelette contenant une enzyme (peroxydase, catalase), qui dégrade le peroxyde d'hydrogène qui se trouve dans l'échantillon de lait [58].

- **Mode opératoire**

Immerger la bandelette dans l'échantillon de lait pendant 1 s, après éliminé l'excédent de liquide en secouant la bandelette, puis comparer la couleur de la zone test avec l'échelle colorimétrique sur l'emballage des bandelettes (Figures N°19 et N°20).



(mg/l H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

**Figure N°19 :** Test du peroxyde.

**Figure N°20 :** Echelle colorimétrique du peroxyde.

### III.3.10. MILKOSCAN

- **Définition**

Le Milkoscan est un appareil simple, rapide et sûr pour l'analyse de lait, il offre une bonne précision sur tous les paramètres mesurés à partir d'un échantillon.

- **Principe**

Il est basé sur une analyse par un spectrophotomètre à infrarouge. L'échantillon analysé est bombardé par un rayon à infrarouge, celui-ci est réfléchi par les molécules de matière grasse, de protéine et lactose.

- **Les paramètres déterminés par le Milkoscan sont :**

- Matière grasse (MG) ;
- Matière protéique (MP) ;

- Lactose ;
- Extrait sec totale (EST) ;
- Extrait sec dégraissé (ESD) ;
- Point de congélation (FPD) ;

- **Mode opératoire**

Après calibration du Milkoscan et nettoyage à l'aide d'une solution FOSSCLEAN, introduire une quantité de lait à analyser dans un bêcher, puis tromper la sonde de Milkoscan dans le bêcher à analyser.

Les résultats s'affichent sur l'écran de l'ordinateur après 2 minutes (Figure N°21).



**Figure N°21 : MILKOSCAN.**

### III.3.11. Poids

Le principe est de connaître le poids net du produit une fois emballé à l'aide d'une balance analytique.

- **Mode opératoire**
  - Poser la brique sur la balance analytique.
  - Lire le résultat affiché sur l'écran de la balance.
- **Expression des résultats**

Le poids net est déterminé à partir de l'expression suivante :

$$\text{Poids (g)} = \text{Lecture} - \text{poids de l'emballage}$$

### III.3.12. Volume

C'est la longueur, la largeur et la hauteur de l'espace occupé par une matière. La mesure de volume dans le système métrique est en centimètre cubes ou en litres [59].

- **Expression des résultats**

Le volume de la brique est déterminé par la relation suivante :

$$V = m / d$$

**V** : Volume de la brique de lait.

**m** : Masse du lait (g), m= poids de la brique remplie – poids de la brique vide (emballage).

**d** : Densité du lait.

### III.3.13. Mesure de la conductivité électrique

- **Définition**

La conductivité ( $\lambda$ ) c'est l'ensemble ou la quantité des sels dissous (électrolytes) contenus dans une solution, s'effectue à l'aide d'un conductimètre qui permet la mise en évidence de la présence d'ions  $H^+$  et  $OH^-$ , ainsi que les ions dissous qui confèrent à l'eau une certaine aptitude à conduire le courant électrique. La conductivité est exprimée en micro siemens par centimètre ( $\mu S/cm$ ) [60].

- **Mode opératoire**

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

- **Expressions des résultats**

Le résultat est directement affiché sur le cadran du conductimètre.

### III.3.14. Détermination du titre hydrotimétrique

- **Définition**

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

- **Principe**

La détermination du TH est basée sur un titrage par complexométrie du calcium et du magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide Ethylène Diamine Tétra Acétique (EDTA) à  $pH = 10$ . Le NET (Noir Eriochrome T) qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions de calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur coloré.

Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  combinés avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de couleur du rouge foncé ou violet au bleu [60].

• **Mode opératoire**

Prendre 100 ml de l'échantillon à analyser, ajouter 04 ml du tampon ammoniacal à pH=10 et ajouter une pincée de l'indicateur coloré Noir Eriochrome T puis titrer avec de l'EDTA jusqu'à apparition d'une couleur bleue.

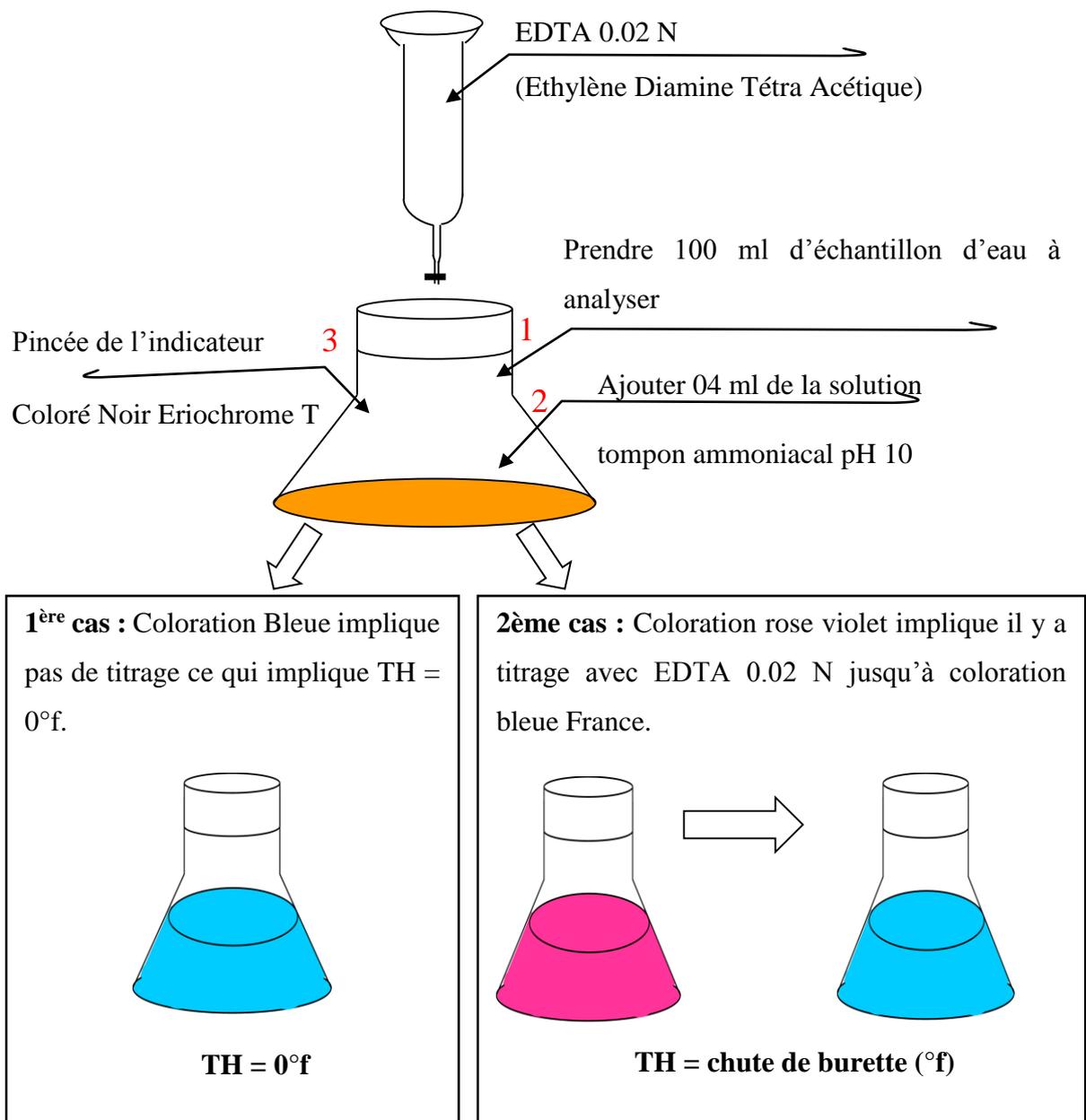
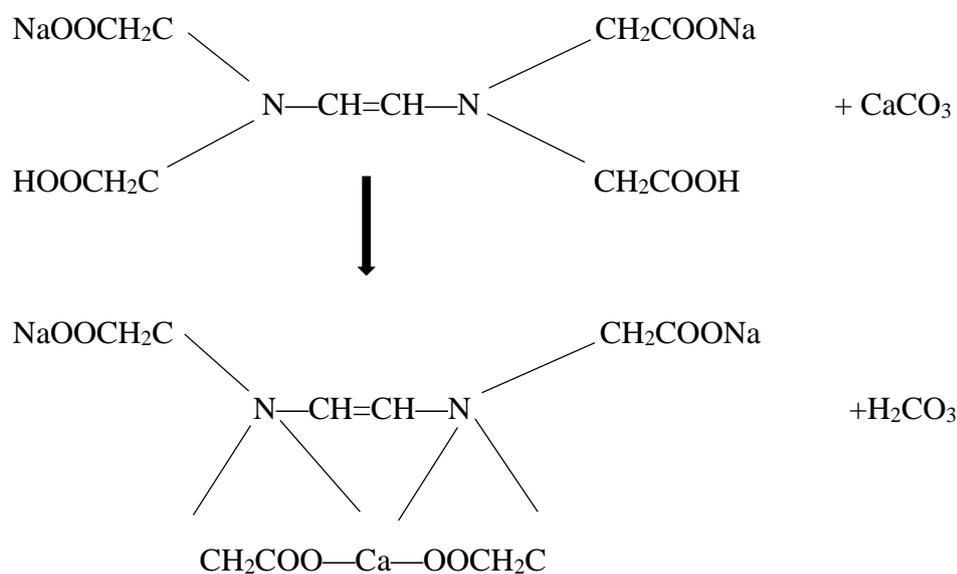


Figure N°22 : Dosage du titre hydrotimétrique.

## ➤ Réaction chimique



## • Expression des résultats

**TH (°f) = chute de burette**

## III.3.15. Détermination de l'alcalinité

## • Principe

L'alcalinité d'un échantillon est déterminée par un titrage avec une solution d'acide sulfurique. Au fur et à mesure du titrage, le pH diminue légèrement. Lorsque l'échantillon contient des carbonates, un premier point d'équivalence peut être observé aux environs de  $\text{pH} = 8,3$ . Il s'agit du titre alcalimétrique simple TA. Ce point correspond à la transformation des ions carbonates en bicarbonates. Cependant, l'alcalinité est mesurée au deuxième point d'équivalence, soit celui correspondant à la transformation du bicarbonate en acide carbonique. Ce point d'équivalence se trouve aux environs de  $\text{pH} = 4,3$ . On parle alors du titre alcalimétrique complet TAC.

## III.3.15.1. Titre alcalimétrique TA

Titre alcalimétrique simple (TA) il nous renseigne sur la concentration des hydroxydes alcalins et la moitié des carbonates.

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}]$$

- **Mode opératoire**

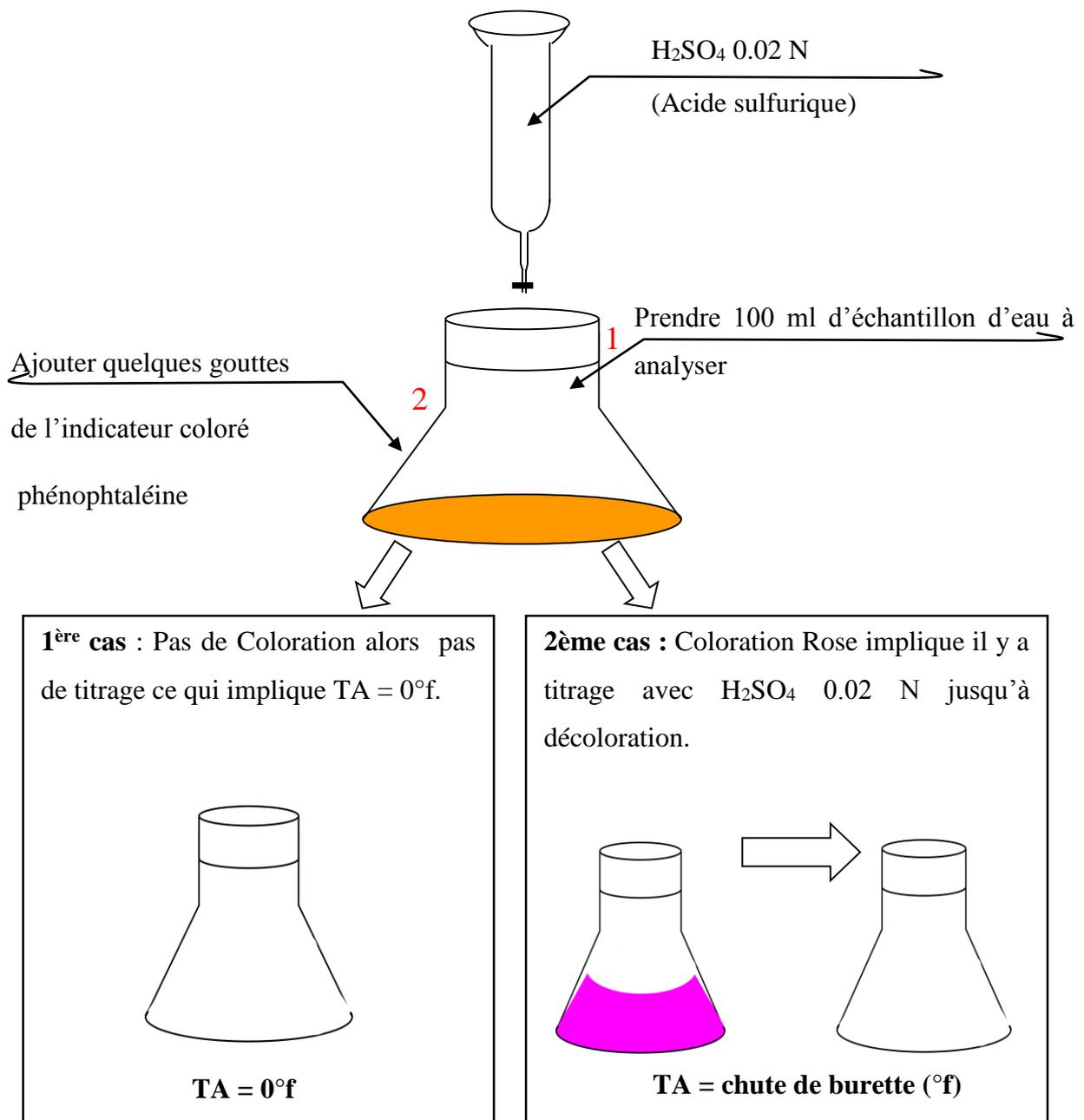
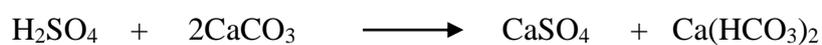
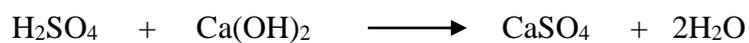


Figure N°23 : Dosage du titre alcalimétrique.

➤ **Réactions chimiques**



### III.3.15.2. Titre alcalimétrique complet TAC

Le titre alcalimétrique complet TAC il nous renseigne sur la concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et des bicarbonates.

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

- **Mode opératoire**

Prendre 100 ml de l'échantillon à analyser, ajouter quelques gouttes de l'indicateur coloré phénolphthaléine puis titrer avec de l'acide sulfurique jusqu'à apparition d'une couleur transparente (c'est le TA), ajouter quelques gouttes de l'indicateur coloré méthylorange et titrer jusqu'à apparition d'une couleur orange rouge.

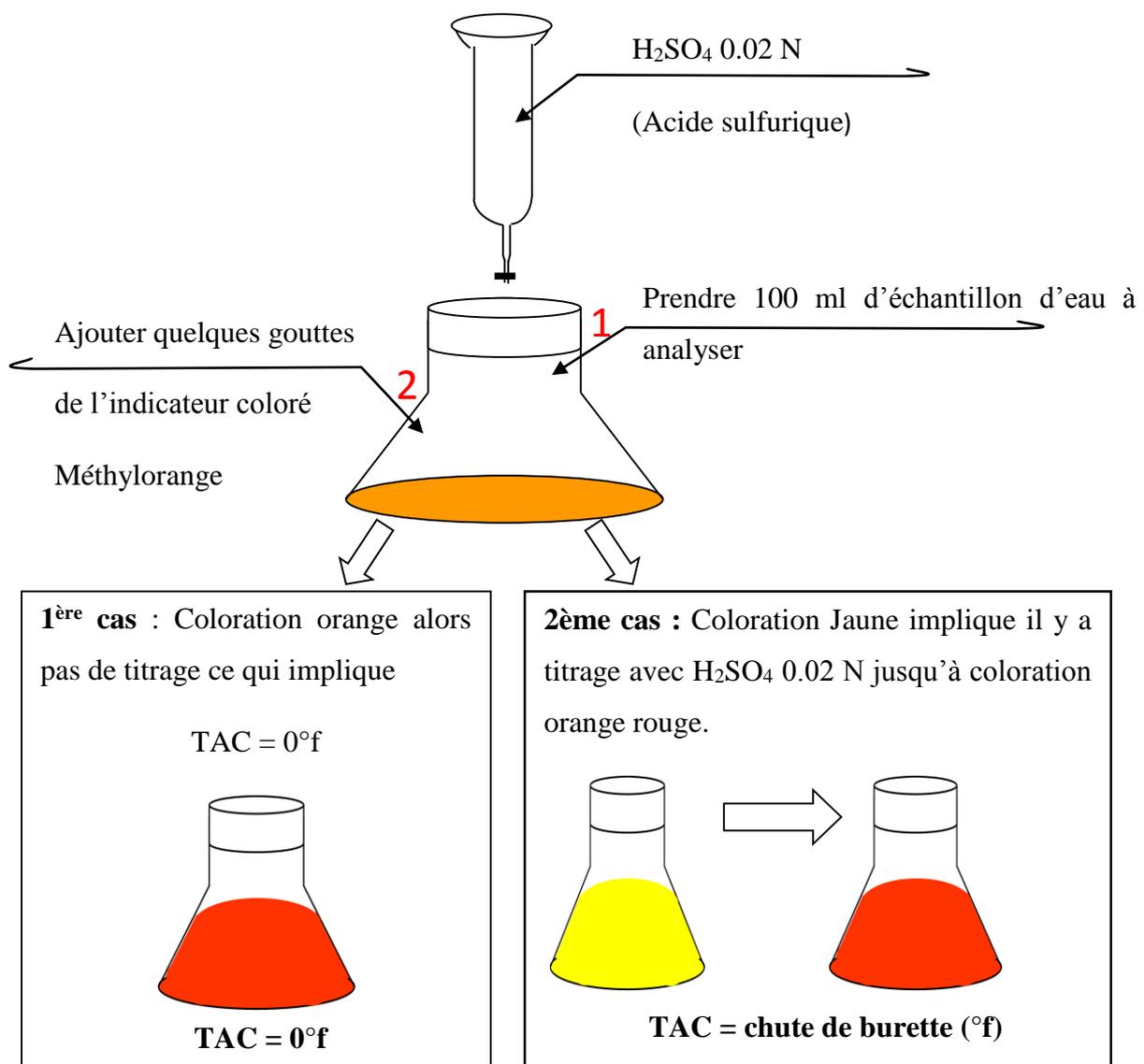
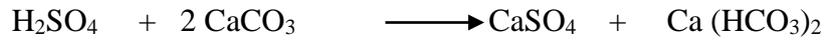
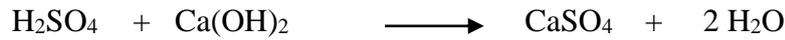


Figure N°24 : Dosage du titre alcalimétrique complet.

➤ **Réactions chimiques**



### III.3.16. Chlorures [Cl<sup>-</sup>]

- **Principe**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre, par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent. La détermination des chlorures est basée sur la réaction entre les ions Cl<sup>-</sup> et les ions Ag<sup>+</sup> [61].

- **Mode opératoire**

Prendre 100 ml de l'échantillon à analyser, ajouter 2 ml de l'indicateur coloré chromates de potassium et titrer avec des nitrates d'argent jusqu'à apparition d'une couleur rouge brique.

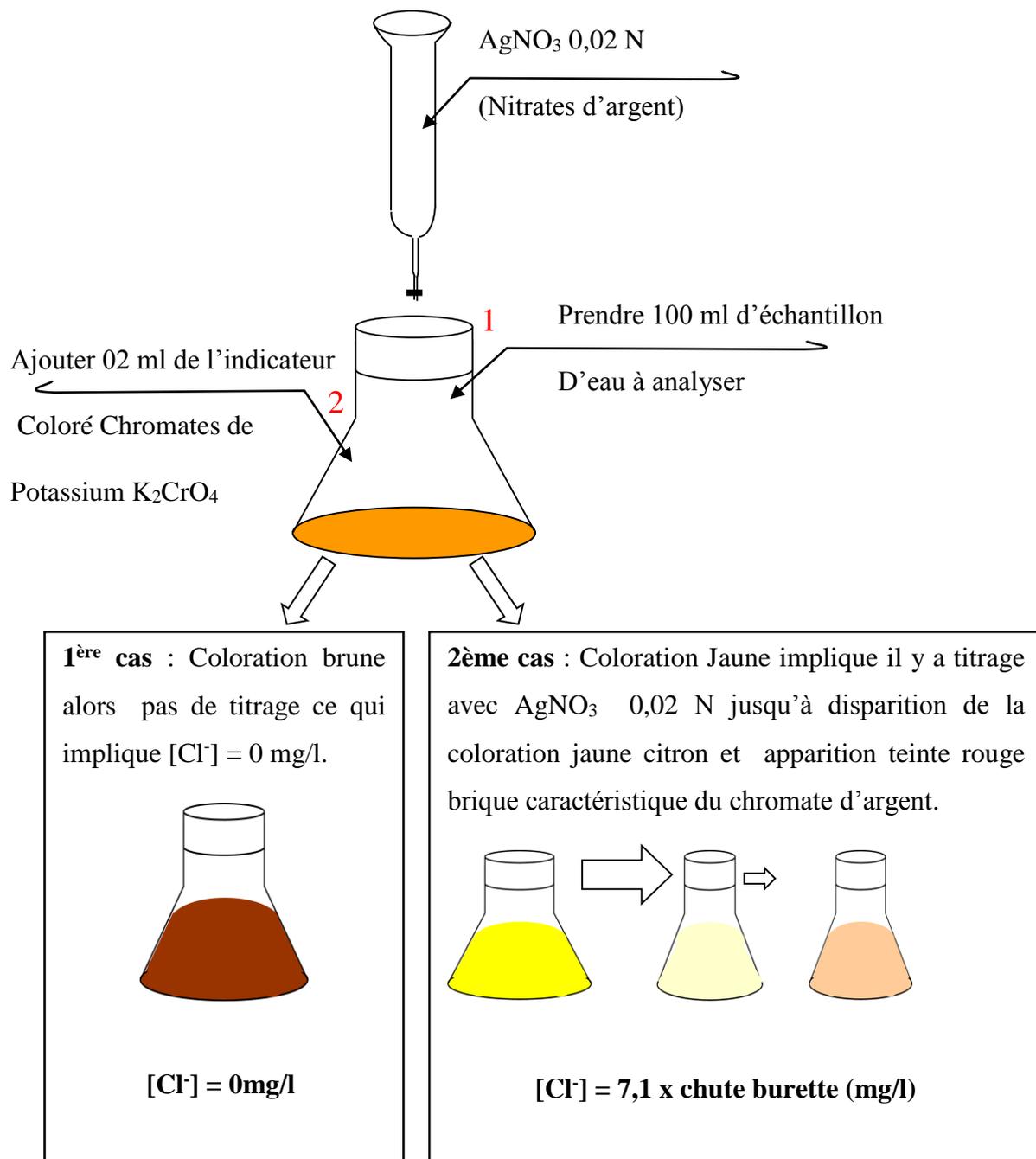
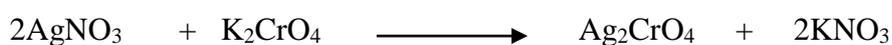
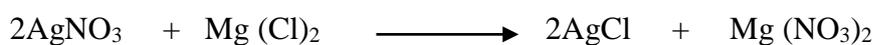


Figure N°25 : Dosage des chlorures.

➤ Réactions chimiques

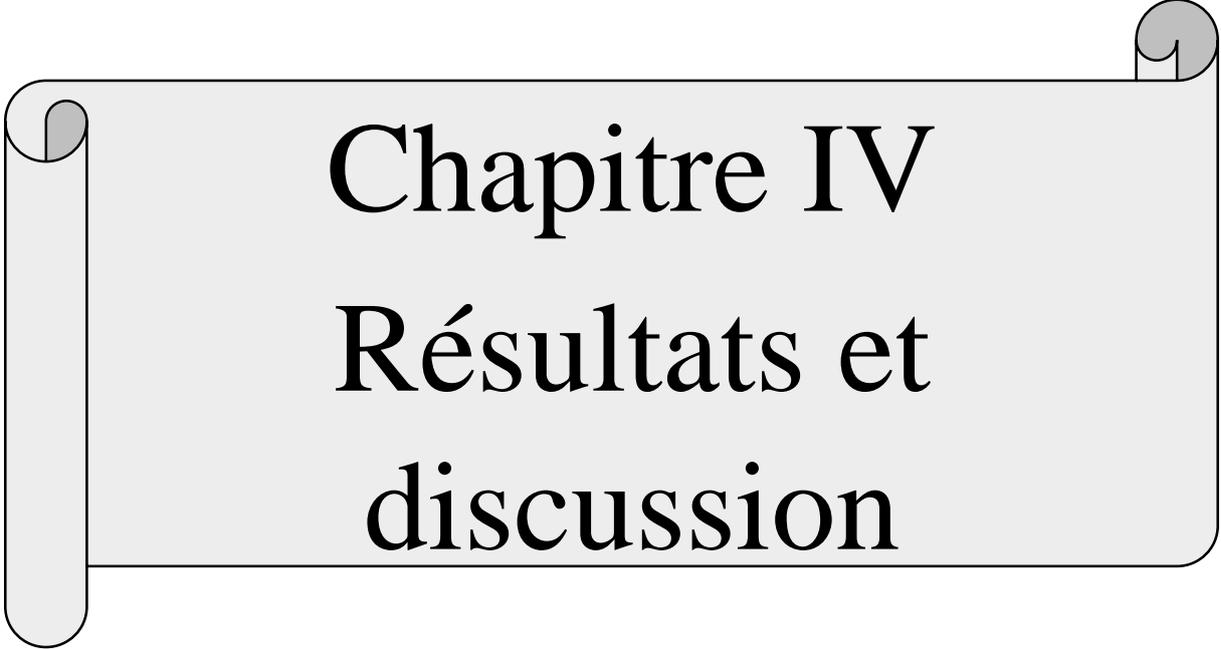


**III.3.17. Analyses sensorielles****III.3.17.1. Aspect et couleur**

La couleur doit être normale, blanchâtre pour les poudres de lait (0% MG et 26% MG) Sans grumeaux et corps étrangers pour les deux types de poudre et l'analyse est faite visuellement. Concernant l'eau de processus, elle doit être limpide, incolore et inodore, et pour le lait elle doit être blanche.

**III.3.17.2. Goût et odeur**

L'analyse est faite par un test olfactif et gustatif. La technique consiste à goûter une quantité de l'échantillon. Le goût et l'odeur doivent être normaux et caractéristiques d'un produit de bonne qualité.



Chapitre IV  
Résultats et  
discussion

### IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé

#### IV.1.1. Analyses effectuées sur les matières premières

##### a) Eau de process

L’histogramme indiqué sur la figure N°26 résume l’ensemble des résultats d’analyses physico-chimiques de l’eau de process.

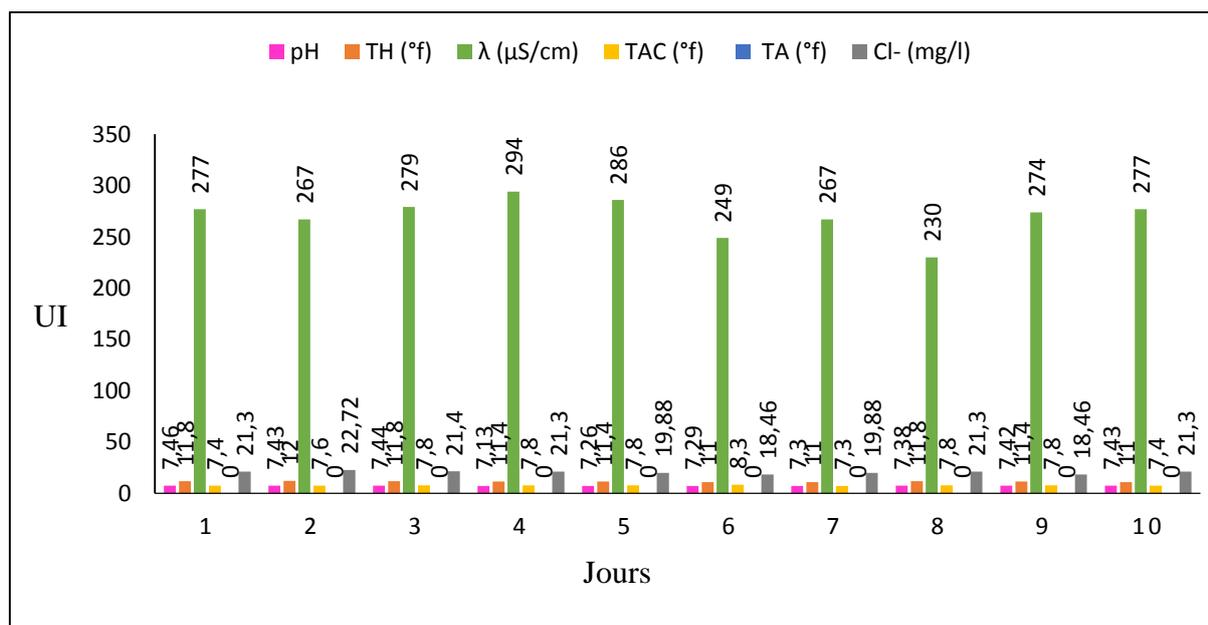


Figure N°26 : Résultats d’analyses physico-chimiques de l’eau de process (traité).

Ces résultats sont conformes aux normes de l’entreprise indiquées sur le tableau N°8.

Tableau N°8 : Normes des paramètres physico-chimiques de l’eau de process.

Paramètres	NIE (Candia)
pH	7 – 7,8
TH (°f)	7 – 12
λ (μS/cm)	< 400
TAC (°f)	3 – 10
TA (°f)	0
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	10 – 35

Cette conformité touche tous les paramètres physico-chimiques (pH,  $\lambda$ , TH, TAC, TA et Cl<sup>-</sup>) des différents échantillons analysés d'eau de processus. Et d'après ces résultats on peut remarquer que :

Le pH de l'eau de processus qui est d'une moyenne 7.35 est voisin de la neutralité. Si l'eau a un pH trop bas cela entrainera des problèmes de corrosion des tuyaux (canalisations) dans les systèmes de distribution d'eau et aura un goût légèrement amer et métallique. À l'inverse, si le pH de l'eau est trop élevé, elle aura un goût semblable à du bicarbonate de soude. D'autre part, des dépôts de calcaire apparaîtront, diminuant l'efficacité de plomberie. Le pH de l'eau conditionne donc les équilibres physico-chimiques, en particulier l'équilibre calcocarbonique et donc l'action de l'eau sur les carbonates (attaque ou dépôt). Donc le contrôle du pH sert à réduire la corrosion et l'entartrage.

Par ailleurs, les valeurs obtenues pour la dureté totale de l'eau (TH) sont aux alentours de 11 et 12 °f (eau douce) ce qui confère à cette eau la propriété d'avoir une bonne dissolution de la poudre de lait. Ces résultats peuvent être expliqués par la bonne qualité des eaux utilisées et l'efficacité du système de traitement des eaux.

On constate aussi, que tous les échantillons d'eau analysés présentent une concentration en chlorures conforme aux normes ne dépassent pas 35 mg/l. De même, on remarque que tous les résultats de l'analyse de la conductivité des eaux de process sont corrects (< 400  $\mu$ S /cm). Une conductivité élevée est le résultat d'une augmentation de la concentration des ions en solution. Ceci témoigne du bon déroulement du traitement des eaux et l'efficacité de l'osmoseur.

L'eau de process présente un TA nul et un TAC variant entre 7,4 et 8,3. Ces résultats sont dans les normes internes de l'entreprise. L'unité Tchil-Lait/Candia essaie de maintenir un niveau d'alcalinité acceptable afin d'empêcher la formation d'une eau acide et les dommages conséquents sur les canalisations ainsi que de tout autre équipement de distribution.

#### **b) Poudre de lait**

Les figures N°27 et N°28 résument les différents résultats d'analyses physico-chimiques des poudres de lait réceptionnées (0% MG et la 26 % MG).

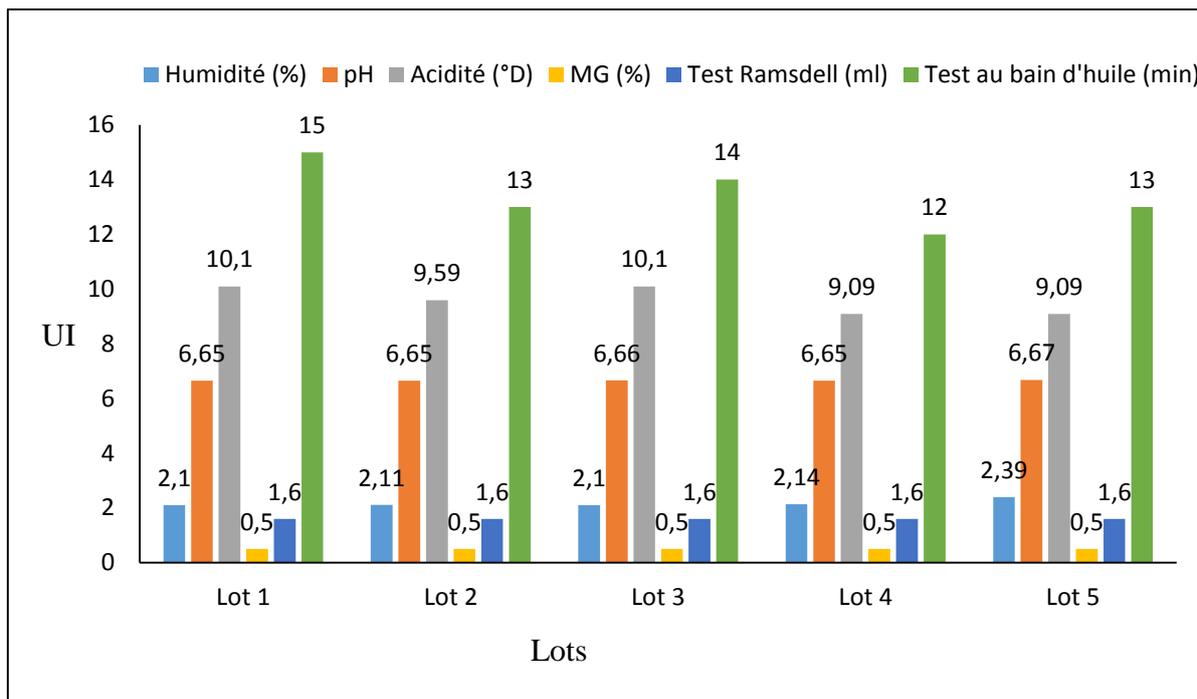


Figure N°27 : Résultats d’analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0% de MG.

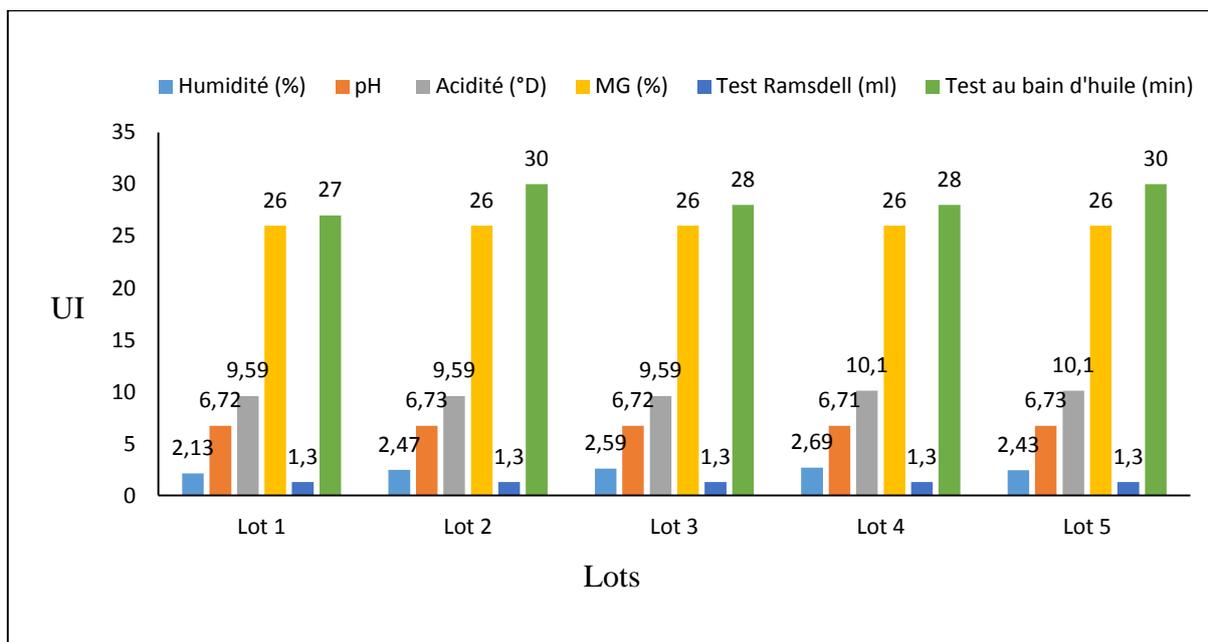


Figure N°28 : Résultats d’analyses physico-chimiques de la poudre de lait 26% de MG.

Les résultats portés sur les figures précédentes sont conformes aux normes de l’entreprise qui sont indiquées dans le tableau N°9.

**Tableau N°9** : Normes des paramètres physico-chimiques de la poudre de lait.

<b>Paramètres</b>	<b>NIE (Candia) pour la poudre de lait de 0% de MG</b>	<b>NIE (Candia) pour la poudre de lait de 26% de MG</b>
<b>Humidité (%)</b>	Max 4	Max 4
<b>pH</b>	6,60 – 6,90	6,60 – 6,90
<b>Acidité (°D)</b>	< 15	< 15
<b>MG (%)</b>	< 1,25	≥ 26
<b>Test de Ramsdell (ml)</b>	≥ 1,3	≥ 1,3
<b>Test au bain d'huile (min)</b>	> 5	≥ 12

Pour la teneur en matière grasse de la poudre de lait analysée dans les cinq lots, celle-ci est stable pour chaque type de poudre : La poudre à 0% de MG est stable à 0,5% et la poudre de 26% de MG est stable à 26%. Ces valeurs répondent aux normes de composition d'une poudre de lait.

Le résultat positif du pH et de l'acidité titrable peut nous renseigner beaucoup plus selon Mathieu [24] sur la stabilité du lait et celle de ces micelles de caséines cela indique qu'avant le séchage le lait était stable et frais donc le lait était de bonne qualité.

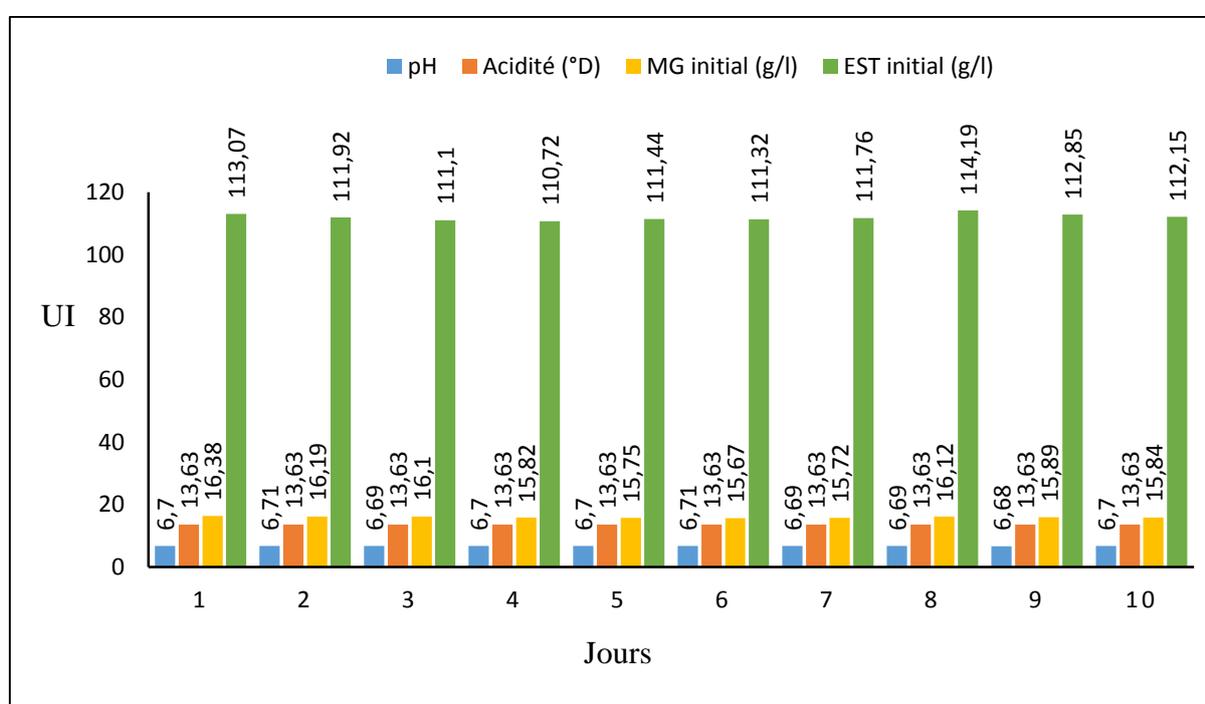
Par ailleurs, les faibles teneurs en humidité enregistrées dans les échantillons des différentes poudres de lait analysés et qui ne dépassent pas 2,69% peuvent être dus aux bonnes conditions de production (séchage), stockage, emballage ainsi que le respect de conditionnement durant le transport. L'absence d'humidité protège les poudres de diverses altérations physico-chimiques.

Concernant les résultats du test de Ramsdell (représenté par le plus petit volume de solution de phosphate nécessaire pour faire coaguler le lait), on remarque que le test de Ramsdell pour la poudre de lait 0% MG est stable à 1,6 ml, et celui de la poudre de lait 26% MG indique que le volume de la solution monopotassique nécessaire pour faire coaguler le lait est égal à 1,3 ml pour tous les échantillons analysés. Ces résultats indiquent que les poudres analysés sont acceptables et indiquent la stabilité de la poudre de lait par rapport à son équilibre minérale et protéique.

Les résultats du test au bain d'huile pour les deux types de poudre de lait analysé sont conformes aux normes internes de l'entreprise sachant que l'objectif de ce test est de déterminer la stabilité de la poudre au cours du traitement thermique. Ainsi, on peut dire que les poudres analysées peuvent servir à la reconstitution du lait et elles sont aptes à subir un traitement thermique sans coagulation. Et à résister à la température de stérilisation (140°C).

#### IV.1.2. Résultats effectués sur le produit semi fini du lait demi écrémé

Sur la figure N°29 l'histogramme résume l'ensemble des résultats d'analyses physico-chimiques effectuées sur le produit semi fini du lait demi écrémé.



**Figure N°29 :** Résultats d'analyses physico-chimiques de produit semi fini du lait demi écrémé.

En comparant les résultats portés dans la figure précédente aux normes indiqués dans le tableau N°10 on constate que le pH et l'acidité sont conformes aux normes, par contre les résultats de l'EST et MG sont légèrement supérieurs.

**Tableau N°10** : Normes des paramètres physico-chimiques du produit semi fini.

Paramètres	NIE (Candia)
<b>pH</b>	6,60 – 6,80
<b>Acidité (°D)</b>	≤ 15
<b>EST (g/l)</b>	109,5 – 110,5
<b>MG (g/l)</b>	15,5 – 16,5

Dans ce cas l'industrie va procéder à des mesures de correction qu'on appelle réajustement, Cet excès en EST et MG doit être corrigé par l'ajout des quantités d'eau selon le volume de préparation.

Le volume de réajustement est déterminé comme suit :

$$V_R = \frac{(EST_M - EST_N)}{EST_N} \times V_P$$

Où :

**V<sub>R</sub>** : Volume de réajustement.

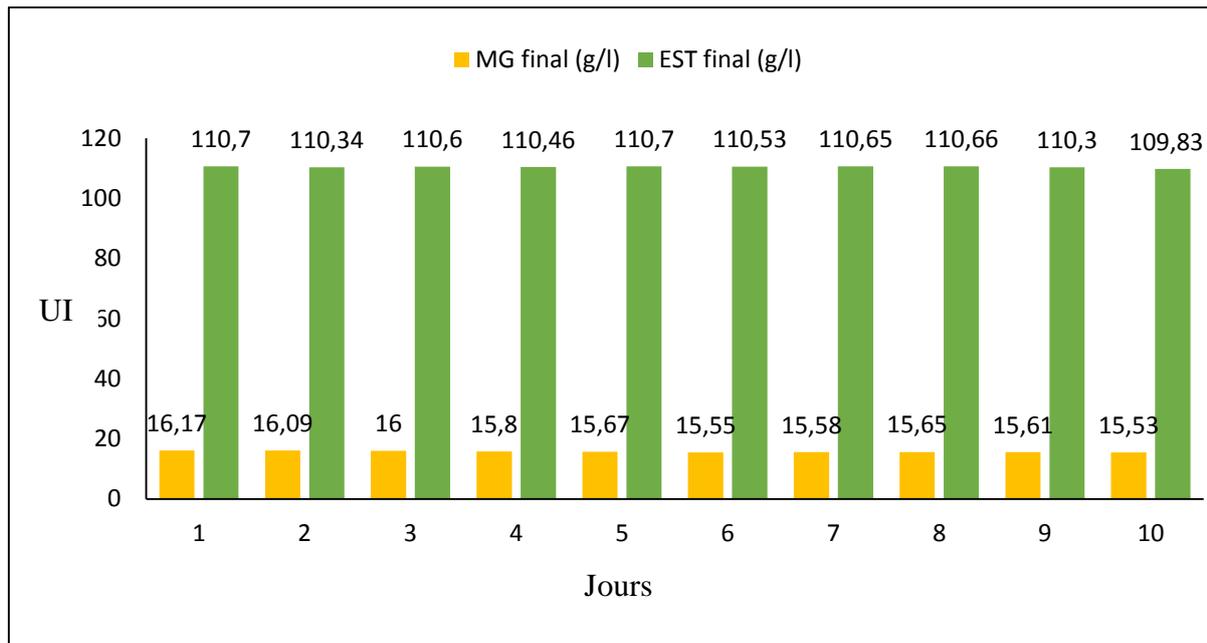
**EST<sub>M</sub>** : Extrait sec total mesuré.

**EST<sub>N</sub>** : Extrait sec total norme.

**V<sub>P</sub>** : Volume de préparation.

La non-conformité des taux en EST et en MG au départ peuvent être expliqués par l'ajout de MG en excès pour des raisons de préparation. Le défaut en MG est une fraude pour le consommateur et non conforme selon la réglementation dans la dénomination du lait demi écrémé. Ce défaut peut être réglé par l'ajout d'eau.

La figure N°30 indique l'ensemble des Résultats d'analyses physico-chimiques de produit semi fini du lait demi écrémé après réajustement.



**Figure N°30 :** Résultats d'analyses physico-chimiques de produit semi fini après réajustement.

En comparant les résultats portés dans la figure précédente aux normes indiqués dans le tableau N°10 on constate que notre produit est conforme aux normes.

#### **IV.1.3. Résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le produit fini (lait UHT demi écrémé)**

Les résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini, indiqués sur la figure N°31 sont conformes aux normes internes de l'entreprise d'après le tableau N°11.

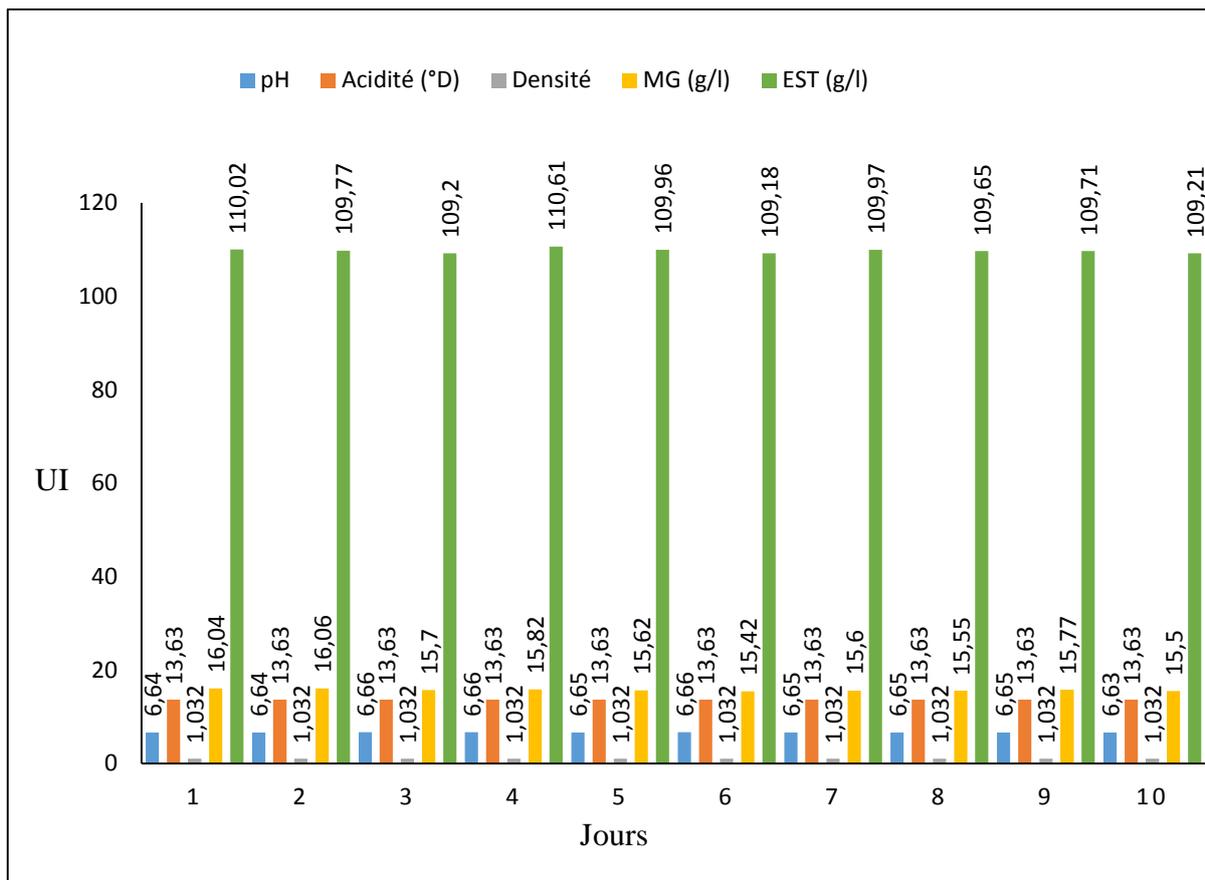


Figure N°31 : Résultats d’analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé (produit fini).

Tableau N°11 : Normes des paramètres physico-chimiques du produit fini.

Paramètres	NIE (Candia)
pH	6,60 – 6,80
Acidité (°D)	≤ 15
Densité	1,031 – 1,033
EST (g/l)	109,5 – 110,5
MG (g/l)	15,5 – 16,5
Ramsdell (ml)	≥ 1,6
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg/l)	0
Volume (ml)	1000 ± 5
Poids (g)	1055 – 1065

Le pH du produit fini varie entre 6,63 et 6,73. Ces valeurs voisines de la neutralité sont conformes à la norme interne de l’entreprise, ce qui permet une longue conservation du produit, en sauvegardant ces qualités organoleptiques et sa valeur nutritionnelle. Le pH nous renseigne beaucoup plus sur la stabilité du lait et celle de ces micelles.

Pour la teneur en matière sèche totale du lait partiellement écrémé doit être comprise dans l'intervalle 109,5 – 110,5 g/l. D'après les résultats indiqués sur la figure N°27, nous constatons que toutes les valeurs moyennes de l'EST sont conformes.

La teneur en matière grasse des échantillons analysés de lait UHT demi écrémé varie de 15,42 et 16,04 g/l, ces résultats sont dans la gamme admise à la norme interne d'entreprise (15,5 – 16,5 g/l). Ce qui prouve que la composition en matière grasse a été respectée.

L'acidité titrable du lait demi écrémé est stable à 13,63 °D pour tous les échantillons analysés. Cette valeur est dans le domaine de norme interne de l'entreprise qui est inférieur à 15°D. L'acidité nous renseigne sur la fraîcheur du lait.

La valeur de la densité obtenue est comprise dans l'intervalle de la norme interne de l'entreprise, ce qui veut dire que la quantité de la matière grasse et des protéines du lait a été préservée. L'augmentation de la densité signifie que le lait est enrichi en matière sèche, une diminution de celle-ci traduit un enrichissement en matière grasse.

Concernant les tests de stabilité (test d'ébullition et le test de Ramsdell), les résultats montrent l'absence de coagulation du lait. En effet on sait qu'en règle générale, le lait ne commence à coaguler que lorsque l'acidité dépasse 21°D, Sachant que la valeur d'acidité obtenue pour les différentes briques est de 13,63°D, ceci explique la stabilité de ces laits à l'ébullition et au traitement thermique. Egalement, les briques de lait sont conformes aux normes selon le test de Ramsdell. La quantité de la solution phosphate mono potassique nécessaire pour provoquer une coagulation est de 2 ml pour toutes les analyses effectuées, et la norme recommandée est :  $\geq 1,6$  ml, ce qui traduit une grande stabilité du lait par rapport au traitement thermique en fonction de son équilibre minéral et protéique.

Toutes les briques testées présentent une concentration de 0 mg/l de peroxyde, ce qui indique qu'après stérilisation des emballages avec celui-ci, ce dernier est éliminé par séchage à hautes températures.

L'intérêt de peser le poids de la brique est d'éviter les fraudes vis à vis de consommateur, d'autre part vis-à-vis du contrôle de qualité de répression des fraudes. Et sur le plan économique, l'excès de quelque millilitre est une perte d'argent pour l'entreprise. Egalement, le volume et le poids des briques sont conformes aux normes recommandées par l'entreprise. Elles sont de 1000  $\pm$ 5 ml et 1055 – 1065 g respectivement.

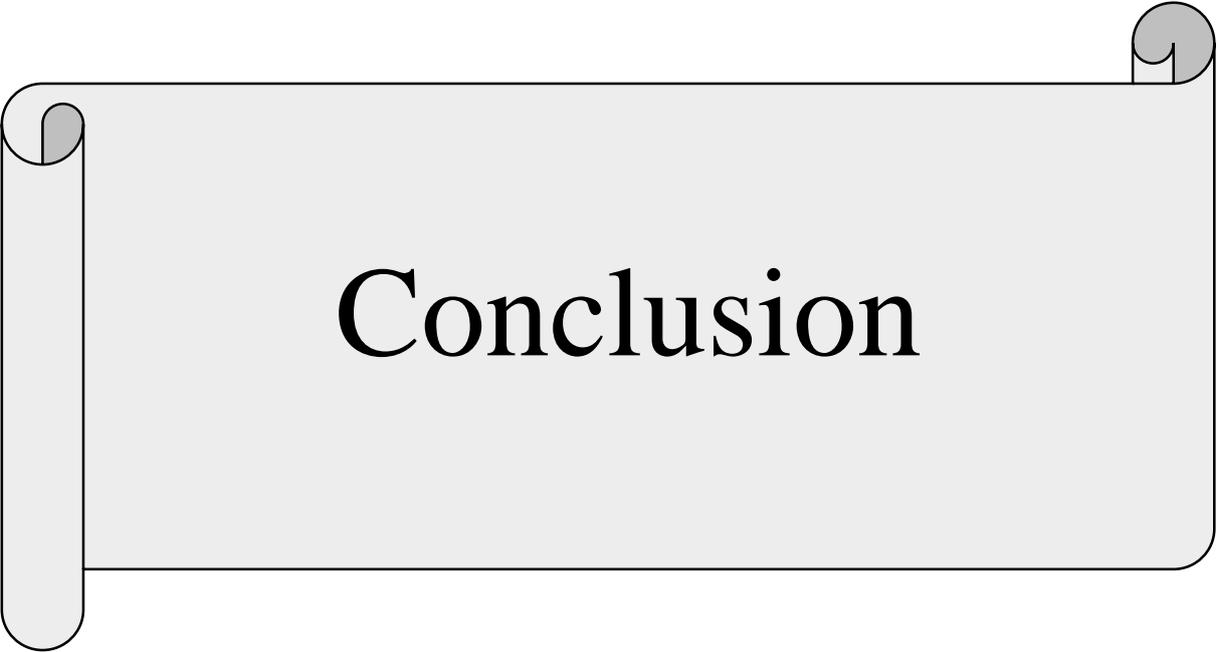
## IV.2. Analyses sensorielles du lait UHT demi écrémé

Les résultats des analyses sensorielles obtenus pour tous les échantillons sur les produits analysés sont représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°12** : Résultats d'analyses sensorielles des produits analysés.

<b>Caractéristiques Echantillons</b>	<b>Gout</b>	<b>Odeur</b>	<b>Couleur</b>	<b>NIE(Candia)</b>
<b>Poudres de lait (0% et 26%)</b>	Normaux	Normaux	Blanche	Francs de lait frais et blanche à crème
<b>Eau de reconstitution</b>	Normal	Normal	Claire	Normaux et claire
<b>Lait de reconstitution et produit fini</b>	Normaux	Normaux	Blanche	Normaux et blanche

Les tests concernant le goût, l'odeur et la couleur, montrent que les échantillons du lait UHT demi écrémé analysés ne présentent pas de défauts qui peuvent porter préjudice à la qualité organoleptique, ce qui indique que le lait UHT est de bonne qualité.



**Conclusion**

### Conclusion

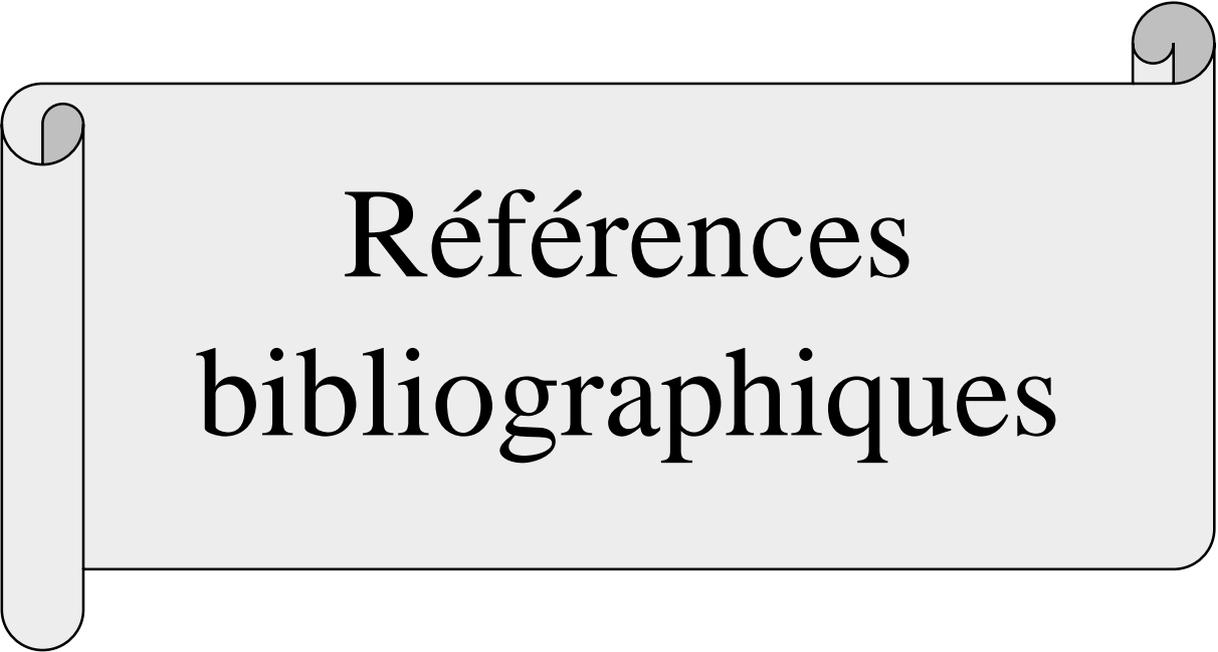
A travers ce stage effectué au niveau de la laiterie Tchén Lait / Candia, nous avons suivi le processus de fabrication du lait UHT demi-écrémé depuis la matière première « poudre de lait et eau » jusqu'au produit fini.

Au début du stage, on a essayé de voir et de souligner l'importance de chaque étape du processus. Puis réaliser les analyses physico-chimiques nécessaires afin de vérifier la stabilité des produits fabriqués par cette unité.

Le procédé Ultra Haute Température (UHT) est une technique très efficace pour la destruction des micro-organismes et elle préserve les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait.

L'objectif du contrôle physico-chimique est de garantir une certaine sécurité hygiénique, afin d'assurer au consommateur une alimentation saine et une stabilité du point de vue physico-chimique.

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques effectuées sur les matières premières, le produit en cours de fabrication et le produit fini nous permettent d'affirmer qu'ils sont de qualité satisfaisante, et par conséquent conformes aux normes exigées, ce qui révèle d'une part la bonne qualité des matières premières utilisées, et d'autre part la bonne pratique des règles d'hygiène, en plus d'une maîtrise du processus.



Références  
bibliographiques

## Références Bibliographiques

---

- [1] JP. Guiraud. Microbiologie alimentaire, Techniques d'analyse microbiologique. Edition Dunod Paris 1998.
- [2] S. Kacimi El Hassani. La dépendance alimentaire en Algérie, Importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution ? Mediterranean Journal Of Social Sciences. 4(11) 2013.
- [3] S. Fenniche ; H. Naoui. Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait UHT (lait entier) à différentes températures de stockage au niveau de Tchén-Lait Candia. Mémoire Master, Université de Bejaïa, 2018.
- [4] S. Pougheon ; J. Goursaud. Le lait caractéristique physicochimiques In DEBRY G, Lait nutrition et santé. Tec et Doc Paris 2001.
- [5] Codex Alimentarius. Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999.
- [6] E. Fredot. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc Lavoisier 2006.
- [7] E. Franworth ; I. Mainville. Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique. Centre de recherche et de développement sur les aliments Sait-Hyacinthe, 2010.
- [8] CL. Vignola. Science et technologie du lait, transformation du lait. Éditrice scientifique 2002.
- [9] Kuzdzal. La matière grasse, le lait matière première de l'industrie laitière. INRA 1987.
- [10] Lankveld. Protein standardized milk products, composition and properties IDF brussels 1995.
- [11] R. Jeantet ; T. Croguennec ; P. Schuck ; G. Brule. Science des aliments-technologie des produits alimentaires ? Tec et Doc Lavoisier 2007.
- [12] JC. Cheftel ; H. Cheftel. Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. V1. Edition Tec et Doc Lavoisier Paris 1992.
- [13] F. Gaucheron ; G. Tanguy. Modification de la qualité biochimique des laits et des produits laitiers par la technologie. Renc. Rech. Ruminants (16) 2009.
- [14] F. Gaucheron. Minéraux et produits laitiers. In Tec et Doc Paris, France 2004.

## Références Bibliographiques

---

- [15] M. Mahaut ; R. Jeantet ; G. Brulé ; P. Schuck. Les produits industriels laitiers. Edition Tec et Doc Paris 2000.
- [16] B. BLANC. Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Lait, (62) 1982.
- [17] S. Pougheon. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat vétérinaire, Université de Paul Sebatier Toulouse, France 2001.
- [18] G. Derby. Lait, nutrition et santé. Edition Tec et Doc Lavoisier Paris 2001.
- [19] E. Fredot. Connaissances des aliments. Edition Lavoisier 2005.
- [20] H. Pointurier. La gestion matière dans l'industrie laitière. Tec et Doc Lavoisier France 2003.
- [21] MC. Neville ; RG Jensen. The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R., Handbook of milk composition-General description of milks. Academic press, Inc, 1995.
- [22] Alais, et al. Science du lait. In : science et technologie du lait. Vignola C. Edition presses internationales polytechnique, Québec 1984.
- [23] FM. Luquet ; L. Bonjean. Lait et produit laitiers vache, brebis, chèvre. V1 les laits de la mamelle à la laiterie. coll. staa, Tec et Doc Lavoisier, Paris 1985.
- [24] J. Mathieu. Initiation à la physico-chimie du lait. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris 1998.
- [25] M. Martin. Technologie des laits de consommation. Edition Enilait, Canada Direction Développement Technique 2000.
- [26] E. Vierling. Aliments boisson, filière et produits. 2<sup>ème</sup> Edition, Doin éditeurs centreregional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France 1999.
- [27] JC. Martin. Technologie des laits de consommation. Edition Uni lait, Canada Direction Développement Technologique 2000.
- [28] R. Jeantet ; P. Schuck ; T. Croguennec ; G. Brulé. Science des aliments. Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. V1, Stabilisation Biologique et Physico-chimique. Edition, Tec et Doc Lavoisier, Londres, Paris, New York. 2006.
- [29] B. Gosta. Lait longue conservation. In manuel de transformation du lait. Ed. Tétrá Packs Processing Systems A.B, Sweden 1995.

## Références Bibliographiques

---

- [30] J. Adrian. Les vitamines. In CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL –INRA, Paris 1987.
- [31] J.O.R.A. N° 69 Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Textes Législatifs. Lait et produits laitiers 2003.
- [32] H. Akkouch ; S. Djerrada. Etude des propriétés physico-chimiques du lait pasteurisé et la crème glacée. Mémoire Master, Université de Bejaia, 2018.
- [33] D. Lubin. Lait de consommation, le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO 1998.
- [34] JORA N°69 (Journal Officiel République Algérienne) Traitements thermiques appliqués sur le lait du 27-10-1993.
- [35] M. Feinberg ; Favier ; RJ. Irland. Répertoire générale des aliments In table de composition des produits laitiers. Edition Tec et Doc Lavoisier Paris 1987.
- [36] JC. Michel ; P. Michel J. Richard. Lait de consommation, Science et technologie du lait. 2002.
- [37] F. Aissou ; O. Akache. Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait UHT chocolaté « Candy-Choco » au cours de fabrication produit par l'unité Tchinalait/CANDIA. Mémoire d'Ingénieur d'état, Université de Bejaïa, 2012.
- [38] document interne Candia.
- [39] F. Bagliniere. Impacts des souches du genre Pseudomonas protéolytiques sur la stabilité de produits laitiers transformés : maîtrise et prédiction de la qualité de laits UHT. Thèse de doctorat, Sous le label de l'Université Européenne de Bretagne, 2013.
- [40] HR. Kocak ; JG. Zadow. Age gelation of UHT whole milk as influenced by storage temperature. The Australian Journal of Dairy Technology 1985.
- [41] DG. Dalgleish. Sedimentation of casein micelles during the storage of ultra-high temperature milk products a calculation. Journal of Dairy Science, (75) 1992.
- [42] N. Venkatachalam ; DJ. McMahon ; PA. Savello. Role of protein and lactose interactions in the age gelation of ultra-high temperature processed concentrated skim milk. Journal of Dairy Science (76) 1993.

## Références Bibliographiques

---

- [43] W. Rattray ; P. Gallmann ; P. Jelen. Nutritional sensory and physico-chemical characterization of protein-standardized UHT milk. *Le Lait*, (77) 1997.
- [44] I. Gaucher. 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 2007.
- [45] J.O.R.A n°35. Arrête interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 23 juillet 1994 relatif aux spécification microbiologiques de certaines denrées alimentaires 1998.
- [46] S. Moller. La reconstitution du lait. Edition Sodiaal, Ivry-sur-seine, 2000.
- [47] H. Benallegue ; S. Debbeche. Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de 3 marques de lait UHT, (Candia, Obeï et Hodna). Mémoire Master, Université Constantine, 2015.
- [48] A. Oukil. Contribution au suivi de fabrication du lait stérilisé UHT demi écrémé produit par l'unité Tchén-Lait Candia. Technicien supérieur en contrôle et conditionnement des produits laitiers, 2017.
- [49] C. Avezard ; J. LABELLE. Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Tome 2. Edition Tec et Doc Lavoisier Paris, 1990.
- [50] JP. Guiraud. Microbiologie alimentaire, Paris. Edition Dunod, ISBN : 2 10 00 3666 1,1998.
- [51] G. Odet ; O. Cerf ; J. Chevilotte ; D. Douard ; JC. Gillis ; E. Heliane ; CJ. Ligna. La maîtrise du lait stérilisé UHT. Ed. Apria, Paris 1985.
- [52] F. Muthwill ; JF. Berger ; M. Lecoq. Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe papier, polyéthylène et aluminium. In « l'emballage des denrées alimentaires de grande consommation ». Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris 1998.
- [53] J. Rodier ; C. Bazin ; JP Broutin ; P. Chambon ; H. Champseur ; L. Rodi. L'analyse microbiologique des eaux in l'analyse de l'eau ; Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Edition Dunop. Technique et ingénieur 2005.
- [54] AFNOR. Contrôle de la qualité des produits laitiers, Analyses physiques et chimiques, 3ème Edition 1985.
- [55] AFNOR. Lait et produit laitère. V1 lait. Edition, AFNOR 1999.

## Références Bibliographiques

---

[56] FM. Luquet Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre, V1 Ed, Tec et Doc Lavoisier Paris 1985.

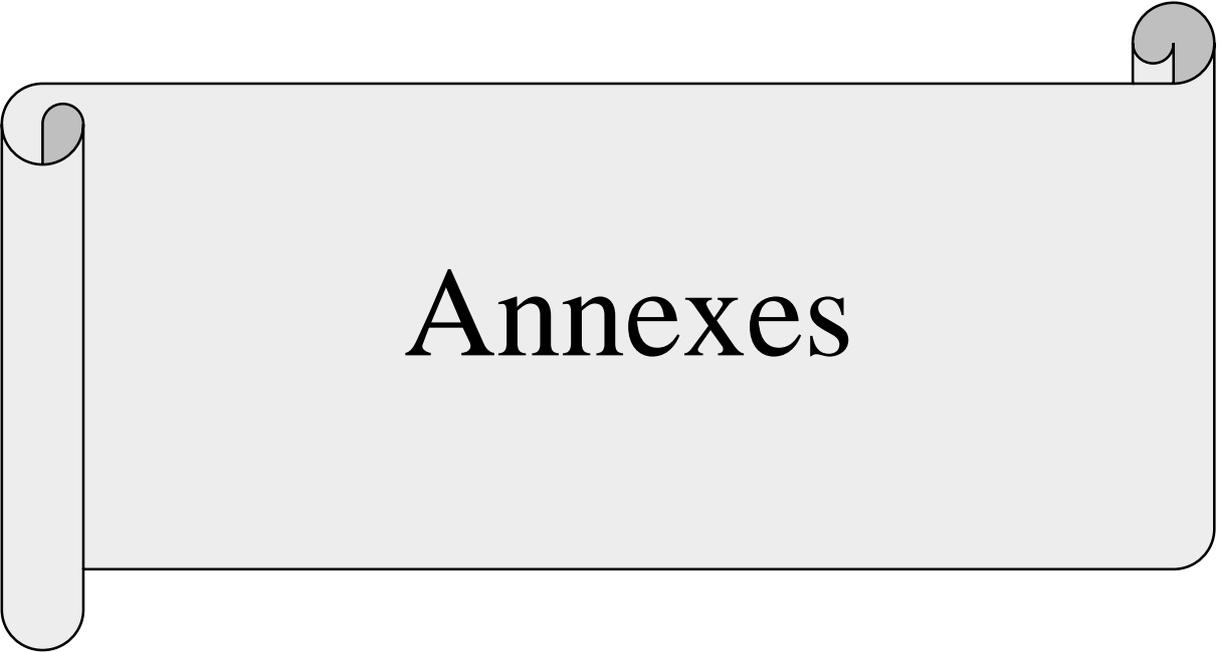
[57] AFNOR. Lait et produits laitiers. V2 produits laitiers. Edition AFNOR, Paris 1999.

[58] O. Mezouani ; H. Taibi. Analyse organoleptiques, physico-chimiques et microbiologique du lait UHT. Mémoire Master, Université Bejaia, 2019.

[59] M. Schnubel. Today's Technicien Automotive Suspension & Steering Classroom Manual and Shope Manual. 6<sup>ème</sup> Edition 2014.

[60] J. Rodier ; C. Bazin ; P. Chambon ; JP. Brautin ; H. Champseur ; L. Rodi. L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 8<sup>ème</sup> Edition 2005.

[61] J. Rodier. L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mer. Ed. Dunod, Paris 4<sup>ème</sup> Edition 1996.



**Annexes**

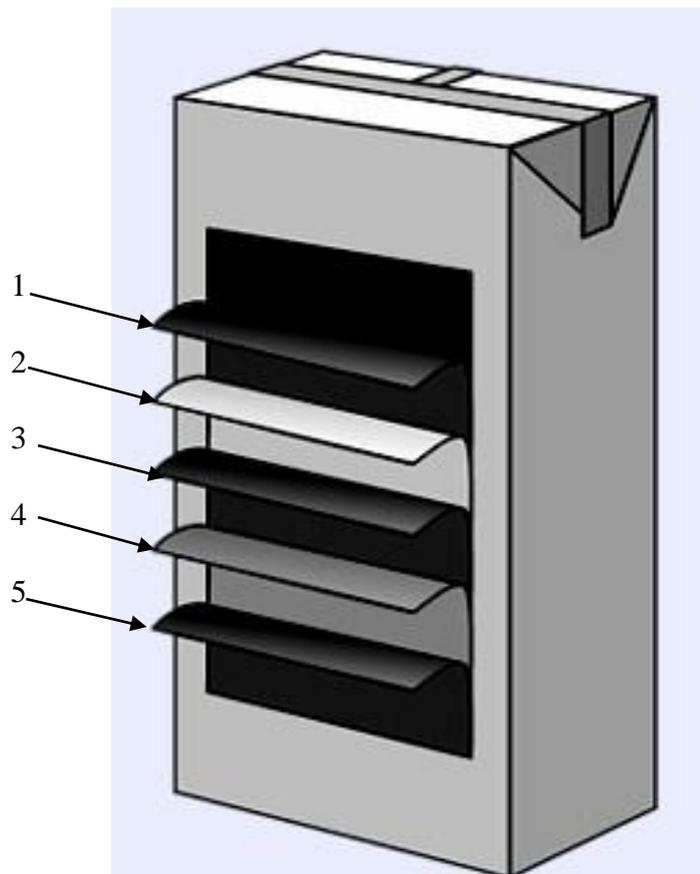
## Annexe I

# Emballage Tétra Pack

La structure des emballages Tétra Pack :

1. Polyéthylène (étanchéité)
2. Aluminium (protection des arômes et de la lumière)
3. Polyéthylène (étanchéité)
4. Carton (matériau support)
5. Polyéthylène (étanchéité)

Carton 75%  
Polyéthylène 21%  
Aluminium 4%



**Figure N°1** : Différentes couches de l'emballage Tétra Pack.

## Annexe II

# Matériel et réactifs utilisés

### Matériel

- Bain d'huile thermostaté à 140°C.
- Bain-marie à 100°C.
- Balance analytique.
- Balance de précision.
- Agitateur magnétique.
- Bâtonnet pour mélanger.
- Bêchers 100 ml à 200 ml.
- Broc en inox de 1 litre de capacité.
- Burette graduée de 0,1 ml et 25 ml.
- Butyromètres.
- Centrifugeuse Gerber (1200 tr/min).
- Coupelle en aluminium.
- Dessiccateur à infrarouge muni d'une balance de précision (type Précisa HA300).
- Distributeur automatique délivrant 1 ml d'alcool iso amylique.
- Distributeur automatique délivrant 10 ml d'acide sulfurique.
- Entonnoir.
- Éprouvette de 250 ml.
- Fiole jaugée de 250 ml.
- Lactodensimètre.
- pH-mètre.
- Sonde de température.
- Bandelettes de peroxyde.
- MILKOSCAN.
- Burettes graduées.
- Burette graduée de Schilling.
- Pipettes graduées de 2 ml, 5 ml, 10 ml.
- Pipette de 10 ml graduée en ml.

- Pipette jaugée de 10 ml.
- Pipette jaugée de 11 ml.
- Tubes à essais avec bouchons.
- Portoir.
- Pince.
- Sable séché.
- Spatule.
- Gant, Masque.

### Réactifs

- Acide sulfurique  $H_2SO_4$  (masse volumique  $d = 1,82$  g/ml concentration 91%).
- Alcool iso amylique (masse volumique  $d = 0,81$  g/ml).
- Chlorures de sodium NaCl.
- Eau distillée.
- Hydroxyde de sodium : solution titrée à 0,111 mol/L (dite soude Dornic).
- Indicateurs colorés : NET, phénophtaléine, méthylorange, chromates de potassium  $K_2CrO_4$ .
- Solution de nitrates d'argent  $AgNO_3$  0,02 N.
- Solution de phosphate mono potassique  $KH_2PO_4$  0,5 N (dihydrogénophosphate de potassium).
- Solution EDTA à 0.02N.
- Sulfates d'ammonium  $(NH_4)_2 SO_4$ .
- Solution tampon ammoniacal pH.

## Annexe III

Tableau N°1 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process (traité).

Date d'analyse	pH	TH (°f)	$\lambda$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TA (°f)	TAC (°f)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)
13/04/2021	7,46	11,8	277	0	7,4	21,3
15/04/2021	7,43	12	267	0	7,6	22,72
18/04/2021	7,44	11,8	279	0	7,8	21,4
19/04/2021	7,13	11,4	294	0	7,8	21,3
20/04/2021	7,26	11,4	286	0	7,8	19,88
21/04/2021	7,29	11	249	0	8,3	18,46
22/04/2021	7,3	11	267	0	7,3	19,88
25/04/2021	7,38	11,8	230	0	7,8	21,3
26/04/2021	7,42	11,4	274	0	7,8	18,46
27/04/2021	7,43	11	277	0	7,4	21,3

## Annexe IV

Tableau N°2 : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait (0 % de MG).

Lot	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	N. I. E (Candia)
Date de fabrication	01/08/2020	22/08/2020	03/09/2020	04/09/2020	06/09/2020	
DLC	31/07/2022	01/08/2022	02/09/2022	03/09/2022	05/09/2022	
Date d'analyse	05/05/2021					
Humidité (%)	2,10	2,11	2,10	2,14	2,39	Max 4
pH (20°C)	6,65	6,65	6,66	6,65	6,67	6,60 - 6,90
Acidité (°D)	10,1	9,59	10,1	9,09	9,09	< 15
MG (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	< 1,25
Test de RAMSDELL (ml)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	≥ 1,3
Test au bain d'huile (min)	15	13	14	12	13	> 5
Turbidité	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble
Gout / odeur	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	Francs de lait frais
Couleur	Blanche	blanche	Blanche	Blanche	blanche	Blanche à crème
Aspect	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	Absence d'agglomérat et corps étrangers

## Annexes

---

**Tableau N°3 : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait (26 % de MG).**

Lot	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	N.I.E
Date de fabrication	18/10/2020	21/10/2020	07/11/2020	09/11/2020	29/11/2020	
DLC	16/10/2022	19/10/2022	05/11/2022	07/11/2022	28/11/2022	
Date d'analyse	09/05/2021					
Humidité (%)	2,13	2,47	2,59	2,69	2,43	Max 4
pH (20C°)	6,72	6,73	6,72	6,71	6,73	6,60 - 6,90
Acidité (D°)	9,59	9,59	9,59	10,1	10,1	< 15
MG (%)	26	26	26	26	26	≥ 26
Test de RAMSDELL (ml)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	≥ 1,3
Test au bain d'huile (min)	27	30	28	28	30	≥ 12
Turbidité	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble
Gout / odeur	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	France de lait frais
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche	Blanche	Blanche	Blanche à crème
Aspect	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	Normaux	Absence d'agglomérat et corps étrangers



## Résumé

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue un critère indispensable et une exigence incontestablement majeure. Le traitement thermique Ultra Haute Température est l'une des techniques qui aboutit à une destruction des micro-organismes et une préservation de la qualité organoleptique du produit.

Notre travail avait pour objectif l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques du lait stérilisé UHT demi écrémé au sein de l'unité Tchén-Lait/Candia.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de reconstitution (pH, TH, TA, TAC, Cl<sup>-</sup> et  $\lambda$ ), de la poudre de lait, du lait reconstitué et du produit fini (pH, acidité, densité, humidité, extrait sec total, tests de stabilité...) répondent aux normes interne de l'entreprise et aux normes algériennes en vigueur, ce qui met en évidence la bonne qualité du produit du point de vue hygiénique, technologique et organoleptique.

**Mots clés :** Lait stérilisé UHT, demi écrémé, analyses physico-chimiques, organoleptique, qualité.

## Abstract

In the milk industry, quality has become an indispensable criterion and an undeniably major requirement. Ultra High Temperature heat treatment is one of the techniques that leads to a destruction of the micro-organisms and preservation of the organoleptic quality of the product.

Aimed to evaluate the physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT sterilized milk within the unit Tchén-Lait/Candia, the results of the physico-chemical analyses carried out on the reconstitution water (pH, TH, TA, TAC, Cl<sup>-</sup>,  $\lambda$ ), the milk powder, reconstituted milk and the finished product (pH, titrable acidity, density, humidity, total dry extract, stability tests...) meet internal company standards and the Algerian standards in force, which highlights the good quality of the product from hygienic, technological and organoleptic point of view.

**Keywords:** UHT sterilized milk, semi skimmed, physico-chemicals analyses, organoleptic, quality.