



## Mémoire de Master

Présenté par :

- M<sup>elle</sup> AMROUCHE HANA

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

*Spécialité : Chimie Analytique*

**Thème :**

**Procédé et analyses physico-chimiques du lait UHT  
de l'entreprise tchin-lait (candia)**

Soutenu le : 26 / 10 / 2020

Devant le jury composé de :

Nom&Prénom	Département d'affiliation	Qualité
M <sup>me</sup> BARKA FATIHA	Chimie	Présidente
M <sup>r</sup> BEZZI A. NACER	Chimie	Examineur
M <sup>me</sup> AIT BRAHAM LAILA	Chimie	Encadreur

2019-2020

## **REMERCIEMENTS**

*Je remercie le bon Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force nécessaire, la santé et la patience qui ma permis de mener à bien ce modeste travail.*

*Je tien également à présenter mes sincères remerciements à :*

- *Mme AIT BRAHAM LAILA d'avoir accepté de m'encadrer, pour le temps qu'elle ma consacré toutes les fois que cela était nécessaire, pour ses conseils précieux et sa gentillesse.*
- *Mme BARKA FATIHA qui ma fait l'honneur de présider le jury.*
- *Mr BEZZI A.NACER d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je remercie également toute personne ayant contribué de prés ou de loin à l'achèvement de ce mémoire.*

## ***Dédicaces***

*À l'aide de DIEU, le Tout-Puissant, ce travail est achevé*

*Je le dédie à toutes les personnes qui me son à cœur :*

*À mes très chers parents*

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

*À mes précieux et adorables frère et sœurs*

*Qui ont toujours été de tout cœur avec moi « SADIKA-HANANE –NORDINE »*

*À mes chers grands parents*

*Qui mont toujours incité sur la valeur des études dans la vie.*

*À toute ma grande famille sans exception*

*Mes oncles, tantes cousins et cousines ...etc.*

*À tous mes chers amis*

*En particulier « Chahra --Hanane -Samia-Najette- Zakari» et a toute ma promotion*

*2019-2020*

## Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
<b>I</b>	Composition moyenne du lait de vache	<b>4</b>
<b>II</b>	Composition minérale du lait de vache	<b>7</b>
<b>III</b>	Composition moyenne du lait UHT g/l.	<b>11</b>
<b>IV</b>	Avantages et inconvénient du traitement UHT	<b>19</b>
<b>V</b>	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de reconstitution	<b>34</b>
<b>VI</b>	Résultats des analyses physico-chimiques et du test sensoriel de la poudre de lait après reconstitution (0% et 26% MG)	<b>35</b>
<b>VII</b>	Résultats d'analyses physico-chimiques des produits intermédiaires de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA	<b>37</b>
<b>VIII</b>	Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini	<b>38</b>

## Liste des figures

Figure	Titre	Page
<b>1</b>	structure polaire de l'eau	<b>5</b>
<b>2</b>	composition de la matière grasse du lait	<b>5</b>
<b>3</b>	structure du lactose	<b>6</b>
<b>4</b>	Diagramme de fabrication du lait stérilisé UHT Tchén-lait /CANDIA.	<b>18</b>
<b>5</b>	les principaux équilibres minéraux du lait	<b>22</b>
<b>6</b>	Echelle colorimétrique du peroxyde.	<b>33</b>

## Liste des abréviations

<b>AFNOR</b>	Agence Française de Normalisation
<b>Ac</b>	Acidité
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>°D</b>	Degré Dornic
<b>DLC</b>	Durée Limite de Consommation
<b>EDTA</b>	Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique
<b>ESD</b>	Extrait Sec Dégraissé
<b>EST</b>	Extrait Sec Totale
<b>° F</b>	Degré Français
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nations
<b>HTST</b>	High Temperature Short Time UHT
<b>J.O.R.A</b>	Journal Officiel de la République Algérienne
<b>K</b>	La Conductivité
<b>Kcal</b>	Kilocalorie
<b>LTLT</b>	Low Temperature Low Time
<b>ml :</b>	millilitres
<b>MG</b>	Matière Grasse
<b>N</b>	Normalité
<b>NET</b>	Noir Eriochrome T
<b>OMS</b>	l'Organisation Mondiale de la Santé
<b>pH</b>	Potentille d'Hydrogène
<b>T</b>	Température
<b>TA</b>	Titre Alcalimétrique
<b>TAB</b>	Tétra Brick Aseptique
<b>TAC</b>	Titre Alcalimétrique Complet
<b>TH</b>	Titre Hydrotimétrique
<b>TR</b>	Tank de Reconstitution
<b>TT</b>	Tank Tampon

**UHT**      **Ultra Haute Température**

**V**      **Volume.**

**min**      **minute**

**s**      **secondes**

# SOMMAIRE

Liste des tableaux  
Liste des figures  
Liste d'abréviations

Introduction .....1

## Synthèse bibliographique

### CHAPITRE I : Généralités sur le lait

#### Section 01 : Le lait cru

1.1-Définition.....	3
1.2- Composition du lait.....	3
1.2.1-Eau.....	4
1.2.2-Matière grasse.....	5
1.2.3-Protéines.....	5
1.2.4-Lactose .....	6
1.2.5-Minéraux.....	6
1.2.6-Constituants mineurs.....	7
1.3- Propriétés du lait .....	8
1.3.1- Propriétés physico-chimiques .....	8
1.3.2-Propriétés organoleptique du lait.....	9
1.4-facteurs influençant la composition du lait.....	10
1.5- Valeur nutritionnelle du lait.....	10
Conclusion.....	10

#### Section 02 : Le lait UHT

2.1-Définition UHT.....	10
2.2-Composition du lait UHT .....	11
2.3-Matières premières utilisées pour la reconstitution du lait.....	11
2.3.1-Poudres de lait.....	12
2.3.2-Eau de process.....	13
2.4-Conservabilité du lait UHT.....	13
2.4.1-Conservation par le froid .....	13
2.4.2-Conservation Par la chaleur.....	14
2.5-Processus de fabrication du lait demi-écrémé.....	15
2.6-Avantage et inconvénients du traitement UHT .....	19
Conclusion.....	19

## Chapitre II : La stabilité du lait UHT

### Section 01 : la stabilité du lait UHT et ses différentes analyses

1.1-Définition de la stabilité.....	20
1.2-Action du chauffage sur la stabilité du lait UHT .....	20
1.2.1-Matière grasse.....	20
1.2.2-Protéines.....	20
1.2.3-Lactose .....	21
1.2.4-Minéraux.....	21
1.2.5-Les vitamines .....	22
1.2.6-Les enzymes .....	22
1.3-Les méthodes de l'évaluation de la stabilité .....	23
1.3.1-Analyse des eaux .....	23
1.3.2-Les analyses de stabilité du lait.....	27

### Section 02: Résultats et discussions des analyses

2.1-Résultats des analyses de la matière première.....	34
2.1.1-Eau de reconstitution.....	34
2.1.2-Poudre de lait .....	35
2.2-Les produits intermédiaires.....	36
2.3-Produit fini (lait UHT).....	37
Conclusion générale.....	40

# *Introduction*

## *Introduction*

Le lait est l'un des aliments les plus complets et les plus nutritifs pour l'Homme. Il fait partie de notre alimentation depuis que le monde est né. Il demeure après les céréales, l'aliment le plus consommé par le ménage algérien et représente l'un des plus importants marchés de l'univers alimentaire.

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 <sup>[1]</sup>.

En raison de sa large consommation et le besoin de l'Homme à la disponibilité du lait, les producteurs doivent garantir la sécurité sanitaire du consommateur tout en lui offrant un produit sain et de qualité qui répond aux exigences de ce dernier <sup>[2]</sup>.

Pour fabriquer un produit sain et conservable, les industries agroalimentaires doivent assurer un environnement présentant le moins de risque de contamination possible le long de la chaîne de fabrication du produit. L'objectif peut être atteint en maîtrisant les origines de cette contamination qui, en dehors des matières premières elles-mêmes, peut aussi provenir des surfaces en contact direct avec l'aliment, des surfaces extérieures des machines, de l'environnement (sols, murs, plafonds) et de l'air qui est le vecteur de liaison entre ces différentes sources et le produit lui-même <sup>[3]</sup>.

Le principal procédé industriel appliqué au lait est le traitement thermique qui a pour objectif la santé publique et la qualité du produit <sup>[4]</sup> et d'acquérir une maîtrise des caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques du lait <sup>[5]</sup>.

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

---

<sup>1</sup> **Mathieu AM. Et al.** Lait et produits laitiers, notes de cours, Université Lubumbashi, Fac. Médecine vétérinaire (1986) P 3.

<sup>2</sup> **Baroudi D., Louni S., Kouidri B., Choualhi A., Adjou K., et Khelef D.,** La filière lait en Algérie : Un défi à relever : Intérêt de l'utilisation d'une méthode indirecte California Mastitis Test (C.M.T.) dans le diagnostic précoce des mammites sub-cliniques et leur prévention dans deux élevages de la région de Tizi-Ouzou, (2010) p1.

<sup>3</sup> **Leveau J.Y et Bouix M.,** Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries, Ed technique et documentation – Lavoisier, (1999) p409-410.

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

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

## *Introduction*

traitement (quelques secondes) permet de conserver les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait <sup>[6]</sup>.

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

Afin de garantir une qualité satisfaisante, des analyses physico-chimiques s'imposent allant de la matière première jusqu'au produit fini, en passant par l'analyse de l'eau en vue de vérifier la conformité aux règles en vigueur.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude, dont l'objectif d'évaluer la stabilité du lait stérilisé UHT et de déterminer les différents facteurs et paramètres qui influencent la stabilité de ce dernier.

Le présent travail est composé de deux chapitres :

Chapitre I est basé sur les généralités du lait qui est composé de deux sections, la 1<sup>er</sup> sur le lait cru tant dis que la 2<sup>ème</sup> est sur le lai UHT.

Chapitre II est focus sur la stabilité du lait qui est composé de deux sections, la 1<sup>er</sup> est sur la stabilité du lait UHT et ses différentes analyses et la seconde sur les résultats et discussion de ce dernier.

---

<sup>6</sup> Guiraud J.P, Microbiologie alimentaire. Paris: Ed: Dunod, .ISBN: 2 10 00 3666 1 (1998) p330-397.

# **Chapitre I**

## **Généralités sur le lait**

Ce chapitre sur les généralités du lait est composé de deux sections, la première section est désignée pour expliquer la particularité du lait cru tant dit que la deuxième partie est réservée pour le lait UHT.

## **Section 01 : le lait cru**

Dans cette section nous allons définir, étaler les compositions et les propriétés ainsi que les facteurs influençant la composition du lait.

### **1.1. Définition :**

Le lait est le produit de sécrétait des glandes mammaires comme la vache et la brebis...etc., destinés à l'alimentation de jeunes animaux naissants <sup>[7]</sup>. Il est destiné à la consommation humaine, il a été défini pour la première fois en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes comme suit : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. C'est un liquide blanc, opaque, deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur accentuée » <sup>[8]</sup>.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme il doit être porté à l'ébullition avant consommation car il peut contenir des germes pathogènes, il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h, d'après (Fredot, 2006 ; Jeante et al,2008) le lait doit être collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenté toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé tel qu'il est mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation <sup>[9]</sup>.

### **1.2. Composition du lait:**

Les constituants majeurs du lait de vache sont présentés dans le tableau I. La composition générale du lait varie selon différents facteurs liés aux animaux, et parmi les facteurs principaux il y'a l'individualité, la race, la période de l'lactation, l'alimentation ainsi que l'âge et la saison <sup>[7]</sup>.

---

<sup>7</sup> Carole L.vignola, éditrice scientifique : science et technologie du lait, transformation du lait **P.1**.

<sup>8</sup> Luquet F. M. Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Ed. Tec et Doc, lavoisier, paris (1985) **P633**.

<sup>9</sup> Fredot E. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: (2006). **P10-14 ET Jeante T R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P et Brule G.** Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: (2008) **P1-3 (185 pages)**.

Les principales constitutions du lait sont :

- de l'eau, très majoritaire.
- des glucides, principalement représentés par le lactose.
- des lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- des protéines : caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- des sels et minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- Des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines, ....<sup>[10]</sup>.

**Tableau I** : Composition moyenne du lait de vache <sup>[11]</sup>.

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeur moyenne (%)
<b>Eau</b>	85,5 - 89,5	85,5
<b>Glucides</b>	3,6 - 5,5	4,6
<b>Matières grasses</b>	2,4 - 5,5	3,7
<b>Protéines</b>	2,9 - 5,0	3,2
<b>Minéraux</b>	0,7 - 0,9	0,8
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, gaz dissous, pigments, cellules diverses		

### 1.2.1. Eau :

L'eau est le constituant le plus important en proportion dans le lait. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire, ce dernier lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les minéraux et les glucides et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum, vu que les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion, et c'est pareille pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solide. La figure N°1 présente la structure polaire de l'eau <sup>[7]</sup>.

<sup>10</sup> Kuzdzal S, Manson W, Moore J. The constituents of cow's milk, International Dairy Federation Bull doc(1980), 125:P4

<sup>11</sup> Amiot J., Fourniers S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R. Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In Science et technologie du lait. Ed. Presses internationales polytechniques. Montréal, (2010) PP. 1-69.

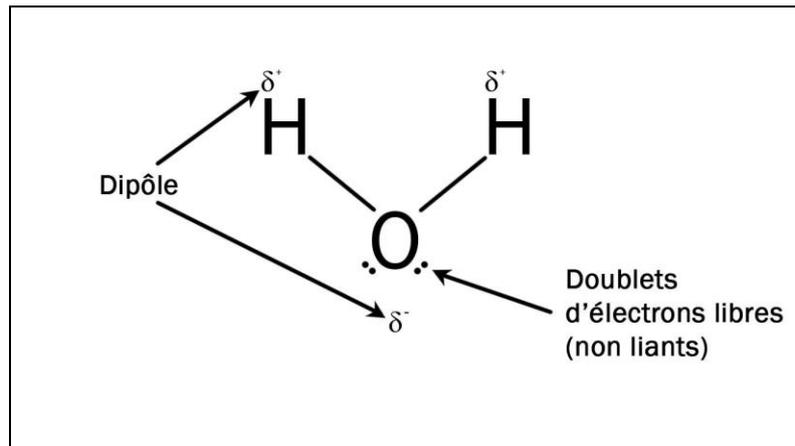
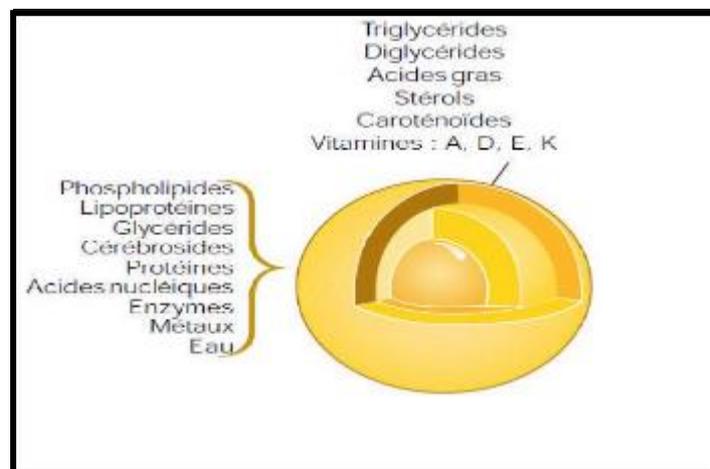


Figure N°1 : structure polaire de l'eau

### 1.2.2. Matière grasse :

Le lait de vache contient environ 35g de MG/l de lait qui est présentée sous forme de globules grasse de diamètre de 0.1 à 10 $\mu$ m, elle est essentiellement constituée de triglycérides (98%), de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de  $\beta$ -carotène<sup>[7]</sup>, elle représente la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés<sup>[12]</sup>. La figure N°2 regroupe la composition de la matière grasse du lait.

La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligoéléments (métaux) et d'eau<sup>[13]</sup>.



La Figure N°2 : composition de la matière grasse du lait

### 1.2.3. Protéines :

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes, elles sont les responsables majeures des propriétés technologiques du lait. Elles représentent

<sup>12</sup> JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G., Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: (2008) P.7 (185 pages).

<sup>13</sup>BYLUND G. Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86 , Lund ,Sweden : (1985) p.18

95 % de la matière azotée du lait départagé en deux groupes : les caséines et les protéines du lactosérum. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéoses, des peptones et de l'urée<sup>[7]</sup>.

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<sup>[14]</sup>.

#### 1.2.4. Lactose :

Le sucre principal du lait est le lactose puisqu'ils constituent environ 40%des solides totaux, c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale.<sup>[7]</sup>

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 constituer par l'union de D-glucose et de D-galactose.

Le lactose 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<sup>[7]</sup>. Figure N°3.

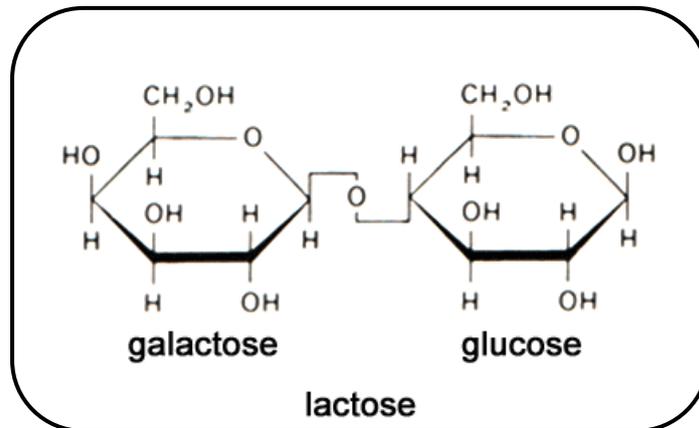


Figure N°3: structure du lactose

#### 1.2.5. Minéraux :

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Ils sont répartis entre l'état soluble, sous la forme d'ions ou de sels, et l'état colloïdal, associés à la micelle de caséine. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions<sup>[15]</sup>. Le tableau N°II représente les éléments minéraux que contiennent le lait et leur concentration.

<sup>14</sup> JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : (2007) p 17 (456pages).

<sup>15</sup> Gaucheron F. Minéraux et produits laitiers. Ed : Tec & Doc- Lavoisier, Paris. (2004) p219.

**Tableau II:** Composition minérale du lait de vache <sup>[14]</sup>.

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

### **1.2.6. Constituants mineurs :**

En plus des protéines, glucides, lipides, et minéraux, le lait contient des vitamines et des Enzymes et aussi des gaz dissous.

#### **1.2.6.1. Vitamines :**

Les vitamines participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires elles sont des substances biologiquement indispensables à la vie. On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C), et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) <sup>[7]</sup>.

#### **1.2.6.2. Enzymes :**

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, ils sont des biocatalyseurs car ils accélèrent les réactions biochimiques.

Le lait contient principalement de trois groupes d'enzymes qui sont les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases, et parmi les facteurs principaux qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température <sup>[7]</sup>.

#### **1.2.6.3. Les gaz dissous :**

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

### **1.3. Propriétés du lait :**

#### **1.3.1. Propriété physico-chimique :** ses propriétés sont nombreuses dont :

##### **1.3.1.1. Aspect :**

Le lait est un liquide opaque, de teinte blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en  $\beta$ -carotène. Il a une odeur marquée mais caractéristique, son goût varie selon les espèces animales<sup>[8]</sup>.

##### **1.3.1.2. 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<sup>[16]</sup>.

##### **1.3.1.3. Température de congélation :**

Le point de congélation du lait de vache est de  $-0,51^{\circ}\text{C}$  à  $-0,55^{\circ}\text{C}$ . Cette valeur est une caractéristique constante du lait, et sa mesure permet de déceler le mouillage qui élève le point de congélation à  $0^{\circ}\text{C}$ <sup>[17]</sup>.

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

##### **1.3.1.4. Point d'ébullition :**

Le point d'ébullition est défini comme étant la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme 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  $100,5^{\circ}\text{C}$ . Cette propriété physique diminue avec la pression. Ce principe est appliqué dans les procédés de concentration du lait<sup>[11]</sup>.

##### **1.3.1.5. Densité :**

La densité du lait doit être comprise entre 1,028 à 1,034, elle est mesurée avec un thermo lacto-densimètre. Elle est liée à sa richesse en matière sèche, un lait enrichi en matière grasse possède une faible densité tandis que pour un lait écrémé, elle est élevée<sup>[8]</sup>.

##### **1.3.1.6. Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité. À l'état frais et normal, le pH est compris entre 6,5 et 6,8.

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

---

<sup>16</sup> Mathieu J. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1998) P.245.

<sup>17</sup> Gosta B. Lait longue conservation. In manuel de transformation du lait. Ed. Tétra Packs Processing Systems A.B, Sweden, (1995) P. 442.

dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium ( $H_3O^+$ ) et donc une diminution du pH. Si le pH est inférieur à 6,5 le lait devient acide<sup>[8]</sup>.

### **1.3.2. Propriétés organoleptique du lait :**

Les propriétés organoleptiques du lait sont : l'odeur, la saveur, le goût et la viscosité, ils ne peuvent être précis que quand on les compare avec un lait frais<sup>[18]</sup>.

#### **1.3.2.1. 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<sup>[19]</sup>.

#### **1.3.2.2. Odeur et saveur :**

Le lait a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût doux, légèrement sucré en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose. Et aussi l'odeur et la saveur sont variables selon les espèces animales et leur alimentation<sup>[20]</sup>.

#### **1.3.2.3. viscosité :**

La viscosité du lait est représentée par la résistance des lipides à l'écoulement. Elle s'exprime en centipoise<sup>[21]</sup>.

Les liquides de haute viscosité requièrent plus d'énergie pour être déformés qu'un liquide de faible viscosité.

## **1.4. Facteurs influençant la composition du lait :**

La composition du lait et ses caractéristiques technologiques sont variables elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait<sup>[22]</sup>.

Et parmi les principaux facteurs de variation, ils sont liés soit au milieu est à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation) soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation,

---

<sup>18</sup> **Vierling E.** Aliments et boissons : Filière et produits. In « Biosciences et Techniques ». 3ème Ed : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, France. (2008) p. 15.

<sup>19</sup> **Martin M.** Technologie des laits de consommation. Ed. Enilait, Canada Direction Développement Technique, (2000) P.135.

<sup>20</sup> **Laurent, S.** Contrôle de la qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA. Thèse de doctorat en sciences vétérinaires, école inter états des sciences et médecine vétérinaires(1992) p120

**Luquet, F.M.** Laits et produits laitiers (vache, brebis, chèvre). 1. Les laits de la mamelle à la laiterie. Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier. Paris, (1985) P : 1-9

<sup>21</sup> **Veiriling E.** Aliments et boissons : filières et produits. In biosciences et technologie .Ed. Doin, Paris(1998), P.278.

<sup>22</sup> **POUGHEON S .et GOURSAUD J.**, Le lait caractéristiques physicochimiques In **DEBRY G.**, Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : (2001) p6 (566 pages).

état sanitaire ...), Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter [23].

### **1.5. Valeur nutritionnelle du lait :**

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère, sa valeur énergétique et de 700 Kcal /litre [24].

La matière grasse du lait fournit 48% de la valeur énergétique du lait entier. Elle se compose surtout de triglycérides comportant jusqu'à 62% d'acides gras insaturés particulièrement utilisés comme source d'énergie [25].

Les protéines du lait possèdent une valeur nutritionnelle élevée, en particulier la lactoglobuline et la lactalbumine, riches en acides aminés soufrés. C'est une excellente source de calcium, de phosphore, de riboflavine, de thiamine, de cobalamine et de vitamine A. En revanche, il est très pauvre en fer et en cuivre, et il contient une faible quantité d'acide ascorbique, de niacine et de vitamine D [26].

#### **Conclusion :**

Le lait est un aliment universel par excellence.

## **Section 02 : Le lait UHT**

Dans cette section nous allons définir le lait UHT et ses compositions d'une part et nous allons exposer les techniques de conservation ainsi que le processus de fabrication d'une autre part.

### **2.1. Définition du lait UHT :**

Le lait stérilisé UHT (Ultra Haute Température) est un lait qui peut être entier, demi-écrémé ou écrémé, soumis à un traitement thermique qui aboutit à la destruction ou à l'inhibition totale des microorganismes, des enzymes et de leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer le lait ou le rendre impropre à la consommation. L'objectif de ce traitement thermique est d'assainir le lait et de prolonger ainsi sa durée de conservation. Les laits destinés à la stérilisation UHT sont le lait cru, le lait reconstitué et le lait recombinaison [27].

---

<sup>23</sup> Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*,4 (4) : 303-309 In **POUGHEON S.**, Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: **59 (102 pages)**.

<sup>24</sup> **Mahaut M, Jeantet R, Schuck P, Croguennec T et Brulé G.** Les produits laitiers. 2 ème édition : Tec & Doc-Lavoisier, Paris. (2008) **p185.**

<sup>25</sup> **Thapon J. L.** Science et technologie du lait UHT. Industrie alimentaire et agricole. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2005) **PP.201-205.**

<sup>26</sup> **Cheftel JC et Cheftel H.** Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Volume I. Edition : Tec & Doc-Lavoisier, Paris.(1992) **p400.**

<sup>27</sup> **JORA N°69.** Arrêté interministériel du 18 Aout relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation (1993).

Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect, dans des échangeurs tubulaires ou à plaques, il est réalisé à 135°C -150°C pendant 2-5 secondes environ [28].

Il existe 3 types de lait UHT en fonction de la teneur en matière grasse :

- Lait UHT entier : Sa teneur en matière grasse est de 2,8% au minimum (28g de matière grasse au minimum par litre de lait).
- Lait UHT partiellement écrémé : Sa teneur en matière grasse est de 1,5% à 2% (15 à 20g de matière grasse par litre de lait).
- Lait UHT écrémé : Sa teneur en matière grasse est de 0,15% au plus (1,5g de matière grasse par litre de lait) [27].

## 2.2. Composition du lait UHT :

La composition chimique est qualitativement la même pour les différents laits UHT

(Entier, demi-écrémé et écrémé), mais quantitativement différente telle que présentée dans le **tableau III**.

**Tableau III** : Composition moyenne du lait UHT g/l [29].

Constituants	Lait entier	Lait demi écrémé	Lait écrémé
<b>Eau</b> (g/l)	878	896	910
<b>EST</b> (g/l)	122	164	90
<b>Protéines</b> (g/l)	31,9	31,9	32,9
<b>Lipides</b> (g/l)	35,4	15,4	2
<b>Glucides</b> (g/l)	44,7	45,3	45,4

## 2.3. Matières premières utilisées pour la reconstitution du lait :

### 2.3.1. Poudres de lait :

La poudre est constituée essentiellement de matière sèche du lait et d'une faible quantité d'eau. [30] Les poudres du lait sont définies par *codex standard 207-1999* comme « produits laitiers obtenus par l'enlèvement de l'eau du lait » [31].

**Article I.** <sup>28</sup> Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine De Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, (1995) p .123

<sup>29</sup> **Feinberg M., Favier J. C. et Ireland R.** Répertoire général des aliments: table de composition des produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1985) P. 321.

<sup>30</sup> **Article II** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine De Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, (1995) p126

La poudre est obtenue par deux méthodes: Spray (Atomisation) et Hatmaker (poudre séchée sur le cylindre) <sup>[32]</sup>.

- La méthode de spray est la plus utilisée, le lait concentré est finement pulvérisé dans un courant d'air chaud d'environ 150 °C à l'intérieur d'une tour de séchage et puis ce dernier se fait par entrainement, l'air chaud servant de vecteur et d'humidité.
- Dans la méthode d'Hatmaker le lait coule à la surface de deux cylindres chauffés à 140°C à l'intérieur en tournant en sens inverse et puis il se forme un film de lait qui sèche rapidement <sup>[33]</sup>.

La poudre de lait contient de 2,5 à 5 % d'eau, ce qui est trop peu pour permettre le moindre développement de bactéries <sup>[34]</sup>.

On utilise deux types de poudre dans la technique de fabrication du lait UHT :

- La poudre à 26% de matière grasse ou la poudre de lait entier, le lait entier est généralement pasteurisé à 80 - 85°C pour inactiver la plupart des enzymes lipolytiques susceptibles de décomposer la matière grasse du lait en cours de stockage.
- La poudre à 0% de matière grasse ou la poudre de lait écrémé est la plus répandue. <sup>[17]</sup>

### 2.3.2. Eau de process :

L'eau est l'une des matières premières pour tous types de produits laitiers reconstitués et recombinaison. Elle doit être potable, de bonne qualité, dépourvue de microorganismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable. La qualité de l'eau joue un rôle important dans l'industrie 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 lait. <sup>[17]</sup>

L'eau utilisée par les industries doit notamment répondre aux standards fixés par l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS**). Sur le plan:

- **Microbiologique** : Elle ne doit contenir aucun germe pathogène
- **Physico-chimique**: Elle ne doit pas contenir ni pesticides, ni nitrate, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15°f et un pH voisin de la neutralité. Il ne doit pas y avoir des substances toxiques comme des ions de métaux lourds (Plomb,...), les cyanures, les détergents, les hydrocarbures ou les phénols... <sup>[35]</sup> et <sup>[36]</sup>.

---

<sup>31</sup> **Veisseyre, R.** Technologie du lait. 3ème Ed. *Maison Rustique*. Paris, (1979) p.709

<sup>32</sup> **Jouves J. L.** Lait et produits laitiers non fermentés. In microbiologie alimentaire. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1996) P. 342.

<sup>33</sup> **Article III** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine De Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome (1995) p128.

<sup>34</sup> **Bhothipaksa, K et Busta, F.** Osmotically induced increase in thermal resistance of heat sensitive, dipicolinic acid less spores of *Bacillus cereus* ht-8. *Applied and Environmental Microbiology* 35 (4). (1978) **PP: 800-808.**

<sup>35</sup> **Joffin C et Joffin JN.** Microbiologie alimentaire. 5ème édition : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. (2003) p344.

Si l'eau n'est pas potable de façon permanente, il est indispensable de la traiter, notamment par pasteurisation ou chloration<sup>[37]</sup>.

## **2.4. Conservabilité du lait UHT :**

Grâce au traitement thermique, tous les germes capables de se multiplier de même que les spores de microorganismes sont tués de sorte que le lait est pratiquement en absence des germes.

Le lait UHT est rempli et conditionné en conditions stériles, il se conserve au moins 3 mois ou plus longtemps s'il n'est pas ouvert.

La conservabilité du lait est limitée par des processus enzymatiques (formation de sédiments, coagulation douce, rancidité) et parfois par des processus chimiques de vieillissement<sup>[38]</sup>.

L'industrie laitière recherche en permanence de nouvelles techniques de conservation du lait avec l'objectif d'obtenir un lait qui se conserve longtemps sans altérer les qualités nutritionnelles et organoleptiques<sup>[18]</sup>. Parmi ces techniques on cite principalement :

### **2.4.1. Conservation par le froid :**

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

#### **2.4.1.1. La 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)<sup>[39]</sup>.

#### **2.4.1.2. La congélation :**

La congélation est un procédé physique désignant le changement d'état d'eau liquide en glace qui a pour but la conservation prolongée par le froid afin d'inhiber, retarder ou arrêter les réactions enzymatiques et la croissance des microorganismes. La congélation permet de conserver les aliments plusieurs mois à des températures négatives (-40°C)<sup>[17]</sup>.

---

<sup>36</sup> **Bauer WJ, Badoud R, Loliger J et Etournaud A.** Science et technologie des aliments. In « Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés ». Ed : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne. (2010) 715 p

<sup>37</sup> **FAO** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome. (1995) 290p.

<sup>38</sup> **Anonyme 2,** Conserves de pH supérieur ou égal à 4,5. Contrôle de la stabilité, AFNOR (1976).

<sup>39</sup> **Jeantet R, Schuck P, Croguennec T et Brulé G.** (Science des aliments. Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. Volume I : Stabilisation Biologique et Physico-chimique. Edition : Tec & Doc-Lavoisier, Londres, Paris, New York. (2006) 211p.

## **2.4.2. 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 la conservation à la chaleur appelé de même traitement thermique <sup>[40]</sup>.

### **2.4.2.1. Principe et objectif du traitement thermique :**

Le lait ne peut être conservé pour une longue durée car, sa composition favorise la prolifération de microorganismes, on le soumet à un traitement thermique qui détruit partiellement ou entièrement sa flore microbienne. Le degré de cette destruction dépend directement de la température appliquée et de la durée du traitement thermique. Le taux de destruction des microorganismes est proportionnel à la température, alors que la vitesse des réactions chimiques est surtout liée à la durée du traitement <sup>[7]</sup>.

Le traitement thermique a pour objectif d'assurer la stabilité et la valeur nutritive du lait assez longtemps pour satisfaire les exigences commerciales.

#### **a. Pasteurisation :**

La pasteurisation est le traitement thermique le plus doux , il consiste à chauffer le lait à une température comprise entre 66 à 95°C pendants une durée qui varie selon la température utilisée qui permet de détruire la forme végétative de certaines bactéries pathogènes et d'éliminer un grand nombre de bactéries thermorésistantes pathogènes ainsi que les bactéries lactiques <sup>[12]</sup>.

La pasteurisation inactive en outre la phosphatase du lait cru ainsi que d'autres enzymes. Ceci permettra de contrôler son action <sup>[5]</sup>.

Le lait pasteurisé peut être obtenue sous différentes formes :

- Par pasteurisation à basse température, 30 minutes à 65°C ou LTLT (Low Temperature Low Time): Procédé abandonné par la plupart des laiteries.
- Par pasteurisation à haute température, 15 secondes à 72°C ou HTST (High Temperature Short Time). Le lait peut être livré à la consommation en vrac ou conditionné. Il doit être conservé à une température inférieure à 10°C, pour une durée limitée de consommation (DLC) de 7 jours après conditionnements <sup>[6]</sup>.

---

<sup>40</sup> **Adrian, J.** Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL –INRA, paris, (1987) p113.

- Flash pasteurisation, de 85 à 90 °C pendant 1 à 2 secondes : Elle est pratiquée sur les laits crus; la phosphatase et la peroxydase sont détruites [24].

## **b. La Stérilisation :**

La stérilisation est un traitement thermique qui vise la destruction de l'ensemble des microorganismes susceptibles de se développer dans le lait à fin d'obtenir un produit de longue conservation.

Il existe deux types de la stérilisation :

### **b.1. Stérilisation simple :**

C'est un traitement thermique qui permet de stériliser le lait dans son emballage étanche. Elle est réalisée pendant 20 minutes à une température de 120°C. Elle a pour objectif de détruire toutes les formes revivifiables et d'obtenir un produit stable au cours d'une longue conservation (5 à 6 mois) [35].

### **b.2. Stérilisation Ultra Haute Température (UHT) :**

C'est une technique permettant la longue conservation (quelques mois) du lait et des produits alimentaires liquides en les exposants à un chauffage bref et intensif, qui détruit les microorganismes présents dans le produit [35].

## **2.5. Processus de fabrication du lait demi-écrémé :**

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

### **a. Reconstitution du lait :**

La reconstitution consiste à mélanger l'eau à 15 °F avec deux poudres de lait la 0 % et la 26 % en matière grasse à température qui varie entre 22 et 25 °C afin d'obtenir un produit fini dont la teneur en matière grasse est de 16 g/litre.

La reconstitution s'effectue comme suit :

Une fois que le tank de reconstitution est à moitié plein en eau de processus, une pompe soutire l'eau et cette dernière circule en boucle entre le tank de reconstitution (TR) et un tri blinder au niveau duquel la poudre est incluse progressivement, de ce fait la poudre du lait est entraînée par l'eau jusqu'au tank de reconstitution (TR) muni d'un agitateur qui augmente la dispersibilité et favorise l'hydratation de la poudre et évite la formation d'agglomérats. Pendant le mélange, l'eau continue à s'écouler dans le tank jusqu'à ce que la quantité

spécifiée soit atteinte, une fois que toute la poudre est mélangée, l'agitateur et la pompe s'arrêtent et le contenu du tank est laissé au repos environ une heure à 5 °C [41].

**b. Filtration :**

La filtration s'effectue par le passage du lait reconstitué à travers des filtres pour éliminer les particules non dissoutes ainsi que tout corps étranger.

**c. Préchauffage :**

Le lait reconstitué est porté à une température convenable pour le dégazage. Cette opération est effectuée par un échangeur de chaleur à plaques où ce dernier est chauffé à une température de 67 - 70°C par récupération de la chaleur du lait sortant qui est refroidi à son tour [42].

**d. Dégazage :**

Le lait préchauffé est introduit tangentiellement dans la cuve sous vide à la température d'évaporation d'eau. Les gaz emprisonnés dans les produits sont charriés avec la vapeur et montent vers le haut de la cuve et sont aspirés par la pompe sous vide placée en haut. Les vapeurs se condensent dans le condensateur en spirale et retombent dans le produit liquide. Après traitement, le lait est acheminé par la sortie du fond de la cuve vers l'homogénéisateur.

**e. Homogénéisation :**

Après dégazage, le lait demi-écrémé passe dans l'homogénéisateur où il va subir un traitement physique par pression à 60 bars. Le but de l'homogénéisation est de réduire la taille des globules gras à environ 1/5ème de leur taille initiale. Les micelles de caséine seront aussi partiellement détruites [43].

**f. Pasteurisation :**

Le lait homogénéisé est conduit vers un échangeur à plaques pour être chauffé à 90°C, puis vers le chambreur où il séjourne 30 secondes. Une fois pasteurisé, le lait passe par la dernière section pour subir un refroidissement à 5°C par une eau glacée ou il est stocké dans le tank tampon (TT) [6].

---

<sup>41</sup> Document interne de l'entreprise Candia Chin- lait

<sup>42</sup> Moller S. La reconstitution du lait. Ed. Sodiaal, Ivry-sur-seine, (2000) P. 51.

<sup>43</sup> Cheftel, JC et Cheftel H. Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol. 1. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. (1996) ISBN : 2-85206-827-3. P.43

**g. Stérilisation :**

La stérilisation du lait passe par :

- **Préchauffage :** Le lait pasteurisé est stocké au niveau du tank tampon (TT) puis pompé vers le bac de lancement de l'installation UHT, qui débute par un chauffage à 75°C.
- **Homogénéisateur :** Le lait chauffé subit une seconde homogénéisation à une forte pression de 200 bars, avant la stérilisation.
- **Stérilisation :** Le lait homogénéisé arrive à la section de chauffage de l'échangeur à plaques où il est amené à une température de 140°C/4 sec au niveau du chambreur.

Le traitement UHT est un procédé continu qui s'effectue en circuit fermé empêchant ainsi toute contamination du produit par les microorganismes de l'air. Le produit passe ainsi par plusieurs phases successives et rapides de chauffage et refroidissement jusqu'à une température de  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$  <sup>[17]</sup>.

**h. Conditionnement :**

Le but du conditionnement aseptique est de réaliser le remplissage d'un récipient préalablement stérilisé et sa fermeture étanche au moyen d'un système stérile de façon à éviter toute contamination microbienne du produit conditionné <sup>[44]</sup>.

Les bricks 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% <sup>[45]</sup>. Figure 4 <sup>[41]</sup>.

---

<sup>44</sup> Odet G., Cerf O., Chevilotte J., Douard D., Gillis J. C., Heliane E. et Ligna C. J. La maîtrise du lait stérilisé UHT. Ed. Apria, Paris, (1985) P.201.

<sup>45</sup> Muthwill F., Berger J. F. et Lecoq M. Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe papier, polyéthylène et aluminium. In « l'emballage des denrées alimentaires de grande consommation ». Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1998) P.62.

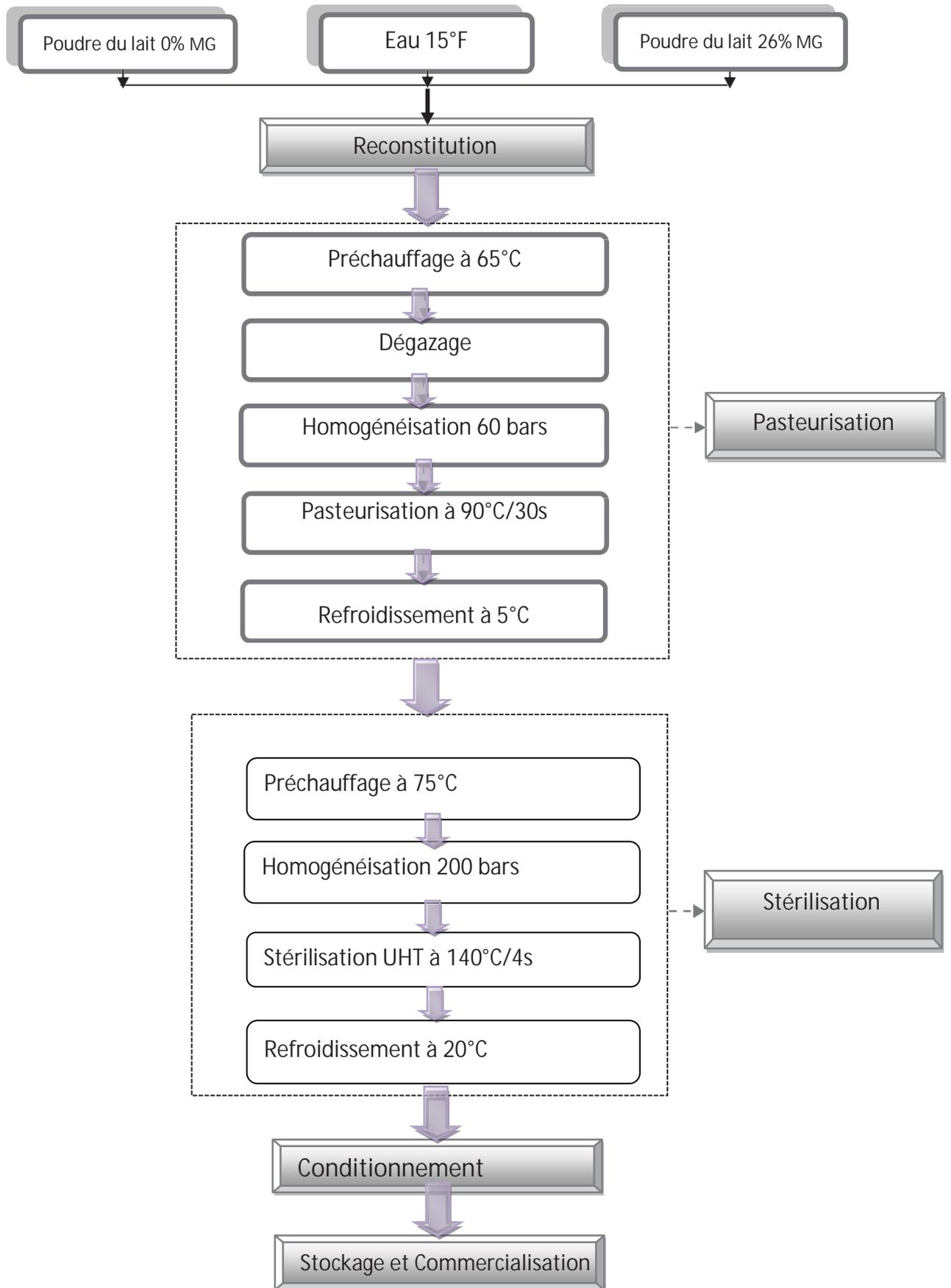


Figure 4: Diagramme de fabrication du lait stérilisé UHT Tchín-lait /CANDIA.

## 2.6. Avantage et inconvénients du traitement UHT :

Le traitement thermique a plusieurs avantages et inconvénients regroupés dans le tableau IV.

**Tableau IV:** Avantages et inconvénients du traitement UHT

Les Avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>• Offre, en particulier le double avantage d'une longue conservation du lait de consommation sans besoin de réfrigération tant que l'emballage n'est pas ouvert <sup>[46]</sup>.</li><li>• Il minimise les modifications des constituants du lait tout en détruisant rapidement les microorganismes <sup>[47]</sup>.</li><li>• Le traitement UHT garantit une meilleure préservation de la valeur nutritive parce qu'il provoque moins de dégradation des vitamines sensible à la chaleur.</li><li>• Les bactéries aussi bien que les spores sont détruites, et un certain nombre d'enzymes sont inactivés <sup>[44]</sup>.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'augmentation de la viscosité jusqu'à la formation éventuelle d'un gel.</li><li>• La formation de sédiments dont une couche est de nature protéique <sup>[48]</sup>.</li><li>• Les traitements UHT ne parviennent pas à inhiber totalement les activités enzymatiques <sup>[48]</sup>.</li><li>• Le chauffage accéléré peut provoquer la réaction de Maillard par formation d'un complexe entre la lysine et le lactose qui peut affecter le goût du lait <sup>[49]</sup>.</li></ul>

### Conclusion :

Le traitement thermique UHT (Ultra Haute Température) occupe une place de choix parmi les différents traitements technologiques du lait.

<sup>46</sup> Lamontagne, M. et al.. Microbiologie du lait. In : Science et technologie du lait. Ed. *Fondation de technologie*. Canada, (2002) P: 14

<sup>47</sup> Douad D., Gillis J.C., Helaine E., Lignac J. La maîtrise de la qualité du lait stérilisé UHT, Ed : APRIA. Paris. (1985) P 55.

<sup>48</sup> Cayot, P. et Lorient, D. Structure et techno-fonction des protéines du lait. Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier. Paris (1998), P: 176.

<sup>49</sup> Mahaut M., Jeanntet R., Brule G. et Schuck P. Les produits industriels laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2000) P. 178.

## **Chapitre II**

### **La stabilité du lait UHT**

Ce chapitre est composé de deux sections, la première définit la stabilité du lait UHT et ses différentes analyses et la deuxième expose les résultats et discussions de cette dernière.

## **Section 01 : la stabilité du lait UHT et ses différentes analyses**

La stabilité à la chaleur du lait a fait l'objet de plusieurs recherches depuis environ un siècle. Cette recherche visait principalement à comprendre les effets des facteurs de composition et de transformation sur la stabilité à la chaleur et à élucider les mécanismes de coagulation des protéines<sup>[50]</sup>.

### **1.1. Définition de la stabilité :**

La stabilité thermique du lait est définie comme la capacité de celui-ci à résister aux hautes températures et à des procédés industriels, sans coagulation visible ou gélification.<sup>[51]</sup>

Le facteur le plus important vis-à-vis de la stabilité est le pH et aussi y'a d'autres facteurs qui influencent la stabilité thermique sont les sels, les protéines du lait<sup>[52]</sup>, ainsi que les traitements tels le préchauffage, la concentration et l'homogénéisation, qui peuvent causer la coagulation partielle ou complète pendant la transformation ou l'entreposage<sup>[53]</sup>.

### **1.2. Action du chauffage sur la stabilité du lait UHT :**

#### **1.2.1. Matière grasse :**

Les globules gras restent stables lors d'un traitement sur un échangeur à plaques (chauffage indirect), même si la durée du chauffage à 140°C est prolongée la taille reste inchangée.

Le stockage du lait traité thermiquement provoque parfois à température ambiante et surtout à basse température le crémage des globules gras<sup>[48]</sup>.

#### **1.2.2. Protéines :**

##### **1.2.2.1. Protéines sériques :**

Lors des traitements thermiques appliqués pour obtenir la gélification des protéines sériques, la structure native est fortement dénaturée elle peut conduire à des rapprochements et à l'association des protéines sériques par liaisons hydrophobes, échange de ponts disulfures et/ou attraction électrostatique<sup>[15]</sup>.

---

<sup>50</sup> Anonyme I : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs> le 24/03/202 a 19H35

<sup>51</sup> Singh H., Heat Stability of milk. International Journal of Dairy Technology 57(2-3): (2004) p111.

<sup>52</sup> Morgan F., Jacquet F., Micault S., Bonnin V et Jaubert A., Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high temperature processing. International Dairy Journal 10(1/2): (2000) p113.

<sup>53</sup> Singh H., Creamer L. K., Heat stability of milk. Dans: Advanced dairy chemistry-1: Proteins. Fox. F. (Ed.), Elsevier Applied Science, London, UK, (1992). p 62

### **1.2.2.2. Protéines caséines :**

La stabilité de leur structure colloïdale et la cohésion de ces molécules sont assurées par les interactions hydrophobes et les ponts salins (s-s) constitués par le phosphate de calcium colloïdal. Le traitement UHT et le stockage du lait peut apporter des modifications physico-chimiques et des réactions enzymatiques, et dans quelques cas ces réactions entraînent la déstabilisation des micelles de caséine <sup>[54]</sup>.

### **1.2.3. Lactose :**

Le lactose est sensible à la chaleur, la forme hydratée perd son eau de cristallisation entre 110 et 130°C, au-delà de 150°C on observe un jaunissement puis un brunissement dû à la formation d'un caramel. On constate dans le lait que le brunissement intervient à des températures beaucoup moins élevées, il s'agit d'une réaction du sucre avec les matières azotées entraînant l'apparition de composés bruns réducteurs appelés mélanoidines et non pas d'une caramélisation du lactose.

Cette réaction, catalysée par le fer et le cuivre ainsi que le phosphate, est nommée réaction de Maillard <sup>[55]</sup>.

### **1.2.4. Minéraux :**

Le lait subit beaucoup de modifications lors du chauffage au niveau de la partie minérale. Le phosphate de calcium est un sel inverse dont la solubilité diminue avec l'augmentation de la température. Le chauffage est responsable d'une augmentation de quantité de l'ion hydronium [ $\text{H}_3\text{O}^+$ ] en favorisant d'une part, la dissociation des acides et d'autre part, la formation de phosphate de calcium micellaire à partir du calcium et du phosphate soluble avec libération d'ion  $\text{H}^+$  <sup>[16]</sup>.

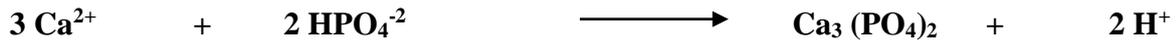
La conséquence majeure au niveau minéral d'un traitement thermique de lait est une diminution de la solubilité de phosphate de calcium <sup>[56]</sup>. Comme la réaction suivante l'indique et figure 5 :

---

<sup>54</sup> Gaucher I., Molle D., Gagnaire V. et Gaucheron F. Effects of stockage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. Food Hydrocolloides. (2008). 22. p130

<sup>55</sup> Veisseyre G., Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait. Paris. La Maison Rustique, ISBN : 27 066001 187. (1975). P184

<sup>56</sup> F.GAUCHERON, Lavoisier/TEC ET DOC sciences et techniques agroalimentaires ISBN 13 : 9782743006419 (2003) P122



Ions de calcium      monohydrogénophosphate      phosphate tricalcique      protons

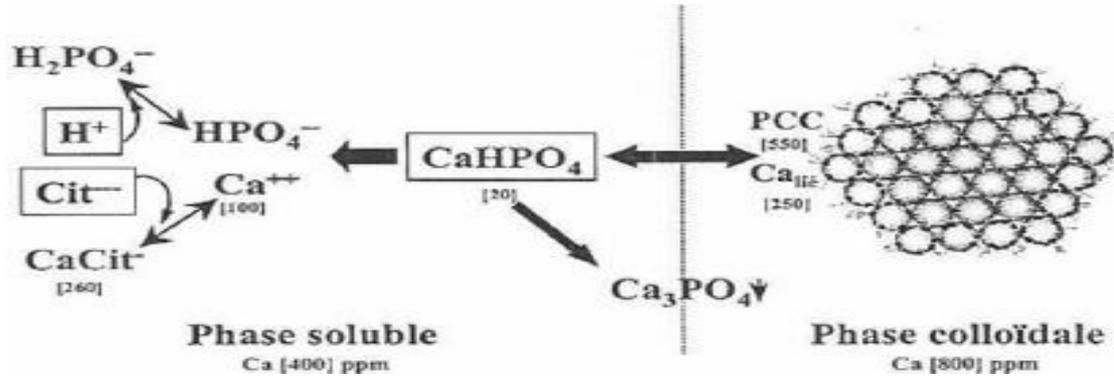


Figure N°5 : les principaux équilibres minéraux du lait

### 1.2.5. Les vitamines :

Les vitamines du lait ont des structures chimiques très différentes, donc elles peuvent subir des modifications comme l'oxydation et l'hydrolyse est surtout elles sont sensibles à la lumière et à la chaleur. En général, la plupart des études sont effectuées sur l'effet des traitements thermiques sur la teneur résiduelle en vitamines.

Il a été constaté que les vitamines liposolubles (A, D, E) et hydrosolubles (B2, acide pantothénique, biotine, acide nicotinique) sont stables durant la pasteurisation et les traitements UHT, alors que les vitamines B1 B6 B12, l'acide folique et l'acide ascorbique sont beaucoup plus sensibles à la chaleur et à l'oxydation.

Ces trois dernières vitamines sont surtout oxydables lors du traitement ou du stockage<sup>[57]</sup>.

### 1.2.6. Les enzymes :

On peut obtenir parfois une inactivation totale momentanée de la plasmine après un traitement thermique sévère comme la stérilisation UHT<sup>[48]</sup>.

Les enzymes endogènes (phosphatase alcaline, peroxydase) sont très thermosensibles, leur disparition sert d'indice d'efficacité de la méthode thermique utilisée.

La xanthine- oxydase n'est détruite qu'à des températures supérieures à 85°C et les phosphatases acides supportent la pasteurisation, mais pas le traitement UHT. Le chauffage long est à des températures élevées nécessaires à la destruction de ces enzymes exogènes, abîme aussi le lait. Leur persistance favorise l'apparition dans le lait UHT d'acide gras, cause d'acidité et de rancissement<sup>[37]</sup>.

<sup>57</sup> Derby G. Lait, nutrition et santé, Ed : Tec et doc, Lavoisier, Paris. (2001) P 155.

### **1.3. Les méthodes de l'évaluation de la stabilité :**

Le pH et l'acidité ont une importance exceptionnelle par l'abondance des indications et des renseignements qu'elles donnent sur la richesse du lait en certains de ces constituants, son état de fraîcheur ou sa stabilité <sup>[58]</sup>.

Pour l'analyse physico-chimique, trois bricks sont prélevées pour chaque production (Une brique au début, une autre au milieu et une dernière à la fin du conditionnement).

#### **1.3.1. Analyse des eaux :**

##### **1.3.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH) :**

###### **➤ Principe :**

Le potentiel d'Hydrogène (pH) est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une eau. Il est déterminé par la méthode potentiométrique ou électrométrique, à l'aide d'un pH-mètre, appareil qui mesure la différence de potentiel entre deux électrodes <sup>[59]</sup>.

###### **➤ Mode opératoire :**

Après avoir étalonné le pH-mètre avec les solutions tampons (pH 4 et pH 7), un volume d'eau à 25°C est versé dans un bêcher, dans lequel l'électrode du pH-mètre est introduite. La valeur du pH de la solution est affichée sur l'écran de ce dernier.

##### **1.3.1.2. Détermination du titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale :**

###### **➤ Principe :**

La détermination du TH est basée sur un titrage par compleximétrie du calcium et du magnésium avec une solution aqueuse de sel dissodique 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 <sup>[60]</sup>.

###### **➤ Mode opératoire :**

- Verser 100 ml d'eau à analyser dans un bêcher de 250 ml
- Ajouter 04 ml de la solution tampon ammoniacal à pH 10 et une pincée (aspect sablonneux) de l'indicateur coloré NET (Noir Eriochrome T)
- Titrer avec une solution d'EDTA (0,02 N) jusqu'au virage de la couleur du violet au bleu franc persistant.

<sup>58</sup> Mathieu J., Initiation à la physicochimie du lait. Ed Lavoisier Tec et Doc, chapitre 3, ISBN: 2-7430-0233-6. (1998) P197.

<sup>59</sup> Audjie C. L., Fijrarella. et Zonszain J. F. Manipulation d'analyses biochimiques. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2002) PP. 74-75.

<sup>60</sup> Rodier J., Bazin C., Chambon P., Brautin J. P., Champarir H et Rodi L. L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mère. Ed. Dunod, Paris. 8ème Edition (2005) Pp : 230.

➤ **Expression des résultats :**

Le résultat est exprimé en degrés Français °F,  $1^{\circ}\text{F} = 4 \text{ mg/l}$  de calcium et  $2,4 \text{ mg/l}$  de magnésium, et encore  $10 \text{ mg/l}$  de  $\text{Ca CO}_3$  (carbonate de calcium ou plus communément "le tartre"), est donné par l'expression :

$$\text{Th} = \text{V}^{\circ} \text{F}$$

V : Volume de la chute de l'EDTA utilisé pour obtenir le virage

**1.3.1.3. Détermination de l'alcalinité :**

➤ **Principe :**

En ajoutant un acide fort  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dans l'eau, les hydroxydes alcalins en solution sont neutralisés et les carbonates alcalins sont transformés en bicarbonates en présence d'indicateurs colorés. La méthode est basée sur la détermination des volumes successifs d'acide sulfurique en solution diluée nécessaire pour la neutralisation d'eau à analyser au niveau des pH 8,3 et 4,3. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde correspond au titre alcalimétrique complet (TAC) <sup>[60]</sup>.

**1.3.1.4. Titre alcalimétrique (TA) :**

➤ **Principe :**

Le TA mesure la teneur de l'eau en hydroxydes alcalin et les carbonates ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ )

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

➤ **Mode opératoire :**

- Dans un erlenmeyer on verse 10 ml d'échantillon d'eau à analyser
- on ajuste à 100 ml avec de l'eau distillée
- on ajoute 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré phénophtaléine

➤ **Expression des résultats :**

- **Absence de coloration** : pas de titrage avec l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) donc  $\text{TA} = 0^{\circ}\text{F}$

- **Coloration rose** : il y'a titrage avec l'acide sulfurique  $0,02\text{N H}_2\text{SO}_4$  jusqu'à décoloration. Le pH est alors de l'ordre de 8,3 selon les réactions suivantes :



$$TA=10 \cdot V1 \text{ } ^\circ F$$

V1 : chute de volume de la burette.

### 1.3.1.5. Titre Alcalimétrique Complexe (TAC) :

➤ **Principe :**

Il nous renseigne sur la concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et des bicarbonates dans l'eau.

$$TAC = [OH^-] + [CO_3] + [HCO_3]$$

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. <sup>[61]</sup>

➤ **Mode opératoire :**

L'échantillon traité précédemment est pris et ajouté de 2 à 3 gouttes de méthylorange.

➤ **Expression des résultats :**

- Coloration orange : pas de titrage avec l'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: TAC=0°F.
- Coloration jaune : il y a titrage avec l'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,02N) selon les réactions suivantes :



$$TAC=10 \cdot V2 \text{ (} ^\circ F \text{)}$$

V2 = chute de volume de burette.

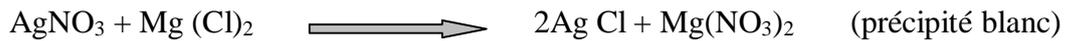
### 1.3.1.6. Chlorure :

➤ **Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre, par une solution titrée de nitrate d'argent ou de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge brique caractéristique au chromate d'argent. La détermination des chlorures est basée sur la réaction entre les ions Cl<sup>-</sup> et les ions Ag<sup>+</sup> <sup>[60]</sup>.

<sup>61</sup> Rodier J.L.'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mère. Ed. Dunod, Paris. 4ème Edition. (1996) p 120

## Chapitre II : La stabilité du lait UHT



Au point d'équivalence, une faible concentration en ions  $\text{Ag}^+$  provoque la coloration de chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  qui est utilisée comme indicateur coloré. Cette dernière vire au rouge brique.



### ➤ Mode opératoire :

- Introduire 50 ml d'échantillon d'eau à analyser dans une fiole jaugée, le verser dans un erlenmeyer,
- ajouter 2 ml de l'indicateur coloré chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
- titrer avec une solution de  $\text{AgNO}_3$  jusqu'à disparition de la couleur jaune.

### ➤ Expression des résultats :

**1<sup>er</sup> cas:** coloration brune alors pas de titrage  $[\text{Cl}] = 0 \text{ mg/l}$ .

**2<sup>ème</sup> cas :** coloration jaune implique qu'il y a un titrage avec  $\text{AgNO}_3$  (0,014 N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge brique.

$$[\text{Cl}] \text{ mg /l} = V * 10$$

Où :

**V :** chute de burette

### 1.3.1.7. Conductivité des eaux :

La conductivité (K) est l'ensemble ou la quantité de sels dissous (électrolytes) contenus dans une solution ( $\mu\text{S/cm}$ ) elle est appliquée aux eaux des chaudières et des bûches alimentaires.

### ➤ Principe :

La mesure s'effectue à l'aide d'un conductimètre qui permet la mise en évidence de la présence d'ions  $\text{H}^+$  et  $\text{OH}^-$  ainsi que les ions dissous qui confèrent à l'eau une certaine aptitude à conduire le courant électrique<sup>[60]</sup>.

➤ **Mode opératoire :**

- L'échantillon à analyser est ramené à une température de 25°C.
- la sonde du conductimètre est plongée dans l'échantillon d'eau à analyser.

**NB :** L'étalonnage de l'appareil se fait avec une solution de KCl (0.1M).

➤ **Expression des résultats :**

**K :** valeur affichée par le conductimètre.

### **1.3.2. Les analyses de stabilité du lait :**

#### **1.3.2.1. pH :**

➤ **Principe :**

Le pH représente l'acidité du lait à un moment donné. Il dépend principalement de la présence de caséines et d'anions phosphoriques et citriques, il est mesuré généralement avec un appareil électronique muni d'une électrode quand plonge dans le lait qui est appelée pH- mètre <sup>[7] Et [62]</sup>.

➤ **Mode opératoire :**

- Etalonner le pH-mètre à l'aide des deux solutions tampons (pH=4 et pH=7)
- Maintenir la température de l'échantillon à 20°C
- Introduire l'électrode dans le bécher contenant le lait à analyser
- à chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher <sup>[63]</sup>.

➤ **Expression des résultats:**

$$\text{pH} = - \log_{10} [\text{H}^+]$$

#### **1.3.2.2. L'acidité titrable :**

La mesure de l'acidité titrable du lait est la quantité de l'acide lactique contenue dans un litre de lait.

Elle est exprimée en degrés Dornic. Un degré Dornic est équivalent à 0.1g d'acide lactique par litre de lait.

<sup>62</sup> Rejsek F.. Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Ed : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. (2002) p7 0.

<sup>63</sup> Mathieu B J. Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: (1999) 3-190 (220 pages).

➤ **Principe :**

Il se base sur le titrage de l'acidité d'un lait par l'hydroxyde de sodium (N/0.111) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré <sup>[64]</sup>.



➤ **Mode opératoire :**

- à l'aide d'une pipette jaugée introduire 10 ml de lait à analyser dans un bécher
- Ajouter 03 à 04 gouttes de phénolphthaléine
- Introduire l'électrode du pH-mètre dans le bécher et titrer avec NaOH
- Arrêter le titrage dès que le pH atteint 8.3
- Noter le volume de NaOH utilisé pour le titrage

➤ **Expression des résultats :**

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

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

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

**1.3.2.3. La densité :**

➤ **Principe :**

La densité est déterminée au moyen du thermo-lactodensimètre (aéromètre), à une température de 20C° <sup>[65]</sup>.

➤ **Mode opératoire :**

- Verser le lait à analyser dans une éprouvette inclinée
- Introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette en le tenant par l'extrémité de la tige graduée
- Le lait doit déborder pour éliminer les traces de mousses
- Laisser stabiliser 30 secondes à 1 minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.

<sup>64</sup> Thapon J.L. Science et technologie du lait. Ed. Agrocampus, Rennes. (2005) Pp: 6-38.

<sup>65</sup> Leder..Application de la membrane du globule gras du lait comme ingrédient :perspectives actuelles et futures. Dairy Sci, technol, (1983) p 18.

➤ **Expression des résultats :**

$$\text{Densité} = X * 10^{-3} + 1$$

Où :

**X** : correspond à la lecture lue sur le lactodensimètre.

**1.3.2.4. Détermination de la température :**

Elle est déterminée à l'aide d'un thermomètre.

**1.3.2.5. Détermination du poids :**

➤ **Principe :**

Le principe est de connaître le poids net du produit une fois emballé. <sup>[8]</sup>

➤ **Mode opératoire**

- Poser la brique sur la balance électronique
- Lire le résultat affiché sur l'écran de la balance

➤ **Expression des résultats**

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

$$P = \text{Lecture} - \text{poids de l'emballage}$$

Où :

**P** : poids

**1.3.2.6. Détermination de l'extrait sec total (EST) :**

C'est la quantité de la matière sèche contenue dans un litre de produit, il est exprimé en pourcentage massique ou en (g/l).

➤ **Principe :**

Cette mesure est effectuée au moyen d'un dessiccateur à infrarouge, muni d'une balance de précision, le résultat s'affiche en pourcentage.

➤ **Mode opératoire :**

- Mettre une coupelle dans le dessiccateur puis tarer
- Mettre dans la coupelle 11 g de sable puis tarer
- Peser 3 g du volume du lait prélevé par une pipette
- 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 de l'analyse se manifeste par une sonnerie, puis lire le résultat affiché en pourcentage

➤ **Expression des résultats :**

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

Où :

**EST** : extrait sec total.

**L** : lecture en pourcentage.

**d** : la densité du lait.

### **1.3.2.7. Détermination du taux de la matière grasse (Méthode de GERBER ou Acidobutyrométrie) <sup>[66]</sup>.**

La méthode de Gerber permet d'évaluer la teneur en matière grasse du lait ou le taux butyreux, qui est le nombre de gramme de matière grasse (MG) dans un kilogramme ou un litre de lait (g/l).

➤ **Principe :**

Le principe est basé sur la dissolution de toute la matière organique par addition d'acide sulfurique et la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre. La séparation est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso- amylique.

➤ **Mode opératoire :**

- Verser dans un butyromètre 10ml d'acide sulfurique à 91%.
- Ajouter 10ml d'eau distillée
- A l'aide d'un entonnoir, verser 2,5g du lait à analyser dans le butyromètre
- Ajouter 1ml d'alcool iso-amylique
- Homogénéiser, puis le mettre au bain-marie à 65°C /5min
- Centrifuger pendant 5 minutes

➤ **Expression des résultats**

Le résultat est lu directement sur le butyromètre.

### **1.3.2.8. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)**

La teneur en ESD est déterminée par la soustraction de la teneur en MG de l'EST comme le montre la formule suivante :

---

<sup>66</sup> NF-V 04-210 AFNOR, 2000

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

Où :

**ESD** : extrait sec dégraissé

**EST** : extrait sec total

**MG** : matière grasse

#### **1.3.2.9. Teste a l'alcool :**

La stabilité du lait à l'alcool est traditionnellement utilisée comme critère de sélection des laits destinés à subir un traitement thermique. Ainsi il est courant de ne traiter à Ultra-haute température que les laits stables lors de « l'épreuve à l'alcool à 75° Gay-Lussac».

Une température supérieure à 140°C pourrait être choisie, 150°C constituant une valeur à ne pas dépasser.

Toutefois, il n'est pas possible de proposer a priori une valeur universelle limitée pour le temps de déstabilisation, chaque usine devra étalonner la technique en fonction du type de traitement thermique industriel qu'elle applique <sup>[67]</sup>.

##### ➤ **Principe :**

Si un lait est en phase d'acidification, un ajout d'alcool (éthanol) volume à volume, entraîne une déstabilisation des protéines du lait qui coagule proportionnellement à l'acide.

##### ➤ **Mode opératoire :**

- Prélever 2ml de lait à analyser et le verser dans un tube à essai
- Ajouter 2ml d'alcool au lait
- Homogénéiser le mélange par deux retournements successifs sans agiter

##### ➤ **Expression des résultats :**

- Le résultat est positif, lorsque le lait coagule à l'ébullition et laisse des grumeaux au long des parois du tube <sup>[44]</sup>.

- Résultat négative, lorsque le lait ne coagule pas à l'ébullition et s'écoule le long des parois du tube sans laisser des traces

#### **1.3.2.10. Teste de Ramsdell :**

Le teste de Ramsdell est un teste de référence de stabilité du lait au traitement thermique est-il aussi appelé teste de phosphate.

---

<sup>67</sup> **Métro.**, Corrélation entre la stabilité à l'alcool et la stabilité à la chaleur du lait. Mémoire d'Ingénieur C.N.A.M., (1978) p117.

➤ **Principe :**

Le test consiste à vérifier la stabilité du lait à 100°C par incorporation d'ions phosphates. En effet, ces derniers ont la capacité de déstabiliser la structure des micelles de caséine, si le lait n'est pas stable <sup>[68]</sup>.

➤ **Mode opératoire :**

Une série de tubes est préparée contenant des quantités croissantes de solution phosphate monopotassique à 0,02 N : 1,3 ; 1,4 ; 1,5 ; 1,6 ; 1,8 ; 2,0 ; 2,3 ml. Ensuite, 10 ml de lait à analyser est ajouté à chaque tube.

Après agitation, les tubes sont portés à ébullition pendant 5 minutes.

➤ **Expression des résultats :**

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

**1.3.2.11. Test de stabilité à l'ébullition :**

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

➤ **Principe :**

C'est une méthode qui permet de sélectionner les laits destinés à subir un traitement thermique. Il permet de ce fait de minimiser le risque de voir le lait se déstabiliser lors du traitement UHT et se sédimenter dans les emballages après traitement thermique. Lorsqu'un lait est en phase d'acidification, un traitement thermique entraîne une déstabilisation des protéines du lait qui se manifeste par une coagulation ou floculation <sup>[69]</sup>.

➤ **Mode opératoire :**

- Prélever 05 ml du lait à analyser dans un tube à essai
- Placer le tube dans le bain-marie à 100°C pendant 20 minutes

➤ **Expression des résultats**

Le lait est dit normal si le mélange s'écoule le long des parois du tube sans laisser de trace. Cependant, le lait est instable, éventuellement acide si le mélange présente des flocons de protéines précipitées <sup>[70]</sup>.

---

<sup>68</sup> J.O.R.A.N° 35, Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers. (1998).

<sup>69</sup> J.O.R.A n°35. Arrête interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. (1998).

<sup>70</sup> Petranxiene D. et Lapiéd L. La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers : Analyse et test. Ed. Tec et Doc, Paris,(1981). P. 79.

### 1.3.2.12. Test à bain d'huile :

➤ **Principe :**

Le test consiste à mesurer le temps de chauffage à haute température, nécessaire à la coagulation du lait. Les tubes contenant le lait à tester sont chauffés dans un bain d'huile thermostaté à 140°C. La coagulation est constatée visuellement. <sup>[44]</sup>

➤ **Mode opératoire :**

- On introduit dans un tube à essai 4 ml du lait à examiner
- On place le tube dans un bain d'huile à température 140°C
- Dès que le lait commence à coaguler, on récupère le tube et on mentionne le temps de début de la coagulation

➤ **Expression des résultats :**

La lecture et l'expression des résultats se font directement, en constatant le temps où la coagulation commence. Il est fortement recommandé qu'il soit supérieur à 20 min.

### 1.3.2.13. Teste de peroxyde :

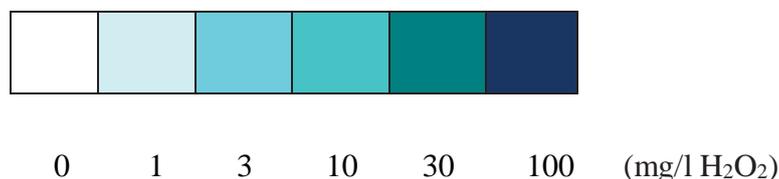
C'est un test effectué pour vérifier de manière rapide et simple l'élimination complète du peroxyde d'hydrogène avant le remplissage, pour garantir que le produit fini ne contiendra pas de désinfectant <sup>[71]</sup>.

➤ **Mode opératoire :**

- Immerger la zone réactionnelle de la languette teste pendant environ deux secondes dans le lait
- Secouer la languette vigoureusement pour en éliminer l'excédent du lait et attendre quelques secondes pour faire la lecture

➤ **Expression de résultats :**

Comparer la couleur de la zone réactionnelle à l'échelle colorimétrique sur l'emballage des bandelettes et exprimer la concentration du peroxyde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en mg/l. Figure n°6.



**Figure N°6:** Echelle colorimétrique du peroxyde.

<sup>71</sup> **Anonyme II** ; [www.analytical-test-kits.com](http://www.analytical-test-kits.com) (consulter le 28-09-2020)

## Section 02: Résultats et discussions des analyses

Dans cette section nous allons discuter sur les résultats des différentes analyses allant des matières premières jusqu'au produit fini.

### 2.1. Résultats des analyses de la matière première :

#### 2.1.1. Eau de reconstitution :

Les résultats de l'analyse de l'eau de reconstitution sont regroupés dans le **tableau V** ci-dessous

**Tableau V** : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de reconstitution <sup>[72]</sup> De <sup>[73]</sup>.

Paramètres	Résultats	Normes	Référence
pH (25°C)	7,86 ± 0,01	6,5 – 8,5	J.O.R.A n°75, 2009
TH (°F)	14,6 ± 0,1	10 – 20	
TA (°F)	0	0	
TAC (°F)	18,33 ± 0,4	≤ 25	
Chlorures (mg/l)	36,33 ± 1,8	≤ 50	
Conductivité (ms/cm)	4,71 ± 0,01	0,03 – 8,0	

Ce tableau nous résume les différents résultats d'analyse physico-chimique effectués sur l'eau de reconstitution il nous montre que chaque paramètre étudié possède une valeur conforme à la norme fixée par l'entreprise ( Tchic lait candia ), cela nous confirme l'efficacité du traitement d'adoucissement quotidien des eaux au sein de cette entreprise ce qui nous permet d'obtenir une meilleure eau de process qui facilite la mouillabilité et la solubilité de la poudre de lait .

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion des métaux des canalisations et des fuites qui peuvent entraîner une contamination et un pH supérieur à 8,5 ne permet pas une bonne dissolution de la poudre de lait <sup>[74]</sup>, et pour ce qui est de TH, quand il est inférieur à 15°F il favorise une bonne solubilité de la poudre de lait, un TH trop élevé pourrait provoquer l'entartrage des canalisations.

<sup>72</sup> HAMMAM Anissa et HAROUDINE Anissa, Mémoire Suivi des paramètres physico-chimiques du lait UHT demi-écrémé, au cours de sa production, de la matière première au produit fini au niveau Tchic-lait CANDIA (2013) P30.

<sup>73</sup> J.O.R.A n°75. Le décret exécutif n° 09-414 du 20 décembre (2009).

<sup>74</sup> J.O.R.A n°51. Arrête interministériel du 20 Aout 2000 relatif aux normes de potabilité d'une eau de consommation(2000).

## Chapitre II : La stabilité du lait UHT

Le TA est nul pour les eaux analysées ce qui signifie que ce sont des eaux dont le pH est inférieur à 8,3 d'après **Rodier et al. (2005)** [75]. En effet le pH de l'eau utilisé est de  $7,86 \pm 0,01$ .

Les chlorures sont à l'origine du goût désagréable de l'eau. Elles peuvent également être à l'origine de la corrosion dans les canalisations et réservoirs. Les teneurs maximales tolérées pour les chlorures sont de 50 mg/l, or nos échantillons en contiennent  $36,33 \pm 1,8$  mg/l, valeur située dans les normes tolérées.

La conductivité de l'eau utilisée et la valeur maximale tolérée par l'entreprise sont respectivement de  $4,71 \pm 0,01$  et 8 ms/cm. Une conductivité élevée provoquerait une augmentation de la concentration des ions en solution tandis qu'une température plus élevée entraînerait l'accélération de la mobilité des ions dans l'eau [60].

La température de l'eau est un facteur majeur qui facilite la reconstitution du lait.

### 2.1.2. Poudre de lait :

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait sont représentés dans le Tableau VI.

**Tableau VI:** Résultats des analyses physico-chimiques et du test sensoriel de la poudre de lait après reconstitution (0% et 26% MG) [72].

Paramètres	Poudre de lait		Normes		Référence
	0% MG	26% MG	0% MG	26% MG	
pH (20°C)	$6,71 \pm 0,02$	$6,80 \pm 0,01$	6,6 – 6,8		J.O.R.A n°69, 1993
Acidité (°D)	$14,5 \pm 0,1$	$12 \pm 0,1$	12 – 15		
Humidité (%)	$2,31 \pm 0,05$	$2,87 \pm 0,08$	Max 5%		
Test à l'alcool	-	-	Négatif		
Bain d'huile (mn)	$8 \pm 0$	$12 \pm 0$	$\geq 5$ mn	$\geq 12$ mn	
Test de filtration	A	A	A		
Gout et odeur	Normaux	Normaux	Absence de gout de rance		
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche à crème		

L'analyse du tableau montre que chaque paramètre étudié est inférieure à la norme établie par l'entreprise.

**pH :** les valeurs obtenue sont 6,71 pour la 0%MG et 6,8 pour la 26%MG, elles sont conforme aux normes (6,6-6,8).Ceci indique qu'avant le procédé de déshydratation, le lait était stable et frais.

## *Chapitre II : La stabilité du lait UHT*

**Acidité :** les résultats montrent que l'acidité de la poudre de lait est 14°D pour la 0%MG et 12°D pour la 26%MG, elles sont conformes aux normes. Donc il ya pas de risque de coagulation du lait reconstitué pendant les traitements thermiques.

**Humidité :** La faible teneur de la poudre en eau (2,31% pour la 0%MG et 2,87% pour la 26%MG) lui confère une protection des altérations susceptibles de la rendre impropre à l'utilisation.

Un bon conditionnement (sac en polyéthylène doublé de sacs en papier) et de stockage (température ambiante) permet d'éviter l'augmentation du taux d'humidité et donc l'altération du lait.

**Test a l'alcool :** il est la 1<sup>er</sup> approche qui renseigne sur l'acidité de la poudre lors de sa reconstitution, en effet l'absence de coagulation confirme que notre échantillon de lait présente une acidité comprise entre 12 et 15°D.

**Test au bain d'huile :** Les résultats sont conformes aux normes ce qui indique que la poudre de lait peut résister à un traitement thermique U.H.T sans aucune influence sur ses constituants.

**Test de filtration :** l'absence d'impuretés lors du test de filtrabilité affirme que la poudre de lait est de bonne qualité hygiénique.

Les résultats sensoriels de la poudre de lait nous montrent que l'échantillon analysé n'a ni odeur ni gout de rance et il est de couleur conforme à la norme qui est blanche.

Les résultats des tests de stabilité confirme que la poudre de lait est de bonne qualité ce qui prouve que l'entreprise respecte les modalités de stockage, à savoir le conditionnement dans des sacs en polyéthylène doublés de sacs en papier et l'entreposage dans une salle à température ambiante afin d'éviter l'augmentation du taux d'humidité et donc d'éviter l'altération.

### **2.2. Les produits intermédiaires** (laits reconstitué et pasteurisé)

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour les produits intermédiaires sont présentés dans le tableau VII.

**Tableau N°VII :** Résultats d'analyses physico-chimiques des produits intermédiaires de la laiterie Tchén-Lait/CANDIA [72].

<b>Paramètres</b>	<b>TR</b>	<b>TT</b>	<b>Norme</b>
<b>T °C</b>	20° C	19,5° C	20° C
<b>pH</b>	6,80	6,82	6,6 – 6,9
<b>Densité</b>	1,035	1,035	1,034 – 1,035
<b>ESD</b>	92,32	91,59	92 ± 2
<b>Test à l'alcool</b>	(-)	(-)	(-)
<b>Test d'ébullition</b>	(-)	(-)	(-)
<b>Test Ramsdell</b>	1,9	1,8	<2,5
<b>Ac. Dornic (°D)</b>	13	13,5	12 – 14

**TR :** Tank de reconstitution (prélèvement de lait reconstitué)

**TT :** Tank tampon (prélèvement de lait pasteurisé)

**ESD :** Extrait sec dégraissé

**T° :** température

**Ac. :** Acidité.

D'après les résultats de ce tableau toutes les valeurs des paramètres recherchés sont conformes aux normes cela nous indique que tous ces produits sont préparés convenablement et qu'ils peuvent être orientés pour l'obtention du produit fini.

Les recherches effectuées pour ces produits ont pour but de constater les problèmes survenus au niveau de la chaîne de production s'il est constaté une non-conformité pouvant être corrigée, l'usine procédera à la correction de la non-conformité avant d'envoyer ces laits vers la fabrication du produit fini.

### **2.3. Produit fini (lait UHT demi-écrémé) :**

Les analyses physico-chimiques ayant porté sur le produit fini (lait UHT demi-écrémé) ont permis l'obtention de plusieurs résultats résumés dans le tableau VIII.

**Tableau N°VIII : Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini** <sup>[72]</sup>.

Paramètres	Résultats	Normes	Référence
pH	6,76 ± 0,02	6,6 – 6,8	J.O.R.A n°69, 1993
Acidité titrable (°D)	13,80 ± 0,22	12 – 15	
Densité	1,032 ± 0	1,032 - 1,033	
Matière grasse (g/l)	16,4 ± 0,16	15,5 – 16,3	
EST (g/l)	107,4 ± 0,047	106 - 107,5	
Test à l'alcool (ml)	-	Négatif	
Test à ébullition (ml)	-	Négatif	
Test de Ramsdell (ml)	2,5 ± 0,14	≥ 2,3	
Gout, Odeur	-	Absence de gout de rance	
Couleur	-	Blanche à crème	

L'analyse de ce tableau montre que tous les paramètres analysés sont conformes aux normes ce qui laisse supposer une bonne maîtrise du traitement thermique et du conditionnement.

Pour ce qui est du pH il est constaté que les valeurs lues sont toujours situées dans les normes de l'entreprise, quelque soit le niveau de production (début, milieu et fin). Ceci traduit la stabilité de la chaîne de production.

D'après **Mathieu (1998)** <sup>[58]</sup>, le pH et l'acidité évoluent avec la composition du lait. Une teneur élevée en substances acides (anions phosphate, citrate ou acide lactique) s'accompagne le plus souvent d'un pH faible et d'une acidité titrable élevée.

Les résultats obtenus sur la matière grasse, la densité et EST sont conformes aux normes internes de l'entreprise ce qui montre une répétabilité et une bonne maîtrise.

L'ensemble des résultats des tests de stabilité effectués sur le produit fini montrent une résistance au traitement thermique et une bonne stabilité.

**Test à l'alcool :** Les résultats montrent l'absence de coagulation ou de floculation dans l'échantillon du lait analysé, ce qui indique que le produit fini n'a subi aucune altération microbienne et cela confirme l'efficacité du traitement UHT appliqué par l'entreprise.

**Test de stabilité à l'ébullition :** Le résultat d'analyses de l'échantillon est négatif ce qui implique que notre lait a une acidité inférieure à 15°D, il ne présente pas de précipitation ou de coagulations à l'ébullition, ce qui révèle la stabilité du produit fini <sup>[8]</sup>.

**Test de Ramsdell :** les résultats sont conformes à la norme de l'entreprise avec un volume de phosphate monopotassique supérieur à 2,3 ml pouvant atteindre 2,5 ml sans que notre

## *Chapitre II : La stabilité du lait UHT*

échantillon de lait ne coagule. Cela signifie que le lait UHT produit par la laiterie est stable. En effet, si le volume de phosphate monopotassique est inférieur à 2,3ml, cela provoquerait une coagulation du lait. Donc, plus le volume de la solution phosphate est élevé plus le lait est stable face au traitement thermique. <sup>[4]</sup>

L'analyse sensorielle effectuée au sein de l'entreprise sur le produit fini montre que les échantillons de lait analysés n'ont pas de défaut de gout ni d'odeur ni encore moins de couleur qui peuvent porter préjudice quant à l'appréciation de ce dernier par le consommateur.

**Teste de peroxyde :** Tous les échantillons analysés 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.

*Conclusion  
générale*

## *Conclusion générale*

Cette étude nous a permis d'acquérir des connaissances sur l'industrie laitière, et d'évaluer le lait UHT par le suivi des différentes étapes de fabrication du produit et la réalisation de certaines analyses physico-chimique allant de la matière première (l'eau de reconstitution, la poudre de lait) jusqu'au produit fini.

De nos jours certaines entreprises sur le marché du travail sont confrontées à une forte concurrence, ces marchés sont désormais difficilement accessibles à toutes les entreprises à cause des conditions d'entrée ce qui les pousse à se démarquer par le biais de la qualité des produits offerts.

Afin de remédier à cette situation, les industries laitières étudient, développent, analysent tous les facteurs pouvant affecter directement à la fabrication du lait. Parmi eux l'un des majeurs facteurs minutieux de stabilité physicochimique du lait est le couple temps-température comme en retrouve aussi le pH, les sels et les protéines du lait.

Cependant, à la lumière des résultats obtenus sur les analyses physico-chimiques d'eau de process pH, TH, TA, TAC, les chlorures et la conductivité montrent d'une part la conformité des résultats aux normes et d'autre part l'efficacité du traitement d'adoucissement qui permet une meilleure dissolution de la poudre de lait à utiliser .

Le pH, l'acidité, les tests d'ébullition et de l'alcool et la valeur de test de Ramsdell et teste de peroxyde effectuées sur la poudre de lait et sur le produit fini montre la stabilité des échantillons analysés et la conformité des résultats aux normes régissant du lait UHT et la bonne qualité des matières premières.

Les résultats des analyses organoleptiques (goût, odeur et couleur) du lait UHT montrent l'absence de toute anomalie.

Cette conformité des résultats révèle une bonne maîtrise de processus de fabrication du lait UHT, des mesures d'hygiène et une bonne maitrise des analyses effectuées au niveau du laboratoire physico-chimique.

Le lait est un produit de large consommation et son altérabilité peut avoir des conséquences néfastes pour le consommateur. Afin de garantir sa qualité, il est impératif de passer par toutes ces démarches analytiques avant ça mise en consommation.

*Référence*  
*Bibliographiques*

# Références bibliographiques

## -A-

[40] **Adrian, J.** Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL –INRA, paris, (1987) p113.

[11] **Amiot J., Fourniers S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R.** Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In Science et technologie du lait. Ed. Presses internationales polytechniques. Montréal, (2010) PP. 1-69.

[59] **Audjie C. L., Fijrrela. et Zonszain J. F.** Manipulation d'analyses biochimiques. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2002) PP. 74-75.

## -B-

[2] **Baroudi D., Louni S., Kouidri B., Choualhi A., Adjou K., et Khelef D.,** La filière lait en Algérie : Un défi à relever : Intérêt de l'utilisation d'une méthode indirecte California Mastitis Test (C.M.T.) dans le diagnostic précoce des mammites sub-cliniques et leur prévention dans deux élevages de la région de Tizi-Ouzou, (2010), p1.

[36] **Bauer WJ, Badoud R, Loliger J et Etournaud A.** Science et technologie des aliments. In « Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés ». Ed : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne. (2010) 715 p

[34] **Bhothipaksa, K et Busta, F.** Osmotically induced increase in thermal resistance of heat sensitive, dipicolinic acid less spores of *Bacillus cereus* ht-8. *Applied and Environmental Microbiology* 35 (4). (1978) PP: 800-808.

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

[13] **BYLUND G.** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86 , Lund ,Sweden : (1985) p.18

## -C-

[7] **Carole L et Vigniola.** Science et technologie du lait, transformation du lait, école polytechnique de Montréal, ISBN : 2-553-01029-X. (2002) p : 1-2-3-21-24-25-26-55- 287.

[48] **Cayot, P. et Lorient, D.** Structure et techno-fonction des protéines du lait. Ed. *Technique et documentation*. Lavoisier. Paris (1998) P: 145-147-176.

[26] **Cheftel JC et Cheftel H.** Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Volume 1. Edition : Tec & Doc-Lavoisier, Paris.(1992) p400.

[43] **Cheftel, JC et Cheftel H.** Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol. 1. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, ISBN : 2-85206-827-3. Paris. (1996) P.43.

-D-

[57] **Derby G.** Lait, nutrition et santé, Ed : Tec et doc, Lavoisier, Paris. (2001) P 155.

[47] **Douad D., Gillis J.C., Helaine E., Lignac J.** La maîtrise de la qualité du lait stérilisé UHT, Ed : APRIA, Paris. (1985) P 55.

-F-

[23] Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*,4 (4) : 303-309  
In **POUGHEON S.**, Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire ,Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 59 (102 pages).

[29] **Feinberg M., Favier J. C. et Ireland R.** Répertoire général des aliments: table de composition des produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1985) P. 321.

[56] **F.GAUCHERON**, Lavoisier/TEC ET DOC sciences et techniques agroalimentaires ISBN 13 : 9782743006419 (2003) P122.

[9] **Fredot E.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: (2006) P10-14.

-G-

[54] **Gaucher I., Molle D., Gagnaire V. et Gaucheron F.** Effects of stockage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. *Food Hydrocolloides*. 22. (2008) p130.

[15] **Gaucheron.** Minéraux et produits laitiers. Lavoisier. ISBN .2-7430-0641-2 Edition : TEC et DOC (2004) P.133-219.

[17] **Gosta B.** Lait longue conservation. In manuel de transformation du lait. Ed. Tétra Packs Processing Systems A.B, S-221 86 Sweden, (1995) P. 73-384-442.

[5] **Guiraud J.P.**, Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. In : Microbiologie alimentaire. Paris. ISBN 2 10 007259 5. (2003) P343-652.

[6] **Guiraud J.P.**, Microbiologie alimentaire. Paris: Ed: Dunod, PP 330-397.ISBN: 2 10 00 36661 (1998) p 330-330-397-598

-H-

[72] **HAMMAM Anissa et HAROUDINE Anissa**, Mémoire Suivi des paramètres physico-chimiques du lait UHT demi-écrémé, au cours de sa production, de la matière première au produit fini au niveau Tchén-lait CANDIA (2013) P30-31-33.

-J-

- [12] **JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G.**, Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: (2008) **P1-3-7-138 (185 pages)**.
- [14] **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G.**, Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier :(2007) **p 17 (456pages)**.
- [39] **Jeantet R, Schuck P, Croguennec T et Brulé G.** (Science des aliments. Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. Volume1 : Stabilisation Biologique et Physico-chimique. Edition : Tec & Doc-Lavoisier, Londres, Paris, New York. (2006) **p211**.
- [35] **Joffin C et Joffin JN.** Microbiologie alimentaire. 5émeédition : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. (2003) **p344**
- [32] **Jouves J. L.** Lait et produits laitiers non fermentés. In microbiologie alimentaire. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1996) **P. 342..**

-K-

- [10] **Kuzdzal S, Manson W, Moore J.** The constituents of cow's milk, International Dairy Federation Bull doc (1980), **125:P4**

-L-

- [46] **Lamontagne, M. et al.** Microbiologie du lait. In : Science et technologie du lait. Ed. *Fondation de technologie*. Canada, (2002 ) P: 14.
- [20] **Laurent, S.** Contrôle de la qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA. Thèse de doctorat en sciences vétérinaires, école inter états des sciences et médecine vétérinaires(1992) **p120**.
- [65] **Leder..**Application de la membrane du globule gras du lait comme ingrédient :perspectives actuelles et futures. Dairy Sci, technol, (1983) p 18.
- [3] **Leveau J.Y et Bouix M.,** Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries, Ed technique et documentation – Lavoisier, (1999) **p409-410**.
- [8] **Luquet F. M.** Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Ed. Tec et Doc, lavoisier, paris (1985). **P 1-9-26 P633**

-M-

- [24] **Mahaut M, Jeantet R, Schuck P, Croguennec T et Brulé G.** Les produits laitiers. 2 ème édition : Tec & Doc-Lavoisier, Paris. (2008) **p185**.
- [49] **Mahaut M., Jeantet R., Brule G. et Schuck P.** Les produits industriels laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2000) **P. 178**.
- [19] **Martin M.** Technologie des laits de consommation. Ed. Enilait, Canada Direction Développement Technique, (2000) **P.135**.
- [1] **Mathieu AM. Et al.** Lait et produits laitiers, notes de cours, Université Lubumbashi, Fac. Médecine vétérinaire(1986) **P 3**.

[16] **Mathieu J.**, Initiation à la physicochimie du lait. Ed Lavoisier Tec et Doc, chapitre 3, ISBN: 2-7430-0233-6. Lavoisier, Paris (1998) **P195-197-245**.

[63] **Mathieu B J.** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: (1999) **p3-190 (220 pages)**.

[67] **Métro.**, Corrélation entre la stabilité à l'alcool et la stabilité à la chaleur du lait. Mémoire d'Ingénieur C.N.A.M., (1978) **p117**.

[42] **Moller S.** La reconstitution du lait. Ed. Sodiaal, Ivry-sur-seine, (2000) **P. 51**.

[52] **Morgan F., Jacquet F., Micault S., Bonnin V et Jaubert A.**, Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high temperature processing. International Dairy Journal 10(1/2): (2000) **p113**.

[45] **Muthwill F., Berger J. F. et Lecoq M.** Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe papier, polyéthylène et aluminium. In « l'emballage des denrées alimentaires de grande consommation ». Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1998) **P.62**.

**-O-**

[44] **Odet, G., Cerf, O., Chevillotte, G., Douard, D., Gillis, G. et al.** La maîtrise de la qualité du lait stérilisé UHT. Ed. *Association pour la promotion industrie-agriculture (APRIA)*. Lavoisier, Paris, (1985) **PP: 28-201-135**.

**-P-**

[22] **POUGHEON S .et GOURSAUD J.**, Le lait caractéristiques physicochimiques *In DEBRY G.*, Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : (2001) **p6 (566 pages)**.

[70] **Petranxiene D. et Lapied L.** La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers : Analyse et test. Ed. Tec et Doc, Paris,(1981) **P. 79**.

**-R-**

[60]**Rodier J., Bazin C., Chambon P., Brautin J. P., Champsarir H et Rodi L.** L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mère. Ed. Dunod, Paris. 8ème Edition (2005) **Pp : 230-232-240**.

[61] **Rodier J.**L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mère. Ed. Dunod, Paris. 4ème Edition. (1996) **p120**.

[62] **Rejsek F.**. Analyse des eaux : Aspects règlementaires et techniques. Ed : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. (2002) **p70**.

**-S-**

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

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

-T-

[25] **Thapon J. L.** Science et technologie du lait UHT. Industrie alimentaire et agricole. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2005) **PP. 6-38-201-205.**

-V-

[18] **Vierling E.** Aliments et boissons : Filière et produits. In « Biosciences et Techniques ». 3ème Ed : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, France (2008) **p. 15.**

[21] **Veirling E.** Aliments et boissons : filières et produits. In biosciences et technologie .Ed. Doin, (1998) Paris, **P.278.**

[31] **Veisseyre, R.** Technologie du lait. 3ème Ed. *Maison Rustique.* Paris, (1979) **p.709.**

[55] **Veisseyre G.,** Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait. Paris. La Maison Rustique, ISBN : 27 066001 187 (1975) **P184.**

# *Normes et textes réglementaires*

[38] **Anonyme 2**, Conserves de pH supérieur ou égal à 4,5. Contrôle de la stabilité, AFNOR (1976).

[28] **Article I** : NF V04-210 Septembre 2000

[30] **Article II** : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine De Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, (1995) p .123 – 126-128

[41] **Document interne de l'entreprise Candia** (pour tous les modes opératoires et le process de fabrication)

[37] **FAO**. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine (Vol. 28): Food & Agriculture Org, (1995) p135-145-290.

[68] **J.O.R.A n° 35**, Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers. (1998).

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

[74] **J.O.R.A n°51**. Arrête interministériel du 20 Aout 2000 relatif aux normes de potabilité d'une eau de consommation(2000).

[27] **JORA n° 69**. Arrêté interministériel du 18 Aout relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation (1993).

[73] **J.O.R.A n°75**. Le décret exécutif n° 09-414 du 20 décembre 2009. (2009).

# *Références numériques*

[50] **Anonyme 1** : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs> (page consultée le 24/03/2020 à 19H35)

[71] **Anonyme II** : [www.analytical-test-kits.com](http://www.analytical-test-kits.com) (page consultée le 28-09-2020 à 22H06)

## *Résumé*

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue un critère indispensable et une exigence incontestablement majeure, surtout pour les entreprises confrontées à une compétitivité de plus en plus rude, notamment par le consommateur.

Les analyses effectuées dans ce travail portent sur les paramètres physico-chimiques du lait UHT demi écrémé produit au niveau de Tchîn-lait « CANDIA », à différents niveaux de sa fabrication allant des matières premières (eau de reconstitution et poudre de lait) jusqu'au produit fini (bricks de lait) en passant par le produit intermédiaire (lait reconstitué).

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de reconstitution (pH, TH, TA, TAC et chlorure, conductivité), de la poudre de lait, lait reconstitué et du produit fini (pH, acidité titrable, densité, humidité, extrait sec total, tests de stabilité...) étudiés répondent aux normes 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.

## *Abstract*

In the milk industry, quality has become an indispensable criterion and an undeniably major requirement, especially for companies faced with increasingly tough competition, and from the consumer.

The analyses carried out in this work relate to the physico-chemical parameters of the semi-skimmed UHT milk produced at Tchîn-lait "CANDIA", at different levels of its manufacture, from the raw materials (reconstitution water and milk powder) to the finished product (milk bricks) via the intermediate product (reconstituted milk).

The results of the physico-chemical analyses carried out on the reconstitution water (pH, TH, TA, TAC and conductivity), the milk powder, reconstituted milk and the finished product (pH, titratable acidity, density, humidity, total dry extract, stability tests...) studied meet the company's standards and the Algerian standards in force, which highlights the good quality of the product from hygienic, technological and organoleptic point of view.