



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences et de la technologie  
Department de chimie industrielle

# MÉMOIRE DE MASTER

**Domaine : Sciences et Techniques**

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie chimique**

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :

**Haif El Hadj Laid**

Le : mardi 28 juin 2022

## **Les analyses physico-chimiques du lait pasteurisé conditionné de laiterie El Arabi de El Doucen**

---

### **Jury :**

Dr. Almi Sana	Grade	Université de Biskra	Président
Dr. Adjal Fatima	Grade	Université de Biskra	Rapporteur
Dr. Djebabra Sihem	Grade	Université de Biskra	Examinateur

**Année universitaire : 2021 - 2022**

## ***Remerciements***

**Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude et**

**Merci à tous ceux qui ont contribué à cela**

**Réalisation.**

**Tout d'abord, nous voudrions remercier mon superviseur Adjal Fatima pour avoir accepté sa supervision, son aide et ses conseils sur ce projet.**

**Mes profonds remerciements pour les membres de jury qui ont accepté**

**d'évaluer ce travail : La présidente : Mme Almi Sana et**

**L'examinatrice : Mme Djebabra Sihem .**

**Je tiens à exprimer mes remerciements à l'ingénieur chimiste**

**« Naamani Rachid » en**

**Le laboratoire physique et chimique « LAD » pour la confiance qu'il m'a accordée et pour son accueil si long**

**La durée de ce projet.**

**Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail. Que toutes ces personnes trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.**

## **Dédicaces**

**TOUS LES mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que je dédie cette thèse de master à :**

**-A mon très chère père : aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime ;le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.**

**A ma chère mère : qui représente pour moi la source de la tendresse et**

**Un exemple de sincérité, qui n'a pas cessé de me motiver toujours ce qui m'a beaucoup aidé à terminer mes études.**

**- Et à toute ma famille qui ne cesse de m'encourager**

**et soutenir la réalisation de ce travail.**

**-A mes très chers amis .**

**-A tous les membres de ma promotion**

**-A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.**

**-A tous ceux qui me sentent chère, par un mot m'ont donné la force de continuer.**

## Résumé

La production laitière est un métier qui nécessite une bonne connaissance approfondie de tous les facteurs qui interviennent dans fabrication et bonne maîtrise des standards technologiques.

Cette enquête a été menée dans le but d'évaluer la qualité du lait produit en «Laiterie Al-Arabi » à Doucen, où il était effectué des mesures de certaines variables physico-chimiques pour les matières premières, le produit en cours de fabrication et le produit final.

Après la parution des résultats des analyses physico-chimiques, ils étaient conformes aux normes réglementaires afin d'assurer la qualité du produit et de l'orienter vers la commercialisation.

## ملخص

إن إنتاج الحليب هو عمل يتطلب معرفة جيدة و متعمقة لجميع العوامل التي تلعب دورًا في التصنيع والإنتاج الجيد للمعايير التكنولوجية.

أجريت هذا التبرص بهدف تقييم جودة الحليب المنتج في "ملينة العربي للحليب" بالدوسن حيث تم إجراء قياسات لبعض المتغيرات الفيزيوكيميائية للمواد الأولية والمنتج قبل البسترة و المنتج النهائي.

بعد ظهور نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية تم توافقها مع المعايير التنظيمية ليتم التأكد من جودة المنتج و توجيهه للتسويق.

## Abstract

Dairy production is a job that requires a good in-depth knowledge of all the factors involved in manufacturing and a good command of technological standards.

This survey was carried out with the aim of evaluating the quality of the milk produced in "Al-Arabi Dairy" in Doucen, where measurements were taken of certain physico-chemical variables for the raw materials, the product in the process of manufacture and the end product.

After the publication of the results of the physico-chemical analyses, they complied with the regulatory standards in order to ensure the quality of the product and direct it towards marketing.

### Liste des tableaux

<b>Tableau N°</b>		<b>Page N°</b>
<b>1</b>	Comparaison moyenne du lait de vache	<b>4</b>
<b>2</b>	Composition minérale du lait de vache	<b>6</b>
<b>3</b>	Composition moyenne du la poudre de lait écrémé	<b>12</b>
<b>4</b>	Composition moyenne de la poudre de lait entier	<b>13</b>
<b>5</b>	Les résumées des analyses	<b>22</b>
<b>6</b>	Résultats des analyses physico-chimiques du poudre de lait entier	<b>31</b>
<b>7</b>	Résultats de l'analyse physico-chimique de la poudre de lait écrémé	<b>32</b>
<b>8</b>	Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process	<b>33</b>
<b>9</b>	Résultats de l'analyse physico-chimique de lait reconstitué avant pasteurisation	<b>34</b>
<b>10</b>	Les analyses physico-chimiques du lait pasteurisé après conditionnement	<b>35</b>

### Liste des figures

<b>Figure N°</b>		<b>Page N°</b>
<b>1</b>	Diagramme de fabrication du lait pasteurisé conditionné cas LD	<b>17</b>
<b>2</b>	Organigramme de l'unité «L A D».	<b>20</b>
<b>3</b>	Schéma des étapes de la détermination de l'acidité titrable	<b>23</b>
<b>4</b>	Schéma des étapes de la détermination de la teneur en matière grasse	<b>24</b>
<b>5</b>	Schéma des étapes de la détermination de la densité	<b>26</b>
<b>6</b>	Mesure de pH	<b>27</b>

## Liste des abréviations

**°C** : degré Celsius

**°D** : Degré dornic

**°F**: Degré Français

**ESD** : extrait se dégraissé

**EST** : Extrait sec total

**g** : Gramme

**h** : Heure

**H%** : Humidité

**Kg** : Kilogramme

**L** : Litre

**MG** : Matière grasse

**MS** : Matière sèche

**mg** : Milligramme

**ml** : Millilitre

**min** : Minute

**%** : Pourcentage

**pH** : Potentiel d'hydrogène

**s** : Seconde

**T** : Température

**LAD**: Laiterie El Arabi Doucen

**LD**: Laiterie de doucen

**EDTA**: Ethylène Diamine tétra Acétique

**MG** : Matière Grasse

**MS**: Matière sèche

**NaOH**: Hydroxyde de sodium

**TA**: Titre Alcalimétrique

**TAC**: Titre Alcalimétrique complet

**TH**: Titre Hydrotimétrique

**K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**: Bichromate

**ECH**: Echantillon

## SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
------------------------------------	----------

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

<b>I.1. Définition du lait</b> .....	<b>3</b>
<b>I.2 .composition chimique du lait</b> .....	<b>3</b>
<b>I.3. Structures et propriétés générales des constituants du lait</b> .....	<b>4</b>
<b>I.3.1.L'eau</b> .....	<b>4</b>
<b>I.3.2. Matière grasse</b> .....	<b>4</b>
<b>I.3.3. Vitamines</b> .....	<b>5</b>
<b>I.3.4. Enzymes</b> .....	<b>5</b>
<b>I.3.5. Minéraux</b> .....	<b>5</b>
<b>I.3.6. Protéines</b> .....	<b>6</b>
<b>I.3.7. Lactose</b> .....	<b>6</b>
<b>I.4. Propriétés physico-chimiques du lait</b> .....	<b>7</b>
<b>I.4.1. Densité et masse volumique</b> .....	<b>7</b>
<b>I.4.2. pH</b> .....	<b>7</b>
<b>I.4.3. L'Acidité</b> .....	<b>7</b>
<b>I.4.4. Point d'ébullition</b> .....	<b>8</b>
<b>1.4.5. Le point d'ébullition</b> .....	<b>8</b>
<b>I.4.6. Extrait sec</b> .....	<b>8</b>
<b>I.5. Propriétés organoleptique du lait</b> .....	<b>8</b>
<b>I.5.1. La couleur</b> .....	<b>8</b>
<b>I.5.2. L'odeur</b> .....	<b>8</b>
<b>I.5.3. La saveur</b> .....	<b>9</b>
<b>I.5.4. La viscosité</b> .....	<b>9</b>
<b>I.6. Procédés de conservations</b> .....	<b>9</b>
<b>I.6.1.Par la chaleur</b> .....	<b>9</b>
<b>I.6.1.1. La pasteurisation</b> .....	<b>9</b>
<b>I.6.1.2. La stérilisation</b> .....	<b>10</b>
<b>I.6.2. Par le froid</b> .....	<b>10</b>
<b>I.6.2.1. La réfrigération</b> .....	<b>10</b>



I.6.2.2. Congélation.....	10
---------------------------	----

## ***Chapitre II : Lait pasteurisé conditionné***

II.1. Définition.....	12
II.1.1. Les matières premières utilisées.....	12
II.1.1.1. La poudre du lait.....	12
II.1.1.2. L'eau de process.....	13
II.2. Processus de fabrication du lait pasteurisé conditionné cas «Laiterie de DOUCEN».....	13
II.2.1 La reconstitution.....	13
II.2.2 Le recyclage et agitation.....	14
II.2.3 La filtration.....	14
II.2.4 Le dégazage.....	14
II.2.5 Homogénéisation.....	14
II.2.6 La pasteurisation.....	14
II.2.7 Refroidissement.....	15
II.2.8 Conditionnement.....	15
II.2.9 Nettoyage et désinfection.....	15
II.2.10 Conservation et distribution .....	16

## ***Chapitre III : Matériel et Méthodes***

III.1. Présentation de l'unité Laiterie EL Arabi de Doucen « L A D ».....	19
III.1.1 Historique de l'unité.....	19
III.1.2 Production de l'unité.....	19
III.1.3 Les ressources humaines.....	19
III.1.4 Description de laboratoire.....	20
III.1.5 Etat de lieux.....	20
III.2.1 Matériels utilisés.....	21
III.2.2. Techniques de prélèvement et d'échantillonnage .....	21
III.2.2.1 Echantillonnage .....	21
III.2.2.2 Condition de prélèvement.....	21
III.2.2.3 Technique de prélèvements .....	22
III.2.3. Analyses physico-chimiques.....	22
III.2.3.1. But d'analyses .....	23

<b>III.2.3.2. La Poudre de lait (0% ,26%) et le Lait (reconstitué et conditionné) .....</b>	<b>23</b>
<b>III.2.3.2.1 Mesure de pH .....</b>	<b>23</b>
<b>III.2.3.2.2 Détermination de l'acidité titrable.....</b>	<b>24</b>
<b>III.2.3.2.3 Détermination de la teneur en matière grasse.....</b>	<b>25</b>
<b>III.2.3.2.4 Détermination de la teneur en matières sèche.....</b>	<b>25</b>
<b>III.2.3.2.5 Détermination de l'humidité.....</b>	<b>25</b>
<b>III.2.3.2.6 Détermination de la densité.....</b>	<b>26</b>
<b>III.2.3.2.7 Détermination de la teneur en matière sèche du lait (reconstitué et conditionné).....</b>	<b>27</b>
<b>III.2.3.2.8. Détermination de l'extrait sec dégraissé.....</b>	<b>27</b>
<b>III.2.3.3 L'eau.....</b>	<b>27</b>
<b>III.2.3.3.1. Mesure de pH.....</b>	<b>27</b>
<b>III.2.3.3.2. Détermination du titre alcalimétrique « TA ».....</b>	<b>28</b>
<b>III.2.3.3.3. Détermination du titre alcalimétrique complet « TAC ».....</b>	<b>28</b>
<b>III.2.3.3.4. Détermination de titre hydrométrique « TH ».....</b>	<b>29</b>
<b>III.2.3.3.5. Dosage des ions de chlore « cl<sup>-</sup> ».....</b>	<b>27</b>

#### ***Chapitre IV : Résultats et discussions***

<b>IV.1. Les matières premières laitières.....</b>	<b>31</b>
<b>IV.1.1. Poudre de lait entier (26%).....</b>	<b>31</b>
<b>IV.1. 2. La poudre de lait écrémé (0%).....</b>	<b>32</b>
<b>IV.1. 3. L'eau de process.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.2. Le lait pasteurisé conditionné.....</b>	<b>34</b>
<b>IV.2.1. Avant pasteurisation.....</b>	<b>34</b>
<b>IV.2.2. Après conditionnement.....</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>37</b>
<b>Références bibliographiques</b>	

***Introduction***  
***générale***

Le lait est considéré comme l'un des aliments de base et nécessaires à toutes les étapes de la vie humaine. En effet, il contient un pourcentage élevé de composants et d'éléments essentiels à la santé de l'organisme et à la bonne croissance des tissus et des cellules. Il faut noter que le lait est le composant principal des produits laitiers, tels que : yaourt, fromage, yaourt, crème et lait en poudre [1].

Le lait en Algérie est un produit largement consommé par l'individu dont la consommation de cette substance a dépassé les normes internationales de l'Organisation mondiale de l'alimentation (FAO), associations, atteignant 145 litres par an, à une époque où le volume normal est estimé à 90 litres [2].

Le lait pasteurisé et conditionné est le plus populaire et le plus consommé dans tous les pays du monde car c'est le produit final qui contient toutes les propriétés nutritionnelles du lait cru [3].

Cette étude fait partie des analyses physiques et chimiques du lait en plus de tester l'eau traitée et le produit final (lait pasteurisé et conditionné) dans le laiterie de doucen.

Notre travail comprend quatre parties :

- ◆ La première chapitre est consacrée aux généralités sur le lait pasteurisé conditionné.
- ◆ La deuxième chapitre concerne les étapes de fabrication du lait, en commençant par les matières premières : eau, lait en poudre, et en déterminant par le produit final.
- ◆ La troisième chapitre comprend des méthodes pour tester les matières premières (l'eau et poudre de lait) avec des équipements, en plus de procéder à des analyses physico-chimiques du lait (reconstitué et conditionné) avec illustrations schématiques.
- ◆ Le dernière chapitre est une discussion des résultats des analyses physico-chimiques et leur comparaison avec les normes réglementaires.

# *Chapitre I*

## *Généralités sur le lait*

**I.1. Définition de lait**

Le lait est un liquide biologique comestible généralement de couleur blanchâtre produit par les glandes mammaires des mammifères femelles. Aliment complet équilibré, il est la seule source de nutriments pour les jeunes mammifères au tout début de leur vie avant qu'ils puissent digérer d'autres types d'aliments. Le lait en début de lactation, de couleur jaunâtre, présente une composition différente et est appelé colostrum. Il porte les anticorps de la mère, réduisant ainsi le risque de nombreuses maladies chez le nouveau-né, et contient tous les nutriments indispensables [4].

La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenance d'une femelle laitière, autre que le lait de vache, doit être par la dénomination «lait» sur de l'indication de l'espèce animale dont il provient [5].

**I.2. Composition du lait**

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E [6].

La composition moyenne du lait de vache est représentée dans le tableau n°1.

Tableau 1 : Comparaison moyenne du lait de vache [7].

Composant	Teneur exprimées en (g) pour 100 ml
Eau	87,8
Lactose	4,8
Matière grasse	3,9
Matières azotées	3,8
Caséines	2,6
Protéines sériques	0,5
Azote non sérique	0,1
Minéraux	0,7
Calcium	0,12
Phosphore	0,09
Potassium	0,14

### I.3. Structures et propriétés générales des constituants du lait

#### I.3.1. L'eau

D'après, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne peuvent se dissoudre et forment une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui vont former une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides [8].

#### I.3.2. Matière grasse

Rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10  $\mu\text{m}$  et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés [9].

**I.3.3. Vitamines**

les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires [10].

L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. Nous trouvons d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K).

**I.3.4. Enzymes**

Le lait véritable tissu vivant contient de nombreuses enzymes mais leur étude est difficile car on ne peut pas toujours facilement séparer les enzymes naturelles du lait de celles qui sont sécrétées par les microbes présents dans le liquide [11].

Les enzymes sont des substances organiques de nature protéique, produites par des cellules ou des organismes vivants. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait, pouvant jouer un rôle très important soit par la lyse des constituants originaux du lait soit assurant un rôle antibactérien, soit des indicateurs de qualité hygiénique, de traitement thermique et d'espèce. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température [12].

**I.3.5. Minéraux**

La matière minérale du lait (7 g à 7,5 g /l) est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. Il est possible de doser les matières minérales ou cendres du lait par une méthode de calcination à 550 °C [13].

Selon GAUCHERON, [14], le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (tableau n°2).



Tableau 2 : Composition minérale du lait de vache [15].

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

### I.3.6. Protéines

La majeure partie des protéines du lait est naturellement synthétisée dans les cellules sécrétoires de la glande mammaire. Cependant certaines proviennent de plasmocytes spécialisés, d'autres du sang [16].

Selon JEANTET *et al.*[17], le lait de vache contient 3,2 à 3,5 % de protéines réparties en deux fractions distinctes :

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

### I.3.7. Lactose

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puis qu'il constitue environ 40% des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose; en outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines. Ainsi, le lait contient près de 4,8% de lactose, tandis que la poudre de lait écrémé en contient 52% et la poudre de lactosérum, près de 70% **18**].

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers [19].

#### **I.4. Propriétés physico-chimiques du lait**

Les principaux physico-chimiques utilisés dans l'industrie laitière sont: Densité, point de congélation, point d'ébullition et acidité.

##### **I.4.1. Densité et masse volumique**

La densité du lait est également liée à sa richesse en matières sèches. Un lait pauvre en matière sèche aura une densité faible; il faut cependant nuancer cette remarque, car le lait contient de la matière grasse de densité inférieure à 1 (0,93 à 20°C). Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse a une densité qui diminue et qu'à l'opposé, un lait écrémé a une densité élevée. L'appréciation précise de cette propriété se fait par la détermination de la masse volumique [20].

##### **I.4.2. pH**

Le lait de vache a une réaction acide faible, pH compris entre 6,6 et 6,8 ; c'est ça en raison de la présence de caséine, d'ions phosphorique et citrique (substances acides), les valeurs inférieures à 6,5 ou supérieures à 6,9 sont considérées comme anormales [21]. Selon le même auteur, le pH du lait change d'un type à l'autre différence de composition chimique, en particulier en caséine et en phosphate.

##### **I.4.3. L'Acidité**

Selon **Jane et Dijon** [22], l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle des Caséine, groupes phosphate, dioxyde de carbone, acides organiques et l'acidité est causée par l'acide lactique formé lors de la fermentation lactique, Malgré l'acide lactique n'est pas le seul acide présent, l'acidité titrée peut être exprimée Grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degrés Dornick (Grade D) ,1 degré D = 0,1 g d'acide lactique pour chaque litre de lait, l'acidité du lait doit être comprise entre 14 et 18 degrés d. Le lait frais a de l'acidité 18°D [23].

#### I.4.4. Point d'ébullition

AMIOT *et al.*, [24] ont défini le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C.

#### I.4.5. Le point d'ébullition

Mathieu et Vignola, ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure, puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre - 0,54 et - 0,55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin [25].

#### I.4.6. Extrait sec

La teneur en extrait sec dans le lait de différentes espèces de mammifères varie d'extrêmes très différents : de 100 à 600 g/l. La raison de ces différences est principalement la teneur en matières grasses. Le lait de vache contient un extrait sec total de 125 à 130 g/L [26].

### I.5.. Propriétés organoleptique du lait

#### I.5.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le  $\beta$ -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait [27]).

#### I.5.2. L'odeur

Selon VIERLING [28], l'odeur caractéristique du lait est due à la matière grasse qu'il contient et qui fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

**I.5.3. La saveur**

La saveur du lait normale frais est agréable. Celle du lait acide est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire [29]. Le goût sucré (doux) du lactose est équilibré par le goût salé des chlorures et tous les deux sont modérés par des protéines [30].

**I.5.4. La viscosité**

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques [31].

**I.6 Procédés de conservations****I.6.1.Par la chaleur**

Le traitement des aliments par la chaleur est la technique la plus utilisée pour la conservation de longue durée.

**I.6.1.1. La pasteurisation**

Elle a pour but la destruction des micro-organismes pathogènes et d'altération. La technique utilisée consiste à soumettre le lait à une température comprise entre 85° C et 100° C pendant une durée déterminée et à les refroidir brutalement. Avantage de cette méthode : elle préserve les caractéristiques de lait , notamment leur saveur. Les denrées pasteurisées comportent une date limite de conservation (DLC) et sont à conserver au frais.

### **I.6.1.2. La stérilisation**

Il s'agit d'un traitement thermique à des températures supérieures à 100° C visant à détruire toute forme microbienne, ce qui assure la stabilité à température ambiante de lait [32].

### **I.6.2. Par le froid**

Le froid arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des micro-organismes. Il prolonge ainsi la durée de vie de lait en limitant leur altération.

Néanmoins, les micro-organismes éventuellement présents ne sont pas détruits et peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable [32].

#### **I.6.2.1. La réfrigération**

Cette technique consiste à abaisser la température pour prolonger la durée de conservation de lait. À l'état réfrigéré, les cellules des tissus animaux et végétaux restent en vie pendant un temps plus ou moins long, et les métabolismes cellulaires sont seulement ralentis. La température des aliments réfrigérés est comprise entre 0° C et + 4° C pour les denrées périssables les plus sensibles [32].

#### **I.6.2.2. Congélation**

La congélation permet d'abaisser la température de lait de façon à faire passer à l'état solide l'eau qu'elle contient. Cette cristallisation de l'eau contenue dans la denrée permet de réduire l'eau disponible pour des réactions biologiques et donc de ralentir ou d'arrêter l'activité microbienne et enzymatique [32].

# *Chapitre II*

## *Lait pasteurisé Conditionné*

## II.1. Définition

Il s'agit d'une poudre de lait entier ou écrémé qui est mélangée à de l'eau pour produire du lait dans sa première étape, puis ce produit est transféré à la pasteurisation (80°C à 86°C pendant 20 – 30 seconde), puis refroidis 4°C et en fin conditionné[33].

### II.1.1. Les matières premières utilisées

La qualité des matières premières utilisées (la poudre de lait et l'eau de process) dans l'industrie laitière est ce qui détermine sa qualité conformément aux normes spécifiées.

#### II.1.1.1. La poudre du lait

Le lait en poudre est le résultat d'une exposition du lait frais à la chaleur déshydratation, Ce processus permet une longue durée de conservation et un stockage facile du lait, On distingue deux types:

##### ✓ La poudre de lait écrémé

Lorsque le lait écrémé a préalablement séché, il ne reste plus qu'un pourcentage de matière grasse qui ne dépasse pas 0,5%, elle est souvent utilisée, sa composition est résumée dans le tableau suivant :

**Tableau 3 :** Composition moyenne du la poudre de lait écrémé.

Les composants	Teneurs (g /100g)
Protéines	35,8
Glucide	51,8
Lipides	0,7
Eau	4

##### ✓ La poudre de lait entier

Cette poudre n'est pas utilisée comme ingrédient à raison de son cout élevé et le développement de saveur indésirable et c'est pour s'oxyder matières grasses au cours de la conservation (Tableau n°4).

**Tableau 4** : Composition moyenne de la poudre de lait entier [34].

La composition	Teneurs (g /100g)
Protéines	27,5
Glucides	36,2
Lipides	26,4
Eau	4

### II.1.1.2. L'eau de process

L'eau utilisée pour reconstituer le lait doit être de Potable, Comme au niveau de la physico-chimique ne doit pas contenir de nitrate, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15°F et un pH voisin de la neutralité.

Elle doit être de bonne qualité microbiologique afin de contribuer à élaborer un produit dépourvu de microorganismes nuisibles [35].

## II.2. Processus de fabrication du lait pasteurisé conditionné cas « Laiterie de DOUCEN »

Les étapes impliquées de fabrication du lait pasteurisé conditionné selon la laiterie El Arabi elle est la suivante :

### II.2.1 La reconstitution

Le processus de reconstitution du lait en poudre se fait en mélangeant la poudre de lait ( 45g poudre 0% et 58g poudre 26% pour 1 L de lait ) avec de l'eau traitée afin que sa température soit comprise entre 35 et 45 pour une meilleure dissolution sans formation de grumeaux. La reconstitution est réalisé dans des tanks de capacité 1000 litre, le processus dure 1heure.

Dans la laiterie Al-Arabi à el-Doucen, où il est reconstitué en mélangeant chacun des éléments suivants : eaux + poudre de lait (0%) + poudre de lait entier (26% ) d'une manière à obtenir un lait avec un Extrait sec dégraissé (ESD ) de 83%-88%[33].



### **II.2.2 Le recyclage et agitation**

Le recyclage couplé par l'agitation dans le tank de reconstitution, l'eau et la poudre subissent une agitation dans un circuit fermé pendant 45 min pour :

- Augmenter la dispersion des molécules.
- Eviter la formation de grumeaux [33].

### **II.2.3 La filtration**

C'est la purification physique du lait avant traitement thermique. Cela se fait en éliminant toutes les impuretés et masses macroscopiques possibles[33].

### **II.2.4 Le dégazage**

L'étape de dégazage du lait s'effectue à une température comprise entre 40°C et 45°C, dans le vide. Son objectif :

- ✓ Éliminer les gaz qui peuvent affecter la qualité du lait, tels que l'oxygène (conduisant à l'oxydation de la matière grasse du lait, provoquant une saveur indésirable).
- ✓ Éliminer le générateur volatil qui peut affecter la qualité du lait en termes d'odeur et de goût [33].

### **II.2.5 Homogénéisation**

L'homogénéisation est réalisée à une température supérieure à 60°C dans un Homogénéisateur sous pression compris entre 150 bar et 200 bar , Ce processus diminue le diamètre des globules gras, de sorte à Le lait très vite passe à une vitesse et pression élevée, Ainsi, cette graisse ne remonte pas la surface, mais se répartissent de façon homogène et confèrent au lait une texture crémeuse, En plus d'augmenter l'opacité du lait[33] .

### **II.2.6 La pasteurisation**

La pasteurisation est un traitement thermique ayant pour but de détruire la totalité des micro-organismes pathogènes non sporulés et de réduire significativement la flore végétative présente dans le lait, tout en conservant son aspect nutritionnel.

Dans la laiterie de DOUCEN, Le lait est poussé de l'homogénéisateur vers le dispositif de pasteurisation, qui à son tour le fait passer dans un tube isolé de l'air extérieur et en boucle fermée, sa température est comprise entre 80°C et 85°C pendant 20 secondes [33].

### **II.2.7 Refroidissement**

Lorsque le lait est pasteurisé, il est immédiatement refroidi selon un traitement thermique à une température comprise entre 4°C et 6°C pour devenir prêt pour le conditionnement et le stockage ultérieur, Cette opération est capitale dans le maintien de la qualité du lait [33].

### **II.2.8 Conditionnement**

Le conditionnement est une étape importante de la production laitière Cela dépend surtout du respect des règles d'hygiène en plus d'un conditionnement très rapide, où si l'une des conditions n'est pas respectée, le lait pasteurisé fermente et son goût change.

Le lait s'écoule du pasteurisateur dans les cuves de conditionnement, puis dans la machine de remplissage aseptique, qui se compose de deux têtes de remplissage dans des conteneurs.

Le remplissage du lait dans le Laiterie de El Doucen se fait dans sacs en polyéthylène de 1 litre propres, inertes et étanches [33].

### **II.2.9 Nettoyage et désinfection**

#### **II.2.9.1 Nettoyage**

C'est le processus d'élimination de toutes les salissures minérales ou organiques qui nuiraient à la propreté des lieux, Le nettoyage est réalisé à l'aide des produits détergents choisis en fonction de types de souillure, à travers les étapes suivantes :

**a) Pré-Rinçage :** L'eau est utilisée pour éliminer toutes les impuretés et salissures collées au niveau de la surface.

**b) Poussage soude :** Et cela ce fait en utilisant un détergent alcalin (NaOH) pour éliminer les souillures organique entre (6 et 10) minutes.

**c) Rinçage a eau :** Il s'agit d'éliminer les traces de la solution (NaOH) utilisée pour nettoyer les équipements et les machines.

**d) Poussage acide :** Et cela ce fait en utilisant un nettoyant acide (HNO<sub>3</sub>) pour éliminer les souillures minérales pendant 4 minutes.

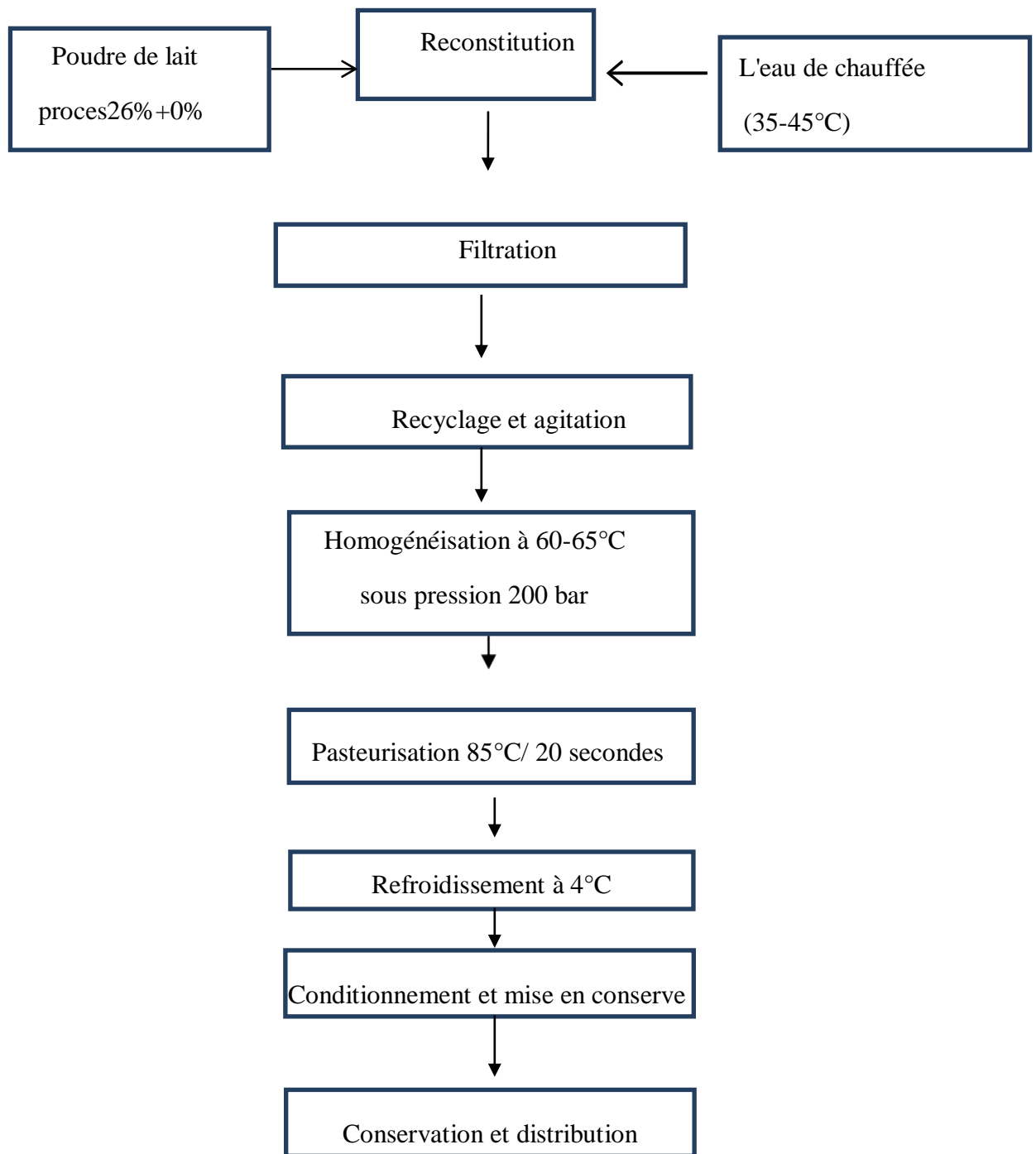
**e) Rinçage finale :** Ce processus est effectué en utilisant de l'eau chaude pour éliminer toute trace des solutions utilisées dans le processus de nettoyage de l'équipement et des machines[33].

### **II.2.9.2 Désinfection**

La désinfection est un processus visant à détruire les germes pathogènes. La qualité saine du lait ne peut être maintenue que dans la mesure où les équipements et les machines sont maintenus en état de stérilisation avec observe une hygiène rigoureuse [33].

### **II.2.10 Conservation et distribution**

Après mise en conserve, les sacs de lait sont placés dans des caisses pour être dirigés directement vers la distribution par un camion réfrigéré aux magasins d'alimentation de la ville de Doucen le matin, tandis qu'une partie de la production est dirigée pour être conservée dans la chambre froide à une température n'excédant pas 4°C à seront distribués le soir dans les villes de Bir Al-Naam et Al-Chuaiba [33].



**Figure n°1 :** Diagramme de fabrication du lait pasteurisé conditionné cas LD [33].

# *Chapitre III*

## *Matériel et méthodes*

**III.1 Présentation De l'unité Laiterie EL Arabi de Doucen « L A D »**

Laiterie Al Arabi est une société privée de l'investisseur Chenini Youssef, entrée en production fin 2021, où le coût du projet s'élevait à 63.105.760.00 DA.

Elle est située dans la zone d'activités industrielles, face à la route nationale n°46 dans la commune de Doucen, dans la wilaya d'Ouled Djelal (à environ 20 km du siège de l'Etat).

Le laboratoire occupe une superficie de 5 000 mètres carrés son activité principale est la production et la commercialisation de lait et de certains de ses dérivés comme « lben », ainsi que des boissons parfumées (cherbete), Sa capacité de production est de 2000 litres par heure.

La laiterie contient une unité de production, qui est divisée en :

- ✚ Un atelier dédié au stockage des matières premières (poudre, sucre...), auquel s'ajoute une partie dédiée à deux halls, l'un pour le stockage des contenants de conserves et l'autre pour le matériel de nettoyage.
- ✚ L'atelier de production contient un laboratoire de contrôle qualité, en plus des équipements et machines.
- ✚ Chambre friode[36].

**III.1.1. Production de l'unité**

L'unité de « laiterie El Arabi » de doucen assure la production de :

- ✚ Lait pasteurisé conditionné de 01 litre.
- ✚ Lait acidifiée fermenté « LBEN » de 01 litre.
- ✚ Boisson parfumée « charbet » de 01 litre[36].

**III.1.2. Les ressources humaines**

La laiterie El-Doucen emploie 08 salariés répartis comme suit :

- ✓ Administrateurs : 02.
- ✓ Ingénieurs : 02.
- ✓ Travailleurs professionnels : 06[36].

**III.1.3. Description de laboratoire**

Ce laboratoire réalise deux types d'analyses :

- a. Analyses physiques et chimiques.
- b. Analyse microbiologique.

En plus de sa disponibilité sur :

- Préparation du bain
- D'une laverie
- Matériel usagé

Ce processus est effectué par un ingénieur chimiste[36].

#### III.1.4. Etat de lieux

- ✓ Murs du laboratoire recouverts de faïence.
- ✓ lumière Adéquat ainsi que la ventilation.
- ✓ Le seul nettoyage Fini du quotidien.
- ✓ Le Personnel est astreint à la tenue vestimentaire règlementaire[36].

#### Organisation générales de l'unité

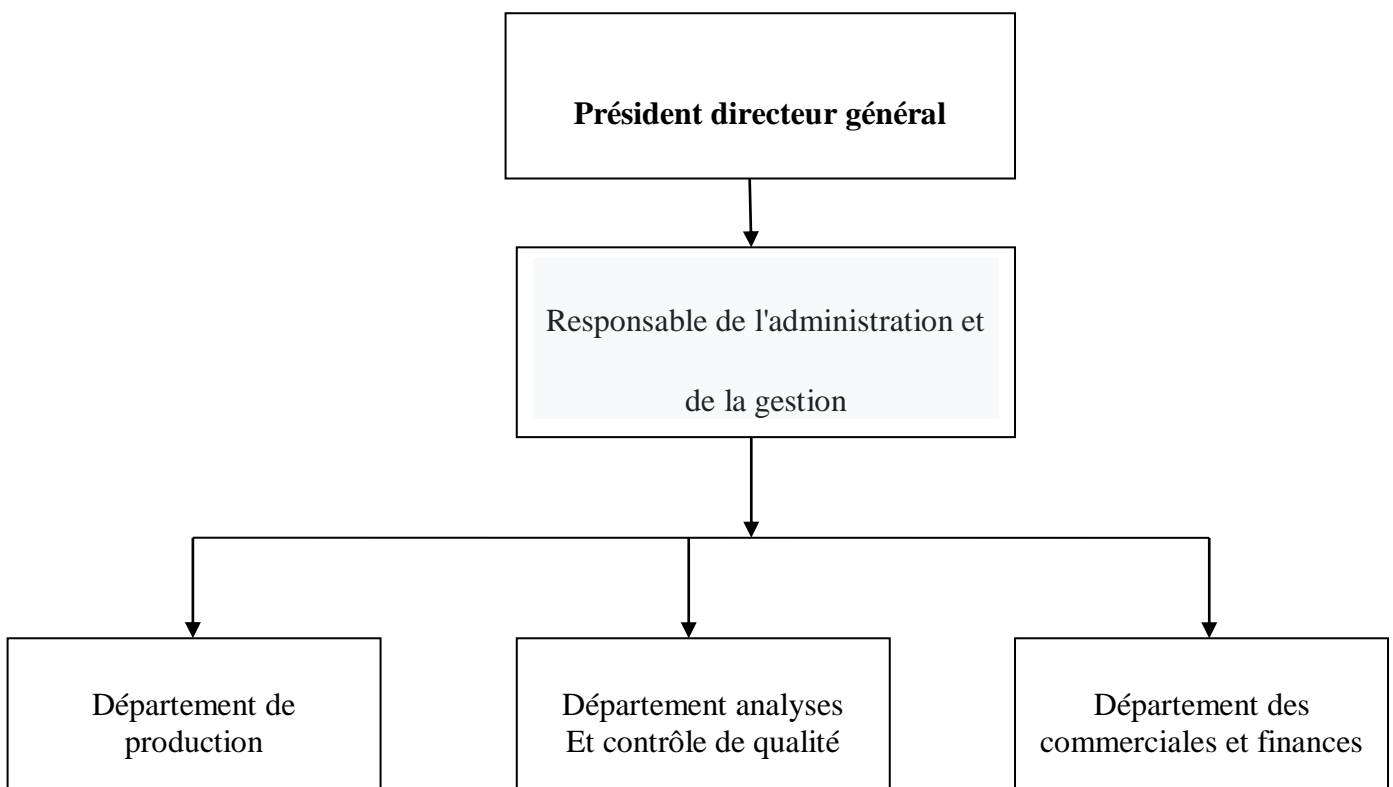


Figure n°2 : Organigramme de l'unité «L A D» [36].

## III.2. Matériel et Méthodes

### III.2.1 Matériels utilisés

- Butyromètre à lait.
- Centrifugeuse (FUNKE\_GERBER).
- Fiole conique, capacité 3000 ml, 100 ml.
- Lactodensimètre.
- pH-mètre.
- Pipette calibrée pour délivrer 1ml, 5 ml, 10 ml, 11 ml.
- Mélangeur.
- Bêcher.
- Erlen-Mayer.

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

#### III.2.2.1 Echantillonnage

Echantillons prélevés pour analyses physico-chimiques (site de prélèvement, quantité prélevée, nombre d'échantillons, échantillon de matériel [33]).

#### III.2.2.2 Condition de prélèvement

L'échantillonnage est effectué dans des conditions stériles, en plus du lavage et de la stérilisation du matériel utilisé dans un four de pasteurisateur à plus de 180°C [33].

#### III.2.2.3 Technique de prélèvements

##### ◆ La poudre de lait

Il existe deux types de poudre (26 % et 0 % matière gras) emballé dans des sacs 25 kg de papier bien fermé, un échantillon est prélevé de 3 sacs. Le sac est ouvert et des échantillons sont prélevés à l'aide d'une sonde métallique stérile dans Il est pressé contre le côté du sac et la poudre est recueillie dans un flacon stérile [33].



◆ **L'eau de process**

Lors du prélèvement d'échantillons, l'emplacement et les conditions des échantillons doivent être spécifiés. Où les prélèvements sont effectués directement au robinet relié aux réservoirs d'eau traitée [33].

◆ **Le lait**

La quantité de lait est prélevée à partir de la valve situé a la base du tank de pré-stockage (avant le processus de pasteurisation). En plus de prendre 3 sachets de lait pasteurisé dans les conditions [33].

**III.2.3. Analyses physico-chimiques**

**III.2.3.1. But d'analyses**

Le contrôle physique et chimique d'un produit alimentaire vise à assurer sa fiabilité et sa régularité afin de garantir ses propriétés nutritionnelles et sensorielles, Il présente l'avantage de signaler toute erreur de fabrication et toute modification de paramètres au cours de processus de fabrication Les méthodes d'analyse physique et chimique sont courantes dans certains cas, à la fois matières premières pour le produit final. L'étude physico-chimique des différents produits a été réalisée selon les méthodes AFNOR. (1986).

**Tableau 5** : les analyses physico-chimique

<b>Types de produits</b>		<b>Paramètres recherchés</b>
<b>Matières premières</b>	Poudre de lait (26% et 0% matièregrasse)	pH, Acidité titrable, Humidité, Matière grasse, Matière sèche
	Eau de process	pH, TAC, TA, TH, Teneur en chlore
<b>Produits intermédiaire et fini</b>	Lait reconstitué	pH, Acidité titrable, Densité, Matière grasse (MG), Matière sèche (EST) et Matière sèche dégraissée (ESD).
	Lait conditionné	pH, Acidité titrable, Densité, Matière grasse(MG), Matière sèche ( EST) et Matièresèche dégraissée (ESD).

### III.2.3.2. La Poudre de lait (0%,26%) et le Lait (reconstitué et conditionné)

#### III.2.3.2.1. Mesure de pH

Cette méthode permet de mesurer les résultats du pH (acidité ionique).

- ◆ On dissout 10 grammes de lait en poudre dans 10 ml d'eau distillée dans un bécher par du mélangeur, puis on laisse reposer la solution puis on insère l'électrode pH dans la solution pour la mesure après l'avoir étalonné.
- ◆ Tremper une électrode de l'appareil dans un bécher avec du lait (**reconstitué et conditionné**) pour lire la valeur du pH à utiliser dans les analyses [33].

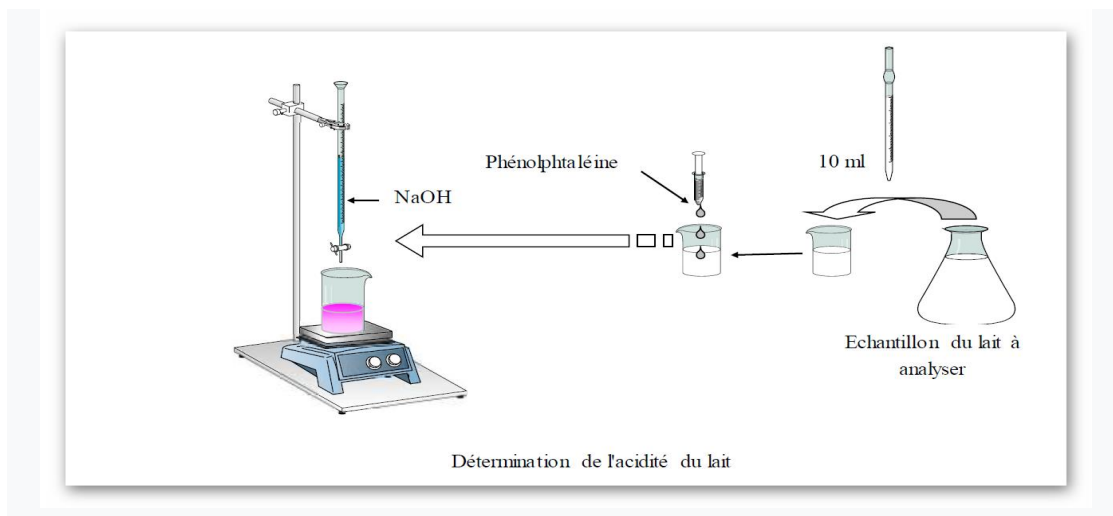
#### III.2.3.2.2 Détermination de l'acidité titrable (AFNOR, 1986)

Nous mesurons la teneur en acide lactique en fonction du titrage du pH avec une solution alcaline de NaOH en présence de phénophtaline (indicateur de pH).

Nous dissolvons 10 grammes de lait en poudre dans 10 ml d'eau distillée à l'aide d'un mélangeur, puis laissons reposer la solution pendant une heure.

On met 10 ml de lait reconstitué dans un bécher, puis on y ajoute 4 gouttes de phénophtaline, puis on titre à la soude jusqu'à apparition d'une coloration rose moyen à rose pâle.

Ensuite, Nous lisons le volume du titrant NaOH [33].



**Figure N°03 :** Schéma des étapes de la détermination de l'acidité titrable [37].

### III.2.3.2.3. Détermination de la teneur en matière grasse (MG) (AFNOR, 1986)

Cette méthode est basée sur la dissolution des composants de la poudre de lait, à l'exclusion de la matière grasse, à l'aide d'acide sulfurique sans effet de flore centrifuge et avec l'ajout d'une petite quantité d'alcool iso-amylique pour séparer la matière grasse.

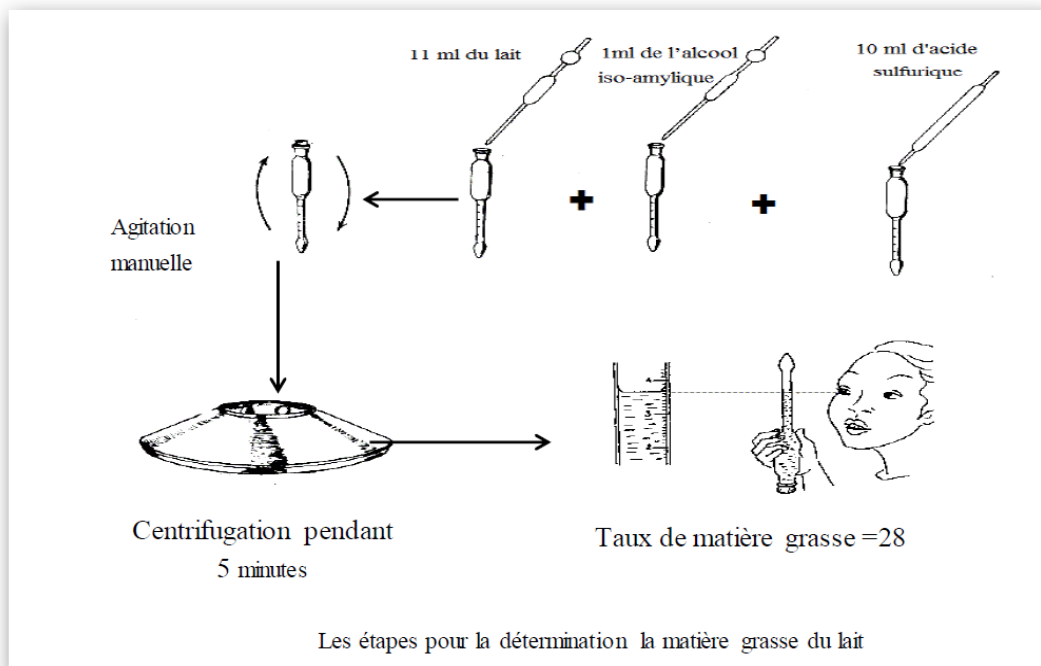
Mettre 10 ml d'acide sulfurique concentré, 11 ml de lait et 1 ml d'alcool iso-amylique dans le butyromètre, puis on le ferme avec le bouchon en le tenant verticalement pour éviter une attaque acide brutale du lait jusqu'à ce que le liquide soit homogénéisé par retournements successifs, puis le contenu est expulsé pendant 5 minutes.

On obtient donc 2 phases (grasse et aqueuse) que l'on sépare par centrifugation.

La lecture se fait directement sur le butyromètre gradué en grammes de matière grasse par litre (g/l) :

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

**B** : la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse [33].



**Figure N°04** : Schéma des étapes de la détermination de la teneur en matière grasse [38].

#### III.2.3.2.4. Détermination de la teneur en matière sèche du poudre de lait (AFNOR, 1986)

La matière sèche C'est le produit résultant du séchage du lait et de l'évaporation de la quantité d'eau qu'il contient.

Nous mettons un échantillon de lait en poudre pesant 3g dans un dessiccateur avec un réglage de température de 80°C et le laissons environ 10 minutes pour le séchage, puis le résultat apparaît sur l'écran de l'appareil indiquant un pourcentage de l'extrait sec [33].

#### III.2.3.2.5. Détermination de l'humidité

Le calcul de l'humidité de la poudre de lait se fait directement par la teneur en matière sèche avec l'expression suivante [33]:

$$H = 100 - EST$$

#### III.2.3.2.6. Détermination de la densité

La densité du lait C'est le rapport entre la masse d'un volume de lait et la masse du même volume d'eau à 4°C.

La densité du lait est mesurée par un lactodensimètre à une température de 20°C.

Nous apportons un tube à essai et y versons le lait jusqu'à ce qu'il soit rempli jusqu'au bout et qu'il soit en forme de diagonale pour éviter la formation de mousse, puis nous plongeons le Lactodensimètre avec l'insertion du thermomètre.

On note la température du lait et on lit la densité sur le Lactodensimètre.

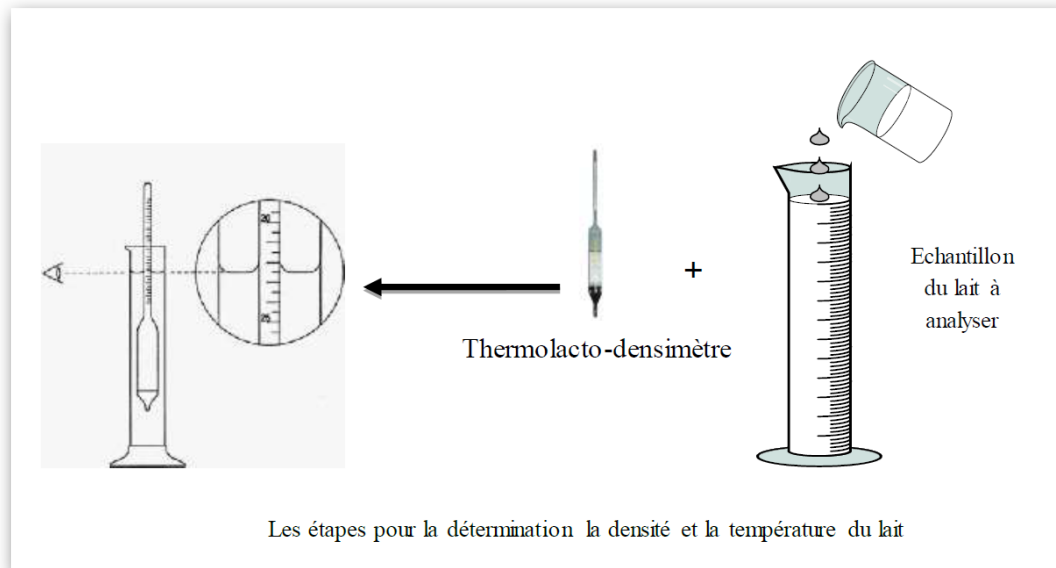
#### Remarque

Si la température du lait n'est pas de 20°C, il est nécessaire d'effectuer une correction.

$$\text{Si } T \text{ est } > 20^\circ\text{C} \text{ ou } T \text{ est } < 20^\circ\text{C} \quad \Longrightarrow \quad D = D^\circ - 0,2 (20-T)$$

$D^\circ$ : la densité sur le lactodensimètre.

$T$  : température [33].



**Figure N°05** : schéma des étapes de la détermination de la densité [39].

### III.2.3.2.7. Détermination de la teneur en matière sèche du lait (reconstitué et conditionné)

La teneur en matière sèche c'est ce qu'il reste d'un produit lorsqu'on a évaporé l'eau qu'il contenait.

On met 5 ml de lait dans une capsule séchée, puis on la recouvre et on la met au four à une température de 103° pendant 3 heures, mettre ensuite la capsule dans le dissecteur pendant 30 minutes pour refroidir puis on la pèse, lorsque déterminations sont faites pour le même échantillon préparé.

- La matière sèche est exprimée en grammes par litre de lait, et est donnée par la formule suivante :  $EST = (M_1 - M_0) \cdot 100 / V$
- La matière sèche du lait est exprimée en pourcentage selon la formule suivante:  $EST = (M_1 - M_0) \cdot 100 / (M_2 - M_0)$

$M_0$  : la masse en gramme de la capsule vide.

$M_1$  : la masse en gramme de la capsule vide est résidu après refroidissement.

$M_2$  : la masse en gramme de la capsule vide avec la prise d'essai [33].

### III.2.3.2.8. Détermination de l'extrait sec dégraissé

Le résultat est exprimé en pourcentage selon la formule suivante [33] :

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

### III.2.3.3. L'eau

#### III.2.3.3.1. Mesure de pH (AFNOR, 1986)

La valeur du pH est mesurée en plongeant l'électrode de l'appareil (pH-mètre) dans un bécher avec de l'eau et en lisant la valeur sur l'écran de l'appareil [33].



Figure N°06 : Mesure de pH [40].

#### III.2.3.3.2. Détermination du titre alcalimétrique «TA» (AFNOR, 1986)

Le titre alcalimétrique (TA) est la grandeur utilisée pour déterminer la concentration totale en ion carbonate  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$  et en base forte ( $\text{OH}^-$ ) d'une eau.

L'expérience consiste à verser 100 ml d'eau dans un bécher avec l'ajout de 2 ou 3 gouttes de phénolphthaléine.

**-Pas de coloration :** pas de titrage à l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), le résultat est selon la formule suivante :

$$\text{TA } (^\circ\text{F}) = 0 \text{ } ^\circ\text{F}$$

**-Coloration Rose** : titré avec de l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  0,02N, et le résultat est exprimé en français selon la formule suivante:

$$TA (^{\circ}F) = 5V_1$$

$V_1$ : Volume de la solution  $H_2SO_4$  utilise pour le titrage [33].

#### III.2.3.3.3. Détermination du titre alcalimétrique complet «TAC» (AFNOR, 1986)

La valeur TAC représente la quantité de sels minéraux dans l'eau. Il représente donc l'alcalinité de l'eau, c'est-à-dire sa teneur en carbonate et bicarbonate.

Mettez 100 ml d'eau dans une fiole, puis ajoutez deux gouttes de méthyl orange, titrer à l'aide de  $H_2SO_4$  jusqu'à ce que la couleur vire à l'orange.

Le tac dans le degré français s'exprime par l'expression suivante :

$$TAC (^{\circ}F) = 10 V$$

$V$ : Volume de la solution  $H_2SO_4$  utilise pour le titrage [33].

#### III.2.3.3.4. Détermination de titre hydrométrique «TH»

La valeur th nous permet de mesurer les ions calcium et magnésium présents dans l'eau.

Nous versons 50 ml d'eau dans un bécher, ajoutons 2,5 ml de solution d'ammoniaque à  $ph = 10$  et deux gouttes d'indicateur de couleur NET, puis titrons avec une solution d'EDTA jusqu'à ce que la couleur passe du violet au bleu continu , Le résultat, exprimé en degré Français  $^{\circ}F$ , est donné par l'expression:

$$TH (^{\circ}F) = V$$

$V$  : Volume de titration par l'EDTA utilisé pour obtenir le virage.

Le résultat est également exprimé en milli mole par litre, selon l'équation suivante :

$$TH (^{\circ}F) = 1000.C.V1/V2$$

**V1:** volume de la solution EDTA utiliser pour la titration (en ml).

**V2:** volume de l'eau à analyser (50ml).

**C:** la concentration de la solution EDTA [33].

### II.3.3.5. Dosage des ions de chlore «cl<sup>-</sup>»

Les chlorures sont dosés en milieu neutre à l'aide de solutions de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) et de dichromate de potassium (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) à 5%.

Verser 100 ml d'eau dans une fiole additionné de 0,5 ml de dichromate de potassium (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>), puis titrer avec une solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) jusqu'à l'apparition de la couleur rouge.

Nous répétons ce processus, mais avec 100 ml d'eau distillée.

Le résultat est exprimé en mg/l, selon l'équation suivante :

$$C (\text{Chlore}) = M (V_1 - V_2)$$

**M:** La masse molaire du chlore (cl<sup>-</sup>) =35.5 g/mol.

**V<sub>1</sub>:** Volume utilisé d'AgNO<sub>3</sub> à la titration.

**V<sub>2</sub>:** Volume de AgNO<sub>3</sub> pour obtenir la même couleur (rouge pour la brique), expérimentez avec de l'eau distillée [33].



# *Chapitre IV*

## *Résultats et discussion*

## IV.1. Les matières premières laitières

### IV.1.1. Poudre de lait entier (26%)

Les résultats des analyses physicochimiques inhérents au poudre de lait entier sont indiqués dans le tableau suivant :

**Tableau 6** : Résultats des analyses physico-chimiques du poudre de lait entier.

Paramètre	1	2	3	Moyenne	Norme AFNOR(1986)
<b>pH</b>	6.68	6.64	6.71	6.67	6.6 – 6.8
<b>Acidité (°D)</b>	16	15	15	15.66	14 - 18
<b>MG (%)</b>	27	27	29	27.66	26 - 42
<b>EST (%)</b>	97.12	96.38	97.01	96.83	95- 98
<b>Humidité (%)</b>	2.88	3.62	2.99	3.16	2 – 5

Selon la Norme (AFNOR.1986), le lait entier en poudre a une teneur en matière grasse comprise entre 26 et 42 %, cette dernière conférant au lait entier la moitié de sa valeur énergétique.

Les résultats obtenus sont conformes aux normes dans tous les échantillons étudiés, de plus cela prouve le respect par le fabricant des conditions de production de cette poudre avec son conditionnement étanche et correct.

Et c'est ce que confirme la bonne qualité physico-chimique de la poudre de lait utilisé au niveau de la LAD.

### IV.1. 2. La poudre de lait écrémé (0%)

Les résultats des analyses physicochimiques inhérents au poudre de lait écrémé sont indiqués dans le tableau suivant :

**Tableau 7:** Résultats de l'analyse physico-chimique de la poudre de lait écrémé.

Paramètre	1	2	3	Moyenne	Norme AFNOR(1986)
<b>pH</b>	6.43	6.42	6.56	6.47	6.6 – 6.8
<b>Acidité (D)</b>	17	17	16	16.33	14 – 18
<b>MG (%)</b>	0.5	0.5	0.4	0.43	0
<b>EST (%)</b>	96.22	96.80	97.73	96.91	95- 98
<b>Humidité (%)</b>	3.78	3.20	2.27	3.08	2 – 5

D'après les résultats obtenus dans le tableau des analyses physico-chimiques des poudres de lait, il a été prouvé que ces poudres répondent aux normes selon les spécifications normatives recommandées (AFNOR 1986).

En effet, toutes les valeurs obtenues à partir des échantillons correspondent à tous les normes en vigueur chez le fabricant, notamment l'acidité et le PH, qui assurent un respect total conditions d'hygiène et de stockage en ajustant la température et la ventilation.

Par exemple, la moyenne des valeurs de pH totales obtenues à partir des échantillons testés (6.47) correspond à la norme requise (6.6 – 6.8).

Le stockage de la poudre de lait écrémé dans des conditions de température et d'humidité adéquates vise à obtenir une meilleure qualité du produit en conservant ses propriétés physico-chimiques, de sorte que la teneur en eau de la poudre doit être aussi faible que 2 % à 5 %.

Le faible pourcentage d'humidité dans les poudres lui donne une protection contre les effets qui pourraient potentiellement le rendre impropre à la consommation ainsi qu'une protection contre une éventuelle croissance microbienne, ce qui signifie que la poudre de lait est bien conservée dans un récipient hermétique.

### IV.1. 3. L'eau de process

L'eau de process utilisée à LAD est puisée par camions-citernes dans un puits d'eau potable de la zone de chuaiba, les résultats des analyses sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 8** : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process.

Paramètre	1	2	3	Moyenne	Normes selon LFB
pH	7.52	6.91	7.11	7.18	6.5 – 8.5
TA (°F)	0	0	0	0	0
TAC (°F)	34	34	31	33	Max 50
TH (°F)	21.01	20.54	20	20.51	Max 25
[cl <sup>-</sup> ] (mg/l)	402.21	334.65	388.23	375	200 – 600

D'après les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau figurant dans le tableau, on constate que les valeurs de pH de tous les échantillons ( $8.5 > \text{pH} > 6.5$ ) correspondent à la norme (AFNOR, 1986), la même observation porte sur les valeurs de TH (faibles valeurs à 25 degrés Fahrenheit). L'eau doit avoir un niveau de dureté acceptable. En fait, il est très difficile de se procurer une seringue à eau bonne solubilité du lait en poudre (Vignola, 2002). De plus, la même note avec le titre alcalimétrique complet TAC pour se conformer à la valeur de la norme (AFNOR, 1986).

Les chlorures présentent l'inconvénient d'avoir un goût désagréable qui se transmet à l'eau et entraîne la corrosion des canalisations, lorsque la teneur en [cl<sup>-</sup>] dans l'eau dépasse les 600 mg/L de chlorures préconisés par la norme (AFNOR, 1986).

La température de l'eau est également un facteur affectant la mouillabilité et dispersion de lait en poudre. En raison du changement de protéines, ils se dispersent. Il est préférable de préparer la poudre dans de l'eau à une température comprise entre 40°C et 50°C (Davidson, 1999).

## IV.2. Le lait pasteurisé conditionné

### IV.2.1. Avant pasteurisation

Les résultats de l'analyse physico-chimique de lait reconstitué avant pasteurisation sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 9** : Résultats de l'analyse physico-chimique de lait reconstitué avant pasteurisation.

Paramètre	1	2	3	Moyenne	Normes selon LAD
pH	6.68	6.79	6.75	6.74	6.6 – 6.8
Acidité (°D)	16	16	16	16	14 -18
Densité	1029	1029	1030.2	1029.4	1028- 1032
MG (%)	1.5	1.5	1.6	1.53	1.5 - 2
EST(%)	9.9	9.8	10	9.8	9.8 – 10.3
ESD(%)	8.4	8.3	8.4	8.43	8.3 – 8.8

Comme le montre le tableau, les résultats des analyses physico-chimiques du lait avant pasteurisation sont conformes aux normes algériennes (l'Office National du Lait et des produits laitiers), ce qui prouve que le produit a été préparé correctement et peut être dirigé vers la pasteurisation pour obtenir le produit final, et en effet, la réalisation de ces analyses Nécessaire avant la pasteurisation en usine, en raison de la possibilité d'un décalage dans les normes à corriger avant de l'envoyer au produit final.

- ◆ Le pH est un critère important principalement dans l'industrie laitière car il donne une première idée du stade d'élaboration du produit et de la présence ou non de germes, c'est-à-dire de l'acceptation ou non du lait avant pasteurisation au niveau de l'unité de production.
- ◆ L'acidité est le deuxième facteur physico-chimique important dans le contrôle de l'industrie laitière. Elle révèle les propriétés acides du produit comme l'acide lactique. L'une des raisons de l'augmentation de l'acidité est une mauvaise conservation et stockage, en plus de l'interruption de la chaîne du froid lors du transport du lait.
- ◆ La densité c'est un paramètre est très demandé dans l'industrie car il permet la détection des fraudes, le mouillage réduit la teneur en lait avec ses différents

composants, ce qui provoque cela Changements dans ses constantes physiques.

- ◆ Le but d'étudier les valeurs de MG, EST et ESD et de les comparer aux normes est de connaître la valeur nutritionnelle et énergétique contenue dans le lait avant pasteurisation.

#### IV.2.2. Après conditionnement

Les résultats de l'analyse physico-chimique de lait pasteurisé conditionné sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 10** : Les analyses physico-chimique du lait pasteurisé après conditionnement.

Paramètre	1	2	3	Moyenne	Normes selon LAD
pH	6.68	6.80	6.75	6.74	6.6 – 6.8
Acidité (°D)	16	17	16	16.33	14 -18
Densité	1029	1029	1030	1029.33	1028- 1032
MG (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5 - 2
EST(%)	9.9	9.8	10	9.9	9.8 – 10.3
ESD(%)	8.4	8.6	8.6	8.53	8.3 – 8.8

D'après les résultats présentés dans le **tableau 10**, on constate que le produit final respecte toutes les normes requises dans toutes les variables physico-chimiques du lait dont les valeurs ont été prouvées par la réalisation d'analyses, et par exemple pour le pH on retrouve toutes ses valeurs toujours dans les normes applicables, quel que soit le niveau (le départ, milieu et fin) ou la quantité de production. Si bien que les valeurs de pH et d'acidité présentes dans les échantillons testés nous font dire que le lait est frais, ce qui reflète la bonne préparation et la stabilité de la chaîne de production, ainsi que le même résultat a été observé pour tous les paramètres requis.

En comparant les résultats obtenus dans les tableaux 9 et 10 , nous concluons que le traitement thermique n'a aucun effet sur le pH, l'acidité et la teneur en matières grasses, et c'est ce que confirme la qualité physico-chimique du produit final.

*Conclusion  
générale*

La production de lait nécessite une bonne connaissance de toutes les normes qui jouent un rôle important pour obtenir un produit de haute qualité pour répondre aux besoins du consommateur, cela a conduit à l'existence d'une concurrence croissante entre les entreprises dans la bonne maîtrise des normes technologiques.

Lors de mon stage pratique à « Les Laiterie El Arabi » à Doucen, j'ai pu suivre divers les étapes de fabrication du lait (pasteurisé et conditionné) et réaliser les analyses physico-chimiques et permettant d'évaluer la qualité de ce produit.

Les résultats physico-chimiques que nous avons obtenus se sont révélés identiques à les paramètres sont mesurés selon les normes, aussi bien pour la matière première « poudre de lait et eau » ou le produit avant pasteurisation ou le produit final, c'est un signe de conformité aux bonnes pratiques de fabrication et bonne connaissance des procédés de fabrication de ce produit.

Le contrôle permanent des paramètres physiques et chimiques est le principal facteur qui contribue à l'obtention d'un produit de bonne qualité, d'après les valeurs obtenues, nous concluons que : Le traitement thermique est une étape très importante visant à augmenter la durée de conservation du produit et , d'autre part, prévenir les cas d'intoxication alimentaire liés à la présence de micro-organismes pathogènes et à leur transmission au consommateur,

Et puisque le lait est un produit largement consommé pouvant entraîner des conséquences graves (intoxication) sur le consommateur, il est donc nécessaire de procéder à toutes les analyses et de s'assurer qu'elles sont conformes aux normes avant de l'orienter vers la commercialisation.



*Références*  
*Bibliographiques*

## Références Bibliographique

---

- [1] document de office rigional du lait et des produits laitiers des l'est .
- [2] <https://www.fao.org/3/a-bo101f.pdf>
- [3] document de office rigional du lait et des produits laitiers des l'est.
- [4] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Lait>
- [5] **Veisseyre R. (1979).**Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3éme édition. Edition la maison rustique, Paris.
- [6] **FAVIER J. C. (1985).** Composition du Lait de Vache-Laits de Consommation.
- [7] **Beal C. et Sodini I. (2003).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, F6315.
- [8] **Amiot J., Fournier S., Lebeufy., Paquin, P., Simpson R et Turgeon, H.(2002).**Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité.
- [9] **JEANTET et al. (2007),** <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf>
- [10] **Vignola Carole L. (2002).** Science et technologie du lait transformation du lait.Ecole Polytechnique de Montréal 2002.
- [11] **Veisseure .( 1979).** Technologie de lait : constituants, récolte, traitement et transformation dulait. Edition, la maison rustique. Paris.
- [12] **Pougheon S et Goursaud J. (2001) .**Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRYG.,Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris
- [13] **Luquet.F.M, (1985).**laits et produits laitieres.vache, brebis, chèvre. Tome 1 : les laits de la mamelle a la laiterie. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
- [14] **Gaucheron F. (2004).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier.
- [15] **JEANTET et al. (2007),** <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf>
- [16] **Grappin ,R, Pochet, S.(1999).** Le lait

## Références Bibliographique

---

- [17] JEANTET *et al.* (2007), <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf>
- [18] Juillard , V, Richard, J .(1996). Le Lait, 1196 , P24- 26.
- [19]MORRISSEY, 1995, <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf>
- [20] document de office rigional du lait et des produits laitiers des l'est.
- [21] Alais C, .(1984). Science du lait. Sepaic, Pairs.Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P,2000: Les produits industriels laitiers EditionTec et Doc Lavoisier-Paris.
- [22] Jean C et Dijon C. (1993). Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
- [23] Vignola Carole L. (2002). Science et technologie du lait transformation du lait. EcolePolytechnique de Montréal 2002.
- [24] Amiot J., Fournier S., Lebeufy., Paquin, P., Simpson R et Turgeon, H.(2002).Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité.
- [25] Mathieu J. (1999). Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190.
- [26] Alais C, .(1984). Science du lait. Sepaic, Pairs.Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P,2000: Les produits industriels laitiers EditionTec et Doc Lavoisier-Paris.
- [27] Fredot E. (2005). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de ladiététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
- [28] Vierlinge., (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2<sup>ème</sup> édition, doin éditeurs, centreregional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11.
- [29] THEULIN *et al.* 1967, <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf>.
- [30] KEBCHAOUI, 2013, <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9126/1/M%20570.1028%20ECO.pdf>.

## Références Bibliographique

---

[31] **Rheotest M. (2010)**. Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST®LK – Produits alimentaires et aromatisants

<http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>

[32] <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Conservation-des-aliments>.

[33] Laiterie El Arabi de El Doucen .

[34] **Kabir A (2015)**. Contrainte de la production laitier en A Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives).

[35] **Gosta B. (1995)**. Les composants du traitement du lait. Le lait en poudre. In : manuel de transformation du lait. Ed. Tetra Pack processing system AB.

[36] **Fiche technique de Laiterie El arabi de El doucen.**

[37] <https://www.facebook.com/inataa25/posts/d%C3%A9termination-de-lacidit%C3%A9-du-laitla-d%C3%A9termination-de-lacidit%C3%A9-du-lait-est-bas%C3%A9-1239041172809963/>

[38] <https://www.facebook.com/inataa25/posts/les-%C3%A9tapes-pour-la-d%C3%A9termination-la-mati%C3%A8re-grasse-du-lait-m%C3%A9thode-de-gerber-cet/1239050466142367/>

[39] <https://www.univ-chlef.dz/fsnv/wp-content/uploads/Cours-M2-contr%C3%B4le.pdf>

[40] <https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-experimentale/techniques-d-analyse/fiche-sur-la-mesure-d-un-ph>