



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور- الجلفة

Université Ziane Achour-Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Sciences *d'Agronomie et Vétérinaire*

Projet de Fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme du Master

Filière : Science Alimentaires

Spécialité : Agro- alimentaire et Contrôle de Qualité (ACQ)

Thème

**L'analyse physico-chimique et microbiologique du lait de vache cru et pasteurisé de l'unité Bouragba – Djelfa -**

Présenté par :

Mlle TOABA AICHA

Mme ABDELLAOUI ZAHIRA

Devant le jury composé de :

Président : M.REBHI A MCA Université de Djelfa

Promoteur : Mme KHREISAT N MAA Université de Djelfa

Examineur : Mlle BEN MOUEFEKI F MAA Université de Djelfa

Année Universitaire : 2022/2023

# *Remerciements*

*Avant toute chose, je remercie « Allah » qui m'a donné la patience, le courage et la Volonté de mener à terme ce modeste travail.*

*Paix et salut sur notre premier éducateur « محمد صل الله عليه و سلم » le prophète Pour ce qu'il a donné à l'humanité.*

*Je tiens aussi à présenter mes sincères remerciements à mes professeurs pour leur aide et leurs conseils.*

*Mes chers parents qui ont été toujours là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique monde de labeur et de persévérance que dieu les protège.*

*Mes remerciements s'adressent également à :*

*Madam Khreisat Nadjoua notre promotrice d'avoir accepté d'encadrer Ce travail et d'avoir dirigé cette étude ;*

*Par ses Conseils, ses encouragements, ses connaissances et sa patience tout au long de notre Travail*

*Mes sincères remerciements s'adressent également aux membres du jury et examinateurs de nous avoir fait l'honneur d'évaluer notre modeste travail.*

*Finalement, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribués de près ou de loin à L'accomplissement de ce mémoire de fin d'étude.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes parents :*

*Mon père, qui peut être fière de moi, et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations en m'aidant pour réussir dans la vie.*

*Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi*

*Ma mère, qui a oeuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il,*

*l'expression de mes sentiments éternelles*

*Mon frère Ahmed et ma sœur qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité*

*A mes oncles et mes tantes*

*A ma binôme Toaba Aicha et sa famille*

*A tous mes professeurs de départements d'Agronomie et Vétérinaire*

*A tous ceux qui ont contribué pour que ce projet soit possible*

*A tous ceux que j'aime de loin et de près.*

*Abdellaoui Zahira*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à deux personnes que j'aime le plus sur  
Terre et auxquelles je ne cesserai de dédier tous mes succès  
Ma mère cet ange de tendresse et de  
Générosité, pardonne-moi chaque minute de souffrance que  
Je t'ai causée durant ce dur labeur ; je t'aime très fort  
Chère ange.*

*Cher père qu'est toujours à mes côtés près de  
Moi pendant mes moments de faiblesse celui qui a toujours  
Sur le réconforter et me consoler sans montrer les  
Moindres sentiments*

*A Mes chères soeurs et mon frère*

*A mes oncles et mes tantes*

*A ma binôme Abdellaoui Zahira et sa famille*

*A tous mes professeurs de départements de d'Agronomie et Vétérinaire*

*A tous ceux qui ont contribué pour que ce projet soit possible*

*A tous ceux que j'aime de loin et de près.*

*Tobaa Aicha*

# *Sommaire*

*Liste des abréviations*

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>N° Page</i>
	<i>Introduction</i>	<i>1</i>
<i>Partie bibliographique</i>		
<i>Chapitre I</i>	<i>Généralités sur le lait</i>	
<i>1</i>	<b>Définition</b>	<i>3</i>
<i>2</i>	<b>Composition du lait</b>	<i>3</i>
<i>3</i>	<b>Propriétés du lait</b>	<i>4</i>
<i>3.1</i>	<b>Propriétés organoleptique</b>	<i>4</i>
<i>3.1.1</i>	<b>Couleur</b>	<i>4</i>
<i>3.1.2</i>	<b>Odeur</b>	<i>4</i>
<i>3.1.3</i>	<b>Saveur</b>	<i>4</i>
<i>3.1.4</i>	<b>Viscosité ou consistance</b>	<i>5</i>
<i>4</i>	<b>Les différents types de laits</b>	<i>5</i>
<i>4.1</i>	<b>Laits de consommation on fonction du taux de matière grasse</b>	<i>5</i>
<i>4.1.1</i>	<b>Lait entier</b>	<i>5</i>
<i>4.1.2</i>	<b>Lait demi écrémé</b>	<i>5</i>
<i>4.1.3</i>	<b>Lait écrémé</b>	<i>5</i>
<i>4.2</i>	<b>Lait non traité thermiquement</b>	<i>5</i>
<i>4.2.1</i>	<b>Lait cru</b>	<i>5</i>
<i>4.2.2</i>	<b>Lait microfiltré</b>	<i>6</i>
<i>4.3</i>	<b>Lait traité thermiquement</b>	<i>6</i>
<i>4.3.1</i>	<b>Lait de longue conservation</b>	<i>6</i>
<i>4.3.2</i>	<b>Laits pasteurisé</b>	<i>6</i>
<i>Chapitre II</i>	<i>Propriétés physico-chimiques et microbiologiques du lait de vache</i>	
<i>1</i>	<b>Propriétés physico-chimiques</b>	<i>9</i>
<i>2</i>	<b>Les flores microbiennes de lait</b>	<i>10</i>
<i>2.1</i>	<b>Flore indigène ou originel</b>	<i>10</i>

2.2	<b>Flore contaminant</b>	<b>10</b>
3	<b>La qualité hygiénique du lait</b>	<b>11</b>
3.1	<b>Facteurs de contamination</b>	<b>11</b>
3.2	<b>Origine de la contamination</b>	<b>11</b>
3.2.1	<b>Contamination par l'eau</b>	<b>11</b>
3.2.2	<b>Contamination par les manipulateurs</b>	<b>11</b>
3.2.3	<b>Contamination par la poudre</b>	<b>12</b>
3.2.4	<b>Contamination a partir des équipements</b>	<b>12</b>
<b>Chapitre III</b>	<b><i>Pasteurisation de lait</i></b>	
1	<b>La pasteurisation</b>	<b>13</b>
1.1	<b>Les différents types de la pasteurisation</b>	<b>13</b>
1.2	<b>Avantages et inconvénients de la pasteurisation</b>	<b>14</b>
2	<b>Pasteurisateur : description et fonctionnement</b>	<b>16</b>
2.1	<b>Section du pasteurisateur</b>	<b>16</b>
2.2	<b>Echangeurs</b>	<b>17</b>
2.2.1	<b>Définition</b>	<b>17</b>
2.2.2	<b>Principe</b>	<b>18</b>
2.3	<b>Les différents types de pasteurisateur</b>	<b>18</b>
2.3.1	<b>Cuves à double paroi</b>	<b>18</b>
2.3.2	<b>Pasteurisateurs tubulaires</b>	<b>19</b>
2.3.3	<b>Pasteurisateurs à plaques</b>	<b>20</b>
2.4	<b>Conditions aux quelles doit répondre un pasteurisateur</b>	<b>21</b>
3	<b>Les étapes de fabrication du lait pasteurisé</b>	<b>22</b>
3.1	<b>Procédé de fabrication du lait de vache pasteurisé</b>	<b>22</b>
3.1.1	<b>Contrôles des laits crus</b>	<b>22</b>
3.1.2	<b>Epuration et clarification</b>	<b>22</b>
3.1.3	<b>Standardisation</b>	<b>23</b>
3.1.4	<b>Homogénéisation</b>	<b>24</b>
3.1.5	<b>Pasteurisation</b>	<b>24</b>
3.1.6	<b>Refroidissement</b>	<b>25</b>
3.1.7	<b>Conditionnement</b>	<b>26</b>
3.1.8	<b>Entreposage</b>	<b>26</b>

<b>3.2</b>	<b>Procédé de fabrication du lait reconstitué pasteurisé</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Définition</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Méthodes de reconstitution et de recombinaison</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Production et consommation de lait en Algérie</b>	<b>29</b>
<b><i>Partie expérimentale</i></b>		
<b><i>Chapitre I</i></b>	<b>Matériels et méthode.</b>	
<b>1</b>	<b>Objectif</b>	<b>31</b>
<b>2</b>	<b>Matériel et méthodes</b>	<b>31</b>
<b>2.1</b>	<b>Matériel et milieux utilisés</b>	<b>31</b>
<b>2.2</b>	<b>Les échantillons de laits analysés</b>	<b>31</b>
<b>2.3</b>	<b>Méthodes</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Pour le lait cru</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1.1</b>	<b>Technique de prélèvement</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1.2</b>	<b>Analyses physico-chimique</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1.2.1</b>	<b>Lactoscan</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1.3</b>	<b>Les analyses microbiologiques</b>	<b>35</b>
<b>2.3.1.3.1</b>	<b>Méthode de dénombrement des microorganismes</b>	<b>35</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Lait de vache pasteurisée</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2.1</b>	<b>Dénombrement des Germes totaux à 30C°</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2.2</b>	<b>Recherche des entérobactéries</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2.3</b>	<b>Recherche des Salmonelle</b>	<b>37</b>
<b><i>Chapitre II</i></b>	<b>Résultats et discussion</b>	
<b>1</b>	<b>Résultats et discussion</b>	<b>38</b>
<b>1.1</b>	<b>Résultat des Analyses physico-chimiques</b>	<b>38</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Analyses physico-chimiques de lait cru (avant la pasteurisation)</b>	<b>38</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Analyses physico-chimiques de lait pasteurisé</b>	<b>40</b>
<b>1.2</b>	<b>Résultats des Analyses microbiologiques</b>	<b>41</b>
	<b>Conclusion</b>	<b>44</b>
	<b>Références bibliographiques</b>	
	<b>Annexes</b>	
	<b>Résumé</b>	

## Liste des abréviations

<b>AFNOR :</b>	Association Française de Normalisation.
<b>°C :</b>	Degrés Celsius
<b>CAQUE :</b>	Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et L’emballage
<b>°D :</b>	Degrés Dornic.
<b>DA :</b>	Dinar algérien.
<b>DLC :</b>	Date limite de consommation.
<b>°F :</b>	Degré Français.
<b>J :</b>	Jour.
<b>JORA :</b>	Journal Officiel de la République Algérienne.
<b>h:</b>	Heure.
<b>HTST:</b>	High Temperature Short Time.
<b>ISO :</b>	Organisation internationale de Normalisation.
<b>g :</b>	Gramme.
<b>Kg :</b>	Kilo gramme.
<b>L :</b>	Litre.
<b>LTHT :</b>	Low Temperature Long Time.
<b>m :</b>	Mètre.
<b>mm :</b>	Millimètre.
<b>m<sup>2</sup>:</b>	Mètre au carré.
<b>Max :</b>	Maximum.
<b>MG :</b>	Matière Grasse.
<b>MGLA :</b>	Matière Grasse de lait anhydre
<b>mg :</b>	Milligramme.
<b>ml :</b>	Millilitre.
<b>min :</b>	Minute.
<b>Min :</b>	Minimum.
<b>OMS:</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PCA :</b>	Plat count agar.
<b>pH :</b>	Potentiel de d’hydrogène.
<b>T° :</b>	Température.
<b>Sec :</b>	Seconde.
<b>SS :</b>	Salmonella Shigella
<b>UHT :</b>	Ultra Haut Température.
<b>% :</b>	Pourcentage.
<b>µm :</b>	Micro mètre.
<b>Σ :</b>	La somme.

## Liste des figures

### Partie bibliographique :

<b>Figure 01</b> : Pasteurisateur à 4 sections.....	17
<b>Figure 02</b> : Cuves de pasteurisation (60à600litres).....	19
<b>Figure 03</b> : Principe des divers types de pasteurisateurs tubulaires.....	20
<b>Figure 04</b> : Plaques de pasteurisation.....	21
<b>Figure 05</b> : Schéma d'une écrémeuse centrifugeuse.....	23
<b>Figure 06</b> : Schéma d'un pasteurisateur à plaques.....	25
<b>Figure07</b> : Diagramme de fabrication du lait reconstitué recombinaison dans une laiterie analysée.....	29

### Partie expérimentale :

<b>Figure 01</b> : Lait cru.....	31
<b>Figure 02</b> : Lait pasteurisé en sachet.....	32
<b>Figure 03</b> : Lactoscan.....	33
<b>Figure 04</b> : Le pasteurisateur.....	34

## Liste des tableaux

### Partie bibliographique :

<b>Tableau 01</b> : Composition moyenne du lait de différentes espèces animales.....	04
<b>Tableau 02</b> : Principales propriétés physico-chimiques du lait .....	09
<b>Tableau 03</b> : Flore indigène du lait cru.....	10
<b>Tableau 04</b> : Influence de la pasteurisation sur la teneur en vitamines.....	15

### Partie expérimentale :

<b>Tableau 01</b> : Résultats de l'analyse physico-chimique de lait cru avant la pasteurisation.....	38
<b>Tableau 02</b> : Résultats des analyses physico-chimiques de lait pasteurisé.....	40
<b>Tableau 03</b> : Résultats des analyses microbiologiques de lait cru pasteurisée de 1 <sup>ère</sup> mois.....	41
<b>Tableau 04</b> : Résultats des analyses microbiologiques de lait cru pasteurisée de 2 <sup>ème</sup> mois.....	42
<b>Tableau 05</b> : Résultats des analyses microbiologiques de lait cru pasteurisée de 3 <sup>ème</sup> mois.....	42

# *Partie bibliographique*

# *Introduction*

# *Introduction*

Le lait est à la base de l'alimentation humaine, il constitue un aliment complet qui couvre une grande partie des besoins alimentaires de l'individu au stade jeune et adulte en assurant la croissance de l'enfant et l'entretien de la personne âgée.

Le lait qui provient de la vache détient la 1<sup>ère</sup> classe dans la production, ainsi il peut être consommé cru ou soumis à un traitement thermique ( pasteurisation, séchage) qui vise soit à réduire sa charge microbienne et prolonger ainsi sa date limite de consommation ( DLC), ou bien le transformer en poudre du lait pour une meilleure stabilité et stockage et qui sera reconstitué, pasteurisé, conditionné.

Le lait est un milieu de culture de la croissance pour plusieurs microorganismes, qui sont à l'origine des intoxications graves ; d'où la nécessité d'un contrôle qui comprend une étude microbiologique et physico-chimique de lait de vache pasteurisé.

Le contrôle de la qualité microbiologique, physicochimique doit vérifier la conformité du lait cru pasteurisé conditionné à des normes spécifiques, d'une part et à un contrôle de l'absence des germes pathogènes et la présence en nombre limite de microorganisme et d'autre part, l'analyse physicochimique de lait avant et après la pasteurisation , en passant par les différents paramètres.

L'objectif de notre travail à été orienté de faire une étude sur la qualité microbiologique, et physico-chimique sur le lait de vache pasteurisé conditionné, ainsi que notre étude consiste au contrôle microbiologique et physico-chimique de lait de vache après la pasteurisation et contrôle physico-chimique de lait avant et après la pasteurisation.

Notre travail est divisé en deux parties distinctes :

- Première partie bibliographique, comprenant trois chapitres :
  - le premier est consacré des généralités sur le lait,
  - le second est sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques du lait de vache,

## ***Introduction***

---

- et enfin le troisième chapitre sur pasteurisation du lait.
  
- Une deuxième partie expérimentale, dans laquelle nous expliquons la méthodologie adoptée pour la réalisation du présent travail, celle-ci suivi par les résultats obtenus et leurs discussions
  
- Enfin, en termine par conclusion générale.

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

## 1. Définition

Selon la teneur en  $\beta$  carotènes de la matière grasse, le lait se présente comme un liquide opaque blanc mat plus ou moins jaunâtre. Il a une odeur difficile à reconnaître. Le lactose est le seul type de glucide susceptible de se dégrader en acide lactique dans le lait (**Bendimerad, 2013**)

Cependant, le lait n'est pas un aliment complet car il manque de fer et d'acides aminés soufrés (méthionine, cystéine). Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels et des minéraux nutritifs (calcium et phosphore) facilement assimilables par l'organisme sous forme organique et minérale (**Romainetal., 2008**).

## 2. Composition du lait

Le lait est un sérum proche du plasma sanguin qui contient une émulsion de matière grasse, une suspension de matière protéique caséuse, du lactose, des sels et des minéraux, des protéines solubles et des traces de divers éléments (**Fernane-Boumedine, 2017**).

Les principaux constituants du lait ont, par ordre décroissant:

- De l'eau majoritairement,
- Des glucides principalement représentés par le lactose,
- Des lipides essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Des protéines : caséines rassemblées en micelles, albumine et globulines solubles,
- Des sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines, oligo-éléments (**Boultif, 2015**).

Par conséquent, la composition du lait varie non seulement selon les espèces animales mais également selon divers facteurs tels que l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge. Le principal composant du lait est généralement l'eau. La part des autres composants varie selon les espèces (**Tableau1**) (**Fernane-Boumedine, 2017**).

**Tableau 01.** Composition moyenne du lait de différentes espèces animales (Vinola, 2002).

Animaux (%)	Eau	Protéines	Matières grasses	Glucides	Minéraux
<b>Vache</b>	87,5	3,2	3,7	4,6	0,8
<b>Chèvre</b>	87,0	2,9	3,8	4,4	0,9
<b>Brebis</b>	81,5	5,3	7,4	4,8	1,0
<b>Chamelle</b>	87,6	3,0	5,4	3,3	0,7
<b>Jument</b>	88,9	2,5	1,9	6,2	0,5

### 3. Propriétés du lait

#### 3.1. Propriétés organoléptiques

##### 3.1.1. Couleur

Le lait, qui est fraîchement extrait de la mamelle, est un liquide blanc-jaunâtre ou blanc-mat, opaque en raison des micelles de caséine. Lorsqu'il est riche en lactoflavine, il peut prendre une teinte bleue ou franchement jaunâtre (Sina, 1992).

##### 3.1.2. Odeur

Selon Sina (1992), En général, elle est faible et varie en fonction de la nourriture de la femelle productrice.

##### 3.1.3. Saveur

En raison de la richesse du lait en lactose, dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose, elle est douçâtre, légèrement sucrée (Sina, 1992).

### 3.1.4. Viscosité ou consistance

La viscosité du lait varie en fonction de l'espèce animale. Le lait des animaux monogastriques tels que la jument et l'ânesse est plus visqueux que celui des animaux polygastriques tels que la vache, la bufflesse, la brebis et la chèvre. Le lait de la même variété est plus visqueux car il contient plus de colostrum, ce qui le rend inapproprié à la consommation (Sina, 1992).

## 4. Les différents types de lait

### 4.1. Lait de consommation on fonction du taux de matière grasse

#### 4.1.1. Lait entier

En ce qui concerne sa teneur en matière grasse (teneur en matière grasse : rapport de la masse de matière grasse du lait sur celle du lait concerné), c'est un lait traité thermiquement. (GEMRCN, 2009), répond à l'une des formules suivantes :

- ✓ **Lait entier normalisé** un lait avec une teneur minimale en matière grasse de 3,5 % par mètre carré (GEMRCN, 2009).
- ✓ **Lait entier non normalisé** : un lait dont la quantité de graisse n'a pas changé depuis le stade de la traite. Cependant, la teneur en matière grasse ne peut dépasser 3,50 % (m/m). (GEMRCN, 2009).

#### 4.1.2. Lait demi-écrémé

C'est un lait qui a été traité thermiquement pour augmenter sa teneur en matière grasse jusqu'à 1,50 % (m/m) au minimum et 1,80 % (m/m) au maximum (GEMRCN, 2009).

#### 4.1.3. Lait demi-écrémé

C'est un lait qui a subi un traitement thermique et dont la teneur en matière grasse ne peut dépasser 0,50 % (m/m) (GEMRCN, 2009).

### 4.2. Lait non traité thermiquement

#### 4.2.1. Lait cru

Si le lait cru est un produit nutritionnel intéressant car il n'a pas subi de traitement

d'assainissement pour assurer une meilleure conservation, sa production et sa commercialisation doivent être strictement contrôlées en raison des risques qu'il peut encore présenter pour la santé (Leseuret *al.*,1985).

#### 4.2.2. Lait microfiltré

En utilisant la technique de microfiltration tangentielle sur un lait écrémé, il est possible d'éliminer presque tous les micro-organismes (avec une réduction de trois à cinq décimales), tout en préservant les qualités nutritionnelles et sensorielles intrinsèques du lait. La microfiltration permet de doubler la date limite de consommation (DLC) des laits pasteurisés par rapport à la microfiltration (Romain *et al.*,2008).

#### 4.3. Lait traité thermiquement

On distingue les laits pasteurisés des laits de longue conservation en fonction de l'intensité du traitement thermique (Romain *et al.*,2008).

##### 4.3.1. Lait de longue conservation

Le but du traitement thermique des laits est de détruire tous les microorganismes. Ce sont des laits moins nutritifs et organoleptiques que les laits pasteurisés (Kabir, 2015).

##### 4.3.2. Lait pasteurisé

Le lait pasteurisé est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % (jusqu'à 98 %) de la flore du lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose) (M'boya, 2001).

Le lait pasteurisé est un lait chauffé pendant 15 à 20 secondes entre 72 et 85 °C et refroidi immédiatement jusqu'à une température inférieure à 6 °C. Le lait pasteurisé réagit négativement au test de phosphatase car l'enzyme phosphatase du lait est inactivée pendant le processus de pasteurisation. Ainsi, une réaction négative au test de phosphatase indique une bonne pasteurisation (Velez, 2017).

#### ❖ Les types du lait pasteurisé

Il existe deux types de laits pasteurisés : conditionné et de haute qualité (Leseuret *al.* ,1985).

- **Lait pasteurisé conditionné**

Le traitement est généralement effectué à une température beaucoup plus élevée que celle nécessaire pour détruire le bacille de Koch, soit 75-85°C pendant plus ou moins une période de 15 à 30 secondes. La recherche d'une enzyme peut être utilisée pour déterminer le degré de traitement thermique atteint : à cette température, la phosphatase est détruite (Leseuret*al.*, 1985).

- **Lait pasteurisé de haute qualité**

C'est en 1965 que ce lait a été défini. Il se différencie du précédent sur deux points:

- Le traitement thermique d'assainissement est une pasteurisation avec un couple temps-température de 72 à 75 °C pendant 15 à 30 secondes. La phosphatase (qui doit être éliminée) est recherchée pour vérifier ce type de traitement, tout comme pour le lait pasteurisé conditionné. De plus, la peroxydase, une autre enzyme qui ne doit pas être détruite dans le lait pasteurisé de haute qualité, est une caractéristique de ce traitement et sa recherche doivent être positives.
- La qualité du lait de départ est déterminée (moins de 500 000 germes/ml) (Leseuret*al.*, 1985).

- ❖ **Altération principalement rencontrée du lait pasteurisé**

- Goût de cuit : provoqué par un chauffage trop fort, il peut être plus ou moins prononcé;
- Contamination microbienne : elle se produit principalement pendant le conditionnement. Elle peut provenir de la machine elle-même, de l'emballage ou de l'environnement.
- La présence de germes sporulés thermorésistants : ces germes peuvent provenir du lait cru lui-même, du réfrigérateur ou d'équipements industriels. Ils n'ont pas été détruits par le chauffage et peuvent être trouvés dans le lait pasteurisé.
- Phénomène physico-chimique, comme la lipolyse ou l'oxydation des matières grasses : pour éviter ces problèmes, le lait doit être protégé de la lumière et entreposé à une température suffisamment basse (+6°C). De la même manière,

les opérations mécaniques de pompage doivent être effectuées correctement. (Leseur *et al.*, 1985).

#### ❖ **Problématique du lait pasteurisé**

La qualité microbiologique du lait pasteurisé est un problème récurrent dans l'industrie laitière. La contamination du lait par les bactéries productrices de spores est une barrière biologique qui limite la durée de vie et la qualité des laits traités thermiquement. Pour résoudre ce problème et prolonger la durée de vie du lait pasteurisé, de nombreuses études sont menées à travers le monde. Cependant, en fonction des conditions de production du lait, les facteurs limitant varient d'un pays à un autre (Malek, 2013).

Les sources de contamination possibles comprennent diverses substances telles que le lait cru, les surfaces des équipements et des matériaux de conditionnement, les températures utilisées pour le traitement de la pasteurisation et la durée de vie du lait pasteurisé. Selon les pays, cela varie de quelques jours (2 à 3) à quelques semaines (3 à 4). Le processus de pasteurisation est une étape cruciale dans la sélection des germes sporulés parmi ces facteurs limitant. Les populations bactériennes du lait pasteurisé sont inversement affectées par la température; les laits soumis aux températures les plus élevées contiennent le plus grand nombre de bactéries. L'activation des spores permet aux spores de germer, de se multiplier et de former des bio films. Ces derniers sont à nouveau des réservoirs authentiques pour les spores bactériennes. Par conséquent, les organismes caractéristiques des bio films inféodés à l'environnement des laiteries sont les bactéries du genre *Bacillus*, telles que les représentants du groupe *B. cereus*, et les bacilles thermophiles, telles que *Geobacillus* et *Anoxybacillus*. (Malek, 2013).

## *Chapitre II*

# *Propriétés physico-chimiques et microbiologiques du lait de vache*

### 1. Propriétés physico-chimiques

Les procédés développés pour la transformation et la stabilisation du lait et de ses dérivés sont déterminés par les propriétés physicochimiques du lait et de ses dérivés. L'ensemble (masse volumique) ou une partie (pression osmotique, point de congélation) des composants solubilisés et dispersés dans la phase aqueuse sont responsables de ces effets. Le tableau 2 présente les principales propriétés physicochimiques du lait. (Thomas *et al.*, 2008).

**Tableau 02.** Principales propriétés physico-chimiques du lait (Thomas *et al.*, 2008).

<b>Pression osmotique</b>	~700,10 <sup>3</sup> Pa
<b>Activité d'eau</b>	~0,993
<b>Point d'ébullition</b>	~100,15°C
<b>Point decongélation</b>	~-0.53 °C
<b>Indice de réfraction</b>	1,3440-1,3485
<b>Masse volumique(à20°C)</b>	~1030 Kg.m <sup>-3</sup>
<b>Conductivité spécifique</b>	~ 0,0050 ohm <sup>-1</sup> .cm <sup>-1</sup>
<b>Force ionique</b>	~0,08 Mol
<b>Tensioninterfaciale(20°C)</b>	~47-53 N. m <sup>-1</sup>
<b>Viscosité(lait non homogénéisé)</b>	~2,0.10 <sup>-3</sup> Pa.s
<b>Conductibilité thermique(à20°C)(Laità3% de matière grasse)</b>	~ 0,56 W. m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
<b>Diffusivité thermique(15-20°C)</b>	~1,25.10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
<b>Chaleur spécifique</b>	~3900 J. Kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
<b>pH(à 20°C)</b>	6,6 -6,8
<b>Acidité titrable</b>	15 –17 ° D

Coefficient d'expansion thermique 273K-333K)	0,0008m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> .K <sup>-1</sup>
Potentiel oxydo réduction (20°C, pH6, 6 et en équilibre avec l'air)	+0,25à+0,35 v

## 2. Les flores microbiennes de lait

Le lait, composé de gouttelettes de graisse émulsionnée et de constituants physiologiques dissous dans l'eau tels que sels, sucres et protéines, est un milieu de culture idéal pour les bactéries. Les bactéries prolifèrent plus rapidement dans le lait que dans l'eau (Drapeau *et al.*, 1977). On répartit les microorganismes du lait selon leur importance en deux grandes classes :

### 2.1. Flore indigène ou originelle

L'ensemble des microorganismes trouvés dans le lait à la sortie du pis est appelé flore indigène des produits laitiers. L'alimentation, la race et d'autres facteurs sont liés à ces microorganismes, plus ou moins abondants. Le lait de la vache qui sort du pis est presque complètement stérile. La flore indigène est principalement composée de microorganismes mésophiles (Tableau 03) (Vinola, 2002).

**Tableau 03.** Flore indigène du lait cru (Vinola, 2002).

Microorganismes	Pourcentage%
<i>Micrococcus</i>	30 -90
<i>Lactobacillus</i>	10 -30
<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	<10
<i>Gramnégatif</i>	<10

### 2.2. Flore contaminant

L'ensemble des microorganismes ajoutés au lait de la récolte à la consommation est connu sous le nom de flore contaminant. Elle peut se composer d'une flore altérée qui provoque des défauts sensoriels ou réduit la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène qui peut causer des malaises chez les consommateurs de ces produits laitiers. L'ensemble des microorganismes qui sont ajoutés au lait extrait du pis de la vache est considéré comme flore contaminant d'altération et pathogène du lait. La contamination de

l'étable semble être la plus importante (**Vinola, 2002**).

### **3. La qualité hygiénique du lait**

#### **3.1. Facteurs de contamination**

- Les micro-organismes peuvent être introduits dans le lait par des poussières et des gouttelettes en suspension dans l'air.
- Il est impératif que le bétail ne soit pas en contact avec les déchets humains de manière stricte.
- La présence de bactéries dans le lait cru peut entraîner des problèmes gastro-intestinaux.
- La présence de micro-organismes dans le lait qui peuvent provoquer la production d'enterotoxines représente également un risque de maladie pour l'homme (**Drapeau et al., 1977**).

#### **3.2. Origine de la contamination**

##### **3.2.1. Contamination par l'eau**

- L'eau utilisée lors des opérations de production primaire ne devrait présenter aucun danger de contamination du lait (**FAO et OMS, 2011**).
- Il est impératif que l'eau soit propre et respecte les normes établies par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Elle ne doit contenir aucun germe pathogène sur le plan microbiologique. En termes physicochimiques, il ne doit pas contenir de pesticides ou de nitrates, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15 et un pH qui est proche de la neutralité (**FAO, 1995**).

##### **3.2.2. Contamination par les manipulateurs**

- La contamination peut provenir de personnes à la fois saines et malades ou guéries (porteurs sains).
- Les contaminations causées par la manipulation proviennent principalement de contacts, en particulier au niveau des mains.
- Le manque d'hygiène peut provoquer la présence de bactéries intestinales sur la peau, telles que la Salmonelle, une contamination fécale.
- Des polluants provenant des aérosols, tels que la toux, l'éternuement ou simplement la respiration. La contamination peut également être liée aux vêtements (**Guiraud, 2012**).

### **3.2.3. Contamination par la poudre**

Le lait en poudre est un produit microbiologiquement stable avec une activité de l'eau de 0,3 à 0,4, trop faible pour favoriser la croissance des microorganismes. Cependant, le lait en poudre se développe et se détériore comme le lait pasteurisé après avoir été reconstitué. Le nombre de micro-organismes diminue généralement pendant le stockage si le lait en poudre est protégé de la contamination par l'humidité avant utilisation, mais le nombre de spores peut rester constant (**Augustin et al., 2003**).

### **3.2.4. Contamination à partir des équipements**

La formation de biofilms laitiers dominés par diverses bactéries est souvent caractérisée. La formation de ces biofilms sur les équipements peut entraîner de graves problèmes d'hygiène et des pertes économiques dues à la détérioration des aliments et à la dépréciation des équipements. Les micro-organismes présents dans les biofilms catalysent les réactions chimiques et biologiques qui corrodent les métaux dans les tuyauteries et les réservoirs, et s'ils deviennent suffisamment épais, ils peuvent réduire l'efficacité du transfert de chaleur (**Simões et al., 2010**).

## *Chapitre III*

### *Pasteurisation de lait*

## **1. La pasteurisation**

La pasteurisation est un traitement thermique qui détruit tous les micro-organismes pathogènes non sporulés et réduit considérablement la flore végétative dans un produit. Il s'agit d'un processus de conservation limité dans lequel le produit doit être conditionné hermétiquement (avec ou sans atmosphère modifiée ou sous vide) et réfrigéré (le produit pasteurisé peut être conservé de quelques jours à quelques semaines à une température supérieure à 4 degrés Celsius) (**Chillet, 2011**).

En agroalimentaire, la pasteurisation est une méthode largement utilisée. Le but est d'augmenter considérablement la durée de conservation des aliments. La pasteurisation réduit les activités biologiques d'un produit au maximum tout en évitant toute modification de ses caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles (**Chillet, 2011**).

- Les activités biologiques détruites ou inactivées par la pasteurisation comprennent les fleurs non pathogènes d'altération des aliments ; les fleurs pathogènes et toxigènes (salmonella, brucella, listeria, etc.) ; les enzymes endogènes telles que la lipoxygénase du soja (oxygénase qui catalyse l'oxygénation des acides gras polyinsaturés) ou la plasmine du lait (protéase dont le spectre d'action est (**Chillet, 2011**)).
- Comme tout traitement thermique, la pasteurisation doit permettre de préserver l'aspect nutritionnel du produit en évitant la destruction des vitamines ; de ne pas modifier ses qualités organoleptiques comme l'absence de brunissement, de décoloration, de goût de cuit, de rupture de l'émulsion, de coagulation des protéines, etc (**Chillet, 2011**).

### **1.1. Les différents types de la pasteurisation**

On distingue trois types de traitement:

- La pasteurisation à faible température (62-65°C/ 30 min) ne peut être effectuée qu'en série et est évitée en laiterie (**Romain et al., 2008**).
- La pasteurisation haute (71-72°C/15-40 min), également connue sous le nom de HTST, est utilisée uniquement pour les laits de haute qualité hygiénique. La haute pasteurisation n'a que peu d'effets organoleptiques et nutritionnels. La phosphatase

alcaline est détruite au niveau biochimique, mais la peroxydase est toujours active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. 7 jours après le conditionnement (bouteille en verre ou en carton, polyéthylène ou aluminium), la date limite de consommation (DLC) des laits ayant subi une haute pasteurisation (**Romainet *al.*, 2008**);

- **Flash pasteurisation** (85-90°C à 1-2 s): La phosphatase et la peroxydase sont détruites dans les laits crus de qualité moyenne (**Romain *et al.*, 2008**).

## 1.2. Avantages et inconvénients de la pasteurisation

Parmi les avantages de la pasteurisation du lait:

- Rendre le lait plus sain ;
- Augmenter ses qualités de conservation (**Génin, 1935**).

Alors quelles inconvénients de la pasteurisation du lait sont:

- Un inconvénient majeur de la pasteurisation est qu'elle ne s'attaque pas aux fleurs sporulées. (**Chillet, 2011**).
- La pasteurisation ne rendra jamais un lait impur propre. Ainsi, pour obtenir de bons résultats lors de la pasteurisation, le lait brut doit être purifié. En raison de la présence de nombreux microorganismes résistants à la chaleur dans le lait impur, il devient rapidement inutile après la pasteurisation (**Génin, 1935**).
- La teneur en crème du lait diminue à la suite de la pasteurisation. Cette diminution est sensible dès que la température dépasse 65°C, et entre 63 et 64°C, elle peut atteindre 20 à 30 %. à 68°C, il est de 40 à 50 %. En partie, ces inconvénients peuvent être évités grâce à un refroidissement rapide, mais il est nécessaire que le refroidissement soit rapide pour atteindre une température de 15 à 45°C. Au contraire, un refroidissement lent a un effet très négatif sur la teneur en crème, et plus basse est la température à laquelle le lait est refroidi, plus sa teneur en crème est élevée (**Génin, 1935**).
- La constitution chimique du lait peut être modifiée par la pasteurisation. L'albumine résiste à environ 63°C, mais elle est en partie précipitée à 65°C. L'équilibre des

composants minéraux est altéré, en particulier la précipitation de certaines quantités de calcium et de phosphore (**Génin, 1935**).

- Certaines vitamines hydrosolubles (B1, B6, B9 et vitamine C) sont légèrement perdues lors de la pasteurisation. La vitamine C est grandement détruite lorsque le lait est pasteurisé. Par conséquent, il y a une diminution de la thiamine et de la riboflavine. Le tableau ci-dessous présente les différentes vitamines du lait et le pourcentage de perte après traitement (**Tableau4**) (**Fernane-Boumedine, 2017**).

**Tableau 04.** Influence de la pasteurisation sur la teneur en vitamines (**Génin, 1935**).

<b>Vitamine A</b>	Cette vitamine résiste à l'action de la chaleur et n'est pas modifiée par la pasteurisation.
<b>Vitamine B<sub>1</sub></b>	Cette vitamine ne résiste pas d'une façon parfaite à la chaleur, mais il ne semble pas que la pasteurisation réduise sa teneur dans le lait.
<b>Vitamine B<sub>2</sub></b>	Résiste à la chaleur.
<b>Vitamine C</b>	Est très sensible à l'action de la chaleur et est détruite à un plus ou moins grand degré par la pasteurisation. La quantité de vitamine C détruite par la chaleur dépend de l'oxydation subie par le lait. Cette dernière est accélérée par l'action catalytique des métaux. Le lait chauffé dans des récipients en verre et en même temps soumis à l'action de l'air, perd 33% de sa vitamine C. Si le chauffage s'effectue en vase scellé, la perte n'est que de 20%. En présence de cuivre et d'air, la perte est de 79%. L'aluminium et le nickel ont une très faible action catalytique sur ce phénomène.
<b>Vitamine D</b>	Cette vitamine ne résiste pas d'une façon parfaite à la chaleur, mais il semble que la pasteurisation soit sans action sur elle.
<b>Vitamine E</b>	D'après l'état actuel des recherches, la pasteurisation semble sans action sur cette vitamine.

Les inconvénients de la pasteurisation pour les distributeurs et les consommateurs sont:

- Une date limite de consommation (DLC) courte, de quelques jours seulement;
- Il est essentiel de le stocker dans un environnement réfrigéré. Par conséquent, le coût de distribution d'un produit stérilisé est nettement inférieur à celui d'un produit pasteurisé (**Chillet, 2011**).

## **2. Pasteurisateur: description et fonctionnement**

Les produits peuvent être pasteurisés suivant différents types de traitements :

- Les soins en vrac : Le produit est stocké dans une cuve agitée thermo-stabilisée à double enveloppe pendant une période déterminée avant la vidange de la cuve, ce qui est une pratique courante dans les cuves de petite et moyenne taille. soit en mode continu dans un pasteurisateur où le produit s'écoule continuellement (mode continu dans les usines) (**Chillet, 2011**);
- En ce qui concerne les traitements après conditionnement, l'étude se concentre sur les dispositifs qui permettent de pasteuriser en vrac un produit liquide en continu (**Chillet, 2011**).

### **2.1. Section du pasteurisateur**

Le pasteurisateur est composé de quatre sections:

- Une section de récupération de chaleur pour le pré-refroidissement et le préchauffage : cela réduit les coûts énergétiques (**Chillet, 2011**), dans laquelle le lait entrant est réchauffé par le lait pasteurisé sortant (**Leclercq-perlat, 1986**).
- Une section de chauffage à deux passages qui chauffe le lait préchauffé jusqu'à sa température de pasteurisation en utilisant l'énergie calorifique fournie par un courant d'eau chaude (**Leclercq-perlat, 1986**).
- Une section de chambreur à trois passes dans laquelle le lait est maintenu à sa température de pasteurisation pendant une période déterminée par le rapport entre le

volume du chambreur et le débit de lait (Leclercq-perlat, 1986). Un chambreur est un tube isolé thermiquement dans lequel le produit circule à la température du brème. La durée de la pasteurisation est déterminée par la taille et le débit du produit, et ce temps est calculé en fonction du rapport entre le volume du chambreur et le débit volumique du produit. Le processus de maintien de la température du brème est connu sous le nom de chambrage (Chillet, 2011), qui consiste, sur le plan énergétique, en un refroidissement du lait par déperdition, où le temps de séjour du lait à haute température est suffisant pour neutraliser les germes (Rameh, 2018).

- Une section de refroidissement utilise l'énergie frigorifique d'un courant d'eau glacée pour amener le lait pré-refroidi sorti de la section de récupération d'énergie à sa température de stockage (environ 4 °C) (figure1)(Leclercq-perlat, 1986).

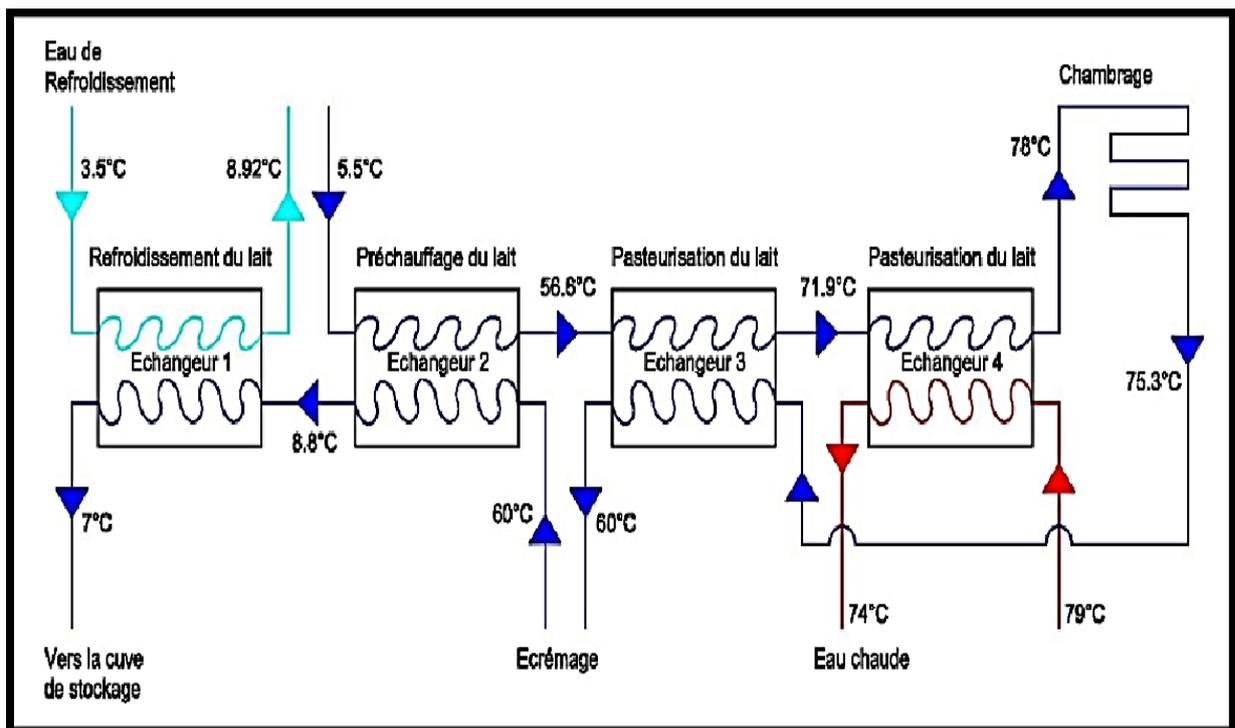


Figure 01. Pasteurisateur à 4 sections (Rameh, 2018).

## **2.2. Echangeurs**

### **2.2.1 Définition**

Les sections de récupération, de chauffage et de refroidissement sont constituées d'échangeurs qui fonctionnent en transférant la chaleur à travers une paroi (**Chillet, 2011**).

Un échangeur de chaleur se produit lorsque :

- un fluide chaud transfère de la chaleur au produit froid et le réchauffe ;
- ou un fluide froid prend de la chaleur du produit chaud et le refroidit (**Chillet, 2011**).

### **2.2.2. Principe**

#### **a) Transferts de chaleur**

Les transferts de chaleurs ont les suivants:

- Dans le compartiment de récupération, le produit chaud préchauffe le produit froid et le produit chaud, ce qui réduit les coûts énergétiques.
- Le produit préchauffé est chauffé par le fluide thermique (eau chaude) dans la partie de chauffage.
- Le liquide de refroidissement (eau froide ou eau glycolée) est utilisé dans la section de refroidissement pour refroidir le produit pré-refroidi. (**Chillet, 2011**).

#### **b) Circulation des fluides**

On distingue deux types de circulation :

- Les cas d'échangeurs à co-courant impliquent que le fluide (chaud ou froid) et le produit circulent dans le même sens ;
- Les cas d'échangeurs à contre-courant impliquent que le fluide (chaud ou froid) et le produit circulent en sens inverse (**Chillet, 2011**).

La circulation des liquides dans les échangeurs est généralement de type contre-courant. Tout au long de l'échangeur, le gradient de température reste constant. De ce fait, les échangeurs à contre-courant sont plus efficaces que les échangeurs à co-courant car ils nécessitent une surface d'échange plus faible pour le même traitement, ce qui entraîne un meilleur taux de récupération (Chillet, 2011).

### 2.3. Les différents types de pasteurisateur

#### 2.3.1. Cuves à double paroi

Ces pasteurisateurs sont principalement constitués d'un réservoir conditionné à double paroi (figure 2). Le lait est chauffé dans le récipient à 63°C et maintenu à cette température pendant 30 minutes avant d'être refroidi. Au cours de l'opération, un agitateur agit sur le lait pour accélérer les échanges thermiques. Pour éviter de soustraire les germes à l'action thermique, la production de mousses de surface doit être évitée. Ceux-ci fonctionnent généralement en discontinu. La cuve est un matériau largement utilisé dans la laiterie et peut être un élément fondamental d'une usine de minilaiterie (Cisse, 1997).

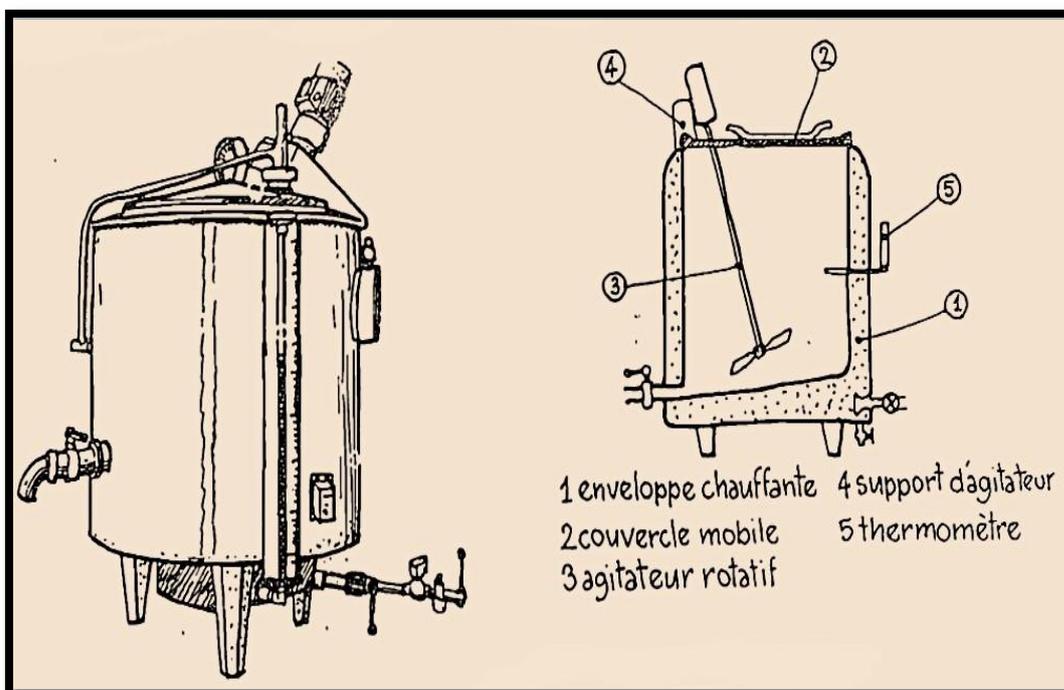
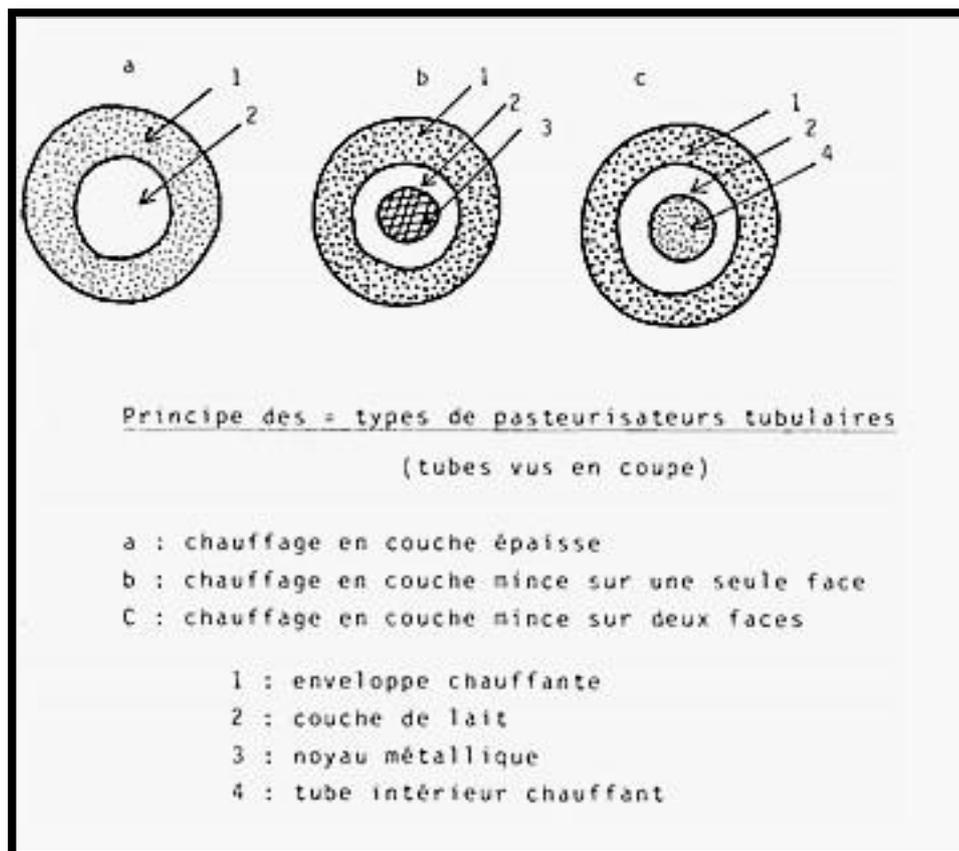


Figure 02. Cuves de pasteurisation (60 à 600 litres) (Cisse, 1997).

En ce qui concerne le fonctionnement, il est toujours en cours. Le lait coule en fine couche le long d'une ou deux parois chauffantes (Cisse, 1997). Nous pouvons distinguer :

### 2.3.2. Pasteurisateurs tubulaires

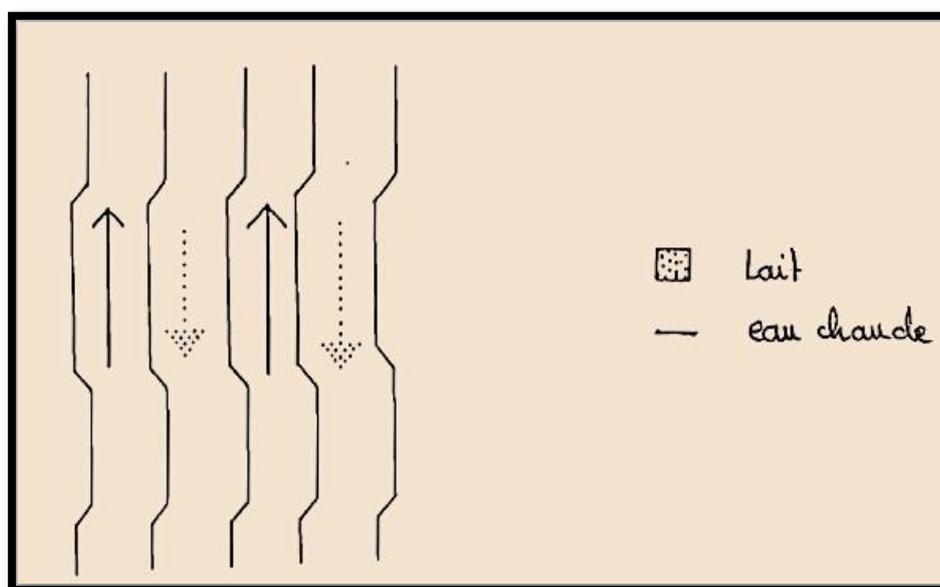
Le lait est chauffé sur une ou deux faces du faisceau par l'action de l'eau chaude circulant à contre-courant (figure3) (Cisse, 1997).



**Figure 03.** Principe des divers types de pasteurisateurs tubulaires (tubes vus en coupe) (Sina, 1992).

### 2.3.3. Pasteurisateurs à plaques

Ils se composent principalement d'une série de plaques serrées les unes contre les autres, ondulées ou nervurées. Le lait parcourt l'espace qui sépare deux plaques successives (3 à 4 mm) tandis que l'élément chauffant (eau ou vapeur à basse pression) circule à contre-courant dans les espaces précédents et suivants (**figure4**) (Cisse, 1997).



**Figure 04.**Plaques de pasteurisation (Cisse, 1997).

### 2.4. Conditions aux quelles doit répondre un pasteurisateur

Un pasteurisateur doit:

- Garantir l'homogénéité du chauffage à la température choisie afin d'obtenir l'effet bactéricide souhaité et d'éviter toute modification du lait par une surchauffe intempestive.
- Permettre un nettoyage complet et rapide de toutes les surfaces au contact du lait afin d'éviter les contaminations après chauffage.
- Économique ;

- Peu encombrant pour faciliter le nettoyage ;
- Respecter la structure et la composition du lait (il faut travailler à l'abri de l'air pour éviter le dégagement de CO<sub>2</sub>;
- Toujours avoir un appareil de réfrigération dans une installation de pasteurisation).  
(Cisse, 1997).

### **3. Les étapes de fabrication du lait pasteurisé**

- ✓ Il existe trois types de laiteries différents en fonction de la nature du lait utilisé pour produire du lait pasteurisé :
- ✓ Les usines de lait qui se contentent de traiter exclusivement la poudre d'importation et fabriquent du lait reconstitué ou recombéné.
- ✓ Les fermes qui produisent à la fois du lait de vache local pasteurisé et du lait recombéné pasteurisé. Dans ces laiteries appelées « mixtes », il y a une alternance entre la production de lait de vache et de lait recombéné, qui se produit soit le jour même, soit un jour sur deux.
- ✓ Les laiteries minoritaires, qui traitent uniquement le lait de vache local, représentent la troisième catégorie (Malek, 2019).

#### **3.1. Procédé de fabrication du lait de vache pasteurisé**

##### **3.1.1. Contrôles des laits crus**

Le lait cru réceptionné par les ateliers de pasteurisation doit être:

- ✓ Conforme à la consommation alimentaire. Éliminer les laits colorés, malpropres et malodorants, par exemple.
- ✓ Une excellente qualité bactériologique. Avant le traitement de la pasteurisation, la charge microbienne du lait doit être la plus faible possible en raison des conséquences sanitaires (présence de toxines microbiennes responsables d'accidents de type allergiques chez les consommateurs et effet population avec risque de persistance d'une

flore pathogène) et technologiques (le chauffage du lait altère les constituants du lait et diminue ses aptitudes à la fabrication des fromages).

- ✓ Stabilisé à la chaleur pour éviter la coagulation pendant la pasteurisation (**Sina, 1992**).

### **3.1.2. Epuration et clarification**

L'efficacité de la pasteurisation est améliorée par cette opération, qui élimine les impuretés et une quantité importante de germes (**Sina, 1992**). Le lait est soumis à une force centrifuge lors de la clarification afin d'en extraire les particules plus denses, telles que les débris cellulaires, les leucocytes et les matières étrangères (**Kabir, 2015**).

### **3.1.3. Standardisation**

La standardisation consiste à faire en sorte que la composition des laits de différentes exploitations soit uniforme. Pour ce faire, le lait est passé dans une écrémeuse centrifugeuse dans les laiteries industrielles. La machine comprend un bol, un récipient de forme cylindro-conique composé d'une pile de disques, qui tourne à grande vitesse. La force centrifuge sépare le lait des globules gras. Les autres composants du lait (glucides, protéines), plus lourds, se dirigent vers la périphérie du bol et sont dirigés vers la sortie du lait écrémé, tandis que ces derniers se dirigent vers l'axe de rotation et sont dirigés vers la sortie du lait écrémé (**figure 5**). Environ 35 % de la matière grasse est présente dans la crème qui a été séparée du lait écrémé. Ensuite, le lait écrémé et la crème sont mélangés dans les proportions souhaitées (**Velez, 2017**). L'industrie laitière doit s'en tenir avec précision aux normes établies pour chacune de ces teneurs car elle offre à sa clientèle un choix de lait de différentes teneurs en matière grasse (**Kabir, 2015**).

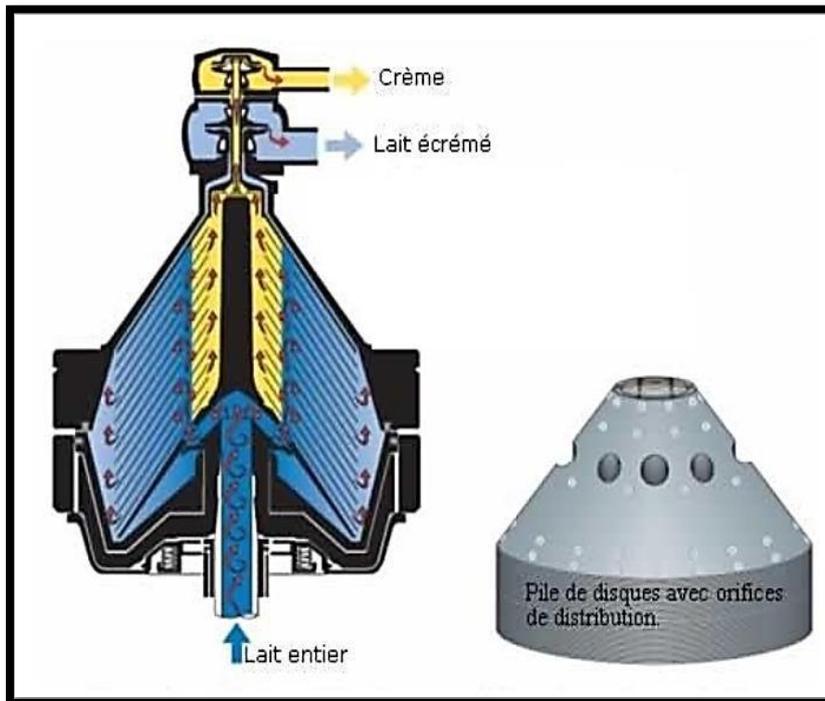


Figure 05. Schéma d'une écrémeuse centrifugeuse (Velez, 2017).

### 3.1.4. Homogénéisation

L'homogénéisation du lait de consommation s'est généralisée et est devenue une norme dans l'industrie car elle présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide. De plus, par la même quantité de matière grasse, ce traitement rend le lait plus doux et plus onctueux (Kabir, 2015). Le processus d'homogénéisation consiste à exposer le lait à une pression élevée, allant de 100 bar pour le lait destiné à la pasteurisation et jusqu'à 250 bar pour le lait destiné à la stérilisation. Le lait est projeté dans une tubulure par un clapet sous cette forte pression après avoir été chauffé à environ 60 à 70 °C (Velez, 2017).

### 3.1.5. Pasteurisation

Le lait est passé entre des plaques composées de plusieurs composants dans une installation de pasteurisation traditionnelle :

- Un récupérateur dans lequel le lait cru arrivant est préchauffé par le lait chaud qui sort du chambreur, à environ 60-65°C;
- Un réchaud où le lait est chauffé à une température de pasteurisation (80°C par exemple) en contact avec des tubes ou des plaques d'eau chaude;
- Un récipient où le lait est conservé à la température de pasteurisation pendant le temps spécifié, par exemple 20 secondes;
- Un récupérateur (le même qu'à la première étape) où le lait est refroidi (à 35 ° C) par échange avec le lait cru froid entrant;
- Un réfrigérant, qui se compose généralement de deux parties, l'une d'eau froide et l'autre d'eau glacée ou de saumure, sert à refroidir le lait à une température de + 3, + 4 °C.
- Les thermomètres et les dispositifs de déviation du lait insuffisamment chauffé complètent l'installation (figure6) (Velez, 2017).

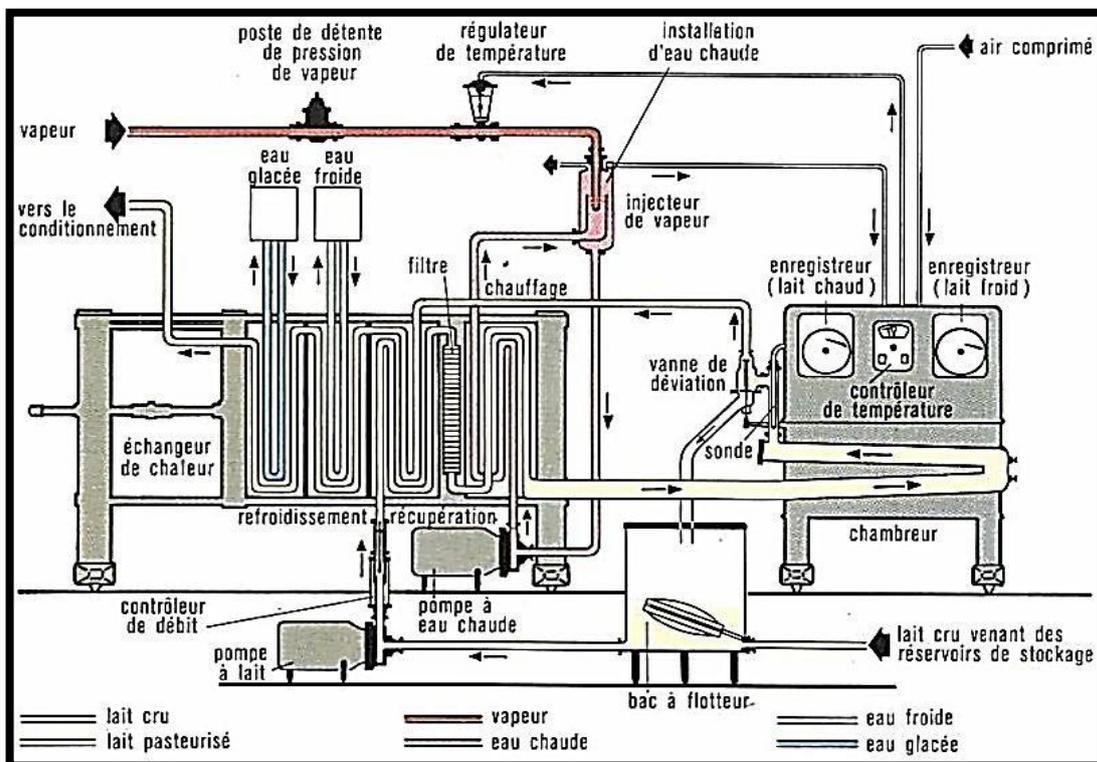


Figure 06. Schéma d'un pasteurisateur à plaques (Velez, 2017).

### **3.1.6. Refroidissement**

Le refroidissement du lait après la pasteurisation à une température proche du point de congélation favorise une plus longue conservation. Il est crucial d'éviter toute contamination après la pasteurisation et lors du conditionnement, en particulier par les bactéries psychotropes, qui sont les principales responsables de la détérioration des pasteurisés (**Kabir, 2015**).

### **3.1.7. Conditionnement**

Le matériau utilisé pour transporter les produits laitiers fluides dans les réseaux de production et de distribution est appelé contenant. Il doit avoir certaines caractéristiques spécifiques, telles que : avoir une forme et une apparence attrayante ; offrir une protection efficace contre le choc physique de la lumière et de la chaleur ; être facile à ouvrir ; préserver le contenu des odeurs et des substances de saveurs étrangères ; être fait de matériel inerte ; être économique et conforme aux exigences modernes de production ; et fournir au consommateur des informations relatives au produit. Les opérations de nettoyage, d'assainissement ou de stérilisation des équipements de conditionnement sont cruciales pour la qualité du produit fini. (**Kabir, 2015**).

### **3.1.8. Entreposage**

La chambre froide est considérée comme l'endroit de transition où le produit fini doit rester le plus court possible avant sa distribution pour des raisons d'économie et de fraîcheur. Ce lieu est destiné à protéger la qualité des produits et ne doit pas être utilisé comme remède à des problèmes de refroidissement à d'autres étapes de la production. L'éclairage doit être adéquat sans affecter la réfrigération et la qualité du produit, faciliter le travail du personnel et permettre une évaluation rapide de la propreté des lieux (**Kabir, 2015**).

## **3.2. Procédé de fabrication du lait recombinaé pasteurisé**

### **3.2.1. Définitions**

- ✓ **La recombinaison:** c'est le processus consistant à mélanger les différents composants du lait dans une eau appropriée afin de produire un produit le plus proche possible du lait initial. L'eau, la poudre de lait écrémé en spray et la matière grasse laitière anhydre sont les trois composants essentiels. Il arrive parfois que des adjuvants supplémentaires

soient utilisés (Boultif, 2015).

- ✓ **La reconstitution:** C'est le processus de diluer une poudre de spray grasse dans une eau appropriée ; cela peut également être utilisé pour reconstituer un lait écrémé (Boultif, 2015).

Le lait reconstitué et le lait recombinaison ont été définis par un arrêté interministériel du 18 août 1993, publié sur le journal officiel algérien, concernant les spécifications et la présentation de certains laits de consommation (Boultif, 2015)

- ✓ **Le lait reconstitué est dit:**

- Si le lait en poudre écrémé extra grade est utilisé, il doit contenir moins de 1,25 % de matières grasses,
- Entier, si du lait en poudre contient au moins 26 % de matières grasses (Boultif, 2015).

- ✓ **Le lait recombinaison** Il est produit en mélangeant de l'eau, de la matière grasse et du lait en poudre écrémé extra grade avec une teneur en matière grasse inférieure à 1,25 % (Boultif, 2015).

Les deux types de laits pasteurisés issus de la technologie de reconstitution des poudres laitières ou de leur recombinaison sont appelés « recombinaison » (Malek, 2019).

### 3.2.2. Méthodes de reconstitution et de recombinaison

La température requise pour la reconstitution est de 35 à 45 °C. Pendant 20 à 30 minutes, la poudre est mélangée à l'eau dans un récipient ou, mieux encore, dans un réservoir. Pour permettre une bonne hydratation de la poudre, le mélange doit être agité pendant 5 à 12 heures à une température de 5 à 10 °C. Éviter toute introduction d'air dans le mélange au cours de l'opération. Les dispositifs de mélange qui utilisent une pompe de recirculation avec apport de poudre par une trémie située avant la pompe sont plus efficaces que ceux qui utilisent une simple agitation mécanique dans un réservoir ou un réservoir (FAO, 1995).

Ensuite, le lait reconstitué est filtré pour éliminer toutes les impuretés physiques, telles que les insectes, la poudre insoluble, les poiles, etc., puis il subit une opération de dégazage pour

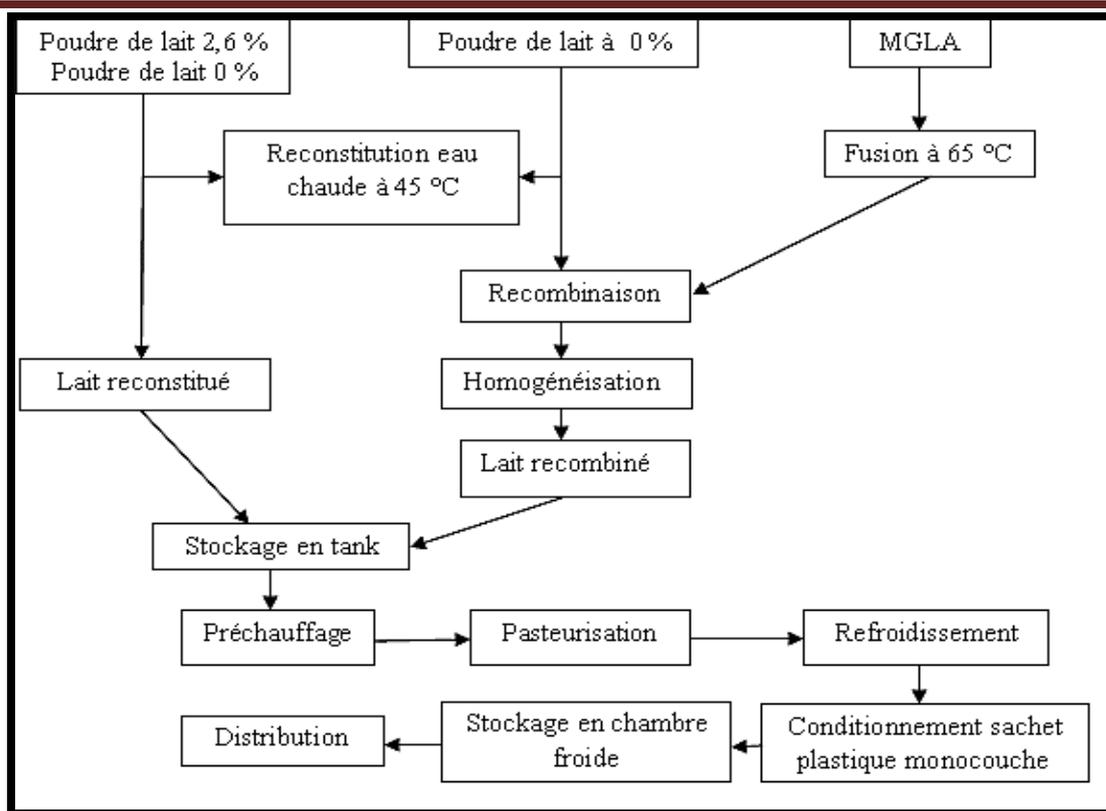
éliminer les gaz dissous et les odeurs, ce qui évite même l'oxydation de la matière grasse pendant la recombinaison. Sous vide, la désodorisation est effectuée en abaissant la température du lait. En raison de la faible pression, les vapeurs entraînent les particules volatiles malodorantes qui se condensent par refroidissement et sont évacués (**Ait-Saada et al., 2008**).

Dans le cas de la préparation du lait reconstitué l'apport de matière grasse se fait:

- Soit directement dans le lait reconstitué (écrémé) après la fluidification de la MGLA par réchauffage à 38-42 °C. Ensuite, le mélange est agité à une température de 55 à 65 °C et homogénéisé sous une pression d'environ 250 bars;
- Soit sous forme de crème à 20 à 30 % de matière grasse produite par un mélange de lait écrémé et de MGLA chauffé à 55-65 °C et homogénéisé dans un appareil à deux étages, le premier fonctionnant à environ 200 bars et le second à 50 bars. Ensuite, cette crème est bien mélangée avec le lait écrémé reconstitué préalablement préparé (**FAO, 1995**).

Le lait est ensuite pasteurisé pendant 15 à 20 secondes à une température de 74°C. La température doit être augmentée (80-85 °C pendant 20 à 25 secondes) s'il s'agit de mélanges avec une teneur en matières sèches plus élevée (**FAO, 1995**). Avant son conditionnement, le lait ainsi pasteurisé est refroidi à 4°C et stocké en fin de compte dans des réservoirs à 9°C (**Ait-Saada et al., 2008**).

Pour des raisons économiques, le lait cru est parfois ajouté en faibles quantités au lait reconstitué afin de réduire l'utilisation de MGLA et d'améliorer la qualité alimentaire et marchande (**Ait-Saada et al, 2008**). Le lait reconstitué ou reconstitué pasteurisé est conditionné en sachet polyéthylène monocouche et est largement consommé car il est financé par l'État. Après une journée à la température ambiante ou même à la température du réfrigérateur domestique, le lait reconstitué pasteurisé devient acide. Il doit être bouilli immédiatement et consommé dans les heures qui suivent, sinon il doit être congelé pour une conservation plus longue. L'ébullition réduit encore la flore contaminante, mais pas complètement (**figure7**) (**Malek, 2019**).



**Figure 07.**Diagramme de fabrication du lait reconstitué-recombiné dans une laiterie analysée

(Malek, 2019).

#### 4. Production et consommation de lait en Algérie

En 2004, l'Algérie était le premier pays du Maghreb à consommer du lait et de ses dérivés et le deuxième au monde à importer du lait et de ses dérivés. Le marché annuel était estimé à 1,7 milliard de litres, passant de trois milliards de litres en 2007, et la consommation moyenne était d'environ 115 litres par habitant et par an en 2010 (Boultif, 2015).

Le taux de consommation estimé de lait par habitant et par an dans ce pays de 40 millions d'habitants est proche de celui des pays de plus grande importance démographique tels que l'Inde ou le Brésil. Cependant, à cause d'une production laitière insuffisante, l'industrie laitière de ce pays dépend du lait d'importation sous toutes ses formes, qu'il soit entier, écrémé ou partiellement écrémé, qui représente 42 % de la production laitière nationale, Le lait de vache produit localement représente 58 % du reste. En termes d'importation de lait en poudre écrémé à l'échelle mondiale, l'Algérie occupe la deuxième place après la Chine. Sur le marché, lorsque les Algériens choisissent entre divers laits pasteurisés fabriqués à l'échelle nationale,

ils sont principalement influencés par leur pouvoir d'achat, car le prix du lait reconstitué soutenu par l'État est le moins cher. Cependant, les consommateurs sont de plus en plus conscients de la faible qualité nutritionnelle du lait reconstitué par rapport au lait frais et ils sont souvent mécontents de la qualité organoleptique du produit. Ses critiques se rapportent au goût, à l'odeur ou parfois à la consistance du lait reconstitué pasteurisé (**Malek, 2019**).

*Partie expérimentale*

*Matériel et méthodes*

## 1. Objectif

La qualité du lait et ses dérivés est en relation étroite avec ses paramètres physico-chimiques et microbiologiques, donc le non-respect de l'un de ces derniers conduit à l'altération de la composition et la qualité organoleptique du lait.

Ainsi le but de cette étude consiste à suivre les paramètres physico-chimiques microbiologiques des laits commercialisés afin de déterminer leurs qualités.

**Lieu de l'étude :** laboratoire CAQUE de Wilaya Djelfa et unité BOURAGBA.

## 2. Matériel et méthodes

**2.1. Matériel et milieux utilisés :** Voir annexe 1 et annexe 2

### 2.2. Les échantillons de laits analysés :

Le lait cru, est le lait qui sort du pis de la vache et que l'on conserve immédiatement au frais. Il ne subit aucun traitement de pasteurisation (chauffé à plus de 72 °C) ni de stérilisation (chauffé à plus de 115 °C)



**Figure 01 :** Lait cru

### Lait pasteurisé

Sur le plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effet, la phosphatase alcaline est détruite et la peroxydase reste active.



Figure 02 : lait pasteurisé en sachet

## 2.3. Méthodes :

### 2.3.1. Pour le lait cru :

Les prélèvements des échantillons de lait cru ont été effectués dans une ferme sise dans la région de DAR ECHIOUKH relevant de la Wilaya de Djelfa. Quatre échantillons de 500 ml ont été prélevés en respectant les règles des bonnes pratiques d'échantillonnage, d'hygiène et de transport.

#### 2.3.1.1 Technique de prélèvement :

La collecte du lait cru a été réalisée selon les règles d'hygiène et d'asepsie recommandées en microbiologie. Le prélèvement pour les analyses a été effectué à partir du robinet des tanks réfrigérés, dans des flacons de 500 ml stériles bouchés. Ces derniers sont rapidement transportés au laboratoire dans des glacières réfrigérées, puis conservés à 4°C jusqu'au moment de l'analyse.

#### 2.3.1.2 Analyses physico-chimiques :

##### 2.3.1.2.1 Lactoscan :

Toutes les analyses physico-chimiques ont été réalisées par l'appareil LACTOSCAN au niveau du laboratoire dans l'unité Bouragbaa .

**Le lactoscan** : est un analyseur de chimie moderne adapté à l'analyse de chaque type de lait. Grace à la technologie ultrasonore utilisée.

Les résultats de l'analyse sont affichés dans les 50 secondes sur l'écran, mais peuvent être dessinés sur papier à l'aide d'une imprimante intégrée.



**Figure 03** : Lactoscan

- On introduit une quantité 50 ml de lait à analyser dans un bêcher, puis on trompe l'électrode de LACTOSCAN dans le bêcher et on appuie sur le bouton « Start ».

L'analyse physico-chimique a été effectuée sur le lait cru et pasteurisé



**Figure 04 : le pasteurisateur**

### **2.3.1.3 Les analyses microbiologiques**

Les analyses sont effectuées, selon les techniques décrites par le journal officiel de la république Algérienne (normes Algériennes du ministère de commerce).

Le but de ces analyses est la détection et le dénombrement des microorganismes d'altération.

Les analyses effectuées ont porté sur les flores microbiennes suivantes:

- La flore aérobie mésophile totale.

- Les enterobacteries.
- Les microorganismes pathogènes : *Salmonelle*.

### 2.3.1.3.1 Méthode de dénombrement des microorganismes

- ✓ **Homogénéisation** : Elle est réalisée par agitation manuelle.
- ✓ **Préparation des dilutions**

On réalise une série de dilutions, toutes les manipulations ont été réalisées dans des conditions aseptiques.

- ✓ La solution mère est représentée par le lait cru (dilution  $10^0$ ) ;
- ✓ Dans 3 tubes à essai, on introduit 9 ml d'eau physiologique ;
- ✓ On prélève 1 ml de la solution mère, et on l'introduit dans le premier tube (dilution  $10^{-1}$ ) et on agite ;
- ✓ Puis on prélève 1 ml du tube-1 et on l'introduit dans le 2<sup>ème</sup> tube pour avoir la dilution  $10^{-2}$  et on agite.

On prélève aussi 1 ml du tube -2 et on l'introduit dans le 3<sup>ème</sup> tube pour avoir la dilution  $10^{-3}$  et on agite.

Durant notre étude, l'eau physiologique stérile a été utilisée, des dilutions décimales dans l'eau physiologique sont réalisées jusqu'à la sixième dilution.

### 2.3.2.Lait de vache pasteurisé :

#### 2.3.2.1 Dénombrement des Germes totaux à 30 C°:

##### Principe :

La technique est celle de numération en milieu solide en boîte de pétri avec l'ensemencement en masse sur le milieu PCA (Plate Count Agar) (**Guiraud, 1998**)

Puis l'ensemencement en surface selon ISO 4833-2. On met une goutte 1 ml de chaque dilution au fond de la boîte de Petri vide, puis on coule le milieu de culture PCA dans les boîtes pétri et on laisse sécher dans la zone stérile.

Après que la gélose PCA coulée a bien séché, on écrit les renseignements sur les boîtes de pétri (date, dilution.)

Les boîtes seront ensuite incubées, couvercle en bas, à 30°C pendant 72 heures en effectuant

une lecture toutes les 24 heures.

✓ **Le dénombrement des colonies**

On retient les boîtes contenant de 15 à 300 colonies. Le dénombrement des colonies est réalisé selon la formule suivante :  $N = \frac{\sum c}{(n_1 + 0.1n_2) d}$

**$\sum c$**  : somme des colonies de toutes les boîtes.

**d** : le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

**$n_1$**  : nombre de boîtes positives de la première dilution.

**$n_2$**  : nombre de boîtes positives de la deuxième dilution.

### 2.3.2.2 Recherche des entérobactéries :

La famille des Enterobacteriaceae est une famille hétérogène, elle comprend de nombreux genres bactériens qui sont rassemblés selon leurs caractères bactériologiques communs. Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, ils sont aérobies- anaérobies facultatifs et se développent sur milieu ordinaire (18 à 24 heures à pH neutre à 37°C). Ils sont dépourvus d'oxydase, possédant une catalase et ont la faculté de fermenter le glucose en acides avec ou sans production de gaz, mais aussi de réduire les nitrates en nitrites. Ils ont une mobilité variable en fonction de la présence ou non de flagelles. La famille des entérobactéries regroupe de nombreuses espèces qui sont des hôtes du tube digestif de l'homme et de nombreux animaux où ils sont retrouvés soit à l'état de colonisateurs normaux de ce tube digestif soit à l'état de pathogènes (**Avril et al., 2000**).

Enterobacteriaceae est une grande famille composée de plusieurs genres qui est capable du glucose fermentant. Puisque cette famille inclut tant coliformes que d'autre genre qui ne fait pas fermenter de lactose, l'énumération d'Enterobacteriaceae peut être utilisée comme un plus large indicateur de la contamination qui s'est produite pendant les pas différents de la chaîne de lait, en trayant surtout (**Martin et al., 2016**).

Mode opératoire :

Ensemencement dans la masse :

- Inoculer 1 ml du lait ou de ses dilutions décimales dans des boîtes de Pétri stériles.
- Couler environ 15 ml de milieu VRBG fondu, refroidi à 44 - 47 °C, homogénéiser et laisser solidifier.
- Couler une seconde couche (environ 2 mm d'épaisseur) de ce milieu maintenu à 44 - 47 °C et laisser refroidir à nouveau.

- Incuber à 37°C pendant 24 h
- Lecture : Les colonies suspectes d'Entérobactéries présentent une couleur rose rougeâtre ou couleur pourpre et pourrait également montrer des halos de précipitation

### **2.3.2.3 Recherche des *Salmonelle* :**

La démarche est la suivante :

- Pré-enrichissement : Prélèvement 225ml d'eau peptonée et Incubation à 35 -37°C pendant 16-20h.
- Enrichissement : 10 ml de culture (d'eau peptonée) dans 100 ml du bouillon sélénite et incubation à 37°C pendant 24heures. (**Norme ISO 6579**).
- Prélèvement de 0.1 ml du bouillon sélénite à l'aide d'une pipette graduée stérile.
- Ensemencement sur le milieu de culture SS à l'aide d'un râteau.
- Mise à l'étuve à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- Lecture de boîte de pétri.

## *Résultats et discussion*

### 1.1. Résultat des Analyses physico-chimiques :

Les paramètres physico-chimiques ont été vérifiés sur quatre échantillons de lait cru avant la pasteurisation et lait de vache et après la pasteurisation.

#### 1.1.1. Analyses physico-chimiques de lait cru (avant la pasteurisation)

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

**Tableau 01:** Résultats de l'analyse physico-chimique de lait cru

Parametres	J1	J2	J3	J4	Normes
<b>pH</b>	6,70	6,60	6,82	6,61	<b>6,6 à 6,8</b>
<b>Densité</b>	1031	1031	1031	1030	<b>1030 -1034</b>
<b>Acidité Titrable (°D)</b>	16.7	16.65	16,75	16,5	<b>14 -18</b>
<b>MG (%)</b>	30.5	30,5	30,5	30	<b>28%</b>

Selon les résultats du **tableau (01)**, le lait cru de vache avant pasteurisation est de bonne qualité physico-chimique. En effet, toutes les valeurs des paramètres recherchés sont conformes aux normes.

- **Le pH :**

Le pH est un paramètre très important pour le contrôle du lait. En effet, le pH de lait frais se situe entre 6.6 et 6.8. Un lait ayant une acidité importante aura un pH plus bas que 6.6 car l'acide lactique est un acide fort pour se dissocier et abaisse le pH d'une valeur mesurable (Seydi, 1982 ; Semasaka, 1986). Un lait à un pH plus bas peut être la cause d'une contamination par une flore acidifiante ou de la présence de colostrum.

- **La densité :**

D'après le tableau, la densité entre 1030 avant et 1031, ces valeurs sont conformes aux normes.

La densité de lait est un paramètre clé pour évaluer la qualité d'un lait.

Un lait riche en matière grasse a une densité faible et inversement.

- **L'acidité titrable :**

L'acidité est le deuxième paramètre physico-chimique important à contrôler après le pH, elle nous renseigne sur la fraîcheur du lait. Nous avons un lait cru d'une acidité normale selon les normes.

- **La teneur en MG :**

La matière grasse nous renseigne sur la valeur nutritionnelle et énergétique du produit, le lait étudié est riche en matière grasse selon les normes .

### 1.1.2 Analyses physico-chimiques de lait pasteurisé :

Les résultats des analyses physico-chimiques de lait pasteurisé conditionné sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 02** : Résultats des analyses physico-chimiques de lait pasteurisé

Paramètres	J1	J2	J3	J4	NORMES
<b>pH</b>	6,67	6,66	6,68	6,68	<b>6,6 à 6,8</b>
<b>Densité</b>	1028	1030	1028	1030	<b>1030-1034</b>
<b>Acidité titrable °D</b>	16,7	16,7	16,75	16,68	<b>14 -18</b>
<b>MG%</b>	30,5	30,5	30,5	30	<b>28%</b>

Tel qu'il est illustré dans le tableau ci dessus, les analyses physico-chimiques de lait pasteurisé effectuées durant 04 jours de suite sont conformes aux normes.

- **pH :**

Il est constaté que les valeurs enregistrées sont toujours situées dans les normes.

La variabilité de pH est liée au climat, aux disponibilités alimentaires et l'état des vaches. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions.

- **L'acidité titrable :**

Les résultats ont montré une acidité comprise 16,68°D avant et 16,7°D après pasteurisation. D'après (AFNOR, 1986), un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D et la (FAO, 2010) rapporte que l'acidité du lait est en moyennes 16 (15-17), donc les résultats conformes avec les normes.

L'acidité est un facteur important qui nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait cru, elle est liée aux conditions de la traite et la collecte. En technologie laitière, on s'intéresse particulièrement aux changements de l'acidité au cours des traitements. En effet, ces changements peuvent influencer sur la stabilité des constituants du lait. Cela explique que le lait était manipulé dans de bonnes conditions de pasteurisations, où aucune dégradation enzymatique et/ ou dégradation du lactose en acide lactique n'a été réagi. Acidité et pH, ces deux paramètres clés pour détecter la fraîcheur du lait étudié.

- **La teneur en MG % :**

La matière grasse du lait s'égalise 30.5 % lui-même avant et après pasteurisation, les valeurs sont quasiment constantes.

On remarque que ces résultats sont dans la fourchette admise dans la norme de (AFNOR, 1986) ....(28 à 40 g/l). La matière grasse est un paramètre clés pour évaluer l'apport énergétique du lait (elle représente à elle seul la moitié de l'apport énergétique du lait).

On conclut donc que la qualité physico-chimique du lait pasteurisé est satisfaisante et conforme aux normes.

## 1.2 Résultats des Analyses microbiologiques :

**Tableau 03:** Résultats des analyses microbiologiques du lait pasteurisé de 1<sup>ère</sup> mois

Germes	Série des échantillons					Normes JORA N°39 du02 juillet 2017
	Ech1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	
<b>Germes totaux à 30°C</b>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	<10 <sup>3</sup>
<b>Les entérobactéries</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<b>Salmonelle</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs ds 25 ml

**Tableau 04:** Résultats des analyses microbiologiques de lait pasteurisé de 2<sup>ème</sup> mois

Germes	Séries des échantillons					Normes JORA N°39 du02 juillet 2017
	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	
<b>Germes totaux à 30°C</b>	5.10 <sup>2</sup>	3.10 <sup>2</sup>	5.10 <sup>2</sup>	5.10 <sup>2</sup>	6.10 <sup>2</sup>	<10 <sup>3</sup>
<b>Les entérobactéries</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<b>10</b>
<b>Salmonelle</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<b>Abs ds 25 ml</b>

**Tableau 05:** Résultats des analyses microbiologiques de lait pasteurisé de 3<sup>ème</sup> mois

Germes	Série des échantillons					Normes JORA N°39 du02 juillet2017
	Ech 1	Ech 2	Ech3	Ech 4	Ech5	
<b>Germes totaux à 30°C</b>	30	40	40	60	40	<10 <sup>3</sup>
<b>Les entérobacteries</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<b>Salmonelle</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs ds 25 ml

- **Germes totaux :**

Le lait a souvent une charge très élevée en germes aérobies pouvant provoquer des altération et défauts variés tels que l'acidification et la coagulation du lait.

Le dénombrement du germe aérobie est un indicateur de la qualité sanitaire globale d'un lait. Il est réalisé par dénombrement en masse en milieu PCA (Plat Count Agar) à 30°C. Selon les résultats obtenus, On peut voir que sur les échantillons prélevés présentent une charge microbienne inférieure que les critères déclarés par JORA N ° 39 2017.

Cela est probablement dû au bon respect des méthodes d'hygiène tout au long de la chaîne de fabrication, ainsi le stockage jusqu'à la livraison aux consommateurs.

- **Les entérobactéries et salmonelle :**

Les entérobactéries sont des germes d'origine fécale. Cette famille comprend de nombreuses espèces, dont certaines peuvent être néanmoins pathogènes. Leur présence dans le lait est le témoin d'une contamination fécale et il est responsable de toxi-infections.

Leur présence est souvent associée aux contaminations d'origine fécale et témoignerait de conditions hygiéniques dégradées lors de la traite, peau des trayons mal nettoyés ou au cours du transport (**Thieulin et al.,1966**).

On a révélé l'absence totale des entérobactéries et salmonelle, les résultats obtenus sont conformes aux normes fixées par le **(J.O.R.A N°39, 2017)**.

Au final, l'intensité de la contamination initiale conditionne la rapidité avec laquelle la multiplication bactérienne commence. Plus le nombre initial de germes est élevé, plus la phase de latence de la croissance bactérienne est courte. La température influe sur la durée de la phase de latence, la vitesse de croissance et le métabolisme des microorganismes. et de cela nous concluons que le processus de pasteurisation a été efficace, selon la préparation de lait dans des conditions hygiéniques satisfaisantes, et par conséquent les échantillons soumis aux analyses sont conformes.

# *Conclusion*

## **Conclusion**

Le lait est un aliment de grande qualité, très riche et très équilibré qui permet de couvrir une grande partie de nos besoins nutritionnels, il est considéré l'une des principales sources alimentaires et énergétiques, en protéines, en lipides, et vitamine.

Cette étude a été réalisée sur le lait de vache, elle nous a permis de connaître et d'apprendre la technologie de l'industrie laitière et en particulier les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées en général.

D'après les résultats des analyses effectuées sur les produits avant et après pasteurisation, nous pouvons confirmer que les produits testés conformes aux normes nationales et aux exigences de l'entreprise.

Au cours de notre travail, nous nous sommes intéressés à des analyses physico-chimiques du lait de vache, nos résultats montrent que ces produits sont de très bonne qualité à partir de sa teneur d'acidité titrable, sa densité, son pH ainsi que sa teneur en matière grasse respectée selon les normes.

Quant aux analyses microbiologiques de lait, le nombre des germes aérobies diminue au fur et à mesure que le traitement thermique est réalisé, ce qui indique l'efficacité de ce dernier.

Les résultats des analyses microbiologiques pour le lait sont conformes à la norme, ce qui confirme que la matière première est de bonne qualité microbiologique, ceci est dû à l'application et la maîtrise des règles d'hygiène.

Après pasteurisation l'absence des microorganismes pour le lait pasteurisé indique l'efficacité de la pasteurisation. Les résultats obtenus nous ont amené à tirer la conclusion suivante :

Le traitement thermique est une étape essentielle qui vise, d'une part, à allonger la durée de conservation, et d'autre part à prévenir les cas d'intoxication alimentaires liées à la présence de microorganisme pathogènes et à leurs transmissions.

**On peut dire donc que cette entreprise a pu assurer un produit de qualité satisfaisante aux consommateurs.**

# *Références bibliographique*

**AIT-SAADA,Djamal.SELSELET-**

**ATTOU,Ghalem.BOUDEROUA.KaddouretBENTAHAR.Mohamed-cherif.,(2008).**Simulation d'une démarche HACCP au cours de la fabrication d'un lait pasteurisé.Université Djillali Liabes Sidi Bel-Abbes,pages:1-15.

**AUGUSTIN,Mary-Ann.,CLARKEP-TetCRAVEN,H.,(2003).POWDERED MILK| Characteristics of Milk Powders.***Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, pages:4703-4711.

**BENDIMERAD,Nahida.,(2013).**Caractérisation phénotypique, technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions del'ouest algérien. Essai de fabrication de fromage frais type « Jben ». Thèse de doctorat :microbiologie alimentaire.Université Aboubekr Belkaid Tlemcem. Algérie,264pages.

**BOULTIF, Latifa., (2015).** Détection et quantification des résidus de terramycine et de pénicilline dans le lait de vache par chromatographie liquide haute performance(HPLC)-optimisation des paramètres d'analyse—adaptation des méthodes d'extraction des molécules d'antibiotiques-comparaison de quelques résultats obtenus sur le lait de la région de Constantine et le lait importé (reconstitué).Thèse de doctorat en science : hygiène des denrées alimentaires d'origines animales. Université des frères mentouri de Constantine institut des sciences vétérinaires, Algérie, 113 pages.

**CHILLET,Pascal.,(2011).**La pasteurisation,©Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, France.109 pages.ISBN: 978-2-86617-595-5.

**CISSE, Serigne Abdoulaye., (1997).** Contribution à l'étude de la pasteurisation du lait :faisabilité technique et contrôle de la qualité dans la région de Kolda.Thèse de doctorat :écoleinter-états des sciences et médecine vétérinaires :université cheikhantadiop de dakar,Sénégal, 143 pages.

**DRAPEAU,Arnold-JetJANKOVIC,Stevan.,(1977).**Manuel de microbiologie de l'environnement,©Organisation mondiale de la santé,Genève.249pages.ISBN :924 254058 7.

**FAO.,(1995).**Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine,©FAO :Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome (Italie).272 pages .ISBN : 92-5-20534-6.

**FERNANE-BOUMEDINE, Habiba., (2017).** Etude des bactéries thermo résistantes dans le lait.Thèse de doctorat en sciences: sciences de la nature et de la vie : Université Mustapha Stambouli Mascara. Algérie, 127 pages.

**GEMRCN., (2009).** Laits et produits laitiers. Groupe d'étude des marchés de

restauration collective et de nutrition . Spécification technique, direction des affaires juridiques, observatoire économique de l'achat public.

**GÉNIN,G.,(1935).** Pasteurisation du lait :ses avantages et ses inconvénients (1) : Méthode de pasteurisation basse. Un rapport d'université de Bristol, *The Milk Industry*, volume: 15, numéro : 150, pages : 1101-1103.

**JORA N° 39 du 02 juillet 2017.** Critiers microbiologiques des denrées alimentaires.

**KABIR, Ahmed., (2015).** Contraintes de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse de doctorat : ensiences en microbiologie alimentaire. Université d'Oran 1(Ahmed Ben Bella), Algérie,174 pages.

**LECLERCQ-PERLAT,Marie-Noëlle.,(1986).**étude dun ettoyage de séchangeur sàplaques destines à la pasteurisation et à la stérilisation à ultra-haute température du lait.Thèse de doctorat en chimie.Université des sciences et techniques de LilleI,187pages.

**LESEUR, R et MALIK, N., (1985).** Lait et produits laitieres (vache. Brebis. Chèvre) 2 les produits laitieres : transformation et technologies, ©techniques et documentation (Lavoisier), Paris. 630 pages.ISBN:2-85206-274-7.

**MALEK,Fadila.,(2013).**Le biofilm en industrie laitière : caractérisation, facteur de développement et élimination. Cas du biofilm de *Bacillus cereus* dans quelques laitieres de la région de Tlemcen. Thèse de doctorat : Microbiologie. Université de Abou Bekr Belkaid Tlemcem. Algérie, 218 pages.

**MALEK, Fadila., (2019).** Bactéries Sporulées Et Biofilms : Un problème récurrent dans les lignes de production de lait reconstitué ou recombinaé pasteurisé. *Canadian journal of microbiology*. Volume : 65. Numéro : 6, pages : 405 à420.

**M'BOYA,Jean-Christan. BROUTIN, Cécile. DUDEZ, Philippe., (2001).** Le lait pasteurisé. GRE-Agridoc : un réseau d'information et de documentation financé par le ministère français des affaires étrangères, GRET : Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques, Paris, France. E-mail:fca@gret.org -Site web: www.gret.org,p-4-5.

**RAMEH,Hala.,(2018).**Instrumentation optimale pour les meilleures performances énergétiques d'un procédé industriel. Thèse de doctorat en sciences des métiers de l'ingénieur. Spécialité énergétique et procédés. Université de recherche Paris sciences et lettres, 162 pages.

**ROMAIN, Jeantet. THOMAS, Croguennec. MICHEL, Mahaut. PIERRE,**

**Schucke GERARD, Brulé., (2008).** Les produits laitiers 2<sup>e</sup> édition, © Lavoisier, paris. 183 pages.ISBN: 978-2-7430-1032-4.

**SIMÕES, Manuel. C-SIMÕES, Lúcia et J-VIEIRA, Maria., (2010).**A review of current and emergent biofilm control strategies. *LWT-Food Science and Technology*. Volume: 43, numéro:4, pages:573-583.

**SINA, Laurent., (1992).** Contrôle de qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par lasoca. Thèse de doctorat : école inter-états des sciences et médecine vétérinaires : université cheikhantadiopdedakar, Sénégal, 245 pages.

**THOMAS, Croguennec. ROMAIN, Jeantet et GERARD Brulé., (2008).** Fondements physicochimiques de la technologie laitière, © Lavoisier, Paris. 155 pages. ISBN : 978-2-7430-1033-1.

**VELEZ, Alix-Arielle-Sarah., (2017).** Étude bibliographique du rapport bénéfices-risques de la consommation de lait cru de vache. Thèse de doctorat vétérinaire : faculté de médecine de Créteil: école nationale vétérinaire d'Alfort, 86 pages.

**VINOLA, Carole-L., (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait, © presses internationales polytechniques, Canada. 600 pages. ISBN: 978-2-553-01552-6.

# *Annexes*

**Annexe 01 : Matériel et milieux utilisés :**

**Gélose PCA (Plat Count Agar) :**

**Composition :**

Peptone pancréatique de caséine (tryptone).....	5,0 g
Extrait de levure déshydratée.....	2,5 g
Glucose anhydre.....	1,0 g
Lait écrémé en poudre.....	10 g
Ou lait écrémé .....	10 ml
Agar-agar.....	12 à 18 g
Eau distillée.....	1000 ml

**Gélose SS :**

**Composition :**

Peptone.....	5 g
Etrait de viande.....	5 g
Sels biliqires.....	8,5 g
Vert brillant.....	0,33 mg
Lactose.....	10 g
Thiosulfate de sodium .....	8,5g
Rouge neutre.....	25mg
Citrate de sodium .....	8,5g
Agar .....	8,5g
pH :7,3	
Eau distillée .....	1000 ml

**Gélose VRBG :**

Peptone.....	7 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Extrait de levure.....	3 g
Rouge neutre.....	0,03 g
Sels biliaires.....	1.5 g
Cristal violet .....	0,002 g
Lactose.....	10 g
Gélose .....	15g

## *Annexes*

---

### **Eau physiologique :**

Chlorure de sodium .....9 g

Eau distillée.....1000 ml

### **Annexe 02 : Appareillage Verreries et petits matériels**

Bain marie, Boites de pétri

Bec bunsen, Bécher

Etuve Fiole

Micropipette

Lactoscane, Pipette pasteur

Glacières, réfrigérées. Tubes à essai

pasteurisateur

## **Résumé :**

Au cours de notre étude, nous avons effectué des analyses microbiologiques et physicochimiques de lait cru et pasteurisé. Dans cette étude on a fait une comparaison du lait cru et pasteurisé pour connaître le rôle de la pasteurisation dans la propreté de lait cru. L'objectif de l'étude était l'évaluation d'efficacité du processus de pasteurisation appliqué, lors de la production du lait pasteurisé, au sein de la laiterie (Bourgaba - Djelfa).

Notre travail s'est basé sur le contrôle du pH, l'acidité, la densité et la matière grasse du lait cru avant et après pasteurisation afin de tester l'influence du procédé de la pasteurisation sur les paramètres physico-chimiques du produit. L'analyse microbiologique a porté sur la recherche des germes pathogènes tels que les salmonelles, ainsi les Entérobactéries indiquent la bonne application des pratiques d'hygiène. La recherche des germes aérobies nous renseigne sur la qualité du lait. Les résultats obtenus sont conformes aux normes, ils nous ont amené à révéler que la pasteurisation est efficace pour la destruction de la presque totalité des micro-organismes qui altèrent la qualité hygiénique du lait ainsi l'application de ce procédé affecte légèrement certaines propriétés physico-chimiques ou on a enregistré une légère diminution de la densité.

**Mots clés :** Lait, qualité microbiologique, paramètre physico-chimiques, pasteurisation.

## **Abstract:**

In our study, we carried out microbiological and physicochemical analysis of raw and pasteurized milk. In this study, we made a comparison of raw and pasteurized milk to know the role of pasteurization in the cleanliness of raw milk. The objective of the study is the evaluation of the effectiveness of the pasteurization process applied during the production of pasteurized milk, within the (Bouragba dairy - Djelfa). Our work was based on the control of pH, acidity, density and fat of raw milk before and after pasteurization to test the influence of the pasteurization process on the physico-chemical parameters of the product. The microbiological analysis has focused on the search for pathogens such as the Salmonella and Enterobacteria indicate the proper application of hygiene practices. The search for aerobic germs gives us information on the quality of milk. The results obtained are close to the standards, they led us to reveal that the Pasteurization is effective for the destruction of almost all microorganisms that alter the hygienic quality of milk and the application of this process slightly affects some physicochemical properties or we recorded a slight decrease in the density.

**Key words :** Milk, microbiological quality, physicochemical parameters, pasteurization

## **ملخص :**

خلال دراستنا أجرينا تحليلات ميكروبيولوجية و فيزيائية كيميائية للحليب الخام و المبستر، و في هذه الدراسة أجريت مقارنة بين الحليب الخام و المبستر لمعرفة دور البسترة في الحليب الخام، و كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم فعالية عملية البسترة التي طبقت أثناء بسترة الحليب داخل ملبنة بورقية -الجلفة - إتمد عملنا على التحكم في درجة الحموضة و الحموضة و الكثافة و الدهون في الحليب الخام قبل و بعد البسترة من أجل اختبار تأثير هذه العملية على المعلمات الفيزيائية و الكيميائية للمنتج .

ركز التحليل الميكروبيولوجي على البحث عن الجراثيم المسببة للأمراض مثل : البكتيريا المعوية ، السالمونيلا يخبرنا البحث عن أن البسترة فعالة في تدمير جميع الكائنات الحية الدقيقة تقريبا التي تغير الجودة الصحية للحليب و بالتالي فإن تطبيق هذه العملية يؤثر بشكل طفيف على الكثافة

**الكلمات المفتاحية :** الحليب ، الجودة، الميكروبيولوجية، الفيزيائية الكيميائية، البسترة .