

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



*Influence de la température de stockage sur la qualité du lait de vache  
(Lait entier, partiellement écrémé et écrémé) pasteurisé conditionné  
et le lait reconstitué conditionné*

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**  
**Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre**  
**Département : Science agronomique**  
**Spécialité: Sciences et Techniques des Productions Animales**

*Soutenu le : 03 Juin 2015*

**Par**

*M<sup>elle</sup> KRIOU Hassiba*  
*M<sup>elle</sup> KASRIA Oum El kheir*

**Jury**

<b>Président :</b> M <sup>r</sup> HAMIDI Djamel	MAA UKM
<b>Promoteur:</b> M <sup>r</sup> KOUACHE Ben moussa	MAA UKM
<b>Co-promoteur :</b> M <sup>r</sup> BOUDJAMAA Benyahia	IP DCW AD
<b>Examineurs :</b> M <sup>r</sup> MOUSS ABED ELHAK Karim	MAA UKM
M <sup>r</sup> AIT OUZZOU Abdenour	MCB UKM
M <sup>r</sup> BOUCHERIT Yacine	Invité

**Année universitaire : 2014/2015**

# Remerciements

*Avant tout nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour faire ce travail.*

*Qu'il nous soit permis de remercier tous ceux qui d'une manière ou d'une autre, de près ou de loin, y ont contribué.*

*Nos remerciements s'adressent en particulier à :*

- *Mr KOUACHE Ben Moussa notre promoteur et Mr BOUDJAMAA Benyahia notre Co-promoteur, pour leur encadrement, pour leurs conseils scientifiques judicieux et leur suivi durant la période de la réalisation de ce travail.*

- *Nous exprimons nos respectueux remerciements aux membres de jury pour avoir acceptés d'évaluer ce travail.*

- *Les ingénieurs de laboratoire de la laiterie ARIB, en particulier, M.KADAOUI Sofiane (chef département de laboratoire), M. KETTOUCHE Djilali (technicien laboratoire) et Mme SBAA Sarah (ingénieur de laboratoire) pour nous avoir soutenus et encouragés tout le long de notre travail.*

- *Un très grand merci, à M BOUCHERIT Abdelmadjid (chef service des achats de la laiterie ARIB) pour son aide et ses conseils.*

*Nous remercions également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de notre mémoire.*

*À vous tous, un grand Merci.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à :*

*Ma très chère mère*

*Mon frère Mohamed et ma sœur Nadia*

*Ma Nièce Isra*

*Toute ma famille*

*Tous mes chers amis.*

**HASSIBA**



# *Dédicace*

*Je dédie très spécialement ce travail à :*

*Mes parents*

*Mon cher frère : Hakim*

*Mes chères sœurs : Fatiha, Sarah, Khadîdja, Sihame et Raihane.*

*Mon fiancé : Nour Eddine*

*A mes amis et mes professeurs dans les cycles de ma scolarité qui  
m'ont éclairé la voie de savoir.*

***OUUM EL KHEIR***



## الملخص

حليب ذو جودة بكتريولوجية و فيزيو كيميائية متنوعة مبستر (85°م مدة 15 ثانية)، ومعبأ في أكياس معقمة سعة 01 لتر، و مخزن في درجة حرارة 6°م أو في -10°م.

التحليل البكتريولوجية (مجموع الجراثيم، ومجموع القولونيات، بكتيريا القولون البرازية والمكورات العنقودية) والفيزيوكيميائية (الحموضة، pH، MG، ESD، EST، الكثافة، البروتينات، الأملاح المعدنية واللاكتوز) التي قمنا بها على الفور بعد البسترة وأثناء التخزين أظهرت ما يلي:

• فيما يتعلق بدرجة الحموضة، الكثافة، MG، المعادن، ESD وEST، انخفضت قيمتها أما الحموضة زادت، و هذا خلال فترة الاحتفاظ إما عن طريق التجميد أو التبريد.

أما عن البروتينات واللاكتوز القيم بقيت مستقرة تقريبا.

• فيما يخص حليب البقرة المعبأ و حليب البقرة منزوع الدسم لاحظنا أن عدد مجموع الجراثيم انخفض خلال فترة الاحتفاظ، و لكن في الحليب المعاد تشكيله و حليب البقرة منزوع الدسم جزئيا فان البكتيريا تضاعفت.

الجراثيم المسؤولة عن التغيرات في الحليب المحفوظ في درجات الحرارة هاته، هم الجراثيم على حد سواء المقاومة للحرارة (قاوموا حرارة البسترة) والمحبة للبرودة (لأنها تتطور في الحليب المحفوظ في درجات الحرارة المنخفضة) تنتمي إلى *Microbacterium et Bacillus (B. cereus et B., lichenitormisī.*

أما عن مجموع القولونيات فأعدادهم تتناقص خلال فترة التخزين وهذا، لكل أنواع الحليب، لكن لاحظنا انعدام وجود المكورات العنقودية والقولونية البرازية نظرا لحساسية هذه البكتيريا إلى العلاجات الحرارية.

**الكلمات المفتاحية:** حليب البقرة، حليب معاد تشكيله، البسترة، الحرارة، الحفظ.

## **Abstract**

Of varied physicochemical and bacteriological quality of milk was pasteurized (85 ° C, 15 s), aseptically packaged in bags of 01 lt, and is kept at 6 ° C or at -10 ° C.

Bacteriological tests (*total germs, total Coliformes, fecal Coliformes and Staphylococci*) and physicochemical (acidity, pH, MG, ESD, EST, density, freezing point, protein, minerals, lactose) made immediately after the Pasteurization and during storage showed that:

- With respect to pH, density, MG, minerals, EST and ESD, values decreased by against it was noted that the acidity increased and, during the retention period either by freezing or refrigeration.

On protein and lactose values are almost stable.

- For LVC and LVE it was noted that the number of total bacteria decreased during the retention period, then in the LPC and LVDE germs have increased.

The germs that cause alterations of well preserved milk germs are both heat-resistant (they resisted heating pasteurization) and *Psychrotrophic* (since they develop in the low-temperature preserved milk) belonging to the genus *Microbacterium* and *Bacillus subtilis* (*B. cereus* and *B. lichenitormisii*).

For total coliforms their numbers are decreasing during the storage period and for the four types of milk, for cons there is no presence of *Staphylococci* and *Coliformes Fecal* because of the sensitivity of these bacteria to thermal treatments.

**Key words:** cow's milk, milk reconstituted, Pasteurization, Temperature, conservation.

## Résumé

Un lait de qualité bactériologique et physicochimique variée a été pasteurisé (85° C, 15 s), conditionné aseptiquement en sachets de 01 L, et conservé soit à 6° C, soit à -10° C. Les examens bactériologiques (germes totaux, Coliformes totaux, Coliformes fécaux et staphylocoques) et physicochimiques (acidité, pH, MG, ESD, EST, densité, protéines, minéraux, lactose) effectués immédiatement après la pasteurisation et au cours de la conservation ont montré ce qui suit :

- En ce qui concerne le pH, densité, MG, minéraux, EST et ESD, leurs valeurs ont diminué, par contre on a remarqué que l'acidité a augmenté et ce, pendant la durée de conservation soit par congélation ou par réfrigération.

Concernant les valeurs de protéines et de lactose sont presque stable.

- Pour le LVC et le LVE on a remarqué que le nombre de germes totaux a diminué au cours de la durée de conservation, alors que dans le LPC et le LVDE les germes ont augmenté.

Les germes responsables des altérations du lait sont des germes à la fois thermorésistants et psychrotrophes (puisque'ils se développent dans le lait conservé à basse température) appartenant aux genres *Microbacterium* et *Bacillus* (*B. cereus* et *B. lichenitormisii*).

Pour les coliformes totaux leur nombres sont en décroissance durant la période de stockage pour les quatre types de laits, par contre il n'y a aucune présence des staphylocoques et Coliformes Fécaux à cause de la sensibilité de ces bactéries aux traitements thermique.

**Mot clés** : lait de vache, lait reconstitué, Température, Pasteurisation, conservation.

# Table des Matières

<i>Remerciements</i>	
<i>Dédicace</i>	
<i>ملخص</i>	
<i>Abstract</i>	
<i>Résumé</i>	
<i>Liste des abréviations</i>	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>CHAPITRE I:GENERALITE SUR LE LAIT</b>	
<i>I-Définition</i>	<b>5</b>
<i>II -La composition du lait</i>	<b>5</b>
<i>II -1-Eau</i>	<b>6</b>
<i>II-2-Matière grasse</i>	<b>7</b>
<i>II-3-Protéines</i>	<b>8</b>
<i>II-4-Lactose</i>	<b>10</b>
<i>II-5-Minéraux</i>	<b>11</b>
<i>II-6-Vitamines</i>	<b>11</b>
<i>II-7-Enzymes</i>	<b>12</b>
<i>III-Propriétés physico-chimiques du lait</i>	<b>13</b>
<i>III-1-Masse volumique</i>	<b>13</b>
<i>III-2-Point de congélation</i>	<b>13</b>
<i>III-3-Point d'ébullition</i>	<b>13</b>
<i>III-4-Acidité du lait</i>	<b>14</b>
<i>IV-Qualité organoleptique du lait</i>	<b>14</b>
<i>IV-1- La couleur</i>	<b>14</b>
<i>IV-2- L'odeur</i>	<b>14</b>
<i>IV-3-La viscosité</i>	<b>14</b>
<b>CHAPITRE II : LE LAIT RECONSITUÉ</b>	
<i>I-Définitions</i>	<b>17</b>
<i>II-Matières premières</i>	<b>17</b>
<i>II-1-Lait en poudre</i>	<b>18</b>
<i>II-2-Matières grasses</i>	<b>18</b>
<i>II- 3-L'eau de reconstitution</i>	<b>18</b>
<i>II-4-Les additifs</i>	<b>19</b>
<i>III-Atelier de reconstitution ou de recombinaison</i>	<b>19</b>
<i>III- 1-Traitement de l'eau</i>	<b>19</b>
<i>III- 2-Température de recombinaison</i>	<b>19</b>
<i>III-3 -Inclusion de la poudre écrémée</i>	<b>20</b>
<i>III- 4-Agitation et recyclage</i>	<b>20</b>
<i>III- 5-Thermisation</i>	<b>20</b>
<i>III- 6-Dégazage</i>	<b>20</b>
<i>III- 7-L'homogénéisation</i>	<b>20</b>
<i>III- 8-Thermisation complémentaire et refroidissement</i>	<b>21</b>
<i>IV-quelques dénominations sur le lait</i>	<b>21</b>

<i>IV-1-Le lait cru</i>	21
<i>IV-2-Lait entier</i>	21
<i>IV-3-Lait partiellement écrémé</i>	21
<i>IV-4-Lait écrémé</i>	21
<i>IV-5-Lait pasteurisé</i>	21
<i>IV-6-Lait UHT</i>	22
<i>IV-7-Lait concentré</i>	22
<i>IV--8-Lait aromatisé</i>	22
<i>IV-9-Lait en poudre ou lait sec</i>	22
<i>IV-10 Les lait infantile</i>	23

### **CHAPITRE III : L'EFFET DE CONSERVATION SOUS FROID SUR LES ALIMENTS**

<i>I-Définition de réfrigération ; congélation et surgélation</i>	24
<i>I-1-réfrigération</i>	24
<i>I-2-congélation</i>	24
<i>I-3-surgélation</i>	24
<i>II-Les procédés de congélation</i>	24
<i>III-Importance des températures dans la maîtrise du développement microbien</i>	27
<i>IV -Aspects microbiologiques de la conservation par froid</i>	28
<i>IV-1-Comportement des microorganismes dans les aliments</i>	28
<i>IV-2-Microorganismes d'altération</i>	30
<i>IV-3-Bacilles Gram négatifs</i>	30
<i>IV-4-Bacilles Gram positifs</i>	30
<i>IV-5- Bactéries lactiques</i>	31
<i>IV-6-Autres bactéries Gram positifs</i>	31
<i>IV-7-Levures et moisissures</i>	31
<i>IV-8-Microorganismes pathogènes</i>	31
<i>IV-9-Intoxications par les amines biogènes</i>	32

### **DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE**

<i>I-Objectifs de l'étude</i>	35
<i>II-Matériels et méthodes</i>	35
<i>II-1. Matériels</i>	35
<i>II-1-1Matériel biologique</i>	34
<i>II-1-2-Matériel de laboratoire et réactifs</i>	35
<i>II-1-2-1-Les paramètres physico-chimiques</i>	35
<i>II-1-2-1-A-Acidité</i>	35
<i>II-1-2-1-B-Densité</i>	36
<i>II-1-2-1-C-Matière grasse</i>	35
<i>II-1-2-1-D-EST/ESD</i>	36
<i>II-1-2-1-E- Les protéines</i>	36
<i>II-1-2-1-F-Lactose</i>	35
<i>II-1-2-1-G –Minéraux</i>	36
<i>II-1-2-2-Les paramètres bactériologiques</i>	35
<i>A-Recherche et dénombrement des germes</i>	36
<i>II-2- Méthodes</i>	37
<i>II-2-1 -Analyses physico-chimiques de lait reconstitué</i>	37

<i>II-2-1-A- PH</i>	37
<i>II-2-1-B- Densité</i>	38
<i>II-2-1-C- Acidité titrable en °D</i>	39
<i>II-2-1-D- Taux de matière grasse (MG)</i>	39
<i>II-2-1-E- EST/ESD</i>	41
<i>II-2.2. Analyses physico-chimiques de lait de vache pasteurisé</i>	41
<i>II-2-2-A- PH</i>	41
<i>II-2-2-B- Densité</i>	41
<i>II-2-2-C- Acidité titrable en °D</i>	42
<i>II-2-2-D- Taux de matière grasse (MG)</i>	43
<i>II-2-2-E- EST/ESD</i>	44
<i>II-.2.2-1- Les paramètres bactériologiques de lait pasteurisé et le lait reconstitué</i>	44
<i>II-2-2-1-a- Préparation de l'eau physiologique</i>	44
<i>II-2-2-1-b- préparation et dilution de lait</i>	44
<i>II-2-2-1-c-Dénombrement des coliformes :( totaux et fécaux)</i>	44
<i>II-2-2-1-d-Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux</i>	46
<i>II-2-2-1-e-Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus</i>	47
<i>III-résultat et discussions</i>	50
<i>III-1. Résultats des caractéristiques physico-chimiques</i>	50
<i>III-1.1. PH</i>	50
<i>III-1.2. Acidité titrable en °D</i>	51
<i>III-1-3- Densité</i>	52
<i>III-1.4. Taux de matière grasse (MG)</i>	53
<i>III-1-5-EST</i>	54
<i>III-1.6. ESD</i>	55
<i>III-1-7-Les protéines</i>	56
<i>III-1-8- Les minéraux</i>	58
<i>III-1-9-Lactose</i>	59
<i>III-2- Résultats des analyses bactériologiques</i>	61
<i>III-2-1-Flore Totale Mésophile Aérobie</i>	61
<i>III-2-2-Coliformes totaux</i>	62
<i>III-2-3- Coliformes fécaux</i>	63
<i>III-2-4-Staphylocoques</i>	64
<i>Discussion générale</i>	65
<i>Conclusion</i>	68
<i>Références Bibliographiques</i>	
<i>Annexe</i>	

## *Liste des abréviations*

<b>AC</b>	Acidité
<b>ACP</b>	Analyse en composante principale
<b>AFNOR</b>	Association française de la normalisation
<b>AG</b>	Acide Gras
<b>AW</b>	Activity water
<b>CF</b>	Coliformes Fécaux
<b>CT</b>	Coliformes Totaux
<b>DEN</b>	Densité
<b>°D</b>	Degré Dornic
<b>ESD</b>	Extrait sec dégraissé
<b>EST</b>	Extrait sec total
<b>FAO</b>	Organisme des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>FTMA</b>	flores totales mésophytes aérobies
<b>GT</b>	germes totaux
<b>LVE</b>	Lait de vache écrémé
<b>LVDE</b>	Lait de vache demi-écrémé
<b>LVC</b>	Lait de vache conditionné
<b>LPC</b>	Lait pasteurisé conditionné
<b>MG</b>	Matière grasse
<b>MGLA</b>	Matières Grasses Laitières Anhydre
<b>MOU</b>	Taux de mouillage
<b>MS</b>	Matière sèche
<b>NA</b>	Normes algériennes
<b>ONIL</b>	Office nationale interprofessionnelle du lait
<b>pH</b>	Potentiel Hydrométrique
<b>T1</b>	Masse volumique de l'eau à 4°C
<b>T2</b>	Masse volumique du liquide à 20°C
<b>T</b>	Température
<b>TB</b>	Taux Butyreux
<b>UFC</b>	Unité Formant Colonie
<b>UHT</b>	Ultra haute température
<b>VL</b>	Volume de sachet
<b>VT</b>	Volume

## *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Composition de la matière grasse du lait ( <i>BYLUND, 1995</i> )	<b>7</b>
<b>2</b>	Modèle de micelle de caséine avec sous-unités ( <i>AMIOT et al, 2002</i> ).	<b>9</b>
<b>3</b>	Unité de recombinaison avec mélange en ligne de la matière grasse ( <i>BYLUND,1995</i> )	<b>23</b>
<b>4</b>	Température approximative d'arrêt de croissance de germes pathogènes Rosset (2002)	<b>26</b>
<b>13</b>	Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux dans le lait reconstitué et pasteurisé	<b>44</b>
<b>15</b>	Recherche et dénombrement des Germe totaux dans le lait reconstitué Et pasteurisé	<b>46</b>
<b>16</b>	Recherche et dénombrement des staphylococcus aureus dans le lait pasteurisé et le lait reconstitué	<b>47</b>
<b>17</b>	Evolution du pH du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)	<b>49</b>
<b>18</b>	Evolution du pH du lait en fonction de la période de stockage à (+6°C)	<b>49</b>
<b>19</b>	Evolution de l'acidité du lait en fonction de la période de Stockage à (-10°C)	<b>50</b>
<b>20</b>	Evolution de l'acidité du lait en fonction de la période de Stockage à (+6°C)	<b>50</b>
<b>21</b>	variation de la densité du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)	<b>52</b>
<b>22</b>	variation de la densité du lait en fonction de la période de stockage à (+6°C)	<b>52</b>
<b>23</b>	variation de la teneur du lait en matière grasse (MG) en fonction de la période de stockage à (-10°C)	<b>53</b>
<b>24</b>	variation de la teneur du lait en matière grasse (MG) en fonction de la période de stockage à (+ 6° c )	<b>53</b>
<b>25</b>	Variation de l'extrait sec totale du lait (EST ) en fonction de la période de stockage à (-10c°)	<b>54</b>
<b>26</b>	Variation de l'extrait sec totale du lait (EST ) en fonction de la période de stockage à (6°C)	<b>54</b>
<b>27</b>	Variation de l'extrait sec dégraissée du lait (ESD) en fonction de la période de stockage à (-10c°)	<b>55</b>
<b>28</b>	Variation de l'extrait sec dégraissée du lait (ESD) en fonction de la période de stockage à (+6°C)	<b>55</b>
<b>29</b>	Variation de la teneur du lait en protéines en fonction de la période de stockage à (-10°C)	<b>56</b>
<b>30</b>	Variation de la teneur du lait en protéines en fonction de la période de stockage à (+6°C)	<b>57</b>
<b>31</b>	Variation de la teneur du lait en minéraux en fonction de la période de stockage à (-10°C)	<b>57</b>
<b>32</b>	Variation de la teneur du lait en minéraux en fonction de la période de stockage à (+6°C)	<b>58</b>
<b>33</b>	Variation de la teneur du lait en lactose en fonction de la période de	<b>58</b>

	stockage à (-10°C)	
<b>34</b>	Variation de la teneur du lait en lactose en fonction de la période de stockage à (6°C)	<b>59</b>
<b>35</b>	variation de la FTMA du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)	<b>60</b>
<b>36</b>	variation de la FTMA du lait en fonction de la période de stockage à (6°C)	<b>60</b>
<b>37</b>	variation des coliformes totaux du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)	<b>61</b>
<b>38</b>	variation des coliformes totaux du lait en fonction de la période de stockage à (+6°C)	<b>61</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau :01</b>	Composition moyenne du lait entier ( <i>FREDOT, 2006</i> )	<b>6</b>
<b>Tableau :02</b>	Classification des protéines ( <i>BRUNNER, 1981 cité par POUGHEON, 2001</i> )	<b>10</b>
<b>Tableau :03</b>	Composition minérale du lait de vache ( <i>JEANTET et coll., 2007</i> )	<b>11</b>
<b>Tableau :04</b>	Composition vitaminique moyenne du lait cru ( <i>AMIOT et coll., 2002</i> )	<b>11</b>
<b>Tableau :05</b>	Caractéristiques des principaux enzymes du lait ( <i>VIGNOLA, 2002</i> )	<b>12</b>
<b>Tableau :06</b>	Le lait pasteurisé doit répondre aux spécifications suivantes	<b>15</b>
<b>Tableau :07</b>	les compositions de la poudre de lait	<b>17</b>
<b>Tableau :08</b>	les compositions de la MGLA et les huiles de beurre	<b>17</b>
<b>Tableau :09</b>	Les différentes températures de denrées alimentaires réfrigérées	<b>24</b>
<b>Tableau :10</b>	Principaux microorganismes responsables de toxi-infections et de maladies alimentaires en cas de non respect de la chaîne du froid	<b>30</b>
<b>Tableau : 11</b>	Résultats des analyses_ chimique du produit fini	<b>60</b>
<b>Tableau :12</b>	Résultats des analyses microbiologiques du produit fini	<b>64</b>

# *Introduction*

## Introduction

Le lait est un produit de forte valeur nutritionnelle. C'est l'un des rares aliments à contenir une teneur équilibrée en nutriments de base (glucides, lipides et protéines). C'est aussi l'un des rares à convenir à toutes les tranches d'âge (nourrisson, enfant, adolescent, adulte, personne âgée) qui le consomment tel quel à l'état liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés. Avec une valeur énergétique de l'ordre de 700 k cal/l, le lait de plusieurs espèces animales constitue une source importante et relativement bon marché d'apport quotidien en acides aminés et acides gras essentiels ainsi qu'en calcium alimentaire. Le lait est aussi riche en d'autres sels minéraux (notamment phosphore et magnésium) et en vitamines du groupe B (B1, B2, B5, B12) et en vitamine A.

Pour répondre à ces besoins, le lait bovin est le plus utilisé dans le monde et dans notre pays. Considéré à juste titre comme un produit de base dans le modèle de consommation algérien, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de la population. Les besoins sont estimés à 3.2 milliard de litre et une consommation moyenne de l'ordre de 100 à 110 l/habitant/an. La production nationale, estimée à 1.6 milliard de litre par an, ne couvre que 40% des besoins (YAKHLEF et al, 2010), le reste est importé sous forme de poudre de lait et de matière grasse laitière anhydre (MGLA) auxquels il faut rajouter d'autres ingrédients de fabrication (levain, enzymes coagulantes, arômes...etc.).

Ce déficit fait en sorte que les structures des unités de transformation étatique et privées fonctionnent en majeure partie grâce au traitement du lait reconstitué à partir de poudre de lait et de MGLA importées. Néanmoins, ces dernières années des tonnages sans cesse croissants en lait collecté à travers plusieurs fermes d'élevage nationale sont utilisés tels quels ou mélangés au lait reconstitué (à différentes proportions) dans les fromageries et yaourtières.

En dehors du souci de combler le déficit et répondre aux besoins de la population algérienne, le lait frais de collecte est de nature à améliorer sensiblement la qualité organoleptique des produits fabriqués, étant entendu que la multiplication des traitements technologiques opérés généralement pour l'obtention de la poudre, pour sa reconstitution et pour la stabilisation de son état physico-chimique et hygiénique engendrent inéluctablement des effets néfastes sur la qualité finale des produits obtenus.

25 000 t. La politique portant instauration d'un système de quotas, souligne-t-il, au profit des producteurs visait essentiellement la réduction des importations massives de la poudre de lait et l'augmentation de l'intégration du lait cru dans la production nationale

denrées réfrigérées et au risque sanitaire d'origine microbiologique, après un rappel de la définition de la chaîne du froid et des modalités générales de mise en œuvre, nous aborderons dans un premier temps les particularités technologiques de son application. Celle-ci sera étudiée tout d'abord selon le type d'aliments concernés, puis pour les étapes de production, entreposage, transport, distribution et consommation. Enfin, dans un deuxième temps, nous décrirons l'action du froid à l'égard des microorganismes présents dans les aliments et l'incidence de cette interaction sur les délais de consommation des denrées alimentaires. (**ROSSET. 2002**).

*PREMIÈRE PARTIE*  
*Etude bibliographique*

# *Chapitre I*

## I. -définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des Fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

Selon **ABOUTAYEB (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**FREDOT, 2006**).

**JEANTET et al. (2008)** rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes Conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé En l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et D'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue Conservation.

## II. La composition du lait

**FRANWORTH et MAINVILLE (2010)** évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à la Race qu'il permet de développer (**MITTAINÉ, 1980**).

Selon **FAVIER (1985)**, 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. Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon **POUGHEON et GOURSAUD (2001)**.

Sont :

- L'eau, très majoritaire,
- Les glucides principalement représentés par le lactose,

- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait entier est représentée dans le tableau 1. **FREDOT (2006)** rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

- Une émulsion de matières grasses ou phase Grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
- Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.
- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- Une phase gazeuse composée d'O<sub>2</sub>, d'azote et de CO<sub>2</sub> dissous qui représente environ 5 % du volume du lait.

**Tableau 1** : Composition moyenne du lait entier (**FREDOT, 2006**)

<i>Composants</i>	<i>Teneurs (g/100g)</i>
<i>Eau</i>	89.5
<i>Dérivés azotés</i>	3.44
<i>Protéines</i>	3.27
<i>Caséine</i>	2.71
<i>Protéines solubles</i>	0.56
<i>Azote non protéique</i>	0.17
<i>Matières grasses</i>	3.5
<i>Lipides neutres</i>	3.4
<i>Lipides complexes</i>	<0.05
<i>Composés liposolubles</i>	<0.05
<b>Glucides</b>	4.8
<i>Lactose</i>	4.7
<i>Gaz dissous</i>	5% du volume du lait
<i>Extrait sec total</i>	12.8g

## II-1-Eau

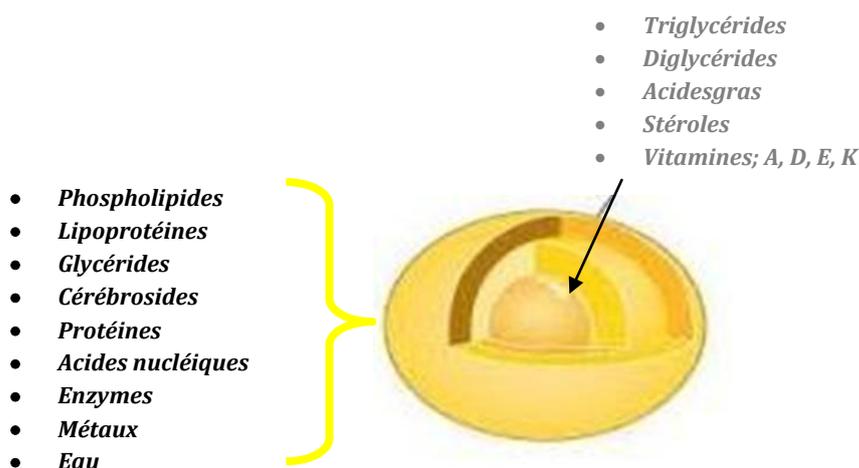
D'après **AMIOT et al. (2002)**, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du

sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

## II-2-Matière grasse

**JEANTET *et al* (2008)** rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10 $\mu$ 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. Elle renferme :

- Une très grande variété d'acides gras (150 différents);
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes;
- Une teneur élevée en acide oléique (C<sub>18:1</sub>) et palmitique (C<sub>16:0</sub>) ;
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C<sub>18:0</sub>)



**Figure 1** : Composition de la matière grasse du lait (**BYLUND, 1995**)

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C<sub>18:2</sub> et acide linoléique C<sub>18:3</sub>) par rapport au lait de femme (1.6% contre 8.5% en moyenne) (**JEANTET *et al*, 2008**).

La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles (sucre de

betterave). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (**STOLL, 2003**).

- ❖ Selon Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.

**ARTICLE 18** : La gamme des laits pasteurisés, est fixée comme suit :

- ✓ lait entier pasteurisé : sa teneur en matières grasses est de 2,8% minimum (28 grammes par litre de matières grasses minimum);
- ✓ lait partiellement écrémé pasteurisé : sa teneur en matières grasses est de 1,5% à 2% (de 15 à 20 grammes par litre de matières grasses);
- ✓ lait écrémé pasteurisé : sa teneur en matières grasses est de 0,15% au maximum (1,5 grammes par litre de matières grasses au maximum).

### II-3-Protéines

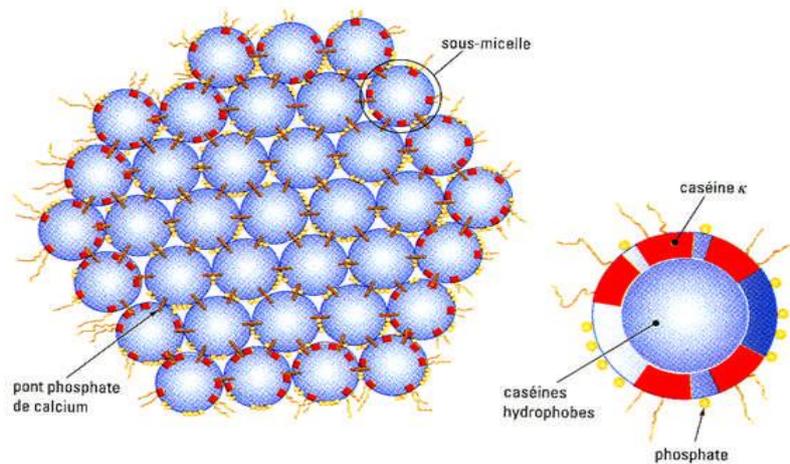
Selon **JEANTET *et al* (2007)**, le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

La classification des protéines est présente dans le tableau 2.

#### II-3-A-Caséines

**JEAN et DIJON (1993)** rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol<sup>-1</sup>, forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 µm (Figure 2). La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (**ADRIAN *et al.*, 2004**)



**Figure 2 :** Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (AMIOT *et al*, 2002).

### II-3-B-Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% Des matières azotées (DEBRY, 2001).

THAPON(2005), définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

#### II-3-B-a- L' $\alpha$ -lactalbumine :

L' $\alpha$ -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum (VIGNOLA, 2002).

#### II-3-B-b- La $\beta$ -lactoglobuline :

La  $\beta$ -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Son point isoélectrique est 5.1 la  $\alpha$ -lactoglobuline est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G). Lors du chauffage la Fixation d'une molécule de caséine K et d'une  $\beta$ -lactoglobuline se fasse également par un pont disulfure (DEBRY, 2001).

#### II-3-B-c Le sérum-albumine :

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine (VIGNOLA, 2002).

**II-3-B-d-Les immunoglobulines :**

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines : IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (THAPON, 2005).

**II-3-B-e- Protéoses-peptones :**

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4.6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine  $\beta$  (DEBRY, 2001).

**Tableau 2 :** Classification des protéines (BRUNNER, 1981 cité par POUGHEON, 2001)

<i>NOMS</i>	<i>% des protéines</i>	<i>Nombre d'AA</i>
<b>CASEINES</b>	75-85	199
Caséine $\alpha$ S1	39-46	207
Caséine $\alpha$ S2	8-11	209
Caséine	25-35	169
Caséine k	8-15	
Caséine g	3-7	
<b>PROTEINES DU LACTOSERUM</b>	15-22	
$\beta$ - Lactoglobuline □	7-12	162
$\alpha$ -Lactalbumine □	2-5	123
Sérum-albumine	0.7-1.3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1.9-3.3	-
Protéoses-peptones	2-4	-

**II-4-Lactose**

MATHIEU(1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (HODEN et COULON, 1991).

**II-5-Minéraux**

Selon **GAUCHERON(2004)**, 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 3).

**Tableau 3** : Composition minérale du lait de vache (**JEANTET et al., 2007**)

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

**II-6-Vitamines**

Selon **VIGNOLA (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Tableau 4). On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**JEANTET et al.2008**).

**Tableau 4**: Composition vitaminique moyenne du lait cru (**AMIOT et al., 2002**)

<i>Vitamines</i>	<i>Teneur moyenne</i>
<b><i>Vitamines liposolubles</i></b>	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
<b><i>Vitamines hydrosolubles</i></b>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B <sub>1</sub> (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B <sub>2</sub> (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B <sub>6</sub> (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B <sub>12</sub> (cyan cobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

**II-7-Enzymes**

**POUGHEON(2001)** définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (Tableau 5).

**Tableau 5** : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (**VIGNOLA, 2002**)

<i>Groupe d'enzyme</i>	<i>Classes d'enzymes</i>	<i>pH</i>	<i>Température (°C)</i>	<i>Substrats</i>
<i>Hydrolases</i>	<i>Estérases</i>			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	Esters phosphoriques
	<i>Protéases</i>			
	Lysozyme	7.5	37	Parois cellulaire
	Microbienne	8	37	Caséines
	Plasmine			
<i>Déshydrogénases ou oxydases</i>	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8.3	37	Bases puriques
<i>Oxygénases</i>	Lactopéroxydase	6.8	20	Composés réducteurs+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Catalase	7	20	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

### III. Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (AMIOT *et al.* 2002).

#### III-1-Masse volumique :

Selon POINTURIER(2003), la masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée  $\rho$  et s'exprime en Kg.m<sup>-3</sup> dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée : 
$$\rho = \frac{m}{v}$$

La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m<sup>-3</sup>.

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la Masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau on a :

$$d = \frac{T_1}{T_2}$$

Comme la masse volumique de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000Kg.m<sup>-3</sup>, la densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1.030 (d<sub>20/4</sub>). Il convient de signaler que le terme anglais «density» prête à confusion puisqu'il désigne la masse volumique et non la densité (POINTURIER, 2003).

#### III-2-Point de congélation :

NEVILLE *et* JENSEN (1995) 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. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de - 0.530 à - 0.575°C. Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (MATHIEU ,1999).

#### III-3-Point d'ébullition :

D'après AMIOT *et al.* (2002), on définit 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.

#### **III-4-Acidité du lait :**

Selon **JEAN et DIJON(1993)**, l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D).

1°D = 0.1g d'acide lactique par litre de lait. Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité  $\leq 21$  °D. Un lait dont l'acidité est  $\geq 27$  °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est  $\geq 70$  °D coagule à froid.

#### **IV. Qualité organoleptique du lait :**

**VIERLING (2003)** rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

##### **IV-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 B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**FREDOT, 2005**)).

**REUMONT (2009)** explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

##### **IV-2- L'odeur :**

Selon **VIERLING (2003)**, l'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il contient 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).

##### **IV-3-La viscosité :**

**RHEOTEST (2010)** a montré que 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.

La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée.

- ❖ Selon Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.

### **ARTICLE 19 :**

**Tableau 6 :** Le lait pasteurisé doit répondre aux spécifications suivantes

<b>SPECIFICATIONS</b>	<b>A LA DATE DE FABRICATION</b>	<b>A LA DATE DE PEREMPTION</b>
<i>Microorganismes aérobies</i> à 30°C par millilitre (germes totaux)	30 000	200 000
<i>Coliformes</i> à 30°C (par millilitre)	10	100
<i>Coliformes fécaux</i> (par millilitre)	1	1
<i>Clostridium sulfito-réducteur</i> à 46°C dans 100 millilitres (spores)	--	09
<i>Staphylococcus aureus</i> (par millilitre)	1	10
<i>Salmonelles</i> dans 250 millilitres	absence	absence
Phosphatase	test négatif	test négatif
Acidité en grammes d'acide lactique	--	1,4 à 1,8
Stabilité à l'ébullition	--	stable
Analyse sensorielle	--	sans défaut

### **ARTICLE 16 :**

Le lait pasteurisé est le lait soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction de la presque totalité de la microflore banale et de la totalité de la microflore pathogène, en s'efforçant de ne pas affecter notamment la structure physique du lait, sa contribution, son équilibre chimique, ses enzymes et ses vitamines.

# *Chapitre II*

Les usines de reconstitution sont en majorité implantées dans les pays en développement qui grâce à leurs ressources naturelles ont une population dont le pouvoir d'achat et le nombre augmentent rapidement. En outre, dans beaucoup de ces pays des créations d'élevage ont démontré aux responsables locaux qu'il leur en coûterait toujours sensiblement plus cher de produire du lait frais chez eux que d'importer de la poudre pour la reconstitution, même non subventionnée, des nations spécialisées dans l'élevage des vaches laitières. (APRIA, 1980).

### **I. Définitions :**

AVEZARD et LABLEE (1990), a défini la reconstitution et la recombinaison comme suit :

- **La recombinaison :** l'opération de recombinaison consiste à mélanger dans une eau convenable les différents composants du lait pour réaliser un produit le plus voisin possible du lait initial. Les trois composants essentiels sont l'eau, la poudre de lait écrémé spray et la matière grasse laitière anhydre. Dans certains cas quelques adjuvants complémentaires sont utilisés.
- **La reconstitution :** la reconstitution est l'opération qui consiste à diluer dans une eau convenable une poudre spray grasse, elle peut aussi correspondre à reconstituer un lait écrémé.

**Le journal officiel de la république algérienne (1993)** a donné les définitions du lait reconstitué et du lait recombinaison comme suit:

- ❖ Le lait reconstitué est dit :
  - écrémé, en cas d'utilisation de lait en poudre écrémé extra grade c'est-à-dire tirant Moins de 1,25 % de matières grasses,
  - entier, en cas d'utilisation de lait en poudre tirant au moins 26% de matières grasses.
- ❖ Le lait recombinaison est obtenu par mélange d'eau, de matière grasse et de lait en poudre écrémé extra grade titrant moins de 1.25 de matière grasse.

### **II. Matières premières :**

Selon APRIA(1980), il s'agira :

- Des laits en poudre gras ou écrémé,
- Des matières grasses laitières ou végétales,
- De l'eau de reconstitution,
- Des additifs.

### II-1-Lait en poudre

En effet, il s'agira dans la quasi- totalité des cas de poudre écrémé, non pas que la grasse ne donne pas d'excellente résultats mais parce que la durée de conservation de cette dernière est trop limitée et n'atteint quelques mois que si la poudre est maintenue à une température de l'ordre de 15°C. La matière grasse contenue dans la poudre étant en présence d'air s'oxyde, en effet, rapidement et communiquera un goût désagréable aux produits reconstitués.

Les poudres écrémées qui seront donc mises en œuvre auront une composition en effet Identique aux spécifications admises internationalement pour définir les poudres destinées à L'alimentation humaine :

**Tableau 7 : les compositions de la poudre de lait**

Humidité	maximale 4.0%
Matières grasses	maximale 1.25%
Acidité titrable	maximale 0.10-0.15%
Solubilité	1.2 ml
Teneur en germes totaux(g)	50.000 maxi
Coliformes	absence dans 1g

### II-2-Matières grasses

Dans la majeure partie des cas, les usines de reconstitution utilisent des huiles de beurre ou des matières grasses laitières anhydres (MGLA). Cette dernière ne peut être obtenue qu'à partir de lait frais en passant au besoin, par le stade crème ou beurre non maturée alors que les huiles de beurre sont fabriquées à partir de beurre de stockage. La MGLA et les huiles de beurre ont une composition voisine :

**Tableau 8 : les compositions de la MGLA et les huiles de beurre**

Humidité	maximale 0.1%
Teneur en matières grasse	minimale 99.8%
Acides gras libres	maximale 0.3%
Teneur en cuivre	maximale 0.05ppm
Teneur en fer	maximale 0.2ppm
Absence de coliformes	dans 1 gramme

### II-3-L'eau de reconstitution

Selon **BYLUND (1995)**, l'eau est l'une des matières premières de tous les types de produits laitiers reconstitués et recombines. Elle doit être une eau potable de bonne qualité, dépourvue de micro-organismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable  $\text{CaCO}_3 < 100 \text{ mg/l}$ .

Une teneur excessive en matière inorganique menace l'équilibre des sels du produit reconstitué ou recombines qui, à son tour, pose des problèmes au niveau de la pasteurisation,

sans parler de la stérilisation ou du traitement UHT. Trop de cuivre ou de fer dans l'eau peut introduire des goûts atypiques à cause de l'oxydation de la matière grasse. Les niveaux maxima recommandés sont par conséquent :

- Cu (cuivre) 0,05 mg/l
- Fe (fer) 0,1 mg/l

#### **II-4-Les additifs**

Les additifs secs tels que le sucre, les émulsifiants et les stabilisants peuvent être manipulés de la même manière que la poudre de lait : on peut les vider des sacs directement dans le mélangeur ou le système de mélange (*BYLUND, 1995*).

### **III. Atelier de reconstitution ou de recombinaison :**

**AVEZARD et LABLEE (1990)** ont montré que les opérations de reconstitution ou de recombinaison sont à distinguer selon qu'il s'agit d'addition d'eau à une seule ou plusieurs matières premières déshydratées, la technique la plus couramment employée est la combinaison du lait. En effet, cette technique met en œuvre ; à partir de composants pouvant être stockés sans suggestion particulière de température et d'humidité :

- La MGLA, généralement conditionnée dans des futs métalliques de 200 kg,
- La poudre de lait spray écrémé, conditionnée sous sacs de 25 kg de polyéthylène doublée de sacs papier.

#### **III-1-Traitement de l'eau**

Ce traitement devra se faire avec des procédés compatibles avec la législation en vigueur dans le pays concerné. En présence d'eau riche en ions alcalino-terreux, il est illusoire de considérer qu'un traitement d'adoucissement par permutaion sur résine cationique constitue un facteur d'amélioration pour l'eau de recombinaison.

Il est indispensable de ramener les quantités d'ions chlore à une quantité inférieure ou égale à 15 mg/l (**AVEZARD et LABLEE, 1990**).

#### **III-2-Température de recombinaison :**

Selon **AVEZARD et LABLEE (1990)**, la potabilité bactériologique de l'eau est fondamentale pour les besoins de nettoyage en place. Elle est également souhaitable pour la recombinaison, même si le traitement thermique du lait est prévu en aval.

La température recommandée est de 35/45°C à cette température la poudre a :

- la meilleure mouillabilité,
- la meilleure dissolvabilité.

### **III-3-Inclusion de la poudre écrémé**

Le dispositif d'inclusion pour les débits importants est généralement composé de deux éléments :

#### **a- Le système de manutention de poudre qui doit :**

- Éviter toute agglutination des particules,
- Éliminer les fines au maximum,
- Éviter toute désamination de poudre dans la salle de traitement.

#### **b- Le système d'inclusion de poudre proprement dit qui doit réaliser :**

- La meilleure dispersibilité,
- La meilleure mouillabilité immédiate des particules de poudre,
- Éviter l'entrée de l'air dans le liquide,
- Être évidemment parfaitement nettoyable.

### **III-4-Agitation et recyclage**

Le recyclage couplé avec l'agitation dans les tanks a pour but :

- D'augmenter la dispersibilité,
- De favoriser l'hydratation des composants colloïdaux,
- D'éviter la formation d'agglomérat (dus surtout à la présence de fines).
- **III-5-Thermisation**

Le lait recombéné est à la fin du recyclage porté à une température convenable en vue de réaliser le dégazage. Cette opération se fait généralement à l'aide d'un appareil à plaques.

### **III-6-Dégazage**

Cette opération a pour but de permettre l'homogénéisation de la MGLA dans les meilleures conditions. Elle a également comme intérêt de retirer partiellement au moins certaines odeurs caractéristiques des laits reconstitués. Le dégazage se fait généralement à 75°C avec une chute de température de l'ordre de 8 à 10°C.

### **III-7-L'homogénéisation**

L'homogénéisation se fait à une température de l'ordre de 65°C. Il est envoyé, à l'aide d'une pompe doseuse, une quantité de MGLA liquide en amont de l'homogénéisateur. Suivant les cas et l'affection ultérieure du lait recombéné ; l'homogénéisation peut être partielle ou totale selon que la puissance de l'homogénéisateur installé permet le passage de la totalité ou d'une partie simplement du lait écrémé, sortant du dégazage.

### **III-8-Thermisation complémentaire et refroidissement**

A la sortie de l'homogénéisateur il est logique de conférer au lait une thermisation complémentaire, réalisant ainsi une pasteurisation du lait avant refroidissement à une température comprise entre 4°C et 6°C.

### **IV. quelques dénominations sur le lait**

**IV-1-Le lait cru :** Autrefois, le seul disponible. Ce lait n'a subi aucun traitement autre que la réfrigération mécanique immédiate après la traite à la ferme qui à remplacer le refroidissement à l'eau fraîche (à environ 15°C). Pour être vendu, il doit répondre à des prescriptions réglementaires sur sa composition et l'état sanitaire des vaches d'où il tiré. Il doit être conditionné sur le lieu même de production et subi de nombreux contrôles. La couleur du conditionnement est à dominante jaune .La mention «lait cru» ou «lait cru frais» est obligatoire sur l'emballage. Sa date de limite de consommation correspond au lendemain du jour de la traite. Porté à l'ébullition 5 à 8 minutes avant la consommation, il doit être utilisé dans les 48 heures. Ouvert, il ne se conserve pas au-delà de 24 heures à +4°C.

**IV-2-Lait entier :** Contient généralement 3,5% de la matière grasse. S'il n'est pas homogénéisé, les matières grasses remontent à la surface et forment une couche de crème. Cette couche de crème est absente dans le lait homogénéisé, car la matière grasse est en suspension dans le lait. Ce lait est enrichi de vitamine D.

**IV-3-Lait partiellement écrémé :** Contient 1 ou 2% de matière grasse. Il presque la même valeur nutritive que le lait entier, à l'exception des matières grasses, ce qui entraîne une diminution de la valeur énergétique. Son goût est légèrement moins riche que celui du lait entier. On lui ajoute de la vitamine A pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. Il est également enrichi en vitamine D.

**IV-4-Lait écrémé :** Contient au maximum 0,3% de matière grasse. On y ajoute de la vitamine A pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. Il est également enrichi en vitamine D.

**IV-5-Lait pasteurisé :** Lait chauffé sous le point d'ébullition pour détruire la plupart des bactéries pathogène. La pasteurisation consiste à porter le lait à une température de 62,8°C pendant 30 min ou à 72,8°C pendant 16 s et c'est pour les produits laitiers contenant 3,25% de matière grasse et moins, ce qui augmente la durée de conservation.

- ❖ Selon Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.

### **ARTICLE 17 :**

Pour que le lait soit pasteurisé, il doit être soumis :

- soit à une température de 63° C pendant une durée de 30 minutes;
- soit à une température de 85° C pendant une durée de 15 à 20 secondes;
- soit encore instantanément à une température de 95° C.

Le lait pasteurisé ainsi traité doit être refroidi dans les soixante (60) minutes qui suivent son traitement thermique, à une température n'excédant pas les six (06) degrés Celsius. Pendant toute la durée de l'opération de pasteurisation, la température ne doit pas s'abaisser au-dessous du minimum requis par le procédé utilisé, en quelque point que ce soit de la masse de lait à traiter. Conservation de la saveur et de la couleur ainsi que de la teneur en nutriments thermosensibles telles la thiamine, la vitamine B12 et la lysine.

**IV-6-Lait UHT :** Lait subit une pasteurisation particulière, soit un traitement thermique à des températures très élevées ou Ultra Haute Température(UHT). On chauffe le lait entre 132°C et 150°C pendant quelque secondes (2 à 6). La stérilisation détruit tous les micro-organismes présents dans le lait. Le lait UHT est conditionné dans des contenants aseptiques scellés ; il peut se conserver dans son emballage à la température de la pièce pendant 3 mois. Une fois l'emballage ouvert on doit le consommer dans les jours suivants.

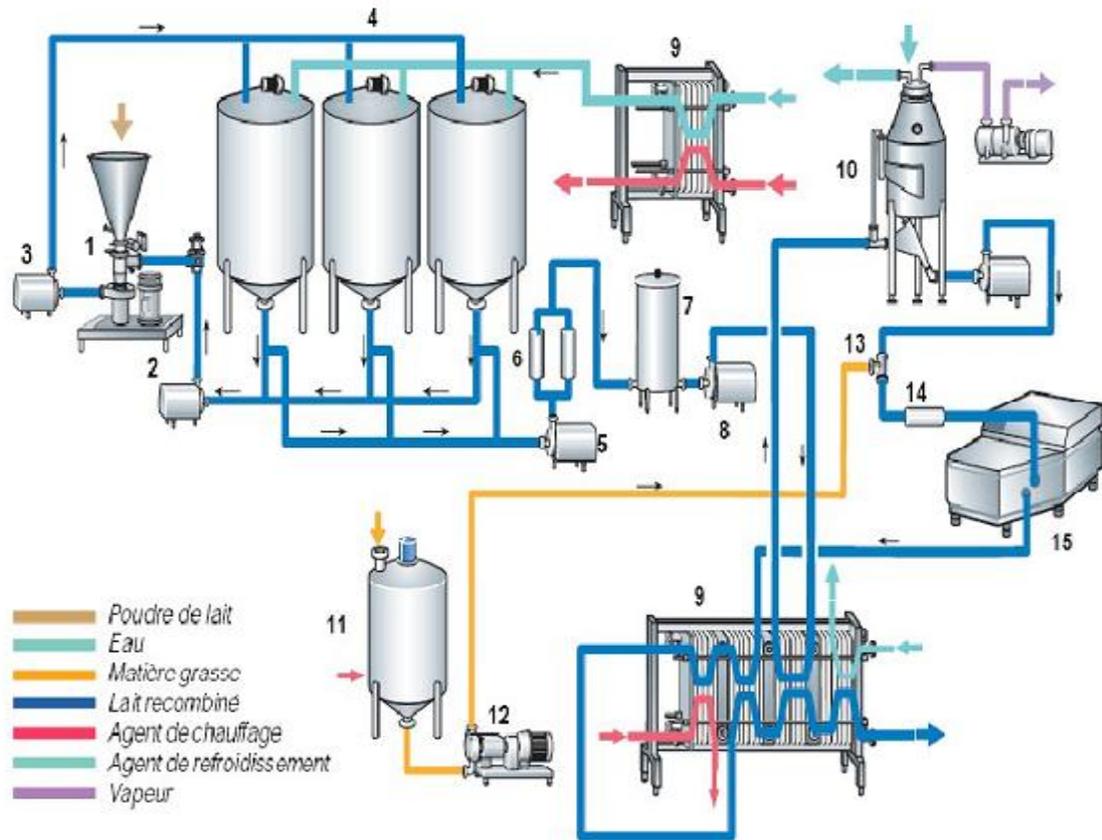
**IV-7-Lait concentré :** est du lait entier, partiellement écrémé ou écrémé, dont environ 60% de l'eau a été évaporée sous vide. Le lait concentré contient au moins 7,5% de matière grasse et pas moins de 25,5% de solides du lait. Il est enrichi de vitamine D et de vitamine C. S'il s'agit de lait partiellement écrémé ou écrémé, il doit être enrichi de vitamine.

**IV--8-Lait aromatisé :** lait auquel on ajoute un ingrédient qui lui confère de la saveur. Le plus connu des laits aromatisés est sans doute le lait au chocolat. Il existe plusieurs autres laits aromatisés dont les laits maltés, les laits à saveur de fruits ou de vanille et les boissons au lait contenant du jus de fruit. La plupart des laits aromatisés sont fabriqués avec le procédé UHT (Ultra Haute Température). Compte tenu des ingrédients que renferme le lait au chocolat, ce dernier doit subir une sérieuse pasteurisation, soit un minimum de 30 min à 74,4°C ou 25 secondes à 81,1°C ; on peut même atteindre les conditions de stérilisation.

**IV-9-Lait en poudre ou lait sec :** C'est un lait qui a perdu la quasi-totalité de son eau (environ 96%) pour ne conserver que son extrait sec. Après pasteurisation et concentration, le lait est projeté en minuscules gouttelettes dans une enceinte. Celles-ci sont séchées par envoi d'air chaud à 200°C qui provoque instantanément l'évaporation de l'eau dans la tour de séchage (séchage spray). Cette déshydratation presque totale permet au lait en poudre de se conserver un an à température ambiante, Cependant, il craint la chaleur et l'humidité. Une fois ouvert, il se conserve 10 jours lorsqu'il est entier, 2 semaines s'il est demi-écrémé et 3

semaines s'il est écrémé .Il doit être consommé immédiatement après avoir été reconstitué par adjonction de liquide. Le taux de matière grasse est toujours précisé sur l'emballage. Il existe deux catégories de lait en poudre : le<spray écrémé> (taux de matière grasse inférieur à 1, 5%) et le<spray gras> (taux de matière 26%).

**IV-10 Les laits infantiles :** Ce sont des laits en poudre spécialement conçus pour s'adapter aux besoins des nourrissons. Leur dénomination légale est aliment lacté diététique pour nourrissons



**Figure 3:** Unité de recombinaison avec mélange en ligne de la matière grasse  
(BYLUND, 1995)

- |                                       |                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 Trémie avec mélangeur haute vitesse | 9 Echangeur de chaleur à plaques |
| 2 Pompe de circulation                | 10 Dégazeur sous vide            |
| 3 Pompe                               | 11 Cuve de matière grasse        |
| 4 Cuve de mélange                     | 12 Pompe volumétrique            |
| 5 Pompe de soutirage                  | 13 Injecteur de matière grasse   |
| 6 Filtres                             | 14 Mélangeur en ligne            |
| 7 Bac tampon                          | 15 Homogénéisateur               |
| 8 Pompe d'alimentation                |                                  |

# *Chapitre III*

**I-Définition de réfrigération ; congélation et surgélation**

- ❖ Selon Arrêté interministériel du 13 21 novembre 1999 relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires, p.15. (N° JORA : 087 du 08-12-1999) :

**ARTICLE 2 :**

**I-1/ réfrigération:** le procédé de conservation qui consiste à abaisser la température de la denrée alimentaire de manière à ce qu'elle soit voisine de celle de la glace fondante (0°C) et à la maintenir à une température au dessus de 0°C.

La durée de réfrigération est limitée suivant le produit, la température et le type de conditionnement.

**I-2/ congélation:** le procédé de conservation qui transforme l'eau contenue dans une denrée alimentaire en glace, sous l'action du froid. Ce procédé doit permettre d'obtenir une température à cœur comprise, selon le produit, entre -10°C et - 18°C après stabilisation thermique.

**I-3/ surgélation:** le procédé de conservation par le froid des denrées alimentaires qui consiste en un abaissement ultra-rapide de la température qui atteint au moins - 18°C à cœur, après stabilisation thermique.

**II-Les procédés de congélation sont notamment:****ARTICLE 3 :**

- ✓ la congélation par l'air à une température de - 20°C à - 50°C.  
la congélation par contact direct avec une surface métallique maintenue froide par circulation de liquide réfrigérant.
- ✓ la congélation par contact direct avec un liquide cryogénique dont l'évaporation assure l'action réfrigérante.

**ARTICLE 4 :** Les températures de denrées alimentaires réfrigérées doivent être en tout point de la denrée alimentaire, constamment inférieures ou égales à celles mentionnées ci dessous;

**Tableau 9 :** Les différentes températures de denrées alimentaires réfrigérées.

Denrées alimentaires	Températures maximales
Produits de la mer frais, notamment les poissons, crustacés, mollusques	+2°C
Abats	+3°C
Viandes découpées de boucherie et viandes conditionnées en unité de vente au consommateur	+3°C
Plats cuisinés à l'avance	+3°C

Plats froid préparés le jour même, sandwichs et fond de sauce	+3°C
Pâtisserie fraîche, crème pâtissière, entremets frais	+3°C
Volailles, lapins, gibiers	+4°C
Produits de charcuterie non stables, notamment le cachet, le pâté et le merguez	+4°C
Ovo produits	+4°C
Œufs en coquilles réfrigères	+6°C
Lait cru, lait pasteurisé	+6°C
Produits laitiers frais non stérilisés, notamment le yaourt, le lait fermenté et la crème dessert	+6°C
Beurre	+6°C
Crème fraîche	+6°C
Fromage à pâte molle, fromage à pâte persillée	+6°C
Autres fromages	Entre +10 et + 15°C
Viandes en carcasse et en quartiers	+7°C
Lait destiné à l'industrie	+8°C
Toute semi-conservé excepté celle à base de produits de la pêche	+10°C
Produits de charcuterie stables (produits stabilisés par fumage ou fumaisons)	+15°C
Semi conserves de produits de la pêche, notamment l'anchois	+15°C

### **ARTICLE 6 :**

Les denrées alimentaires destinées à la congélation ou à la surgélation doivent être dans un parfait état de fraîcheur, exemptes de germes pathogènes et satisfaire aux conditions Bactériologique fixées par le règlementation en vigueur.

Ces produits doivent être préalablement préparés à la congélation ou à la surgélation.

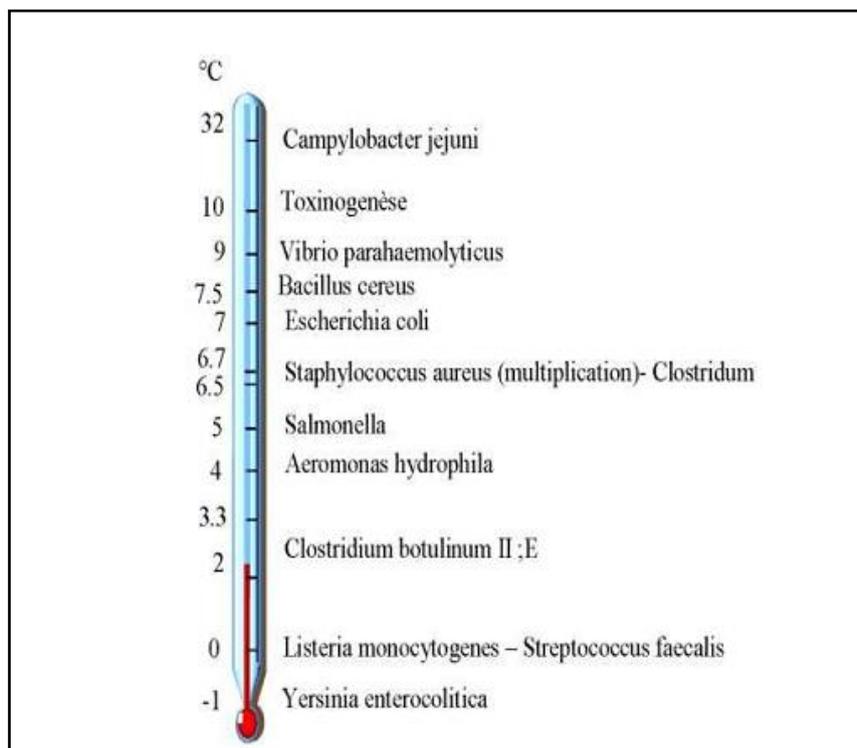
Les fruits et légumes frais à congeler ou à surgeler doivent atteindre avant la congélation ou la surgélation, un stade de développement ou une maturité qui en permet la consommation.

- ❖ Selon Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.

**ARTICLE 20 :** Le lait pasteurisé doit être conservé à une température inférieure ou égale à six (6) degrés Celsius. La date de péremption du lait pasteurisé conditionné est fixée, au plus, à sept (7) jours à compter de la date de fabrication.

### **III. Importance des températures dans la maîtrise du développement microbien**

Le recours au froid est primordial en agroalimentaire. On différencie en matière de conservation, les procédés de réfrigération (ou froid dit positif : température supérieure au point de congélation voisin de 0°C) et les procédés de congélation (ou froid dit négatif : température nettement inférieure au point de congélation). Par ailleurs, on distingue, d'une part, le froid dynamique, permettant le refroidissement rapide des denrées alimentaires, et d'autre part, le froid statique permettant le maintien en température des aliments préalablement réfrigérés. De par leurs performances, les matériels correspondants sont différents. Le froid agit en inhibant le développement des micro-organismes, voire en le stoppant pour les températures inférieures à -18°C. En revanche, même à des températures négatives, le froid ne constitue en aucun cas un moyen d'action pour leur destruction. La figure I-2 illustre quelques exemples de températures approximatives d'arrêt de croissance de germes pathogènes.



**Figure 4:** Température approximative d'arrêt de croissance de germes pathogènes – **Rosset (2002)**

#### **IV. Aspects microbiologiques de la conservation par froid**

##### **IV-1. Comportement des microorganismes dans les aliments :**

L'enjeu essentiel de la conservation des aliments par le froid est, comme cela a été présenté plus haut, son impact sur le comportement microbien et, en particulier, le ralentissement de la

multiplication des microorganismes d'altération et pathogènes. La température est en effet un facteur important du comportement des microorganismes. Ainsi, l'exposition à une température basse entraîne un ralentissement de la multiplication microbienne jusqu'à une température, dite minimale, en dessous de laquelle le microorganisme ne peut plus se multiplier. Cet effet du froid peut en grande partie s'expliquer par un ralentissement de l'activité métabolique, qui est contrôlée par des systèmes enzymatiques dépendants de la température.

Le froid entraîne «également des modifications de la biochimie microbienne (par exemple modification des acides gras). Toutes les espèces microbiennes subissent cet effet de la température sur leur comportement mais elles y sont plus ou moins sensibles. En particulier,

Les Températures minimales varient selon les espèces. Il en est de même pour la température optimum (autorisant la croissance la plus rapide). Parmi les microorganismes adaptés aux températures de réfrigération, on peut distinguer les psychrophiles et les *Psychrotrophes*.

Les microorganismes psychrophiles se développent à 0°C et ont un optimum vers 15°C et leur température maximum de croissance n'excède pas 20°C. Les microorganismes *Psychrotrophes* sont capables de se multiplier aux températures proches de 0°C; leur optimum de développement se situe vers 25 à 30°C et leur maximum vers 35°C. En revanche, les mésophiles se multiplient entre 20 et 45°C avec un optimum moyen à 37°C.

Les microorganismes *Psychrotrophes* sont dominants dans toutes les denrées réfrigérées car sélectionnés par les basses températures; ils sont peu compétitifs avec la flore mésophile lorsque la température augmente. Le comportement microbien est également affecté par la composition de l'aliment (composition générale, pH, activité de l'eau, potentiel d'oxydoréduction, présence de substances inhibitrices...) et par d'autres paramètres faisant partie de l'environnement du produit (humidité, teneur en gaz composant les atmosphères de conservation ...). De plus, le développement d'un microorganisme peut avoir une activité synergique ou antagoniste sur le développement d'autres microorganismes. Lorsqu'il y a synergie, des variations au sein de l'aliment (production d'ingrédients, variation des caractéristiques physico-chimiques) résultant de la croissance de microorganismes permettent le développement d'autres microorganismes. En cas d'antagonisme, des changements physico-chimiques ou la formation de substances antimicrobiennes issus du développement de microorganismes peuvent avoir des effets négatifs sur la croissance d'autres microorganismes. Il peut également y avoir une compétition pour des ingrédients.

Enfin, le process de fabrication est un facteur pouvant sélectionner certaines flores en agissant soit sur les microorganismes eux-mêmes, soit sur des changements des caractéristiques physico-chimiques de l'aliment. (Rosset *et al* 2002)

#### **IV-2-Microorganismes d'altération :**

L'altération des aliments peut avoir 2 origines : microbiologique, biochimique. L'altération microbiologique concerne le goût ou l'apparence du produit (texture, couleur, apparence visqueuse, présence de gaz), alors que celle d'origine biochimique a un impact sur le goût et la texture.

L'altération microbiologique est plus rapide et plus manifeste dans les aliments à base de protéines tels que les viandes, les volailles, les poissons, les fruits de mer et les produits laitiers. Ces denrées sont riches en nutriments et présentent un pH neutre ou faiblement acide et un taux d'humidité élevé permettant le développement d'une large gamme de microorganismes. La réfrigération n'empêche pas mais freine seulement le développement des microorganismes d'altération *Psychrotrophes*. Les germes d'altération se subdivisent comme suit selon qu'ils appartiennent aux groupes des bacilles Gram négatifs ou positifs (c'est à dire selon les résultats obtenus après réalisation d'une réaction de coloration mise au point par Gram), des bacilles lactiques, des levures ou des moisissures.

#### **IV-3. Bacilles Gram négatifs :**

*Pseudomonas* est un microorganisme se développant tout particulièrement dans les aliments, à activité de l'eau ( $A_w$ ) élevée, conservés sous aérobiose, comme les viandes rouges, les poissons, les volailles et les produits laitiers. D'autres bacilles Gram - peuvent également se développer rapidement aux températures de réfrigération : *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Vibrio*... Ces bactéries peuvent contribuer à l'altération des viandes rouges, des viandes salées ou fumées, des volailles, des poissons, des fruits de mer, du lait et des produits laitiers. Les bactéries du genre *Vibrio* sont pour la plupart halophiles et se développent dans les fruits de mer et les viandes salées ou séchées. A des températures supérieures à +5/+10°C, les *Enterobacteriaceae* (*Enterobacter*, *Erwinia*, *Proteus*...) peuvent se développer de manière prédominante. (Rosset *et al* 2002)

#### **IV-4. Bacilles Gram positifs :**

Beaucoup d'aliments sont soumis à un chauffage ou à une pasteurisation.

Les microorganismes sporulés, tels que *Bacillus* et *Clostridium*, peuvent survivre à ces traitements thermiques. Leur croissance est plus lente que celle des bactéries Gram -. Les germes du genre *Bacillus* se développent généralement en aérobiose, et, pour certains, à des

températures de 0/+2°C. Ceux du genre *Clostridium* sont, en majorité, anaérobies et se multiplient à partir de 15°C.

#### **IV-5. Bactéries lactiques :**

*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* sont toutes des bactéries lactiques et elles constituent des germes majeurs d'altération des viandes cuites sous vide. Elles constituent Aussi des germes d'altération des produits à base de viande, salés ou fumés. Elles se développent lentement aux températures de réfrigération.

#### **IV-6. Autres bactéries Gram positifs :**

*Brochohrix thermosphacta* est un bacille Gram + qui peut occasionnellement être présent sur la viande fraîche. L'utilisation de l'atmosphère modifiée ou du conditionnement sous vide favorisent son développement. Par ailleurs, *Micrococcus* est capable de croître dans des produits à teneur en sel relativement élevée et peut ainsi être responsable de l'altération de certaines denrées type bacon.

#### **IV-7. Levures et moisissures :**

Les levures et les moisissures sont largement présentes dans les denrées alimentaires. Ceci s'explique par le fait qu'elles peuvent y utiliser une large variété de substrats tels que les pectines et d'autres hydrates de carbone, les acides organiques, les protéines et les lipides. De plus, elles tolèrent des valeurs basses de pH, d'Aw, de température, ainsi que la présence de conservateurs. Elles peuvent même utiliser des ingrédients comme des acides lactiques, citriques et acétiques qui ont un effet inhibiteur sur la croissance de nombreux microorganismes. Les altérations résultant de leur croissance sont de nature sensorielle : couche visqueuse, développement de zones colorées à la surface des denrées, production d'acides, de gaz, d'alcool, développement D'odeurs ou de goûts anormaux.

#### **IV-8. Microorganismes pathogènes :**

Les toxi-infections et les maladies alimentaires sont caractérisées par l'apparition de symptômes digestifs ou autres suite à la consommation d'aliments. Pour les principales bactéries responsables de toxi-infections et de maladies alimentaires (en cas de non respect de la chaîne du froid), la température minimale de développement, la dose infectieuse estimée, les caractéristiques des toxines, le temps d'incubation et les symptômes ont été bien décrits dans divers ouvrages ils apparaissent dans le tableau 9. (Kraft. 1992). (Gélinas.1995) (Bourgeois. 1996)

**Tableau 10** : Principaux microorganismes responsables de toxi-infections et de maladies alimentaires en cas de non respect de la chaîne du froid

en cas de non respect de la chaîne du froid				
Microorganisme	Température minimale de développement	Synthèse de toxines	Temps d'incubation	Symptômes
<i>Salmonella</i>	5°C		12 - 36 h	vomissements, diarrhée, fièvre, douleurs abdominales
<i>Staphylococcus aureus</i>	5°C - 12°C	entérotoxines staphylocoques préformées dans l'aliment	1 - 8 h	vomissements violents, douleurs abdominales parfois accompagnés de diarrhées et céphalées, absence de fièvre
<i>Clostridium perfringens</i>	14°C	entérotoxine : libérée dans l'intestin lors de la sporulation des formes végétatives	8 - 12 h	diarrhée, déshydratation, douleurs abdominales, absence de fièvre
<i>Bacillus cereus</i>	5°C	toxine diarrhéique libérée dans l'intestin	8 - 12 h	diarrhée et douleurs abdominales, absence de fièvre
		toxine émétisante, préformée dans l'aliment	1 - 5 h	vomissements, nausée, occasionnellement diarrhée et douleurs abdominales, absence de fièvre
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1°C	toxine préformée dans l'aliment (et invasion des cellules intestinales)	2 - 7 j	diarrhée pouvant être accompagnée d'autres symptômes inconstants : douleurs abdominales, vomissements, hyperthermie (complications : pseudo-appendicite, lupus érythémateux)
<i>E.coli</i> O157:H7	5 - 12°C	Vérotoxines (= shiga-like toxine)		colites hémorragiques, syndromes hémolytiques urémiques et purpura thrombocytopéniques
<i>Listeria monocytogenes</i>	1°C		3 – 70 jours	bactériémie associée ou non à une infection du système nerveux central (méningite, méningo-encéphalite)
<i>Clostridium botulinum</i>	3°C	neurotoxine botulique préformée dans l'aliment (ou, plus rarement, produite dans l'intestin)	12 - 36 h	troubles oculaires, bucco-pharyngés. Dans les cas graves : mort du malade due à une paralysie respiratoire ou une fausse déglutition

#### IV-9. Intoxications par les amines biogènes :

La formation d'amines dans les aliments est due à la décarboxylation des acides aminés. Certaines bactéries sont productrices d'amines biogènes : ce sont des molécules biologiquement actives sur le système nerveux central et sur le système vasculaire (**Raguenes et al 1996**).

Des intoxications histaminiques dues à la consommation de poissons (thon rouge, maquereau, sardines, anchois...) sont les plus connues. Mais la formation d'histamine peut aussi avoir lieu dans d'autres aliments : viandes ayant subis une fermentation, fromages. La période d'incubation varie, généralement, entre quelques minutes à quelques heures. Les symptômes sont liés à l'effet vasodilatateur de l'histamine : rougeur facio-cervicale, œdème, urticaire, inflammation locale, céphalées, palpitations cardiaques et, de façon non systématique, nausées et vomissements. Parmi les espèces productrices d'histamine, on peut citer : *Proteus morgani*, *Enterobacter aerogenes*, *Hafnia alvei*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*...

La température optimale de production d'amines est, pour la plupart des bactéries, comprise entre 20°C et 37°C mais peut encore avoir lieu, dans certains cas, à 0°C et 5°C. (**Rosset et al 2002**)

❖ Le froid, et plus particulièrement la réfrigération, constitue l'un des moyens pour limiter la croissance bactérienne dans les denrées alimentaires et ainsi prolonger leur délai de consommation. Pour être pleinement efficace, le froid est à appliquer, à températures convenables (le plus possible voisine de 0°C), de manière précoce et continue sur l'aliment, depuis sa production jusqu'à sa consommation finale.

❖ Cette nécessité de continuité détermine le concept, maintenant classique, de chaîne du froid, la résistance de l'ensemble du procès étant déterminée par celle de l'étape – ou maillon – la plus fragile.

❖ L'examen des problèmes spécifiques à chaque étape de la chaîne du froid montre que le respect de la chaîne du froid dépend essentiellement du renforcement des deux derniers maillons : distribution, et surtout consommation familiale.

❖ A l'égard des microorganismes, la réfrigération agit en ralentissant leur multiplication, sans la stopper pour autant. Mais, si le recours au froid a permis d'accroître la sécurité alimentaire à l'égard des grands germes pathogènes ou d'altération, la vigilance doit être maintenue.

❖ En effet la généralisation de l'utilisation du froid a permis l'émergence de « Nouveaux » germes, les *Psychrotrophes* et les psychrophiles. Ces microorganismes sont, si le temps le leur permet, capables de se multiplier à des températures proches de 0°C et d'avoir ainsi une incidence néfaste sur la santé du consommateur. Les outils mathématiques, comme les logiciels de modélisation, restent à perfectionner pour définir des délais de consommation en relation avec les conditions réelles de développements de bactéries dans l'aliment. Toutefois l'émergence de ces problèmes ne doit en aucun cas récuser le recours au froid en agroalimentaire dont l'utilité tant technologique que sanitaire est vérifiée chaque jour. (**Rosset et al 2002**).

*Deuxième partie*  
*Etude expérimentale*

## I Objectifs de l'étude

Notre étude a été réalisée sur le lait de vache (entier, demi-écrémé et écrémé) et le lait reconstitué afin de :

- Evaluer les qualités bactériologique et physico-chimique après la conservation par :
  - ✚ réfrigération à une température égale à (6°C) pendant 3 jours dans un réfrigérateur ;
  - ✚ congélation à une température égale à (-10°C) pendant :
    - 3 jours ;      - 10 jours      - 15 jours.

## II Matériel et méthodes

Notre étude s'est déroulée sur une période de 3 mois (février, mars et avril 2015).

Nos analyses sont réalisées au niveau du laboratoire de la laiterie d'Arib Wilaya de Ain Defla

### II-1. Matériels :

#### II-1.1. Matériel biologique :

On a utilisé 2 échantillons de lait pasteurisé pour chaque type de lait de vache (entier, demi-écrémé et écrémé) conditionné dans un sachet d'un litre et deux échantillons pour le lait reconstitué conditionné dans un sachet d'1 litre.



**Photo1** : les différents types du lait étudiés

#### II-1.2. Matériel de laboratoire et réactifs :

##### II-1.2.1. Les paramètres physico-chimiques :

###### A-Acidité :

- Burette graduée
- Becher
- Pipette
- La soude NAOH
- Phénophtaléine

**B-Densité**

- Lactodensimètre
- Eprouvette

**C-Matière grasse****✚ Méthode 1 :**

- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié,
- Pipette à lait,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer 10.0 ml  $\pm$  0.2ml d'acide Sulfurique,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer 1.00 ml  $\pm$  0.05ml d'alcool iso Amylique,
- Centrifugeuse GERBER, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie D'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à  $\pm$  50 tr/mn

**✚ Méthode 2 :**

L'appareil utilisé : Milko scan après un étalonnage approprié

**D-EST/ESD E- Les protéines F- Lactose G- Minéraux**

L'appareil utilisé : Milko scan après un étalonnage approprié

**II-1.2.2. Les paramètres bactériologiques****A-Recherche et dénombrement des germes :**

Le matériel utilisé dans cette étude et en générale, celui de routine rencontré dans tous les laboratoires microbiologiques.

**• Appareillage :**

- Congélateur a -10°C
- Réfrigérateur a + 6°C
- Bec Benzen.
- Autoclave de stérilisation.
- Etuve d'incubation 30°C, 37°C, 44°C.
- Bain marie à 80°C
- Coton
- Ciseaux
- Pissette d'alcool
- Portes tubes

**• Verrerie :**

- Pipette pasteur
- Boites de pétrie

-Les tubes à essais stériles.

- **Milieux de culture et réactifs utilisés :**

- Milieu de culture (PCA).

-Milieu gélose désoxycholate lactosé.

-Milieu de Giolliti Cantonii

-Eau physiologique stérile.

- **Les additifs :**

Solution de tellurite de potassium

## II-2. Méthodes :

### II-2.1. Analyses physico-chimiques de lait reconstitué :

#### II-2-1-A- pH :

- Mode opératoire :

- Etalonner le pH mètre à l'aide des deux solutions tampons.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser et lire la valeur du pH.
- Introduire l'électrode dans le bécher contenant le lait reconstitué à analyser dont la température doit être 20°C.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.
- **Lecture de résultat :** la valeur indiquée sur le pH-mètre.



**Figure 2:** Mesure du pH par un pH Mètre

**II-2-1-B- Densité :****• Mode opératoire :**

- Rincer l'éprouvette avec de lait reconstitué à analyser
- Verser le lait reconstitué dans l'éprouvette ; tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait doit provoquer un débordement de liquide. Ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gênaient la lecture.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette est en le retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.
- Attendre 30 secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.

**• Lecture de résultat :**

Après stabilisation du lactodensimètre, lire la graduation apparente au niveau supérieur de la tige. La densité est calculée selon la formule suivante :

$$D=1+(L \times 10^{-3})$$

D : densité du produit.

L : valeur indiquée sur la tige.



**Photo 3:** Mesure de la densité du lait reconstitué par lactodensimètre

**II-2-1-C- Acidité Titrable en °D :****• Mode opératoire :**

- Introduire dans un Becher 10 ml d'échantillon à analyser, auxquels on ajoute 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré.
- Titrer avec la solution NaOH (N/9) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose.

**• Expression des résultats :**

- ✓  $AT = V \times 10(D^\circ)$
- ✓ AT : Acidité titrable
- ✓ V : le volume en ml correspond à la chute de la burette.



**Photo 4:** Mesure d'Acidité titrable en °D pour le lait reconstitué

**II-2-1-D- Taux de matière grasse (MG) :****✚ Méthode 1 :****• Mode opératoire :**

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique (91%) dans le butyromètre à lait par un distributeur.
- Ajouter 11ml du lait à analyser.
- Ajouter 1ml d'alcool iso amylique et fermer avec un bouchon.
- Agiter soigneusement jusqu'à la dissolution des protéines par action d'acide sulfurique, puis tourner le butyromètre du haut en bas cinq à six fois.

- afin d'obtenir une bonne homogénéisation, mettre le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 minutes.
- Faire la lecture.

• **Expression des résultats :**

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenue par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère la plus proche, puis lire rapidement.

$$MG (g/l) = (B-A) \times 100$$

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

B : la valeur correspondante au niveau supérieur de la colonne grasse.



**Photo 5 :** Mesure de la teneur en matière grasse a l'aide d'un butyromètre

✚ Méthode 2 :

Elles sont déterminées à l'aide d'un Milko scan de la manière suivante :

- Introduire une quantité de lait à analyser dans un bêcher.
- On porte le bêcher au Milko scan et on trompe l'électrode de Milko scan dans le bêcher puis appuyer sur le bouton start.
- Attendre 2minutes et 30 secondes pour que l'appareil absorbe une quantité de l'échantillon par un filtre.

• **Expression des résultats :**

Les résultats seront affichés sur l'écran de l'appareil Milko scan.



**Photo 6 : Milko scan**

### **II-2-1-E- EST/ESD :**

Elles sont déterminés à l'aide d'un Milko scan ; par la méthode suivante :

- Introduire une quantité de lait à analyser dans un bûcher.
- On porte le bûcher au Milko scan et on trompe l'électrode de Milko scan dans le bûcher puis appuyer sur le bouton start.
- Attendre 2minutes et 30 secondes pour que l'appareil absorbe une quantité de l'échantillon par un filtre.

#### **• Expression des résultats :**

Les résultats seront affichés sur l'écran de l'appareil Milko scan.

### **II-2.2. Analyses physico-chimiques de lait de vache pasteurisé :**

#### **II-2-2-A-pH:**

##### • Mode opératoire :

- Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser et lire la valeur du pH.
- Introduire l'électrode dans le bûcher contenant le lait pasteurisé à analyser dont la température doit être 20°C.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.
- Expression des résultats : la valeur indiquée sur le PH-mètre.

#### **II-2-2-B-Densité :**

##### • Mode opératoire :

- Rincer l'éprouvette avec de lait pasteurisé à analyser.

- Verser le lait pasteurisé dans l'éprouvette ; tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait doit provoquer un débordement de liquide. ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gênaient la lecture.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette est en le retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.
- Attendre 30 secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.
- Expression des résultats :

Après stabilisation du lactodensimètre, lire la graduation apparente au niveau supérieur de la tige. La densité est calculée selon la formule suivante :

$$D=1+ (L \times 10^{-3})$$

D : densité du lait pasteurisé.

L : valeur indiquée sur la tige.

### **II-2-2-c-Acidité Titrable en °D :**

#### • Mode opératoire :

- Introduire dans un Becher 10 ml d'échantillon à analyser, auxquels on ajoute 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré.
- Titrer avec la solution NaOH (N/9) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose.
- Expression des résultats :

$$AT=V \times 10(D^\circ)$$

AT : Acidité titrable

V : le volume en ml correspond à la chute de la burette.



**Photo7:** Mesure d'Acidité titrable en °D pour le lait de vache entier

#### **II-2-2-D- Taux de matière grasse (MG) :**

##### • Mode opératoire :

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique (91%) dans le butyromètre à lait par un distributeur.
- Ajouter 11ml du lait à analyser.
- Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique et fermer avec un bouchon.
- Après, agiter soigneusement jusqu'à la dissolution des protéines par action d'acide sulfurique, puis tourner le butyromètre du haut en bas cinq à six fois.
- afin d'obtenir une bonne homogénéisation mettre le butyromètre dans le centrifugé pendant 5 minutes.
- En fin, faire la lecture.
- Expression des résultats :

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère la plus proche, puis lire rapidement.

$$MG (g/l) = (B-A) \times 100$$

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

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

#### **II-2-2-E-EST/ESD :**

Ils sont déterminés à l'aide d'un Milko scan ; par la méthode suivante : > Introduire une quantité de lait à analyser dans un bêcher.

- On porte le bêcher au Milko scan et on trompe l'électrode de Milko scan dans le bêcher puis on appuie sur le bouton start.
- Attendre 2 minutes et 30 secondes pour que l'appareil absorbe une quantité de l'échantillon par un filtre.
- Expression des résultats : les résultats seront affichés sur l'écran de Milko scan.
- ❖ Pour les protéines ; les minéraux et le lactose même méthode avec EST/ESD
- Expression des résultats : les résultats seront affichés sur l'écran de Milko scan.

### **II-1.2.2. Les paramètres bactériologiques de lait pasteurisé et le lait reconstitué**

#### Mode opératoire :

#### **II-1-2-2-a) Préparation de l'eau physiologique :**

- ✓ 9 g de Na Cl + 1 l de l'eau distillée
- ✓ Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 9 ml de l'eau physiologique dans les tubes à essais
- ✓ stérilisé les tubes dans l'autoclave 121°C pendant 20 minutes

#### **II-1-2-2-b) préparation et dilution de lait :**

- ✓ Les échantillons du lait pasteurisé conditionné en sachet :

Près de la zone stérile, on essuie une extrémité du sachet avec un coton imbibé d'alcool, et par un couteau ou une anse de platine bien stérilisé, on coupe l'une des extrémités, une fois le sachet est ouvert, Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de lait testé, dans un tube stérile contenant au préalable 9 ml de l'eau stérile. Cette dilution est équivalent à  $10^{-1}$ .

#### **II-1-2-2-c/Dénombrement des coliformes :( totaux et fécaux) :**

Le dénombrement des coliformes est effectué sur un milieu sélectif solide, le désoxycholate lactose AGR (DLA) (sa composition et donnée en annexe1) Milieu de dénombrement des coliformes Il sera incubé à 30°C pour la recherche des coliformes totaux et à 44°C pour la recherche des coliformes fécaux.

- ✓ Le principe :

Ce milieu contient 1 critère de différenciation : le lactose dont la fermentation est révélée par le rouge neutre. Il contient 2 inhibiteurs des bactéries Gram+ à faible concentration : le désoxycholate (sels biliaires) et le citrate de sodium.

✓ **Ensemencement :**

L'ensemencement est réalisé dans une boîte de pétri, chaque boîte de pétri est ensemencée par 1 ml de dilution, puis ajouter 15 ml de gélose désoxycholate. Puis mouvementé la boîte pétrie sous forme de 8 après laissé les boîte de pétri reposer (1h) Puis on tourne les boîtes.

✓ **L'incubation :**

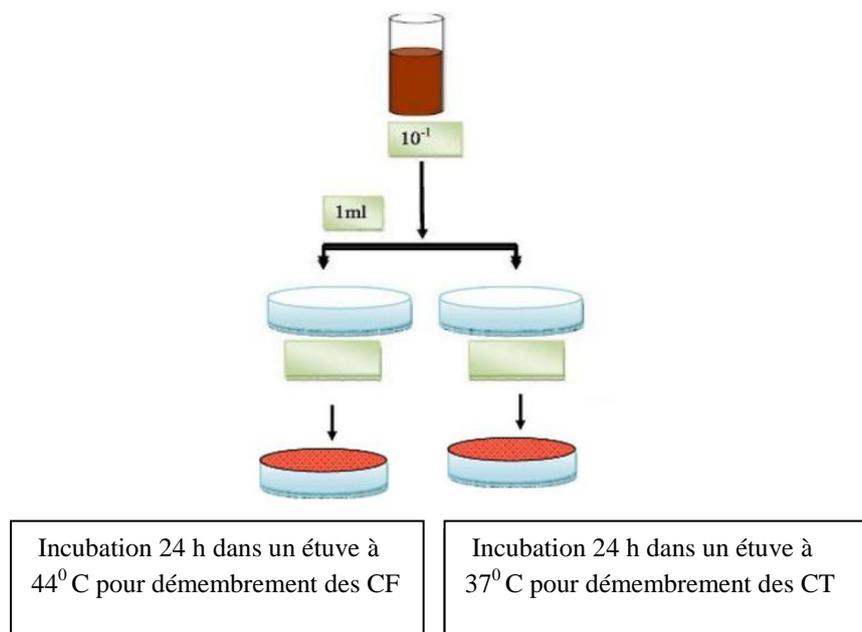
Les boîtes sont incubées 24 h à 36 C° pour les coliformes totaux et 44 C° pour les coliformes fécaux.

✓ **Lecture :**

Colonies rouges (présence des coliformes totaux et fécaux)



**Photo 8 :** des Colonies rouges (les coliformes) après ensemencement



**Figure 13:** Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux dans le lait reconstitué et pasteurisé

**II-1-2-2-d/Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux :**

A partir des dilutions décimales, porté aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vide, Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA (sa composition et donnée en annexe 1) Faire ensuite des mouvements circulaire et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée, laisser la solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche de la même gélose ; cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses :

**✓ Incubation :**

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heure avec

- première lecture à 24 heures
- deuxième lecture à 48 heures
- troisième lecture à 72 heures

**✓ Lecture :**

Les colonies des GAMT se présentent sous forme lenticulaire en masse

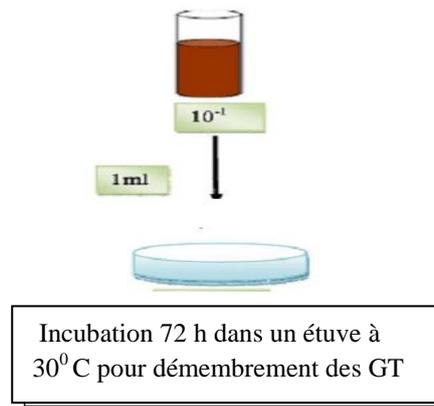


**Photo 9** : des Colonies blanc (Les Germes) après ensemencement

**✓ Dénombrement :**

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussées sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- ne dénombre que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies
- multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution
- faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.



**Figure 15 :** Recherche et dénombrement des Germe totaux dans le lait reconstitué Et pasteurisé

### II-1-2-2-e/Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* :

✓ Recherche de *Staphylococcus aureus* par la méthode d'enrichissement au milieu de Giolliti Cantonii

#### ✓ Préparation du milieu d'enrichissement

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le milieu Giolliti Cantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de tellurite de potassium. Mélanger soigneusement, le milieu et alors prêt à l'emploi (sa composition et donnée en annexe1).

#### ✓ Ensemencement :

A partir de la dilution décimale retenue, porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube stérile. Ajouter par la suite environ 15 ml de milieu d'enrichissement, bien mélanger, le milieu et l'inoculum.

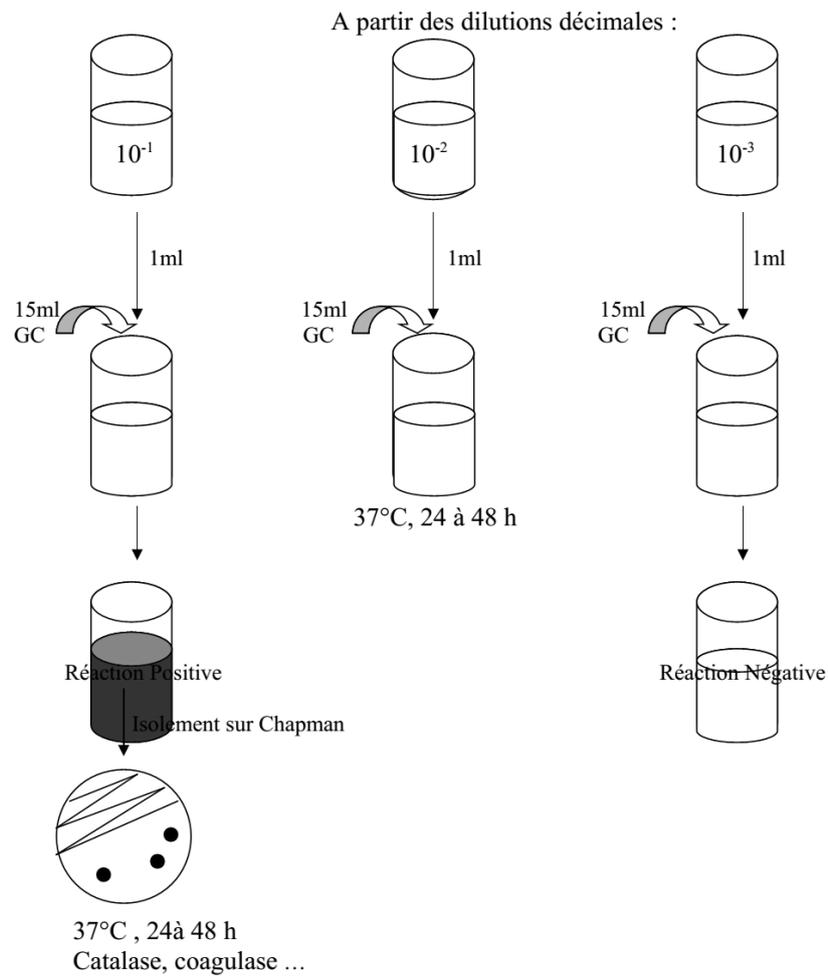
#### ✓ Incubation :

L'incubation se fait à 37°C pendant 48 heures.

#### ✓ Lecture :

Seront considérés comme positifs, les tubes ayant viré noir. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus*. Les tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubé à leur tour à 37 c° pendant 24 à 48 heures après ce délai, repérer les colonies suspecte à savoir, les colonies de taille moyennes, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvue d'une catalase et coagulasse.



**Figures 16 :** Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

# *Résultats et discussion*

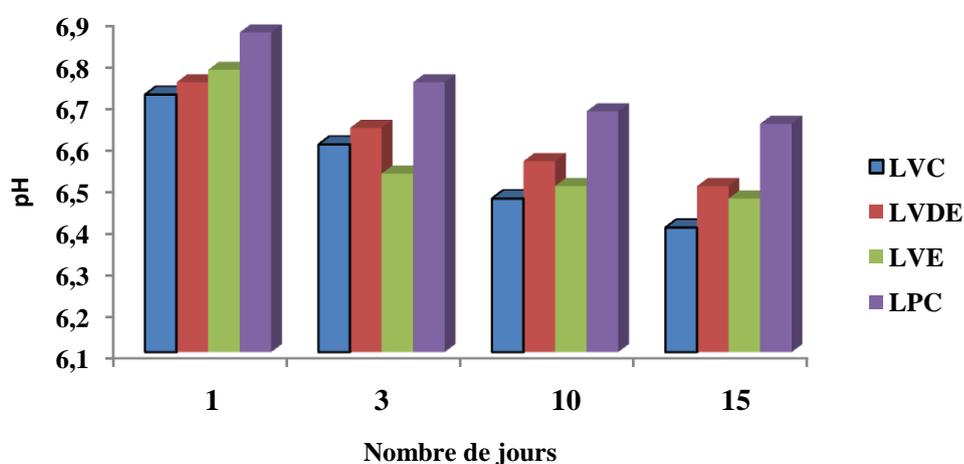
### III Résultats et discussion :

#### III. 1. Résultats des caractéristiques physico-chimiques

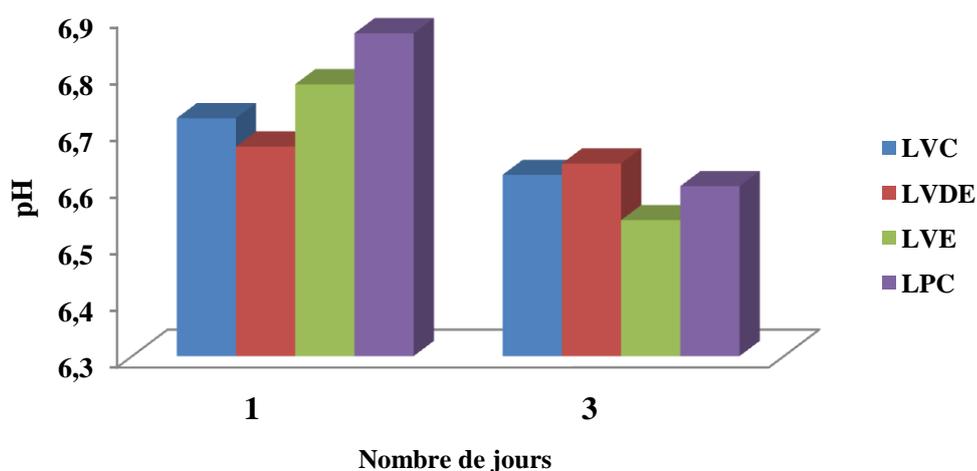
##### III. 1.1. pH

Pour les laits congelés à (-10°C) on remarque que les valeurs de pH (1<sup>er</sup> jour) varient selon le type de lait entre (6.87) et (6.72) pour LPC et LVC, respectivement. On note aussi que les valeurs de pH des quatre types de lait sont en décroissance avec la durée de stockage du 1<sup>er</sup> au 15<sup>ème</sup> jour.

Même observation pour les laits réfrigérés à (6°C), les valeurs de pH sont en décroissance durant les 3 jours de stockage dans le réfrigérateur.



**Figure 17 :** Evolution du pH du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)

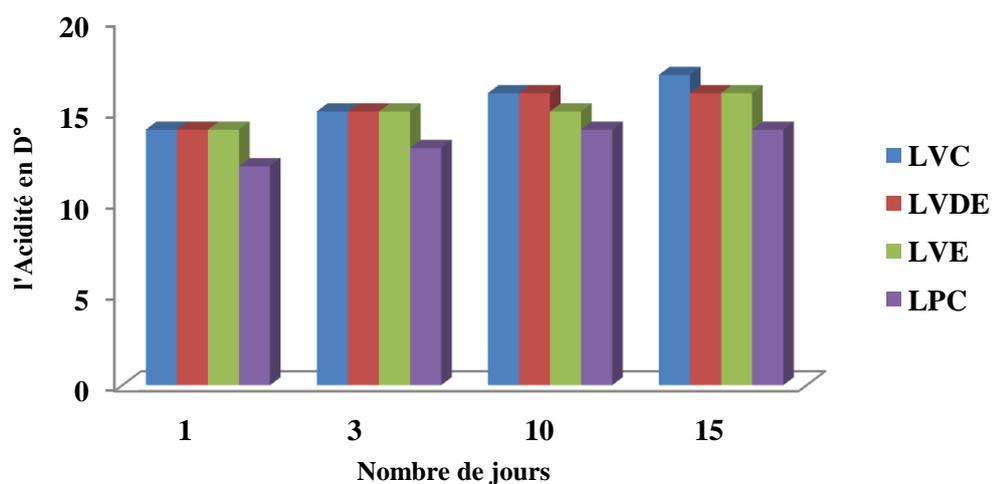


**Figure 18 :** Evolution du pH du lait en fonction de la période de stockage à (+6°C)

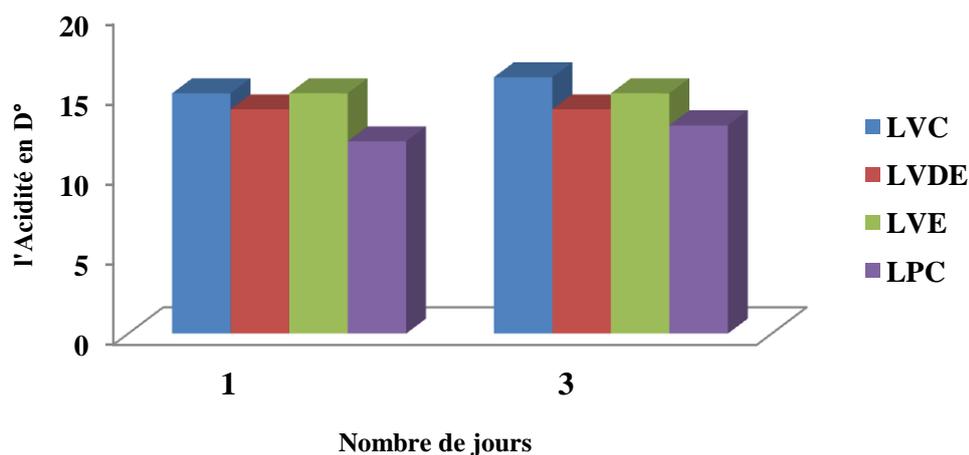
### III.1.2. Acidité titrable en °D :

Les 3 types de lait de vache entier, écrémé et demi-écrémé ont des acidités titrables identiques (14°D), par contre le lait pasteurisé conditionné a une acidité de 12°D inférieure que Les 3 autres types de lait. On note aussi que les valeurs des acidités des 4 laits augmentent légèrement pendant les 15 jours de stockage dans le congélateur.

Même observation pour les laits conservés dans le réfrigérateur, l'acidité titrable des laits réfrigérés augmente pendant les 3 jours de stockage par rapport au 1<sup>er</sup> jour.



**Figure 19:** Evolution de l'acidité du lait en fonction de la période de Stockage à (-10°C)



**Figure 20:** Evolution de l'acidité du lait en fonction de la période de Stockage à (+6°C)

Acidité et le pH, ces 02 paramètres clés pour détecter la fraîcheur des laits étudiés.

L'acidité : augmentation légère de l'acidité avec la durée de stockage à la température de réfrigération (6°C) et de congélation à (-10°C).

La diminution du pH pour les quatre types de lait (LVC, LVDE, LVE, LPC) est graduelle du 1<sup>er</sup> au 15<sup>ème</sup> jour de conservation, qui ont été soumis à la congélation à la valeur de (-10°C). (**Sandra et al 2001**), explique que l'abaissement du pH est le résultat de la solubilisation partielle du calcium micellaire, son augmentation entraîne une diminution du calcium soluble qui passe dans la phase micellaire et s'insolubilise. La diminution du pH entraîne une augmentation du calcium ionique.

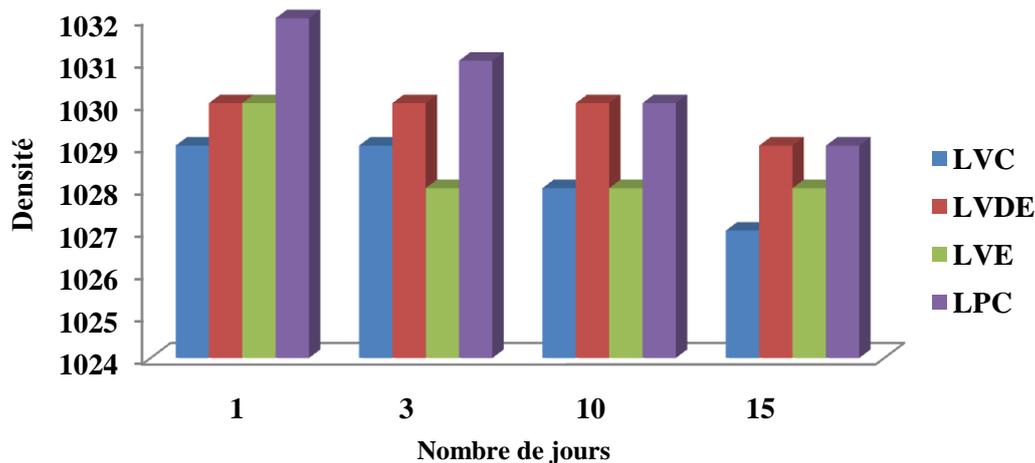
### **III-1-3-. Densité :**

Pour les laits congelés à (-10 °C) on observe que le lait de vache demi-écrémé et le lait de vache écrémé ont des densité identique (1030) par contre le lait pasteurisé conditionné a une densité supérieure que les deux premiers laits (1032) et le lait de vache conditionné a une densité inférieure que les 3 premiers types de laits avec une densité est égale à (1029).

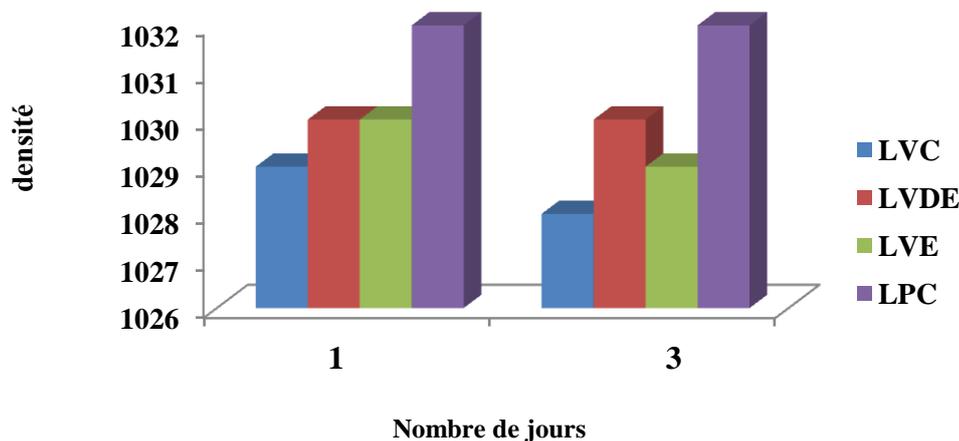
La densité de quatre types de lait est en décroissance durant la période de stockage dans le congélateur ; pour le lait de vache demi-écrémé les valeurs restent stable du 1<sup>er</sup> au 10<sup>ème</sup> jour puis en décroissance entre le 10<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> jour; les valeurs de la densité du lait de vache écrémé restent stable du 3<sup>ème</sup> jour de stockage jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour.

Même observation Pour le lait réfrigéré à (6°C) les valeurs de la densité sont en légère décroissance pour les 2 types de lait de vache conditionné et le lait pasteurisé conditionné, par contre la densité reste stable pour le lait de vache demi-écrémé et le lait de vache écrémé pendant les 3 jours de stockage dans le réfrigérateur.

Donc la Densité des laits c'est un paramètre clé pour évaluer la qualité d'un lait. Un lait riche en matière grasse a une densité faible et inversement. Une régression légère à été constatée, au cours de la durée de stockage notamment à (-10°C) selon le type de lait.



**Figure 21 :** Variation de la densité du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)



**Figure 22 :** Variation de la densité du lait en fonction de la période de stockage à (+6°C)

### III. 1.4. Taux de matière grasse (MG) :

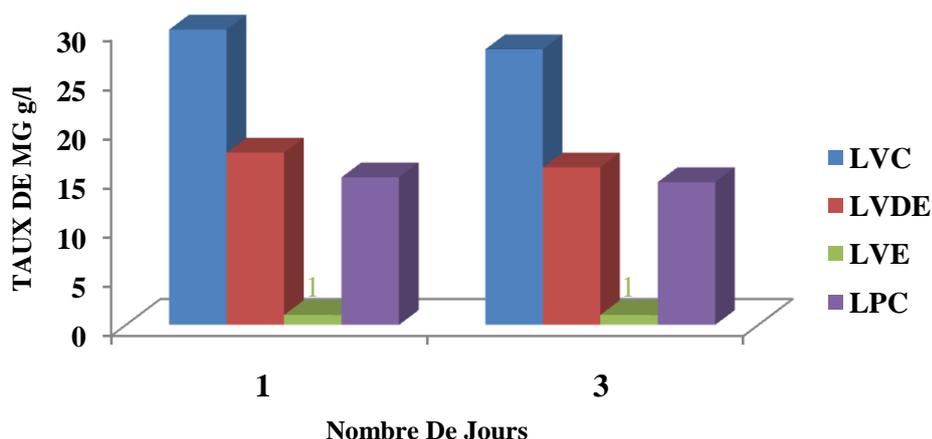
La teneur en matière Grasse varie entre (30 et 0 g/l) selon le type de lait; (30g/l) pour le lait de vache conditionné; (17.5 g/l) pour le lait de vache demi-écrémé et (15 g/l) pour le lait pasteurisé conditionné ; par contre le lait de vache écrémé a une matière grasse négligeable (des traces) par rapport aux 3 premiers types de lait.

On note que le taux de matière grasse des différents types de laits se décroît pendant la durée de stockage ; soit dans le congélateur ou bien dans le réfrigérateur.

La cristallisation des triglycérides augmente progressivement avec la diminution de la température. Il y a rétraction du globule entraînant une déformation de la membrane du globule ce qui amène à une éventuelle perte d'une partie de la membrane et une migration des

phospholipides vers la phase aqueuse du lait (SUREL, *et al* 1999). L'altération d'une trop grande partie de la membrane libère les acides gras du globule et peut entraîner un phénomène de lipolyse de la matière grasse.

**Figure 23 :** Variation de la teneur du lait en matière grasse (MG) en fonction de la période de stockage à (-10°C)

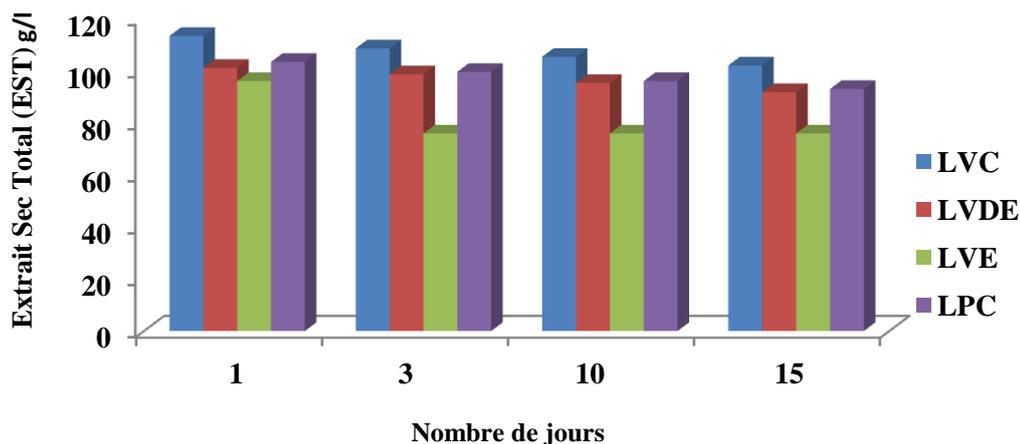


**Figure 24 :** variation de la teneur du lait en matière grasse (MG) en fonction de la période de stockage à (+ 6° C )

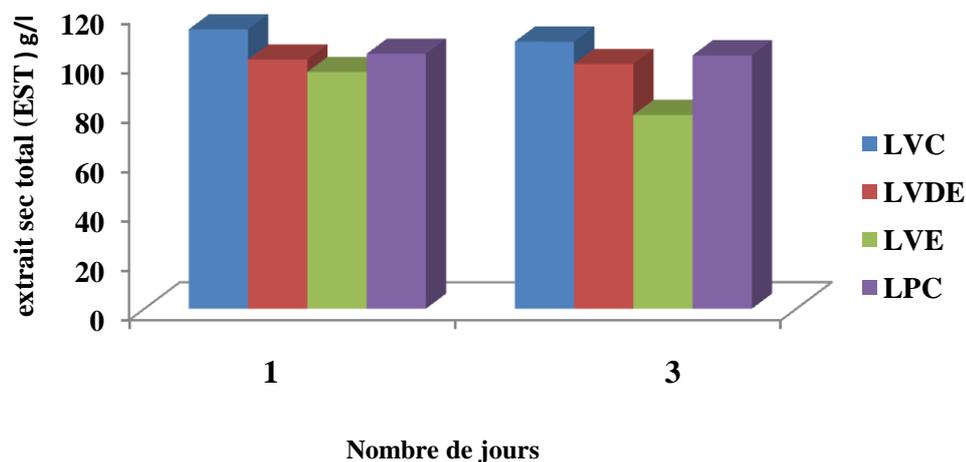
### III-1-5-Extrait Sec Total (EST) :

La teneur en matière sèche totale varie selon les 4 types de laits ; la plus grande valeur c'est l'EST de lait de vache conditionné avec une valeur égale à 113.22 g/l ;le lait pasteurisé conditionné est classé le 2eme avec une valeur égale à 103.28 g/l ;et la 3eme classe c'est le lait de vache demi-écrémé avec une valeur égale à 100.95 g/l ,par contre le lait de vache écrémé a un faible taux de matière sèche avec une valeur égale à 95.94 g/l.

On note que les valeurs de la matière sèche totale sont en décroissance pendant la durée de conservation dans le congélateur et dans le réfrigérateur sauf le lait de vache écrémé qui reste stable à partir du 3eme jour jusqu'au 15eme jour de stockage dans le congélateur.



**Figure 25 :** Variation de l'extrait sec total du lait (EST) en fonction de la période de stockage à (-10°C)

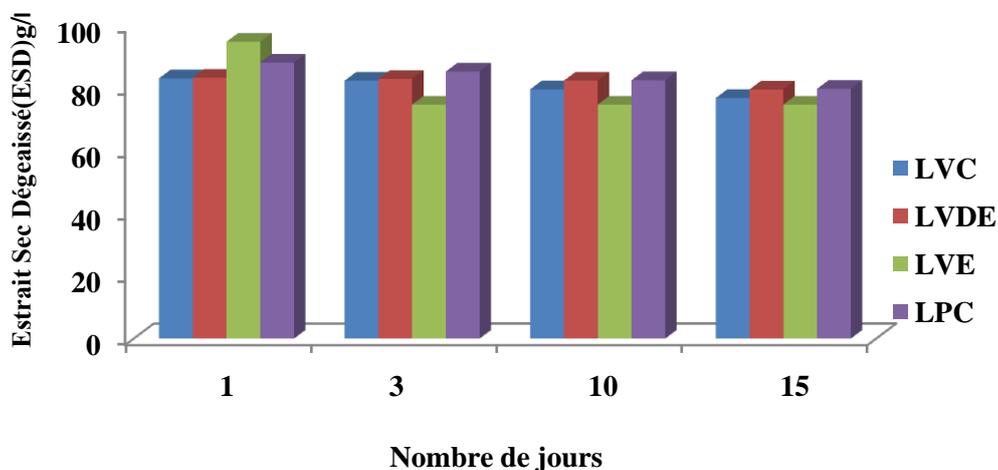


**Figure 26 :** Variation de l'extrait sec total du lait (EST) en fonction de la période de stockage à (6°C)

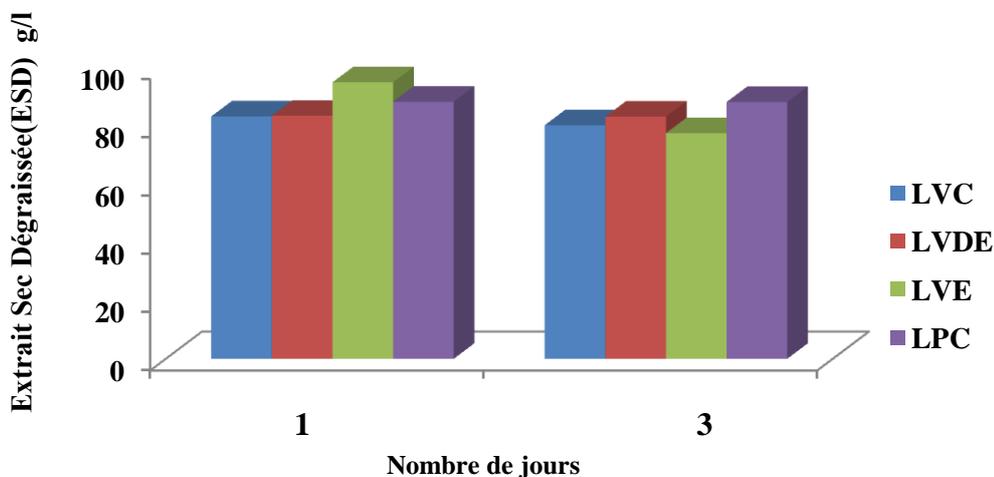
### III. 1.6. Extrait Sec dégraissé (ESD) :

Comme le montre l'histogramme le lait de vache conditionné et le lait de vache demi-écrémé ont des teneurs en matière sèche dégraissée presque similaire avec une différence de 0.23 g/l, en ce qui concerne le lait de vache écrémé et le lait pasteurisé conditionné on observe des teneurs en matière sèche dégraissée plus élevées que celle du lait de vache conditionnée et le lait de vache demi écrémé avec une valeur de 94.94 pour lait de vache demi-écrémé et 88.28 g/l pour le lait pasteurisé conditionné .

On note que les valeurs des matières sèches dégraissées sont en décroissance pendant la période de stockage dans le congélateur et le réfrigérateur.



**Figure 27 :** Variation de l'extrait sec dégraissée du lait (ESD) en fonction de la période de stockage à (-10°C)



**Figure 28 :** Variation de l'extrait sec dégraissée du lait (ESD) en fonction de la période de stockage à (+6°C).

### III. 1.7. Les protéines :

Pour les laits congelés à (-10°C) On remarque que Les taux de protéines pour les différents types de lait varient entre (34 g/l) et (41.1 g/l), on note aussi que les taux de protéines des quatre types de laits sont presque stable durant la durée de stockage du 1<sup>er</sup> au 15<sup>ème</sup> jour.

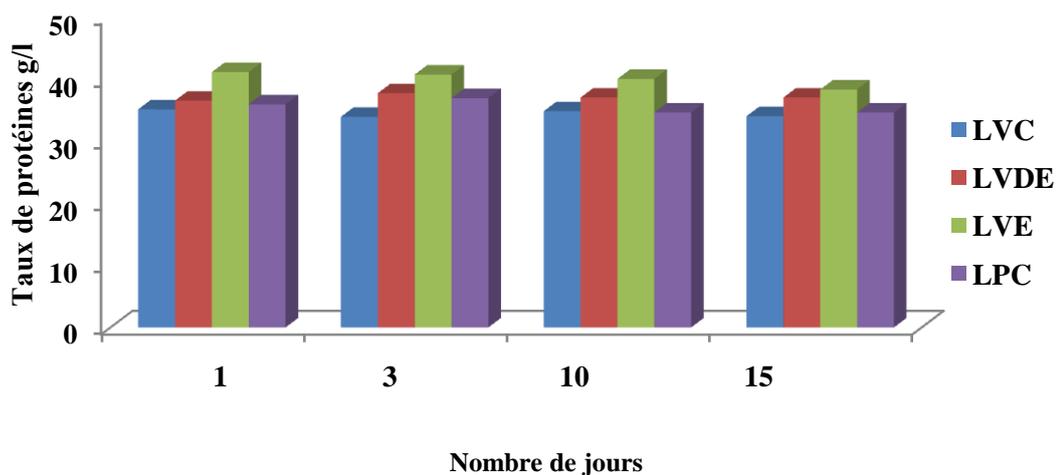
Même observation pour les laits réfrigérés à (6°C).

L'activité protéolytique élevée de nombreuses bactéries *Psychrotrophes* se manifeste encore à basse température. En outre la production des protéases est particulièrement forte au froid. C'est ainsi que pour *Pseudomonas fluorescens*, hôte fréquent des laits réfrigérés, elle est six fois plus importante à (3°C qu'à 30°C).

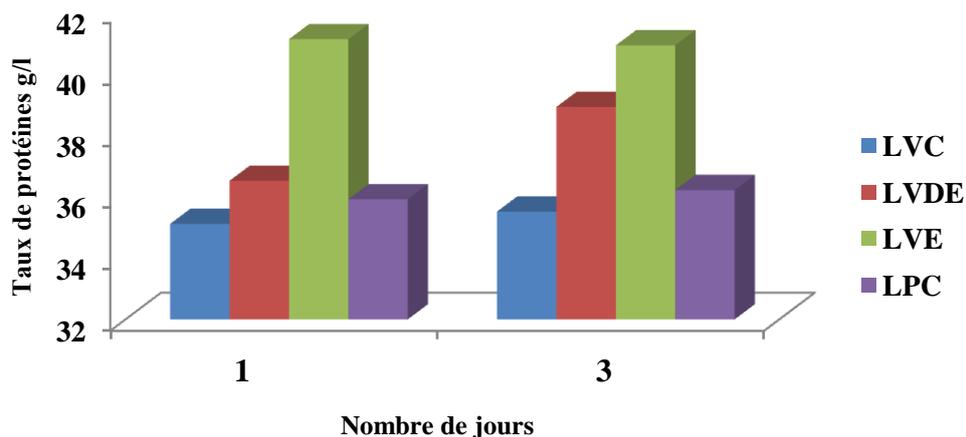
D'autre part, elles sont pour la plupart thermorésistantes de sorte que leur activité peut se manifester dans le lait après pasteurisation et même après traitement U.H.T. ce qui risque d'entraîner la gélification de ce dernier. Différents défauts de saveur comme l'amertume peuvent se développer dans le lait et les produits laitiers et les déprécier fortement, voire les rendre inconsommables. Lorsque la protéolyse s'accompagne d'une dégradation des acides aminés, elle peut provoquer un goût putride.

Il faut observer qu'une action très discrète des protéases peut avoir un effet favorable sur le développement des bactéries lactiques en leur fournissant des peptides et des acides aminés qui leur sont nécessaires. Le lait contenant des protéases naturelles thermorésistantes, son action peut interférer avec celles des bactéries *Psychrotrophes*. (FAO1985).

Les basses températures peuvent dénaturer les protéines (enzymes). Des protéines sont susceptibles de s'associer au cours des traitements de congélation comme les gliadines, les protéines aviaires, les protéines du lait... A l'inverse le froid peut entraîner une dissociation des structures oligomériques sans que leur réassociation soit forcément fonctionnelle. Une protéine possédant un rapport acide aminé hydrophobe/acide aminé polaire élevé sera très susceptible à la dénaturation au froid. **Cheftel et al .,( 1992)**



**Figure 29** : Variation de la teneur du lait en protéines en fonction de la période de stockage à (-10°C)



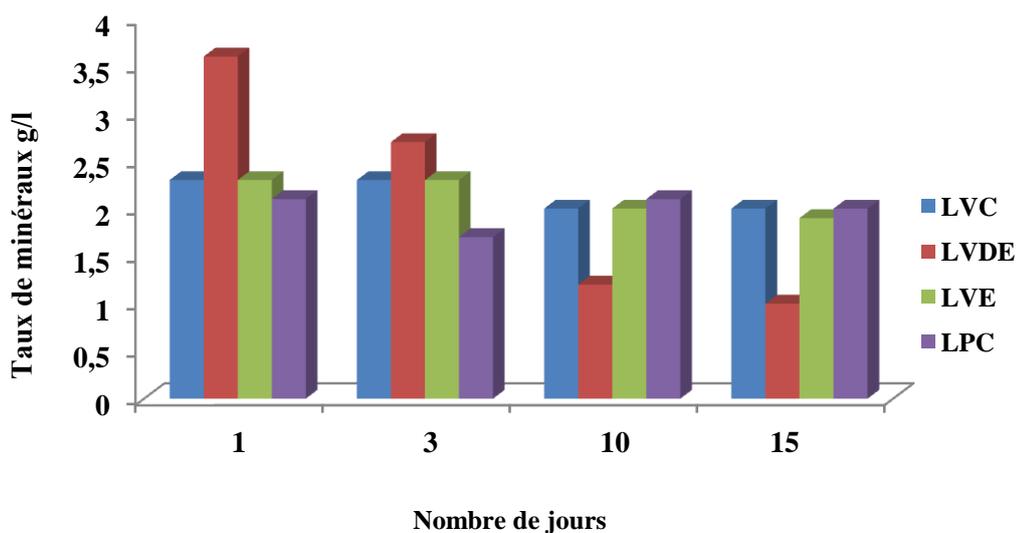
**Figure 30 :** Variation de la teneur du lait en protéines en fonction de la période de stockage à (+6°C)

### III. 1.8. Les minéraux :

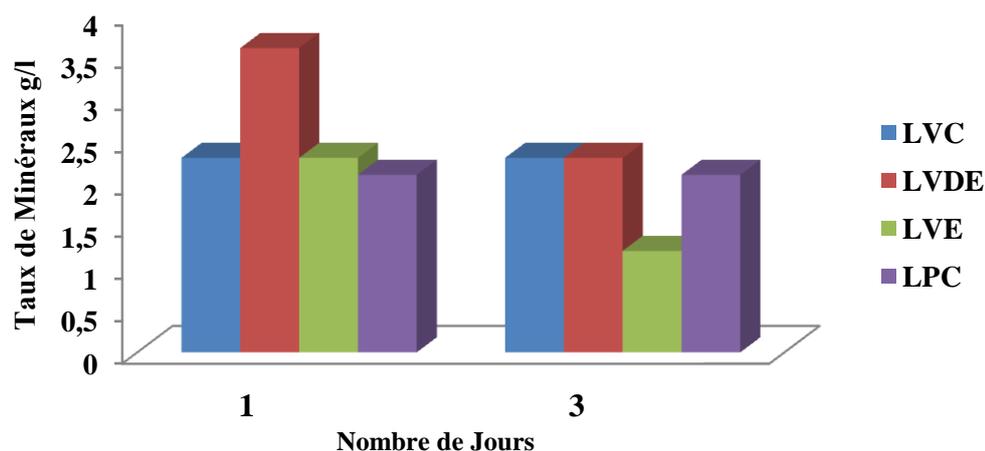
Le taux des minéraux pour les trois types des laits (lait de vache conditionné, lait de vache écrémé et le lait pasteurisé conditionné) sont presque identiques est varie entre 2.1 et 2.3 g/l, par contre dans le lait de vache demi-écrémé son taux est plus élevé soit 3.6 g/l.

Durant la durée de stockage à -10°C et 6°C on remarque que le taux des minéraux est presque stable pour le lait de vache conditionné, lait de vache écrémé et le lait pasteurisé conditionné, mais pour le lait de vache demi-écrémé le taux diminue au fur et à mesure de la période de stockage.

La solubilisation des éléments minéraux et l'affinité à se fixer avec les particules de caséines sont étroitement liées au pH du milieu.



**Figure 31 :** Variation de la teneur du lait en minéraux en fonction de la période de stockage à (-10°C)

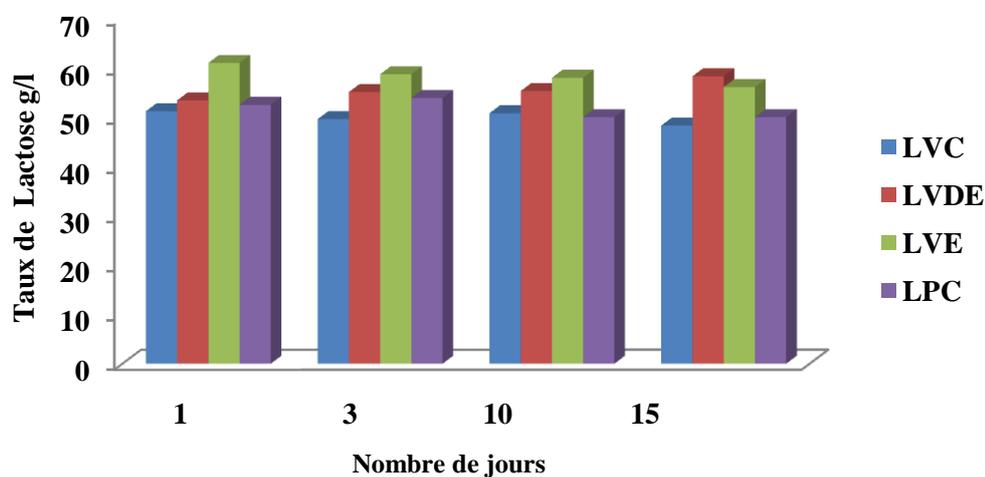


**Figure 32 :** Variation de la teneur du lait en minéraux en fonction de la période de stockage à (+6°C)

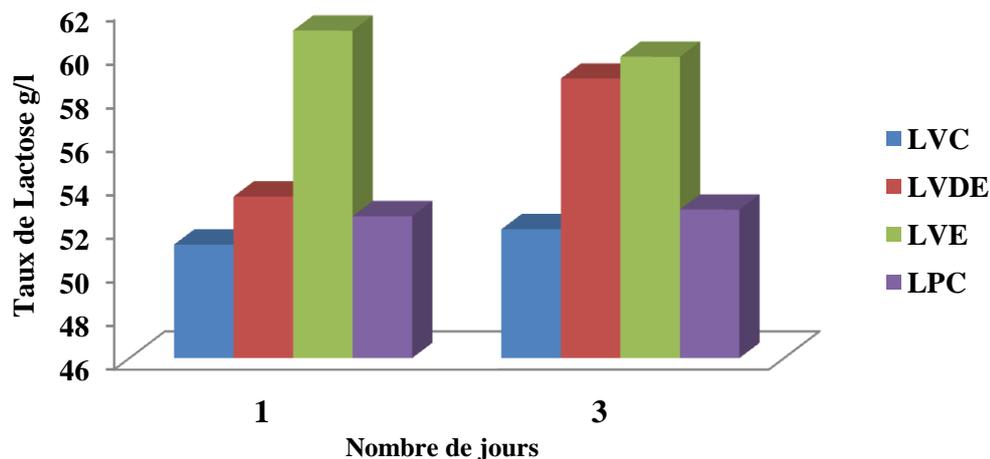
### III. 1.9. Lactose :

Le taux de lactose pour les trois types de lait (lait de vache conditionné, lait de vache demi-écrémé et le lait pasteurisé conditionné) est similaire et varie entre (51.2 et 53.4 g/l), par contre dans le lait de vache écrémé son taux est plus élevé soit (61 g/l).

On remarque que le taux du lactose est presque stable pour tout les types de lait et durant toute la période de stockage à (-10°C et +06°C).



**Figure 33 :** Variation de la teneur du lait en lactose en fonction de la période de stockage à (-10°C)



**Figure 34 :** Variation de la teneur du lait en lactose en fonction de la période de stockage à (6°C)

### Tableaux :11 Norme données concernant le lait pasteurisé reconstitué

Résultats des analyses chimiques du produit fini (après la conditionnement) :

Paramètres	prélèvement			Normes (AFNOR 1986)
	1 <sup>er</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	
pH	6.8	6.8	6.8	6.7 - 6.8
Acidité dornic (D°)	13	13	12.5	13 - 15
Extrait sec total (g/l)	101.3	101.0	100.8	-
Matière grasse (g/l)	15	15	15	≥ 15
Densité	1032	1032	1032	1032

Les résultats de l'analyse du produit fini avant et après conditionnement sont conformes aux normes mais il y a une faible diminution de l'extrait sec total dans le produit fini par rapport au produit intermédiaire, ceci est dû au passage d'eau au niveau de la chaîne de production (VIGNOLA, 2002)

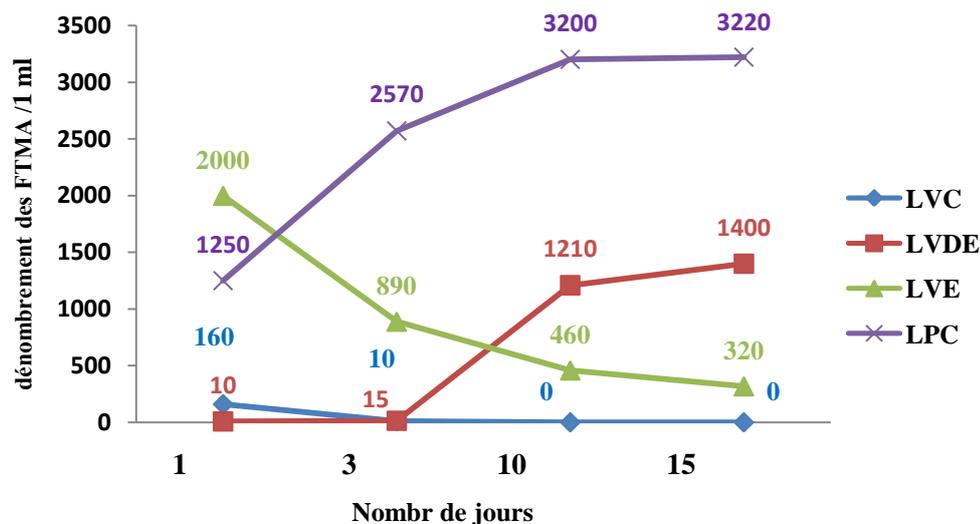
## III 2. Résultats des analyses bactériologiques

### III. 2.1. Flore Totale Mésophile Aérobie:

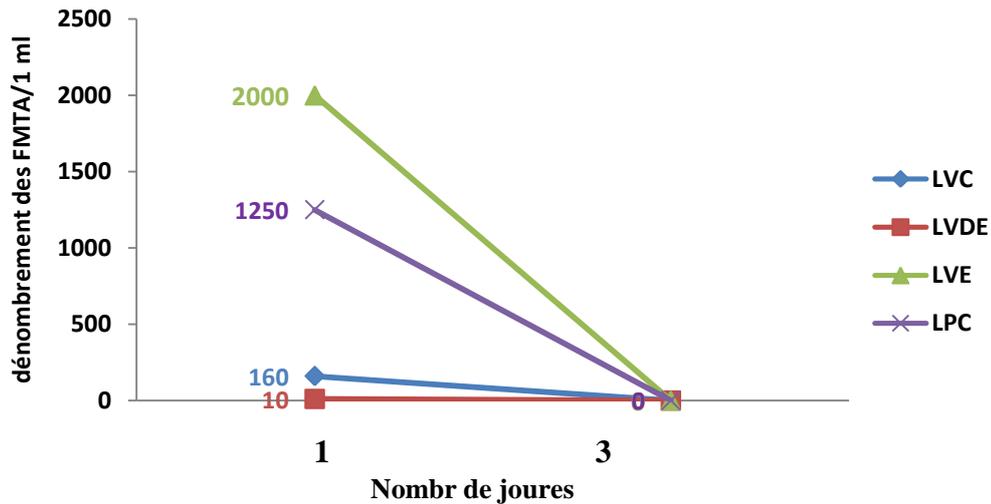
Les résultats concernant le dénombrement des germes totaux pour le 1<sup>er</sup> jour sont différents selon le type du lait de (2000 UFC/1ml) pour LVE et (1250 UFC/1 ml) pour le LPC, en ce qui concerne le lait de vache conditionné et le lait de vache demi-écrémé on note une faible charge (160UFC/1ml) pour LVC et (10UFC/1ml) pour LVDE.

Pour le lait pasteurisé conditionné conservé dans le congélateur (-10°C), on note une augmentation des germes totaux de (1250 à 3200 UFC/1ml) pendant les 15 jours de stockage. Pour le lait de vache écrémé et le lait de vache conditionné il y'a une diminution des germes totaux durant les 15 jours de stockage de (2000 à 320UFC/1ml) pour le lait de vache écrémé et de (160UFC/1ml) jusqu'à la disparition totale pour le lait de vache conditionné.

Par contre pour le lait de vache demi-écrémé on observe une augmentation des germes pendant la période de stockage de (10 à 1400 UFC/1 ml). Pour les laits réfrigérés à (6°C) les germes totaux sont diminués jusqu'a disparition pendant les 3 jours de stockage.



**Figure 35 :** Variation de la FTMA du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)



**Figure 36 :** Variation de la FTMA du lait en fonction de la période de stockage à (6°C)

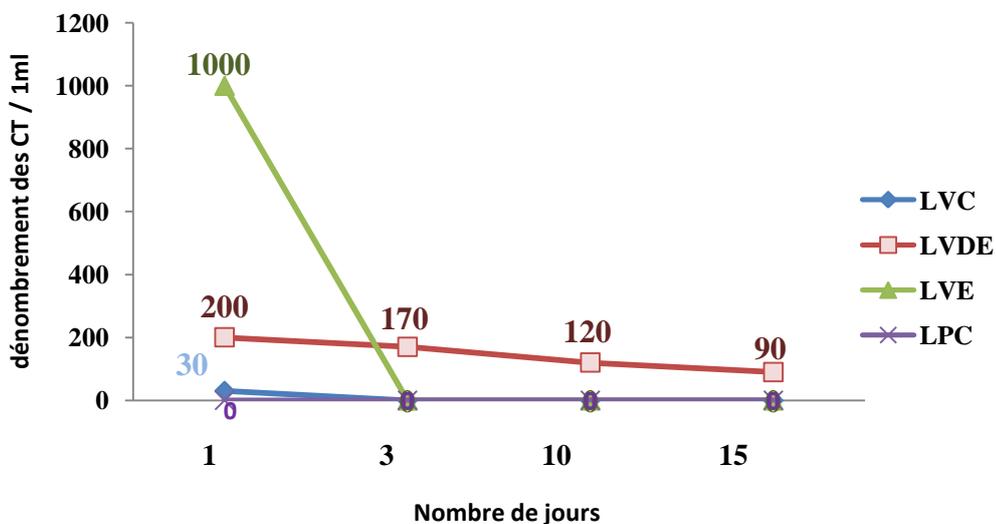
**III. 2.2. Coliformes totaux:**

Les analyses présentent une charge moyenne en coliformes totaux pour les 4 types de laits avec une valeur maximale pour le lait de vache écrémé égale à (1000UFC /1m ) et une valeur minimale pour le lait de vache conditionné égale à( 30UFC/1 ml).

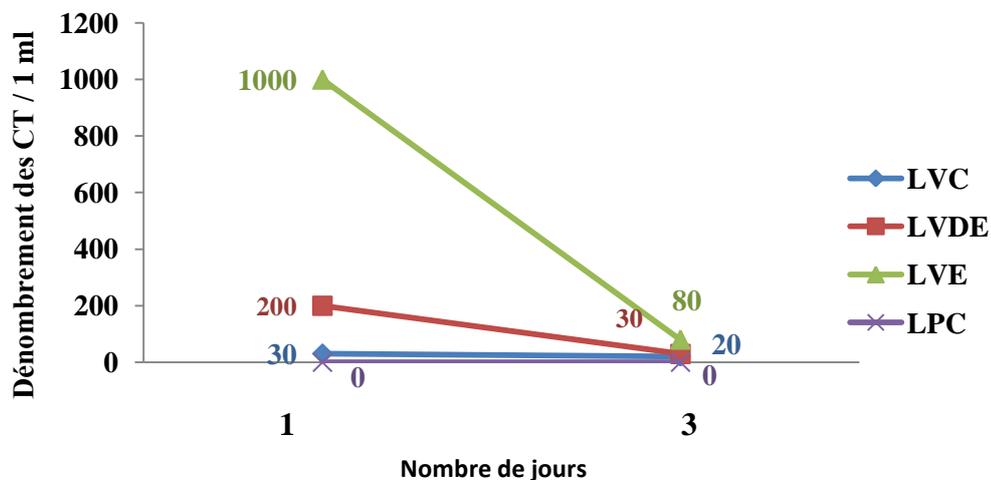
En ce qui concerne le lait de vache demi-écrémé a une valeur égale à( 200 UFC/1 ml)par contre aucune présence des coliforme totaux dans le lait pasteurisé conditionné .

Le nombre de Coliformes Totaux sont en décroissance pendant les 15 jours de stockage à (-10 °C) de (100 à 0 UFC/1 ml) pour lait de vache écrémé et de( 200 à 90 UFC /1 ml) pour le lait de vache demi-écrémé et de (30 à 0 UFC/1 ml) pour le lait de vache conditionné.

On note aussi une diminution dans le nombre des Coliformes Totaux pendant le 3 eme jour de stockage dans le réfrigérateur à (6 °C).



**Figure 37** : Variation des coliformes totaux du lait en fonction de la période de stockage à (-10°C)



**Figure 38** : variation des coliformes totaux du lait en fonction de la période de stockage à (+6°C)

Le développement microbien et les altérations que subit le lait pasteurisé exempt de recontaminations lorsqu'on le maintient à 6°C s'expliquent par la présence, parmi les germes qui ont résisté à la pasteurisation, d'un petit nombre d'organismes capables de se développer à basse température,

Le développement de bactéries sporulées dans le lait pasteurisé conditionné aseptiquement et maintenu à basse température a également été observé par **Langeveld (1970)**, par **Grosskopf et Harper (1969)** ainsi que par **Shehata et Collins (1971)**. Ces derniers auteurs ont montré que certains de ces organismes, du genre *Bacillus*, étaient capables de se développer même à (0° C). La conservation à basse température réduit la croissance et l'activité des bactéries à l'origine de la dégradation et prolonge la durée de conservation du lait. La conservation à des températures en dessous du minimum de croissance entraîne une prolongation continue de la phase de latence jusqu'à ce que la multiplication cesse et la croissance du microorganisme s'arrête (**DOYLE et al, 1997**).

### III. 2.3. Coliformes fécaux:

Selon les résultats de nos analyses, aucune présence de coliformes fécaux n'a été décelée, cette absence est due à la sensibilité de ces bactéries aux traitements thermique .dans le même ordre d'idées. **Rosier et al. (1995)**. ne manqueront pas souligner qu'en raison de leur sensibilité à la chaleur, leur présence dans les aliments cuits indique une contamination après traitement thermique.

**III 2.4. Staphylocoques:**

L'absence totale dans tous les échantillons on constate une absence totale des *Staphylococcus aureus* au niveau de la chaîne de fabrication du lait pasteurisé.

**Tableaux : 12 Résultats des analyses microbiologiques du produit fini**

Microorganisme recherches	Echantillon				
	1 <sup>er</sup> échant	2 <sup>ème</sup> échant	3 <sup>ème</sup> échant	normes	Références
Germes totaux 30 <sup>0</sup> C	1x10 <sup>4</sup>	2x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>4</sup>	NA (arrête 11.09.2004)
Coliformes totaux 37 <sup>0</sup> C	abs	Abs	Abs	1	NA (arrête 11.09.2004)
Coliformes fécaux 44 <sup>0</sup> C	abs	Abs	Abs	abs	NA (arrête 11.09.2004)
Staphylocoque aureus	abs	Abs	Abs	abs	NA (arrête 11.09.2004)

les résultats d'analyses microbiologiques de produit fini, montrent qu'il est de bonne qualité microbiologique vu l'absence totale des germes pathogènes et une charge de germes totaux inférieure à la norme ce qui est dû selon **(GUIRAUD, 2003)** à l'efficacité du traitement thermique pasteurisation qui détruit tous les microorganismes pathogènes

sans altérer la qualité organoleptique du produit, ceci confirme que l'ensemble des conditions de fabrication et d'hygiène a été convenablement respecté.

pour les normes relatives au lait de vache écrémé et semi écrémé j'ai pas trouvé des normes.

### *Discussion générale*

Acidité et le PH, ces 02 paramètres clés pour détecter la fraîcheur des laits étudiés.

L'acidité : augmentation légère de l'acidité avec la durée de stockage à la température de réfrigération (6°C) et de congélation à (-10°C).

La diminution du pH pour les quatre types de lait (LVC, LVDE, LVE, LPC) est graduelle du 1<sup>er</sup> au 15<sup>ème</sup> jour de conservation, qui ont été soumis à la congélation à la valeur de (-10°C). (**Sandra et al 2001**), explique que l'abaissement du pH est le résultat de la solubilisation partielle du calcium micellaire, son augmentation entraîne une diminution du calcium soluble qui passe dans la phase micellaire et s'insolubilise. La diminution du pH entraîne une augmentation du calcium ionique.

la Densité des laits c'est un paramètre clé pour évaluer la qualité d'un lait. Un lait riche en matière grasse a une densité faible et inversement. Une régression légère à été constatée, au cours de la durée de stockage notamment à (- 10°C) selon le type de lait.

On note que le taux de matière grasse des différents types de laits se décroît pendant la durée de stockage ; soit dans le congélateur ou bien dans le réfrigérateur.

La cristallisation des triglycérides augmente progressivement avec la diminution de la température. Il y a rétraction du globule entraînant une déformation de la membrane du globule ce qui amène à une éventuelle perte d'une partie de la membrane et une migration des phospholipides vers la phase aqueuse du lait (**SUREL, et al 1999**). L'altération d'une trop grande partie de la membrane libère les acides gras du globule et peut entraîner un phénomène de lipolyse de la matière grasse.

Pour la matière sèche totale et la matière sèche dégrées qui variée sellons la matier grasse

Les basses températures peuvent dénaturer les protéines (enzymes). Des protéines sont susceptibles de s'associer au cours des traitements de congélation comme les gliadines, les protéines aviaires, les protéines du lait... A l'inverse le froid peut entraîner une dissociation des structures oligomériques sans que leur réassociation soit forcément fonctionnelle. Une protéine possédant un rapport acide aminé hydrophobe/acide aminé polaire élevé sera très susceptible à la dénaturation au froid. (**Cheftel et al .,( 1992)**)

Durant la durée de stockage à -10°C et 6°C on remarque que le taux des minéraux est presque stable pour le lait de vache conditionné, lait de vache écrémé et le lait pasteurisé conditionné, mais pour le lait de vache demi-écrémé le taux diminue au fur et à mesure de la période de stockage.

La solubilisation des éléments minéraux et l'affinité à se fixer avec les particules de caséines sont étroitement liées au pH du milieu.

#### Pour les **Coliformes totaux**

Le développement microbien et les altérations que subit le lait pasteurisé exempt de recontaminations lorsqu'on le maintient à 6°C s'expliquent par la présence, parmi les germes qui ont résisté à la pasteurisation, d'un petit nombre d'organismes capables de se développer à basse température,

Le développement de bactéries sporulées dans le lait pasteurisé conditionné aseptiquement et maintenu à basse température a également été observé par **Langeveld (1970)**, par **Grosskopf et Harper (1969)** ainsi que par **Shehata et Collins (1971)**. Ces derniers auteurs ont montré que certains de ces organismes, du genre *Bacillus*, étaient capables de se développer même à (0°C). La conservation à basse température réduit la croissance et l'activité des bactéries à l'origine de la dégradation et prolonge la durée de conservation du lait. La conservation à des températures en dessous du minimum de croissance entraîne une prolongation continue de la phase de latence jusqu'à ce que la multiplication cesse et la croissance du microorganisme s'arrête (**DOYLE et al, 1997**).

# *Conclusion*

## ***Conclusion générale***

Le lait quelque soit sa forme d'utilisation représente pour L'homme une excellente denrée dont les vertus ne constituent plus un secret pour le grand public.

C'est un produit accessible par son prix, il vient combler le déficit en protéine animale et assurer une ration alimentaire plus ou moins équilibrée

L'objectif de cette étude et l'évaluation de l'influence de la température ( réfrigération à 6°C et congélation à -10°C ) pendant 15 jours de stockage sur la qualité physico chimiques et bactériologiques de 04 types de lait les plus commercialisés et fabriqués dans la laiterie de ARIB.

Ces résultats nous permettent de conclure :

**De point de vue microbiologique** : absence totale des germes pathogènes pour les 04 types de lait pouvant causer des altérations du produits / coliformes fécaux, Staphylocoques à 6°C ou à -10°C, néanmoins une légère augmentation de la charge bactérienne a été constatée au cours de la durée de stockage.

**Pour les paramètres physicochimiques** :

✓ Densité des laits : paramètre clé pour évaluer la qualité d'un lait Un lait riche en matière grasse a une densité faible et inversement. Une régression légère à été constatée, au constate pour les 4 types d'échantillons étudiés cela et due à une cristallisation progressive cours de la durée de stockage notamment à - 10°C selon le type de lait.

✓ Acidité et le PH, ces 02 paramètres clés pour détecter la fraîcheur des laits étudiés . Pour L'acidité il 'y a une augmentation légère de l'acidité avec la durée de stockage à la température de réfrigération 6°C et de congélation à -10°C.

✓ La matière grasse : au cours du stockage, une diminution significative de la MG a été des triglycérides avec la diminution de la température.

✓ Protéines et lactose : pas de changement significatif au cours du stockage et pour les 02 températures de stockage.

✓ Éléments minéraux : la solubilisation des éléments minéraux et l'affinité à se fixer avec les particules de caséines sont étroitement liées au pH du milieu.

On peut conclure, que quelque soit la température de stockage pratiquée pour le lait. Sa qualité nutritionnelle et bactériologique est étroitement liée à sa charge microbienne initiale.

*Références  
bibliographiqu  
es*

---

## Références Bibliographiques

- **ABOUTAYEB R., (2009) :** Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- **ADJEDJ F. et ADJIRI A., (2007) :** Contribution à l'étude de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques de quatre variétés de lait recombinaé pasteurisé et conditionné. Mémoire d'ingénieur d'état en nutrition, alimentation et technologies agro-alimentaires, INATAA, Université de Constantine
- **ADRIAN J., POTUS J. et FRANGNE R., (2004)** La science alimentaire de A à Z ,2 èmeédition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages).
- **AKLI BORDJAH. , 2011** analyse physico-chimique et microbiologique de laitUHT demi-écrémé centre de formation professionnelle EL HIDHAB Sétif Algérie \_ BTS en contrôle de qualité dans les industries agroalimentaire (10) pages.
- **AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R et TURGEON H., (2002) :** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et **Techniques** d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN : 3-25-29 (600 pages).
- **APRIA., (1980) :** Les laits reconstitués-Leurs utilisations, Association pour la Promotion Industrie Agriculture, **Paris** : 48-49-50 (345 pages)
- **AVEZARD C.L., et LABLEE J., (1990) :** Laits et produits laitiers recombinaés, In LUQUEE F.M., Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 536-538-539 (637 pages).
- **BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F., ZUCCA J. - "Microbiologie alimentaire, Tome 1" Tec Doc Lavoisier, 1996.**
- **BRULE G., (2004) :** Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits –La filière laitière, Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie d'Agriculture de France : 8 (24 pages).
- **BYLUND G., (1995) :**Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86 , Lund ,Sweden : 18-23-381(436 pages).
- **CHEFTEL J.C., CUQ J.L. ET LORIENT D :**Protéines alimentaires : biochimie, propriétés fonctionnelles, valeurs nutritionnelles, modifications chimiques : Tec et Doc Lavoisier Paris, 1992.

- **CLAUDE MICHEL J., POULIOT M., RICHARD J. et VALLERAND C., (2002)** : Lait de consommation In VIGNOLA C. L., Science et technologie du lait-transformation du Lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN : 298 (600 pages).
- **DEBRY G., (2001)** :Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).
- **DOYLE MP., BEUCHAT LR., MONTVILLE TJ. (1997).** Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. Washington DC: ASM Press, 94.
- **FAO., (2010)** : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Lait de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>
- **FAO( 1985)** : réfrigération du lait a la ferme et organisation des transports (parti 1 : action des froids sur le lait) M26ISBM92-5-202170-1.
- **FRANWORTH E. et MAINVILLE I. (2010)** : Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de **développement** sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>.
- **FREDOT E., (2005)** : Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, **Lavoisier : 10-14** (397 pages).
- **FREDOT E., (2006)** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, **Lavoisier : 25** (397 pages).
- **GAUCHERON F., (2004)** :Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783 (922 pages).
- **GERVOSON P.,(2007)** :Les laits fermentés-vos aillés pour une meilleure santé, Esco news,pileje-37 quai de Grenelle-75015,Paris:3 (7pages).
- **GELINAS P. - "Répertoire des microorganismespathogènes transmis par les aliments "Edisem , 1995.**
- **GROSSKOPF (J. C.), HARPER(W. J.) (1969).** - Role of psychrophilicsporeformer in long life milk. *J. DairySci.*, 52, 897.
- **HUIS IN'T VELD J.H.J. - Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. Int. J. FoodMicobiol., 1996, 33, 1-18.**
- **JEAN CHRISTIAN M., (2001)** :Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques, Paris <http://www.gret.org>.
- **JEANTET R., CROGUENEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007)** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456pages).
- **JEANTET R., CROGUENEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G., (2008)** : Les produits laitiers ,2 èmeédition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (185 pages)

- **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE., (2001) :** Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 **ramadan**1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la **commercialisation** du lait et produits laitiers.
- **JOURNALE OFFICIELLE DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE.,(1993) :**Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation ,N° JORA : 069 du 27-10-1993.
- **JOURNALE OFFICIELLE DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE 1999:** Arrêté interministériel du 13 Chaâbane 1420 correspondant au 21 novembre 1999 relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires, p.15. ( N° JORA : 087 du 08-12-1999 )
- **KRAFT A.A.** - "Psychrotrophic Bacteria in Foods:Disease and Spoilage" *CRC Press*,1962
- **LANGEVELD (L. P. M.) (1970).** - Refrigerated storage life of aseptically and non aseptically packaged milk. *Off. Org. K. Ned. Zuivelbond*, 62 (22), 544-546.
- **MADER.,2011:**industrie du lait en Algeria , EL WATAN [http://WWW.algerie\\_dz.com](http://WWW.algerie_dz.com)
- **NORME ALGERIENE ;** arrête interministereriel du 18 aout 1993
- **PIFFNER A., (2009) :**Lait en poudre, <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes>
- **POUGHEON S., (2001) :**Contribuona l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34 (102 pages).
- **POUGHEON S .et GOURSAUD J., (2001) :**Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
- **POINTURIER H., (2003) :**La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).Somesthésie-Neurosciences, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes <http://www.yopdf.en>
- **REUMONT P., (2009) :**Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.
- **RHEOTEST M., (2010) :**Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

- 
- **ROSSET P., (2002)**, Conservation domestique des aliments par le froid, *Le concours Médial*, vol. 124(15), p. 999-1005.
  - **ROSSET.P, ANNIE BEAUFORT, MARIE CORNU, G'ERARD POUMEYROL:** La chaine du froid en agroalimentaire. Cahier de Nutrition et de Di'et'etique, 2002, 37 (2), pp.124-130. <hal-00378384>
  - **ROSIER.J.ROSIER.F.CHABERTY.B** (1995) HACCP de la théorié à quelque contraintes coédite par la ausine collective et l'association d'hygiène alimentaire p: 11-20.
  - **RAGUENES N.** - Les amines biogènes. In : "Microbiologie alimentaire, Tome 1"(Bourgeois C.M.,Mescle J.F., Zucca J.) *Tec Doc Lavoisier*, 1996
  - **SANDRA , ISABELLE , , ANDREE SIMONE , POUGHEON.,(2001) :** contreibungen a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière :29pages
  - **STOLL W., (2003) :** Vaches laitières -L'alimentation influence la composition du lait , vol 9 , [http:// www.db- alp-admin-ch/ fr/ publication en / docs/ 2612.pdf](http://www.db-alp-admin-ch/fr/publication/en/docs/2612.pdf).
  - **SHEHATA(T. E.), COLLINS(E. B.) (1971).** - Isolation and identification of -psychrophilic species of *Bacillus* from milk. *Appl. Microbiol.*, 21, 466-469.
  - **THAPON J.L., (2005) :** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: 14(77 pages)
  - **VIGNOLA C.L., (2002) :** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34 (600 pages).
  - **VIERLING E., (2003) :** Aliment et boisson-Filière et produit, 2 ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).
  - **YAKHLEF H ., MADANI T., GHOZLANE F.ET BIR B.(2010).**Rôle du matériel animal et de l'environnement dans l'orientation des système d'élevage bovins en Algérie ;in : (la filière lait en Algérie).communication aux 8<sup>ème</sup> Journées des Science Vétérinaire,18et 19 avril .Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire D'Alger.

# *Annexes*

**ANNEXE : 01****Formules des milieux et directives pour leur préparation.****1/Gélose lactosée au désoxycholate****A -Les compositions de désoxycholate :**

-Peptone .....	10g
-Lactose.....	10g
-Na cl.....	05g
-Rouge neutre.....	033g
-Citrates de sodium .....	02g
-Desoxycholate de sodium.....	0.5g
-Agar.....	20g

❖ Desoxycholate (pH : 7.1+/-0.1 / ne pas autoclave)

**B-Préparation de milieu :**

- Mettre en suspension 42,5 g de milieu déshydraté (BK065) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution.
- Ne pas autoclaver.

**2/Gélose pour dénombrement (PCA) :**

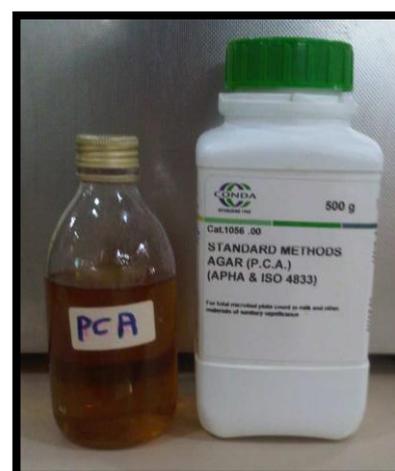
**A- Les Composition** (g) pouvant être modifiée pour 1 litre de milieu :

-Tryptone .....	5,0.g
-Extrait autolytique de levure .....	2,5.g
-Poudre de lait écrémé (exempt d'inhibiteur) ...	1,0. g
-Glucose.....	1,0. g
-Agar agar .....	15,0.g

❖ pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,0 ± 0,1.

**-B-Préparation de milieu**

- Mettre en suspension 20,5 g de milieu déshydraté (BK144) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution.



- Répartir en tubes ou en flacons.
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

### 3-Milieu de Giolitti et Cantoni

#### A /Les compositions

##### ○ Milieu de base :

Tryptone.....	10 g
Extrait de viande.....	5 g
Extrait de levure.....	5 g
Chlorure de lithium.....	5 g
Mannitol.....	20 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Glycine.....	1,2 g
Pyruvate de sodium.....	3 g
Eau distillée.....	1000 ml



#### B/Preparation

Faire dissoudre les produits dans l'eau en chauffant et en agitant pour obtenir une dissolution complète. Refroidir à 50-60 °C et ajuster le pH à 6,9 ±0,1. Répartir à raison de 19 ml dans des tubes de 20 x 200. Autoclaver 20 mn à 115 °C. Avant utilisation, chasser l'air par chauffage à 100 °C pendant 20 mn. Refroidir.

##### ○ Solution de tellurite de potassium

#### A-Les compositions

-Tellurite de potassium.....	1 g
-Eau distillée.....	100 ml

#### B-Préparation de milieu

Dissoudre le tellurite de potassium dans l'eau. Stériliser par filtration.

**ANNEXE : 02 les photos d'analyses physico-chimiques & bactériologiques du quatre type des laits dans laiterie d' ARIB**



**Photo1** : les différents types du lait étudiés



**Photo 2** : Mesure du pH par un pH Mètre



**Photo3** : Mesure de la densité du lait



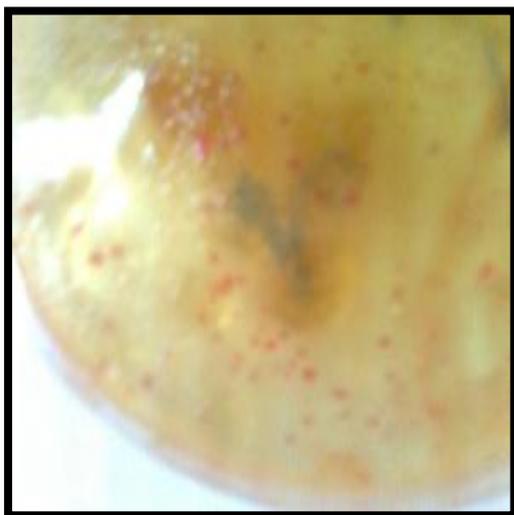
**Photo 5** : Mesure de la teneur en matière grasse à l'aide d'un butyromètre



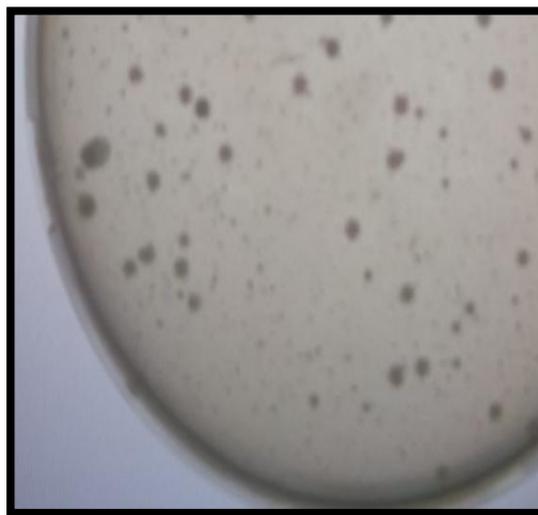
**Photo 6 :** Milko scan



**Photo7:** Mesure d'Acidité titrable en °D pour le lait de vache entier



**Photo 8 :** des Colonies (les coliformes) après ensemencement



**Photo 9 :** des Colonies blanc (Les Germes) après ensemencement

**ANNEXE : 03**

- **Les résultats d'analyse physico-chimique de 1<sup>er</sup> jour a 4° C pour les 2 échantillons**

Les paramètres physico-chimiques	Echantillons	LVC	LVDE	LVE	LPC
<b>MG</b>	<b>E1</b>	30	17.5	trace	15
	<b>E2</b>	29	16	trace	15
<b>ESD</b>	<b>E1</b>	83.22	83.45	trace	88.28
	<b>E2</b>	85.75	83.15	trace	88.2
<b>EST</b>	<b>E1</b>	113.22	100.95	trace	103.28
	<b>E2</b>	114.75	99.15	trace	103.88
<b>D</b>	<b>E1</b>	1029	1030	1030	1032
	<b>E2</b>	1030	1030	1030	1032
<b>ACID</b>	<b>E1</b>	14	14	14	12
	<b>E2</b>	15	14	15	13
<b>PH</b>	<b>E1</b>	6.72	6.75	6.78	6.87
	<b>E2</b>	6.8	6.68	6.78	6.87
<b>Protéines</b>	<b>E1</b>	2.3	3.6	2.3	2.1
	<b>E2</b>	35.1	36.7	41.7	35
<b>Minéraux</b>	<b>E1</b>	2.3	3.6	2.3	2.1
	<b>E2</b>	2.3	3.7	2.3	2.1
<b>Lactose</b>	<b>E1</b>	51.2	53.4	6.1	52.5
	<b>E2</b>	51.2	53.5	60.1	52.2

- Les résultats d'analyse physico-chimique de 3ème jour a +6°C et -10°C pour les 2 échantillons

Les paramètres physico-chimiques	Echantillons	LVC		LVDE		LVE		LPC	
		T : 6	T : -10	T : 6	T : -10	T : 6	T : -10	T : 6	T : -10
MG	E1	30	26	16	15.5	trace	trace	14.5	14
	E2	29	26	15.5	15	trace	trace	14.9	13.7
ESD	E1	83.22	82.48	83.15	83.05	trace	trace	88.18	85.41
	E2	83.08	79.82	83.05	82.9	trace	trace	88.26	82.69
EST	E1	113.22	108.48	99.15	98.55	trace	trace	102.6	99.41
	E2	112.08	105.82	98.55	79.9	trace	trace	103.16	96.39
D	E1	1029	1029	1030	1030	1029	1028	1032	1031
	E2	1029	1028	1030	1030	1030	1028	1032	1030
ACID	E1	16	15	14	15	15	15	13	13
	E2	14	14	14	13	18.5	15	11	11
PH	E1	6.6 2	6.60	6.64	6.64	6.54	6.53	6.60	6.75
	E2	6.56	6.60	6.77	6.75	6.46	6.58	6.60	6.73
Protéines	E1	35.1	33.9	38.9	37.7	40.9	40.7	36.2	36.9
	E2	34	34	37.4	37.7	39.4	38.9	35.6	35
Minéraux	E1	2.3	2.3	2.4	2.7	1.8	2.3	2.1	1.7
	E2	2.3	2.1	2.8	2.8	2.1	2.3	2.3	2.4
Lactose	E1	51.2	49.6	58.8	55.1	59.8	58.7	52.2	53.9
	E2	49.7	49	54.7	55	57.6	57	52	51

- Les résultats d'analyse physico-chimique de 10<sup>ème</sup> jour a +6°C et -10°C pour les 2 échantillons

Les paramètres physico-chimiques	Echantillons	LVC	LVDE	LVE	LPC
<b>MG</b>	<b>E1</b>	25.5	12.7	trace	13.3
	<b>E2</b>	26	12.3	Trace	13
<b>ESD</b>	<b>E1</b>	79.72	82.49	trace	82.61
	<b>E2</b>	79.82	82.39	trace	82.55
<b>EST</b>	<b>E1</b>	105.22	95.19	trace	95.91
	<b>E2</b>	105.82	94.59	trace	95.55
<b>D</b>	<b>E1</b>	1028	1030	1028	1030
	<b>E2</b>	1028	1030	1028	1030
<b>ACID</b>	<b>E1</b>	16	16	15	14
	<b>E2</b>	14	14	15	10
<b>PH</b>	<b>E1</b>	6.47	6.56	6.50	6.68
	<b>E2</b>	6.55	6.55	6.54	6.72
<b>Protéines</b>	<b>E1</b>	34.8	37	40	34.6
	<b>E2</b>	34	37	38.5	35.1
<b>Minéraux</b>	<b>E1</b>	2	1.2	2	2.1
	<b>E2</b>	2	1.3	2.1	2.2
<b>Lactose</b>	<b>E1</b>	50.8	55.3	58	50
	<b>E2</b>	49	55	56.3	51.3

- Les résultats d analyse physico-chimique de 15<sup>ème</sup> jour a +6C et -10C pour les 2 échantillons

Les paramètres physico-chimiques	Echantillons	LVC	LVDE	LVE	LPC
<b>MG</b>	<b>E1</b>	25	12	trace	13
	<b>E2</b>	26	12	trace	13
<b>ESD</b>	<b>E1</b>	76.95	79.68	trace	79.88
	<b>E2</b>	77.15	79.68	trace	79.88
<b>EST</b>	<b>E1</b>	101.95	91.68	trace	92.88
	<b>E2</b>	103.15	91.68	trace	92.88
<b>D</b>	<b>E1</b>	1027	1029	1028	1029
	<b>E2</b>	1027	1029	1028	1029
<b>ACID</b>	<b>E1</b>	17	16	16	14
	<b>E2</b>	14	14	15	11
<b>PH</b>	<b>E1</b>	6.40	6.50	6.47	6.75
	<b>E2</b>	6.54	6.56	6.53	6.76
<b>Protéines</b>	<b>E1</b>	34	37	38.3	34.6
	<b>E2</b>	33	36	38	34.7
<b>Minéraux</b>	<b>E1</b>	2	1	1.9	2
	<b>E2</b>	2	1	2	2
<b>Lactose</b>	<b>E1</b>	48.3	58.3	56.1	50.6
	<b>E2</b>	48	56	56	50.3

• Les résultats d'analyse bactériologique pour les 2 échantillons

Les jours	Les analyses bactériologiques	Echenillons	LVC	LVDE	LVE	LPC
1 <sup>er</sup> jour a T=4C	GT	E1	16x10	1X10	200x10	125x10
		E2	16x10	Abs	200x10	120x10
	CF	E1	Abs	Abs	Abs	Abs
		E2	Abs	Abs	Abs	Abs
	CT	E1	3x10	20x10	100x10	Abs
		E2	3x10	21x10	100x10	Abs
3 <sup>ème</sup> jour a T=6C	GT	E1	0	0	0	0
		E2	Abs	Abs	Abs	Abs
	CF	E1	Abs	Abs	Abs	Abs
		E2	Abs	Abs	Abs	Abs
	CT	E1	2x10	3x10	8x10	Abs
		E2	1x10	4x10	3x10	Abs
3 <sup>ème</sup> jour a T=10C	GT	E1	1x10	2X10	89x10	257x10
		E2	3x10	120x10	100x10	Abs
	CF	E1	Abs	Abs	Abs	Abs
		E2	Abs	Abs	Abs	Abs
	CT	E1	Abs	17x10	Abs	Abs
		E2	Abs	9x10	Abs	Abs
10 <sup>ème</sup> jour a T=10C	GT	E1	0	121x10	46x10	320x10
		E2	Abs	120x10	50x10	205x10
	CF	E1	Abs	Abs	Abs	Abs
		E2	Abs	Abs	Abs	Abs
	CT	E1	Abs	12x10	Abs	Abs
		E2	Abs	9x10	Abs	Abs
15 <sup>ème</sup> jour a T=15C	GT	E1	0	140x10	32x10	322x10
		E2	Abs	80x10	35x10	150x10
	CF	E1	Abs	Abs	Abs	Abs
		E2	Abs	Abs	Abs	Abs
	CT	E1	Abs	9x10	Abs	Abs
		E2	Abs	3x10	Abs	Abs

## ANNEXE : 04 Arrêté Algérien Interministériel du 24 janvier 1998.

8		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35		Aouel Safar 1419 27 mai 1998	
ANNEXE I					
CRITERES MICROBIOLOGIQUES RELATIFS A CERTAINES DENREES ALIMENTAIRES					
TABLEAU I					
CRITERES MICROBIOLOGIQUES DES LAITS ET DES PRODUITS LAITIERS					
PRODUITS	n	c	m		
<b>1. Lait cru :</b>					
— germes aérobies à 30° C	1	—	10 <sup>5</sup>		
— coliformes fécaux	1	—	10 <sup>3</sup>		
— streptocoques fécaux	1	—	abs/0,1ml		
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	absence		
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	1	—	50		
— antibiotiques	1	—	absence		
<b>2. Lait pasteurisé conditionné :</b>					
— germes aérobies à 30° C	1	—	3.10 <sup>4</sup>		
— coliformes :					
* sortie usine	1	—	1		
* à la vente	1	—	10		
— coliformes fécaux					
* sortie usine	1	—	absence		
* à la vente	1	—	absence		
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	1		
— phosphatase	1	—	négatif		
<b>3. Lait stérilisé et lait stérilisé UHT (nature et aromatisé) :</b>					
— germes aérobies à 30° C	5	2	< 10/0,1 ml		
— test de stabilité	5	0	négatif		
— test alcool	5	0	négatif		
— test chaleur	5	0	négatif		
<b>4. Lait concentré non sucré :</b>					
— test de stabilité	5	0	négatif		
— test alcool	5	0	négatif		
— test chaleur	5	0	négatif		
<b>5. Lait concentré sucré :</b>					
— germes aérobies à 30° C	5	2	10 <sup>4</sup>		
— coliformes	5	0	absence		
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence		
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence		
— levures et moisissures	5	0	absence		
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence		
<b>6. Lait déshydraté conditionné (1) :</b>					
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 <sup>4</sup>		
— coliformes	5	2	5		
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence		
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence		
— levures et moisissures	5	2	50		
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence		
— antibiotiques	1	0	absence		