

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 8 ماي 1945 قالمة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie  
Spécialité/Option : Production et Transformation Laitières  
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement  
Filière : Science alimentaire

### Variation de la qualité physico-chimique, bactériologique et organoleptique des laits destinés à la consommation durant le stockage à froid

Présenté par :

Hana ZOUAIDIA

Khawla BRAHMIA

Devant le jury composé de :

Pr. Abdelaziz BENYOUNES (Professeur)	Président	Université de Guelma
Dr. Aissam BOUSBIA (MCB)	Encadreur	Université de Guelma
Dr. Sofiane BOUDALIA (MCA)	Examineur	Université de Guelma

Juin 2018

# Remerciements

Il est primordial de remercier « **ALLAH** » le Tout-Puissant de tout ce qu'il nous apporte dans la vie et de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce travail.

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur, **Dr. BOUSBIA Aissam**, pour son savoir-faire, ses conseils, sa compétence, sa patience, son enthousiasme et l'attention particulière avec laquelle il a suivi et dirigé ce travail, nous le remercions vivement.

Nos respects et notre reconnaissance vont au **Pr. BENYOUNES Abdelaziz**, pour avoir accepté de présider ce jury.

Nous tenons à remercier **Dr. BOUDALIA Sofiane** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

**Nous témoignons toute nos reconnaissance à :**

Madame **BEN SALAH Amel**, pour son aide.

Monsieur **GUEROUI Yassine**, pour ses remarques constructives qui ont contribué à l'amélioration de ce mémoire.

Melle **GUANAFLI**, responsable des laboratoires pédagogiques de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université de Guelma.

Melle **DJORFI H.**, ingénieur de laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université de Guelma.

Madame **MIRABT Hassiba** et **BOUCHBOT Luiza** les techniciennes du laboratoire pédagogique de microbiologie de l'université 8 mai 1945 Guelma pour leurs aides et leurs patiences.

Au personnel administratif de la laiterie, Dans lequel nous avons appliqué des analyses physico-chimiques.

Un grand merci pour tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, qu'ils trouvent ici l'expression de tous nos remerciements.

### Résumé

**Contexte** : Le froid est plus particulièrement la réfrigération, constitue l'un des moyens les plus utilisés pour prolonger le délai de la consommation du lait, donc il est indispensable de maîtriser cette technique. **L'objectif** de ce travail était d'analyser l'influence de la durée et la température du stockage sur les caractéristiques physico-chimique, bactériologique et organoleptique du lait. **Méthodologie** : Deux essais de réfrigération à 4°C et 7°C du lait cru, lait entier pasteurisé et reconstitué ont été réalisés pendant une durée de dix jours, durant laquelle des analyses physicochimiques, bactériologiques et sensorielles ont été réalisées. **Résultats** : le mouillage a été moins marqué au cours du stockage, que ce soit le type du lait ou la température. La densité et la conductivité électrique ont été augmentées dans le lait cru où l'augmentation la plus importante a été enregistrée après sept jour de conservation à 7°C, tandis qu'elles restent stables dans le lait entier usiné et reconstitué. La Conductivité électrique était positivement corrélée avec l'augmentation de la température du stockage, et avec la teneur en acide lactique ( $p < 0,05$ ), ce qui leur a permis d'être utilisé comme un indicateur d'altération du lait conservé à froid. La matière grasse a été diminuée significativement au cours du stockage dans les 3 types du lait, alors que le stockage à froid n'affecte pas les protéines dans le lait entier ou reconstitué. le risque de la protéolyse est signalé depuis le premier jour du stockage seulement dans le lait cru, avec charges moyennes supérieures à  $10^6$  UFC ml<sup>-1</sup>. **Conclusion** : la conservation à froid du lait est soumise aux bonnes conditions hygiéniques de la collecte et aux bonnes pratiques industrielles.

**Mots clés** : lipolyse, psychrotrophe, lait, conductivité électrique, acide lactique, altération.

## Abstract

---

### Abstract:

**Background:** Cold is more particularly the refrigeration, constitutes one of the means most used to extend the time of the consumption of the milk, so it is essential to master this technique. **The objective** of this study was to analyze the influence of storage duration and temperature on physicochemical, bacteriological and sensory qualities of milk. **Methodology:** Two refrigeration tests at 4 °C and 7 °C of raw milk, pasteurized and reconstituted whole milk were carried out for a period of ten days, during which physicochemical, bacteriological and sensory analyzes were carried out. **Results:** Wetting was less marked during storage, whether it was the type of milk or the temperature. Density and electrical conductivity were increased in raw milk where the largest increase was recorded after seven days of storage at 7 °C while remaining stable in processed and reconstituted whole milk. Electric Conductivity (EC) was positively correlated with increasing of storage temperature and with lactic acid content ( $p < 0.05$ ), which allowed them to be used as an indicator of alteration of cold-preserved milk. Fat was significantly decreased during storage in the 3 types of milk, while cold storage did not affect protein in whole or reconstituted milk. the risk of proteolysis was reported from the first day of storage only in raw milk, with average  $10^6$  CFU ml<sup>-1</sup>. **Conclusion:** the cold storage of milk is subject to the hygienic conditions of collection and good industrial practices.

**Keywords:** lipolysis, psychrotroph, milk, electrical conductivity, lactic acid, alteration.

**المخلص:**

**السياق:** البرد وبشكل خاص التبريد، يشكل إحدى الوسائل الأكثر استخدامًا لتمديد مدة صلاحية الحليب المخصص للاستهلاك، لذلك من الضروري التحكم في هذه التقنية. **الهدف** من هذا العمل يكمن في تحليل انعكاس مدى تأثير مدة التخزين ودرجة الحرارة على الخصائص الفيزيوكيميائية، البكتريولوجية والحسية للحليب. **المنهجية:** تم إجراء تجربتين للتبريد عند 7 و4 درجة مئوية لكل من الحليب الخام، الحليب الكامل المبستر والمعاد تكوينه لمدة عشرة أيام، تم خلالها إجراء التحاليل الفيزيوكيميائية، البكتريولوجية والحسية. **النتائج:** الرطوبة أقل وضوحًا خلال مدة التخزين، مهما كان نوع الحليب أو درجة الحرارة. تم زيادة الكثافة والتوصيل الكهربائي في الحليب الخام، حيث سجلت أكبر زيادة بعد سبعة أيام من التخزين عند 7 درجات مئوية، بينما بقيت ثابتة في الحليب الكامل المعالج والمعاد تكوينه. وارتبط التوصيل الكهربائي بشكل إيجابي مع زيادة درجة حرارة التخزين، ومع كمية الحمض اللبني ( $p < 0.05$ )، مما سمح باستخدامها كمؤشر على تلف الحليب المخزن في البرودة. انخفضت الدهون بشكل ملحوظ أثناء التخزين في جميع أنواع الحليب الثلاثة، بينما التخزين في البرودة لم يؤثر على البروتين في الحليب الكامل أو المعاد تكوينه. لوحظ خطر التحلل البروتيني من اليوم الأول للتخزين في الحليب الخام فقط، مع كتلة متوسطة أكبر من  $10^6$  وحدة مكونة للخلية في الملييلتر. **خاتمة:** حفظ الحليب في البرودة يجب ان يخضع لشروط النظافة الصحية أثناء تجميعه أو خلال الممارسات الصناعية.

**الكلمات المفتاحية:** الحمض اللبني، تحليل الدهون، البكتيريا المحبة للبرودة، الحليب، الناقلية الكهربائية، تلف.

## Sommaire

Liste des tableaux .....	I
Listes des figures .....	II
Listes des Annexes .....	III
Introduction/objectif.....	1
<b>La première partie : synthèse bibliographique</b>	
1. synthèse bibliographique .....	3
<b>La deuxième partie : étude expérimentale</b>	
1. Matériel et Méthodes .....	6
1.1 Prélèvement, échantillonnage et enquête .....	6
1.2 Caractérisation du lait pendant le prélèvement et au cours du stockage .....	7
1.2.1 Analyses physico-chimiques .....	7
1.2.2 Analyses bactériologiques.....	8
1.2.3 Analyses organoleptiques (sensorielles) .....	9
1.2.3.1 Approbation éthique .....	9
1.2.3.2 Préparation des échantillons .....	9
1.2.3.3 Epreuve discriminante : test triangulaire .....	9
1.2.3.4 Epreuve descriptive : établissement d'un profil sensoriel .....	10
1.2.4 Analyse statistique .....	10
2. Résultats et discussions.....	12
2.1 Evolution de la qualité physico-chimique du lait réfrigéré au cours du stockage..	12
2.2 Evolution de la qualité nutritionnelle du lait réfrigéré au cours du stockage .....	19
2.3 Evolution de la qualité bactériologique du lait réfrigéré au cours du stockage ....	24
2.3.1 Evolution de la flore mésophile totale au cours du stockage .....	24
2.3.2 Evolution de la flore psychrotrophe au cours du stockage.....	27
2.3.3 Evolution de la flore <i>pseudomonas</i> au cours du stockage .....	31
2.3.4 Evolution de la flore protéolytique au cours du stockage .....	34
2.3.5 Evolution de la flore lipolytique au cours du stockage .....	37
2.4 Evolution de la qualité organoleptique du lait réfrigéré au cours du stockage.....	40
2.4.1 Test discriminatif .....	40
2.4.2 Test descriptif .....	41
Conclusion .....	45
Références bibliographiques .....	46



**Liste des tableaux**

<b>Tableau 1</b> : Analyses microbiologiques du lait cru entier pasteurisée et reconstitué .....	<b>8</b>
<b>Tableau 2</b> : Effet de la réfrigération sur la qualité physicochimique du lait cru au cours du stockage.....	<b>16</b>
<b>Tableau 3</b> : Effet de la réfrigération sur la qualité physicochimique du lait entier pasteurisée au cours du stockage .....	<b>17</b>
<b>Tableau 4</b> : Effet de la réfrigération sur la qualité physicochimique du lait reconstitué pasteurisée au cours du stockage.....	<b>18</b>
<b>Tableau 5</b> : Effet de la réfrigération sur la qualité nutritionnelle du lait cru au cours du stockage.....	<b>21</b>
<b>Tableau 6</b> : Effet de la réfrigération sur la qualité nutritionnelle du lait entier de vache pasteurisé au cours du stockage.....	<b>22</b>
<b>Tableau 7</b> : Effet de la réfrigération sur la qualité nutritionnelle du lait Reconstitué de vache pasteurisé au cours du stockage.....	<b>23</b>
<b>Tableau 8</b> : FMAT au jour d'échantillonnage et pendant le stockage.....	<b>25</b>
<b>Tableau 9</b> : Flore psychrotrophe pendant le stockage .....	<b>29</b>
<b>Tableau 10</b> : Flore <i>pseudomonas</i> pendant le stockage.....	<b>32</b>
<b>Tableau 11</b> : Flore protéolytique pendant le stockage.....	<b>35</b>
<b>Tableau 12</b> : Flore lipolytique pendant le stockage.....	<b>38</b>
<b>Tableau 13</b> : Nombre d'échantillons corrects et incorrects obtenus dans le test triangulaire (entier pasteurisé) .....	<b>40</b>
<b>Tableau 14</b> : Nombre d'échantillons corrects et incorrects obtenus dans le test triangulaire (lait reconstitué) .....	<b>40</b>
<b>Tableau 15</b> : Effet du stockage (durée et température) sur quelques attributs de la qualité sensorielle du lait (moyenne +écart type) .....	<b>42</b>
<b>Tableau 16</b> : Effets du stockage (durée et température) sur quelques attributs de la qualité sensorielle <sup>1</sup> du lait (moyenne ± écart type).....	<b>42</b>

**Liste des figures**

<b>Figure 1</b> : préparation et répartition des échantillons .....	<b>6</b>
<b>Figure 2</b> : équipement utilisés durant les essais : A) pH-mètre ;B) Réfractomètre ;D) Lactoscan, E) Compteur des colonies, F) Incubateur .....	<b>7</b>
<b>Figure 3</b> : échelle structurée du profil sensoriel.....	<b>10</b>
<b>Figure 4</b> : variation du pH en fonction de la durée et température du stockage.....	<b>14</b>
<b>Figure 5</b> : relation entre la conductivité électrique et l'acide lactique dans le lait .....	<b>15</b>
<b>Figure 6</b> : évolution de la flore mésophile aérobique totale au cours de l'entreposage réfrigéré .....	<b>26</b>
<b>Figure 7</b> : évolution de la flore psychrotrophe au cours de l'entreposage réfrigéré .....	<b>30</b>
<b>Figure 8</b> : évolution de la flore <i>Pseudomonas</i> au cours de l'entreposage réfrigéré .....	<b>33</b>
<b>Figure 9</b> : évolution de la flore protéolytique au cours de l'entreposage réfrigéré .....	<b>36</b>
<b>Figure 10</b> : évolution de la flore lipolytique au cours de l'entreposage réfrigéré .....	<b>39</b>
<b>Figure 11</b> : évolution du profil sensoriel au cours du stockage à 4°C .....	<b>43</b>
<b>Figure 12</b> : évolution du profil sensoriel au cours du stockage à 7°C .....	<b>44</b>

**Liste des annexes**

<b>Annexe 1</b> : Différentes modalités du stockage du lait cru aux fermes .....	<b>53</b>
<b>Annexe 2</b> : Différentes modalités du stockage des laits destinés à la consommation pratiquées par les vendeurs .....	<b>54</b>
<b>Annexe 3</b> : Différentes modalités du stockage des laits destinés à la consommation pratiquées par les ménages .....	<b>55</b>

### Introduction

Le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens (**Hamiroune, 2016**), de ce fait la consommation algérienne du lait est estimée à 120 litres/habitant/an (**Hales, 2016**). Le lait cru frais est facilement acidifié, et donc les techniques de conservation du lait cru sont requises. La réfrigération est actuellement reconnue, comme la méthode la plus préférée de la conservation du lait (**Abd El-Kader, 1999**). Le recours au froid constitue une pratique très courante pour assurer une conservation prolongée du lait, de quelques jours à quelques semaines (**Rosset et al., 2002**). De ce fait, le refroidissement du lait et le stockage réfrigéré sont nécessaires après la traite pour réduire le taux de croissance bactérienne. Le lait quitte la mamelle à environ 35 ° C, ce qui assure une température favorable à la croissance bactérienne (**Walstra et al., 1999**). Ainsi, la charge microbienne pourrait augmenter rapidement si le lait est maintenu à cette température. D'après **Holm et al. (2004)**, le refroidissement rapide du lait (inférieur à 6 ° C) est nécessaire pour éviter la multiplication des microorganismes, en particulier des psychrotrophes, qui peuvent croître à des températures de réfrigération mais, elles ont aussi des températures de croissance optimales et maximales à plus de 15 °C (**Moyer et Morita, 2007**).

Le dénombrement des germes totaux est le principal test utilisé par les transformateurs du lait, pour évaluer sa qualité microbiologique, et quantifier les bactéries mésophiles aérobies dans le lait (FMAT). Conjointement avec la FMAT, la numération bactérienne psychrotrophique (PSY) est utilisée pour évaluer la qualité hygiénique du lait qui est un indicateur des conditions d'hygiène à la ferme (**Harding, 1995 ; Robinson, 2002**). Le refroidissement du lait réduit le taux de croissance des bactéries mésophiles et psychrotrophes, dont les températures de croissance optimales sont respectivement comprises entre 20 et 45 ° C et < 7 ° C (**Frank et Yousef, 2004 ; Willey et al., 2010**).

Certaines souches bactériennes mésophiles, psychrotrophes, thermoduriques et thermophiles, ont la capacité de produire des lipases et des protéases. Ces enzymes hydrolysent les graisses et les protéines, ce qui entraîne des défauts sensoriels et altèrent les propriétés physico-chimiques et l'efficacité du traitement du lait (**Chen et al., 2003 ; Deeth, 2006**). L'activité lipolytique produit des saveurs décrites comme rances et amères (**Chilliard et Lamberet, 1984**) et pourrait, par exemple, entraîner une perte de l'aptitude de moussage et de crémage pendant la fabrication du beurre (**Shelley et al., 1987**).

**Celestino et al. (1997)** ont rapporté que la poudre de lait UHT reconstituée fabriquée à partir du lait cru de 4 ans présente des saveurs rances et amères par rapport à la poudre de lait

UHT produite avec du lait cru frais, probablement en raison de l'activité protéase et lipase bactérienne. Par conséquent, le contrôle du nombre de bactéries dans le lait aide à préserver la fonctionnalité du lait, permettant la production d'une gamme de produits laitiers en fonction de paramètres de qualité spécifiques.

Par conséquent, la conservation est étroitement liée à la charge microbienne initiale du lait (**Yabrir et al., 2018**).

Selon la réglementation algérienne, le lait cru doit être conservé à une température inférieure ou égale à 6°C, et doit être livré dans les 48 heures qui suivent la traite pour être traité thermiquement, pendant une durée maximum de 72 heures (**JORA 1993**). Néanmoins, le lait pasteurisé peut être conservé pendant 9 jours à une température inférieure ou égale à 10°C dès la fin de la pasteurisation (**Abd Elrahman et al., 2013**).

En amont de la filière, Il semble important d'organiser et de collecter beaucoup du lait quand il est disponible durant des périodes de forte production. De même, en aval de la filière, où le consommateur doit maîtriser la conservation à froid surtout dans un pays qui connaît une forte perturbation de l'approvisionnement du lait. En effet, de nombreuses questions pourraient être soulignées sur la façon du stockage du lait. Il est important d'aborder cette question et de trouver des solutions pour stocker le lait cru après production, et le lait usiné destiné à la consommation humaine. C'est dans ce contexte que s'insère la présente étude qui vise à mettre en évidence :

- La variation de qualité du lait cru aux différents temps et températures du stockage, et comment les éleveurs devraient stocker le lait cru avant qu'il n'atteigne l'unité du traitement des produits laitiers ;
- L'effet de la température et la durée du stockage dans les conditions de réfrigération à domicile, sur les caractéristiques physicochimiques, bactériologiques et organoleptiques du lait entier pasteurisé et reconstitué.

Cette étude comprend deux parties :

- La première partie est consacrée à une recherche bibliographique très succincte sur la conservation du lait à froid ;
- La deuxième partie de ce travail rapporte la méthodologie mise en œuvre, les résultats obtenus et leur discussion et enfin une conclusion.

## **La première partie : synthèse bibliographique**

## 1. Synthèse bibliographique

Le premier produit qui entre dans la sphère industrielle c'est le lait (**Boisard, 1994**). La pasteurisation, l'ébullition, la stérilisation et la réfrigération sont les techniques les plus utilisées dans la conservation du lait. Les avantages de la réfrigération et de l'ébullition pour la conservation des aliments étaient connus depuis longtemps, quand Louis Pasteur (1822-1895) a démontré l'existence des micro-organismes et indique les moyens de les empêcher de nuire.

L'utilisation à la ferme des cuves ou des tanks pour réfrigérer et conserver le lait s'est développée depuis l'année 1945. Elle a débuté aux Etats-Unis, puis en Grande-Bretagne et s'est ensuite répandue dans un grand nombre de régions laitières dans le monde (**Boisard, 1994**).

**Rosset et al. (2002)** ont cité les principes fondamentaux de l'application du froid à la conservation des denrées périssables qui sont connus sous le vocable de « trépied frigorifique de MONVOISIN » :

- Application du froid sur des produits sains : la réfrigération ayant comme conséquence le ralentissement des phénomènes d'altération et de multiplication microbienne, il est essentiel que les aliments soient initialement d'excellente qualité et peu contaminés.
- Précocité : le froid est à appliquer aussitôt que possible après la production avant que les diverses altérations n'aient commencées.
- Continuité : chaque type de produits réfrigérés est à maintenir à une température appropriée, toute élévation sensible de la température du produit au-dessus de cette valeur provoque une accélération de la multiplication microbienne et des phénomènes de dégradation.

La température de conservation des denrées doit rester aussi constante que possible en dessous de cette limite, depuis la production jusqu'à la consommation, d'où l'appellation de la « chaîne du froid ».

Le refroidissement du lait dans les fermes laitières et le transport du lait de mélange sont des pratiques courantes au sein de la chaîne de production laitière de nombreux pays pour maintenir la qualité microbiologique du lait cru jusqu'à l'arrivée en industrie. Cependant, les activités des enzymes résistantes à la chaleur impliquées dans la croissance des bactéries psychrotrophes affectent gravement la qualité des produits laitiers tels que les yaourts et autres laits fermentés (**Decimo et al., 2014**).

La réfrigération est une technique de semi conservation, consiste à placer les denrées alimentaires sous une température maintenue vers 5 °C. Cette température freine le

développement des germes mésophiles, par contre le traitement est sans effet sur le psychrophiles, qui se développent à la température de réfrigération (**Gosta, 1995**).

Le lait est une suspension colloïdale complexe contenant des globules gras, des micelles de caséine et des protéines de lactosérum dans une solution aqueuse de lactose, de minéraux et de quelques autres composés mineurs. Ses propriétés physiques et chimiques dépendent de la composition, de structure et des facteurs intrinsèques tels que la température et les traitements post-traite (**Carthy, 2009**).

Le stockage du lait à basse température provoque une série de modifications de la matière première qui peuvent affecter la qualité des produits (**Chilliard et al., 1984**). Les composants du lait après un stockage à 4°C ont été modifiés d'une façon significative par une diminution de la teneur en matière grasse (**Zajàc, 2015**). Ce changement de la matière grasse au cours du stockage est expliqué par la lipolyse microbienne qui est liée aux lipases sécrétées par les microorganismes psychrotrophes. Cette diminution de la matière grasse a été accompagnée par une diminution des protéines, il y a une diminution de la teneur en protéines rapporte le même auteur. En outre, la production des protéases est particulièrement forte au froid (**FAO, 1985**). Toute modification sur les caractéristiques du lait reste moins importante par rapport au lait conservés à une température ambiante, ce dernier qui dénature rapidement et devenu impropre à la consommation (**Millogo, 2014**).

Tous les micro-organismes ne se développent pas à la même température. Selon la température optimum de croissance a distingué trois groupes : les mésophiles, les psychrophiles et les thermophiles (**Guiraud, 2003**).

Un stockage prolongé du lait pasteurisé à des températures de réfrigération favorise la croissance des bactéries psychrotrophes, qui sont capables de causer des problèmes majeurs de la qualité dans l'industrie laitière.

Les *Pseudomonas* sont identifiés comme étant le principal type des bactéries de contamination du lait pasteurisé, à la fin de sa durée de vie, s'il est stocké une température de 4°C (**Smithwell et Kailasapathy, 1995**).

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme, la date limite de la vente correspond au lendemain du jour de la traite. En effet, le lait cru doit être porté à l'ébullition avant la consommation car il peut contenir des germes pathogènes où il doit être conservé à la réfrigération et consommé dans les 24h après la production (**Fredot, 2005**).

Les différents processus technologiques, et les différentes techniques de conservation et de distribution ont permis d'élaborer une large gamme de laits de consommation qui se

distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle et organoleptique et leur durée de conservation (**Jeantet et al., 2008**).

La qualité de la conservation du lait pasteurisé est avant tout en fonction des contaminations que le lait a subies après la pasteurisation, dans les circuits de refroidissement, de stockage et de conditionnement du lait. Ce sont les bactéries psychrotrophes présentes dans ces circuits, essentiellement les *Pseudomonas*, qui se développant au cours de la conservation du lait au froid, provoquent les altérations des caractéristiques du lait, et des défauts de goût et par conséquent, affectent sa durée de conservation (**Mourgues, 1983**).

Ainsi, l'augmentation des acides gras libres dans le lait qui suite à des lipases, qui convertissent les lipides en acides gras libres et en glycérides partiels peut provoquer l'apparition de défauts de goûts rance et le goût du savon dans les produits laitiers (**Chilliard, 1984**).

## **La deuxième partie : étude expérimentale**

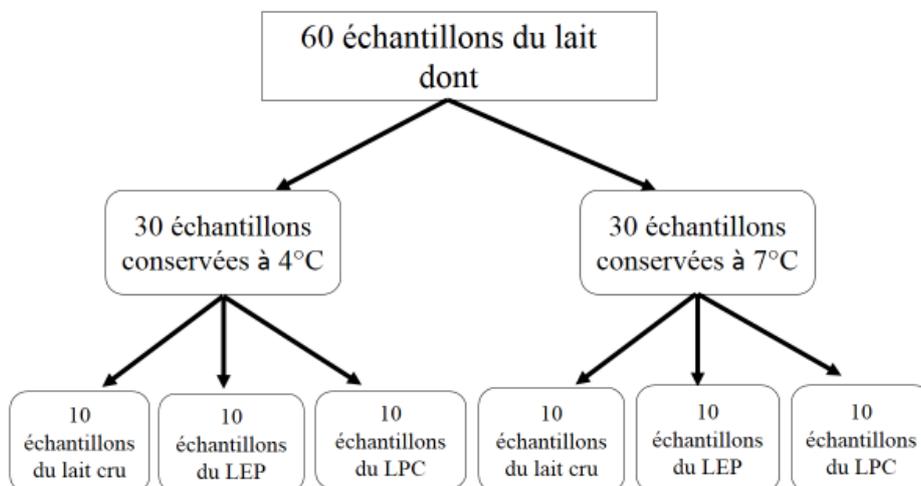
## 1. Matériel et méthodes

### 1.1 Prélèvement, échantillonnage et enquêtes

Des prélèvements ont été réalisés d'une manière aléatoire au niveau de deux entreprises laitières sur :

- Le lait cru provenant de plusieurs exploitations (LC), collecté et livré chaque jour, les prélèvements sont effectués juste après le premier contrôle dès l'arrivée des camions à citernes isothermes ;
- Le lait entier pasteurisé (LEP) après pasteurisation et conditionnement en sachet ;
- Le lait reconstitué conditionné (LRC) préparé à partir de deux types de poudre anhydres, avec deux dosages de matières grasses (MG) ; 26% et 0% ; pour obtenir un lait dosant entre 1,5 et 1,8% de MG.

Ensuite, les laits prélevés ont subi un entreposage réfrigéré à deux températures différentes soit, 4°C et 7°C durant une durée de 10 jours, durant laquelle une série d'analyse physico-chimique (**Figure 1**), nutritionnelle, bactériologique et organoleptique ont été effectuées.



**Figure 1. Préparation et répartition des échantillons**

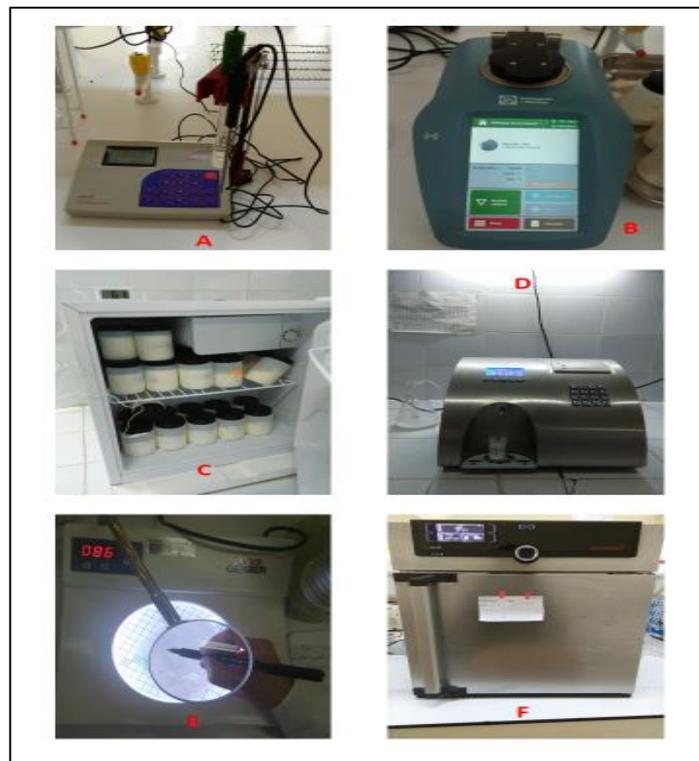
En parallèle, une enquête a été réalisée au niveau des fermes, des points de vente et des ménages sur les différentes modalités du stockage du lait à froid (**Annexe 1,2 et 3**).

## 1.2 Caractérisation du lait pendant le prélèvement et au cours du stockage

### 1.2.1 Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés par l'analyseur du lait « Lactoscan », selon les instructions du fabricant. Les mesures sont basées sur le principe de la spectroscopie infrarouge à transformation de Fourier qui combine l'enregistrement des spectres infrarouges et le traitement des données avec une grande précision et stabilité (**Figure 2D**). La densité a été mesurée par un lactodensimètre, elle est corrigée à une température de 20°C selon la formule : Densité corrigée = densité lue  $\pm 0.2 \times$  (température du lait - 20°C). L'acidité a été titrée par une solution d'hydroxyde de sodium (N/9) en présence de phénolphtaléine à 1% comme indicateur coloré. Cette acidité est exprimée en degré Dornic.

La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH mètre type HANNA pH 2211. Après réglage de la température affichée sur le pH mètre, une électrode de mesure est introduite dans un bécher contenant quelques millilitres de lait, le pH soit directement lu sur le cadran de l'appareil(**Figure 2A**).La matière sèche soluble exprimée en degré Brix (°Brix) a été dosée par un réfractomètre du type Bellinghame+Stanley (**Figure 2B**).Toutes les analyses ont été effectuées en double.



**Figure 2.**Équipements utilisés durant les essais : A) PH-mètre ; B) Réfractomètre ; C) Réfrigérateur ; D) Lactoscan ; E) Compteur des colonies ; F) Incubateur.

### 1.2.2 Analyses bactériologiques

La préparation des échantillons du lait et les dilutions en vue de l'examen microbiologique ont été réalisées selon les normes de la fédération internationale de laiterie (**FIL, 1991**).

Les échantillons des trois types de lait ont subi un dénombrement le jour même du prélèvement ( $J_0$ ) de :

- La flore mésophile aérobie totale (**FMAT**) ;
- La flore psychrotrophe (**PSY**) ;
- Les *Pseudomonas*(**PSE**) ;
- La flore protéolytique(**PRO**) ;
- La flore lipolytique (**LIP**).

En suite ce dénombrement a été contrôlé et suivi au cours du stockage sous une température de 4 et 7°C à 24h de réfrigération ( $J_1$ ), au 4<sup>ème</sup> jour de réfrigération ( $J_4$ ), au 7<sup>ème</sup> jour de réfrigération ( $J_7$ ) et au 10<sup>ème</sup> jour de réfrigération ( $J_{10}$ ). Les milieux de cultures, les durées d'incubation, les températures d'incubation et les dilutions qui ont été effectuées pour chaque échantillon étaient présentés dans le **tableau 1**.

**Tableau 1. Analyses microbiologiques du lait cru, entier pasteurisé et reconstitué**

Flores	Dilution	Milieu de culture	T/durée d'incubation	Auteurs
<b>FMAT</b>	SM ; $10^{-1}$ ; $10^{-2}$ ; $10^{-3*}$ , $10^{-4*}$ , $10^{-5*}$	PCA	30°C/ 48h	<b>Yabrir et al., 2018</b>
<b>PSY</b>	SM ; $10^{-1}$ ; $10^{-2}$ ; $10^{-3*}$ , $10^{-4*}$ , $10^{-5*}$	GN	7°C/ 10 j	<b>Gargouri et al., 2013</b>
<b>PSE</b>	SM ; $10^{-1}$ ; $10^{-2}$ ; $10^{-3*}$ , $10^{-4*}$ , $10^{-5*}$	Cétrimide	37°C/ 48h	<b>(ISO 1988)</b>
<b>PRO</b>	SM ; $10^{-1}$ ; $10^{-2}$ ; $10^{-3*}$ , $10^{-4*}$ , $10^{-5*}$	Gélose au lait écrémé	30°C/ 48h	<b>(Afif et al., 2008)</b>
<b>LIP</b>	SM ; $10^{-1}$ ; $10^{-2}$ ; $10^{-3*}$ , $10^{-4*}$ , $10^{-5*}$	Gélose au tween 80	30°C/ 48h	<b>(Afif et al., 2008)</b>

PCA : Plate Count Agar ; GN : Gélose nutritive ; \* : les dilutions du lait cru ; SM : Solution mère.

Toutes les boîtes ayant un nombre compris entre 10 à 300 colonies sont dénombrées (**JORA, 2004**), et les résultats sont exprimés en unités formant colonies par ml de lait (UFC ml<sup>-1</sup>). Le comptage est effectué selon la formule adaptée par **FIL (1991)**.

$$N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1n2)d}$$

**N** : Nombre d'UFC/ml

$\sum C$  : Somme totale des colonies comptées dans toutes les boites retenues

**n1** : nombre de boites retenues qui comptent entre 10 à 300 colonies à la première dilution.

**n2** : nombre de boites retenues qui comptent entre 10 à 300 colonies à la deuxième dilution.

**d** : le facteur de dilution correspondant à la première dilution.

### **1.2.3 Analyses organoleptiques (sensorielles)**

#### **1.2.3.1 Approbation éthique**

La partie de l'étude portant sur l'utilisation de sujets humains a été examinée et approuvée par le comité pédagogique de la licence Technologie Agroalimentaire et Contrôle de Qualité (TAACQ) de l'Université de 8 Mai 1945, Guelma. En effet, l'utilisation du lait cru avant traitement thermique a été exclue dans cette analyse.

Les panélistes ont été recrutés sur la base de leurs compétences verbales perçues, de degré de leurs préférences gustatives pour les produits laitiers et de leurs disponibilités. Les panélistes sont des sujets initiés et bien familiarisés avec l'analyse sensorielle.

Basé sur la procédure de **Seczyk et al. (2016)**, les échantillons du lait étaient évalués par un panel composé de 36 membres (7 homme, 29 femme, âgés de 20-34 ans, tous étudiants de la troisième année (TAACQ) ou du personnel scientifique et pédagogique de l'Université de Guelma). Avant de tester, tous les participants ont été interrogés pour possible allergies alimentaires aux composants de lait.

#### **1.2.3.2 Préparation des échantillons**

Deux heures avant le début des essais, les échantillons du lait ont été conditionnés à une température ambiante supérieure à la température de réfrigération, comme le suggère **Hough et al. (1992)**. L'anonymat des échantillons a été respecté et la présentation des échantillons a été effectuée à l'aveugle selon les normes 99:180 de la fédération internationale de laiterie (FIL) de l'évaluation sensorielle des produits laitiers.

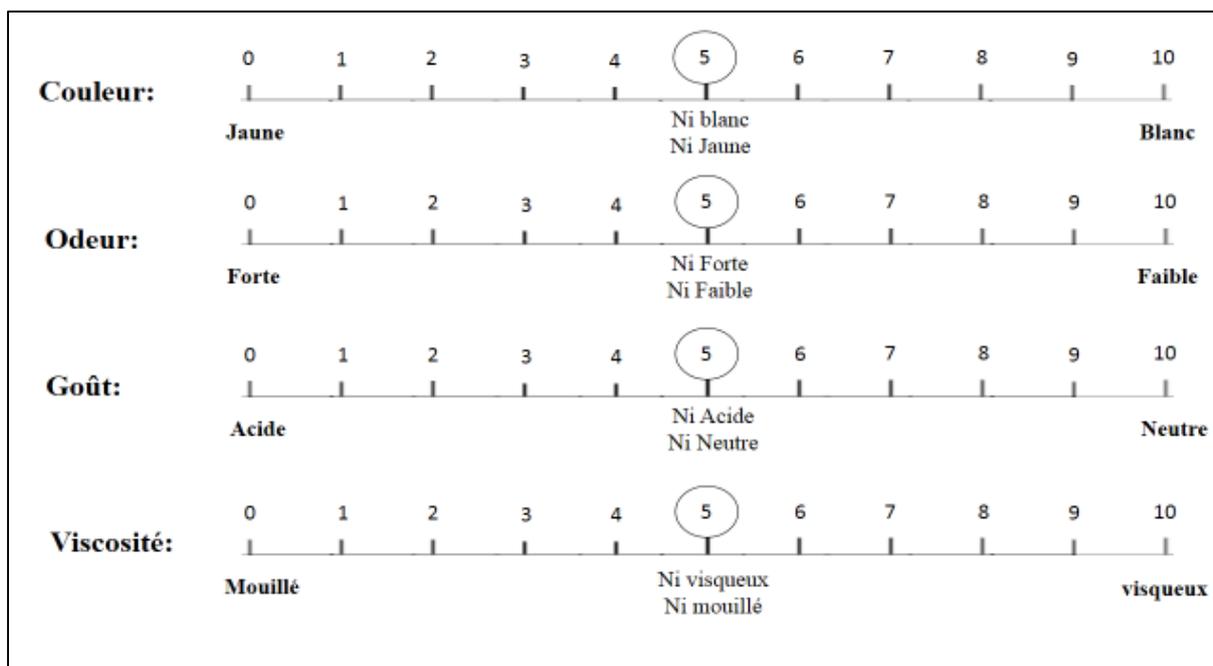
#### **1.2.3.3 Épreuve discriminante : test triangulaire**

L'épreuve triangulaire est l'épreuve discriminative la plus universellement utilisée. Elle est recommandée dans la plupart des circonstances pour déterminer les différences entre deux produits. Elle ne s'applique qu'à des produits relativement homogènes. Le sujet reçoit trois échantillons codés dont deux sont identiques et un différent. Le sujet doit indiquer lequel est différent. Donc le principe du test est très simple, 3 produits, dont 2 identiques, sont proposés

au jury. En effet, la tâche, pour les sujets, consiste à déterminer quel est l'échantillon non répété.

**1.2.3.4 Epreuve descriptive : établissement d'un profil sensoriel**

Ce test consiste à l'attribution des notes ayant une signification mathématique en fonction de l'intensité d'un descripteur (**Figure 3**).



**Figure 3. Echelle structurée du profil sensoriel**

**1.2.4 Analyse statistique**

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel Statistical Package for Social Sciences (SPSS) pour Windows (version 20.0). Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne ± écart type. La normalité et l'homogénéité des variances ont été vérifiées à l'aide des tests Shapiro-Wilk et Levene.

Pour la comparaison des moyennes, nous avons utilisé l'ANOVA ou le test de Friedman chaque fois que la normalité des distributions n'était pas respectée (distribution non gaussienne), où les échantillons sont considérés comme des échantillons appariés. Pour les comparaisons multiples chaque test a été suivi par un test Post Hoc le plus approprié à savoir : le test Post Hoc de Tukey pour l'ANOVA, et le test Post Hoc de Nemenyi pour le test de Friedman.

Avant l'analyse statistique, le dénombrement bactérien a été transformé en  $(\log_{10})$  afin de fournir une distribution normale, homogène et une clarté dans la lecture des données. Des régressions linéaires et des corrélations entre plusieurs paramètres quantitatifs ont été

réalisées. Ainsi le test des rangs de Spearman a servi à la recherche de corrélations entre les différentes flores étudiées dont le but de quantifier la liaison entre elles. Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de  $p < 0,05$ . Le test utilisé dans l'épreuve discriminative, est le test binomial.

### 2. Résultats et Discussion

#### 2.1 Evolution de la qualité physico-chimique du lait réfrigéré au cours du stockage :

Les caractéristiques physicochimiques (moyenne  $\pm$ écart type) des différents types de lait : cru, entier pasteurisé et reconstitué pasteurisé, le jour de la réception et pendant le stockage selon les deux températures de réfrigération, soit 4 et 7°C sont présentées dans **les tableaux 2, 3 et 4.**

Les analyses de la cryoscopie ont tout d'abord permis de confirmer que le mouillage a été moins marqué au cours de la conservation, que ce soit le type de lait ou la température de la conservation. En effet, Le point de congélation (PC) du lait cru au 7<sup>ème</sup> jour du stockage est significativement plus faibles à 4°C et à 7°C, respectivement, de 10 % ( $p = 0,002$ ) et 8,31 % ( $p < 0,0001$ ) que ceux des témoins ( $J_0$ ). Par contre, aucune différence significative n'a été notée pour le même paramètre dans le lait entier pasteurisé ( $p=0,750$ ), qui a été stocké sous une température de 4°C durant 10 jours. Cependant, le point de congélation diminue au cours du stockage à 7°C dans le lait entier pasteurisé, soit une diminution de 0,039 °C à 10 jours de conservation par rapport au témoin, dont la différence est hautement significatif ( $p<0,05$ ). Seul le lait reconstitué pasteurisé qui présente des légères fluctuations du PC au cours du stockage, mais sans différence statistiquement significative, et ceci pour les deux températures du stockage.

Le point de congélation du lait est un indicateur important de la qualité, ce paramètre est utilisé pour déterminer l'ajout de l'eau dans le lait (**Roginski, et al., 2003**). La moyenne du point de congélation pour un lait non mouillé est  $\leq - 0,522$  °C (**Fox and McSweeney, 1998**). Beaucoup de facteurs peuvent masquer l'addition de l'eau dans le lait. D'après certains auteurs, la quantité du sucre, des sels et de lait en poudre abaissent le point de congélation et masquent le mouillage du lait (**Meredith et al., 2007**). Les mêmes auteurs ont également cité un autre facteur qui peut masquer l'addition de l'eau, qui est l'altération bactérienne qui provoque une dépression du point de congélation, masquant ainsi l'ajout de l'eau.

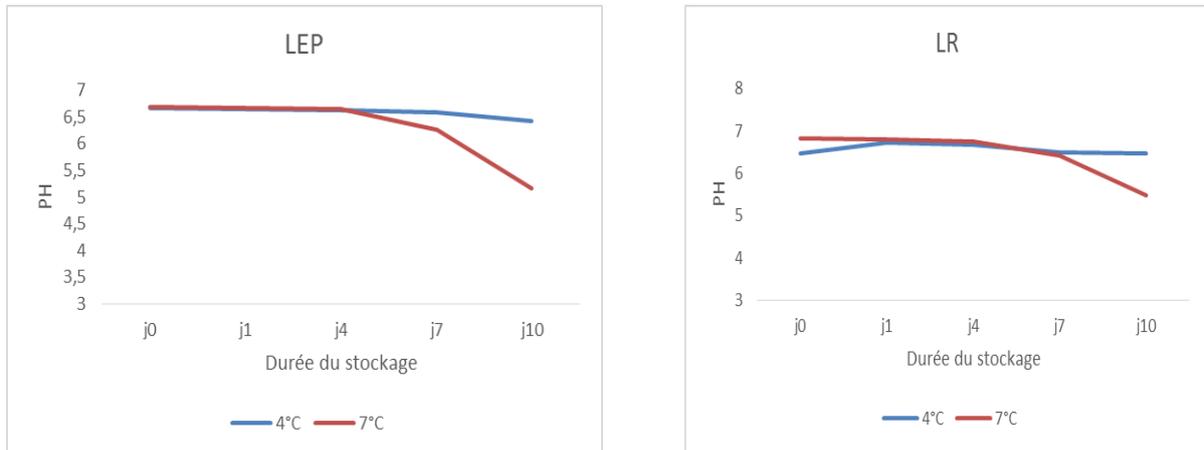
Pour la densité, les Anova de Friedman ont montré un effet significativement positif ( $p<0,05$ ) du stockage sur l'augmentation de la densité dans le lait cru. De ce fait, l'augmentation la plus importante a été enregistrée pour le lait cru au 7<sup>ème</sup> jour de conservation à 7°C, soit une augmentation de 5,24 mg cm<sup>-3</sup>, tandis que cette augmentation elle est de l'ordre de 3,2 mg cm<sup>-3</sup> à 4°C. Ainsi, les résultats de la densité du lait entier pasteurisé vont dans le même sens que ceux du lait cru, avec une augmentation de 3,7 et 3,15 mg cm<sup>-3</sup> respectivement à 4°C et 7°C en comparant le dernier jour de conservation ( $J_{10}$ ) au jour du prélèvement ( $J_0$ ). Ces résultats

indiquent que l'impact positif de la réfrigération sur la densité ne se manifeste qu'après 7 jours de conservation dans le lait cru, et 10 jours pour le lait reconstitué. Seules, les valeurs moyennes de la densité du lait reconstitué conservées à une température de 4°C ( $p= 0,886$ ) et 7°C ( $p= 0,991$ ) sont apparues plus stables au cours de la conservation. L'augmentation de la densité du lait stocké à froid est connue depuis longtemps par le phénomène de Recknagel (1883) cité par **(Ueda, 1999)**, suggérant l'augmentation de la densité suite à une hydratation de la caséine aux basses températures.

La conductivité électrique moyenne (CE) du lait de vache est comprise entre 5,04 et 5,82  $\mu\text{S cm}^{-1}$  **(Hamana et al., 1989 et Kaptan et al., 2011)**. La conductivité électrique du lait cru, augmente de jour en jour au cours du stockage à 7 °C. En effet, elle augmente de 4,566 à ( $J_0$ ) pour atteindre au 7<sup>ème</sup> jour une valeur de l'ordre de 4,939  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , soit une augmentation moyenne de 8,16% ( $p = 0,003$ ). Le lait cru stocké à 4 °C, bien que donne des résultats similaires au stockage à 7°C, avec une augmentation moyenne de près de 3,35 %, mais sans signification ( $p = 0,123$ ). Par contre, la conductivité électrique était stable au cours de réfrigération, pour les deux autres types du lait (entier pasteurisé et reconstitué pasteurisé), et selon les deux températures de réfrigération (4°C ou 7°C). Les mesures de conductivité électrique ont été largement utilisées dans l'industrie agro-alimentaire, par exemple pour détecter la contamination des eaux, pour surveiller la croissance microbienne et l'activité métabolique **(Carcia et al., 1995; Curda et Plockova, 1995)**. L'effet du stockage sur la conductivité électrique dans le lait cru est en accord avec les résultats obtenus par **Căpriță et al. (2014)**, qui ont trouvé un effet positif de la température, et de la durée du stockage sur l'augmentation de la conductivité électrique. La différence entre les effets du stockage sur la conductivité électrique des différents types du lait, vraisemblablement souvent dû à la disparité de la composition nutritionnelle et bactériologique de chaque lait **(Hamana et al., 1989)**. De leur côté, **Renda et al. (1975)** ont noté que (CE) était positivement corrélée avec l'augmentation de la température du stockage du lait.

Les résultats de l'effet du stockage sur le pH ont montré une diminution significative du pH au cours de la réfrigération. Cela se traduit par une acidification progressive du lait au cours du stockage. L'acidité moyenne était de 6,61 dans le lait cru avant stockage et de 6,07 après 7 jours du stockage à une température de 4°C ( $p < 0,0001$ ). Cette acidité elle est plus marquée au cours du stockage du lait cru à une température de 7 °C, elle passe de 6,61 à 5,20 respectivement avant et à la fin du stockage ( $p < 0,0001$ ). La même tendance a été trouvée pour les autres types du lait **(Figure 4)**.

L'étude de la variation de l'acidité exprimée en degré Dornic montre la même tendance que celle de la variation du pH, ce qui confirme l'acidification du lait, que ce soit son type au cours du stockage. Malgré que le stockage à froid protège le lait contre les bactéries acidifiantes, l'acidité du lait continue d'augmenter de façon significative ( $P < 0,05$ ) lors du refroidissement du lait.



LEP : Lait entier pasteurisé ; LR : lait reconstitué

#### Figure 4. Variation du pH en fonction de la durée et température du stockage

Les changements d'acidité du lait peuvent être liés à des changements dans les proportions de sels et de protéines. Un rôle particulier est joué par le niveau de phosphates solubles et de citrates et les ions  $\text{Ca}^{2+}$ . Une partie du phosphate de calcium micellaire passe à la phase soluble, augmentant ainsi la concentration des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et perturbant la structure des micelles, ce qui affecte considérablement l'acidité du lait (Muchetti, *et al.*, 1994 ; Czerniewicz *et al.*, 2006). D'un point de vue analytique, la figure 5 présente les comparaisons des résultats de la relation entre la conductivité électrique et la concentration en acide lactique obtenus à une température de 4°C, et à ceux obtenus à 7 °C. Les résultats obtenus à 7°C sont bien corrélés à ceux obtenus à 4°C ( $r = 0,84 ; 0,79 ; 0,8$  respectivement dans le lait cru, entier pasteurisé et reconstitué pasteurisé). Pour ces trois types du lait, il est, en outre, observé une augmentation significative ( $p < 0,001$  ; corrélation de Pearson) de la conductivité électrique avec la concentration en acide lactique. La corrélation entre la conductivité électrique et la concentration en acide lactique a été vérifiée par plusieurs auteurs. En effet, la CE augmente avec l'augmentation des ions lactate (Neviani, 1990 ; Lanzaoya *et al.*, 1993 ; Căpriță *et al.*, 2014). Le lait possède des propriétés conductrices à cause de l'existence des composés chargés tels que les sels minéraux. En raison, de la diminution du pH et de l'augmentation de l'acidité, les minéraux du lait sont convertis de la forme colloïdale à la forme soluble (Gelais *et al.*, 1995 ; Muchetti *et al.*, 1994).

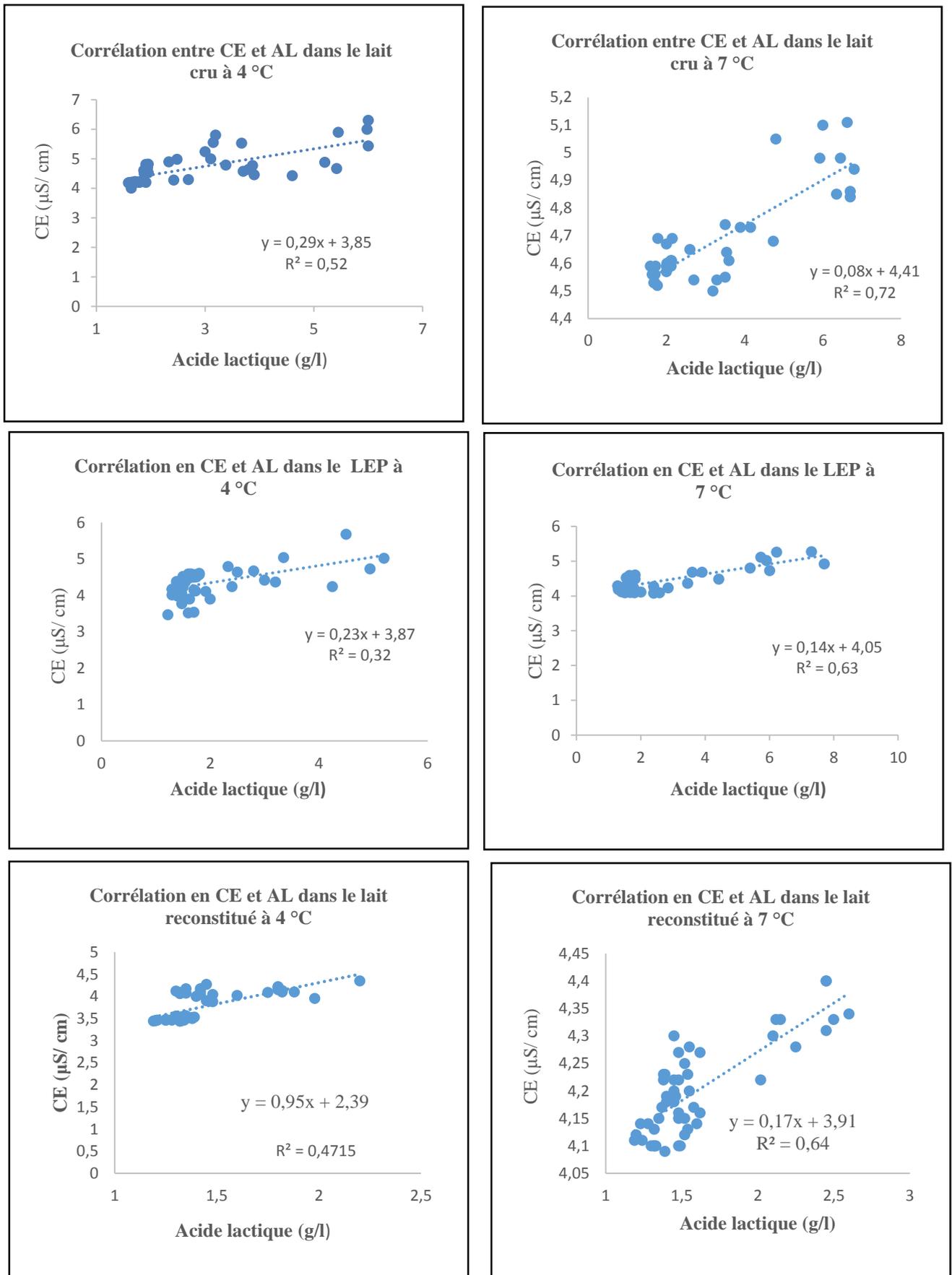


Figure 5. Relation entre la conductivité électrique et l'acide lactique dans le lait.

Tableau 2. Effet de la réfrigération sur la qualité physicochimique du lait cru au cours du stockage

Durée	4 °C (n= 10)					7 °C (n= 10)				
	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	p/p*	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	p/p*
PC (°C)	-0,529 <sup>b</sup>	-0,535 <sup>ab</sup>	-0,539 <sup>ab</sup>	-0,582 <sup>a</sup>	0,002*	-0,529 <sup>b</sup>	-0,531 <sup>b</sup>	-0,537 <sup>ab</sup>	-0,573 <sup>a</sup>	< 0,0001*
	± 0,004	± 0,012	± 0,006	± 0,060		± 0,004	± 0,003	± 0,003	± 0,056	
Densité (mg cm <sup>-3</sup> )	1029,77 <sup>a</sup>	1029,94 <sup>ab</sup>	1030,49 <sup>bc</sup>	1032,97 <sup>c</sup>	< 0,0001*	1029,77 <sup>a</sup>	1030,25 <sup>a</sup>	1030,35 <sup>ab</sup>	1035,01 <sup>b</sup>	< 0,0001*
	± 0,278	± 0,368	± 0,386	± 2,463		± 0,278	± 0,132	± 0,205	± 2,978	
CE (µS cm <sup>-1</sup> )	4,566 <sup>a</sup>	4,583 <sup>a</sup>	4,376 <sup>a</sup>	4,719 <sup>a</sup>	0,123*	4,566 <sup>a</sup>	4,613 <sup>a</sup>	4,623 <sup>a</sup>	4,939 <sup>b</sup>	0,0003*
	± 0,05	± 0,069	± 0,41	± 0,289		± 0,05	± 0,037	± 0,089	± 0,134	
pH	6,619 <sup>c</sup>	6,571 <sup>bc</sup>	6,304 <sup>ab</sup>	6,07 <sup>a</sup>	< 0,0001*	6,619 <sup>c</sup>	6,444 <sup>bc</sup>	5,665 <sup>ab</sup>	5,205 <sup>a</sup>	< 0,0001*
	± 0,042	± 0,033	± 0,054	± 0,087		± 0,042	± 0,018	± 0,034	± 0,048	
Acidité (°D)	16,93 <sup>a</sup>	18,89 <sup>ab</sup>	30,28 <sup>bc</sup>	48,76 <sup>c</sup>	< 0,0001*	16,93 <sup>a</sup>	20,65 <sup>ab</sup>	33,96 <sup>bc</sup>	61,07 <sup>c</sup>	< 0,0001*
	± 0,57	± 0,53	± 5,33	± 10,29		± 0,577	± 0,620	± 4,794	± 7,655	

Les moyennes du même bloc de lignes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). PC : point de congélation ; CE : conductivité électrique ; une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ou pour une valeur p\* < 0,05 selon le test de Friedman suivi par le test Post Hoc de Nemenyi.

Tableau 3. Effet de la réfrigération sur la qualité physicochimique du lait entier pasteurisé au cours du stockage

Durée	4 °C (n= 10)						7 °C (n= 10)					
	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	J <sub>10</sub>	p/p*	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	J <sub>10</sub>	p/p*
PC (°C)	-0,494 <sup>a</sup>	-0,493 <sup>a</sup>	-0,538 <sup>a</sup>	-0,551 <sup>a</sup>	-0,517 <sup>a</sup>	0,750*	-0,494 <sup>b</sup>	-0,495 <sup>ab</sup>	-0,500 <sup>ab</sup>	-0,503 <sup>b</sup>	-0,533 <sup>a</sup>	0,001
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
Densité (mg cm <sup>-3</sup> )	0,001	0,001	0,092	0,118	0,106	0,047*	0,001	0,001	0,012	0,035	0,051	< 0,0001*
	1028,34 <sup>a</sup>	1028,34 <sup>a</sup>	1030,89 <sup>a</sup>	1031,76 <sup>a</sup>	1032,04 <sup>b</sup>		1028,24 <sup>a</sup>	1028,66 <sup>ab</sup>	1029,19 <sup>bc</sup>	1029,11 <sup>ab</sup>	1031,39 <sup>c</sup>	
CE (µS cm <sup>-1</sup> )	±	±	±	±	±	0,051*	±	±	±	±	±	0,033*
	0,041	0,041	0,32	0,35	0,62		0,041	0,155	0,209	0,393	0,445	
pH	6,67 <sup>d</sup>	6,65 <sup>cd</sup>	6,62 <sup>bc</sup>	6,58 <sup>ab</sup>	6,43 <sup>a</sup>	< 0,001*	6,68 <sup>c</sup>	6,67 <sup>bc</sup>	6,65 <sup>bc</sup>	6,26 <sup>ab</sup>	5,16 <sup>a</sup>	< 0,001*
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
Acidité (°D)	0,014	0,021	0,011	0,022	0,101	0,169*	0,024	0,023	0,015	0,141	0,059	< 0,0001*
	16,56 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	17,44 <sup>a</sup>	22,76 <sup>a</sup>	24,73 <sup>a</sup>		16,65 <sup>a</sup>	16,7 <sup>ab</sup>	18,73 <sup>a</sup>	25,61 <sup>bc</sup>	48,32 <sup>c</sup>	
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
	0,81	0,96	6,68	12,27	13,01		0,81	0,89	9,94	17,39	19,69	

Les moyennes du même bloc de lignes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). PC : point de congélation ; CE : conductivité électrique ; une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ou pour une valeur p\* < 0,05 selon le test de Friedman suivi par le test Post Hoc de Nemenyi.

**Tableau 4. Effet de la réfrigération sur la qualité physicochimique du lait reconstitué pasteurisé au cours du stockage**

Durée	4 °C (n= 10)						7 °C (n= 10)					
	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	J <sub>10</sub>	<i>p/p</i> <sup>*</sup>	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	J <sub>10</sub>	<i>p/p</i> <sup>*</sup>
PC (°C)	-0,507	-0,507	-0,512 <sup>a</sup>	-0,506 <sup>a</sup>	-0,516 <sup>a</sup>	0,953	-0,507 <sup>a</sup>	-0,511 <sup>a</sup>	-0,509 <sup>a</sup>	-0,510 <sup>a</sup>	-0,508 <sup>a</sup>	0,997
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$		$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	
	0,024	0,024	0,024	0,025	0,051		0,024	0,19	0,023	0,024	0,025	
Densité (mg cm <sup>-3</sup> )	1030,4	1030,4	1030,67	1030,41	1030,05	0,886	1030,40	1030,39	1030,44	1030,65	1030,54	0,991
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$		$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	
	1,312	1,312	1,307	1,350	2,693		1,31	1,30	1,25	1,30	1,35	
CE (µS cm <sup>-1</sup> )	4,11 <sup>a</sup>	4,22 <sup>a</sup>	4,14 <sup>a</sup>	4,11 <sup>a</sup>	4,07 <sup>a</sup>	0,154 <sup>*</sup>	4,11 <sup>a</sup>	4,13 <sup>a</sup>	4,18 <sup>a</sup>	4,18 <sup>a</sup>	4,16 <sup>a</sup>	0,241 <sup>*</sup>
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$		$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	
	0,033	0,033	0,111	0,087	0,127		0,03	0,02	0,09	0,09	0,09	
pH	6,74 <sup>b</sup>	6,73 <sup>b</sup>	6,68 <sup>ab</sup>	6,50 <sup>a</sup>	6,48 <sup>a</sup>	0,04 <sup>*</sup>	6,82 <sup>c</sup>	6,81 <sup>c</sup>	6,75 <sup>bc</sup>	6,42 <sup>ab</sup>	5,47 <sup>a</sup>	<0.0001 <sup>*</sup>
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$		$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	
	0,06	0,059	0,02	0,03	0,11		0,04	0,04	0,06	0,29	0,20	
Acidité (°D)	12,86 <sup>a</sup>	12,93 <sup>ab</sup>	13,49 <sup>bc</sup>	14,08 <sup>c</sup>	18,45 <sup>d</sup>	<0,0001	12,84 <sup>a</sup>	13,92 <sup>ab</sup>	14,79 <sup>bc</sup>	15,55 <sup>cd</sup>	23,09 <sup>d</sup>	<0.0001 <sup>*</sup>
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$		$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	
	0,55	0,60	0,57	0,58	1,57		0,57	0,62	0,39	0,52	2,03	

Les moyennes du même bloc de lignes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). PC : point de congélation ; CE : conductivité électrique ; une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ou pour une valeur p<sup>\*</sup> < 0,05 selon le test de Friedman suivi par le test Post Hoc de Nemenyi.

### 2.2 Evolution de la qualité nutritionnelle du lait réfrigéré au cours du stockage

Les valeurs moyennes de la teneur en protéine, en matière grasse, en lactose, en sels minéraux et en matières sèches solubles mesurées le jour du prélèvement, et au cours du stockage à 4 °C et 7°C, sont présentées dans les tableaux **5, 6 et 7** respectivement pour le lait cru, entier pasteurisé et le lait reconstitué.

Le stockage sous réfrigération n'affecte pas la teneur en protéine dans le cas du lait entier pasteurisé et reconstitué. Seules des légères fluctuations ont été enregistrées au cours du stockage sous réfrigération à 4°C et à 7°C, sans une tendance bien précise. Ces fluctuations parfois allant vers l'augmentation et parfois vers la diminution au cours du stockage, mais sans différence statistiquement significative ( $p > 0,05$ ). Ceci est en accord avec les résultats obtenus par **Brodziak et al. (2017)**. Par contre, une augmentation hautement significative ( $p < 0,0001$ ) est trouvée de la teneur en protéine au cours du stockage dans le lait cru. La teneur en protéine a augmenté, en moyenne, d'initialement de 30,07 à 32,83 g l<sup>-1</sup> après 7 jours du stockage, sous une température de 4°C et de 30,07 à 32,52 g l<sup>-1</sup> à 7°C pour la même durée du stockage. Un effet inverse du stockage sur la teneur des protéines a été aussi rapportés dans la littérature, notamment par **Wattiaux (1996)** ; **Alkanhal et al. (1994)** ; **Alkanhal et al. (1996)** ; **Yagoub (2008)** ; **Looper (2012)**, qui ont rapporté une relation négative entre la durée du stockage et la teneur en protéine, ce qui pourrait expliquer la diminution de la teneur en protéine avec l'altération du lait cru au cours de la réfrigération.

Les résultats mentionnés dans le **tableau 5,6 et 7** nous permettent d'observer que la teneur moyenne initiale en grasses, était de l'ordre de : 48,10; 43,11 et 18,57 g l<sup>-1</sup> respectivement dans le lait cru, entier et reconstitué, à l'issue de la réfrigération à 4°C, une diminution considérable et significative a été enregistrée ( $p > 0,05$ ), soit une diminution moyenne respective de l'ordre de : -2,92 ; -3,81 et -1,65 g l<sup>-1</sup> dans le lait cru, entier et reconstitué. Il faut également noter que cette diminution de la matière grasse était relativement importante à 7°C, de l'ordre de 8,97 ; 6,26 et 2,37 g l<sup>-1</sup> respectivement dans le lait cru, entier et reconstitué. Ces résultats indiquent un impact négatif de la réfrigération sur la teneur en grasse, et surtout à la fin du stockage à 7°C. L'évolution de la teneur moyenne en lactose au cours du stockage est similaire à celle de la matière grasse, quel que soit le type du lait ou la température de conservation. Ceci a été en accord avec les résultats des études antérieures (**Abd Elrahman et al., 2013** ; **Millogo et al., 2014**), qui ont montré un effet significatif et négatif de la température et le temps du stockage sur le contenu de la matière grasse et le lactose, tandis que seul le temps du stockage a été prouvé pour affecter la teneur en protéines (**Brodziak et al., 2017**).

Les teneurs moyennes en minéraux indiquent des concentrations presque égales au niveau des trois types du lait : avant, au cours et à la fin de la réfrigération, que ce soit la température du stockage. En effet, l'analyse statistique ne montre aucune différence significative de la teneur en minéraux entre les échantillons ( $p > 0,05$ ). Ce résultat est conforme aux observations d'une étude antérieure qui a été faite par **Brodziak et al. (2017)**.

En ce qui concerne la variation de l'extrait sec soluble exprimé en degré Brix ( $^{\circ}$ Brix) au cours du stockage, les résultats obtenus n'étaient pas corrélés ni avec la cryoscopie ( $r = 0,01$   $p = 0,241$ ), ni avec la densité ( $r = 0,21$   $p = 0,062$ ). Cela se traduit par la difficulté dans la mesure de l'indice de réfraction du lait à cause de la présence de globules gras, de micelles de caséine et d'autres globules de taille différente (**Fox et McSweeney, 1998**). Toutefois, les résultats de l'extrait sec soluble dans le lait cru montrent une diminution significativement après 7 jours du stockage en passant de 9,43 à 9,02  $^{\circ}$ Brix, soit une diminution moyenne de 4,34% à une température de 4 $^{\circ}$ C, et de 9,42 à 8,99  $^{\circ}$ Brix, soit une diminution moyenne de 4,56% à une température de 7 $^{\circ}$ C. Pour le lait entier pasteurisé, l'extrait sec soluble reste stable pendant le stockage à une température de 4 $^{\circ}$ C ( $p = 0,438$ ), cette teneur à la fin de la réfrigération semble légèrement inférieure par rapport à la valeur initiale, à une température de 7 $^{\circ}$ C ( $p < 0,05$ ). La même tendance a été observée dans l'évolution de l'extrait sec soluble dans le lait reconstitué.

**Tableau 5. Effet de la réfrigération sur la qualité nutritionnelle du lait cru au cours du stockage**

Durée	4 °C (n= 10)					7 °C (n= 10)				
	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	<i>p/p</i> *	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	<i>p/p</i> *
TP (g l <sup>-1</sup> )	30,07 <sup>a</sup>	30,42 <sup>ab</sup>	30,61 <sup>b</sup>	32,83 <sup>b</sup>	< 0,0001*	30,07 <sup>a</sup>	30,23 <sup>ab</sup>	30,51 <sup>bc</sup>	32,52 <sup>c</sup>	< 0,0001*
	± 0,24	± 0,32	± 0,35	± 2,8		± 0,24	± 0,19	± 0,17	± 2,48	
TB (g l <sup>-1</sup> )	48,10 <sup>b</sup>	46,29 <sup>a</sup>	46,51 <sup>ab</sup>	45,18 <sup>a</sup>	0,003*	48,1 <sup>bc</sup>	48,48 <sup>c</sup>	46,86 <sup>ab</sup>	39,13 <sup>a</sup>	0,0002*
	± 1,13	± 1,53	± 1,5	± 7,32		± 1,13	± 0,98	± 1,29	± 10,32	
Lac (g l <sup>-1</sup> )	45,09 <sup>a</sup>	45,10 <sup>ab</sup>	45,92 <sup>bc</sup>	49,29 <sup>c</sup>	< 0,0001*	45,09 <sup>a</sup>	45,29 <sup>a</sup>	45,8 <sup>ab</sup>	48,54 <sup>b</sup>	< 0,0001*
	± 0,35	± 0,32	± 0,49	± 4,17		± 0,348	± 0,292	± 0,245	± 3,745	
MM (g l <sup>-1</sup> )	6,76 <sup>a</sup>	6,76 <sup>a</sup>	6,90 <sup>b</sup>	7,37 <sup>b</sup>	< 0,0001*	6,76 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	6,86 <sup>a</sup>	7,69 <sup>b</sup>	< 0,0001*
	± 0,007	± 0,007	± 0,007	± 0,063		± 0,007	± 0,005	± 0,005	± 0,079	
SS (°Brix)	9,43 <sup>a</sup>	9,57 <sup>a</sup>	9,37 <sup>a</sup>	9,02 <sup>b</sup>	< 0,0001	9,42 <sup>ab</sup>	9,44 <sup>a</sup>	9,51 <sup>a</sup>	8,99 <sup>b</sup>	0,013
	± 0,241	± 0,183	± 0,231	± 0,266		± 0,349	± 0,259	± 0,256	± 0,540	

Les moyennes du même bloc de lignes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ou pour une valeur p\* < 0,05 selon le test de Friedman suivi par le test Post Hoc de Nemenyi ; TP : taux protéique ; TB : Taux butyreux ; Lac : lactose ; MM : matières minérales ; SS : solides solubles.

**Tableau 6. Effet de la réfrigération sur la qualité nutritionnelle du lait entier de vache pasteurisé au cours du stockage**

Durée	4 °C (n= 10)					<i>p/p*</i>	7 °C (n= 10)					<i>p</i>
	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	J <sub>10</sub>		J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>7</sub>	J <sub>10</sub>	
TP (g l <sup>-1</sup> )	28,33 <sup>a</sup>	28,33 <sup>a</sup>	30,63 <sup>a</sup>	31,35 <sup>a</sup>	27,19 <sup>a</sup>	0,580*	28,33 <sup>a</sup>	28,39 <sup>a</sup>	28,8 <sup>ab</sup>	28,9 <sup>a</sup>	28,53 <sup>a</sup>	0,541*
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
	0,07	0,07	4,69	6,06	7,34		0,07	0,06	0,64	1,89	2,5	
TB (g l <sup>-1</sup> )	43,11 <sup>a</sup>	42,21 <sup>a</sup>	41,92 <sup>ab</sup>	40,52 <sup>b</sup>	39,3 <sup>b</sup>	0,005	43,11 <sup>b</sup>	42,33 <sup>b</sup>	38,80 <sup>a</sup>	41,03 <sup>ab</sup>	36,85 <sup>a</sup>	< 0,0001*
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
	1,17	3,27	1,16	2,46	2,51		1,17	1,38	1,48	3,30	7,55	
Lac (g l <sup>-1</sup> )	43,52 <sup>a</sup>	42,52 <sup>a</sup>	45,99 <sup>a</sup>	47,06 <sup>a</sup>	41,01 <sup>a</sup>	0,493*	43,52 <sup>a</sup>	42,74 <sup>a</sup>	43,24 <sup>ab</sup>	43,38 <sup>a</sup>	45,72 <sup>b</sup>	0,0001*
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
	3,12	0,1	7,06	9,13	15,62		3,12	0,16	0,95	2,84	3,88	
MM (g l <sup>-1</sup> )	6,39 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	6,89 <sup>a</sup>	7,02 <sup>a</sup>	6,59 <sup>a</sup>	0,814*	6,39 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	6,44 <sup>ab</sup>	6,49 <sup>ab</sup>	6,82 <sup>b</sup>	0,006*
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
	0,003	0,03	0,106	0,135	0,118		0,003	0,003	0,015	0,043	0,056	
SS (°Brix)	8,89 <sup>a</sup>	8,99 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	8,81 <sup>a</sup>	8,70 <sup>a</sup>	0,438	8,92 <sup>ab</sup>	9,05 <sup>b</sup>	9,02 <sup>b</sup>	9,00 <sup>b</sup>	8,31 <sup>a</sup>	0,001*
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
	0,401	0,37	0,279	0,338	0,516		0,286	0,288	0,322	0,377	0,536	

Les moyennes du même bloc de lignes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ou pour une valeur p\* < 0,05 selon le test de Friedman suivi par le test Post Hoc de Nemenyi ; TP : taux protéique ; TB : Taux butyreux ; Lac : lactose ; MM : matières minérales ; SS : solides solubles.

Tableau 7. Effet de la réfrigération sur la qualité nutritionnelle du lait reconstitué pasteurisé au cours du stockage

Durée	4 °C (n= 10)						7 °C (n= 10)					
	J0	J1	J4	J7	J10	<i>p</i>	J0	J1	J4	J7	J10	<i>p/p</i> *
TP (g l <sup>-1</sup> )	29,85 <sup>a</sup>	29,75 <sup>a</sup>	30,10 <sup>a</sup>	29,8 <sup>a</sup>	30,33 <sup>a</sup>	0,921	29,85 <sup>a</sup>	28,75 <sup>a</sup>	29,90 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	29,9 <sup>a</sup>	0,348
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
TB (g l <sup>-1</sup> )	1,28	1,05	1,24	1,33	2,65	0,003*	1,28	2,34	1,22	1,27	1,32	< 0,0001
	18,57 <sup>b</sup>	18,57 <sup>b</sup>	18,36 <sup>ab</sup>	17,77 <sup>ab</sup>	16,92 <sup>a</sup>		19,71 <sup>a</sup>	19,63 <sup>a</sup>	18,73 <sup>ab</sup>	17,48 <sup>b</sup>	17,34 <sup>b</sup>	
Lac (g l <sup>-1</sup> )	±	±	±	±	±	0,003*	±	±	±	±	±	0,999
	0,192	0,192	0,189	0,199	0,394		1,924	1,832	1,851	1,883	1,989	
MM (g l <sup>-1</sup> )	6,60 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,70 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,70 <sup>a</sup>	0,940	6,64 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	6,65 <sup>a</sup>	1,000
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
SS (°Brix)	0,028	0,028	0,028	0,028	0,058	0,003	0,028	0,028	0,030	0,028	0,029	0,06*
	10,75 <sup>b</sup>	10,07 <sup>a</sup>	9,92 <sup>ab</sup>	9,72 <sup>ab</sup>	10,08 <sup>a</sup>		9,97 <sup>ab</sup>	10,10 <sup>b</sup>	9,64 <sup>a</sup>	9,86 <sup>ab</sup>	9,84 <sup>ab</sup>	
	±	±	±	±	±		±	±	±	±	±	
	0,19	0,17	0,45	0,35	1,10		0,18	0,14	0,59	0,32	0,36	

Les moyennes du même bloc de lignes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ou pour une valeur p\* < 0,05 selon le test de Friedman suivi par le test Post Hoc de Nemenyi ; TP : taux protéique ; TB : Taux butyreux ; Lac : lactose ; MM : matières minérales ; SS : solides solubles.

## 2.3 Evolution de la qualité bactériologique du lait réfrigéré au cours du stockage

### 2.3.1 Evolution de la flore mésophile totale au cours du stockage

Les **figures 6** et le **tableau 8** présentent l'évolution de la flore mésophile totale au cours de la conservation à basse température (4°C et 7°C).

Les résultats des analyses de la qualité hygiénique globale indiquent une très mauvaise qualité du lait cru à l'état initial avant la réfrigération soit une moyenne de  $18,4 \times 10^5$  UFC $ml^{-1}$ . Cette moyenne est largement supérieure à la norme acceptée, par la législation Algérienne soit  $10^5$  UFC  $ml^{-1}$  qui a été définie comme une limite maximale pour que le lait soit considéré comme acceptable (**JORA, 1998**). Ce fait était très courant dans l'industrie laitière en Algérie, le lait cru collecté présente un taux de contamination microbienne très élevé (entre  $10^5$  à  $10^7$  UFC  $ml^{-1}$ ), nuisible aussi bien à la transformation dans l'industrie laitière qu'à la santé publique (**Ameur et al., 2011**).

Au cours des 24 h de réfrigération du lait cru à 7° C, nous observons une augmentation moyenne de 19,20 % de la flore initiale exprimée en UFC  $ml^{-1}$ , contrairement à ce qui se passe pour la flore totale à 4° C, cette augmentation est faible, de l'ordre de 0,96%. Outre, pour une même charge initiale de  $18,4 \times 10^5$  UFC  $ml^{-1}$ , la flore totale a atteint le seuil de  $36 \times 10^5$  UFC  $ml^{-1}$  au bout de 7 jours de conservation à 4°C et seulement au bout de 4 jours à 7°C. Ces résultats nous permettent de déduire que l'action du froid se traduit par une inhibition de la croissance de la flore totale, confirme de précédents résultats obtenus à partir du lait cru ovin produit en milieu steppique algérien (**Yabrir et al., 2018**), justifiant les observations de **Feuillat et al. (1976)** qui expliquent le fait que la phase de latence qui précède toute croissance microbienne est sans aucun doute assez longue à une température supérieure à 4°C.

Après 7 jours de réfrigération à 7° C, la flore mésophile est devenue indénombrable à cause de l'envahissement du milieu. Selon **Mottar (1984)**, un lait cru à moins de  $10^4$  UFC  $ml^{-1}$  peut être stocké sous la réfrigération pendant un maximum de 72 heures, et cette durée se trouve réduite à environ 48 heures si le lait contient plus de  $10^5$  UFC  $ml^{-1}$ .

Pour les autres types de lait qui ont été traités thermiquement, que ce soit le lait entier ou reconstitué, ces laits sont considérés comme des laits pauciflores, présentent une charge moyenne en flore thermorésistante de  $2,3 \times 10^3$  UFC  $ml^{-1}$  pour le lait entier et  $162$  UFC  $ml^{-1}$  pour le lait reconstitué. Ces moyennes étaient inférieures au seuil retenu selon la norme de (**JORA, 1998**) qui est de  $3 \cdot 10^4$  UFC  $ml^{-1}$ .

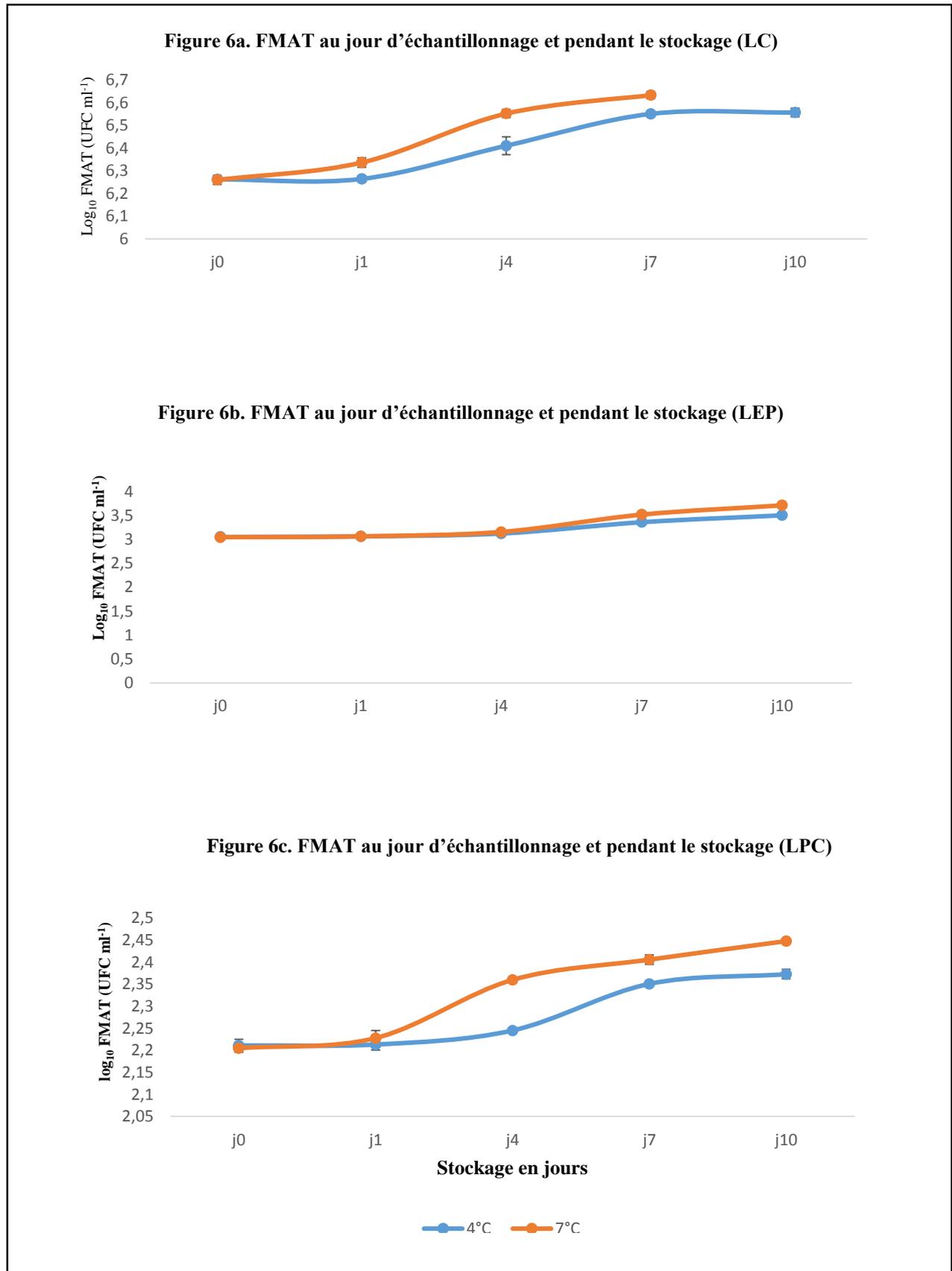
Le développement bactérien est beaucoup plus rapide à 7°C qu'à 4°C dans le lait cru et le lait reconstitué pasteurisé. Tandis que, le développement est similaire dans le lait entier pasteurisé à 4°C et 7°C, et ceci jusqu'à 4 jours de réfrigération. Cependant, dès le 4<sup>ème</sup> jour de

la conservation le développement était un peu rapide à 7°C. Cette différence est attribuable à la charge initiale avant le stockage qui conditionne la durée du stockage. En effet le lait cru qui est déjà initialement de mauvaise qualité bactériologique, contient plus de 10<sup>5</sup> UFC ml<sup>-1</sup>, sa durée de conservation était la plus courte.

**Tableau 8. FMAT au jour d'échantillonnage et pendant le stockage**

Flore		Log <sub>10</sub> FMAT (UFC ml <sup>-1</sup> )				Norme	Références UFC ml <sup>-1</sup>
Durée du stockage		4°C	<i>p</i>	7°C	<i>p</i>		
LC (n=6)	J <sub>0</sub>	6,263 <sup>a</sup> ± 0,01	0,10	6,260 <sup>a</sup> ± 0,020	0,112	10 <sup>5</sup>	JORA (1998)
	J <sub>1</sub>	6,265 <sup>a</sup> ± 0,014		6,337 <sup>a</sup> ± 0,021			
	J <sub>4</sub>	6,411 <sup>a</sup> ± 0,039		6,553 <sup>a</sup> ± 0,018			
	J <sub>7</sub>	6,551 <sup>a</sup> ± 0,011		6,634 <sup>a</sup> ± 0,016			
	J <sub>10</sub>	6,557 <sup>a</sup> ± 0,019		/			
LEP (n=6)	J <sub>0</sub>	3,052 <sup>a</sup> ± 0,052	0,107	3,045 <sup>a</sup> ± 0,048	0,092	3.10 <sup>4</sup>	JORA (1998)
	J <sub>1</sub>	3,065 <sup>a</sup> ± 0,038		3,061 <sup>a</sup> ± 0,048			
	J <sub>4</sub>	3,124 <sup>a</sup> ± 0,027		3,154 <sup>a</sup> ± 0,039			
	J <sub>7</sub>	3,361 <sup>a</sup> ± 0,019		3,518 <sup>a</sup> ± 0,01			
	J <sub>10</sub>	3,505 <sup>a</sup> ± 0,002		3,713 <sup>a</sup> ± 0,002			
LPC (n=6)	J <sub>0</sub>	2,211 <sup>a</sup> ± 0,014	0,095	2,205 <sup>a</sup> ± 0,009	0,092	3.10 <sup>4</sup>	JORA (1998)
	J <sub>1</sub>	2,213 <sup>a</sup> ± 0,012		2,228 <sup>a</sup> ± 0,017			
	J <sub>4</sub>	2,245 <sup>a</sup> ± 0,005		2,360 <sup>a</sup> ± 0,005			
	J <sub>7</sub>	2,351 <sup>a</sup> ± 0,005		2,406 <sup>a</sup> ± 0,011			
	J <sub>10</sub>	2,373 <sup>a</sup> ± 0,011		2,448 <sup>a</sup> ± 0,005			

Les moyennes du même type du lait suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ; FMAT : flore mésophile aérobie totale



**Figure 6. Evolution de la flore mésophile aérobie totale au cours de l'entreposage réfrigéré**

### 2.3.2 Evolution de la flore psychrotrophe au cours du stockage

Dans le lait cru, environ 15% de la population mésophile était des bactéries psychrotrophes (**Hantsis-Zacharov et Halpern 2007 ; Cempirkova et Mikulova (2009)**). La moyenne arithmétique du dénombrement initial de bactéries psychrotrophes dans l'ensemble des échantillons du lait cru était de  $8,6 \times 10^5$  UFC ml<sup>-1</sup>. Cette valeur dépasse largement la limite d'hygiène ( $50 \times 10^3$  UFC ml<sup>-1</sup>) proposée par **Cempirkova et Mikulova (2009)**.

Le rapport psychrotrophes/flore totale, est de l'ordre de 48 % dans le lait cru, largement supérieur au taux recommandé par (**Cousin, 1982**), soit un taux inférieur de 10% qui témoigne des conditions hygiéniques satisfaisantes. Ainsi, ce rapport est également supérieur à celui qui a été trouvé par **Cempírková et Mikulová (2009)** soit un rapport de (9%). Donc, le lait cru initial était de qualité bactériologique inacceptable. La prolifération de la flore psychrotrophe est d'autant plus importante que le niveau initial de contamination microbienne du lait est plus élevé (**Richard, 1981**).

Le taux de contamination du lait cru des vaches en psychrotrophes par rapport à la flore totale est influencé par plusieurs facteurs comme : l'état de la santé, l'hygiène des vaches laitières, l'hygiène de l'environnement dans lequel les vaches laitières sont logées et traitées, méthodes de préparation de la mamelle, les méthodes utilisées pour le nettoyage et la désinfection des machines à traire, l'état des cuves du lait et l'hygiène du personnel (**Gargouri et al., 2013**). Les autres facteurs les plus importants sont la température de refroidissement et la durée de stockage du lait (**Wiking et al. 2002 ; Hantsis-Zacharov et Halpern, 2007**).

À la température de 4°C, l'évolution des psychrotrophes est faible et lente durant les quatre premiers jours (**Figure 7a**), soit une flore moyenne de  $10^6$  et  $1,4 \times 10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> respectivement au stade J<sub>1</sub>, et J<sub>4</sub>, puis, le taux augmente rapidement pour atteindre le seuil de  $2,2 \times 10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> au bout du 10<sup>ème</sup> jour de conservation. L'évolution de cette flore au cours du stockage est favorisée par de basses températures (**Bloquel et Veillet-Poncet, 1980**). Au cours des 10 jours de réfrigération à 7° C (**Figure 7a**), l'évolution est très rapide dès le premier jour de conservation, à partir duquel le taux initial de  $8,5 \times 10^5$  UFC ml<sup>-1</sup> augmente progressivement pour atteindre une charge bactérienne de  $1,2 \times 10^6$ ,  $1,6 \times 10^6$ ,  $3,4 \times 10^6$  et  $4,4 \times 10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> respectivement au stade J<sub>1</sub>, J<sub>4</sub>, J<sub>7</sub> et J<sub>10</sub>. Cette augmentation du nombre de bactéries psychrotrophes au cours du stockage réfrigéré du lait, influence négativement la qualité technologique du lait (**Celestino et al., 1996 et Buchet et al., 2004**).

Les résultats relatifs à l'évolution de la flore psychrotrophes dans le lait cru indique une difficulté de la conservation du lait cru via la réfrigération. Une forte contamination de cette flore favorise une activité protéolytique et lipolytique importante (**Bachtarzi et al., 2015**). Les

enzymes microbiennes sont thermorésistantes, et sont capables de dégrader les constituants du lait notamment les protéines ce qui engendre une baisse du rendement fromager. **Dogan et Boor, 2003 ; Holm et al., 2004** ont signalé que la présence de la flore psychrotrophe constitue un facteur limitant de la réfrigération du lait cru. Certaines laitières à haute technologie, le paiement du lait cru lors de la réception est en fonction de la charge microbienne en psychrotrophe. Ainsi, les normes de l'UE pour un lait de qualité ne doit pas dépasser 5000 UFC ml<sup>-1</sup> (**Vyletelova, 1999**).

Les résultats des autres types du lait montrent une qualité bactériologique très acceptables au cours du stockage, où la valeur limite de 50 000 UFC ml<sup>-1</sup> (correspondent à log<sub>10</sub> = 4,70) n'étaient pas dépassées, avec des charges initiales faibles (**Tableau 9**). L'évolution de la flore psychrotrophes est similaire dans le lait entier pasteurisé, et ce pour les deux températures 4 et 7°C (**Figure 7b**). Cependant, cette évolution est plus rapide à 7°C en comparaison à celle de 4°C dans le lait reconstitué pasteurisé (**Figure 7c**).

Le point commun dans l'évolution de la flore psychrotrophe dans les trois types du lait est le 4<sup>ème</sup> jour après le début de la conservation, à partir duquel, tout développement des bactéries psychrotrophes est devenu plus rapide. Or, le temps de génération des bactéries psychrotrophes est plus long, bien que la température de réfrigération se rapproche de 0°C (**Bornert, 2000**).

Tableau 9. Flore psychrotrophe pendant le stockage

Flore		Log <sub>10</sub> PSY (UFC ml <sup>-1</sup> )				Norme	Références UFC ml <sup>-1</sup>
Durée du stockage		4°C	<i>p</i>	7°C	<i>p</i>		
LC (n=6)	J <sub>0</sub>	5,945 <sup>a</sup> ± 0,025	0,092	5,934 <sup>a</sup> ± 0,016	0,091	50 × 10 <sup>3</sup> CFU ml <sup>-1</sup>	Cempirkova et Mikulova (2009).
	J <sub>1</sub>	6,008 <sup>a</sup> ± 0,011		6,076 <sup>a</sup> ± 0,009			
	J <sub>4</sub>	6,169 <sup>a</sup> ± 0,006		6,422 <sup>a</sup> ± 0,00			
	J <sub>7</sub>	6,292 <sup>a</sup> ± 0,037		6,541 <sup>a</sup> ± 0,005			
	J <sub>10</sub>	6,341 <sup>a</sup> ± 0,034		6,649 <sup>a</sup> ± 0,002			
	J <sub>0</sub>	2,839 <sup>a</sup> ± 0,00		2,816 <sup>a</sup> ± 0,026			
LEP (n=6)	J <sub>1</sub>	2,853 <sup>a</sup> ± 0,012	0,091	2,856 <sup>a</sup> ± 0,008	0,092	/	/
	J <sub>4</sub>	2,992 <sup>a</sup> ± 0,017		3,064 <sup>a</sup> ± 0,022			
	J <sub>7</sub>	3,187 <sup>a</sup> ± 0,027		3,333 <sup>a</sup> ± 0,045			
	J <sub>10</sub>	3,339 <sup>a</sup> ± 0,022		3,532 <sup>a</sup> ± 0,026			
	J <sub>0</sub>	1,901 <sup>a</sup> ± 0,004		1,915 <sup>a</sup> ± 0,024			
	J <sub>1</sub>	1,906 <sup>a</sup> ± 0,003		1,962 <sup>a</sup> ± 0,037			
LPC (n=6)	J <sub>4</sub>	1,986 <sup>a</sup> ± 0,026	0,093	2,128 <sup>a</sup> ± 0,029	0,092	/	/
	J <sub>7</sub>	2,118 <sup>a</sup> ± 0,002		2,339 <sup>a</sup> ± 0,008			
	J <sub>10</sub>	2,181 <sup>a</sup> ± 0,011		2,512 <sup>a</sup> ± 0,011			

Les moyennes du même type du lait suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ; PSY : Psychrotrophe

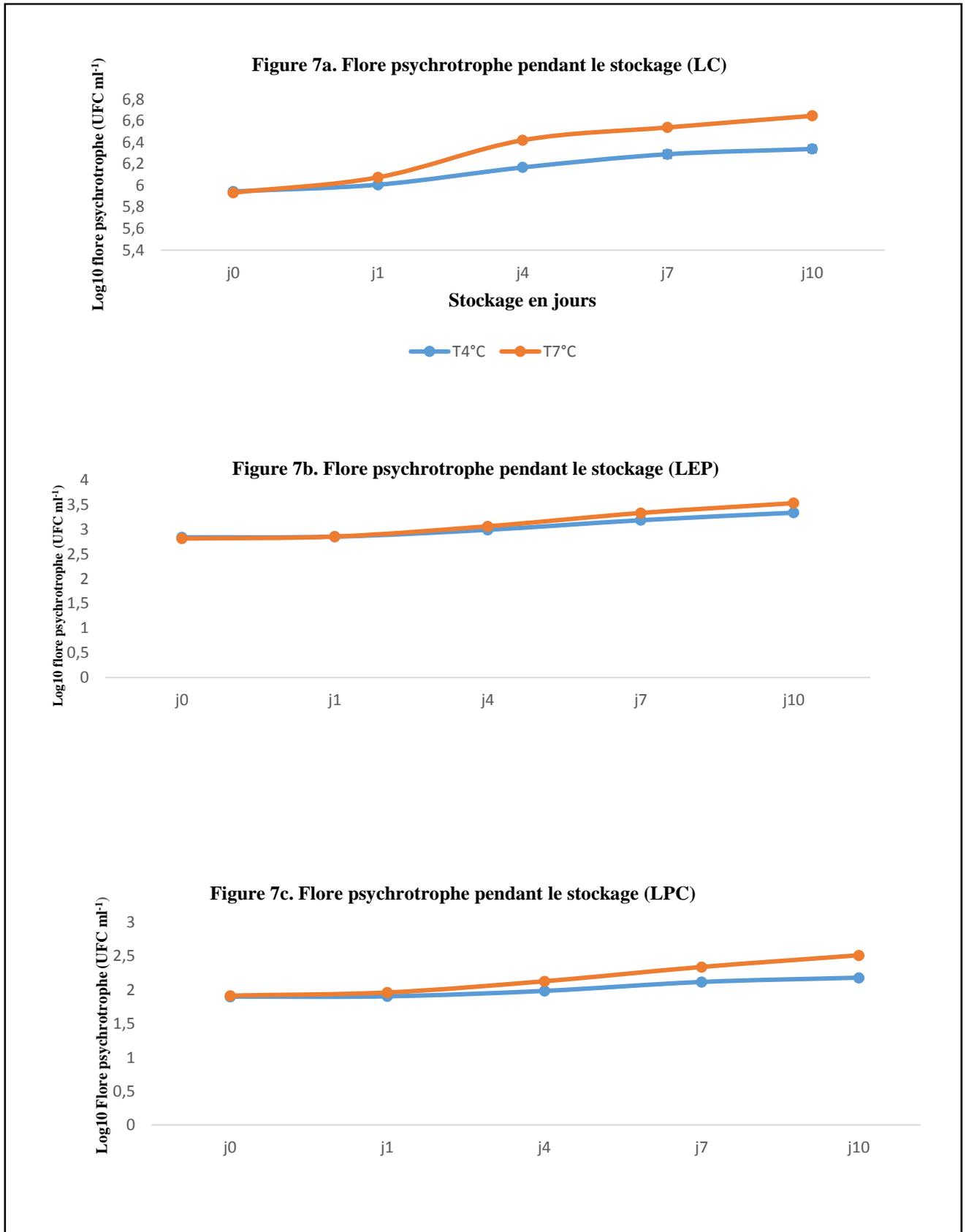


Figure 7. Evolution de la flore psychrotrophe au cours de l'entreposage réfrigéré

### 2.3.3 Evolution de la flore *Pseudomonas* au cours du stockage

Les genres les plus rencontrés du groupe des psychrotrophes qui ont été isolés du lait des vaches réfrigéré, sont des bactéries principalement aérobies, à gram négatif (**Milliere et Veillet-Poncet 1979 ; Bloquel et Veillet-Poncet 1980**). Selon les mêmes auteurs, le genre *Pseudomonas* est souvent le plus fréquent, où il occupe la première place des bactéries qui constituent la flore psychrotrophe dominante du lait cru réfrigéré. Ce genre, avec comme espèce principale *P. fluorescens*, est très souvent dominant dans les laits conservés à basse température (**Bloquel et Veillet-Poncet 1980 et Chilliard et Lambert 1984**) ; notamment quand ceux-ci ne sont pas récoltés dans de bonnes conditions hygiéniques (**FAO 1998**).

Dans le lait cru, tout développement des *Pseudomonas* est arrêté pendant les 3 premiers jours. La croissance des *Pseudomonas* a été observée qu'à partir du 4<sup>ème</sup> jour du stockage aux deux températures. Ainsi, à partir de ce stade, la croissance des *Pseudomonas* déclenche d'une manière stationnaire pour atteindre au bout de 10 jours du stockage à 4 et 7°C respectivement, une charge moyenne de  $34 \times 10^3$  et  $92 \times 10^3$  UFC ml<sup>-1</sup>. Cette situation témoigne une présence importante, voire dangereuse des *Pseudomonas* dans le lait cru stocké à froid (**Tableau 10 et Figure 8a**).

À 4°C la croissance des *Pseudomonas* dans le lait entier pasteurisé est inhibée pendant les 10 jours d'essais. Cependant, elle est inhibée seulement durant les 3 premier jours, puis elle augmente d'une manière progressive sous la conservation à 7°C jusqu'au 10<sup>ème</sup> jour (**Figure 8b**). Les *Pseudomonas* possèdent une grande résistance même après un traitement thermique (**Leriche et Fayolle, 2004**).

Le comportement des *Pseudomonas* dans le lait reconstitué pasteurisé est différent par rapport aux autres types du lait à savoir le lait cru et le lait entier pasteurisé. Les *Pseudomonas* ont été dénombré dès le premier prélèvement juste après la procédure du mélange des poudres anhydres dans l'eau. Le développement de cette bactérie est progressif depuis J<sub>0</sub> pour atteindre un maximum à la fin du stockage (**Figure 8c**). Il est possible que l'eau qui a été utilisée lors du mélange soit contaminée, où l'eau stagne parfois durant une longue durée, ce qui favorise la croissance des *Pseudomonas*. Cependant, l'évolution des *Pseudomonas* dans le lait reconstitué pasteurisé ne peut être attribuée à la qualité de la poudre utilisée lors des mélanges. Les *Pseudomonas* sont exigeants en eau libre, car leur développement est favorisé lorsque l'activité de l'eau est supérieure à 0,98 (**Bornet, 2000**). Mais la poudre qui a été utilisée est un produit microbiologiquement stable, avec une activité de l'eau comprise entre 0,3 à 0,4 ce qui est trop faible pour un développement microbien. Les poudres utilisées sont de bonne qualité, leur conditionnement dans des sacs en polyéthylène doublé de sacs en papier, et leur stockage dans

des salles à température ambiante, permet d'éviter l'augmentation du taux d'humidité, et donc leur altération. En effet, ces poudres ne présentent pas de défauts de couleur, ni de goût.

**Tableau 10. Flore *Pseudomonas* pendant le stockage**

Flore		Log <sub>10</sub> PSE (UFC ml <sup>-1</sup> )				Norme	Références UFC ml <sup>-1</sup>
Durée du stockage		4°C	<i>p</i>	7°C	<i>p</i>		
LC (n=6)	J <sub>0</sub>	0 <sup>a</sup>		0 <sup>a</sup>		100 à 1000 UFC ml <sup>-1</sup>	<b>Desmasures et al. 1997 ; Michel et al. 2001 ; Mallet et al. 2010</b>
	J <sub>1</sub>	0 <sup>a</sup>		0 <sup>a</sup>			
	J <sub>4</sub>	4,239 <sup>a</sup> ± 0,088	0,092	4,346 <sup>a</sup> ± 0,164	0,091		
	J <sub>7</sub>	4,380 <sup>a</sup> ± 0,026		4,790 <sup>a</sup> ± 0,104			
	J <sub>10</sub>	4,531 <sup>a</sup> ± 0,018		4,961 <sup>a</sup> ± 0,067			
	J <sub>0</sub>	0		0 <sup>a</sup>			
LEP (n=6)	J <sub>1</sub>	0		0 <sup>a</sup>		/	/
	J <sub>4</sub>	0	/	0 <sup>a</sup>	0,092		
	J <sub>7</sub>	0		1,203 <sup>a</sup> ± 0,038			
	J <sub>10</sub>	0		1,638 <sup>a</sup> ± 0,007			
	J <sub>0</sub>	1,702 <sup>a</sup> ± 0,028		1,703 <sup>a</sup> ± 0,017			
	J <sub>1</sub>	1,744 <sup>a</sup> ± 0,020		1,827 <sup>a</sup> ± 0,025			
LPC (n=6)	J <sub>4</sub>	1,883 <sup>a</sup> ± 0,007	0,093	2,004 <sup>a</sup> ± 0,017	0,090	/	/
	J <sub>7</sub>	2,004 <sup>a</sup> ± 0,017		2,203 <sup>a</sup> ± 0,012			
	J <sub>10</sub>	2,053 <sup>a</sup> ± 0,027		2,342 <sup>a</sup> ± 0,010			

Les moyennes du même type du lait suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ; Pse : *Pseudomonas*

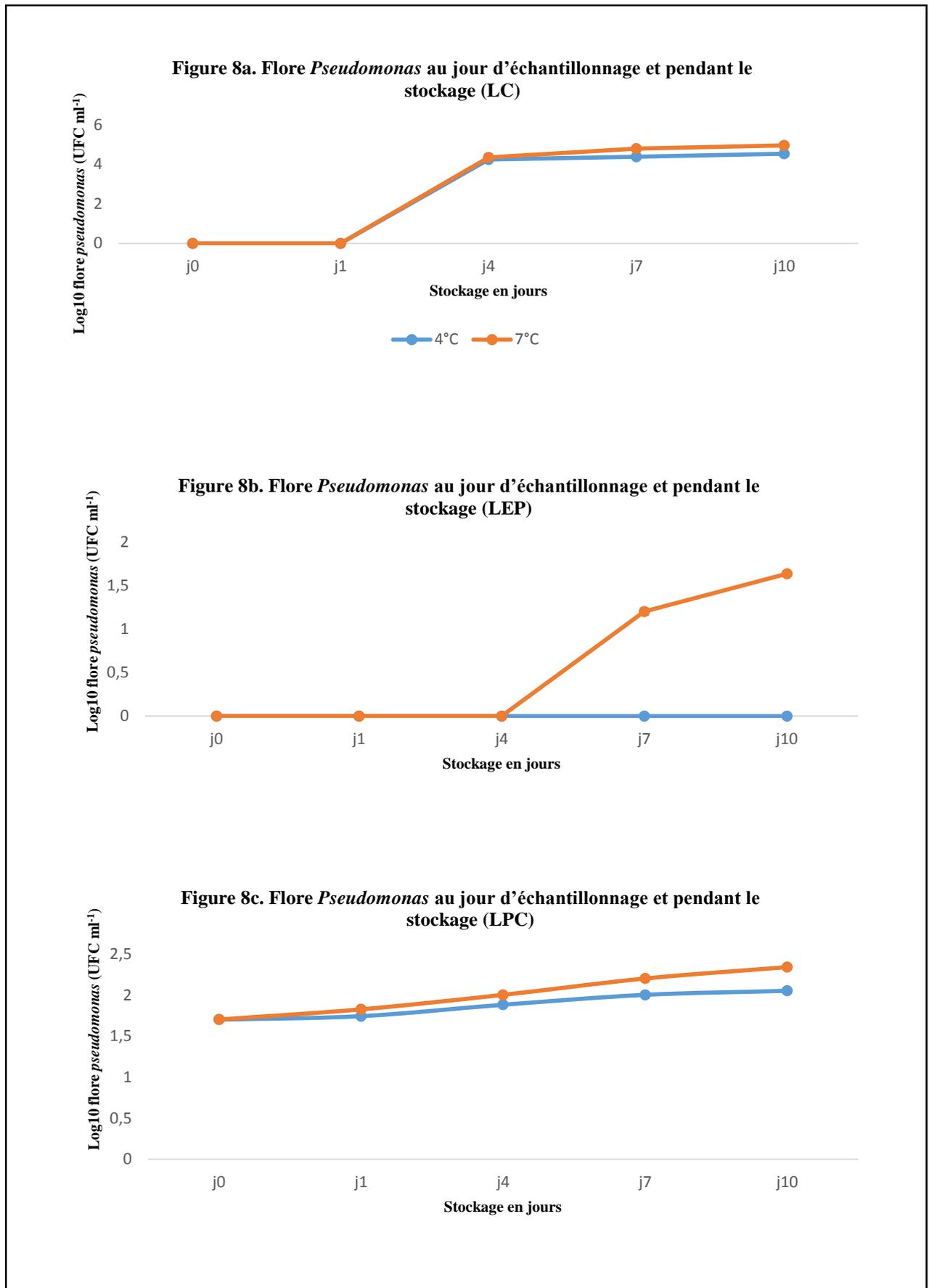


Figure 8. Evolution de la flore *Pseudomonas* au cours de l'entreposage réfrigéré

### 2.3.4 Evolution de la flore protéolytique au cours du stockage

Les résultats obtenus pour la flore protéolytique sont bien corrélés à ceux obtenus pour la flore psychrotrophe, avec des coefficients de corrélation de Spearman ( $r_s = 0,981 ; 0,877 ; 0,721$  respectivement dans le lait cru, entier pasteurisé et reconstitué). Cette forte corrélation, confirme de précédents résultats de **Mottar (1984)** qui constate une augmentation de l'activité protéolytique en relation avec une multiplication importante de la flore psychrotrophe. En effet, les principaux microorganismes protéolytiques du lait sont les *Bacillus*, les *Pseudomonas* et les *clostridiiums*, les *Flavobacterium*, les *Alcaligenes* et les levures et les moisissures, et parmi ces microorganismes les plus nuisibles sont souvent des microorganismes ayant une origine psychrotrophe (**Carole et Vignola, 2002**).

Compte tenu de la forte corrélation positive entre la flore protéolytique et psychrotrophe, leur évolution durant le stockage est similaire et prend la même allure dans les trois types du lait qui ont été utilisé dans les essais. En effet, la flore protéolytique aux deux températures de conservation à une tendance d'augmentation d'une manière rapide et progressive au cours du stockage, toutefois, cette évolution est presque similaire selon les deux températures de réfrigération (4 ou 7°C). En effet, le temps du stockage influence beaucoup plus la flore protéolytique que la température du stockage. (**Tableau 11** et **Figure 9**).

La protéolyse du lait a deux origines principales : endogène ou exogène. La protéolyse d'origine microbienne ou protéolyse exogène a souvent été étudiée dans le cas de contamination du lait après la traite, et notamment par la flore psychrotrophe. La protéolyse induite par ce type de flore provoque une dégradation des caséines préférentiellement dans l'ordre  $\kappa \gg \beta > \alpha$  (**Fairbairn & law, 1986 ; Grieve & Kitchen., 1985 cités par Haddadi, 2006**).

Outre, la protéolyse n'est significative, que pour des contaminations supérieures à  $10^6$  au  $10^7$  UFC ml<sup>-1</sup> (**Guinot-Thomas et al., 1995 cités par Haddadi 2006**). En effet, dans le lait cru, le risque de protéolyse est accru dès le premier jour du stockage avec des charges moyennes supérieures à  $10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> qui correspondent à  $\log_{10} > 6$ , et ceci quel que soit la température du stockage. Or, les deux autres types du lait le risque de la protéolyse est loin d'être possible durant le stockage réfrigéré (**Tableau 11**).

Tableau 11. Flore protéolytique pendant le stockage

Flore		Log <sub>10</sub> PRO (UFC ml <sup>-1</sup> )			Norme	Références UFC ml <sup>-1</sup>
Durée du stockage		4°C	p	7°C		
LC (n=6)	J <sub>0</sub>	5,945 <sup>a</sup> ± 0,032	0,090	5,945 <sup>a</sup> ± 0,006	0,112	45 × 10 <sup>3</sup> UFC / ml
	J <sub>1</sub>	6,027 <sup>a</sup> ± 0,021		6,121 <sup>a</sup> ± 0,002		
	J <sub>4</sub>	6,269 <sup>a</sup> ± 0,005		6,420 <sup>a</sup> ± 0,001		
	J <sub>7</sub>	6,605 <sup>a</sup> ± 0,002		6,698 <sup>a</sup> ± 0,002		
	J <sub>10</sub>	6,709 <sup>a</sup> ± 0,000		/		
LEP (n=6)	J <sub>0</sub>	3,013 <sup>a</sup> ± 0,024	/	3,013 <sup>a</sup> ± 0,030	0,094	/
	J <sub>1</sub>	3,026 <sup>a</sup> ± 0,037		3,068 <sup>a</sup> ± 0,043		
	J <sub>4</sub>	3,152 <sup>a</sup> ± 0,063		3,159 <sup>a</sup> ± 0,006		
	J <sub>7</sub>	3,263 <sup>a</sup> ± 0,049		3,323 <sup>a</sup> ± 0,001		
	J <sub>10</sub>	3,425 <sup>a</sup> ± 0,004		3,504 <sup>a</sup> ± 0,045		
LPC (n=6)	J <sub>0</sub>	2,059 <sup>a</sup> ± 0,015	0,093	2,059 <sup>a</sup> ± 0,010	0,090	/
	J <sub>1</sub>	2,084 <sup>a</sup> ± 0,011		2,150 <sup>a</sup> ± 0,022		
	J <sub>4</sub>	2,139 <sup>a</sup> ± 0,018		2,244 <sup>a</sup> ± 0,016		
	J <sub>7</sub>	2,183 <sup>a</sup> ± 0,009		2,307 <sup>a</sup> ± 0,008		
	J <sub>10</sub>	2,216 <sup>a</sup> ± 0,007		2,368 <sup>a</sup> ± 0,007		

Les moyennes du même type du lait suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ; PRO : protéolytique

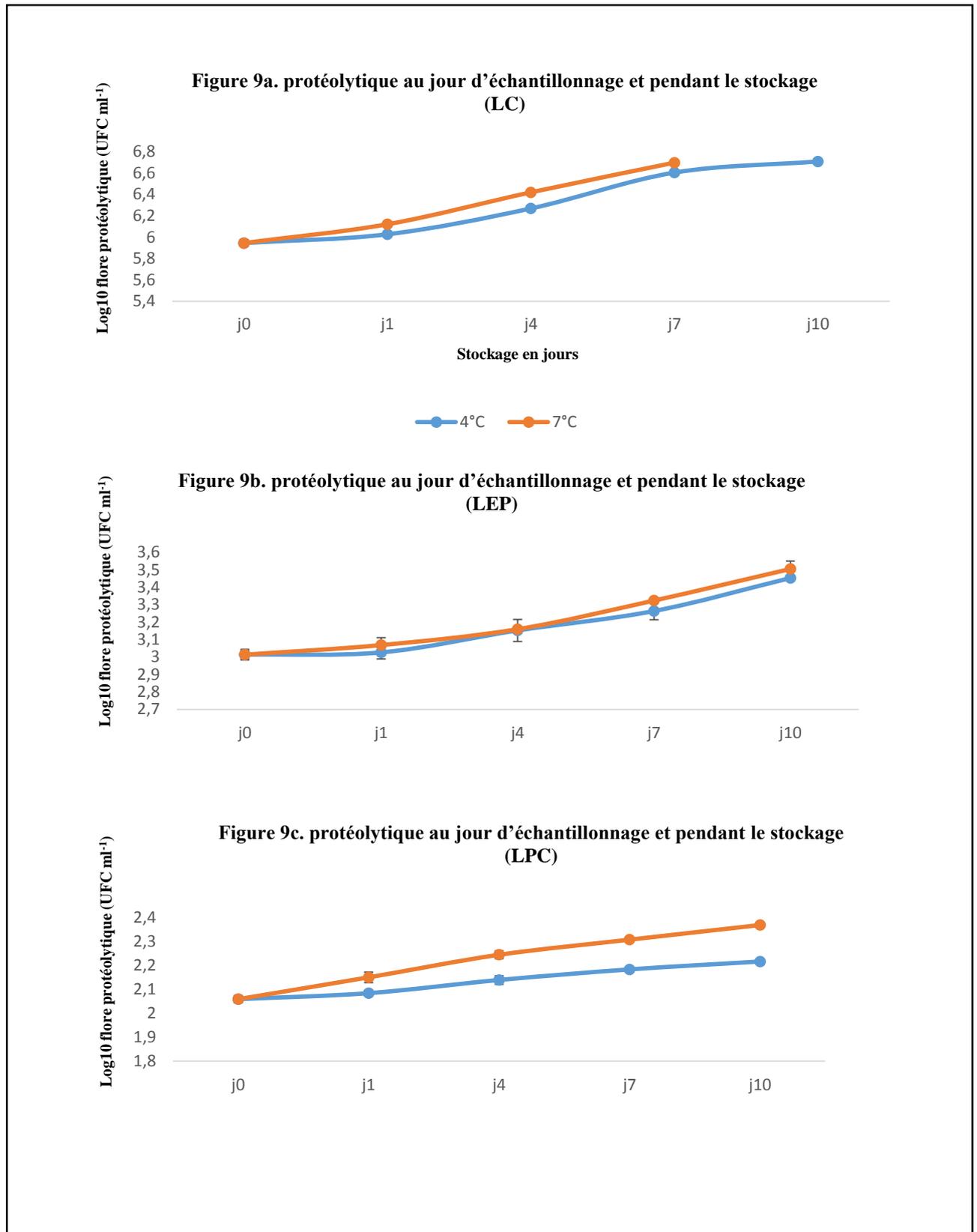


Figure 9. Evolution de la flore protéolytique au cours de l'entreposage réfrigéré

### 2.3.5 Evolution de la Flore lipolytique au cours du stockage

L'étendue de la lipolyse était significativement corrélée avec la teneur du lait en matière grasse, et ceci uniquement dans le lait cru soit des coefficients de corrélation ( $r_s = 0,541$ ;  $p < 0,05$  ;  $r_s = 0,241$ ;  $p > 0,05$  et  $r_s = 0,231$ ;  $p > 0,05$ ), respectivement dans le lait cru, entier et reconstitué, concordant avec les résultats des études antérieurs (**Chazal et Chilliard 1986**, **Cartier et Chilliard 1990**; **Gargouri et al. 2008**).

La flore lipolytique semble être constante pendant le premier jour de conservation à 4 et 7°C dans le lait entier et reconstitué (**Figure 10b et c**). Puis elle tend à augmenter au cours du stockage. Cependant, cette flore augmente dès le premier jour de conservation d'une manière rapide pour atteindre une charge moyenne de  $4,9 \times 10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> au bout du 7<sup>ème</sup> jour pour les échantillons du lait conservés à 7°C, et  $3,3 \times 10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> pour les échantillons du lait conservés à 4°C (**Figure 10a**). La différence qui a été signalée entre les différents types du lait est due à la charge initiale du lait en flore mésophile, et psychotrophe très élevées dans le lait cru, en comparaison avec les autres types du lait traité thermiquement. Outre, une corrélation positive a été enregistrée entre la flore lipolytique et la flore totale ( $r_s=0,651$ ,  $p<0,05$ ), et la flore lipolytique et psychotrophe ( $r_s=0,542$ ,  $p<0,05$ ). Ainsi, plusieurs auteurs suggèrent que l'activité lipolytique aurait des effets importants que dans le lait à une teneur en flore totale supérieure à  $10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> (**Muir et al., 1978**). De même, cette activité est faible dans le lait dont la charge en flore psychotrophe inférieure à  $10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> (**Muir et al., 1978** ; **Shelley et al., 1986**). L'activité lipolytique est due surtout aux enzymes lipolytiques alcalines (**Kuzdzal-Savoie et al., 1975**), cette activité se traduit par l'apparition de défauts organoleptiques dans le lait et dans les produits laitiers (**Ray et al., 2013**) consécutive à la libération d'acides gras (**Panfil-Kuncewicz et al., 2005**).

Tableau 12. Flore lipolytique pendant le stockage

Flore		Log <sub>10</sub> LIP (UFC ml <sup>-1</sup> )				Norme	Références UFC ml <sup>-1</sup>
Durée du stockage		4°C	<i>p</i>	7°C	<i>p</i>		
LC (n=6)	J <sub>0</sub>	5,903 <sup>a</sup> ± 0,014	0,092	5,900 <sup>a</sup> ± 0,032	0,112	/	/
	J <sub>1</sub>	6,017 <sup>a</sup> ± 0,003		6,112 <sup>a</sup> ± 0,019			
	J <sub>4</sub>	6,303 <sup>a</sup> ± 0,011		6,499 <sup>a</sup> ± 0,007			
	J <sub>7</sub>	6,528 <sup>a</sup> ± 0,011		6,698 <sup>a</sup> ± 0,002			
	J <sub>10</sub>	6,695 <sup>a</sup> ± 0,007		/			
	J <sub>0</sub>	2,988 <sup>a</sup> ± 0,006		3,008 <sup>a</sup> ± 0,016			
LEP (n=6)	J <sub>1</sub>	2,994 <sup>a</sup> ± 0,008	0,091	3,036 <sup>a</sup> ± 0,013	0,094	/	/
	J <sub>4</sub>	3,092 <sup>a</sup> ± 0,000		3,183 <sup>a</sup> ± 0,037			
	J <sub>7</sub>	3,249 <sup>a</sup> ± 0,009		3,389 <sup>a</sup> ± 0,032			
	J <sub>10</sub>	3,385 <sup>a</sup> ± 0,005		3,558 <sup>a</sup> ± 0,006			
	J <sub>0</sub>	2,106 <sup>a</sup> ± 0,015		2,103 <sup>a</sup> ± 0,011			
	J <sub>1</sub>	2,117 <sup>a</sup> ± 0,009		2,158 <sup>a</sup> ± 0,041			
LPC (n=6)	J <sub>4</sub>	2,202 <sup>a</sup> ± 0,044	0,092	2,290 <sup>a</sup> ± 0,030	0,090	/	/
	J <sub>7</sub>	2,266 <sup>a</sup> ± 0,006		2,352 <sup>a</sup> ± 0,014			
	J <sub>10</sub>	2,303 <sup>a</sup> ± 0,006		2,412 <sup>a</sup> ± 0,013			

Les moyennes du même type du lait suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05). Une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de p < 0,05 selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ; LIP : Lipolytique.

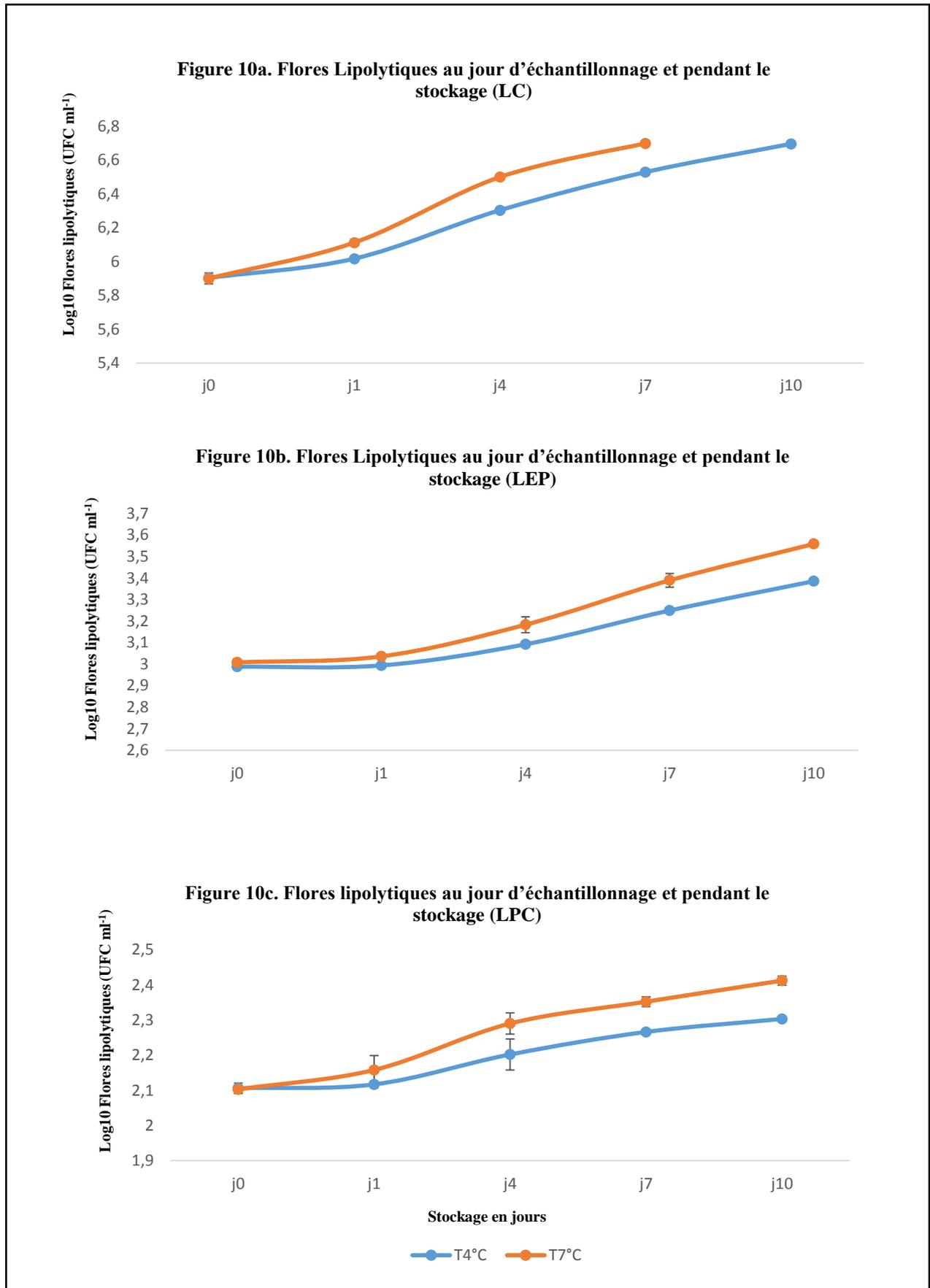


Figure 10. Evolution de la flore lipolytique au cours de l'entreposage réfrigéré

## 2.4. Evolution de la qualité organoleptique du lait réfrigéré au cours du stockage

### 2.4.1 Test discriminatif

Plusieurs tests triangulaires ont été effectués pour déterminer, si les 12 panélistes étaient capables de différencier l'évolution de l'apparence et la couleur des échantillons du lait au cours du stockage. Les six essais triangulaires menés pour le lait entier étaient : (1) le lait (J<sub>1</sub>) par rapport au lait (J<sub>3</sub>); (2) le lait (J<sub>1</sub>) par rapport au lait (J<sub>5</sub>); (3) le lait (J<sub>1</sub>) par rapport au lait (J<sub>7</sub>); (4) le lait (J<sub>3</sub>) par rapport au lait (J<sub>5</sub>); (5) le lait (J<sub>3</sub>) par rapport au lait (J<sub>7</sub>), et (6) le lait (J<sub>5</sub>) par rapport au lait (J<sub>7</sub>). Les mêmes comparaisons ont été réalisées pour le lait reconstitué au cours de réfrigération. Un niveau de signification de  $p = 0,05$  a été retenu pour ce test qui est basé sur l'utilisation de 12 panélistes, huit panélistes devraient sélectionner correctement l'échantillon qui était différent, pour établir la signification (Tableau 13 et 14).

**Tableau 13. Nombre d'échantillons corrects et incorrects obtenus dans le test triangulaire (entier pasteurisé)**

4° C						
Echantillons	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>3</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>5</sub> (vs) J <sub>7</sub>
Incorrecte	09	06	04	07	07	06
Correcte	03	06	08	05	05	06
Total	12	12	12	12	12	12
<i>p</i>	0,607	0,368	<b>0,019</b>	0,368	0,368	0,368
7° C						
Echantillons	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>3</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>5</sub> (vs) J <sub>7</sub>
Incorrecte	08	05	01	07	05	03
Correcte	04	07	11	05	07	09
Total	12	12	12	12	12	12
<i>p</i>	0,607	0,178	<b>0,001</b>	0,368	0,178	0,019

(vs) : versus ; une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de  $p < 0,05$  selon la loi binomiale

**Tableau 14. Nombre d'échantillons corrects et incorrects obtenus dans le test triangulaire (lait reconstitué)**

4° C						
Echantillons	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>3</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>5</sub> (vs) J <sub>7</sub>
Incorrecte	09	08	05	08	07	06
Correcte	03	04	07	04	05	06
Total	12	12	12	12	12	12
<i>p</i>	0,607	0,607	0,178	0,607	0,368	0,368
7° C						
Echantillons	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>3</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>1</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>5</sub>	J <sub>3</sub> (vs) J <sub>7</sub>	J <sub>5</sub> (vs) J <sub>7</sub>
Incorrecte	08	08	02	08	06	07
Correcte	04	04	10	04	06	05
Total	12	12	12	12	12	12
<i>p</i>	0,607	0,607	<b>0,001</b>	0,607	0,368	0,368

(vs) : versus ; une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de  $p < 0,05$  selon la loi binomiale.

Selon les résultats présentés dans le **tableau 13 et 14**, l'importance pourrait être établie après un jour de réfrigération par rapport au lait réfrigéré après 7 jours. Par conséquent, les panélistes ont pu différencier le lait réfrigéré au début du stockage et lait réfrigéré à la fin du stockage, quelle que soit la température de réfrigération (4°C ou 7°C), mais cette différence est non détectable pour le lait reconstitué au début et à la fin du stockage à une température de 4 °C. Ces résultats correspondent aux résultats obtenus à l'évolution de la qualité physico chimique et bactériologique au cours du stockage. Cependant, aucune différence n'a pu être détectée pour les deux types du lait entre le début et le milieu du stockage ( $J_1$  vs  $J_3$ ) ou entre le milieu et la fin du stockage ( $J_3$  vs  $J_7$ ), quelle que soit la température de réfrigération.

### 2.4.2 Test descriptif

L'acceptabilité des échantillons a été mesurée sur une échelle structurée à 10 points au cours du stockage selon les deux températures de réfrigération à savoir 4 et 7 °C, selon plusieurs attributs de la qualité sensorielle (**Tableau 15 et 16**).

Le stockage par froid à 4 et à 7°C a diminué les scores moyens sensoriels relatifs à la couleur, l'odeur et le goût pour les deux types du lait. Cette diminution était plus marquée au bout du 7<sup>ème</sup> jour du stockage qu'au début du stockage, et surtout lors de la réfrigération à une température de 7°C, dont la différence significative très significatif ( $p = 0,018$ ) dans le lait entiers, et pour l'odeur ( $p = 0,022$ ) dans le lait reconstitué.

Néanmoins, la diminution de la couleur est en relation avec l'augmentation du nombre des échantillons ayant la couleur «blanche pâle» qui a été apparue au cours du stockage. Cependant, un lait de bonne qualité a une couleur blanche mate, qui est due en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène (**Fredot, 2005**). Ceci est en relation avec le mouillage qui a été plus ou moins soulevé dans la partie physico-chimique.

Contrairement à la couleur l'odeur et le goût, le stockage à froid a augmenté les scores moyens de la viscosité. En effet, les scores moyens les plus faibles étaient enregistrés dans les échantillons entiers et reconstitués au début du stockage ( $J_1$ ), en comparaison avec leurs scores moyens à la fin du stockage ( $J_7$ ). Par conséquent, un nombre important des dégustateurs déclarent que le lait au cours du stockage est devenu plus visqueux. Ceci peut être attribué au changement de la composition chimique du lait au cours du stockage (**Figure 11 et 12**).

**Tableau 15. Effets du stockage (durée et température) sur quelques attributs de la qualité sensorielle du lait (moyenne ± écart type).**

4° C (n=12)					
Descripteur <sup>1</sup>	J <sub>1</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>5</sub>	J <sub>7</sub>	P
Couleurs	6,75 <sup>a</sup> ± 2,37	6,08 <sup>a</sup> ± 3,45	5,91 <sup>a</sup> ± 3,67	4,5 <sup>a</sup> ± 2,43	0,255
Odeurs	6,08 <sup>a</sup> ± 3,45	4,5 <sup>a</sup> ± 3,55	4,41 <sup>a</sup> ± 2,96	4,00 <sup>a</sup> ± 2,13	0,375
Goût	7,00 <sup>a</sup> ± 2,95	6,41 <sup>a</sup> ± 2,06	5,75 <sup>a</sup> ± 2,73	4,58 <sup>a</sup> ± 3,20	0,185
Viscosité	4,41 <sup>a</sup> ± 2,84	5,08 <sup>a</sup> ± 1,50	6,00 <sup>a</sup> ± 2,08	6,75 <sup>a</sup> ± 2,45	0,078
7° C (n=12)					
Descripteur <sup>1</sup>	J <sub>1</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>5</sub>	J <sub>7</sub>	P
Couleurs	6,00 <sup>a</sup> ± 2,04	5,16 <sup>a</sup> ± 3,09	5,08 <sup>a</sup> ± 2,42	3,83 <sup>a</sup> ± 2,32	0,221
Odeurs	5,08 <sup>a</sup> ± 2,71	4,00 <sup>a</sup> ± 2,98	3,75 <sup>a</sup> ± 2,59	3,33 <sup>a</sup> ± 1,43	0,372
Goût	6,41 <sup>a</sup> ± 2,81	5,75 <sup>ab</sup> ± 1,76	4,66 <sup>ab</sup> ± 2,01	3,58 <sup>b</sup> ± 2,23	<b>0,018</b>
Viscosité	5,08 <sup>b</sup> ± 2,57	5,83 <sup>ab</sup> ± 2,20	6,75 <sup>ab</sup> ± 1,42	7,5 <sup>a</sup> ± 1,93	0,036

1) les descripteurs sont non hédonique ; les moyennes du même bloc de colonnes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05) selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey.

**Tableau 16. Effets du stockage (durée et température) sur quelques attributs de la qualité sensorielle<sup>1</sup> du lait (moyenne ± écart type).**

4° C (n=12)					
Descripteur <sup>1</sup>	J <sub>1</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>5</sub>	J <sub>7</sub>	p/p*
Couleurs	7,25 <sup>a</sup> ± 1,71	7,33 <sup>a</sup> ± 1,82	6,58 <sup>a</sup> ± 2,50	6,08 <sup>a</sup> ± 1,44	0,341
Odeurs	5,41 <sup>a</sup> ± 2,61	5,08 <sup>a</sup> ± 1,37	5,00 <sup>a</sup> ± 2,08	4,66 <sup>a</sup> ± 2,46	0,869
Goût	7,33 <sup>a</sup> ± 2,93	7,00 <sup>a</sup> ± 3,54	6,25 <sup>a</sup> ± 3,10	5,66 <sup>a</sup> ± 2,74	0,555
Viscosité	5,25 <sup>a</sup> ± 2,52	5,25 <sup>a</sup> ± 2,00	6,00 <sup>a</sup> ± 1,27	6,25 <sup>a</sup> ± 2,17	0,523
7° C (n=12)					
Descripteur <sup>1</sup>	J <sub>1</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>5</sub>	J <sub>7</sub>	P
Couleurs	7,00 <sup>a</sup> ± 1,41	6,91 <sup>a</sup> ± 1,67	6,25 <sup>a</sup> ± 3,19	5,25 <sup>a</sup> ± 1,05	0,209
Odeurs	5,41 <sup>b</sup> ± 2,42	4,83 <sup>ab</sup> ± 1,26	4,58 <sup>ab</sup> ± 1,78	3,58 <sup>a</sup> ± 0,9	<b>0,022*</b>
Goût	7,16 <sup>a</sup> ± 2,32	6,66 <sup>a</sup> ± 3,28	6,08 <sup>a</sup> ± 3,08	5,25 <sup>a</sup> ± 2,83	0,418
Viscosité	5,41 <sup>a</sup> ± 2,02	5,75 <sup>a</sup> ± 2,00	6,25 <sup>a</sup> ± 2,09	7,25 <sup>a</sup> ± 1,65	0,126

1) les descripteurs sont non hédonique ; les moyennes du même bloc de colonnes (4 °C ou 7 °C) suivies de lettres distinctes (a/b) sont différentes au seuil de (p<0,05) selon l'ANOVA suivie du test Post Hoc de Tukey ou pour une valeur p\* < 0,05 selon le test de Friedman suivi par le test Post Hoc de Nemenyi.

Figure 11a. profil sensoriel au 1<sup>er</sup> jour du stockage à 4°C

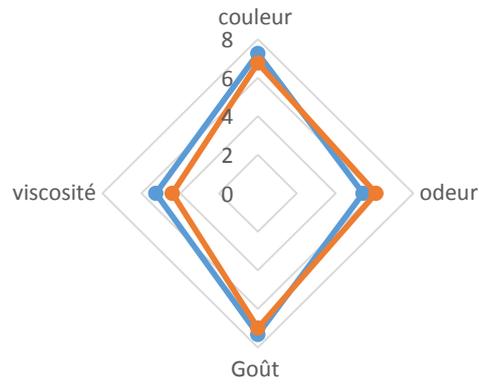


Figure 11b. profil sensoriel au 3<sup>ème</sup> jour du stockage à 4 °C

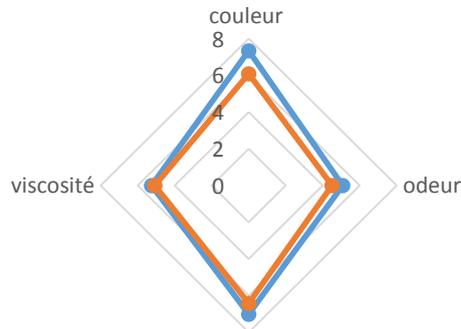


Figure 11c profil sensoriel au 5<sup>ème</sup> jour du stockage à 4 °C

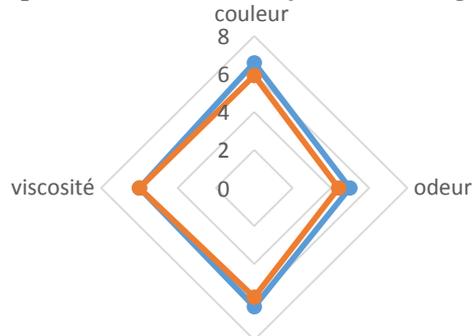


Figure 11d. profil sensoriel au 7<sup>ème</sup> jour du stockage à 4 °C

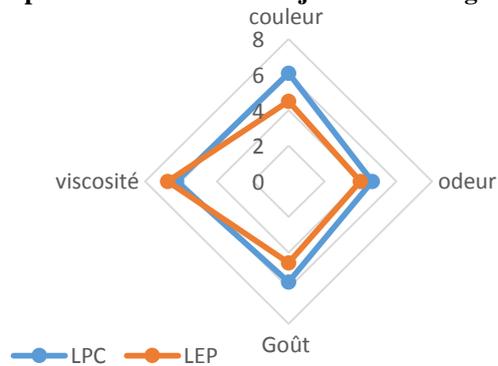


Figure 11. Evolution du profil sensoriel au cours du stockage à 4 °C

Figure 12a. profil sensoriel au 1<sup>er</sup> jour du stockage à 7 °C

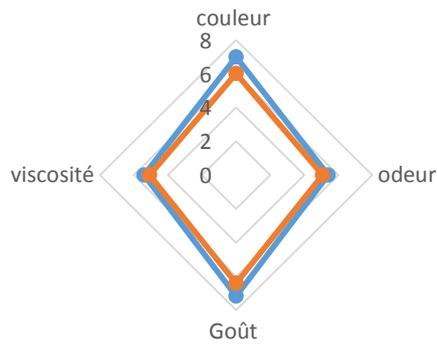


Figure 12b. profil sensoriel au 3<sup>ième</sup> jour du stockage à 7 °C

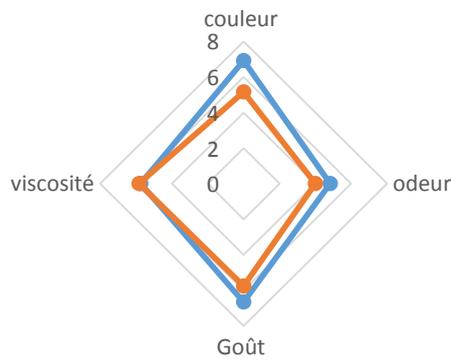


Figure 12c. profil sensoriel au 5<sup>ième</sup> jour du stockage à 7 °C

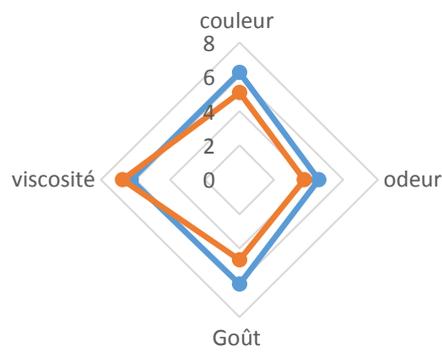


Figure 12d. profil sensoriel au 7<sup>ième</sup> jour du stockage à 7 °C

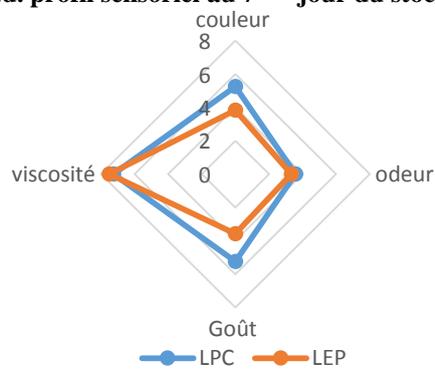


Figure 12. Evolution du profil sensoriel au cours du stockage à 7 °C

### **Conclusion et recommandation :**

La température et la durée de stockage sont des facteurs importants affectant les propriétés physicochimiques, bactériologiques et organoleptiques du lait destiné à la consommation ou à la transformation.

Les résultats microbiologiques ont montré que plus la charge initiale du lait était importante, moins que la durée du stockage est longue.

La durée du stockage est corrélée négativement avec la température du stockage, plus la durée de réfrigération augmente, plus la température mise en œuvre diminue.

Cette étude a montré que le lait pasteurisé qui a été traité thermiquement reconstitué ou entier sont moins affectés par le stockage, et la durée de conservation est la plus longue en comparaison avec celle du lait cru.

La qualité du lait cru diminue rapidement à la température de 7°C après 4 jours de stockage, et 7 jours de conservation à 4 ° C.

Des variations ont été observées entre les teneurs en matières grasses, en protéines, en lactose et en matière sèche soluble entre les jours. Il a été conclu que le lait cru pouvait être conservé au réfrigérateur à 4 ° C pendant quatre jours sans que le produit ne subisse de dommages importants.

La pasteurisation n'a pas été toujours un facteur de réussite du stockage du lait. De ce fait, quelques échantillons du lait reconstitué ont subi une contamination en *Pseudomonas* dès le premier jour du stockage.

Finalement, pour une plus longue durée de conservation du lait cru, les producteurs doivent réduire au maximum sa contamination microbienne dès le départ, par une préconisation d'une traite hygiénique, avec une procédure de la réfrigération de lait à une température inférieure à 4°C et avec une distribution rapide afin de permettre une consommation ou transformation de lait cru sans toucher la qualité gustative.

### Références bibliographique

- [1] **Abd El-Kader, Y. I., (1999)**. Effect of cooling or freezing process on some properties of cow's milk and Domiati cheese. Egypt J. Appl. Sci, 14(2) : 56.
- [2] **Abd Elrahman, S. M. A., Said Ahmed, A. M. E. M., El Yas, I., El Zubeir, M., El Owni, O. A. O. and Ahmed, M. K. A. (2013)**. Effect of storage temperature on the microbiological and physicochemical properties of pasteurized milk. Annals. Food Science and Technology, 14 :116.
- [3] **Afif, A., Faid, M. et Najimi, M. (2008)**. Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. Reviews in Biology and Biotechnology, 7(1) : 3-4.
- [4] **Afnor (1985)** Norme française, microbiologie alimentaire, dénombrement des coliformes totaux à 37°C, Méthode de routine, Standard no, V 08-015.
- [5] **AlKanhhal, H. A., Abu-Lehia, I. H. and Al-Saleh, A. A. (1994)**. Changes in the quality of fresh and recombined ultra high temperature treated milk during storage. International Dairy Journal, 4(3) : 221-236.
- [6] **Al-Kanhhal, H. A., Abo-Tarboosh, H. M., Hamad, A. M. and Al-Shrawy, M. I. (1996)**. The quality of raw milk produced in Saudi Arabia. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 8(2) : 211-226.
- [7] **Ameur, A., Rahal, K., et Bouyoucef, A., 2011**. Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie). Revue Nature et Technologie. N°6 : 80-84.
- [8] **Bloquel, R., et Veillét-Poncét, L. (1980)**. Évolution et détermination de la flore bactérienne d'un lait cru réfrigéré paucimicrobien en fonction du temps. Le lait, 60(598) : 474-486.
- [9] **Boisard, P., 1994**. Le lait et la machine, n°143, paris : 205.
- [10] **Bornert, G. (2000)**. Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. Revue Méd. Vêt, 151(11) : 1003-1010. Disponible sur : [http://www.revmedvet.com/2000/RMV151\\_1003\\_1010.pdf](http://www.revmedvet.com/2000/RMV151_1003_1010.pdf)

- [11] **Brodziak, A., Król, J., Litwińczuk, Z., Zaborska, A. et Czernecki, T. (2017).** Effect of storage time under home refrigeration conditions on the quality of opened drinking milk. *Mljekarstvo/Dairy*, 67(4) :283-296
- [12] **Buchet, A., Lafarge, V., Ogier, J. C., Girard, V., Maladen, V., Leveau, J. Y. et Gruss, A. (2004).** Raw cow milk bacterial population shifts attributable to refrigeration. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(9) : 5644-5650.
- [13] **Carole et Vignola, (2002)** .science et technologie du lait, transformation du lait (2<sup>ème</sup> édition)
- [14] **Carthy, O.J.MC., And Singh, H., 2009.** physico-chimical properties of milk-institute of food, *Nutrition and Human Health* : 691.
- [15] **Cartier, P. and Chilliard, Y. (1990).** Spontaneous lipolysis in bovine Milk : combined effects of nine characteristics in native milk. *Journal of Dairy Science*, 73(5) : 1178-1186.
- [16] **Celestino, E. L., Iyer, M. and Roginski, H. (1997).** Reconstituted UHT-treated milk : Effects of raw milk, powder quality and storage conditions of UHT milk on its physico-chemical attributes and flavour. *International Dairy Journal*, 7(2-3) : 129-140.
- [17] **Celestino, E. L., Iyer, M. and Roginski, H. (1996).** The effects of refrigerated storage on the quality of raw milk. *Australian journal of dairy technology*, 51(2) : 59-63.
- [18] **Cempírková, R. and Mikulová, M. (2009).** Incidence of psychrotrophic lipolytic bacteria in cow's raw milk. *Czech Journal of Animal Science*, 54(2) :66.
- [19] **Chazal, M. P. and Chilliard, Y. (1986).** Effect of stage of lactation, stage of pregnancy, milk yield and herd management on seasonal variation in spontaneous lipolysis in bovine milk. *Journal of Dairy Research*, 53(4), 529-538.
- [20] **Chen, L. D. R. M., Daniel, R. M. and Coolbear, T. (2003).** Detection and impact of protease and lipase activities in milk and milk powders. *International dairy journal*, 13(4), 255-275.
- [21] **Chilliard, Y. et Lamberet, G. (1984).** La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variation, signification pratique. *Le Lait*, 64(645-646) : 544-578.
- [22] **Cousin, M. A. (1982).** Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: à review. *Journal of food Protection*, 45(2) : 172-207.

- [23] **Curda, L. and Plockova, M. (1995).** Impedance measurement of growth of lactic acid bacteria in dairy cultures with honey addition. *International Dairy Journal*, 5(7) : 727-733.
- [24] **Czerniewicz, M., Kruk, A. and Kielczewska, K. (2006).** Storage stability of raw milk subjected to vibration. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 15(1) : 65-67.
- [25] **Decimo, M., Morandi, S., Silveti, T. and Brasca, M. (2014).** Characterization of gram-negative psychrotrophic bacteria isolated from Italian bulk tank milk. *Journal of food science*, 79(10).
- [26] **FAO 1998.** Le Lait et les Produits Laitiers dans la Nutrition Humaine, Bulletin de la FAO, 28, Disponible sur : <http://www.fao.org/docrep/t4280f/t4280f00.htm>
- [27] **Fédération Internationale de Laiterie (FIL) 1991 .**Lait, numération des cellules somatiques du lait, 1991, Norme N° 148 :1-8.
- [28] **Feuillat, M., Le Guennec, S., Olsson, A. et Hory, C. (1976).** Contribution à l'étude de la protéolyse des laits réfrigérés et incidences sur le rendement d'une fabrication de fromages à pâte molle. *Le Lait*, 56(558), 521-536.
- [29] **Fox, P. F., McSWEENEY, P. L. et PAUL, L. (1998).** Dairy chemistry and biochemistry. Black Academic and Professional, New York, Physical properties of milk: 437–461.
- [30] **Frank, J. F., Hankin, L., Koburger, J. A., Marth, E. H., & Richardson, G. H. (2004).** Standard methods for the examination of dairy products. American Public Health Association, Washington, DC : 227-248.
- [31] **Fredot, E. (2005).** Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc, Lavoisier, 25 :397
- [32] **García-Golding, F., Giallorenzo, M., Moreno, N. et Chang, V. (1995).** Sensor for determining the water content of oil-in-water emulsion by specific admittance measurement. *Sensors and Actuators A : Physical*, 47(1-3), 337-341.
- [33] **Gargouri, A., Hamed, H. and ElFeki, A. (2013).** Analysis of raw milk quality at reception and during cold Storage : combined effects of somatic cell counts and psychrotrophic bacteria on lipolysis. *Journal of food science*, 78(9).
- [34] **Gargouri, A., Hamed, H. and ElFeki, A. (2008).** Total and differential bulk cow milk somatic cell counts and their relation with lipolysis. *Livestock Science*, 113(2), 274-279.

- [35] **Gelais, D., Champagne, C. P., Erepmoc, F. and Audet, P. (1995).** The use of electrical conductivity to follow acidification of dairy blends. *International Dairy Journal*, 5(5), 427-438.
- [36] **Guiraud, J. P. (2003).** *Microbiologie Alimentaire*, Edition : Dunod. Paris, France : 652.
- [37] **Haddadi, K. (2006).** Mécanismes de la protéolyse dans le lait lors de l'inflammation de la glande mammaire chez la vache laitière : activité des protéases leucocytaires et des protéases bactériennes (cas d'*Escherichia coli*) (Doctoral dissertation, Vandœuvre-lès-Nancy, INPL) :118.
- [38] **Hales, N., 2016.** Algeria Dairy and Products Annual, Dairy Outlook for USLGE Promising, AG1604.
- [39] **Hamana, K., Taura, Y., Arakawa, K. and Yamamoto, M. (1989).** Detection of subclinical mastitis by electronic conductivity measurement and California mastitis test. *Bulletin of the Faculty of Agriculture-Kagoshima University (Japan)*.54(2) : 1147.
- [40] **Hamiroune, M., Berber, A., et Boubekour, S., 2016.** Évaluation de la qualité bactériologique du lait cru bovin à divers stades de la chaîne de production laitière dans des fermes en Algérie. 35(3) : 2.
- [41] **Harding, F., Chapman, Hall and Wiltshire. (1995).** *Milk Quality*. UK. 1st Ed.
- [42] **Hantsis-Zacharov, E., Halpern, M. (2007).** Culturable psychrotrophic bacterial communities in raw milk and their proteolytic and lipolytic traits. *Applied and Environmental Microbiology*. 73: 7162–7168.
- [43] **Holm, C., Jepsen, L., Larsen, M. and Jespersen, L. (2004).** Predominant microflora of downgraded Danish bulk tank milk. *Journal of Dairy Science*, 87(5):1151-1157.
- [44] **Hough, G., Martinez, E., and Barbieri, T. (1992).** Sensory thresholds of flavor defects in reconstituted whole milk powder. *J. Dairy Sci.* 74: 2370-2374.
- [45] **International Organization for Standardization (ISO),** draft ISO /DIS 8360-1 :1988. Disponible sur: <http://www.himedialabs.com/TD/M1273S.pdf>
- [46] **Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P. Et Brule, G. (2008).** *Les produits laitiers*, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 :185.
- [47] **JORA (1993).** *Journal Officiel De La République Algérienne Démocratique Et Populaire*, Microbiologie N°069 du 27 octobre 1993.
- [48] **JORA (1998).** *Journal Officiel De La République Algérienne Démocratique Et Populaire*. Microbiologie N°35 du 27 mai 1998.

- [49] **JORA (2004)**. Journal Officiel De La République Algérienne Démocratique Et Populaire. Microbiologie N°43 du 04 juillet 2004.
- [50] **Kaptan, B., Kayisoglu, S., Demirci, M. (2011)**. The relationship between some physico-chemical, microbiological characteristics and electrical conductivity of milk stored at different temperature, Journal of Tekirdag Agricultural Faculty.8 (2): 13-21.
- [51] **Kuzdzal-Savoie, S., Auclair, J E., Mourgues, R., et Langlois, D. (1975)**. La lipolyse dans le lait refroidi. Le lait. 548 : 530-543.
- [52] **Lafarge, V., Ogier, JC., Girard, V., Maladen, V., Leveau, JY., Gruss, A., Delacroix-**
- [53] **Lanzanova, M., Mucchetti, G., and Neviani, E. (1993)**. Analysis of conductance changes as a growth index of lactic acid bacteria in milk. J. Dairy Sci: 76-20.
- [54] **Looper, M. (2012)**. Factors affecting milk composition of lactating cows. Division of Agriculture, University of Arkansas System : 6.
- [55] **Loquel, R., et Veillet-Poncet, L. (1980)**. Évolution et détermination de la flore bactérienne d'un lait cru réfrigéré en fonction du temps. Le Lait. LX: 474-486.
- [56] **Meredith, P., Williams, P., Zampa, N., Garry, E., and Ouattara, G. (2007)**. The effect of raw milk storage conditions on freezing point, ph and impedance. Advance instruments: 1-7.
- [57] **Milliere, JB., et Veillet-Poncet, L. (1979)**. Détermination de la flore bactérienne caséolytique psychrotrophe des laits crus réfrigérés. LeLait. 581-582: 56-78.
- [58] **Millogo, V., Sissao, M., Gisèle, A., Anago, S., and Ouédraogo, A. G. (2014)**. Effect of storage time and temperature on raw milk composition of dairy cattle in tropical conditions. African Journal of Dairy Farming and Milk Production .2(1) :104-108.
- [59] **Mottar, (1984)**. Influence de la durée de conservation sous réfrigération du lait cru sur la conservabilité du lait U.H.T. Le lait .64 : 29-45.
- [60] **Mourgues, R., Deschamps, N., et Auclair, T. (1983)**. Influence de la flore thermorésistance du lait cru sur la qualité de conservation du lait pasteurisé exempt de recontaminations post-pasteurisation. Le lait. INRA. 1983. 63(631-632):392.
- [61] **Moyer, C.L., and Morita, R.Y., John, W., and Sons, Chichester, (2007)**. Psychrophiles and psychrotrophs. UK. 2007.10.1002/9780470015902.a0000402.pub2.
- [62] **Muchetti, G., Gatti, M., Neviani, E. (1994)**. Electrical conductivity changes in milk caused by acidification determining factors, Journal of Dairy Science.77 (4):940-945.
- [63] **Muir, DD., Kelly, ME., Phillips, JD. (1978)**. the effect of storage temperature on bacterial growth and lipolysis in raw milk. Intl J Dairy Technol .31:203-8.

- [64] Neviani, E., Veneroni, A., and Bossi, M. G. (1990). Utilizzazione della tecnica conduttimetrica per lo studio della crescita e dell'attività metabolica in latte di ceppi appartenenti alla specie *Streptococcus thermophilus*. *Ind. Latte*. 2:3.
- [65] Panfil-Kuncewicz, H., Kuncewicz, A., Juóekiewicz, M. (2005). Influence of storage conditions on changes in the fat fraction of UHT milk. *Polish Journal of Food Nutrition Science*.14/55 (4): 341–348.
- [66] Ray, P R., Chatterjee, K., Chakraborty, C., and Ghatak, P K .(2013). Lipolysis of milk: a review. *International Journal of Agriculture Science and Veterinary Medicine*.1(1) : 58-74.
- [67] Richard, J. (1981). Influence de diverses méthodes de nettoyage des machines à traire sur la « qualité de conservation » du lait cru à basse température. *Le Lait*. 61:354-369.
- [68] Robinson, R.K., John, W., and Sons, (2002). *Dairy Microbiology Handbook: The Microbiology of Milk and Milk Products*. New York.3rd éd.
- [69] Roginski, H., Fuquay, J. W. and Fox, P. F. (2003). *Encyclopedia of dairy sciences*. Volumes 1-4. Academic press : 93-101
- [70] Rosset, P., Beaufort, A., Cornu, M., Poumeyrol, G., Elsevier, M. (2002). La chaîne du froid en agroalimentaire. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 37 (2) :124 -130.
- [71] Seczyk, L., Swieca, M .A. and Gawlik-Dziki, U. (2016). Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food chemistry*. 194: 637-642.
- [72] Shelley, A., Deeth, CD., MacRae, I., (1986). Growth of lipolytic psychrotrophic pseudomonads in raw and ultra-heat-treated milk. *Journal of Applied Microbiology*. 61(5):395–400.
- [73] Shelley, A.W., Deeth, H.C., and MacRae, I.C. (1987).Review of methods of enumeration, detection and isolation of lipolytic microorganisms with special reference to dairy applications. *Journal of microbiological methods*. 6(3):123-137.
- [74] Smithwell, N., Kailasapathv, KD., (1995).Psychrotrophic bacteria in pasteurised milk, problems with shelf life *Australian journal of dairy technology*.50 : 28-31.
- [75] Ueda, A., (1999). Relationship among milk density, composition, and temperature, A Thesis, Presented to The Faculty of Graduate Studies of The University of Guelph. Canada: 117.
- [76] Vyletelova, M., Benda, P., Hanus, O., Kopunecz, P. (1999). Determination of total counts of psychrotrophic bacteria in pool milk samples and their relation to total counts of microorganisms. *Journal of Food Sciences-UZPI (Czech Republic)* .17:216–22.

- [77] **Walstra, P., Wouters, J.T.M., and Geurts, T.J. (1999).** Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes. Taylor and Francis Group. LLC/CRC. Press. Boca Raton. FL. Second Ed.
- [78] **Wattiaux, M. (1996).** Raising dairy heifers. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin: 126.
- [79] **Wiking, L., Frøst,MB., Larsen ,LB., Nielsen ,JH .( 2002).** Effects of storage conditions on lipolysis, proteolysis and sensory attributes in high quality raw milk. *Milchwissenschaft*.57 (4):190–194.
- [80] **Willey, J.M., Sherwood, L.M., and Woolverton, C.J. (2010).** Prescott, Harley, and Klein's Microbiology. Mc Graw-Hill Higher Education, New York, NY; 7th ed
- [81] **Yabrir, B.Y., Zobiri1, A., Laoun, A., Titouche, Y., Chenouf, N S., Ranebi, D., Isselnanen,S . et Mati,A .(2018).** Comportement bactériologique de lait cru ovin produit en milieu steppique algérien et réfrigéré à 4°C ou à 7°C, *Live stock Research for Rural Development*, 30 (2) : 2018 .
- [82] **Yagoub, S., Bellow, F., and ElZubeir, I. (2008).** Effect of temperature and storage period on the constitutes of milk inoculated with pseudomonas aeruginosa. *Research Journal of microbiology*.3 (1): 30-34.
- [83] **Zajac, P., Capla, J., Victoris, V., Zubricka, S., et Curlej, J. (2015).** Effects of storage on the major constituents of raw milk .*Potravinarstvo Slovak. Journal of Food Sciences*. 9(1): 375-381.

**Annexe 1 : Différentes modalités du stockage du lait cru aux fermes**

<b>N° paramètres</b>	<b>Ferme 1</b>	<b>Ferme 2</b>	<b>Ferme 3</b>	<b>Ferme 4</b>
<b>Régimes alimentaires</b>	Foin, paille, orge en vert, Alimentation concentré JB17, VL B17	Vert concentré foin	Foin pendant toute l'année concentré (orge concassé + son de blé)	Pâturage sur le trèfle et l'orge en vert (mars et avril)
<b>T° de traite</b>	Ambiante	Ambiante	Ambiante	ambiante
<b>Conservation après la traite (T° et mode de conservation)</b>	dans des tanks à 3-4°C	dans des cuves à 3.5°C	Petite chambre froide (dans des bidons)	dans des cuves 2°C et 3°C
<b>Durée maximum de conservation</b>	1 jour	48h, 72h, 4 j à 3,5°C selon l'hygiène	1 jour	dans des cuves : 3j dans des tanks : 4 à 6 heures
<b>types d'analyses avant la distribution aux collecteurs</b>	Bleu de méthylène.	la densité température de prélèvement analyse physico-chimique/15 j	-	Densité Test d'alcool

**Annexe 2 : Différentes modalités du stockage des laits destinés à la consommation pratiquées par les vendeurs**

	<b>Modalités</b>	<b>Nombre</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
<b>Température du stockage</b>	2°C à 3°C	2	5,56
	6 °C	30	83,4
	7 °C	4	11,12
	Jusqu'à la date de péremption	7	19 ,45
<b>Durée du stockage</b>	Quelques heures à 1jour	24	66,67
	2 à 3 jours	4	11 ,12
<b>Critères du choix du lait</b>	la disponibilité	19	52,78
	la qualité	2	5,56
	La marque la plus demandée	15	41,70
<b>Testes avant l'acceptation de produit</b>	Sans test	34	94,45
	Ebullition	0	0
	Sensorielle	2	5,56

**Annexe 3 : Différentes modalités du stockage des laits destinés à la consommation pratiquées par les ménages**

	<b>Modalités</b>	<b>Nombre</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
<b>Mode de conservation à froid</b>	R	42	70
	R + C	18	30
	C	0	0
<b>Température de conservation</b>	froid	6	10
	Minimum à 3°C	24	40
	> 3°C	30	50
<b>Critères du choix du lait</b>	la disponibilité	26	43,34
	la marque	12	20
	les paramètres sensoriels ***	22	36,67
<b>Durée maximum de conservation avant consommation</b>	1 à 4 jours*	5	8,34
	quelque heure à 24 h *	22	36,67
	5 à 10 jours**	33	55
<b>Types d'analyse juste après l'achat</b>	sans test	51	85
	ébullition	6	10
	sensorielle	3	5

R : réfrigération C : congélation \* : réfrigération ; \*\* : congélation, \*\*\* : couleur, odeur viscosité, goût