



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie et Sécurité Alimentaire

Présenté par :

- ABED Zohra

- BENAOUMEUR Houria

*Thème*

**Effet combiné des procédés congélation/ décongélation sur la  
stabilité sensorielle, physicochimique et technologique du lait  
pasteurisé**

Soutenu publiquement le 13/07/2021

**Jury:**

**Président: BENBEGUARA Mourad**

**Encadrant: ACEM Kamel**

**Examineur 1: ABBES Mohamed Abdelhaq**

**Grade**

Maître assistant « A »

Professeur

Maître de conférences « A »

Année universitaire 2020-2021





## ***Remerciements***

Nous remercions avant tous **DIEU** de nous avoir donné la force et la puissance

De m'avoir guidé tout au long de ma vie dans toutes les années d'étude et m'avoir  
donné le courage et la volonté pour terminer ce travail.

Nous remercions très vivement notre encadreur **Pr. ACEM Kamel** d'avoir proposé  
et dirigé ce thème, nous le remercions pour ces orientations, ses conseils et sa patience  
pour la réalisation de ce mémoire

Nous remercions également **M. BENBEGUARA Mourad** d'avoir accepté de  
présider le jury

Nous remercions aussi **Dr. ABBES Mohamed Abdelhaq** d'avoir accepté d'examiner  
ce travail

Nous tiendrons aussi à exprimer nos remerciements à :

Tous le personnel du laboratoire de recherche hygiène et pathologie animale de  
l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Tiaret .

Tous Le Personnel de la laiterie sidi Khaled Tiaret.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude au chef de département et à tous les  
enseignants et enseignantes du département de science de la nature et de la vie qui a  
contribué à notre formation durant les cinq années de graduation

Enfin nous remercions tous les étudiants de la promotion de toxicologie et sécurité  
alimentaire et tous ceux qui participé de près ou de loin durant la réalisation de ce  
travail.

Merci à tous.



## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail*

*A mon père **ABED M' hamed** et ma mère **Mehdi Aïcha** qui ont fait des sacrifices et crus en moi tout au long de mon parcours scolaires.*

*A ma famille pour le grand soutien, ils ont toujours été là pour moi, leur encouragement à toujours été une source de motivation pour atteindre mes objectifs.*

*Merci également à mes amies, tout particulièrement **DJEDDI Yasmine** qui m'ont épaulé et soutenu tout au long de ces années j'ai beaucoup de chance de vous avoir.*

*Sans oublier mon binôme **BENAOUMEUR Houria** pour sa patience et sa compréhension.*

*A celui que j'aime beaucoup et qui m'ont vraiment soutenues et aidées même si de loin.*

*Merci à tous.*

**ABED Zahra**





## *Dédicaces*

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail*

*A ma très chère mère Hmaïd khaïra*

*A mon très cher père **BENAOUMEUR ABED ELKADER***

*Dont le mérite, les sacrifices, pour leur confiance, leur tendresse et qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études*

*A mes beaux-frères Mohamed et Rabah*

*A mes belles sœurs **AICHA MANINA ET MOUMIA***

*Pour leur aide soutien et encouragement*

*Je dédie ma grande famille **HMAÏD ET BENAOUMEUR***

*A ma copine précieuse **CHAÏB HADJER***

*A tous mes amis(es) et mes intimes avec qui j'ai partagé d'agréable moment*

*Zahra Fatima Hadjer Sabrina khalida Ikram*

*Toufik et Djamel*

*A toute mes nièces et tous mes neveux que j'aime beaucoup.*

*A tous ceux qui de loin ou de près ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail.*

*Merci à tous.*

*Benaoumeur Houria*



# **TABLE DES MATIERES**

# TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	i
LISTE DES FIGURES.....	ii
LISTE DES ANNEXES.....	iii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	v
INTRODUCTION	

## CHAPITRE I : : MATÉRIEL & MÉTHODES

I.1.Objectifs .....	4
I.2.Lieu et période du travail .....	4
I.3.Matériel .....	4
I.3. 1.Lait pasteurisé .....	4
I.3.2 Appareillages verreries et réactif. ....	4
I. 4.Méthodes d'analyses .....	5
I.4.1.Protocole expérimental .....	5
I.4.2.Congélation et décongélation des laits pasteurisés .....	6
I.4.3.Analyses sensorielles .....	6
I.4.4. Analyses physico-chimiques .....	6
I.4.5. Analyses technologiques .....	6
I.4.5.1.Pouvoir moussant .....	6
I.4.5.2.Fromageabilité .....	7

## CHAPITRE II : RÉSULTATS & DISCUSSION

II.1. Analyses sensorielles .....	10
II.2. Analyses physico-chimiques .....	12

II.3. Analyses technologiques .....	15
Discussion générale.....	17
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1 :</b>	Appareillage, verreries et produits utilisés.....	4
<b>Tableau 2 :</b>	Quelques paramètres organoleptiques des laits décongelés comparés aux témoins .....	10

## Liste des Figures

<b>Figure 1 :</b> Schéma du protocole expérimental.....	5
<b>Figure 2 :</b> Cinétique des paramètres physicochimiques des laits décongelés par rapport aux témoins (a, b, c, et d).....	12
<b>Figure 3 :</b> Cinétique des paramètres biochimiques des laits décongelés par rapport aux témoins (a, b, et c).....	13
<b>Figure 4 :</b> Cinétique de la capacité moussante des laits décongelés par rapport aux témoins.....	15
<b>Figure 5 :</b> Cinétique du rendement fromager des laits décongelés par rapport aux témoins .....	15

## Liste des annexes

Annexe1 : Matériel de transport du lait congelé : sac isotherme.

Annexe2 : La décongélation à l'aide d'un bain marie

Annexe3 : L'analyseur du lait de type Lactoscan.

Annexe4 : Mixeur De 18000 Tr /min.

Annexe5 : Les différentes étapes de la Préparation de la solution présure.

Annexe6 : Les différentes étapes de la coagulation.

Annexe7 : Les résultats obtenus de la densité des laits témoins et décongelés.

Annexe8 : Les résultats obtenus de pH des laits témoins et décongelés.

Annexe9 : Les résultats obtenus de l'acidité des laits témoins et décongelés.

Annexe10 : Les résultats obtenus de point de la congélation des laits témoins et décongelés.

Annexe11 : Les résultats obtenus de lactose des laits témoins et décongelés.

Annexe12 : Les résultats obtenus de la protéine des laits témoins et décongelés.

Annexe13 : Les résultats obtenus de la matière grasse des laits témoins et décongelés

Annexe14 : Les résultats obtenus de la capacité moussante des laits témoins et décongelés.

Annexe15 : Les résultats obtenus du rendement fromager des laits témoins et décongelés.

Annexe 16 : Aspect de la mousse des laits témoins et décongelés au cours du temps.

Annexe17 : Résultats de caillage des laits témoins et décongelés après la centrifugation.

Annexe 18 : Aspect de caillés des laits témoins et décongelés issus après séparation des lactosérums.

Annexe 19 : Aspect des lactosérums issus après séparation des caillés des laits témoins et décongelés.

## Liste des abréviations

**LRPT** : Lait recombinaé partiellement écrémé et pasteurisé témoin.

**LCPT** : Lait cru pasteurisé témoin.

**LRPD** : Lait recombinaé partiellement écrémé et pasteurisé décongelé.

**LCPD** : Lait cru pasteurisé décongelé.

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

Au sein de l'industrie des produits laitiers, l'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb, avec une consommation moyenne de 115 litres de lait par habitant et par an en 2016 (**BENBOUALI, 2017**).

Le lait est défini comme « le produit intégral de la traite d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée », il doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et il présente toutes les garanties sanitaires, il peut être commercialisé après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation (**THOMAS, 2008**).

Le lait pasteurisé en sachet est parmi les principaux produits de l'industrie laitière en Algérie, presque 1812 milliard de tonnes par an (**BENBOUALI, 2017**).

Le lait pasteurisé est un lait qui subit un traitement thermique permet de détruire la forme végétative des bactéries pathogènes, alors le processus de pasteurisation consiste à chauffer le lait jusqu'à une certaine température souvent inférieure à 100°C, le lait ainsi traité doit être refroidi dans les 60 minutes qui suivent son traitement thermique, à une température n'excédant pas 6°C pour qu'il puisse par la suite être conditionné et stocké (**JEANTET et al., 2008**).

Les propriétés organoleptiques du lait sont déterminées par la couleur, la saveur et l'odeur, et selon (**ALVES (2006)**), le lait se présente comme un liquide blanc opaque, parfois un peu jaunâtre selon sa concentration en  $\beta$ -carotènes.

La saveur du lait est légèrement sucrée et elle varie en fonction de la température de dégustation et de l'alimentation de l'animal (**BOURGEOIS, 1980**).

L'odeur du lait est peu marquée mais caractéristique ; cependant cette odeur peut changer en fonction de l'alimentation de l'animal et de la conservation du lait (**BOURGEOIS, 1980**).

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (**MATHIEU, 1998**).

La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité du lait et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés (**ABOUTAYEB, 2011**).

Aujourd'hui, le lait peut être consommé comme tel ou transformé en beurre, crème, fromage et lait fermenté, la transformation du lait ne fait appel à aucun traitement chimique ;seuls des procédés physiques et des réactions biochimiques sont utilisés.

La coagulation est une étape de transformation du lait en caille est essentielle dans la fabrication des fromages ;elle est réalisée grâce à l'emploi des bactéries lactiques et/ou d'agents coagulants qui peuvent être d'origine microbienne, fermentaire, végétale ou animale (présure).

Fabriquer du fromage consiste à faire coaguler le lait ; ce passage de l'état liquide a l'état solide (gel) se fait par acidification (conversion du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques) et sous l'action d'agents coagulants (présure ou enzyme coagulante) (**SOUSTRE et al ., 2017**).

Le lait est un aliment altérable, sa composition chimique en fait un véritable milieu de culture pour les microbes, leurs multiplications sont donc l'obstacle qui s'oppose à la conservation du lait et qui la rend si difficile principalement en été et dans les pays chauds, donc pour supprimer cette cause d'altération du lait, il est nécessaire soit de refroidir le lait après la traite soit et cela est préférable d'appliquer le procédé de conservation du lait (**ALAIS , 1984**).

Les méthodes de conservation visent donc, avant tout à stopper la prolifération des germes elles doivent également mettre le produit à l'abri des modifications d'origine chimique ou physico-chimique (**THOMAS, 2008**).

La congélation est l'action de soumettre un produit au froid de façon à provoquer le passage de l'eau qu'il contient à l'état solide cette opération a pour but d'augmenter la durée de vie des produits sans en modifier notablement la caractéristique sensorielle et pour cela, plus de 80 % de l'eau doit être transformée en glace ,alors à une diminution importante de l'eau disponible, soit à une baisse de l'activité de l'eau, ce qui ralentit ou stoppe l'activité microbienne et enzymatique ( **CLAUDE,1993**).

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif d'analyser les effets des procédés (congélation et décongélation) sur les caractéristiques sensorielles, physico chimiques et technologiques de deux types de laits pasteurisés (lait recombinaé partiellement écrémé LRP et lait cru pasteurisé LCP) qui sont produits et commercialisés par GIPLAIT de Tiaret.

**Chapitre I :**  
**MATÉRIEL & METHODES**

### I.1.Objectifs

Ce travail a pour objectif d'analyser les effets des procédés (congélation décongélation) sur les caractéristiques sensorielles, physico chimiques et technologiques de deux types de laits pasteurisés (lait reconstitué partiellement écrémé LRP et lait cru pasteurisé LCP) qui sont produits et commercialisés par GIPLAIT de Tiaret.

### I.2.Lieu et période du travail

La partie expérimentale de notre étude a été réalisée au niveau de laboratoire de recherche : hygiène et pathologie animale de l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Tiaret, et ce pendant la période du la 02/05/2021 au 09/05/ 2021.

### I.3.Matériel

#### I.3.1.Lait pasteurisé

En tout , seize sacs du lait pasteurisé ont été achetés du laiterie sidi Khaled, Tiaret et acheminés dans des conditions isothermiques au laboratoire d'analyses (voir annexe 1), deux sacs réservés comme témoins ,et sept sac pour chaque type du lait pasteurisé (LRP et LCP).

#### I.3.2 Appareillages verreries et réactif

Le tableau 1 regroupe les appareillages, verreries, et réactif utilisé.

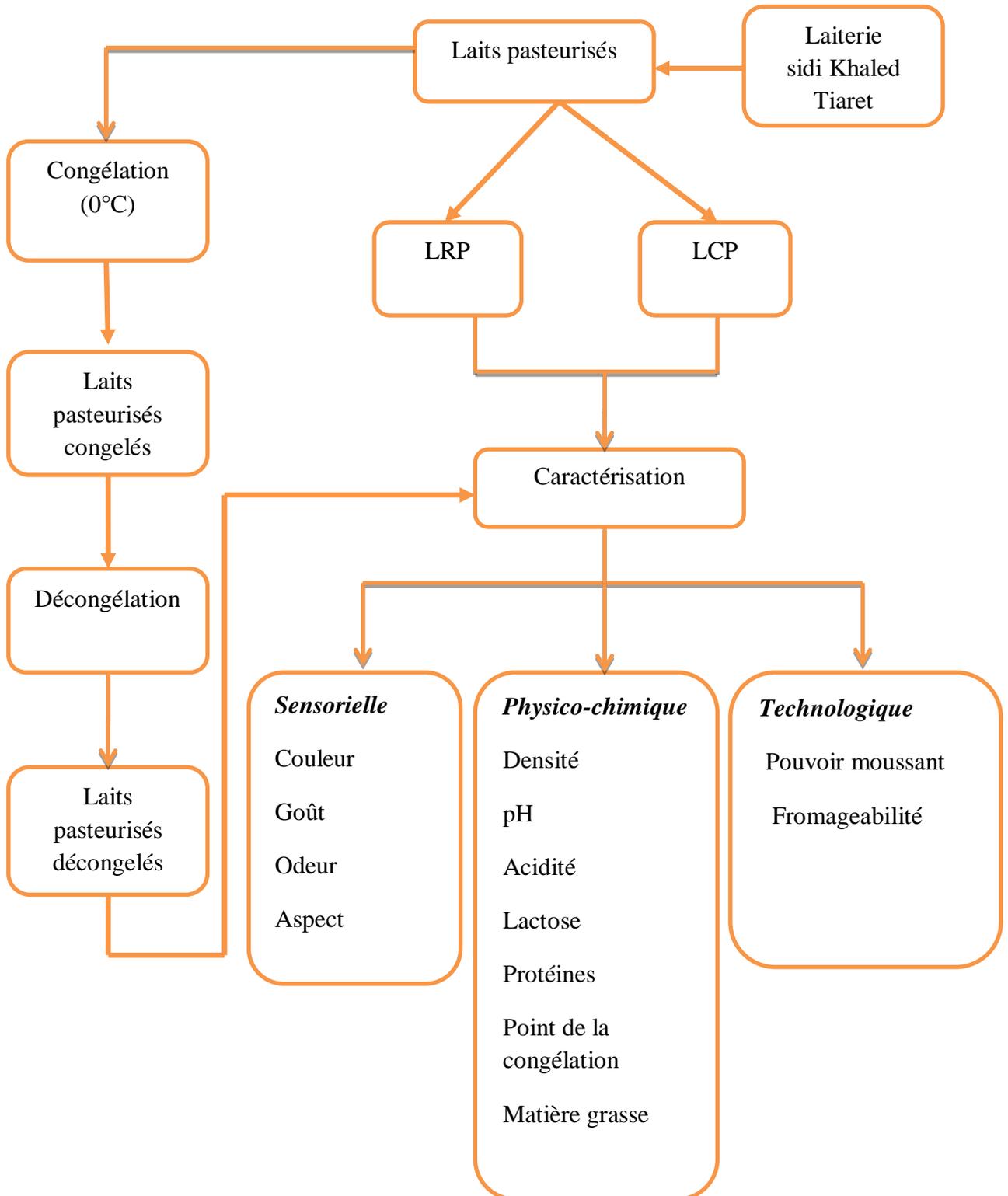
**Tableau 1** : Appareillages, verreries et réactif.

Appareillages	Verreries	Réactif	Autres
Congélateur (condor) ISO 9001 :2008 Lactoscan Sp ( Milkotronic LTD) Mixeur Plongeant de 18000tour par minute (ciatronic) Centrifugeuse (nuve nf 200 ) Etuve (bioperformance) Bain marie (nuve bath) Balance analytique (ohaus)	Béchers de 100 ml Erlen Meyer Fioles jaugées de 100ml Baguette en verre Pipette graduée de 1ml Capsules Tube à essai Entonnoir	Enzyme présure (1/ 10000 <sup>g</sup> )	Règle  Pissettes d'eau distillée  Papier filtre

## I. 4.Méthodes d'analyses

### I.4.1.Protocole expérimental

La figure 1 représente le protocole expérimental de notre étude.



**Figure 1:** Schéma du protocole expérimental.

### **I.4.2. Congélation et décongélation des laits pasteurisés**

Les quatorze de laits pasteurisés ont été congelés dans un congélateur à 0° C et leur décongélation totale a été appliquée au moment des analyses dans un bain marie réglé à 35° C (voir annexe 2).

### **I.4.3. Analyses sensorielles**

#### **a. Principe**

Les tests portent sur l'appréciation, de la couleur, le goût, l'odeur et l'aspect. L'objectif est de déterminer le profil organoleptique de chaque type de lait (**FÉLIX ,2009**).

#### **b. Mode opératoire**

C'est un examen simple est déterminé par les organes de sens, et effectué par un panel de personnes (consommateurs) saines dans des conditions hygiéniques , après décongélation des laits, on verse un volume du lait dans un bécher et on procède à l'analyse .Après chaque analyse ,on nettoie nos bouches avec de l'eau potable.

### **I.4.4. Analyses physico-chimiques**

#### **a. Principe**

Les paramètres physico- chimique (densité,ph,acidité,lactose, protéines, point de congélation et matière grasse) contrôlés sur les laits pasteurisés ont été analysés par un appareil lactoscan SP (voir annexe 3) ( **ALAIS , 1984** ) .

#### **b. Mode opératoire**

- Mettre dans un bécher un volume (25ml) de lait.
- Porter le bécher au lactoscan et tromper l'électrode de l'appareil dans le bécher .
- Appuyer sur le bouton entrer .
- Attendre pendant 1 minute ;et les résultats seront affichés sur l'écran de l'appareil de lactoscan .
- Rincer l'appareil après chaque lecture à l'aide de l'eau distillée.

### I.4.5. Analyses technologiques

#### I.4.5.1. Pouvoir moussant

##### a. Principe

La mousse du lait constitue un véritable système à trois phases, la phase gazeuse et la phase liquide, la troisième phase constituée par la couche d'adsorption.

Elle repose sur le calcul des volumes de deux premières phases, on peut alors calculer la capacité moussante du lait.

##### b. Mode opératoire

- Mettre un volume de 50ml du lait dans un bécher.
- Plonger le mixeur dans le bécher et mixer pendant une minute .
- Mesurer le volume de la mousse et le volume du lait.

##### c. Expression des résultats

La capacité moussante (CM) est calculée par la relation suivante :

$$CM\% = (V_m / V_l) \times 100$$

$V_m$  : le volume de la mousse en ml.

$V_l$  : le volume du lait en ml.

#### I.4.5.2. Fromageabilité

##### a. Principe

C'est une technique qui permet la transformation du lait de l'état liquide à l'état de gel par l'action d'enzyme présure (**HURTAUD et al ., 2001**).

**b. Mode opératoire**

- Verser dans un bécher 50 ml du lait .
- Ajouter à l'aide d'une pipette graduée 1ml de la solution présure (1g) dans le bicher contenant 50 ml du lait .
- Agiter le mélange à l'aide d'une baguette en verre .
- Mettre le mélange dans une étuve réglée à une température de 35°C pendant 1 heure .
- Centrifuger le lait étuvé à 2700g/min pendant 10min .
- Après la centrifugation,on sépare et on transpose le caillé du lactosérum (le caillé s'accumule dans le fond du tube (le culot) tandis que le lactosérum se retrouve dans le sommet (le surnageant) .
- Filtre le caillé à l'aide d'un papier filtre .
- Après la filtration totale peser la quantité du Lactosérum et du caillé .

**c. Expression des résultats**

Le rendement fromagé(RF) est calculé comme suit :

$$\text{RF}\% = \frac{P_c}{(P_c + P_{ls})} \times 100$$

$P_c$  : poids de caillé en g .

$P_{ls}$  : poids de lactosérum en g .

**Chapitre II**

**RÉSULTATS & DISCUSSION**

## II.1. Analyses sensorielles

Le tableau 2 montre quelques paramètres organoleptiques des laits décongelés comparés aux témoins.

**Tableau 2 :** Quelques paramètres organoleptiques des laits décongelés comparés aux témoins.

Paramètres	Types de laits	Temps de congélation en jours							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Couleur	LRPT	Blanc							
	LCPT	Blanc jaunâtre							
	LRPD		Blanc						
	LCPD		Blanc jaunâtre						
Goût	LRPT	Sucré							
	LCPT	Peu salé							
	LRPD		sucré						
	LCPD		Peu salé						
Odeur	LRPT	Fraiche							
	LCPT	Origine animale							
	LRPD		fraiche						
	LCPD		Origine animale						
Aspect	LRPT	Homogène							
	LCPT	Homogène							
	LRPD		Homogène						
	LCPD		Hétérogène						

### **II.1.1. Couleur**

L'examen des résultats obtenus dans le tableau 2 montre que les deux types de laits décongelés (LRPD et LCPD) ont le même spectre que ceux des témoins et qui sont respectivement blanc et blanc jaunâtre.

### **II.1.2. Goût**

Concernant le goût et après les résultats trouvés dans le tableau 2 il n'y a pas de différence entre les échantillons de témoin et les échantillons décongelés par contre il y a une distinction entre les deux types du lait (LRP ayant un goût sucré et LCP ayant un goût peu salé).

### **II.1.3. Odeur**

D'après le tableau 2, l'ensemble de types de laits (témoins et décongelés) ont conservé leurs odorats vis-à-vis aux témoins c'est dire odeur fraîche et d'origine animale.

### **II.1.4. Aspect**

Avant et après sa décongélation, les laits (LRPT et LRPD) ont maintenu leurs aspects (homogène), par contre le lait (LCPT) a un aspect homogène et après sa décongélation est devenu hétérogène durant sa durée de congélation.

## II.2. Analyses physico-chimiques

Les figures 2 et 3 indiquent respectivement les paramètres physicochimiques et biochimiques des laits décongelés par rapport aux témoins.

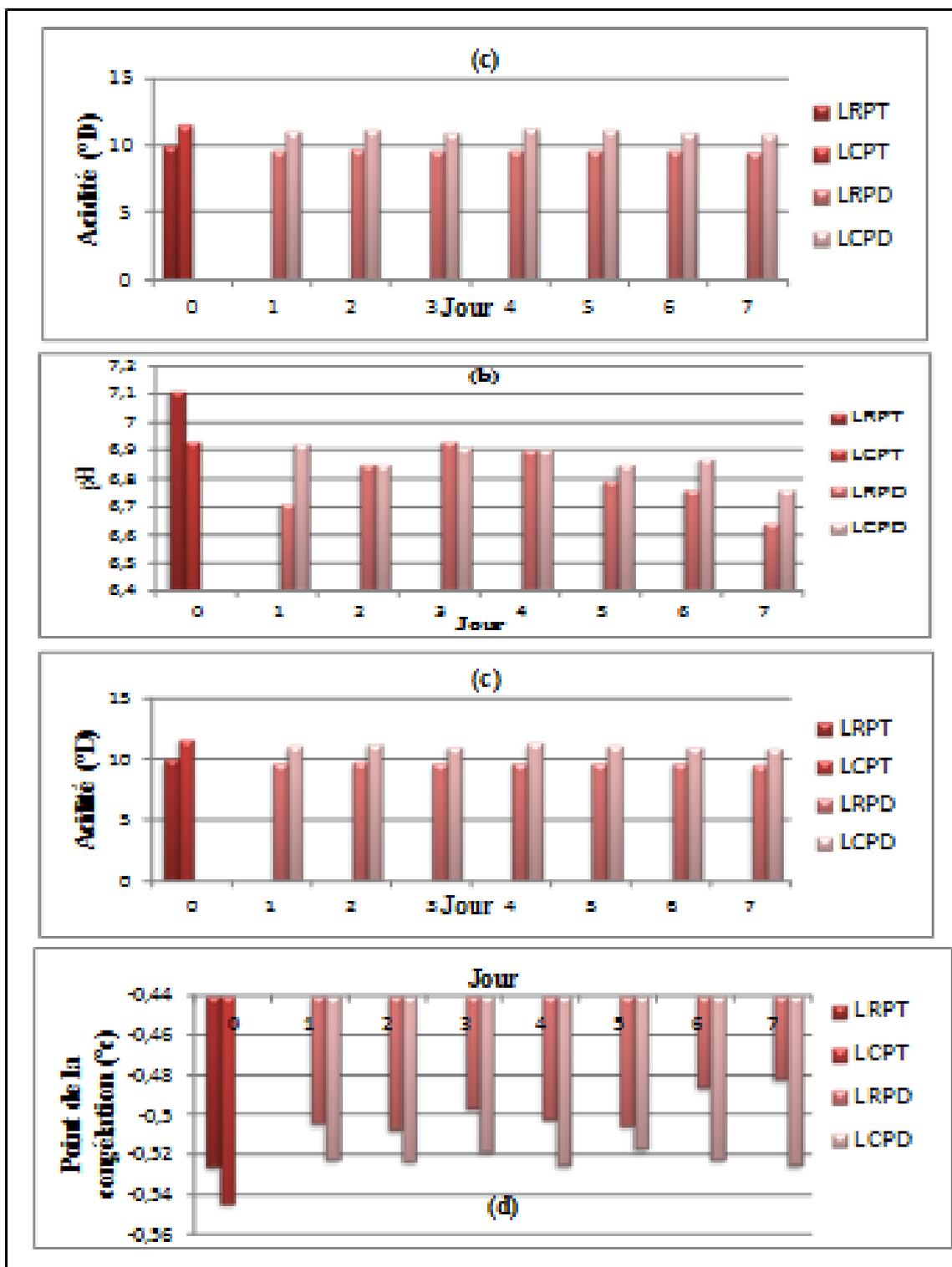


Figure 2 : Cinétique des paramètres physicochimiques des laits décongelés par rapport aux témoins (a, b, c, et d).

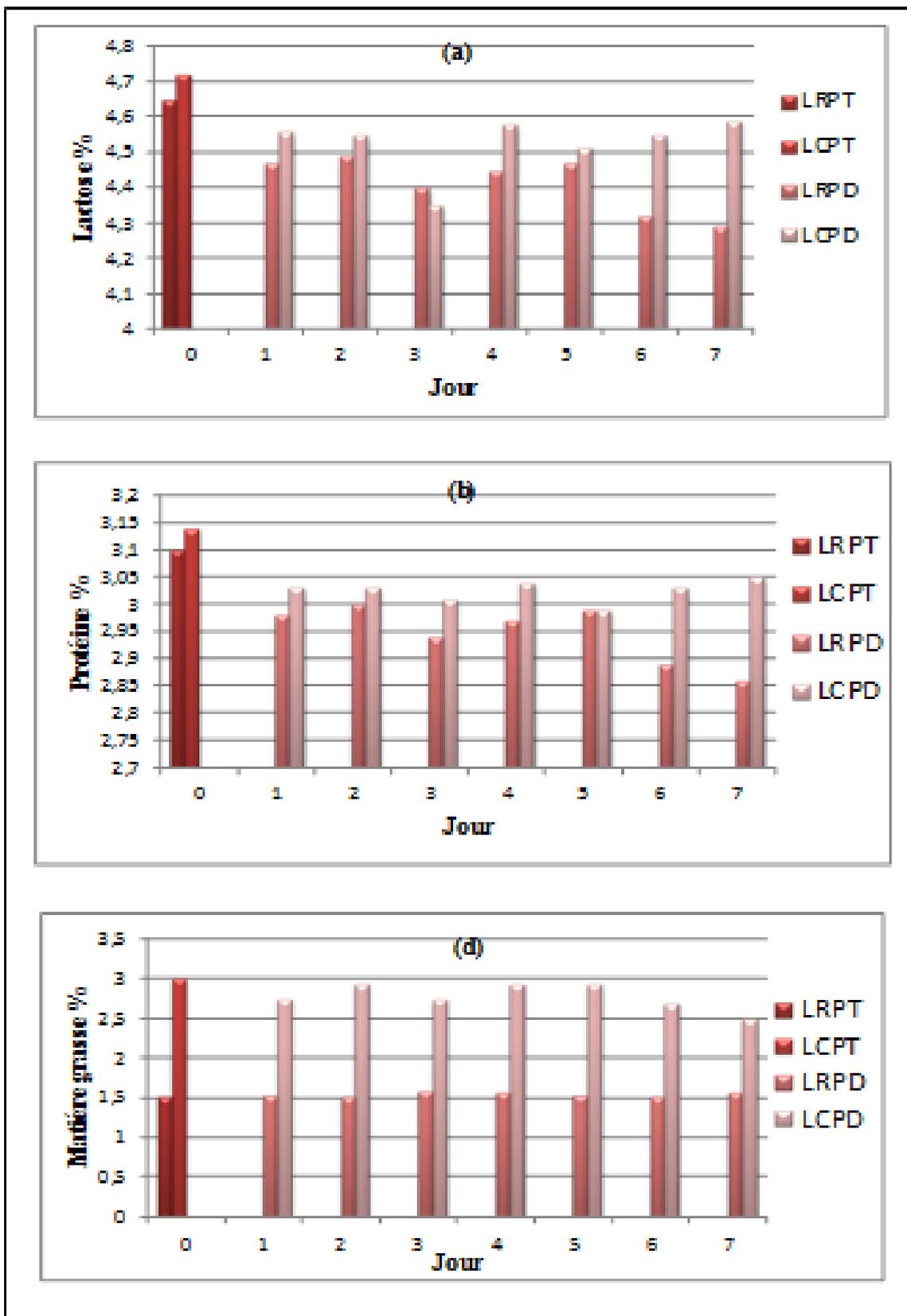


Figure 3 : cinétique des paramètres biochimiques des laits décongelés par rapport aux témoins (a, b, et c).

### II.2.1. Densité

Selon les résultats obtenus dans la figure 2 (a), les valeurs de la densité de nos échantillons (témoins décongelés) ont varié du 28,45 à 30,62 chez le LRP, et du 28,50 et 29,85 chez le LCP, et que la densité du LRPT est supérieure à celle du LCPT.

Pour les deux types de laits, les laits décongelés (LRPD et LCPD) sont caractérisés par des densités inférieures comparées aux témoins.

### II.2.2. pH

La figure 2 (b) montre que le pH des laits témoins et décongelés compris entre 6.64 et 7.11 et du 6.76 à 6,93 chez le LCP.

On remarque qu'il y a une légère diminution pour les valeurs de pH dans les laits décongelés par rapport aux témoins.

### II.2.3. Acidité

D'après les résultats obtenus dans la figure 2(c), les valeurs de l'acidité des échantillons sont situées entre 9,45 et 9,97 °D pour le LRP et du 10,84 à 11,84 °D pour le LCP.

Selon ces résultats, les deux types des laits décongelés sont manifestés par une légère diminution par rapport aux témoins.

### II.2.4. Point de la congélation

Les résultats obtenus dans la figure 2(d), révèlent que les points de congélation varient du - 0,526 à -0,482 pour le LRP et du -0,544 à -0,517 pour le LCP, donc les valeurs de témoin sont inférieures que celles trouvés dans les laits décongelés.

### II.2.5. Lactose

Les valeurs du lactose varient du 4,29 à 4,65 % et du 4,35 à 4,72 % pour l'ensemble des laits contrôlés (témoins et décongelés) qui sont respectivement le lait LRP et LCP (figure 3(a)). On note une légère diminution de la teneur en lactose dans les laits décongelés comparés aux témoins.

### II.2.6. Protéines

Une diminution légère est marquée pour les teneurs en protéines dans les laits décongelés (LRPD et LCPD) comparés aux témoins.

### II.2.7. Matière grasse

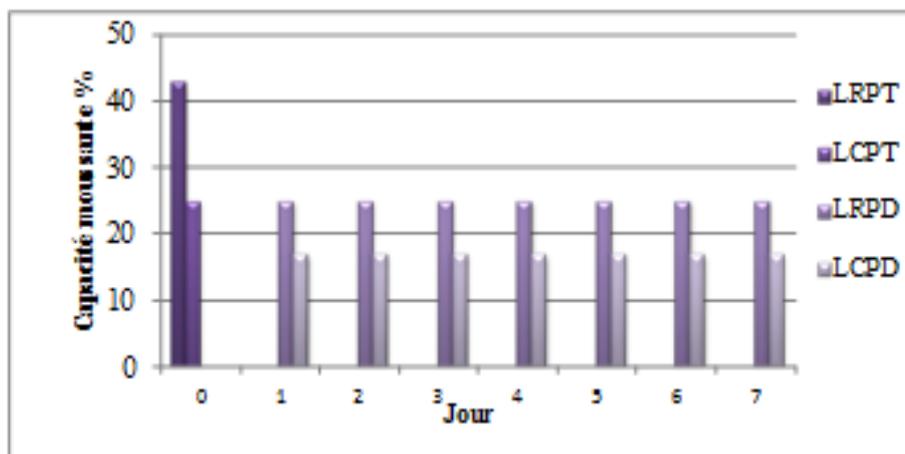
D'après la figure 3(c), la teneur en matière grasse est comprise du 1,51 à 1,58% pour le lait LRPT et du 2,49 à 3,01% pour le lait LCPT.

En outre, nous remarquons que la teneur en matière grasse du lait témoin LCPT est supérieure que celle notée dans le lait témoin LRPT sont 3,01 contre 1.52%.

### II.3. Analyses technologiques

#### II.3.1 Pouvoir moussant

Les valeurs de la capacité moussante des laits témoins (LRPT et LCPT) et décongelés (LRPD et LCPD) en fonction du temps sont consignées dans la figure 4.



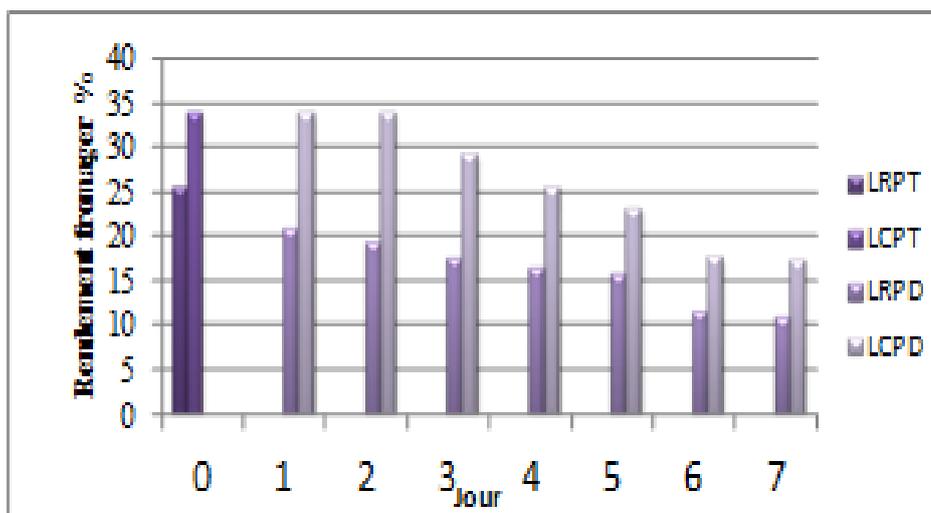
**Figure 4 :** Cinétique de la capacité moussante des laits décongelés par rapport aux témoins.

Nous enregistrons une valeur supérieure de la capacité moussante du lait témoin (LRPT) soit 43% contre celle marquée dans le lait témoin (LCPT) soit 25%.

Une diminution a été notée pour la capacité moussante des laits décongelés : du 43 à 25% pour le lait LRPD et du 25% à 17 % pour le lait LCPD. Ces valeurs demeurant constantes durant la période de congélation.

#### II.3.2. Fromageabilité

La figure 5 donne la cinétique du rendement fromager des laits décongelés par rapport aux témoins.



**Figure 5 :** Cinétique du rendement fromager des laits décongelés par rapport aux témoins.

Nous remarquons que le rendement fromager du lait témoin (LCPT) est supérieur à celui trouvé dans le lait témoin (LRPT) soit respectivement 34% contre 25,71%.

Ainsi, nous constatons une diminution des rendements fromagers pour les laits décongelés : du 25,71 à 10,85% pour le lait LRPD et du 34 à 17,51 % pour le lait LCPD.

## Discussion générale

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le  $\beta$ -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (FREDOT, 2005).

Selon VIERLING(2003), du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales ; elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

La densité du lait est également liée à sa richesse en matières sèche. Un lait pauvre en matière sèche aura une densité faible; il faut cependant nuancer cette remarque, car le lait contient de la matière grasse de densité inférieure à 1 (0,93 à 20°C) ;il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse a une densité qui diminue et qu'à l'opposé, un lait écrémé a une densité élevée ;l'appréciation précise de cette propriété se fait par la détermination de la masse volumique (AFNOR, 1986).

En pratique la masse volumique de l'eau est de 1g/ml à 4°C et de 0,99823g/ml à 20°C, la densité du lait à 15°C varie de 1,028 à 1,035 pour une moyenne de 1,032 ;chacun des constituants agit sur la densité du lait, étant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1, plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse (VIGNOLA, 2002).

Le pH du lait normal est de l'ordre de 6,7, cela est due en grande partie aux groupements basiques ionisables et acides dissociables des protéines, groupements esters phosphoriques de caséines et acides phosphoriques et lactiques ;les valeurs du pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines (AMIOT *et al.*, 2002).

Selon JEAN et DIJON(1993), l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphates, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D). 1°D =0,1g d'acide lactique par litre de lait dont un lait cru au ramassage doit avoir une acidité  $\leq 21$  °D, un lait dont l'acidité est  $\geq 27$ °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est  $\geq 70$  °D coagule à froid.

**NEVILLE et JENSEN (1995)** ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait ; sa valeur moyenne se situe entre  $-0,54$  et  $-0,55^{\circ}\text{C}$ , le mouillage élève le point de congélation vers  $0^{\circ}\text{C}$ , puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale, tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (**MATHIEU, 1999**).

La composition de la matière grasse du lait (longueur de la chaîne carbonée et degré d'insaturation), et donc du fromage, dépend du stade de lactation, mais aussi et surtout de l'alimentation des animaux (**CHILLIARD et al., 2000**). Elle peut être à l'origine des différences de texture et/ou de flaveur des fromages (**COLLOMB et al., 1999**, **BUGAUD et al., 2002**).

Des facteurs tels que : la race des bovins, le stade de la lactation, la saison de traite et l'alimentation affectent la composition du lait et la capacité tampon, et donc les propriétés du fromage (**LUCEY et al., 1992** ; **GUINEE et al., 1998**). La capacité tampon du lait et du fromage a une incidence sur l'ampleur de la déminéralisation et éventuellement l'extensibilité du fromage (**FERNANDEZ et KOSIKOWSKI, 1986**).

Selon **ALAIS (1984)**, l'entreposage du lait réfrigéré pendant une période trop longue (supérieure à 72 heures) entraîne une baisse du rendement par :

- Une solubilisation partielle de la  $\beta$ -caséine.
- Un début de protéolyse suivant l'activité de la plasmine et surtout des enzymes protéolytiques bactériennes.
- Un début de lipolyse particulièrement sous l'effet des enzymes des bactéries psychotrophes .

La présure d'origine animale est constituée principalement de chymosine et de pepsine (présure : 80% chymosine et 20% pepsine) est le coagulant le plus utilisé, elle appartient à la famille des endopeptidases et possède une activité spécifique, car elle n'hydrolyse que la caséine-k pendant la fabrication des fromages (**ST-GELAIS et al., 2000**).

L'attaque enzymatique se fait sur la liaison peptidique 105 (phénylalanine) -106 (méthionine) qui libère une partie hydrophile de la caséine kappa (le segment 106-169 caséinomacropeptide (CMP)) et une partie restante hydrophobe la paracaséine kappa (le segment 1-105) rattachée à la micelle. Cette fraction hydrophobe forme un coagulum de micelles sous forme de gel de paracaséine par floculation et agrégation (**AMIOT et al., 2002**). Lors de la libération du CMP, il se produit une diminution importante de la

charge électrique des micelles et de leur degré d'hydratation (**ST-GELAIS et al., 2000; AMIOT et al., 2002**). Des liaisons hydrophobes et électrostatiques s'établissent entre les micelles modifiées, ainsi les micelles agrégées se réorganisent avec l'apparition de liaisons phosphocalciques et des ponts disulfures entre les paracaséines. Ce gel est structuré, souple, élastique, imperméable, peu friable avec un fort pouvoir de rétention d'eau permettant un relarguage de sa fraction aqueuse lors de l'égouttage par synérèse. Les facteurs influençant la coagulation sont nombreux : la composition du lait, la concentration en enzymes et la température d'emprésurage, les traitements technologiques (**VETIER et al., 2000**).

Il apparaît que les caséines sont stables lors d'une réfrigération, car les forces d'attraction à la surface des micelles varient très peu (**BRITTEN et al., 1989**). Par contre, les forces répulsives restent plus importantes. Dans les études de (**DAVIES ET LAW, 1983; WALSTRA, 1990**), les auteurs ont constaté une fuite de la caséine  $\beta$  de la micelle vers le sérum lors de la conservation du lait à basse température, ce qui s'accompagne par une diminution de la taille de la micelle ainsi qu'une légère perte en caséine  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ . Cependant, ce phénomène est réversible quand on augmente la température du lait. La réfrigération entraîne des échanges de ponts disulfure par attaque de la fonction thiol sur un pont disulfure (**CAYOT ET LORIENT, 1998**) qui est dû à l'augmentation de la réactivité du groupe sulfhydryle de la  $\beta$ -lactoglobuline (**MACKENZIE, 1970**). L'abaissement de la température conduit également à la diminution de la quantité de calcium liée à la micelle de caséine (**CAYOT et LORIENT, 1998**).

Certains travaux ont montré que la congélation et le stockage à  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  du lait cru pendant un an ne modifient ni les conditions du milieu ni l'organisation protéique générale après une décongélation. Ces conditions n'affectent ni le pH, ni la teneur en caséine, ni le temps de coagulation par la chymosine (**RHIM, 1991**). Par ailleurs, contrairement à la congélation rapide s'effectuant à une vitesse de  $-28,6\text{ }^{\circ}\text{C/h}$ , la congélation lente ( $-2,7\text{ }^{\circ}\text{C/h}$ ) à  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  du lait provoque l'augmentation de la voluminosité suite à une augmentation de la quantité d'eau fixée aux micelles de caséine et la modification des équilibres salins des micelles (**CAYOT et LORIENT, 1998**).

En dessous de  $0^{\circ}\text{C}$ , la glace peut encore subir des chocs thermiques provoquant l'apparition de fins cristaux de glace perceptibles en bouche (**FRIEDRICH, 1993**). Le choc thermique est responsable de la texture granuleuse due aux gros cristaux de glace, mais il est inévitable même dans les congélateurs à cause des cycles de compression qui font subir au produit des cycles de congélation/décongélation (**KEENEY, 1982**).

La création de la mousse dépend initialement de l'énergie fournie (cisaillement) au système où sont mis en contact l'air et la phase continue et de la durée de son application. Donc la

quantité et la taille des bulles formées ne dépend au début que de l'équipement (**STAINSBY, 1986; WALSTRA, 1989**). La création de surface étant énergétiquement défavorable, les substances tensioactives présentes dans le milieu stabiliseront l'interface en diminuant la tension interfaciale, tout comme dans les émulsions (**STAINSBY, 1986**).

Quand l'air est introduit dans le mix, les bulles sont rapidement entourées par une membrane de protéines adsorbées, composée principalement de  $\beta$ -caséine,  $\alpha$ -lactalbumine et  $\beta$ -lactoglobuline (**STAINSBY, 1986; MADDEN, 1989; GOFF, 1997**). La connaissance des propriétés moussantes des protéines du lait est donc nécessaire pour comprendre les phénomènes qui gouvernent l'interface air/eau.

La dispersion d'air sous forme de bulles dans un milieu aqueux est possible grâce à la diffusion des protéines vers l'interface où elles s'adsorbent, puis se déploient, peuvent se dénaturer et interagissent entre elles pour former un film viscoélastique autour des bulles (**BRITTEN ET LAVOIE, 1992; PHILLIPS et al., 1995; HUANG et al., 1997**). Leurs propriétés de surface permettent également la réduction de la tension interfaciale (**HUANG et al., 1997**).

Les protéines diffusent lentement vers les interfaces, mais une fois adsorbées elles subissent des réarrangements structuraux et exposent leurs parties hydrophobes à l'air. L'interaction avec les molécules voisines provoque la génération d'une couche cohésive viscoélastique à la surface, ce qui rend improbable la désorption des protéines et stabilise la mousse (**CLARK et al., 1989**).

Certains pré-traitements des protéines, comme les hautes pressions, l'hydrolyse ou la glycosylation améliorent la capacité de foisonnement et la stabilité (**PITTIA et al., 1996; HUANG et al., 1997**). Des facteurs comme le cisaillement, qui favorise le déploiement des protéines ou l'augmentation de la concentration de protéines jusqu'à une certaine limite améliorent les propriétés moussantes (**BRITTEN ET LAVOIE, 1992; PHILLIPS et al., 1995**). Au contraire, le refroidissement, défavorable aux interactions hydrophobes, ou la présence de lipides, qui déplacent les protéines de l'interface, sont des facteurs inhibiteurs du foisonnement (**HUIDOBORO et TEJADA, 1992; PHILLIPS et al., 1995**).

# **CONCLUSION**

## **Conclusion**

A la lumière de ce mémoire, des résultats appréciables ont été obtenus suite à l'étude de l'effet combiné des procédés congélation-décongélation sur la stabilité sensorielle, physicochimique et technologique du lait pasteurisé produit et commercialisé par la laiterie Sidi Khaled ,Tiaret.

Sur le plan organoleptique, les deux procédés (congélation-décongélation) appliqués sur les deux types du lait pasteurisé ont donné des résultats similaires par rapport aux témoins c'est-à-dire des caractères sensoriels identiques (couleur, goût et odeur) sauf pour le lait cru pasteurisé décongelé (LCPD) après 24h qui a changé son aspect du homogène dans le témoin vers hétérogène après la décongélation.

Une légère stabilité a été enregistrée pour les paramètres physicochimiques (pH, densité, acidité, point de congélation) après la décongélation du lait recombinaé partiellement écrémé(LRPD), le même constat a été marqué pour ses paramètres biochimiques (matière grasse, lactose et protéines), par contre le lait cru pasteurisé décongelé (LCPD) a subi une légère modification qui se traduit par un abaissement léger de la matière grasse dès le premier jour de la congélation dû au déphasage du lait en deux phases(phase aqueuse et grasse) ,la même remarque a été manifestée pour ses paramètres physicochimiques (pH, densité, acidité) et biochimiques ( lactose et protéines) ,avec une augmentation du point de la congélation.

Quant aux propriétés technologiques, nous avons constaté une diminution remarquable des propriétés moussantes qui sont représentées par la capacité moussante dès le premier jour de la congélation pour les deux types du lait pasteurisé (LCPD et LRPD) et ce comparativement aux témoins (LCPT et LRPT) ; tandis que le rendement fromager s'est manifesté par une fluctuation spécifique pour chaque type du lait ;le lait cru pasteurisé a subi une diminution du rendement fromager après le troisième jour de la congélation par contre celui du lait recombinaé partiellement écrémé et pasteurisé a été diminué dès le premier jour de la congélation.

En perspective ,nous proposerons un sujet similaire qui porte sur l'étude de l'effet combiné des procédés congélation-décongélation sur la stabilité sensorielle, physicochimique et technologique du contenant du lait pasteurisé produit et commercialisé par la laiterie Sidi Khaled ,Tiaret.

**RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

### Reference Bibliographiques

- **ABOUTAYEB R. (2011).**Technologie du lait et dérivés laitiers. Janvier 2011.
- **AFNOR. (1986).** Contrôle de qualité des produits laitiers. 3<sup>ème</sup> Ed.
- **ALAIS C., (1984).** Science du Lait ; Principe des Techniques Laitières. SEPAIC, Paris.
- **ALVES L. (2006).** Site de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, [en ligne]  
AdresseURL:<http://www.vetlyon.fr/ens/nut/webbromato/cours/cmlait/cmsomlai.html>.  
(Page consultée le 30 septembre 2016).
- **AMIOT, J., FOURNIER, S., LEBEUF, Y., PAQUIN, P. ET SIMPSON, R. 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *In Science et technologie du lait. C.L. Vignola. Montréal: Presses internationales polytechnique. P.1-74*
- **BENBOUALIS. (2017).** La production algérienne d'après le rapport d'analyse et de potentiel marché de business France « le marché des industries agroalimentaires en Algérie. France.
- **BOURGEOIS C., MET LEVEAU J.Y .1980 .**Technique d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. Tome3., Edition. Tec et Doc. Paris. France.
- **BRITTEN M., LAVOIE L. (1992).** *Foaming properties of proteins as affected by concentration.* Journal of food science, 57 (5) pp. 1219-1241.
- **BRITTEN, M., GREEN, M. L., BOULET, M. & PAQUIN, P. (1988).** Deposit formation on heated surfaces - effect of interface energetics. Journal of Dairy Research, 55 (4), 551-562.
- **BUGAUD C., BUCHIN S., HAUWUY A., COULON J.B., 2002.** Texture et saveur du fromage selon la nature du pâturage : cas du fromage d'Abondance. INRA Prod. Anim., 15, 31-36

- **CAYOT, P., LORIENT, D., (1998).** Structures et technofonctions des protéines du lait. Arilait Recherches.
- **CHILLIARD Y., FERLAY A., MANSBRIDGE R.M., DOREAU M., 2000.**Ruminant milkfat plasticity: nutritional control of saturated, poly unsaturated, Trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.*, 49, 151-205.
- **CLARK O. C., COKE M., SMITH L. J., WILSON D. R. (1989).** *The formation and stabilisation of protein foams.* Dans A.J. Wilson (ed.), *Foams: physics chemistry and structure.* Springer-Verlag, pp. 55-67.
- **CLAUDE. (1993).** Congélation et qualité de la viande .Edition INRA.
- **COLLOMB M., BÜTIKOFER U., SPAHNI M., JEANGROS B., BOSSET J.O., 1999.** Composition en acides gras et en glycérides de la matière grasse du lait de vache en zone de montagne et de plaine. *Sci. Aliments*, 19, 97-110.
- **DAVIES, D.T., LAW, A.J., (1983).** Variation in the protein composition of bovine casein micelles and serum casein in relation to micellar size and milk temperature. *Journal of Dairy Research* 50(01), 67-75.
- **FÉLIX D .2009 .** évaluation sensorielle , manuelle méthodologique , tec et doc ,paris , ISBN: 987-2-7430-0997-7.
- **FERNANDEZ, A. ; F.V. KOSIKOWSKI. 1986.** Low moisture Mozzarella cheese from whole milk retentates of ultrafiltration. *Journal of Dairy Science* 69:2011.
- **FREDOT, E. 2005.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
- **FRIEDRICH C. ( 1993).** *Marché des ingrédients et additifs pour glaces.* Process, 1088 pp. 47-49.

- **GOFFH. D. (1997).** *Colloidal aspects of ice cream- a review.* International Dairy Journal, 7 pp. 363-373.
- **GUINEE, T.P., E.O. MULHOLLAND, C. MULLINS.(1998).** Effect of altering the daily herbage allowance to cows in midlactation on the composition, ripening, and functionality of lowmoisture, part-skim Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Research.* 65(1):23-30.
- **HUANG X. L., CATIGNANI G. L., SWAISGOOD H. E. (1 997) .** *Micro-scelle method for determining foaming properties of prote in.* Journal of Food Science, 62 (5) pp. 1028-1030, 1060.
- **HUIDOBRO A., TEJADA M. (1992).** *Capacity of Fish Minces during Frozen Storage.* Journal of the science of food and agriculture, 60 (2) pp. 263-270.
- **HURTAUD C, BUCHIN S ,MARTIN B,VERDIER-METZ I,PEYRAUD J.L,NOEL Y .(2001).** La qualité des laits et ses conséquences sur la qualité des produits de transformation : quelques techniques de mesure dans les essais zootechniques, Renc. Rech. Ruminants, 8,35-42.
- **JEAN C., et DIJON C., (1993).** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
- **JEANTET R., THOMAS C., MICHEL M., PIERRE S., GÉRARD BRULÉ ., (2008).** les produits laitiers ,Editions TEC et DOC ,paris ,France .
- **KEENEY P. G. (1982).** *Development of frozen emulsions.* Food Technology, 36 (11) pp. 65-70.
- **LUCEY, J.A., P.S. KINDSTEDT, P.F. FOX. (1992).** Seasonality: its impact on the production of good quality Mozzarella cheese, in Proc. 3rd Cheese Symposium, T.M. Cogan, Ed., 41-47. Morepark, Ireland: National Dairy Products Research Centre.
- **MACKENZIE, H.A., (1970).** Milk proteins: chemistry and molecular biology. Academic Press.

- **MADDEN J. K. ( 1989).** *lee cream.* Dans A. J. Wilson (ed.), *Foams: physics, chemistry and structure.* SpringerVerlag,pp. 185-196.
- **MATHIEU J., (1999).** *Initiation à la physicochimie du lait,* Tec et Doc, Lavoisier, milks, Academic Press, Inc: 82 ,919 p.
- **NEVILLE M. C et JENSEN R. G., (1995).** *The physical properties of humain and* Paris: 3-190,220 p.
- **PHILLIPS L. G., HAWKS S. E., GERMAN J. B. (1995).** *Structural characteristics and foaming properties of  $\beta$ -lactoglobulin : effects qf' shear rate and temperature.* J of Agricultural and food chemistry, 43 (3) pp. 613-619.
- **PITTI A P., WILDE P. J., CLARK D. C. ( 1996).** *The foaming properties of native and pressure treated  $\beta$ -casein.* Food Hydrocolloids, 10 (3) pp. 335-342.
- **RHIM, K., (1991).** *Effect of deep-freezing and frozen storage on the milk protein fractions.* Korean Journal of Dairy Science (Korea Republic).
- **SOUSTRE S.,C. FARROKH., R.JEANTET., (2017).** *Produits laitiers et technologie laitière.* Serie° 9. 42 rue de chateaudun paris
- **STAINSBY G. ( 1 986).** *Foaming and emulsification.* Dans J. R. Mitchell and D. A. Ledward (ed.), *functional properties of food molecules.* Elsevier Applied Science Publishers LTD, England, pp.
- **ST-GELAIS, D. PATRIK, T.C., GEATAN, B. ROGER, C. ET ROGER, D.(2000).** *Fromage technologie de lait et ses dérivés.*Chapitre 6.p.349-415.
- **THOMAS C et al ., (2008).** *Fondements physicochimiques de la technologie laitière.* Édition TEC et DOC. Paris.

- **VETIER, C., BANON, S., RAMET, J.P. ET HARDY, J. 2000.** Hydratation des micelles de caséine et structure fractale des agrégats et des gels de lait. *Le Lait* .80(2): 237-246.
- **VIERLING, E. 2003.** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11,270 p.
- **VIGNOLA C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.
- **WALSTRA P. ( 1989).** *Overview of emulsion andfoam stability.* DansE. Dickinson (ed.), *Food emulsions andfoams.* Royal Society of Chemistry, London, pp. 242-257.
- **WALSTRA, P. (1999).** Dairy technology: principles of milk properties and processes. CRC Press.
- **WALSTRA (1999)** la synérèse : la fermeté du gel à la coupe; la surface du caillé; la pression appliquée; l'acidité; la température; la composition de le lait.
- **WALSTRA, P., (1990).** On the stability of casein micelles1. *Journal of dairy science* 73(8), 1965-1979.

# **ANNEXES**

**Annexe 1 :** Laits pasteurisés conservés dans un sac isotherme.



**Annexe 2 :** Décongélation des laits pasteurisés à l'aide d'un bain marie.



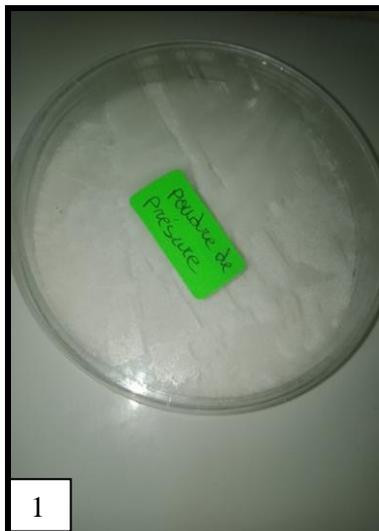
**Annexe 3 :** Analyseur du lait de type Lactoscan.



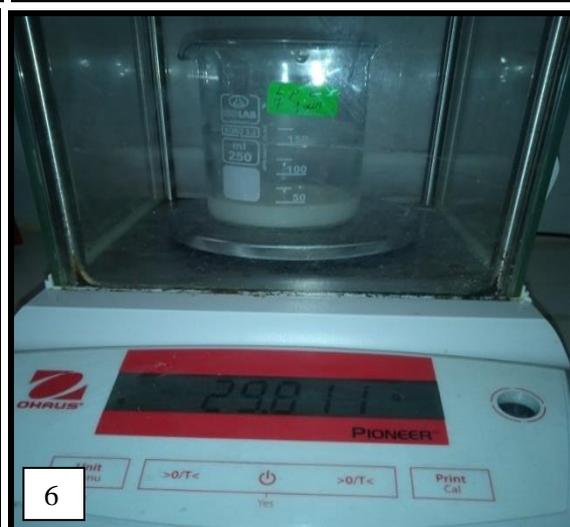
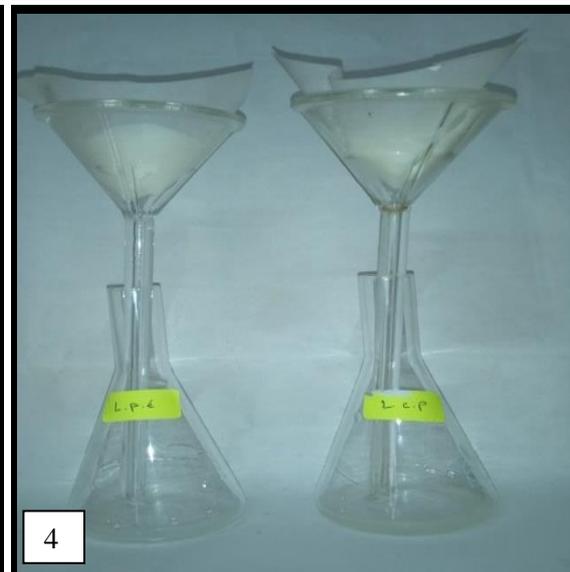
**Annexe 4 : Mixeur .****Annexe 5 : Les différentes étapes de la préparation de la solution présure.**

- Peser 1g de l'enzyme présure en poudre ;
- Introduire la présure dans une fiole jaugée de 100 ml ;
- Ajouter l'eau distillée jusqu'à le trait de la fiole ;
- Agiter la solution à l'aide d'une baguette en verre.

La solution présure est conservé dans le réfrigérateur a une température de 4°C.



Annexe 6 : Les différentes étapes de la coagulation.



**Annexe 7** : Les résultats obtenus de la densité des laits crus témoins et décongelés.

	<i>Lait</i> <i>Jours</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<b>Densité</b>	<b>J0(T)</b>	<b>30,62</b>
<b>J1</b>		<b>29,41</b>	<b>28,98</b>
<b>J2</b>		<b>29,57</b>	<b>28,81</b>
<b>J3</b>		<b>28,87</b>	<b>28,77</b>
<b>J4</b>		<b>29,24</b>	<b>28,97</b>
<b>J5</b>		<b>29,42</b>	<b>28,50</b>
<b>J6</b>		<b>28,45</b>	<b>28,99</b>
<b>J7</b>		<b>28,49</b>	<b>29,42</b>

**Annexe 8** : Les résultats obtenus de pH des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i> <i>Jours</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<b>pH</b>	<b>J0(T)</b>	<b>7,11</b>
<b>J1</b>		<b>6,71</b>	<b>6,92</b>
<b>J2</b>		<b>6,85</b>	<b>6,85</b>
<b>J3</b>		<b>6,93</b>	<b>6,91</b>
<b>J4</b>		<b>6,90</b>	<b>6,90</b>
<b>J5</b>		<b>6,79</b>	<b>6,85</b>
<b>J6</b>		<b>6,76</b>	<b>6,87</b>
<b>J7</b>		<b>6,64</b>	<b>6,76</b>

**Annexe 9** : Les résultats obtenus de l'acidité des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<i>Jours</i>		
<b>Acidité (°D)</b>	<i>J0(T)</i>	<b>9,97</b>	<b>11,59</b>
	<i>J1</i>	<b>9,66</b>	<b>11,04</b>
	<i>J2</i>	<b>9,70</b>	<b>11,23</b>
	<i>J3</i>	<b>9,59</b>	<b>10,98</b>
	<i>J4</i>	<b>9,65</b>	<b>11,27</b>
	<i>J5</i>	<b>9,68</b>	<b>11,14</b>
	<i>J6</i>	<b>9,67</b>	<b>10,98</b>
	<i>J7</i>	<b>9,45</b>	<b>10,84</b>

**Annexe 10** : Les résultats obtenus de point de la congélation des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<i>Jours</i>		
<b>Point de la congélation (°C)</b>	<i>J0(T)</i>	<b>- 0,526</b>	<b>- 0,544</b>
	<i>J1</i>	<b>- 0,504</b>	<b>-0,522</b>
	<i>J2</i>	<b>- 0,507</b>	<b>- 0,523</b>
	<i>J3</i>	<b>- 0,496</b>	<b>- 0,518</b>
	<i>J4</i>	<b>- 0,502</b>	<b>- 0,525</b>
	<i>J5</i>	<b>- 0,505</b>	<b>- 0,517</b>
	<i>J6</i>	<b>- 0,486</b>	<b>- 0,522</b>
	<i>J7</i>	<b>- 0,482</b>	<b>- 0,525</b>

**Annexe 11** : Les résultats obtenus de lactose des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<i>Jours</i>		
<b>Lactose(%)</b>	<i>J0(T)</i>	<b>4,65</b>	<b>4,72</b>
	<i>J1</i>	<b>4,47</b>	<b>4,56</b>
	<i>J2</i>	<b>4,49</b>	<b>4,55</b>
	<i>J3</i>	<b>4,40</b>	<b>4,35</b>
	<i>J4</i>	<b>4,45</b>	<b>4,58</b>
	<i>J5</i>	<b>4,47</b>	<b>4,51</b>
	<i>J6</i>	<b>4,32</b>	<b>4,55</b>
	<i>J7</i>	<b>4,29</b>	<b>4,59</b>

**Annexe 12** : Les résultats obtenus de la protéine des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<i>Jours</i>		
<b>Protéines(%)</b>	<i>J0(T)</i>	<b>3,10</b>	<b>3,14</b>
	<i>J1</i>	<b>2,98</b>	<b>3,03</b>
	<i>J2</i>	<b>3,00</b>	<b>3,03</b>
	<i>J3</i>	<b>2,94</b>	<b>3,01</b>
	<i>J4</i>	<b>2,97</b>	<b>3,04</b>
	<i>J5</i>	<b>2,99</b>	<b>2,99</b>
	<i>J6</i>	<b>2,89</b>	<b>3,03</b>
	<i>J7</i>	<b>2,86</b>	<b>3,05</b>

**Annexe 13** : Les résultats obtenus de la matière grasse des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i> <i>Jours</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<b>Matière grasse (%)</b>	<b><i>J0(T)</i></b>	<b>1,52</b>
<b><i>J1</i></b>		<b>1,53</b>	<b>2,75</b>
<b><i>J2</i></b>		<b>1,52</b>	<b>2,94</b>
<b><i>J3</i></b>		<b>1,58</b>	<b>2,74</b>
<b><i>J4</i></b>		<b>1,56</b>	<b>2,93</b>
<b><i>J5</i></b>		<b>1,54</b>	<b>2,94</b>
<b><i>J6</i></b>		<b>1,51</b>	<b>2,69</b>
<b><i>J7</i></b>		<b>1,56</b>	<b>2,49</b>

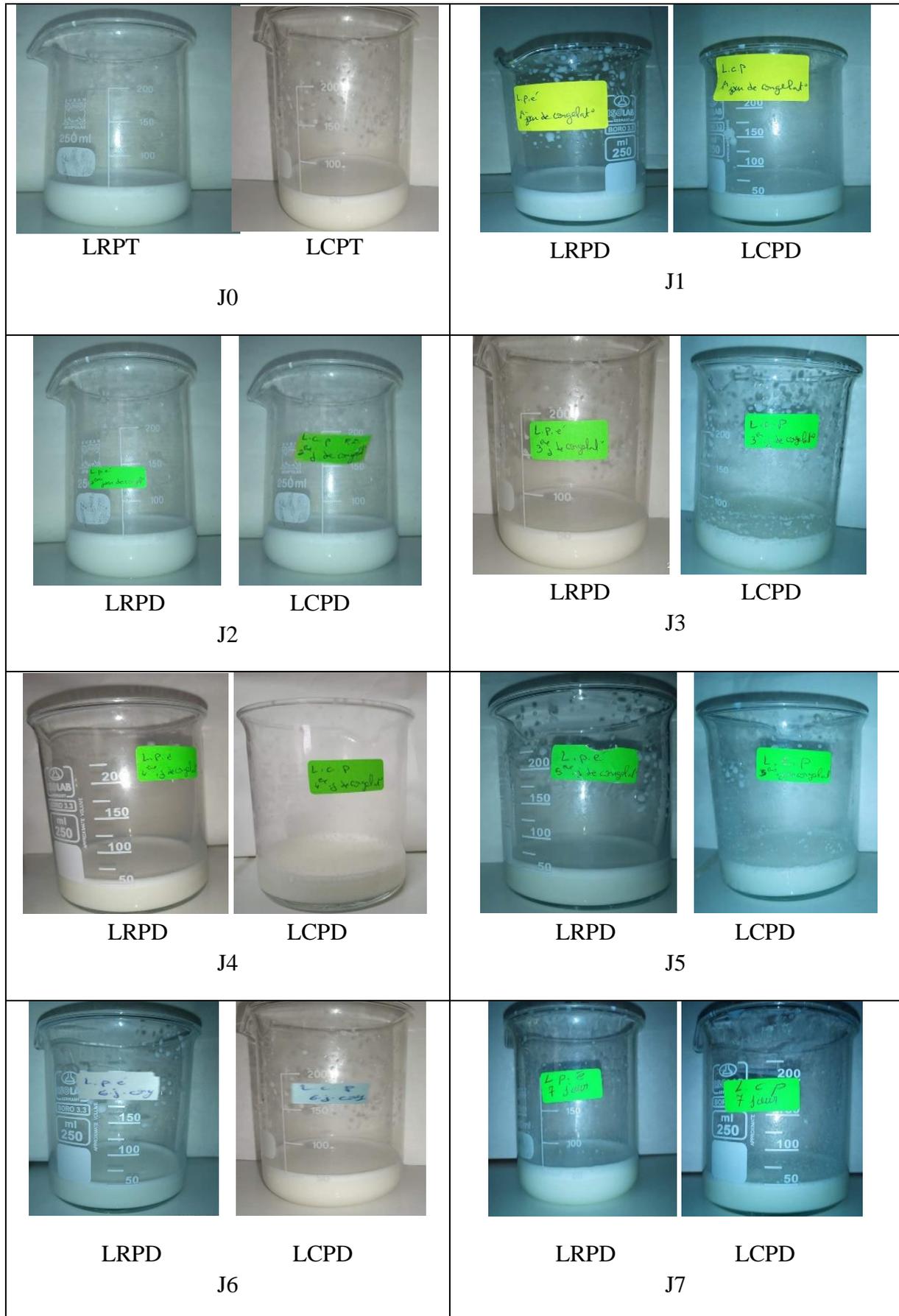
**Annexe 14** : Les résultats obtenus de la capacité moussante des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i> <i>Jours</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
	<b>Capacité moussante (%)</b>	<b><i>J0(T)</i></b>	<b>43%</b>
<b><i>J1</i></b>		<b>25%</b>	<b>17%</b>
<b><i>J2</i></b>		<b>25%</b>	<b>17%</b>
<b><i>J3</i></b>		<b>25%</b>	<b>17%</b>
<b><i>J4</i></b>		<b>25%</b>	<b>17%</b>
<b><i>J5</i></b>		<b>25%</b>	<b>17%</b>
<b><i>J6</i></b>		<b>25%</b>	<b>17%</b>
<b><i>J7</i></b>		<b>25%</b>	<b>17%</b>

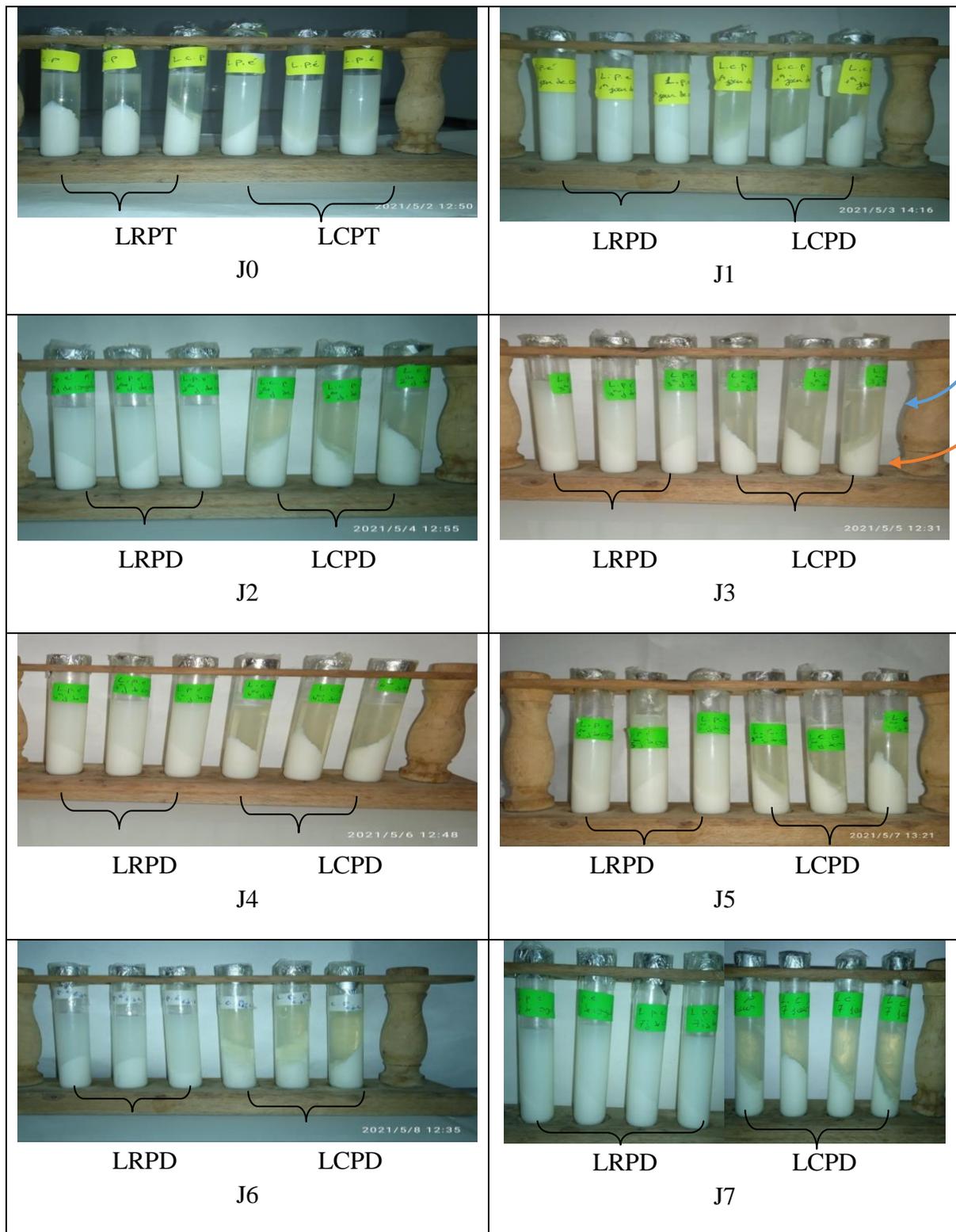
**Annexe 15** : Les résultats obtenus du rendement fromager des laits témoins et décongelés.

	<i>Lait</i> <i>Jours</i>	<i>LRP</i>	<i>LCP</i>
<b>Rendement fromager (%)</b>	<b><i>J0(T)</i></b>	<b>25,71%</b>	<b>34%</b>
	<b><i>J1</i></b>	<b>20,90%</b>	<b>34%</b>
	<b><i>J2</i></b>	<b>19,36%</b>	<b>34%</b>
	<b><i>J3</i></b>	<b>17,71%</b>	<b>29,33%</b>
	<b><i>J4</i></b>	<b>16,57%</b>	<b>25,59%</b>
	<b><i>J5</i></b>	<b>15,78%</b>	<b>23,26%</b>
	<b><i>J6</i></b>	<b>11,58%</b>	<b>17,80%</b>
	<b><i>J7</i></b>	<b>10,89%</b>	<b>17,51%</b>

**Annexe 16 : Aspect de la mousse des laits témoins et décongelés au cours du temps.**

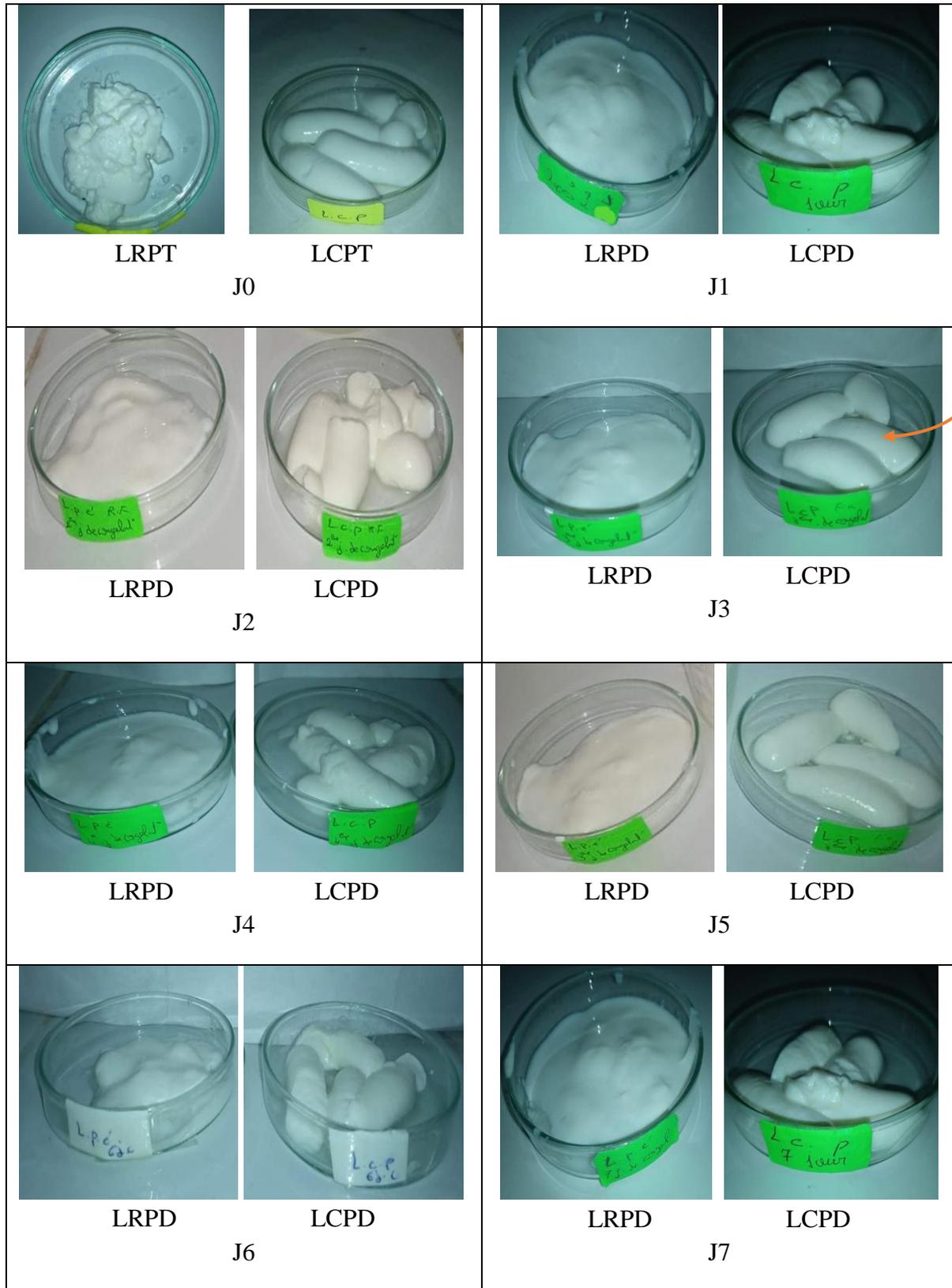


**Annexe17 : Résultats de caillage des laits témoins et décongelés après la centrifugation.**



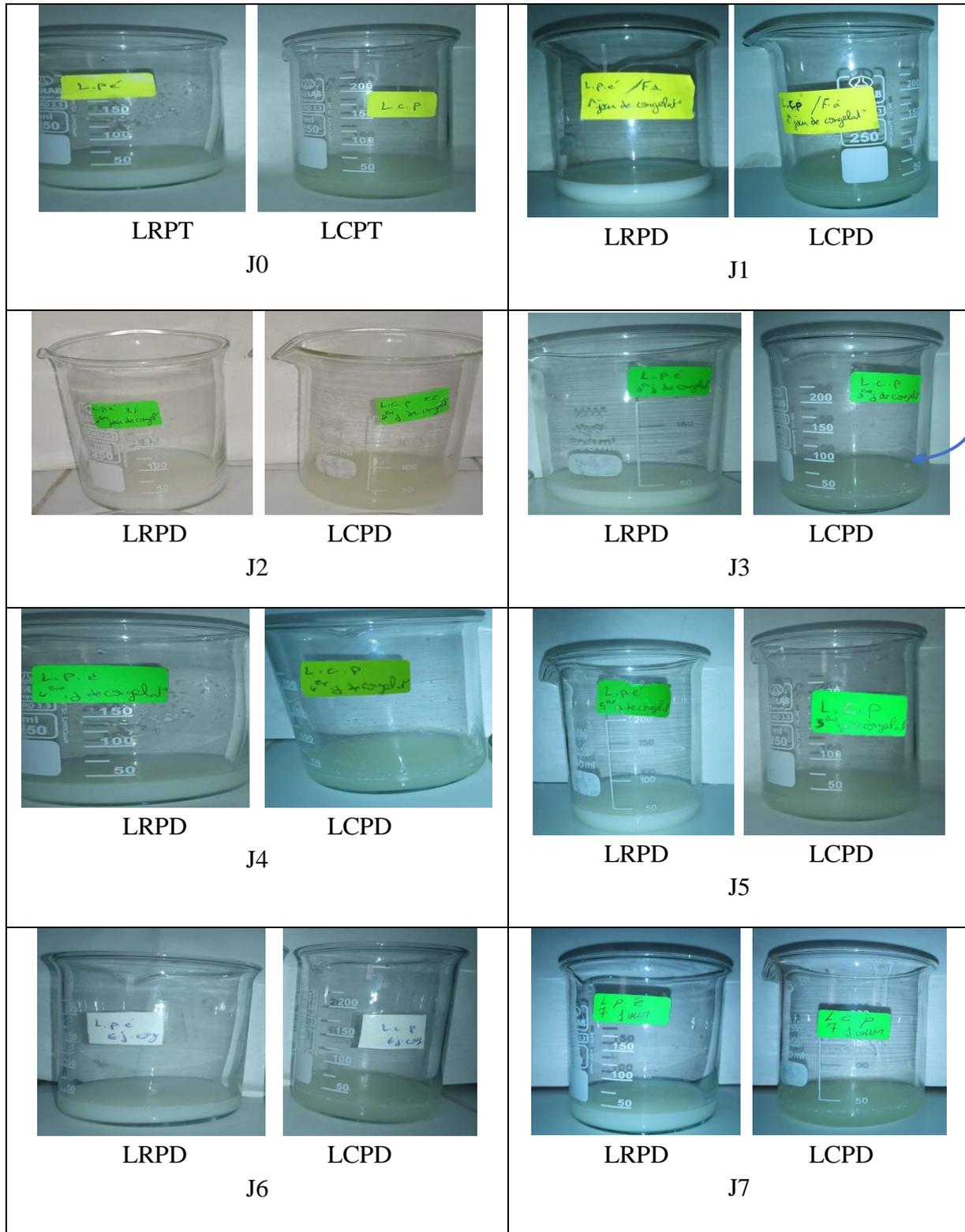
- 1** : Lactosérums.
- 2** : Caillés.

**Annexe 18 :** Aspect de caillés des laits témoins et décongelés issus après séparation des lactosérums.



 : Caillés.

**Annexe 19 : Aspect des lactosérums issus après séparation des caillés des laits témoins et décongelés.**



 : Lactosérums.

**Résumé:**

Le présent travail consiste à évaluer l'effet combiné de la congélation et de la décongélation sur les caractéristiques sensorielles, physicochimiques et technologiques du lait pasteurisé produit et commercialisé par la laiterie Sidi Khaled, Tiaret. La partie expérimentale a comporté d'une part une évaluation des propriétés organoleptiques (couleur, goût, odeur et aspect) de deux types du lait pasteurisé à savoir le lait cru pasteurisé et le lait recombinaison partiellement écrémé et pasteurisé, et d'autre part une appréciation de leurs propriétés physicochimiques (pH, densité, acidité, point de la congélation), biochimiques (lactose, matière grasse et protéines) et technologiques (pouvoir moussant et rendement fromager). Les résultats ont montré que les procédés congélation-décongélation appliqués pour les deux types du lait pasteurisé ont un effet négatif notamment pour leurs propriétés organoleptiques (aspect), biochimiques (matière grasse) et technologiques (pouvoir moussant et rendement fromager).

**Mots clés :** Congélation, décongélation, stabilité, lait, pasteurisation.

**Abstract**

The present work consists in evaluating the combined effect of freezing and thawing on the sensory, physicochemical and technological characteristics of pasteurized milk produced and marketed by the dairy Sidi Khaled, Tiaret. The experimental part included, firstly, an evaluation organoleptic properties (color, taste, odor and appearance) of two types of pasteurized milk, namely raw pasteurized milk and recombined partially skimmed and pasteurized milk, and secondly an appreciation of their physicochemical properties (pH, density, acidity, freezing point), biochemical (lactose, fat and proteins) and technological (foaming power and cheese yield). The results showed that the freezing-thawing processes applied for the two types of pasteurized milk have a negative effect, in particular for their organoleptic (appearance), biochemical (fat) and technological (foaming power and yield) properties romager).

**Keywords :** Freezing, thawing, stability, milk, pasteurization.

**ملخص:**

يتمثل هذا العمل في تقدير الأثر المزدوج للتجميد والذوبان على الخصائص الحسية، الفيزيوكيميائية و التكنولوجيا للحليب المبستر المنتج والمسوق من طرف ملبنة سيدي خالد بتيارت. تضمنت المرحلة التجريبية من جهة تقدير الخصائص الحسية (لون، ذوق، رائحة ومظهر) للوعين من الحليب المبستر وهما الحليب الطازج المبستر والحليب المركب المنزوع الزبدة جزئيا والمعقم، ومن جهة أخرى تقييم خواصها الفيزيوكيميائية (pH، كثافة، حموضة، نقطة التجمد)، البيوكيميائية (لاكتوز، مادة دسمة و بروتينات) والتكنولوجية (قدرة الرغوة ومردود الجبن). أثبتت النتائج أن الطرائق تجميد- ذوبان المطبقة على الحليب المبستر لها اثر سلبي خصوصا على خواصه الحسية (مظهر)، البيوكيميائية (مادة دسمة) والتكنولوجية (قدرة الرغوة ومردود الجبن).

الكلمات الجوهرية: تجميد، ذوبان، استقرار، حليب، بستر.