



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 الشهيد حمه لخضر الوادي  
Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم البيولوجية الخلوية والجزيئية  
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliqué

### THEME

Optimisation des paramètres du coagulation et essai de la fabrication de  
fromage frais à base de lait en mélange  
lait camelin et lait caprin par présure cameline

### Présenté Par :

Mlle. AMMARI Fatima Zahra.

Mlle. SAIGHI Maghnia.

### Devant le jury composé de :

Président : Mme RAMDANE Farah (M.C.A, Université d'El Oued )

Examinatrice : Mme BEKKOUCHE Amel ( M.A.A, Université d'El oued )

Promotrice : Mme BOURAS Biya (M.A.A, Université d'El Oued)

Année universitaire : 2020/2021

## **REMERCIEMENTS**

*En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

*La première personne que nous tenons à remercier est notre encadrant Mme " BIYA BOURAS ", pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.*

*Que les membres de jury (Président : Mme RAMDANE Farah (M.C.A)  
Examinatrice : Mme BEKKOUCHE Amel ( M.A.A))*

*trouvent ici nos remerciements les plus vifs  
pour avoir accepté d'honorer, par leur jugement, notre travail.*

*Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté "SNV", pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.*

*On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.*

*Merci à tous et à toutes.*

## *Dédicace*

Je dédie ce mémoire

En premier lieu à vous mes très chers parents, aucun mot, aucune dédicace ne peut exprimer ma considération et l'amour éternel et pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être.

A mes très chers frères

A mes chères sœurs

A mon cher binôme Meghnia ainsi qu'à toute sa famille

À toute la famille AMMARI

Et Ainsi qu'à tous mes amies

Fatima Zahra



## *Dédicace*

Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné du courage et de la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie:

À la source de la tendresse, Ma chère mère pour sa gentillesse sa douceur, pour son affection pour les sacrifices qu'elle a fait, pour mon éducation et la confiance et l'amour qu'elle m'a toujours accordés.

À mon très cher père, pour ses encouragements et son soutien dans toute ma carrière d'étude dès le premier pas jusqu'à ce jour-là. et qui m'a appris que la patience est le Secret du succès

À mon grand-père et ma grand-mère, qui leur souhaitent une longue et heureuse vie

À mes chers frères ; Mohamed Said, Mohie Eddine.

À ma chère et adorable sœur et son mari «Maria et Walid» et bien sur leur fils « Wassim » , le petit ange qui fait la joie de la famille

À ma belle petite sœur : Wissale

À l'âme pure de ma tante « Saliha » que Allah ait pitié d'elle et lui pardonne

À tous mes oncles et tantes : Ali ,Ibrahim, Moncef, Yassin ,Hakim ,Khaleda ,Hajar.

À toute la famille SAIGHI et GASMI

À mon fiancé Ahmed.

À ma très chère binôme Fatma Zohra et sa famille

et Ainsi qu'à tous mes amies

Maghnia





## Liste des abréviations

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**BSA** : La sérum albumie bovine

**°C** : Degré Celsius

**CaCl<sub>2</sub>** : Chlorure de calcium.

**CN- $\alpha$ S** : Caséine  $\alpha$ S.

**CN- $\beta$**  : Caséine  $\beta$ .

**CN- $\kappa$**  : Caséine  $\kappa$ .

**°D** : Degrés Dornic.

**Da** : Dalton

**DSA** : Direction de services agricoles.

**E.S.T** : Extrait sec total.

**E. coli** : Escherichia coli.

**FAO** : Food and Agriculture Organization.

**ISO** : International Organisation for Standardisation.

**JORA** : Journal officiel de la république Algérienne.

**KDa** : Kilo-Dalton.

**MG** : Matière grasse.

**MS** : Matière sèche.

**Na OH** : Hydroxyle de sodium.

**pH** : Potentiel hydrogène.

**pHi** : Potentiel hydrogène isoélectrique .

**RF** : Rendement fromagère.

**TB** : taux butyreux

**UP** : Unité présure

**ANP** : apport non protéique.

**US** : Unité Soxhlet

**VRBL** : Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet au Rouge neutre.

**XLD** : Xylose-Lysine-Désoxycholate.

**MSR** : méthode de surface de réponse

**PCM** : présure cameline

**PL** : présure commerciale

**F1** : Formulation 1(50% lait caprin et 50 % lait camelin),

**F2** : Formulation 2 (75% lait caprin et 25 % lait camelin)

**F3** : Formulation 3 (25% lait caprin et 75% lait camelin).

## La liste des tableaux

| <b>N°</b> | <b>Titre</b>                                                                                                                                                     | <b>Page</b> |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>01</b> | La composition chimique du lait cameline                                                                                                                         | <b>05</b>   |
| <b>02</b> | Évolution des effectifs du cheptel caprin de la wilaya d' El oued                                                                                                | <b>11</b>   |
| <b>03</b> | composition moyen du lait caprin                                                                                                                                 | <b>12</b>   |
| <b>04</b> | Principales caractéristiques physico-chimiques des enzymes coagulantes utilisées en fromagerie                                                                   | <b>22</b>   |
| <b>05</b> | Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage selon codex alimentaire | <b>25</b>   |
| <b>06</b> | Différents constituants du fromage frais pour 100 gr de produit                                                                                                  | <b>27</b>   |
| <b>07</b> | facteurs , codes et niveaux du plan d'expérience pour les paramètres de T et pH                                                                                  | <b>41</b>   |
| <b>08</b> | Variables réelles et codifiées des variables indépendantes                                                                                                       | <b>41</b>   |
| <b>09</b> | Résultats d'analyses physico-chimiques du lait                                                                                                                   | <b>53</b>   |
| <b>10</b> | Résultats de la caractérisation des extraits enzymatiques                                                                                                        | <b>56</b>   |
| <b>11</b> | Réponse du temps de floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale                                                          | <b>57</b>   |
| <b>12</b> | Regeission et équation Réponse du temps de floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale                                   | <b>58</b>   |
| <b>13</b> | Modélisation de la Réponse du temps de floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale                                       | <b>58</b>   |
| <b>14</b> | Réponse du temps de coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale                                                          | <b>62</b>   |
| <b>15</b> | Régissions et équation Réponse du temps de coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale                                   | <b>63</b>   |
| <b>16</b> | Modélisation de la Réponse du temps de coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale                                       | <b>64</b>   |
| <b>17</b> | Les résultats physico-chimiques des fromages.                                                                                                                    | <b>67</b>   |
| <b>19</b> | Les résultats microbiologiques des fromages                                                                                                                      | <b>69</b>   |

## La liste des figures

| N° | Titre                                                                                                                                                                   | Page |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 01 | Cryofracture des micelles caséiniques dans le lait camelin observée sous microscope électronique à balayage. (m.c) micelles de caséines, (s.c.) submicelles de caséines | 07   |
| 02 | Comparaison des régions de la caséine $\kappa$ sensibles à la chymosine dans les laits de dromadaire et de vache                                                        | 09   |
| 03 | les étapes de la coagulation                                                                                                                                            | 18   |
| 04 | La roue des fromages du lait                                                                                                                                            | 30   |
| 05 | Image photographique d'une caillette cameline                                                                                                                           | 33   |
| 06 | Protocole d'extraction de la présure cameline                                                                                                                           | 37   |
| 07 | Extrait final de la présure cameline                                                                                                                                    | 38   |
| 08 | Etapas de la méthodologie de surface de réponse                                                                                                                         | 41   |
| 09 | Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais à coagulation enzymatique                                                                            | 43   |
| 10 | Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais à coagulation mixte                                                                                  | 48   |
| 11 | Pourcentage de consommation de lait camelin selon sexe                                                                                                                  | 51   |
| 12 | La proportion du nombre de fois de consommation de lait camelin par jour                                                                                                | 51   |
| 13 | Pourcentage de la façon dont le lait camelin est consommé sous forme de lait frais ou fermenté                                                                          | 52   |
| 14 | Pourcentage de fermentation du lait camelin                                                                                                                             | 52   |
| 15 | Pourcentage de la production de fromage à partir de lait camelin                                                                                                        | 52   |
| 16 | Le pourcentage de consommation de lait camelin selon les saisons                                                                                                        | 52   |
| 17 | Pourcentage de conservation du lait camelin en hiver selon les jours                                                                                                    | 52   |
| 18 | Le pourcentage de conservation du lait camelin en été selon les jours                                                                                                   | 52   |
| 19 | Le pourcentage de méthodes de conservation du lait camelin                                                                                                              | 53   |
| 20 | Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de floculation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure cameline      | 60   |
| 21 | Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de floculation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure commerciale   | 61   |
| 22 | Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de coagulation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure cameline      | 65   |
| 23 | Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de coagulation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure commerciale   | 66   |
| 24 | Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) par présure cameline                                                                            | 68   |
| 25 | Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) par présure commerciale                                                                         | 68   |
| 26 | Produit fini de fromage frais à coagulation mixte (ferments +présure cameline)                                                                                          | 70   |
| 27 | Produit fini de fromage frais à coagulation mixte (ferments +présure commerciale)                                                                                       | 70   |
| 28 | Description sensoriel des fromages fabriqués (aspect et texture).                                                                                                       | 71   |
| 29 | Description sensoriel des fromages fabriqués (odeur et arôme).                                                                                                          | 71   |
| 30 | Description sensoriel des fromages fabriqués (gout).                                                                                                                    | 72   |

## Résumé

Notre travail a pour l'objectif d'optimiser des paramètres de floculation et de coagulation de lait en mélange avec la présure cameline et de fabrication des différentes formulations de fromages frais à base de lait camelin et de lait caprin. nous avons procédé à la caractérisation de la matière première qui donne: un pH est 6.96 une acidité titrable 24 D°, matière grasse est 38 g/l et les résultats enregistrés pour le lait de chèvre sont le pH est 6,45, l'acidité titrable 30 D°, matière grasse est 53 g/l

La caractérisation de la présure cameline a une activité coagulante de 4.36 UP/ml, un temps de coagulation (12.33 min avec le lait camelin, 23.36 min avec le lait caprin et 16.24 min avec le lait bovin), une force coagulante est égale à 1/3179.65 US. L'optimisation de la floculation et de la coagulation a révélé les couples de pH et de la température ( $\text{pH} = 5 / T = 42^{\circ}\text{C}$ ) et ( $\text{pH} = 6.7 / T = 36.30^{\circ}\text{C}$ ), ( $\text{pH} = 5.58 / T = 33.87^{\circ}\text{C}$ ) par de fromage F1, F2 ,F3 , respectivement

.La caractérisation différentes formulations de fromage frais à coagulation enzymatique donné : (F1 : pH = 6.48, acidité = 5°D et matière sèche = 267.43g/l et avec une rendement fromager de 13.56%. F2 : pH= 6.13, acidité= 5°D et matière sèche =267.31g/l et un rendement fromager de 15.66%. et F3 : pH =5.88, acidité =5°D et matière sèche= 556.36g/l et une rendement fromager de (10.5%) .

Les résultats d'analyse microbiologique montrent l'absence des bactéries pathogènes et la présence de *Staphylococcus aureus* à coagulase positif en nombre satisfaisant avec la norme recommandée par le journal officiel de la république algérienne 2017 .

La formulation de fromage choisie à coagulation mixte a donné une caractérisation sensorielle de goût moyennement salé ( $5.91 \pm 2.98$ )

On peut conclure que les résultats obtenus semblent intéressants d'autant plus qu'ils montrent la possibilité d'obtention d'extrait enzymatique (présure cameline) capables de remplacer les agents coagulants industriels dans l'industrie fromagère en partant des pratiques traditionnelles

**Mots-clés :** Lait en mélange, présure cameline, coagulation, optimisation, fromage frais

## summary

Our work aims to optimize parameters of flocculation and coagulation of milk mixed with camel rennet and to manufacture different formulations of fresh cheese based on camel milk and goat milk. we have carried out the characterization of the raw material which gives: a pH is 6.96 a titratable acidity 24 D °, fat is 38 g / l and the results recorded for goat's milk are the pH is 6.45, the titratable acidity 30 D °, fat is 53 g / l

The characterization of camel rennet has a coagulant activity of 4.36 PU / ml, a coagulation time (12.33 min with camelina milk, 23.36 min with goat milk and 16.24 min with cow's milk), a coagulating force is equal at 1 / 3179.65 US. Optimization of flocculation and coagulation revealed the pairs of pH and temperature (pH = 5 / T = 42C°) and (pH = 6.7 / T = 36.30C°), (pH = 5.58 / T = 33.87 C°) by forming F1, F2, F3, respectively

.The characterization of different formulations of fresh cheese with enzymatic coagulation given: (F1: pH = 6.48, acidity = 5 ° D and dry matter = 267.43g / l and with a cheese yield of 13.56%. F2: pH = 6.13, acidity = 5 ° D and dry matter = 267.31g / l and a cheese yield of 15.66%. And F3: pH = 5.88, acidity = 5 ° D and dry matter = 556.36g / l and a cheese yield of 10.5%).

The results of microbiological analysis show the absence of pathogenic bacteria and the presence of coagulase-positive *Staphylococcus aureus* in numbers satisfactory with the standard recommended by the official journal of the Algerian Republic 2017.

The chosen mixed coagulation cheese formulation gave a sensory characterization of a medium salty taste ( $5.91 \pm 2.98$ )

We can conclude that the results obtained seem interesting, especially since they show the possibility of obtaining an enzymatic extract (camel rennet) capable of replacing industrial coagulating agents in the cheese industry, starting from traditional practices.

Keywords: Blended milk, camel rennet, coagulation, optimization, fresh cheese

## ملخص

يهدف عملنا إلى تحسين معايير التلبد والتخثر للحليب الممزوج بمخثرة الإبل وتصنيع تركيبات مختلفة من الجبن الطازج على أساس حليب الإبل وحليب الماعز. لقد قمنا بتوصيف المادة الخام التي تعطي: درجة الحموضة 6.96 درجة حموضة قابلة للمعايرة 24 درجة ، الدهون 38 جم / لتر والنتائج المسجلة لحليب الماعز هي درجة الحموضة 6.45 ، الحموضة القابلة للمعايرة 30 درجة ، الدهون 53 جم / لتر

توصيف منفحة الإبل له نشاط تخثر يبلغ 4.36 PU / مل ، وقت التخثر (12.33 دقيقة مع حليب الكاميلينا ، 23.36 دقيقة مع حليب الماعز و 16.24 دقيقة مع حليب البقر) ، قوة التخثر تساوي 1 / 3179.65 US. كشف تحسين التلبد والتخثر عن أزواج الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة (pH = 5 و T = 42C / ) و (pH = 6.7 / T = 36.30C° ، pH = 5.58 / T = 33.87 C°) عن طريق تشكيل F1 ، F2 ، F3 ، على التوالي

. توصيف الصبغ المختلفة للجبن الطازج مع التخثر الأنزيمي المعطى: (F1: pH = 6.48 ، الحموضة = 5 ° D ، المادة الجافة = 267.43 جم / لتر مع محصول الجبن 13.56٪. F2: الرقم الهيدروجيني = 6.13 ، الحموضة = 5 ° D والمادة الجافة = 267.31 جم / لتر و محصول الجبن 15.66٪ و F3: pH = 5.88 ، الحموضة = 5 ° D والمادة الجافة = 556.36 جم / لتر وحاصل الجبن 10.5٪).

تظهر نتائج التحليل الميكروبيولوجي عدم وجود البكتيريا المسببة للأمراض ووجود المكورات العنقودية الذهبية الموجبة للتجلط بأعداد مرضية بالمعيار الذي أوصت به الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2017.

أعطت تركيبة جبن التخثر المختارة توصيفاً حسيّاً لمذاق متوسط الملوحة (2.98 ± 5.91) يمكننا أن نستنتج أن النتائج التي تم الحصول عليها تبدو مثيرة للاهتمام ، خاصة أنها تظهر إمكانية الحصول على مستخلص إنزيمي (منفحة الإبل) قادر على استبدال عوامل التخثر الصناعية في صناعة الجبن ، بدءاً من الممارسات التقليدية.

الكلمات المفتاحية: الحليب المخلوط ، منفحة الإبل ، التخثر ، التحسين ، الجبن الطازج

## REMERCIEMENT

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

## Introduction .....1

### Généralité sur le lait

|                                                           |   |
|-----------------------------------------------------------|---|
| I. Le lait .....                                          | 3 |
| I.1 Définition.....                                       | 3 |
| I.2 Facteurs influençant la composition du lait .....     | 3 |
| I.2.1. Variabilité génétique entre individus.....         | 3 |
| I.2.2. Stade de lactation.....                            | 3 |
| I.2.3. Age ou numéro de lactation.....                    | 3 |
| I.2.4. Facteurs alimentaires .....                        | 3 |
| I.2.5. Facteurs climatiques et saisonniers.....           | 4 |
| II. Le lait camelin.....                                  | 4 |
| II.1 Aperçu sur le dromadaire.....                        | 4 |
| II.1.2 Présentation du dromadaire .....                   | 4 |
| II.1.2.1 Principales races de dromadaire en Algérie ..... | 4 |
| III. Définition.....                                      | 5 |
| IV. Composition du lait.....                              | 5 |
| IV.1 Eau .....                                            | 5 |
| IV.2 Lipides .....                                        | 5 |
| IV.3 Fraction azotée et protéines .....                   | 5 |
| IV.3.1 Caséines .....                                     | 6 |
| IV.3.1.1 Caséine $\alpha$ S1 .....                        | 6 |
| IV.3.1.2 La caséine $\alpha$ S2 .....                     | 6 |
| IV.3.1.3. La caséine $\beta$ .....                        | 6 |
| IV.3.1.4. La caséine $\kappa$ .....                       | 6 |
| IV.3.2 Protéines de lactosérum .....                      | 7 |
| IV.4 Glucides .....                                       | 7 |
| IV.5 Minéraux.....                                        | 7 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| IV.6 Vitamines .....                                          | 8  |
| IV.7 Lactose .....                                            | 8  |
| V Importance du lait du dromadaire .....                      | 8  |
| V.1 Importance nutritionnelle .....                           | 8  |
| V.2 Importance thérapeutique.....                             | 8  |
| VII Aptitudes technologiques du lait cameline .....           | 8  |
| III Lait caprin.....                                          | 10 |
| III.1 Définition du lait caprin .....                         | 10 |
| III.2.Présentation du caprins .....                           | 10 |
| III.2.1Principales races de caprin en Algérie .....           | 10 |
| III.2.1.1 Population local .....                              | 10 |
| III.2.1.2 Population introduite.....                          | 10 |
| III.2.1.3 Populations croisées.....                           | 10 |
| III.3 Répartition géographique des caprins .....              | 11 |
| IV Composition de lait caprin .....                           | 11 |
| IV. 1 Eau .....                                               | 12 |
| IV. 2 Minéraux.....                                           | 12 |
| IV. 3 Vitamines.....                                          | 12 |
| IV. 4 Lactose .....                                           | 12 |
| IV. 5 Matière grasse .....                                    | 13 |
| IV. 6 Fraction protéique .....                                | 13 |
| IV. 6 .1 Caséines .....                                       | 13 |
| IV. 6 1.1 Caséine $\alpha$ 1 .....                            | 13 |
| IV. 6.1.1.1 Impact du polymorphisme de la $\alpha$ 1-CN ..... | 14 |
| IV. 6.1.2 Caséine $\alpha$ 2 .....                            | 14 |
| IV. 6.1.2.1 Impact du polymorphisme de la $\alpha$ 2-CN ..... | 14 |
| IV. 6.1.3 Caséine $\beta$ .....                               | 14 |
| IV. 6.1.3.1 Impact du polymorphisme de la $\beta$ -CN.....    | 14 |
| IV. 6.1.4 Caséine $\kappa$ .....                              | 15 |
| IV. 6.1.5 Caséine $\gamma$ .....                              | 15 |
| IV. 6.2 Protéines du lactosérum .....                         | 15 |
| V Qualité du lait caprin .....                                | 15 |
| V.1 Qualité nutritionnelle .....                              | 15 |
| V.2 Qualité thérapeutique .....                               | 15 |

### **Agent coagulant**

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| I Définition de la coagulation .....       | 17 |
| II.2 Voies de la coagulation du lait ..... | 17 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| II.2.1 Coagulation par voie acide .....                          | 17 |
| II.2.2. Coagulation enzymatique .....                            | 17 |
| II.2.3.Coagulation mixte .....                                   | 19 |
| II . 3. Origine des enzymes coagulantes.....                     | 19 |
| II .3.1 Enzymes d'origine animale .....                          | 19 |
| II . 3.1.1 Présure .....                                         | 19 |
| II .3.1.1.1 chymosine.....                                       | 19 |
| II .3.1.1.2 pepsines .....                                       | 20 |
| II .3.1.1.2.1. pepsine cameline .....                            | 20 |
| II .3.1.1.2.2 pepsine de Poulet.....                             | 20 |
| II .3.1.1.2.3 pepsine bovine.....                                | 21 |
| II .3.1.1.2.4 pepsine porcine.....                               | 21 |
| II .3.2 Enzymes d'origine végétale .....                         | 21 |
| II .3.3 Enzymes d'origine microbienne.....                       | 21 |
| III. Facteurs affectant la coagulation enzymatique du lait ..... | 22 |
| III.1 Concentration en enzyme .....                              | 23 |
| III.2 Température .....                                          | 23 |
| III.3 pH.....                                                    | 23 |
| III.4 Teneur en calcium.....                                     | 23 |
| III.5 Teneur en caséines .....                                   | 23 |
| III .6 Dimension des micelles .....                              | 23 |

## **Généralités sur les fromages**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| I. Définition .....                                       | 25 |
| II. Classification des fromages .....                     | 25 |
| III. Etapes de fabrication fromagère .....                | 26 |
| III.1 Coagulation.....                                    | 26 |
| III.2 Egouttage .....                                     | 26 |
| III.3 Salage .....                                        | 26 |
| III.4 Affinage .....                                      | 26 |
| IV. Valeurs nutritionnelles des fromages.....             | 26 |
| V. Fromage frais .....                                    | 26 |
| V .1 Definition .....                                     | 26 |
| V.2 Different types de fromages frais .....               | 27 |
| V.2.1 Fromages frais blancs moulés: .....                 | 27 |
| V.2.2 Fromages frais a structure homogène: .....          | 27 |
| V.3 Composition .....                                     | 27 |
| V.4 Fromage traditionnelles ou artisanal en Algérie ..... | 28 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| V.4.1 Principales préparation algériennes.....         | 28 |
| V.4.2 Différents types des fromages traditionnels..... | 28 |
| VI Analyse sensorielle .....                           | 29 |

## **Matériels et Méthodes**

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Matériels.....                                                                       | 32 |
| I.1 Matériels biologiques .....                                                         | 32 |
| I.1.1 Lait camelin.....                                                                 | 32 |
| I.1.2 Lait caprin.....                                                                  | 32 |
| I.1 .3 Lait bovin.....                                                                  | 32 |
| I.1 .4 Substrat de BERRIDGE .....                                                       | 32 |
| I.1.5 Caillette cameline .....                                                          | 32 |
| I.1.6 Présure commerciale.....                                                          | 33 |
| I.1.7 Ferments mésophiles .....                                                         | 33 |
| I.2 Matériel d' enquête.....                                                            | 33 |
| I.3. Appareilles.....                                                                   | 33 |
| I.4 Petits Matériels .....                                                              | 34 |
| I.5 Produits chimiques, réactifs et milieux de culture.....                             | 34 |
| I.5.1 Produits chimiques et réactifs.....                                               | 34 |
| I.5.2 Milieux de culture.....                                                           | 34 |
| II Méthodes .....                                                                       | 34 |
| II.1 caractérisation physico-chimiques du lait .....                                    | 34 |
| II.1.1 Détermination du pH.....                                                         | 34 |
| II.1.2 Détermination de l'acidité .....                                                 | 35 |
| II.1.3 Détermination de la densité.....                                                 | 35 |
| II.1.4 Détermination de la teneur en matière grasse et en protéines et en lactose ..... | 35 |
| II.1.5 Détermination de la teneur en matière sèche totale.....                          | 35 |
| II.1.6 Détermination de Cendres .....                                                   | 36 |
| II.2 Extraction des enzymes coagulantes .....                                           | 36 |
| II.3.Caractérisation des extraits enzymatiques.....                                     | 38 |
| II.3.1 Activité coagulante.....                                                         | 38 |
| II.3.2 Temps de coagulation.....                                                        | 38 |
| II.3.4 Dosage des protéines .....                                                       | 39 |
| II.3 .5. Activité spécifique.....                                                       | 40 |
| II.4 Optimisation l'activité enzymatique par la méthode des surfaces de réponse.....    | 40 |
| II.4.1 la construction du plan expérimental.....                                        | 41 |
| II.4.2 la modélisation de la réponse .....                                              | 42 |
| II.4.3 les représentations graphiques.....                                              | 42 |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.5 Fabrication de fromage.....                                                          | 42 |
| II.6 Caractérisation physico-chimiques du fromage frais .....                             | 44 |
| II.6.1 Mesure du PH.....                                                                  | 44 |
| II.6.2 Acidité titrable.....                                                              | 44 |
| II.6.3 Extrait Sec .....                                                                  | 44 |
| II.6.4 Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode de GERBER (1974) ..... | 44 |
| II.6.5 Détermination de taux de cendres .....                                             | 45 |
| II.6.6 Rendement fromagère .....                                                          | 45 |
| II.7 Caractérisation microbiologiques du fromage frais .....                              | 46 |
| II.7.1 Dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> (JORA,N°75. 2017). .....                   | 46 |
| II.7.2 Recherche des <i>Staphylococcus à coagulase positive</i> (JORA N °68 2014).....    | 46 |
| II.7.3 Recherche de <i>Salmonella</i> (JORA N°44, 2017) .....                             | 46 |
| II.7.4 Recherche de <i>listeria monocytogene</i> (ISO 11290-1). .....                     | 47 |
| II.8. Fabrication du fromage à coagulation mixte.....                                     | 47 |
| II.9. Caractérisation sensorielle du fromage à coagulation mixte.....                     | 49 |

## Résultats et Discussion

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Résultats d'enquête.....                                                                       | 51 |
| II . Résultats d'analyses physico-chimiques de lait .....                                         | 53 |
| II.1. pH.....                                                                                     | 53 |
| II.2 Acidité titrable.....                                                                        | 54 |
| II.3 Densité.....                                                                                 | 54 |
| II.4 Matière grasse .....                                                                         | 54 |
| II.5 Lactose .....                                                                                | 54 |
| II.6 Taux du protéine.....                                                                        | 55 |
| II.7 Extrait sec total.....                                                                       | 55 |
| II.8 Taux des cendres .....                                                                       | 55 |
| III . Résultats de caractérisation l'extrait enzymatique ( présure cameline).....                 | 55 |
| III.1. Activité coagulante .....                                                                  | 56 |
| III.2.Teneur en protein .....                                                                     | 56 |
| III.3. Activité spécifique .....                                                                  | 56 |
| III.4. Temps de coagulation .....                                                                 | 56 |
| IV. Optimisation des paramètres de floculation et coagulation par méthode surface de Repens ..... | 57 |
| IV.1. Modélisation statistique de temps de floculation du lait .....                              | 57 |
| IV.1.1 Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 1.....                              | 59 |
| IV.1.2 Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 2.....                              | 59 |
| IV. 1.3 Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 3.....                             | 59 |
| IV. 1.4. Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de floculation.....              | 60 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| IV. 2.Modulisation statistique de temps de coagulation du lait .....                   | 62 |
| IV. 2.1. Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 1.....                 | 64 |
| IV. 2.2. Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 2.....                 | 64 |
| IV.2.3.Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 3.....                   | 64 |
| IV. 2.4. Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de coagulation.....   | 65 |
| V. Résultats des analyses physicochimiques du fromage à coagulation enzymatique .....  | 67 |
| V.1. PH.....                                                                           | 67 |
| V.2. Acidité Dornic.....                                                               | 67 |
| V.3. Matières sèches .....                                                             | 67 |
| V.4. Taux du cendres .....                                                             | 68 |
| V.5 Rendement .....                                                                    | 69 |
| VI. Résultats des analyses microbiologiques du fromage à coagulation enzymatique ..... | 69 |
| VI.. Résultats Analyses sensorielles de fromage frais à coagulation mixte.....         | 70 |
| <b>Conclusion</b> .....                                                                | 74 |
| <b>Références bibliographiquess</b>                                                    |    |
| <b>Annexes</b>                                                                         |    |

# Introduction

# Introduction

---

Le lait camelin est un aliment de grande valeur nutritionnelle, car bien équilibré en nutriments de base (glucides, lipides et protéines). Il se singularise en outre par sa richesse en vitamine C en oligoéléments et en certaines protéines et enzyme qui forment un système protecteur puissant avec une activité antimicrobienne intense.. (**Isselnane, 2014**).lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants; ceux-ci sont particulièrement adaptés aux besoins nutritionnels ( **Boujnah et al ,2014** ). le lait chever a des valeur nutritionnelle importance et utilise en cas d'allergie au lactose Ce lait est aussi une bonne source d'oligosaccharides non digestibles ayant un rôle de prébiotiques ( **Benkrizi , 2018**)

L'aptitude à la coagulation du lait camelin est moins bonne, les coagulums formés se caractérisent par une grande friabilité et des rendements fromagers faibles due à une importante perte en matière sèche et surtout en matière grasse dans le lactosérum et la teneur  $\kappa$ Cn est plus faible (**Hmidi ,2015**) et Riche en produits antibactériens, le lait camelin a tendance à inhiber naturellement l'acidification lactique (**Isselnane ,2014**)

La présure d'origine animale (mélange de chymosine '80%' et de pepsine '10-20 %') , extrait obtenu à partir de la caillette de veaux nourris au lait est l'agent coagulant le plus utilisé dans le monde en technologie fromagère( **Boujnah et al ,2014** )

La coagulation de lait est effectuée par des facteurs ph et T, PH acide induit la désagrégation de la structure micellaire et la casien se déminéralise .en parton de ph( 5.6 à6.7) le vitesse de coagulation est accrue . Quant à la température, elle affecte l'activité de la présure .A haute température, la présure devient inactive et le temps de raffermissement du gel diminue avec l'élévation de la température (**Boughellout,2007**).

Afin d'améliorer la phase de coagulation de ce lait **nous avons** fabriquer du fromage uniquement après avoir opéré des mélanges avec des laits possédant de bonnes aptitudes fromagères (chèvre,). pour cela nous avons optimisé des paramètres de floculation et coagulation de lait mélange (lait camelin et le lait caprin par méthode surface de Repens en but de fabrication différent formulations fromages frais a base de lait camelin et chèvre avec presure camline

Le suivant manuscrit est composé de trois parties.:

- La première partie est une synthèse bibliographique sur le lait camelin et le lait caprin, les agents coagulants et fromages.
- La deuxième partie décrit le matériel utilisé et les méthodes utilisées.

# Introduction

---

- Enfin la troisième partie est consacrée aux résultats et discussion. Elle inclue les résultats obtenus sur l'enquête et la caractérisation de la matière première (lait camelin et le lait caprin) et les agents coagulants choisis (la présure cameline) et Optimisation des paramètres de floculation et coagulation par méthode surface de Repens, fabrication et la caractérisation du les trois formulations avec présure cameline (physico-chimique, microbiologique ) de fromage frais et fabrication fromage frais à coagulation mixte enfin les analyses sensorielles de ces fromages

# **Généralités sur le lait**

## I. Le lait

### I.1 Définition

Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites sans rien y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur **(FAO, 2000)**.

### I.2 Facteurs influençant la composition du lait

Selon **(Coulon, 1994)** cité par **(Pougheon, 2001)**, la composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter. La composition du lait est variable elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait **(Pougheon et Goursaud, 2001)**.

#### I.2.1. Variabilité génétique entre individus

D'après par **(Pougheon et Goursaud, 2001)**, il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intrarace élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès

#### I.2.2. Stade de lactation

Selon **(Pougheon et Goursaud, 2001)** les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2ème mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation

#### I.2.3. Age ou numéro de lactation

on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0.6% **(Pougheon et Goursaud, 2001)**.

#### I.2.4. Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des

fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (Pougheon et Goursaud, 2001).

### I.2.5. Facteurs climatiques et saisonniers

D'après (Pougheon et Goursaud, 2001) La saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ....) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage

## II. Le lait camelin

### II.1 Aperçu sur le dromadaire II.

#### 1.1 Elevage en Algérie

L'élevage des ruminants, principalement les quatre espèces : ovine, caprine, bovine et cameline, est un des secteurs clé de l'agriculture algérienne au sein du quel prédomine le volet « petits ruminants » (Feliachi, 2003).

Le développement de l'élevage s'impose comme une nécessité on égard à une demande de plus accrue de la part d'une population en plein essor démographique et en plus soumise aux transformations, telles que l'industrialisation et l'urbanisation qu'accompagnent des exigences alimentaires (Benyoub, 2016).

L'effectif camelin n'a pas évolué depuis ces dernières décennies (150 000 têtes en moyenne). Le dromadaire est présent dans 17 Wilayat (8 Sahariennes et 9 Steppiques). 75 % du cheptel est dans les Wilayat Sahariennes (dont le plus grand effectif est dans les Wilayat de Tamanrasset et El-Oued) et 25% du cheptel est dans les Wilayat Steppiques (Medjour, 2014). La Wilaya de EL Oued comporte en 2018 à 55 000 têtes camelin (DSA, 2018).

#### II.1.2 Présentation du dromadaire

##### II.1.2.1 Principales races de dromadaire en Algérie

Les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent dans les trois pays d'Afrique du Nord; ce sont des races de selle, de bât et de trait .Il s'agit des races suivantes:

- a) **Le Chaambi** : Très bon pour le transport, moyen pour la selle. Sa répartition va du grand ERG Occidental au grand ERG Oriental. On le retrouve aussi dans le Metlili des Chaambas.
- b) **L'Ouled Sidi Cheikh**: C'est un animal de selle. On le trouve dans les hauts plateaux du grand ERG Occidental.
- c) **Le Saharaoui**: Est issu du croisement Chaambi et Ouled Sidi Cheikh. C'est un excellent méhari. Son territoire va du grand ERG Occidental au Centre du Sahara.
- d) **L'Ait Khebbach**: Est un animal de bât. On le trouve dans l'aire Sud-Ouest.
- e) **Le Chameau de la Steppe**: Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites Sud de la steppe.
- f) **Le Targui** ou race des Touaregs du Nord: Excellent. méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur. Réparti dans le Hoggar et le Sahara Central.
- g) **L'Ajjer**: Bon marcheur et porteur. Se trouve dans le Tassili d'Ajjer.

## Généralités sur le lait

h) **Le Reguibi:** Très bon méhari. Il est réparti dans le Sahara Occidental, le Sud Orannais (Béchar, Tindouf). Son berceau: Oum El Asse1 (Reguibet).

i) **Le Chameau de l'Aftouh:** Utilisé comme animal de trait et de bât. On le trouve aussi dans la région des Reguibet (Tindouf, Bechar) (**Dehane, 2010**).

### III. Définition

Le lait camelin est généralement blanc opaque et est un aspect moins visqueux que le lait bovin. Il a une saveur douce, sucrée et forte, avec un goût légèrement salé. Les changements dans le goût sont principalement causés par la nature du fourrage et de la disponibilité de l'eau potable (**Al Haj Et Al Kanhal, 2010**).

### IV. Composition du lait

Le lait camelin est un liquide blanc opaque, de goût sucré ou salé selon le type d'alimentation et la disponibilité en eau (**Farah, 1993**). Le pH moyen se situe autour de 6,5 alors que la densité moyenne est de 1,029. (**Yagil et Etzion, 1980**).

**Tableau N°1 :** La composition chimique du lait cameline (**Manaa et Abdelhamid, 2010**)

| Composants        | Teneurs(g/l) |
|-------------------|--------------|
| Eau               | 909          |
| Protéines         | 32.7         |
| Matière Grasses   | 32.8         |
| Lactose           | 25.6         |
| Extrait sec total | 7.7          |
| pH                | 6.44         |
| Densité           | 32.7         |

#### IV.1 Eau

La teneur en eau du lait camelin varie de 84% à 90%. Les chameaux ont été autorisés ad lib. eau potable en hiver, du printemps à la fin de l'été la mère et le veau n'étaient autorisés à boire qu'une fois par semaine pendant une heure. Lorsque l'eau est librement accessible, la teneur en eau du lait était de 86%, lorsque l'eau était restreinte, la teneur en eau de le lait est passé à 91%. Ainsi, il semble que le chameau en lactation perd de l'eau au lait au moment de la sécheresse, ce qui est considéré comme adaptation naturelle afin de fournir non seulement des nutriments, mais liquide nécessaire au veau déshydraté (**Yadav et al, 2015**).

#### IV. 2 Lipides

Comme dans le lait des autres espèces de mammifères, la fraction lipidique du lait cameline est constituée essentiellement de triglycérides, qui représentent 97 à 98 % de la matière grasse totale (**Gnan et Sheriha, 1986 ; Farah et Rüegg, 1989; Gorban et Izzeldin, 2001**).

### IV.3 Fraction azotée et protéines

La fraction azotée protéique représente 89,9% de l'azote total du lait camelin. La fraction azotée non protéique, qui représente 10,1%, est nettement plus élevée que celle du lait de référence dont la teneur se situe autour de 5,7% (**Mehaia et Alkanhal, 1992**). Cette dernière fraction est caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en acides aminés libres, en nucléotides et certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, urée, créatine, créatinine,...etc (**Mehaia et Alkanhal, 1992 ; Mehaia et al, 1995**).

Les acides aminés libres les plus abondants sont: l'acide glutamique, l'alanine, la phosphosérine, la glutamine et la phénylalanine. La présence de taurine (dérivé de la cystine), qui se trouve à une teneur assez considérable dans le lait camelin, est intéressante à relever de part le rôle physiologique qui lui est connu dans les fonctions cardiaques et musculaires (**Mehaia et Alkanhal, 1992**).

#### IV.3.1 Caséines

Les caséines sont les principales protéines dans le lait camelin. Le lait camelin contient à peu près 1,63 à 2,76 % des caséines qui représentent environ 52 à 87 % des protéines totales (**Mehaia et al., 1995 ; Khaskheli et al., 2005 ; Al Haj et Al kanhal, 2010**). La caséine  $\kappa$  représente seulement 3,47% de la caséine cameline totale (**Kappeler et al., 2003**). La caséine  $\beta$  est la principale fraction caséinique (65%) du lait camelin suivie de la caséine  $\alpha$ S1 (21%) (**Al Haj et Al Kanhal, 2010**). La caséine  $\kappa$  du lait camelin possède un site différent pour l'hydrolyse par la chymosine. La chymosine est connue pour hydrolyser la caséine  $\kappa$  du lait cameline au niveau de la Phe97-Ile98 (**Kappeler et al., 1998 ; Al Haj et al Kanhal, 2010**). Le lait camelin est concerné par ce pourcentage élevé en caséine  $\beta$ , ce qui pourrait refléter son taux de digestibilité plus élevé et une plus faible incidence allergique dans l'intestin des nourrissons; la caséine  $\beta$  est plus sensible à l'hydrolyse peptidique que la caséine  $\alpha$ S (**El Hatmi et al., 2007; El-agamy et al., 2009**).

##### IV.3.1 .1 Caséine $\alpha$ S1

C'est la protéine la plus importante en masse, elle possède 199 AA pour 23 614 g/mol. Cette caséine est très sensible au calcium au pH normal du lait (=6,7) : quelle que soit la température et en présence de calcium, on constate une formation de flocons. Dans la micelle, la caséine  $\alpha$ S1 est peu accessible à la plasmine ; il est donc probable qu'elle se situe au cœur de la micelle masquée par d'autres caséines. (**Madjour, 2014**).

### IV.3.1.2 La caséine As2

L' $\alpha$ S2 cameline est composée de 178 acides aminés pour une MM de 21 266 Da. Son point isoélectrique est de 4,58. Cette caséine présente des délétions au niveau de sa structure primaire au niveau d'une région de l'hélice  $\alpha$  entre Glu49 et Asn89 (**Ferranti et al, 1995**).

### IV.3.1.3. La caséine $\beta$

La caséine  $\beta$  cameline est composée de 217 acides aminés pour une MM de 24 651 Da. Son pHi se situe à 4,76. Dans cette protéine, les sites de phosphorylation y sont présents en 4 positions (Ser 15, 17, 18, et 19) (**Kappeler et al, 1998**).

### IV.3.1.4. La caséine $\kappa$

Bien que non majoritaire dans la micelle (3,3 g/l de lait) (**Ribadeau-DUMAS et Grappin, 1989**), elle est une des protéines laitières les plus étudiées, car elle joue un rôle fondamental dans le phénomène de stabilisation/déstabilisation de la micelle, particulièrement en faisant l'objet d'une coupure spécifique par la chymosine, dont le coagulum formé est nécessaire pour la fabrication de fromage à pâte pressée.

La caséine  $\kappa$  cameline est composée d'une séquence de 162 acides aminés. Sa masse moléculaire est de 18 254 Da et son point isoélectrique se situe à pH 4,11. Les sites de phosphorylation y sont présents en 2 positions (Ser 141 Ser 159).

La micelle de caséines permet, par un regroupement adéquat, de maintenir en solution des protéines non globulaires et de fixer en son sein une quantité importante de phosphate de calcium et magnésium colloïdal. (**Waugh et al ,1971**) .

- à structure interne uniforme décrit par (**Garnier et Ribadeau-Dumas ,1970**) ; elle est de forme sphérique, de taille variable (25 à 400 nm) selon (**Gouda et al,1984**) et est composée d'un certain nombre de submicelles (**Farah et Bachmann, 1987**). (**Kherouatou ,2004**) a mentionné que la micelle du lait camelin différent de son homologue du lait de référence sur plusieurs aspects



**Figure N° 1:** Cryofracture des micelles caséiniques dans le lait camelin observée sous microscope électronique à balayage. (m.c.) micelles de caséines, (s.c.) submicelles de caséines (Farah et Rüegg, 1989).

### IV.3.2 Protéines de lactosérum

Elles sont représentées par l'  $\alpha$  lactoglobuline, la sérum-albumine bovine (BSA), les immunoglobulines ; les protéose peptone, lysozyme, lactoperoxydase, lactoferrine (Kappler *et al*, 2003). Concernant, la  $\beta$ -lactoglobuline. Qui est la protéine majoritaire dans le sérum de la plupart des espèces laitières, elle est absente dans le lait camelin (El Agamy *et al*, 2009). Le terme protéines sériques désigne les protéines du lait qui restent solubles après précipitations des caséines à PH isoélectrique. Ce sont des protéines globulaires diversifiées en structure et en propriétés (Snoussi, 2011).

### IV.4 Glucides

Comme dans le lait bovin, le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin. Sa teneur (valeur maximale = 56 g/kg) varie légèrement avec la période de lactation (Hassan *et al*, 1987; Farah, 1993).

### IV.5 Minéraux

Le lait camelin constitue une bonne source d'apport en minéraux (macro et oligoéléments) pour le chamelon et le consommateur humain (Bengoumi *et al*, 1994). (Farah 1996).

le lait camelin est plus concentré en fer et calcium, faible Ph du lait (qui, par la vitamine C) permet une meilleure absorption du duodénum. Ca aussi contient une plus grande quantité de Zinc (Yadav *et al* 2015).

### IV.6 Vitamines

Le lait camelin contient moins que lait vache de vitamines A (retinol), E (tocophérol), B1(thiamine), B2 (riboflavine), B5 (acides pantothénique) et B9 (acide folique) (Benguettaia *et al*, 2013; Brezovečki *et al*; Sisay *et al*, 2015). Il se distingue par sa richesse en vitamine C

## Généralités sur le lait

---

(acide ascorbique) Cette richesse en vitamine C est de nature à compenser la rareté des fruits et légumes dans les zones arides (**Stahl et al, 2006**)

### IV.7 Lactose

Le lactose est l'hydrate de carbone le plus important dans le lait. Sa teneur dans le lait camelin varie de 3,4 à 5,6, avec des taux moyens légèrement supérieurs à ceux rencontrés dans le lait bovin (**Chibah, 2011**).

## V Importance du lait du dromadaire

### V.1 Importance nutritionnelle

Le lait apporte à l'organisme des glucides sous forme de lactoses, des protéines sous forme de lactalbumines, de lactoglobulines et des vitamines A et D essentiellement. Le lait apporte également à l'organisme des sels minéraux, en particulier le calcium et le phosphore. Le lait est un aliment complet indispensable à l'homme tout le long de sa vie. Aussi l'Institut Belge de l'Alimentation et de la Nutrition recommande-t-il l'usage d'un demi-litre de lait par jour pour un homme adulte. Le lait camelin soutient la comparaison avec celui des autres espèces animales surtout avec celui de la vache. Comparé au lait de la femme, le lait camelin, à l'exception du lactose, est plus riche en matières grasses, en protéines et en minéraux. (**Kouassi, 1998**).

### V.2 Importance thérapeutique

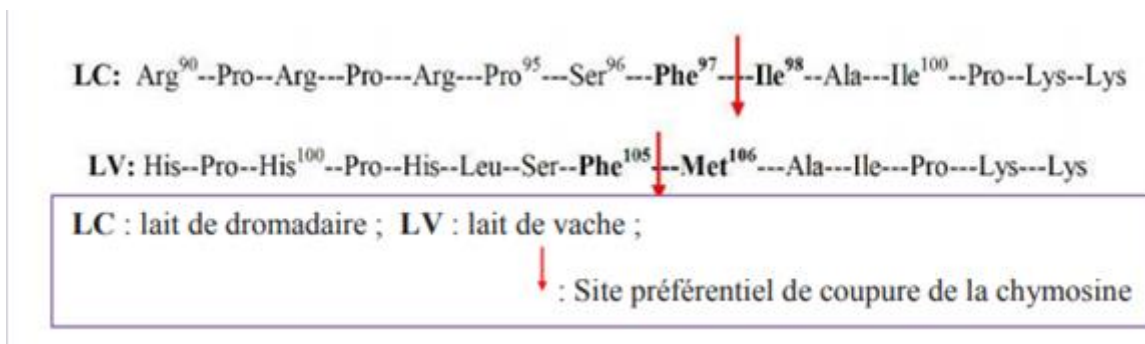
Les vertus thérapeutiques du lait camelin sont couramment mises à profil dans le traitement des maladies infectieuses, en Asie le produit est utilisé comme traitement adjuvant de la tuberculose humaine, les auteurs affirment obtenir une amélioration remarquable des malades et un rétablissement significatif des paramètres sanguins des patients tuberculeux en Inde et en Libye. Les propriétés immunostimulantes ont présenté des résultats probants dans le contrôle des processus tumoraux et certaines maladies auto-immunes de même les propriétés physiologiques (régulation de la glycémie). Les immunoglobulines dont le rôle dans les défenses immunitaires est bien connu, sont composées de chaînes lourdes et légères. Dans le lait, la concentration est plus faible mais la teneur répertoriée dans le lait de chamelle est 4 fois supérieure à celle du lait bovin (**Learoussy et al, 2020**).

## VII Aptitudes technologiques du lait cameline

Il n'existe pas selon (**Ramet, 2001**), de tradition fromagère véritable exploitant le lait camelin. Pendant ces dernières décennies, les travaux menés sur ce lait ont permis de mieux cerner les difficultés et de les contourner en usant de quelques modifications des procédés utilisés (**Abu-**

## Généralités sur le lait

**Lehia, 1994**). Certains auteurs (**RAO et al, 1970; Yagil, 1982**) mentionnent la possibilité de fabriquer du fromage uniquement après avoir mélangé le lait camelin à du lait caprin et de brebis. Par ailleurs, (**Gast et al, 1969; Mohamed et al, 1990**) signalent la nécessité d'employer la présure à une concentration très élevée, correspondant à 50-100 fois la dose habituelle, pour obtenir un coagulum qui, malgré cela, reste très mou et friable. La composition des submicelles au centre et en périphérie est différente ; en effet, les caséines  $\beta$  et  $\alpha_1$  sont plus présentes au centre de la micelle et forment le cœur hydrophobe alors que la partie externe, davantage hydrophile, est formée de caséine  $\alpha_2$  et  $\kappa$  (**Amiot et al, 2002**) . Mais le lait camelin se singularise par une teneur relativement plus faible en  $\kappa$ Cn. (5% des caséines totales contre 13,6% dans le lait bovin), portant une charge électrique différente (**Jardali et Ramet, 1991**). En conséquence, l'aptitude à la coagulation est moins bonne, les coagulums formés se caractérisent par une grande friabilité et des rendements fromagers faibles due à une importante perte en matière sèche et surtout en matière grasse dans le lactosérum (**Abi Azar, 2007**). Les travaux de (**kappeler et al ,1998**), montre que le site de coupure de la chymosine est différent selon les caséines  $\kappa$  considérées (bovines et camelines) (figure 02).



**Figure N° 2 :** Comparaison des régions de la caséine  $\kappa$  sensibles à la chymosine dans les laits de dromadaire et de vache (**Kappeler et al, 1998**).

La transformation du lait camelin en fromage est confrontée selon plusieurs auteurs à certains obstacles : La faible teneur en extrait sec du lait qui induit la formation d'un coagulum présentant des propriétés rhéologiques particulières (friabilité, rigidité faible, aptitude à la synthèse restreinte (**Ramet, 1985 et 1987 ; Kamoun et Ramet, 1989**). (**Chibah ,2012**), affirme que plus de 20% de la matière grasse cameline sont retenues dans le petit-lait du fromage, résultant en premier produit à faible rendement, ce qui pourrait être dû à la petite dimension des globules gras. La caséine du lait camelin est distribuée sous forme de micelles ayant un diamètre double de celui du lait bovin (**Farah et Bachmann, 1987; Jardali, 1988; Farah et Ruegg, 1989; Jardali et Ramet, 1991**). Le pHi des caséines camelines est égal à 4.3 à cause

## Généralités sur le lait

---

du diamètre plus important de ces micelles qui nécessite une quantité plus importante en acide pour déstabiliser les micelles (**Siboukeur, 2007**). Une faible proportion en  $\kappa$  caséine sensible au protéase (**Karray et al, 2004**). Un pouvoir antibactérien du lait camelin : (**Kamoun, 1990**) avait montré que le lait camelin comparé à celui de vache comporte une résistance particulièrement élevée à la prolifération bactérienne, cette caractéristique présente donc un avantage certain à sa conservation, mais devient un inconvénient si l'on doit transformer ce lait, il offre une résistance plus marquée aux fermentations lactiques. Une autre caractéristique originale du lait camelin est son pouvoir tampon qui apparaît un peu plus important que celui du lait bovin qui ralentit l'acidification du lait (**Ramet, 1987; Farah et al, 1990**) Il existe Selon (**Via Franck et al, 2003**), des produits commerciaux sous forme de ferment (Camifloc) permettant de coaguler le lait camelin et valoriser l'excédent laitier sous forme de fromage dans les pays du sahel en Afrique.

### III Lait caprin

#### III.1 Définition du lait caprin

La densité du lait caprin est relativement stable et L'acidité du lait caprin reste assez stable durant la lactation. (**Veinoglou et al, 1982**) Le lait caprin se présente comme un liquide opaque de couleur blanchâtre mate, dû à l'absence de  $\beta$ -carotène. (**Alais, 1984**). Le goût dépend aussi de la race caprine ; l'une donne un lait au goût plus prononcé que d'autres (**Juillard et al, 1996**). Le lait caprin frais a un léger goût de chèvre dû à la présence d'acide gras caprique, caprylique et caproïque (**Jaubert, 1997**), Le goût fort du lait caprin est dû à une traite non hygiénique, à certaines sortes d'aliments pour bétail, à un traitement inadéquat ou à un mauvais stockage du lait (**Boyaval et al, 1999**). Le lait caprin a un gout sucré (**Duteurtre et al, 2005**) .il est caractérisé par une flaveur particulière et un gout plus relevé que le vache (**Zeller, 2005** ).

#### III.2. Présentation du caprins

##### III.2.1 Principales races de caprin en Algérie

Le cheptel caprin Algérien est très hétérogène et composé par des animaux de population locale à sang généralement Nubien. Outre les populations locales, il existe aussi des populations introduites, et des populations croisées. (**Bey et Laloui, 2005** ).

##### III.2.1.1 Population local

**a. Race Arabe (Arbia)** C'est la race la plus dominante, elle se localise dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi steppiques. Elle se caractérise par une taille basse de 50 – 70 cm, une tête pourvue de corne avec des longues oreilles pendantes. Sa robe est multicolore (noire,

gris, marron) à poils longs de 12 à 15 cm. La chèvre arabe à une production laitière moyenne de 1,5 litre par jour (**Bey et Laloui, 2005**).

**b. Race Kabyle** C'est une chèvre autochtone qui peuple les massifs montagneux de Kabylie et des Aurès, elle est robuste, massive, de petite taille d'où son nom (Naine de Kabylie), la tête est connue par ses longues oreilles tombantes, la robe est à poils longs et la couleur est variée, (noire blanche, ou brune). Sa production laitière est mauvaise ; elle est élevée généralement pour la production de viande qui est de qualité appréciable (**Boubekri 2008**).

**c. Race Mzab** Dénommée aussi la chèvre rouge des oasis. Elle se trouve surtout dans le sud, et se caractérise par une taille moyenne de 60 – 65cm. La robe est de poils courts, et de trois couleurs (chamois, noir et blanc). Le chamois est le plus dominant, le noir forme une ligne régulière sur l'échine alors que le ventre est tacheté par le blanc et noir. Sa production laitière est bonne (2 -3 litre/jour)(**Bey et Laloui, 2005**).

### III.2.1.2 Population introduite

Ce sont des races introduites en Algérie depuis la période coloniale, dans le cadre d'une stratégie d'amélioration génétique du cheptel caprin, il s'agit de la Maltaise, la Murciana, la Toggenburg et plus récemment l'Alpine et la Saanen (**Manallah, 2012**).

### III.2.1.3 Populations croisées

C'est le résultat de croisement entre les races standardisées, tel que la race Mekatia ou Beldia qui se localise surtout dans les hauts plateaux. Elle se caractérise par un corps allongé, une robe polychrome (grise, beige, blanche, brune) à poils ras et fins, et des oreilles tombantes. Sa production laitière est bonne (**Bey et Laloui, 2005**).

### III.3 Répartition géographique des caprins

La répartition de cheptel caprin à travers le territoire national dépend de la nature de la région, du mode d'élevage, et de l'importance donnée à la chèvre (**Hafid, 2006**). Montre que la plus grande partie de l'effectif caprin est dans les zones steppiques et sahariennes (Oasis), puis dans les zones montagneuses, par contre l'effectif est faible au niveau du littoral

Selon les statistiques de la Direction des Services Agricoles( **DSA** )de El Oued, des dernières années qui sont représentées ( Tableau 02) Il se trouve une diminution du nombre de chèvres en raison du manque d'élevage traditionnel.

## Généralités sur le lait

---

**Tableau N° 02:** Évolution des effectifs du cheptel caprin de la wilaya d' El oued

| Commune | Caprins |         |
|---------|---------|---------|
|         | Total   | Chèvres |
| 2009    | 430 000 | 289 000 |
| 2010    | 470 000 | 292 000 |
| 2011    | 484 000 | 306 000 |
| 2012    | 496 000 | 320 000 |
| 2013    | 526 000 | 342 000 |
| 2014    | 532 000 | 346 000 |
| 2015    | 540 000 | 348 000 |
| 2016    | 542 000 | 349 000 |
| 2017    | 498 500 | 288 000 |
| 2018    | 496 000 | 287 000 |

### IV Composition de lait caprin

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants; ceux-ci sont particulièrement adaptés aux besoins nutritionnels et aux possibilités digestives du jeune animal qui y trouve tous les éléments nécessaires à sa croissance (Piveteau, 1999).

**Tableau N° 3 : composition moyen du lait caprin (Moulay,2013)**

| Nutriment             | Teneur pour 100g |
|-----------------------|------------------|
| Eau (g)               | 87.6             |
| Protéine (g)          | 3.4              |
| Glucides (g)          | 4.4              |
| Lipides (g)           | 3.8              |
| AG saturés (g)        | 2.5              |
| AG mono-insaturés (g) | 0.9              |
| AG poly-insaturés (g) | 0.1              |
| Cholestérol (mg)      | 11               |
| Sodium(mg)            | 45               |
| Magnésium(mg)         | 14               |
| Phosphore(mg)         | 103              |
| Calcium (mg)          | 185              |
| Vitamine D (mg)       | 120              |
| Vitamine E (mg)       | 0.06             |
| Vitamine C (mg)       | 0.03             |
|                       | 2                |

### IV. 1 Eau

Cet élément essentiel, est le composé majoritaire du lait (**Dahlborn et al, 1997**). L'établissement d'un comparatif entre le lait caprin de vache et humain montre peu de différence. Ces laits se caractérisent respectivement par 87,5, 87,7 et 87,1 g d'eau pour 100g de lait analysé (**Desjeux, 1993**).

### IV. 2 Minéraux

La fraction minérale du lait caprin, ne représente qu'une faible portion de celui-ci, en moyenne 8% de la matière sèche contre 7% pour le lait bovin (**Kern, 1954**). Le lait caprin semble être plus riche en calcium, phosphore, magnésium, potassium et chlore que le lait bovin mais moins riche en sodium (**Mahieu et al, 1977 ; Jenness, 1980 ; Sawaya et al, 1984**). Elle joue un rôle

important dans la structure et la stabilité des micelles de caséine (**Bloomfield et Mead, 1974 ; Gaucheron, 2005**).

### IV. 3 Vitamines

Par rapport au lait bovin, le lait caprin se distingue par l'absence de  $\beta$ -carotène. Cette caractéristique a été utilisée comme moyen de détection de l'adultération du lait caprin (**Mucio, 1983**).

Les données sur le contenu vitaminique du lait caprin, montrent qu Vitamine A y est plus présente que dans le lait bovin le lait vache (**Heinlein et Caccese, 2006**), des vitamines E, B3 et B9 sont assez carencés en vitamine C et D (**Jenness, 1980 ; Jaubert, 1997 ; Raynal-Ljutovac et al, 2008**).

### IV. 4 Lactose

C'est le constituant le plus stable du lait caprin au cours de la lactation (**Lopez et al, 1999**) . Comparativement au lait bovin (50g/l) ,le lait caprin est moins riche en lactose, avec une variation allant de 44 à 47g/l (**Veinoglou et al, 1982 ; Roudj et al, 2005**).

### IV. 5 Matière grasse

les globules gras caprins se démarquent par leur petite taille (**Holmes et al, 1945**), le lait caprin est plus difficile à écrémer (**Jenness, 1980**) que le lait bovin du fait que Moins riche en matière grasse (**ROUDJ et al, 2005**) Cette disparité leur confère une meilleure dispersion ainsi que l'obtention d'une phase plus homogène (**Heinlein et Caccese, 2006**). La membrane du globule gras caprin est composée de protéines montrant une forte tendance à l'association aux caséines (**Cabo, 2010**).

### IV. 6 Fraction protéique

Les protéines du lait caprin comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions, l'une majoritaire dénommée caséines (représentant environ 80%) (**Mahe et al, 1993**), précipite à pH 4,2 (**Masle et Morgan, 2001**). L'autre, minoritaire (représentant 20%) et dénommé protéines sériques se caractérisant par leur solubilité dans les mêmes conditions de pH (**Collin et al, 1991 ; Trujillo et al, 2000 ; Chanokphat, 2005**).

Par rapport au lait bovin, les teneurs en protéines sont nettement plus faibles dans le lait caprin (28 g/l contre 32g/l) (**Roudj et al, 2005**)

### IV. 6 .1 Caséines

Par rapport au bovin, partage avec celui-ci plusieurs similitudes (**Assenat, 1976**)., le lait caprin présente les mêmes constituants caséiniques (caséine  $\alpha$ S1,  $\alpha$ S2, B et  $\kappa$ ) (**Razanajatovo et Alais, 1977 ; Boulanger et al, 1984**) .

Les caséines sont dépourvues d'acides aminés soufrés, donc non structurées par des ponts disulfures. Elles sont par contre riches en résidu proline (particulièrement la caséine  $\beta$ ), résidus connus pour leur rigidité stéréochimique, expliquant ainsi l'absence de structure organisées pour ces protéines (**Payens, 1982**).

La structure micellaire caprine, à la différence de son homologue bovin est de diamètre et de degré de dispersion plus important (**Ould Eleya et al, 1995**). Aussi une minéralisation elle aussi supérieure, ce qui pour ce facteur lui est préjudiciable au plan de son hydratation qui en sera fortement diminuée (**Remeuf et Lenoir, 1985 ; Remeuf et al, 1989 ; Ould Eleya et al, 1995**). Ces caséines possèdent des chaînes latérales polaires (résidus phosphoseryl, glutamyl et aspartyl) du côté N-terminal et des chaînes latérales apolaires du côté C-terminal (caséine  $\alpha$ S et  $\beta$ ), représentation inversée pour ce qui est de la caséine  $\kappa$  (**Lorient et Cayot, 2000**).

Ces protéines, forment des structures micellaires en suspension par interaction du phosphate de calcium, avec les résidus phosphosérines de celles-ci (**Pierre et al, 1998 ; Marletta et al, 2007**). Ces structures (pelote statistique) ont pour conséquence l'exposition des groupements hydrophobes des caséines, plus que ceux des protéines globulaires, ce qui explique la grande tendance des caséines à l'association (**Payens, 1982 ; Leonil et al, 2007**).

#### IV. 6 1.1 Caséine $\alpha$ S1

Cette protéine se démarque de son homologue bovin par une forte variation individuelle liée à l'existence d'un haut degré de polymorphisme génétique (**Le Jaouen et al, 1990**).

La caséine  $\alpha$ S1 possède un domaine d'environ 40 acides aminés où sont localisés d'une part, des résidus phosphates (sept à dix) (**Farrell, 1973 ; Slattery, 1976 ; Trujillo et al, 2000**).

Des trois caséines, la caséine  $\alpha$ S1 est la plus sensible au calcium (**Slattery, 1976**), elle est composée dans le lait caprin, de 199 acides aminés pour une masse moléculaire de 23600 Da (**Farrell, 1973 ; Marletta et al, 2007**)

##### IV. 6.1.1.1 Impact du polymorphisme de la $\alpha$ S1-CN

La variabilité des gènes de la caséine caprine , a tant au niveau quantitatif que qualitatif répercute la composition que sur les propriétés technologiques (propriétés fromagères) du lait

caprin (**Moatsou et al, 2006**), montrent des modifications complexes conduisant à une grande hétérogénéité de cette fraction (**Marletta et al, 2007**)

### IV. 6.1.2 Caséine $\alpha$ 2

La caséine  $\alpha$ 2 caprine est la caséine la plus phosphorylée avec plus de 13 résidus phosphate. Elle contient 288 résidus d'acides aminés (un de plus que son homologue bovin) pour une masse moléculaire de 25 300 Daltons (**Payens, 1982**). Elle partage aussi environ 88% de similitude avec l'homologue bovin (**Trujillo et al, 2000**).

#### IV. 6.1.2.1 Impact du polymorphisme de la $\alpha$ 2-CN

Les travaux sur le polymorphisme des caséines caprines, ont permis de mettre en évidence l'existence de 3 variants pour la caséine  $\alpha$ 2, qui sont, l'allèle A (allèle le plus répandu (**Manfredi et al, 1993**), B et C (**Ricoordeau et al, 1999**) associés à une production de 2,5g/l de caséine  $\alpha$ 2, ainsi qu'un variant à taux faible et un autre de taux nul (**Moatsou et al, 2006**)

### IV. 6.1.3 Caséine $\beta$

La caséine  $\beta$  est une phosphoprotéine constituée d'une seule chaîne polypeptidique (**Ribadeau-Dumas et al, 1972**) avec cinq résidus phosphosérines pour une masse moléculaire de 24000 Daltons (**Farrell, 1973**). Cette protéine est bien plus hydrophobe que la caséine  $\alpha$ 1, mais d'une sensibilité moindre au calcium (**Slattery, 1976 ; Chanokphat, 2005**).

Cette fraction est constituée par deux composants de poids moléculaire identique, mais avec deux niveaux de phosphorylation différents (cinq et six). La caséine  $\beta$  est composée de 207 résidus d'acide aminés (**Trujillo et al, 2000 ; Marletta et al, 2007**).

#### IV. 6.1.3.1 Impact du polymorphisme de la $\beta$ -CN

L'existence du variant O de teneur en caséines  $\beta$  nul s'accompagne d'une baisse sensible de la teneur en caséines totales du lait caprin. En contre partie, ceci s'accompagne d'une augmentation des teneurs en caséine  $\alpha$ 1 (**Chianese et al, 1993**). Pour la caséine  $\beta$ , 3 variants A, B et O ont été identifiés (**Trujillo et al, 2000**).

### IV. 6.1.4 Caséine $\kappa$

La fraction  $\kappa$  se démarque des autres fractions par son contenu cystéinique, au nombre de deux résidus localisés dans la frange hydrophobe. Ces résidus permettent la polymérisation via des ponts disulfures (**Slattery, 1976**).

Seule la caséine  $\kappa$  est une glycoprotéine dotée de propriétés amphiphile (**Slattery, 1976 ; Martin et Leroux, 2000**). La caséine  $\kappa$  caprine a une masse moléculaire de 19000 Daltons (PAYENS, 1982) pour 171 résidus d'acides aminés. Elle contient deux résidus phosphate. Elle est difficilement précipitée par les ions calcium (**Slattery, 1976 ; Chanokphat, 2005**).

Ces deux facteurs combinés, font que la caséine  $\kappa$  joue le rôle de stabilisant pour les autres caséines (**Payens, 1982 ; Chanokphat, 2005**). Pour ces raisons, la caséine  $\kappa$  est localisée à la périphérie de la micelle de caséine, jouant le rôle à la fois de limitant de la croissance de la micelle et de maintien de celle-ci en suspension dans le lait (**creamer et al, 1998 ; Leonil et al, 2007**).

### IV. 6.1.5 Caséine $\gamma$

D'un point de vue sensibilité au calcium, cette dernière fraction de caséine est plus affectée que la caséine  $\alpha S1$  et  $\beta$  (**Eigel et Randolph, 1975**). Cette fraction se retrouve en faible quantité dans le lait caprin, et résulte d'une protéolyse naturelle et limitée de la caséine  $\beta$  (**Trujillo et al, 1997 ; Chanokphat, 2005**).

### IV. 6.2 Protéines du lactosérum

Ces protéines ont une bonne valeur nutritionnelle, car elles sont riches en Lysine, Tryptophane et acides aminés soufrés (**Cheftel et Lorient, 1982**). En moyenne, le lait caprin est plus riche en protéines solubles que le lait bovin (**Veinoglou et al, 1982**). Elles ont une structure compacte stabilisée par des ponts disulfure. Ce sont des protéines qui sont sensibles au traitement thermique (**Lorient et Cayot, 2000**).

## V Qualité du lait caprin

### V.1 Qualité nutritionnelle

D'un point de vue énergétique, avec 710 contre 650 kcal/l pour le lait bovin, le lait caprin constitue une source importante d'énergie. La fraction lipidique du lait caprin est pauvre en acides gras polyinsaturés nécessaires au métabolisme humain, mais riche en acides gras à chaînes courtes et moyennes (C4 à C 10) favorisant la digestibilité (**Barrionuevo et al, 2001**).

### V.2 Qualité thérapeutique

L'apport de vitamines et de minéraux dits antioxydants passionne les nutritionnistes actuellement à cause des possibilités de réduire les risques de cancers, de maladies cardiovasculaires et de cataractes, pour ne parler que des maladies les plus fréquentes. À ce sujet, on peut noter que le lait caprin contient autant de sélénium que le lait maternel et deux fois plus de glutathion peroxydase que le lait bovin. Le sélénium qui est un métal nécessaire à l'activité enzymatique glutathion peroxydase (antioxydant qui agit conjointement avec le sélénium) . Dans les cas d'intolérance à la protéine laitière ou au lactose qui ne comporte aucun risque majeur pour la santé ou la vie du patient, le lait caprin pourrait être une alternative à essayer (**Sylvain, 2004**).

**Agent coagulant**

### **I Définition de la coagulation**

La coagulation du lait est une étape importante de la préparation du fromage. Il s'agit de la transformation du lait liquide en un gel, appelé aussi coagulum ou caillé qui, après un certain nombre de transformations, deviendra un fromage. Le processus de la coagulation est provoqué par l'action d'un coagulant (riche en chymosine), ajouté à un taux bien défini au lait de fabrication, sous des conditions de température et pH contrôlées (Lucey, 2002).

### **II.2 Voies de la coagulation du lait**

#### **II.2.1 Coagulation par voie acide**

La coagulation acide consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ( $pH_i = 4,6$ ) par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique ou par acidification chimique (injection de  $CO_2$  ou addition de gluconodelta lactone), L'apport de protons  $H^+$  par fermentation lactique, entraîne une diminution du nombre des charges négatives des micelles et donc une diminution de la couche d'hydratation et des répulsions électrostatiques. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Alors qu'on a une solubilisation progressive du calcium et du phosphate inorganique de la micelle vers la phase aqueuse avec désintégration en sous-unités micellaires. Le calcium solubilisé se combine à l'acide lactique pour former le lactate de calcium (Abkar, 2012) .

On a la formation d'un gel à pH 4,6. C'est un gel qui présente une perméabilité satisfaisante mais une élasticité et plasticité pratiquement nulles dues au manque de structuration du réseau. Les liaisons sont de faible énergie de type hydrophobe et résistent peu aux traitements mécaniques (Abiazar, 2007).

#### **II.2.2. Coagulation enzymatique**

La présure (mélange de chymosine et de pepsine) est un extrait liquide ou pâteux provenant de la macération des caillottes des jeunes ruminants dans une saumure à 10% de NaCl. La chymosine est la principale enzyme de coagulation du lait présente dans la présure. C'est une protéase acide, sécrétée sous forme de proenzyme, inactive appelée prochymosine. L'activation de la proenzyme en chymosine se fait

## Agent coagulant

---

spontanément dans la cailllette aux pH inférieurs à 5,0 par hydrolyse de l'extrémité N-terminale de la molécule (**Abiazar., 2007**).

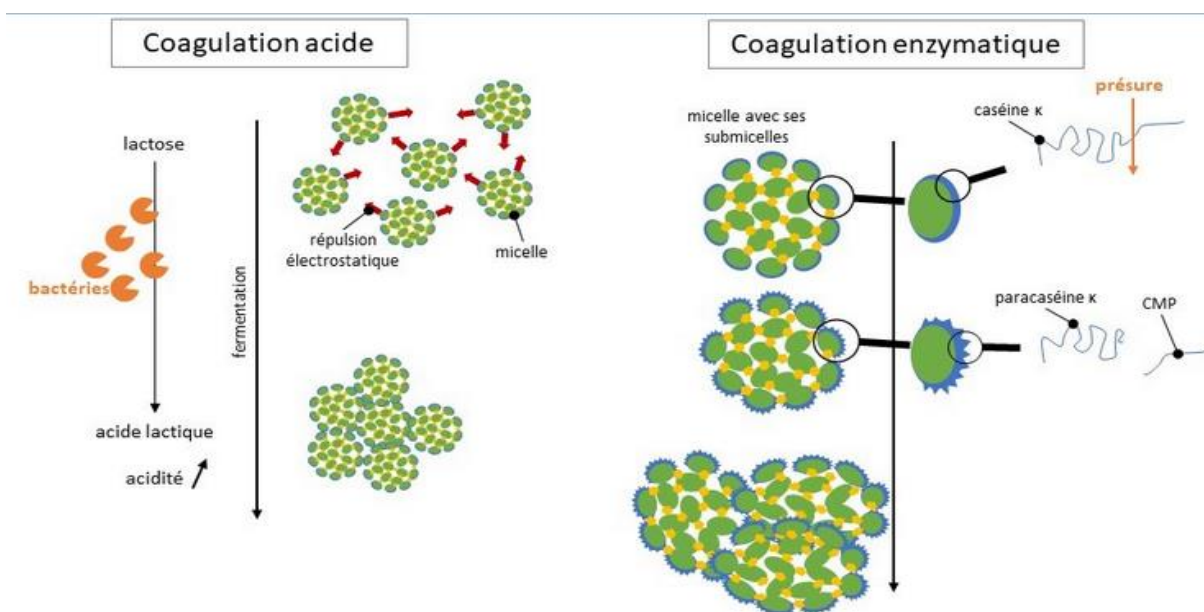
L'extrait des caillottes est donc un mélange de trois enzymes qui sont : la chymosine (EC.3.4.23.3) associée au développement néo-natal du très jeune mammifère, la pepsine A (EC.3.4.23.1) et la gastricine (EC.3.4.23.4) qui est synthétisée en faible quantité (**Gaucher ,2007**).

La coagulation du lait par la présure se produit en deux étapes, l'étape primaire se débute lors de réaction d'hydrolyse, un fragment de caséine, le caséinopéptide est dissocié de la micelle et éliminé dans le lactosérum(**Fox et al, 2000**).

À la suite de l'hydrolyse, la caséine Kappa, qui à l'état originel protégeait la micelle de l'insolubilisation, perd ce pouvoir protecteur et provoque une modification de structure et de composition de la micelle qui conduit à la gélification. La perte du pouvoir protecteur est liée au fait que l'hydrolyse prive la micelle des groupements chimiques stabilisateurs présents sur la caséine Kappa ; il s'agit de fonctions hydrophiles conférant l'hydratation et de fonctions acides apportant la charge électro-négative à la micelle et responsables de sa stabilité native (**Mahaut et al,2005**).

**Phase primaire** : La phase primaire de la coagulation est une étape enzymatique, durant laquelle la protéase attaque la liaison phe105-Met106 de la  $\kappa$  caséine. Cette coupure conduit à la destruction des propriétés stabilisantes de la  $\kappa$  caséine par la libération glycomacropéptide qui correspond à la réaction d'hydrolyse proprement dite de la fraction Kappa. La réaction primaire est très sensible à la température, elle est très lente entre 0 et 10° C, sa vitesse augmente rapidement aux températures supérieures. Elle triple lorsque l'élévation de température est de 10° C (**Boughellout,2007**).

— **Phase secondaire** : correspondant à la floculation proprement dite. Cette réaction ne peut se faire que si elle a été précédée par la phase primaire. Le processus de floculation est mal connu, il résulte vraisemblablement dans une première étape de l'aggrégation des micelles en filaments, puis dans une seconde étape, de l'entrelacement de ces filaments en un réseau tridimensionnel. (**Mahaut et al,2005**) .



**Figure N° 3 :** Etape de la coagulation enzymatique ( *Florian Ronez,2012*)

## II.2.3.Coagulation mixte

La coagulation mixte, est réalisée selon deux phénomènes : L'acidification (qui consiste à précipiter les caséines isoélectrique ( $\text{pH} = 4.6$ ) par acidification à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique et l'addition de l'enzyme coagulante. En pratique cette méthode est utilisée pour la fabrication de fromage frais (petit suisse, demi-sel...) et les fromages à pâte molle (camembert, brie...) (**Mahaut et al, 2003**)

## II . 3. Origine des enzymes coagulantes

Divers enzymes protéolytiques ont la propriété de coaguler le lait: elles sont soit d'origine animale (présure, pepsine) ; soit d'origine végétale (ficine, bromélaïne, enzymes extraites de l'artichaut, de la courge, du chardon, ...etc) ; soit d'origine microbienne (enzyme de certaines moisissures ou de bactéries) (**Mahaut et al, 2000; Abbas, 2012**).

En effet, Les enzymes coagulantes de remplacement doivent répondre à un certain nombre de conditions :

- la spécificité protéolytique sur la  $\beta$ -caséine doit être faible, sinon l'amertume se produit dans le fromage (**Dalgleish, 1992 ; Fox et Kelly, 2004**) .
- la pureté chimique et la qualité microbiologique doivent être élevées ; - le rendement fromager devrait être identique à celui de la présure (**Germonville, 2003 ; Mistry, 2006**).

## Agent coagulant

---

Dans ce cadre, la chymosine fermentaire représente 70-80% du marché mondial des coagulants (Johnson et Lucey, 2006).

### II .3.1 Enzymes d'origine animale

#### II . 3.1.1 Présure

La présure d'origine animale constituée principalement de la chymosine et un peu de la pepsine est le coagulant le plus utilisé. Elle appartient à la famille des endopeptidases, c'est-à-dire des peptidases agissant à l'intérieure des chaines polypeptidiques constituant les protéines. Elles procèdent une activité très spécifique, car elle n'hydrolyse que la caséine-k pendant les fabrications fromagères (Vignola , 2002).

Selon la fédération internationale du lait (FIL) la dénomination «présure» est donnée à l'extrait coagulant provenant des caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage (Andren et al, 2002)..De moindres quantités sont obtenues à partir de l'estomac de chevreau et d'agneau. Elle est constituée de deux fractions actives, l'une majeure la chymosine (E.C.3.4.23.4), l'autre mineure la pepsine (E.C.3.4.23.1,2,3) (Abbas, 2012).

##### II .3.1.1.1 chymosine

La chymosine est une holoprotéine dont le poids moléculaire est voisin de 31400. Elle hydrolyse la liaison phe105-met106 de la caséine  $\kappa$  et possède une activité protéolytique générale faible pendant l'affinage du fromage. L'activité protéolytique de la chymosine est fortement influencée par les facteurs de milieu et principalement par le pH et la température. L'activité optimale de la présure se situe dans un intervalle de pH de 5 à 5.5 et à la température de 42°C. (Isselnane, 2014). Elle est sécrétée inactive sous forme de prochymosine dans la caquette (Bouyoucef et al .2016 ).

Les différentes fractions de la chymosine, désignées par A, B et C, sont toutes actives avec chacune une activité coagulante relative spécifique de 125, 100 et 55-60, respectivement. La chymosine B est la plus abondante. Aucune différence entre la chymosine A et B n'a été relevée ; cependant, la chymosine C représentait un mélange contenant des produits de dégradation (Foltmann, 1971). Il existe deux variants génétiques de la chymosine, A et B, qui se distinguent par la présence, dans la position 244, de l'acide aspartique pour le variant A et de la glycine pour le variant B. Les deux variants sont présents avec un taux de 50% dans la population bovine. Bien que la chymosine A possède une activité coagulante 25% supérieure à celle de la chymosine B, les deux variants possèdent des propriétés fromagères similaires (Andren, 2002).

## Agent coagulant

---

La chymosine hydrolyse la caséine en milieu de chaîne et possède une double activité, une sur la caséine  $\kappa$  qui conduit à la déstabilisation micellaire au cours de la phase de coagulation et une activité faible de protéolyse générale sur les différentes fractions caséiniques, qui intervient essentiellement pendant l'affinage du fromage (Dave et al, 2003).

### II .3.1.1.2 pepsines

La pepsine est une protéase acide présente dans le suc gastrique de tous les mammifères et les oiseaux. L'une de ses remarquables caractéristiques est sa grande activité dans cet environnement acide ; elle est active même à pH 1 où plusieurs enzymes et protéines subissent une rapide dénaturation (Isselnane, 2014). La pepsine est relativement stable à des pH compris entre 5 et 5,5. Son activité enzymatique est plus élevée entre pH 1 et 4 avec un maximum vers 1,8 et varie selon la nature du substrat. C'est une enzyme thermosensible en solution après 55°C. Elle est dénaturée à des températures à 70°C (Talentikite , 2015).

#### II .3.1.1.2.1. pepsine cameline

les travaux menés par Siboukeur et al. ont montré que les protéases gastriques extraits de caillettes de dromadaires âgés (à dominance pepsine) possèdent une activité coagulante plus élevée que les protéases gastriques camelines à dominance chymosine de dromadaires jeunes (Mahboub et al, 2012).

#### II .3.1.1.2.2 pepsine de Poulet

Dans le tube digestif de poulet, la pepsine est sécrétée au niveau du proventricule qui est située légèrement à gauche dans la cavité abdominale entre le jabot et le gésier. C'est un ronflement fusiforme (de 3 cm de long en moyenne chez la poule) dont la muqueuse est très riche en glandes à mucus. La paroi interne, très épaisse, est formée de lobules dont chacun constitue une glande composée, disposée radialement à l'axe de l'organe (Khelil et Taleb ,2017).

#### II .3.1.1.2.3 pepsine bovine

C'est un des constituants mineurs normaux de la présure,. Elle est extraite des caillettes de bovidés adultes, et son poids moléculaire est de 33400 Da. (Aissaoui, 2016). L'activité coagulante de la pepsine bovine n'est pas aussi dépendante du pH que celle de la pepsine porcine, et peut coaguler le lait à des pH supérieurs à 6.9, son activité protéolytique est proche de celle de la présure (Boughellout ,2007).

### II .3.1.1.2.4 pepsine porcine

C'est extraite de l'estomac de porcs sous forme inactive, puis activée par acidification à pH 2, son poids moléculaire est de 34500 Da. L'emploi de la pepsine porcine présente pour la coagulation du lait des difficultés, à cause d'une activité protéolytique supérieure à celle de la présure, avec présence d'arrière goût et d'amertume pour certains fromages. **(Boughellout .2007).**

### II .3.2 Enzymes d'origine végétale

Les protéases d'origine végétale sont des protéines aspartiques qui hydrolysent la liaison peptidique Phe105-Met106 de la caséine  $\kappa$  et leur activité protéolytique maximale sur la caséine est à pH 6. Leur pouvoir de coaguler le lait est connu depuis bien longtemps, elles se trouvent dans les fruits, les feuilles et même dans les semences de beaucoup d'espèces végétales. Elles sont extraites par macération de divers organes de plantes supérieures. Elles ont été et ou sont encore utilisés dans des fabrications de fromages de fermiers **(Hamrani, 2008., Boufeldja ,2017).**

Les extraits coagulants sont obtenus à partir d'une grande variétés des plantes : Ananas sativa, Albizia julibrissin, Calotropis procera, Ficus carica, Carica papaye, Onopordum turcicum, Ricinus communis, Solanum dubium et Wrightiana calysina. Ces extraits présentent d'autant plus d'intérêt qu'ils donnent avec le lait un caillé dont le comportement rappelle celui de la présure **( Hamrani, 2008; Libouga, 2008).**

### II .3.3 Enzymes d'origine microbienne

L'industrie de fermentation s'est intéressée à la production de protéases susceptibles de remplacer la présure, à partir de micro-organismes. Dans ce but, de multiples espèces de bactéries et de champignons inférieurs ont été étudiées afin de pallier la pénurie mondiale de présure **(Boughellout, 2007; Libouga, 2008).** De récents travaux de génie génétique ont permis de préparer une présure formée de chymosine pure, par clonage de gène sur Escherichia coli. Par ailleurs, les travaux réalisés sur plusieurs bactéries et moisissures, ont permis de sélectionner trois types de moisissures dont les propriétés coagulantes et protéolytiques de leurs enzymes se rapprochent le plus de celles de la présure. Ces moisissures sont : Endothia parasitica, Mucor meihei et Mucor pusillus **(Tubesha et Al-delaimy, 2003).**

Le tableau 4 résume les principales caractéristiques physico-chimiques des enzymes coagulantes utilisées au niveau industriel

## Agent coagulant

**Tableau N° 4 :** Principales caractéristiques physico-chimiques des enzymes coagulantes utilisées en fromagerie. (Isselnane,2014)

| Origine     | coagulant   | espèces               | MM (kDa)     | p H i        | Nombre d'isoformes | pH optimum | Température optimale °C  |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------------|------------|--------------------------|
| Animale     | chymosine   | Bovine                | 36 ± 1       | 4, 5-5, 0    | A, B et C          | 5,5-6,0    | --                       |
|             |             | cameline              | 52 et 39     | --           | --                 | 5,8-6,0    | 50                       |
|             |             | caprine               | 36           | 4, 6-5, 1    | 2 à 3              | 5,5 à 6,0  | 65 à pH 5,5/ 46 à pH 6,6 |
|             |             | Ovine                 | 36 ± 1       | 4, 8         | --                 | --         | --                       |
|             |             | Buffle                | 36 ± 1       | --           | 3                  | 5,5 à 6    | 45 à 55                  |
|             | pepsine     | bovine                | 33           | 3, 0         | 4                  | 1,5 à 2,2  | 40                       |
|             |             | cameline              | 35,5 et 34,7 | --           | 2                  | 1.8        | --                       |
|             |             | Caprine               | 39 à 41      | 3, 0         | A :3 C :2          | --         | --                       |
|             |             | Ovine                 | 34-37        | --           | --                 | --         | --                       |
| porcine     |             | 34,5                  | --           | A, B, C et D | 1,5 à 2,2          | --         |                          |
| Végétale    |             | Cynara cardunculus L. | --           | --           | --                 | 6.0        | 37                       |
| Microbienne | Moisissures | Rhizomucor miehe      | 40,5         | --           | --                 | 6,6-6,8    | 60                       |
|             | Moisissures | Rhizomucor pusillus   | 49           | --           | --                 | --         | 50                       |
| Fermentaire | chymosine   | bovine                | 36 et 40     | 4. 8         | --                 | 4,5        | 37                       |
|             |             | cameline              | 40           | 5, 5         | --                 | 5,8        | 40                       |
|             |             | caprine               | 46 et 49     |              |                    |            |                          |
|             |             | Ovine                 | 40           | 4, 8         |                    | 6,6-6,8    | 40                       |
|             |             | Rhizomucor pusillus   | 44           |              |                    | 5,0        |                          |

### III. Facteurs affectant la coagulation enzymatique du lait

De Nombreux facteurs sont susceptibles de modifier la coagulation du lait et les caractéristiques physiques des coagulums. Ces facteurs sont principalement liés à la concentration en enzyme, à la température, au pH, à la teneur en calcium, à la teneur en caséines et à la dimension des micelles (Eck et Ghilis, 2006).

### III.1 Concentration en enzyme

La concentration en enzyme est inversement proportionnelle au temps de coagulation. Cependant, elle est proportionnelle à la vitesse d'hydrolyse de la caséine  $\kappa$  (phase enzymatique) et à la vitesse d'agrégation des micelles (phase physique) **(Boughellout, 2007)**.

### III.2 Température

La température optimale d'activité de la chymosine et de la pepsine est de 40-42 °C. A cet intervalle de température, le temps de floculation est minimal, puis augmente aux températures plus élevées et devient nul à 65 °C où la présure est inactivée. On note que le temps de raffermissement du gel diminue avec l'élévation de la température **(Boughellout, 2007)**.

### III.3 pH

En passant de pH 6,7 à 5,6, la vitesse de coagulation est accrue. Ceci résulte d'un accroissement de la vitesse d'hydrolyse et par suite une augmentation de la vitesse de raffermissement du gel. La fermeté est significativement importante de pH 6,6 à pH 6,0 due à une plus grande disponibilité du calcium ionisé. Au-dessous de pH 6,0, la caséine se déminéralise et la désagrégation de la structure micellaire est accentuée jusqu'à devenir totale à pH 5,2 **(Boughellout, 2007)**.

### III.4 Teneur en calcium

La réticulation du gel lors de la coagulation du lait par la présure, impliquant des liaisons phosphocalciques, est particulièrement influencée par la teneur et la nature du calcium présent. L'addition du  $\text{CaCl}_2$  entraîne une augmentation du calcium ionisé et du calcium colloïdal ayant pour conséquence un temps de coagulation plus court et une fermeté du gel plus élevée **(Kellil, 2015)**.

### III.5 Teneur en caséines

La vitesse d'hydrolyse enzymatique est proportionnelle à la teneur en protéines. Ainsi, la vitesse d'agrégation et la fermeté des gels augmentent avec la teneur des caséines **(Kellil, 2015)**.

### III.6 Dimension des micelles

La relation entre les dimensions des micelles et le temps de coagulation est proportionnelle. Pour les micelles de faible diamètre, riches en caséine  $\kappa$ , la vitesse d'hydrolyse est plus rapide **(Kellil, 2015)**.

# **Généralités sur les fromages**

## Généralités sur les fromages

---

Le fromage, selon la norme (**Codex Stan 283-1978**), est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum /caséines ne dépasse pas celui du lait. On l'obtient par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; ou alors par emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques

### I Définition

La classification d'un fromage, tel que défini par les normes du codex alimentaire **CODEX STAN A-6-1978** est obtenue après application des trois formules suivantes :

Selon la fermeté (Formule I) qui appartient à l'intervalle de 69 à 51 % d'où la pâte molle évolue jusqu'à la pâte extra dure, cette classification est portée selon la teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD).

La deuxième classification (Formule II) est classée selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total.

La troisième classification (Formule III) les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinité du fromage, ces classifications sont mentionnées dans le tableau.

## Généralités sur les fromages

**Tableau N° 5:** Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage selon codex alimentaire **CODEX STAN A-6-1978**.

| Formule I |                                               | Formule II |                                                    | Formule III                                                                                                                                                                                            |
|-----------|-----------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TEFD<br>% | le présent élément de<br>la dénomination sera | MGES<br>%  | Le second<br>élément de la<br>dénomination<br>sera | Dénomination d'après les<br>principales caractéristiques<br>d'affinage                                                                                                                                 |
| < 51      | Pâte extra dure                               | > 60       | Extra gras                                         | 1- Affinage<br><br>*Principalement en surface<br>*Principalement dans la masse<br><br>2- Affiné aux moisissures<br><br>a- Principalement en surface<br>b- Principalement dans la masse<br><br>3 –Frais |
| 49 – 56   | Pâte dure                                     | 45-60      | Tout gras                                          |                                                                                                                                                                                                        |
| 54 – 63   | Pâte demi dure                                | 25-45      | Migras                                             |                                                                                                                                                                                                        |
| 61 – 69   | Pâte demi molle                               | 10-25      | Quart Gras                                         |                                                                                                                                                                                                        |
| > 67      | Pâte molle                                    | < 10       | Maigre                                             |                                                                                                                                                                                                        |

TEFD : pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraissé c'est-à-dire :

$TEFD = \text{poids de l'eau du fromage} \times 100 / (\text{poids total du fromage} - \text{matière grasse du fromage})$ . MGES : pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec c'est-à-dire :

$MGES = \text{la teneur en matière grasse du fromage} \times 100 / (\text{poids total du fromage} - \text{eau dans le fromage})$ .

Le fromage est donc classé selon trois critères successifs: sa teneur en eau dans la fraction dégraissée, sa teneur en matières grasse dans l'extrait sec et son type d'affinage.

### III. Etapes de fabrication fromagère

#### III.1 Coagulation

La coagulation du lait correspond à une modification d'état physique irréversible des micelles de caséines. Celle-ci entraîne un passage du lait de l'état liquide à l'état semi-solide après formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel (**Eck and Gillis 1997**).

#### III.2 Egouttage

L'égouttage est un phénomène dynamique qui se caractérise par une déshydratation partielle (élimination du lactosérum) et durcissement du gel. Ce qui conduit à l'obtention d'un caillé

## Généralités sur les fromages

---

correspondant au fromage formé et avec une teneur en matière sèche plus ou moins élevée (**Brulé et al. 1997**). Ce phénomène dépend des facteurs directs (il s'agit des traitements mécaniques et thermiques), des facteurs indirects (il s'agit de la coagulation enzymatique et/ou de l'acidification) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséines, en protéines solubles et en matière grasse) (**Ramet 1985**).

Le gel obtenu par voie enzymatique (gel imperméable avec égouttage par voie mécanique) possède des propriétés rhéologiques opposées à celles du gel obtenu par voie acide (gel très friable avec égouttage spontané) (**Veisseyre 1975**).

### III.3 Salage

Le salage est une opération indispensable dans la plupart des fromages (les fromages affinés) qui consiste à enrichir le fromage en chlorure de sodium. Par action sur l'activité de l'eau, le salage conserve le fromage, améliore l'arôme et accélère le mécanisme du séchage (**Bendimerad 2013**).

### III.4 Affinage

L'affinage est la transformation biochimique (figure 1) complexe des composants du caillé sous l'action des agents d'affinage, soient les enzymes. (**Fox and Kelly 2006**).

## IV. Valeurs nutritionnelles des fromages

L'intérêt des fromages présente de nombreux points communs avec celui du lait. Toutefois, leur fabrication s'accompagne de modification de composition et de valeur nutritionnelle. En plus d'être une source de divers éléments nutritifs comme de vitamines et des protéines d'excellente qualité, les fromages, surtout ceux à pâte ferme et dure, contiennent une grande quantité de calcium (**Amoiet et al, 2002**).

## V. Fromage frais

### V.1 Définition

Les fromages non affinés, y compris les fromages frais sont des produits conformes à la norme générale pour le fromage (**CODEX STAN 283-1978**), prêts à la consommation peu de temps après leur fabrication.

### V.2 Différents types de fromages frais

Selon (**Luquet, 1990**) les différents types de fromages frais les plus consommés et les plus connus sont

## Généralités sur les fromages

### V.2.1 Fromages frais blancs moulés:

On peut l'appeler aussi le caillé garde son individualité à l'état de bloc ou de grains (type faisselle ou campagne).

### V.2.2 Fromages frais à structure homogène:

Il a un extrait sec plus élevé et une texture tartiner comme les petits suisses. Il a un extrait sec faible et une texture onctueuse, comme les fromages blancs battus ou lisses.

## V.3 Composition

La valeur énergétique d'un fromage frais est due aux lipides, protéines et éventuellement glucides, acide lactique et acide citrique qu'il contient. Ces substances représentent la majeure partie de la matière sèche.

**Tableau N°06:** Différents constituants du fromage frais pour 100 gr de produit **(Mana et Dhrif, 2017)**

| Eléments   | Quantités (gr/100gr) |
|------------|----------------------|
| Eau        | 79                   |
| Glucides   | 4                    |
| Lipides    | 7.5                  |
| Protéines  | 8.5                  |
| Calcium    | 0.100                |
| Phosphore  | 0.140                |
| Magnésium  | 0.010                |
| Potassium  | 0.130                |
| Sodium     | 0.040                |
| Zinc       | 0.0005               |
| Vitamine A | 0.00007              |

## V.4 Fromage traditionnelles ou artisanal en Algérie

### V.4.1 Principales préparations algériennes

selon **(Amimour, 2019)** les fromages traditionnels algériens ont un véritable potentiel de développement, disposent bel et bien de traditions avérées de fabrication des produits laitiers même si l'activité est limitée à la sphère domestique. Bien évidemment, une plus ample connaissance des caractéristiques de ces fromages et des procédés de fabrication y afférents reste impérative.

### V.4.2 Différents types des fromages traditionnels

**a) Bouhezza :** C'est un fromage affiné traditionnel, à pâte molle, des régions de l'Est Algérien (Oumel Bouaghi, Khenchella, Batna Biskra, etc...) jadis réputées par une pratique importante de l'élevage extensif des caprins et des ovins. En effet, à l'origine, le Bouhezza était rationnellement le produit de la transformation du lait caprin et de brebis ; toutefois la tendance actuelle semble s'orienter vers l'utilisation du lait bovin. ( **Aissaoui et al.2006**).

Le fromage est obtenue après transformation du lait dans une outre, la chakoua, faite de peau de chèvre préalablement traitée avec du sel et du genièvre (**Aissaoui et al.2006**).

L'égouttage, le salage et l'affinage du Bouhezza sont réalisés simultanément dans la chekoua pendant une durée de 2 à 3 mois. Au cours de la période d'affinage, du l'ben et du lait sont rajoutés au contenu de chekoua au stade de consommation le fromage est pétri avec incorporation de poudre de pigment rouge, ce qui lui donne une caractéristique particulière (**Aissoui et al, 2006**).

**b) Kemaria, takmarit :** Fromage traditionnel à base de lait caprin, la Kemariyaou Takkmirt (Berbère) est fabriqué par les femmes selon des procédés traditionnels dans les régions du Sud Algérien notamment dans les wilayates de Ghardaia et Naama. Le Kmariya est un fromage utilisé à des fins festives et souvent servie avec du thé. Il est coagulé par des présure végétales et aussi fabriqué à partir de lait bovin et de chamelle Du fait de la forte demande de ce fromage, il est de plus en plus produit par des PME selon des processus semi industriels pour être commercialisé aussi bien sur les marchés traditionnels qu'au niveau de certaines grandes surfaces du Nord Algérien. A côté des produits précédents, il existe des préparations locales circonscrites à certain régions de l'Algérie. (**Nouani et al, 2009**).

**c) Ighounane :** Fromage fabriqué en Kabylie à partir du lactosérum (premier lait bovin venant de mettre bas ),la préparation d'Ighounanese fait dans des ustensiles en terre cuite enduits d'huile d'olive dans lesquels est versée une petite quantité d'eau salée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé est découpés puis consommé tel quel. (**Lahsaoui, 2009**).

**d) Takammart :** Littéralement « fromage » en langue Tamhaq (Touareg), le takammar est un fromage de la région désertique du Hoggar (Tamanrasset) il est produit par l'introduction d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait caprin. Le caillé obtenu est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte, il est ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une natte à base de tiges de fenouil qui transmet un arôme particulier. Les nattes

## Généralités sur les fromages

---

sont, par la suite, exposées au soleil durant deux jours puis placées à particulier. Les nattes sont, par la suite, exposées au soleil durant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement du fromage.

**e) Ibakhebhane** : Originaire de région des Aurès l'Ibakhbakhen est produit à partir d'une mixture de Frik d'orge (Marmaz) et de Lbensoumis à une fermentation à des temp »ratures inférieures à 20 C° par immersion dans un pendant 2 à 5 jour. **(Lahsaoui, 2009).**

**f) Imadhghass** : Produit dans la région des Aurès, l'Imdhgheghassest produit à partir d'une mixture de Klila fraîche et de lait frais. Le produit est consommé comme un dessert.

**g) Adhgass** : Produit dans la région des Aurès, l'Adhgass est fabriqué à partir d'un mélange decolosrum et d'œuf est en suite cuit.

**h) Aghoughelou** : Fromage fabriqué en Kabylie, il est obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par la sève du figuier. **(Lahsaoui, 2009).**

**i) Klila** : Pour éviter sa dégradation durant la phase de stockage, le L'ben est chauffé modérément (55°C -75°C) jusqu'à la séparation du lactosérum ; le coagulum obtenu, appelé Klila, fabriqué dans plusieurs régions de l'Algérie, est consommé comme un fromage frais après égouttage naturel ou à l'aide d'une pierre ; sinon, il est découpé puis séché (de 2 à 15 jours selon la saison), et en suite utilisé après réhydratation comme un ingrédient dans des préparations culinaires. Sous sa forme déshydratée, il peut être conservé plusieurs années à température ambiante, dans des jarres en poterie ou en verre ou des sacs en peau de chèvre/mouton. C'est un fromage similaire au Jameed au Moyen-Orient et chhana en Inde. **(Lahsaoui,2009).**

**j) Jben** : C'est un fromage frais, traditionnel dans le Nord Sahara Algérie. Cette dénomination regroupe des trajectoires technologiques est très différentes, aboutissant à des produits aux caractéristique très variés. Nous n'avons pas trouvé de publication portant sur la caractérisation du Jben Algérien. Traditionnellement ; il Ya une étape d'acidification spontanée à température ambiante, pendent 24h à 72h selon la température comme celle conduisant au Rayeb. Traditionnellement, le fromage Jben est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre acidifié spontanément et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus* L). D'une plantée pineuse sauvage (*cyndra humilis*) ou d'artichaut (*Cynarascolumus*), ou du latex de figuier (*Ficus carica*) ou des graines de citrouille. (cf. coagulation par voie enzymatique). **(Nouani, 2009).**

# Généralités sur les fromages

## VI Analyse sensorielle

Par définition l'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes de sens. Les caractéristiques organoleptiques des fromages comportent : l'apparence, la texture, et l'ensemble des sensations olfactogustatives (soit les odeurs, les arômes, les saveurs et les sensations trigéminales). L'aspect d'un fromage, sa couleur, son odeur, sa consistance, sa saveur, son arôme stimulant les sens ; de la vue, de l'ouï, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquant des réactions plus ou moins vives d'acceptation ou de rejet. Ce sont ces différentes propriétés des fromages qui ont été discutées pour une meilleure approche de la classification des fromages par (CHAMBERS et al,2005).

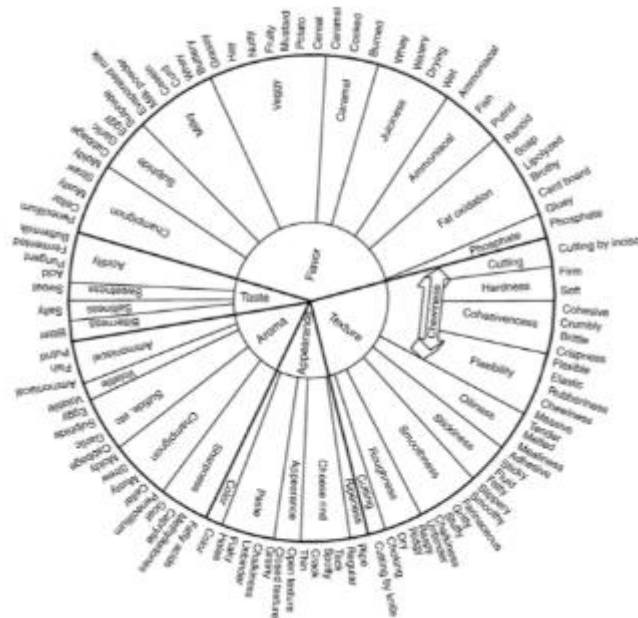


Figure N°4 : La roue du fromages (Ahmed J et al, 2007)

# **Matériels et Méthodes**

## Matériels et Méthodes

---

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau de laboratoire pédagogique de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie à l'Université de Hamma Lakhdar d'EL-OUED , laboratoire interne de la laiterie "Souf-lait" d'El-Oued et le laboratoire d'analyses et de contrôle de la qualité et de la conformité FATILAB à EL-OUED, cette étude a été réalisée durant 3 mois .

L'objectif est de faire optimiser l'activité enzymatique de présure caprine d'une part et fabrication d'un fromage frais d'autre part.

### **I. Matériels**

#### **I.1 Matériels biologiques**

##### **I.1.1 Lait camelin**

Le lait camelin de population SAHRAOUI d'un élevage extensif a été collecté auprès des éleveurs de la région de Oued EL-ALANDA dans les conditions d'hygiène appropriées.

##### **I.1.2 Lait caprin**

Le lait caprin de race ARBIA d'un élevage extensif a été collecté auprès des éleveurs de la région d'El-OUED , TAGHAZOUT ,HASSI KHALIFA, KOININNE dans les conditions d'hygiène appropriées.

##### **I.1 .3 Lait bovin**

Le lait bovin d'un élevage semi extensif a été collecté auprès des éleveurs de la région de Oued EL-ALANDA dans les conditions d'hygiène appropriées.

##### **I.1 .4 Substrat de BERRIDGE**

Le lait écrémé en poudre (acheté à partir d'un supermarché) a été utilisé pour quelques tests biochimiques(il est utilisé comme substrat standard afin de mesurer le temps de coagulation et la force coagulante selon la formule de BERRIDGE)qui est choisie pour sa bonne aptitude fromagère. (**Annexe N° 1** )

##### **I.1.5 Caillette cameline**

Les caillettes proviennent de dromadaires sélectionnés, d'une part, selon leur âge (4-9 mois) Après l'abattage au niveau de l'abattoir communal d'EL-OUED (abattoir el MAMALEK – el ) le dernier tiers du troisième compartiment de leurs estomacs est

## Matériels et Méthodes

---

prélevé. Les caillettes sont alors lavées à l'eau de robinet, dégraissées, hachées, mises dans des sacs en plastique puis congelées à -18°C.



**Figure 05:** image photographique d'une caillotte cameline

### I.1.6 Présure commerciale

La présure commerciale d'origine fongique (de mésophiles aérobies, coliformes, spore réductrice de sulfite anaérobie, spore productrice de gaz anaérobie, levures, moules, staphylocoques à coagulase positive, salmonelle, *Listeria monocytogenes*).(**Annexe N° 2** )

### I.1.7 Ferments mésophiles

Ferments mésophiles d'origine *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*, *Leuconostoc*, *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*. Elle a une couleur blanc cassé à légèrement rouge ou brun et une forme granulat. (**Annexe N°3** )

### I.2 Matériel d'enquête

Pour savoir comment consommer le lait camelin, nous nous sommes rendus dans plusieurs zones de la vallée (Ben Qasha Talib al-Arabi, Roundabout Water, Rabah Hassi Khalifa, Roundabout of Water, Raguiba, Wadi al-Alanda), où nous avons ciblé le peuple bédouin répondre à plusieurs questions du fiche d'enquête .(**Annexe N°4** )

### I.3. Appareilles

- Master Pro touch .
- Dessicateur (Rad Wag) .
- pH mètre (Crison 20) .

## Matériels et Méthodes

---

- Balance (Rad Wag) .
- Balance (Clatronic) .
- Dessicateur (Clatronic) .
- Centrifugeuse de GERBER .
- Centrifugeuse .
- Butyromètre de GERBER .
- Lactothermodensimètre (Quevenne 15-40) .
- Etuve d'incubation + étuve de dessiccation (MEMMERT) .
- Autoclave de stérilisation.
- Agitateur

Thermomètre

- bain-marie

### I.4 Petits Matériels

Béchers, fioles jaugées, fioles à vide, pipettes graduées, burette de précision , pipette pasteur , Chiffon de filtres ,bec Bunsen, boîte pétrie, support à tube à essai, ciseau, pissette, tubes à essais stériles, burette graduée à support , compte-goutte, flacons stériles , seringue Aluminium un couteau .. Des gants. .— erlenmeyer —eprouvette graduée —spatule un flacon compte-goutte —entonnoir une pissette d'eau distillée - Marmite

### I.5 Produits chimiques, réactifs et milieux de culture

#### I.5.1 Produits chimiques et réactifs

Solvants : NaOH ; acide sulfurique ; alcool isoamylique ; alcool.

Réactifs : phénophtaléine

#### I.5.2 Milieux de culture

Plusieurs milieux de culture ont été utilisés au cours de cette étude expérimentale, il s'agit des milieux suivants:

Gélose: lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL), Hécktoen, XLD, Baird-Parker, gélose sélective (**PALCAM ou OXFORD**).

Bouillon: pré-enrichissement Fraser, sélénite-cystine, Fraser au 1/2

### II Méthodes

#### II.1 caractérisation physico-chimiques du lait

Les paramètres physico-chimiques mesurés sont : le pH, l'acidité titrable, la densité, la teneur en matière sèche totale ou extrait sec total (EST), la teneur en protéines. Toutes les mesures ont été effectuées en 3 essais. (**Annexe N° 6**)

##### II.1.1 Détermination du pH

Ce test nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. Il est réalisé par trempage de pH-mètre dans un bécher contenant 10 ml du lait. La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran du pH-mètre (**Afnor, 1986**).

##### II.1.2 Détermination de l'acidité

L'acidité de lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur, en générale la phénophtaléine (**Alais, 1984b**).

la méthode de dosage de l'acidité par titrage permet de quantifier la teneur totale d'acide lactique présent dans le lait (**Lapointe-Vignola, 2002**)

- **Mode opératoire**

- Prélever 10 ml de lait par pipette de 10 ml dans un bécher de 100 ml.
- Ajouter 3 gouttes de phénophtaléine à 1% (indicateur de couleur)
- Titre avec une solution d'hydroxyde de sodium 1 N (burette) jusqu'à ce qu'il change de couleur. Le rose doit durer au moins 10 secondes.

- **Expressions des résultats**

Les résultats sont exprimés en degré Doronic (°D). Il correspond à la valeur lue sur la burette après le titrage en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = \text{chute} \times 10$$

##### II.1.3 Détermination de la densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (**Pointurier, 2003a**).

### ✓ Le principe

La densité du lait est obtenue à l'aide d'un thermo lactodensimètre, elle se fait par une simple lecture à 25° du trait correspondant au point d'affleurement (**Martin et Coulon, 1995**).

#### **II.1.4 Détermination de la teneur en matière grasse et en protéines et en lactose**

Le dosage des protéines est réalisé par Lactoscan MILK ANALYSER .cette méthode d'analyse chimique moderne adapté à l'analyse de chaque type de lait. Grâce à la technologie ultrasonore utilisée, il est possible d'obtenir une précision dans la mesure quelle que soit l'acidité, le protéine du lait, tandis que pour la température de l'échantillon on peut utiliser du lait de 5 °C à 40 °C. (MILKpLan-Faming)'Les résultats de l'analyse sont affichés dans les 50 secondes sur l'écran, mais peuvent être dessinés sur papier après que Lactoscan possède une imprimante intégrée. ( **Bendellali et Mahammedi ,2017**)

#### **II.1.5 Détermination de la teneur en matière sèche totale**

Symbolisé par E.S.T extrait en matière sèche totale, représente la teneur en matière sèche totale exprimé en grammes de matière sèche par litre de lait cru (**JORA, 2013**).

### ✓ Le principe

Une prise d'essai est pré-séchée sur un bain d'eau bouillante et l'eau restante est par la suite évaporée dans une étuve à une température

#### • **Mode opératoire**

-Peser les capsules vides;

-Enlever le poids à vide et mettre 5 ml de lait dans la capsule;

-Mettre les capsules au four à 103 ° C / 3 heures;

-Après avoir quitté le four, après séchage, les capsules doivent être placées dans un dessiccateur pendant 15 minutes pour éviter une réhydratation. Pesez à nouveau la capsule.

#### - **Expressions des résultats**

$$(P1-P0) \times 100/V$$

Les résultats sont exprimés en grammes par litres (g/l) comme suit :

**P0** : est la masse en grammes de la capsule vide.

## Matériels et Méthodes

---

**P1** : est la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation

**V** : est le volume en millilitres de la prise d'essai (sans la capsule)

### II.1.6 Détermination de Cendres

Les cendres du lait sont le produit résultant de l'incinération de la matière sèche du lait dans un four à moufle réglé à 550 °C durant 2 heures. Dans un creuset préalablement pesée. Elle consiste à l'introduction 5 ml de lait à l'aide d'une pipette jaugée. Le résultat est exprimé en g/l (Boumendjel et al, 2017).

#### ▪ Expression des résultats

Les cendres de l'échantillon, exprimées en pourcentage, sont égales à:

$$\frac{[(m1 - m0) / (m2 - m0)] \times 100}{}$$

**m0** : est la masse, en grammes, de la capsule vide préparée.

**m1** : est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai.

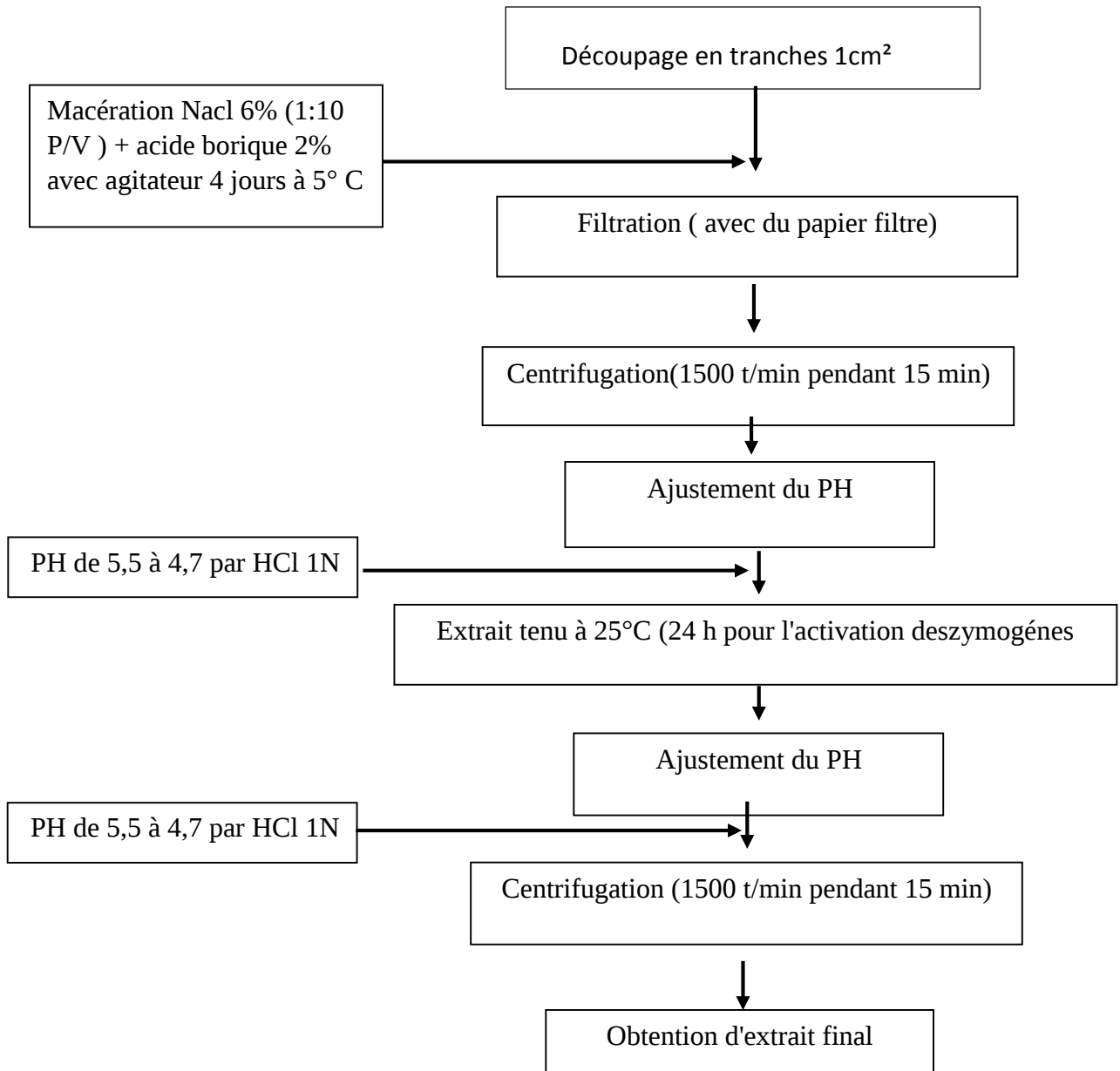
**m2** : est la masse, en grammes, de la capsule et des cendres obtenues.

### II.2 Extraction des enzymes coagulantes

L'extraction a été faite selon le protocole utilisé par Wangoh et al.(1993).

Après et décongélation coupure de l'abomasa sec de chameau en tranches de 1 cm<sup>2</sup>, une macération est faite dans une solution de NaCl à 6% (1:10, poids / volume ) contenant de l'acide borique Plus de 2% pendant 4 jours consécutifs à 5 ° C. Puis le mélange est filtré et centrifugé à 1500 tr / min pendant 15 minutes. Réduire le pH du surnageant de 5,5 à 4,7 avec HCl 1N et L'extrait a été maintenu à 25 ° C pendant 24 heures pour activer le zymogène. Alors Le pH a été ensuite augmenté à 5,5 avec du NaOH 1 N puis centrifuger le mélange pour obtenir l'extrait final Présure . (Annexe N° 7 )

## Matériels et Méthodes



**Figure N° 6 : Protocole d'extraction de la présure cameline (Wangoh et *al.*1993).**



**Figure N° 7 :** Extrait final de la présure cameline

### **II.3.Caractérisation des extraits enzymatiques**

#### **II.3.1 Activité coagulante**

10 mL du substrat de Berridge (pH 6,6) contenus dans un tube à essai sont maintenus au bain Marie à 30°C. Le chronomètre est déclenché lors de l'ajout de 1 mL de l'extrait enzymatique. Le tube est ensuite soumis à une légère rotation. Le chronomètre est arrêté dès l'apparition des premiers flocons sur la paroi du tube et le temps de floculation est noté (**Alais, 1984**). (**Annexe N° 8** )

#### **II.3.2 Temps de coagulation**

Le temps de prise est le point où apparaissent les premières gouttelettes du lactosérum sur la surface du gel, le coagulum devient rigide et ne coule plus sur les parois du tube(**Alais, 1974**). Elle est réalisée directement sur le lait cru .

Un volume de 10 ml de lait cru de chamelle est versé dans un tube à essai mélangé par 3 retournements et maintenu à 35°C dans un bain marie, puis additionné de 1 ml de la solution enzymatique. Le tube est laissé jusqu'à la solidification du gel et l'apparition des premières gouttelettes du sérum sur la surface du gel. Le temps écoulé représente le temps de prise. Pour la coagulation présure, le temps de prise représente généralement environ le double du temps de floculation ; ainsi pour un temps de floculation compris entre 12 et 15min, le temps de prise est compris entre 25 et 30 min (**FAO, 1995**). (**Annexe N° 8** )

#### **Force coagulante**

La force coagulante , exprimée en unité Soxhlet (US). La force coagulante d'un extrait enzymatique représente le volume de lait coagulé ( substrat de berridge) par unité de volume

## Matériels et Méthodes

de l'extrait enzymatique, en 40 minutes à 35°C et un PH 6.4 (Veisseyre, 1979 ; Alais, 1984, Mahaut *et al.*, 2000). (Annexe N° 8 )

La force coagulante est exprimée par la relation suivante:

$$F = (2400 \times V) / (t \times v)$$

Ou:

F : force de l'enzyme.

V : Volume du lait ajusté (ml).

v : volume de la solution enzymatique (ml).

t: temps de coagulation du lait en minutes (m).

### II.3.4 Dosage des protéines

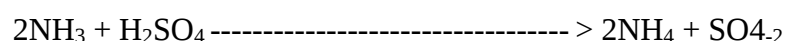
La méthode de Kjeldahl est la méthode de référence de dosage de l'azote total pour le domaine alimentaire. Elle consiste à effectuer une minéralisation complète des molécules organiques, transformant l'azote présent en ammoniac qui peut être dosé par différentes techniques (Guillou *et al.*, 1976).

- **Mode opératoire**

#### -Minéralisation

La minéralisation est effectuée à l'aide d'un excès d'acide sulfurique concentré, à chaud et en présence d'un mélange de catalyseur (sulfate de potassium, sulfate de cuivre et de sélénium).

En présence d'acide sulfurique concentré et chaud, le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote des composés organiques se retrouvent sous forme de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O et NH<sub>3</sub>. L'acide sulfurique étant en excès, on a :



L'azote total est donc obtenu sous la forme minérale NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (ion ammonium). Au cours de la minéralisation, l'acide sulfurique est partiellement décomposé et réduit en SO<sub>2</sub> et SO<sub>3</sub> qui forment des fumées blanches irritantes et toxiques.

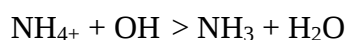
#### -Distillation

Pour transformer les ions ammonium du minéralisât en ammoniac (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en NH<sub>3</sub>), on doit alcaliniser le minéralisât avec un large excès d'une base forte qui est la soude

## Matériels et Méthodes

---

NaOH à 32%.

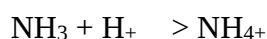


L'ammoniac est récupéré par distillation : on chauffe le minéralisât alcalinisé, le  $\text{NH}_3$  se dégage sous forme de vapeurs que l'on condense, que l'on capte par l'acide borique à 4% et que l'on recueille pour le dosage.



### -Titration

L'ammoniac fixé est titré avec l'acide chlorhydrique (0,1N) en présence d'indicateur coloré de Tashiro ou RB (mélange de rouge de méthyle et de bleue de méthylène).



Lorsque l'ammoniac arrive dans l'acide borique, il alcalise le milieu qui vire au vert, on verse alors la solution étalonnée d'acide fort pour ramener l'indicateur à sa teinte sensible.

### - Expression des résultats

$$\text{Azote totale} = 1,40 \times N \times (V_i - V_0) / P$$

### .5. Activité spécifique II.3

L'activité spécifique est exprimée par unités de présures totales rapportées à l'unité de masse de protéines selon la formule (Nouani et al. 2009) :

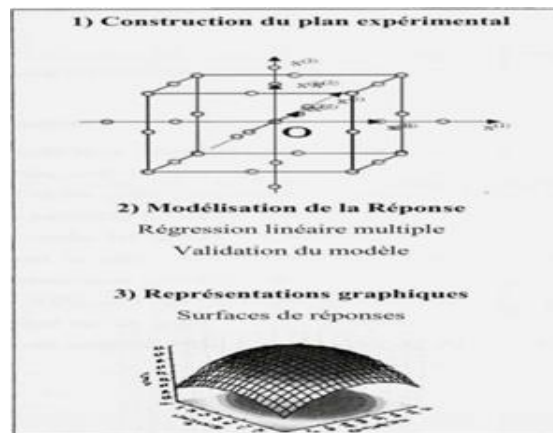
$$\text{Ac spécifique} = \frac{\text{Unité de présure (UP)}}{\text{masse de protéines (mg)}}$$

### II.4 Optimisation l'activité enzymatique par la méthode des surfaces de réponse

La méthodologie des surfaces de réponses (MSR) est une technique visant à déterminer les variations de la réponse vis-à-vis des facteurs d'influence significative. Cette méthode permet de déterminer une relation d'approximation entre les variables d'entrée et les variables de sortie. En effet, la réponse de sortie dépend de la variation des paramètres d'entrée. Ces derniers peuvent être représentés par des variables aléatoires qu'on note  $X_i$  avec  $i = 1, \dots, n$ . Ces variables aléatoires permettent de représenter les variations spatio-temporelles des paramètres d'entrée par des modèles mathématiques. Ces derniers résument la relation d'approximation entre la

réponse de sortie et la variable d'entrée. La représentation géométrique de cette relation d'approximation est appelée surface de réponse (**Baroth et al., 2011**). La construction des surfaces de réponses s'effectue suite à l'ajustement du modèle en utilisant des fonctions mathématiques telles les polynômes.

La méthode des surfaces de réponses passe par trois étapes : la construction du plan expérimental, la modélisation de la réponse et les représentations graphiques .(**Zaddem,2014**).  
(Annexe N° 9 )



**Figure N° 08 :** Etapes de la méthodologie de surface de réponse .

### II.4.1 la construction du plan expérimental

En CCD, les valeurs extrêmes de la réponse sont recherchées à l'intérieur d'un carré scénarisé dans la sphère formée par les points expérimentaux. Dans le CCD, dans son expression minimale, seul le point central doit être répliqué, en supposant que la variation statistique du reste de tous les points expérimentaux est la même que dans le point central. Un point supplémentaire, cependant, peut améliorer la précision du modèle. Avec ce type de DOE, un modèle quadratique de réponse pourrait être obtenu. Un deuxième degré d'un polynôme peut être utilisé pour trouver les valeurs extrêmes (minimum T: 30 et Ph :5 ou maximum T: 42 et Ph ,6.7 ) à l'intérieur de la surface expérimentale. Avant cela, cependant, il peut être démontré que le modèle quadratique de réponse est adapté pour naviguer à l'intérieur de ses valeurs pour trouver les optima. L'analyse de variance (ANOVA) du modèle mathématique et l'analyse de ses résidus peuvent être servies à cet effet (**Lorena D et al ,2018**) . ( tableau 07)

## Matériels et Méthodes

**Tableau N° 07 :**facteurs , codes et niveaux du plan d'expérience pour les paramètres de T et pH

| Niveau (codés) | Facteurs (non codés) |       |
|----------------|----------------------|-------|
|                | pH                   | T°    |
| Point min(-α)  | 5                    | 30    |
| -1             | 5.25                 | 31.76 |
| 0              | 5.85                 | 36    |
| 1              | 6.45                 | 40.24 |
| Point max(+α)  | 6.7                  | 42    |

Dans notre étude Les expériences de départ CCD pour deux variables indépendantes

**A:** Temperatur (30-42) et **B** : pH( 5-6.7) à un minimum de 13 points d'expériences sont recommandées dont cinq correspondent au point central et les huit autres entourant le point central. ( **Tableau 08** )

**Tableau N°08 :** Variables réelles et codifiées des variables indépendantes (X1: température (° C) y X2 : le ph en cinq niveaux suggérés (-1,41, -1, 0, +1, +1,41).

| Essai | Valeur codés |          | Valeur non codés |        |
|-------|--------------|----------|------------------|--------|
|       | A            | B        | pH               | T°     |
| 1     | 0            | 1.41421  | 5.85             | 42     |
| 2     | 0            | 0        | 5.85             | 36     |
| 3     | 1            | -1       | 6.451            | 31.757 |
| 4     | 1            | 1        | 6.451            | 40.242 |
| 5     | 0            | 0        | 5.85             | 36     |
| 6     | -1           | 1        | 5.248            | 40.242 |
| 7     | 0            | 0        | 5.85             | 36     |
| 8     | 1.41421      | 0        | 6.70             | 36     |
| 9     | 0            | 0        | 5.85             | 36     |
| 10    | 0            | -1.41421 | 5.85             | 30     |
| 11    | -1.41421     | 0        | 5                | 36     |
| 12    | 0            | 0        | 5.85             | 36     |
| 13    | -1           | -1       | 5.248            | 31.75  |

### II.4.2 la modélisation de la réponse

Salon ( **Zaddem,2014**), la modélisation de la réponse est réalisée à l'aide de techniques de régression qui permettent de relier une réponse « y » à un ensemble de facteurs «Xi» selon la relation suivante :  $y = f(X_1, X_2, X_3 \dots \dots \dots X_k)$

On peut avoir une bonne approximation de cette relation par un polynôme de second degré qui permet de décrire les phénomènes étudiés. Ce modèle inclut les effets linéaires, les effets d'interaction et les effets quadratiques des facteurs. Le modèle de surface des réponses du

second degré peut s'écrire de la manière suivante :

$$Y=b_0+b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2+b_{22}X_2^2+b_{12}X_1X_2$$

- y représente la fonction de réponse,
- $\beta_0$  est la constante polynomiale qui exprime l'effet moyen général,
- $\beta_i$ ,  $\beta_{ii}$  et  $\beta_{ij}$  sont les coefficients des effets linéaires, quadratiques et interaction respectivement,
- $X_i$  et  $X_j$  représentent les variables codées indépendant.

### II.4.3 les représentations graphiques

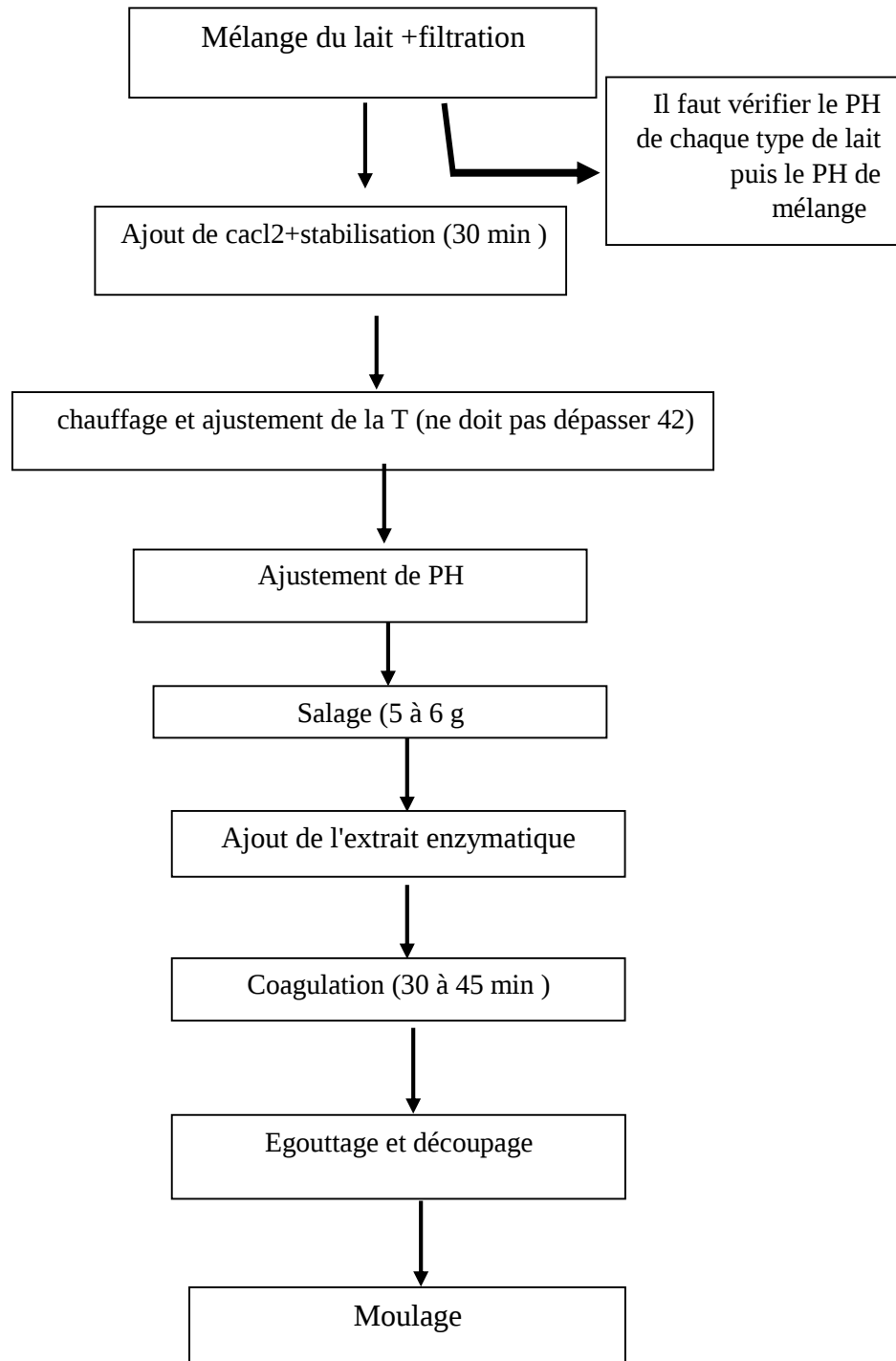
le plan d'expérience et la modélisation des repenses et repense graphique sont fait par Le logiciel MINITAB(2019)

### II.5 Fabrication de fromage

A partir des résultats de Optimisation l'activité enzymatique par la méthode des surfaces de réponse, nous avons extrait les points optimaux pour chaque type et fabriqué trois formulations de fromages selon le schéma selon les conditions suivantes (**Annexe N° 10**)

- ✓ **Formulation (50/50) :** 50% lait caprin et 50 % lait camelin
  - La présure cameline (conditions optimales de la coagulation enzymatique :pH= 5 /T = 42C°) .
  - La présure commerciale (conditions optimales de la coagulation enzymatique pH=6.31 /T =38.84C°).
- ✓ **Formulation (75/25) :**75% lait caprin et 25 % lait camelin
  - La présure cameline (conditions optimales de la coagulation enzymatique :pH= 6.7/T = 36.30C°) .
  - La présure commerciale (conditions optimales de la coagulation enzymatique pH=5.66 /T =40.54C°).
- ✓ **Formulation 3(25/75) :** 25% lait caprin et 75% lait camelin
  - La présure cameline (conditions optimales de la coagulation enzymatique :pH= 5.58 /T = 33.87C°) .
  - La présure commerciale (conditions optimales de la coagulation enzymatique pH=6.11 /T =36.06C°).

## Matériels et Méthodes



**Figure N°9 :** Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais à coagulation enzymatique.

### II.6 Caractérisation physico-chimiques du fromage frais

Les paramètres analysés sont : le pH – l'acidité titrable – le taux de matière grasse et matière sèche .

### II.6.1 Mesure du PH

Le pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'il donne sur la richesse du produit analysé en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (**Mathieu, 1998**).

5g du fromage et 30 ml d'eau distillé récemment bouillie et refroidie à 20 C ont été introduits dans une fiole conique , le mélange à été bien agité puis laissé au repos pendant 20min . Le pH a été déterminé en utilisant un pH-mètre ( **Amariglin, 1986** ) .

### II.6.2 Acidité titrable

L'acidité Dornic a été déterminée selon la méthode officielle de l'AOAC (Association of Officielle Analytical Chemists).

10 grammes de fromage à été homogénéisé dans 90 ml d'eau distillée préalablement chauffée à 80°C. Après refroidissement à 25°C et filtration de la suspension.

#### ✓ Principe :

Le mélange est bien homogénéisé, puis 10 ml de cette suspension est titrée par la soude N/9 ( 0.1N ) , en présence de l'indicateur phénol phtaléine. La phénolphtaléine indique la limite de neutralisation par changement de couleur (rose pâle), Le volume de NaOH (0.1N) par gramme d'échantillon utilisé donne l'acidité titrable .Le résultat est exprimé en degré Dornic par gramme de fromage (°D/g) (**Afnor, 1986**).

### II.6.3 Extrait Sec

Une prise d'essai de 3 g de fromage est introduite dans une capsule dont le poids à vide est connu. La capsule est ensuite mise à l'étuve à 105°C pendant 3h .Les capsules sont ensuite transférées dans un dessiccateur pendant quelques minutes au terme desquelles elle est refroidie puis pesée à nouveau.

Le résultat est calculé comme le résultats de l'extrait sec du lait .

### II.6.4 Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode de GERBER (1974)

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution du produit 3g du fromage à doser (excepté la matière grasse) par l'acide sulfurique 10ml . Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique 1ml , la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux .

### ✓ Mode opératoire

- Introduire 10ml d'acide sulfurique dans un butyromètre de GERBER
- Ajouter 3g de l'échantillon .
- Ajouter 1ml d'alcool iso amylique.
- On ferme le butyromètre a l'aide d'un bouchon, puis on mélange jusqu'a la dissolution totale du mélange.
- Centrifuger à 1200 tours pendant 5 min( 2 fois ) .
- **Expressions des résultats**

Le résultat est exprimé en g/l et la lecture se fait directement sur le butyromètre.

### II.6.5 Détermination de taux de cendres

Le taux de cendres est déterminé selon la méthode décrite par **(Aoac,2002)**, par calcination d'une prise d'essai de 3g de l'échantillon dans un creuset à une température de 500°C dans un four à moufle « **LINN High Therm** » pendant 5 heures, par la suite les cendres contenues dans les creusets sont transférées dans un dessiccateur puis pesées par une balance de précision. Chauffer les creusets dans un four électrique (four à moufle) réglé à 500°C pendant 30 min. Puis mettre les creusets dans un dessiccateur pour refroidir jusqu'à la température ambiante. Peser 5g de chaque échantillon dans les creusets et sécher dans le four à moufle à 500 °C pendant 5heures ; ensuite placer les creusets dans un dessiccateur et laisser refroidir à température ambiante et peser de nouveau le résidu c'est-à-dire les minéraux.

$$\% \text{ cendre totale} = M (\text{cendres}) \times 100 / M (\text{prise d'essai})$$

### II.6.6 Rendement fromagère

Le rendement fromager présente un grand intérêt en industrie fromagère car il reflète globalement comment a été réalisé la répartition quantitative des constituants du lait lors de l'égouttage. Il nécessite un taux élevé en extrait sec et plus précisément en protéines (caséine) et des concentrations élevées en matière grasse **(Naoani, 2009)**. Elle s'obtient selon la formuleci-dessous **(Vignola, 2002)** :

On a procédé au calcul du rendement fromager pour un litre de lait de mélange selon la fonction

## Matériels et Méthodes

---

$$\text{Rendement} = \frac{\text{masse de fromage(g)}}{\text{Volume de lait (ml)}} \times 100$$

### II.7 Caractérisation microbiologiques du fromage frais

#### II.7.1 Dénombrement d'*Escherichia coli* (JORA,N°75. 2017).

La méthode utilisée est le dénombrement de coliformes thermotolérants par comptage directe de colonies sur un milieu solide obtenues à 44°C (JORA N° 75 2017).

Le milieu de culture utilisé est la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) qui inhibe la croissance des bactéries gram positif et celle des autres bactéries gram négatif. Les boîtes de pétri sontensemencées en se servant de pipettes stériles.

L'une avec 1 ml de la dilution 10-1 et l'autre avec la dilution 10-2. Les boîtes sont coulées en double couche avec la gélose VRBL.

La lecture est faite après 24 à 48 heures d'incubation à 44°C par dénombrement des colonies rouges violacés d'un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm. (Annexe N° 11 )

#### II.7.2 Recherche des *Staphylococcus à coagulase positive* (JORA N °68 2014)

1- Ensemencement en profondeur du milieu gélosé au plasma de lapin et au fibrinogène, coulé dans deux boîtes de Petri, avec une quantité déterminée de l'échantillon pour essai si le produit est liquide ou avec une quantité déterminée de la suspension mère dans le cas d'autres produits. Dans les mêmes conditions, ensemencement des dilutions décimales obtenues à partir de l'échantillon pour essai ou de la suspension mère, à raison de deux boîtes par dilution.

2- Incubation de ces boîtes à 35° C ou 37° C pendant 18 h à 24 h et, si nécessaire, 24 h supplémentaires.

3- A partir du nombre de colonies caractéristiques par boîte de Petri, calcul du nombre de staphylocoques à coagulase positive par millilitre ou par gramme d'échantillon pour essai. (Annexe N° 11 )

#### II.7.3 Recherche de *Salmonella* (JORA N°44, 2017)

La recherche de *Salmonella* nécessite une prise d'essai à part (bactérie pathogène).

- **Pré enrichissement**

25g de chaque échantillon du fromage frais est mis dans 225 ml de TSE. Après 30 min on introduit aseptiquement 2,25ml d'une solution aqueuse de vert brillant dans chaque échantillon. Mélanger soigneusement. Incuber à l'étuve à 37° C pendant 20h ± 2 heures.

## Matériels et Méthodes

---

- **Enrichissement**

Introduire 10 ml du mélange pré-enrichi dans 100 ml de bouillon au sélénite-cystine, faire incubé à l'étuve à  $37^{\circ}\text{C} \pm 1$  pendant quarante-huit heures.

- **Isolement**

Après l'incubation, Effectuer les isollements en strés à la surface de deux milieux sélectifs solides coulés de préférence dans des boîtes de Pétri. Utiliser la gélose la gélose XLD, la gélose Hektoen. Retourner les boîtes à l'étuve à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant dix huit à vingt heures . Si le développement est insuffisant, pour suivre l'incubation.

- **Lecture**

Les salmonelles se présentent sous forme des colonies bleues vertes au centre noir sur gélose Héktoen, et rouge à centre noir sur gélose XLD.

Après lecture ; les colonies suspectes obtenu ont subi des tests confirmatifs suivants : Test à loxydase ,le test à l'ONPG et coloration de Gram. (**Annexe N° 11** )

### II.7.4 Recherche de *listeria monocytogene* (ISO 11290-1)

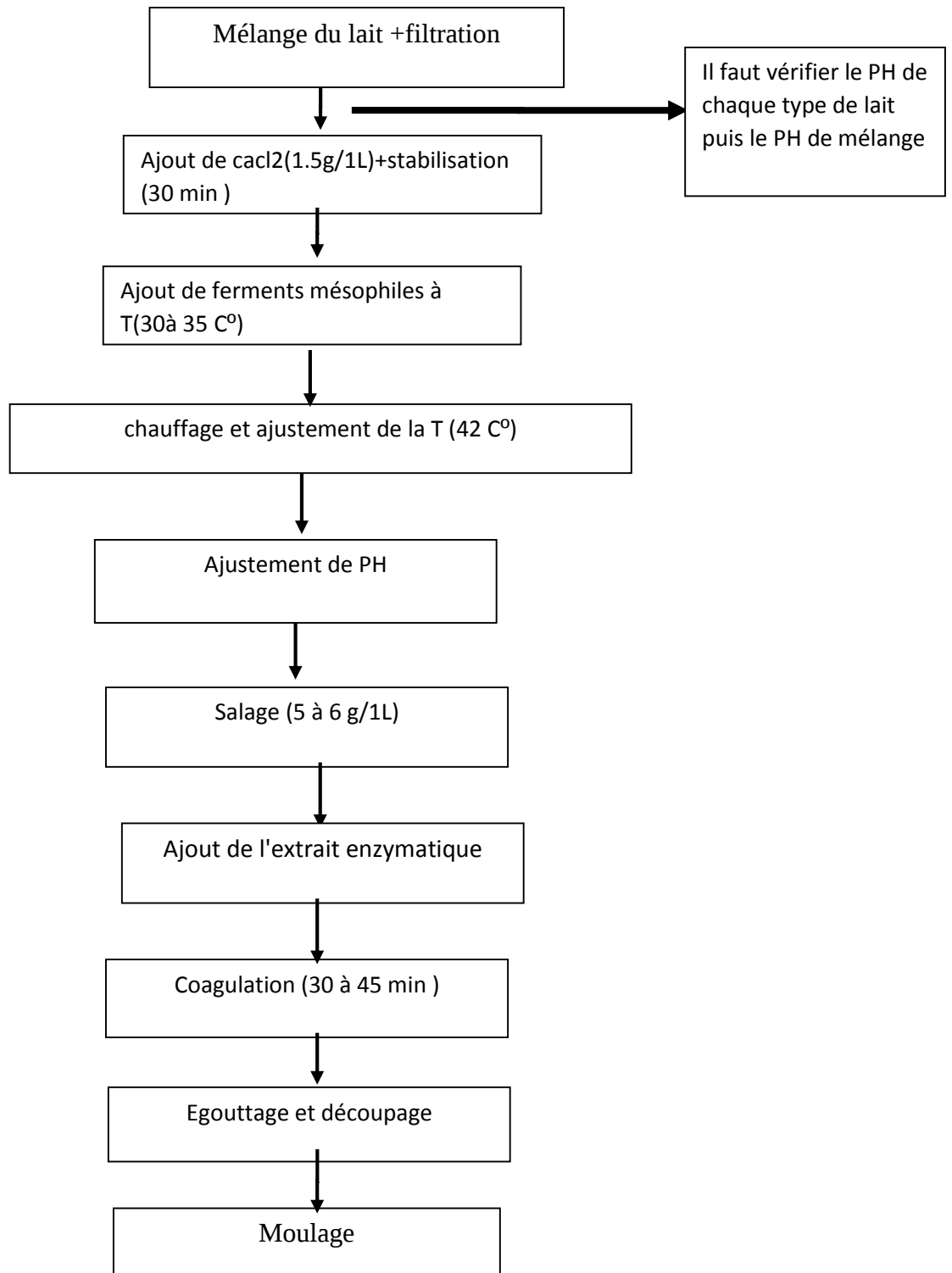
La recherche des *Listeria spp.* nécessite un pré-enrichissement de 25g d'aliment dans 225ml de bouillon sélectif de pré-enrichissement Fraser, homogénéisé à l'aide d'un homogénéisateur du type Stomacher. Au bout de 4 heures, un supplément Fraser demi (constitué de deux antimicrobiens acide nalidixique et acriflavine et d'un réactif le citrate de fer) est additionné.

Une fois incubés 24 heures à  $37^{\circ}\text{C}$ , 0,1 ml du milieu de pré-enrichissement est ensemencé dans des tubes à essai contenant 10 ml du bouillon Fraser (additionné cette fois de supplément Fraser) : Il s'agit d'une étape d'enrichissement. Après une incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 48h, les bouillons présentant une réaction positive prennent une coloration foncée qui peut être noire ou brune foncée alors que ceux présentant une réaction négative conservent la coloration paille du bouillon fraîchement préparé. Un volume de 0.1ml du bouillon d'enrichissement est ensemencé sur gélose sélective (PALCAM ou OXFORD) et incubé à  $37^{\circ}\text{C}$  et observé durant 48heures. Les colonies suspectes ont été purifiées sur gélose tryptone soja additionnée d'extraits de levures (TSA-YE) et incubées 24 heures à  $37^{\circ}\text{C}$ . (**Annexe N° 11** )

### II.8. Fabrication du fromage à coagulation mixte

La fabrication du fromage F1à coagulation mixte ( présure camelin + ferments ) dans les points optimum ( $\text{pH}= 5 / \text{T} = 42^{\circ}\text{C}$  )selon les schémas suivants :

## Matériels et Méthodes



**Figure N°10 :** Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais à coagulation mixte

### II.9. Caractérisation sensorielle du fromage à coagulation mixte

L'objectif de l'analyse consiste à donner une description sensorielle du fromage frais de lait camelin et chèvre en complément à l'analyse physico-chimique et microbiologique. (**Annexe N° 12** )

✓ Principe (**Berodier et al., 2003**)

Elle consiste à donner à un sujet un échantillon de fromage et les caractéristiques sensorielles sont évaluées par des observations visuelles et des dégustations.

La caractérisation porte sur :

- Aspect et texture ;
- Odeur et arôme ;
- Gout.

✓ Constitution du jury

Le groupe d'examineur est constitué de 20 personnes 'Etudiants et enseignants'

✓ Mode opératoire (**Berodier et al., 2003**)

Les échantillons de fromage sont coupés en petits carrés et placés dans une boîte fermée pendant une heure avant le test. Le dégustateur répond aux questions sur la grille d'évaluation (**Annexe N°**) et évalue les caractéristiques sensorielles

# Résultats et Discussion

## Résultats et Discussion

Ce travail a pour objectif d'optimiser les paramètres de la coagulation ph et de température par la méthode surface de réponse d'un coté et de fabriquer différents formulations de fromages frais à base de lait en mélange

### I. Résultats d' enquête

Selon le questionnaire proposé aux différents consommateurs de la région d'El-Oued, nous concluons les résultats suivants :

Les hommes consomment plus de lait camelin que les femmes-

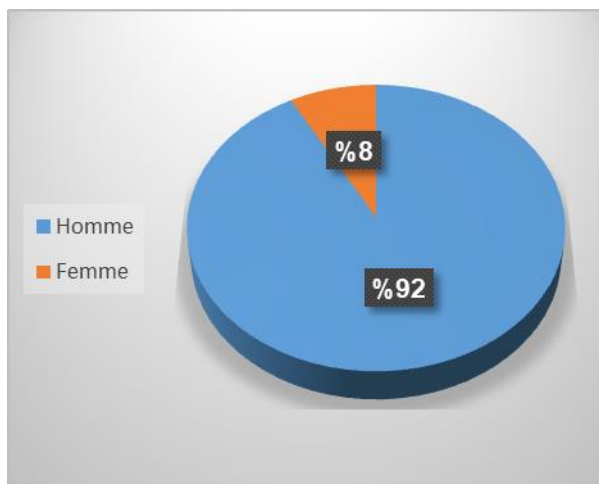
La plupart des gens boivent du lait camelin sous forme de lait frais

Un petit groupe de personnes qui fermentent et fabrique le fromage à base du lait camelin

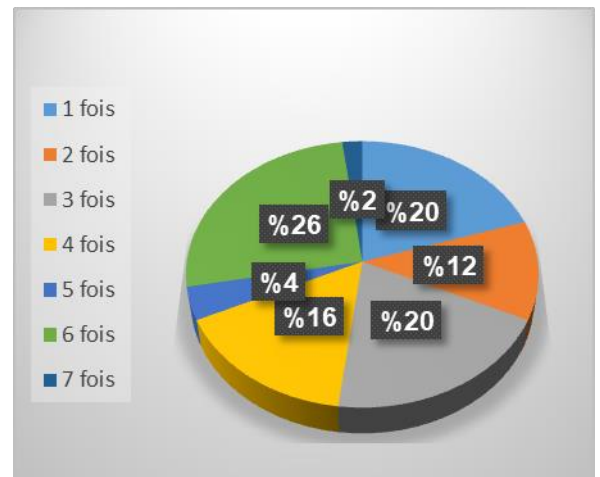
Le lait camelin est davantage consommé en hiver et se conserve plus longtemps

L'enfouissement sous terre et le Chaqwa sont deux méthodes les plus utilisés pour la conservation du lait camelin

Les résultats sont représentés dans les figures suivantes :

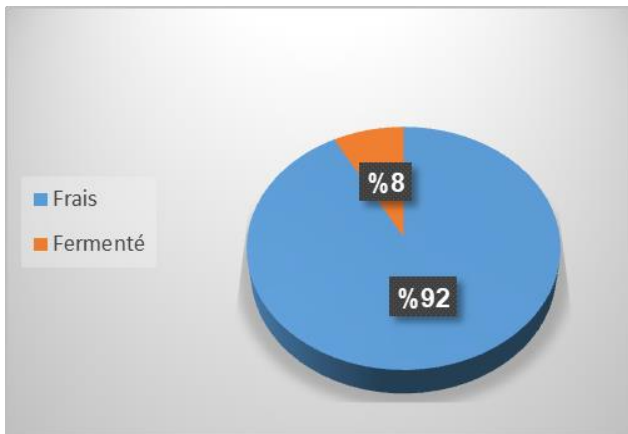


**Figure 11 :** Pourcentage de consommation de lait camelin selon sexe

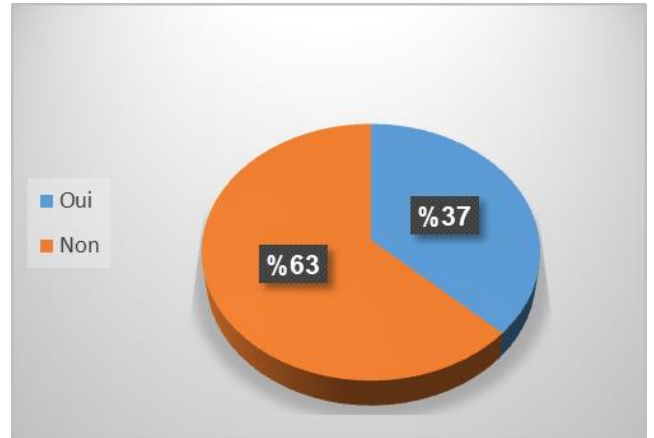


**Figure 12 :** La proportion du nombre de fois de consommation de lait camelin par jour

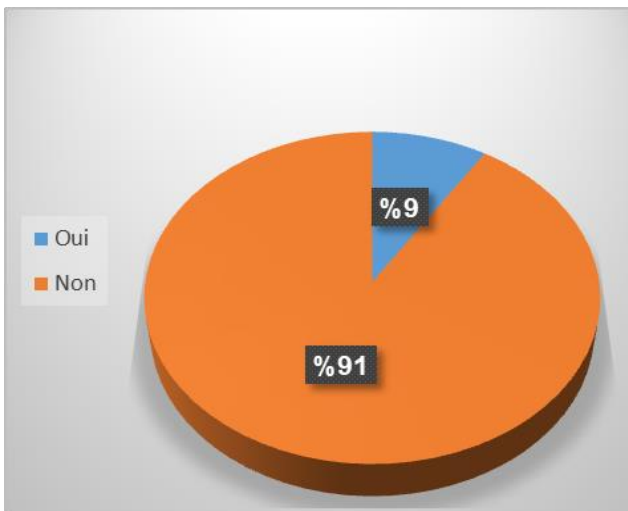
## Résultats et Discussion



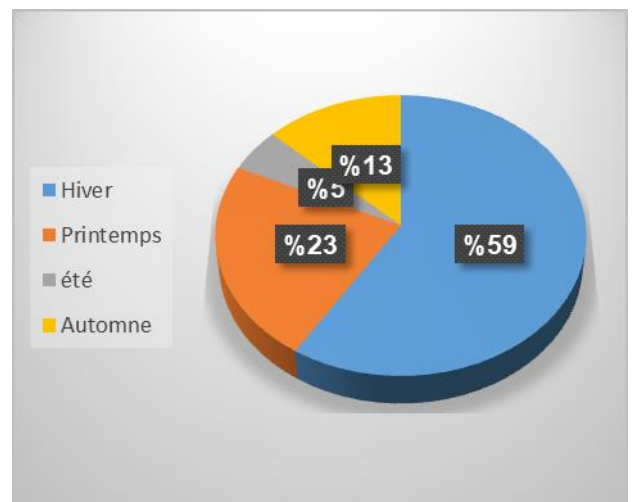
**Figure 13 :** Pourcentage de la façon dont le lait de chamelle est consommé sous forme de lait frais ou fermenté



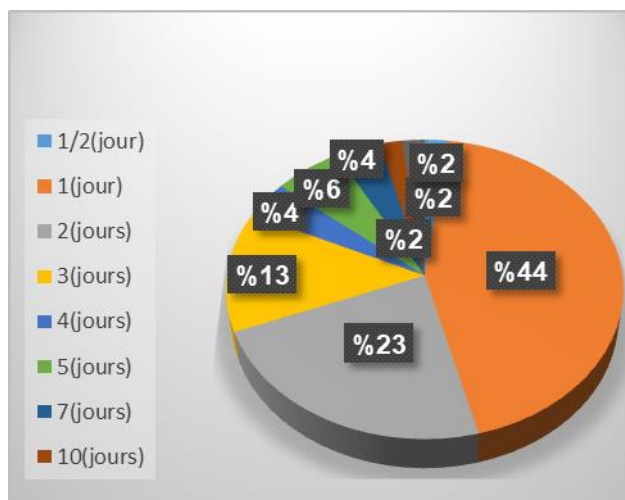
**Figure 14:** Pourcentage de fermentation du lait de chamelle



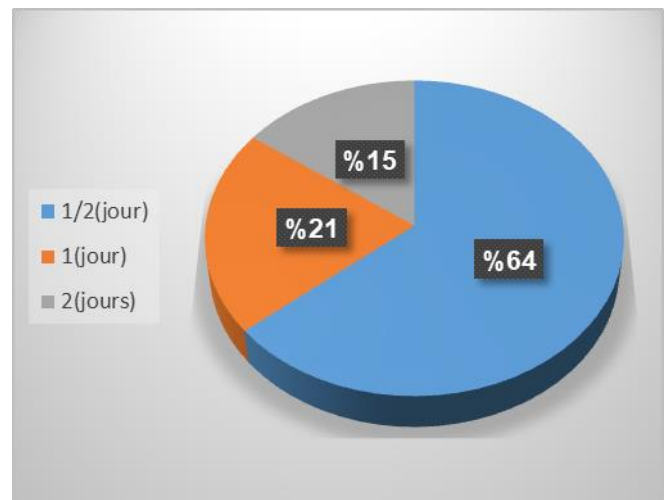
**Figure15 :** Pourcentage de la production de fromage à partir de lait de chamelle



**Figure16 :** Le pourcentage de consommation de lait de chamelle selon les saisons

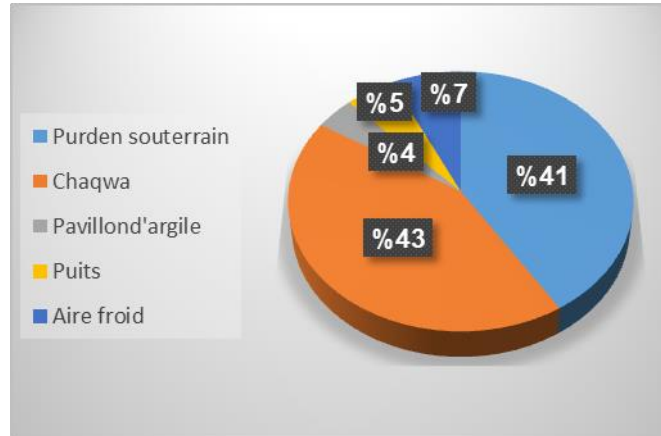


**Figure 17 :** Pourcentage de conservation du lait camelin en hiver selon les jours



**Figure 18 :** Le pourcentage de conservation du lait camelin en été selon les jours

## Résultats et Discussion



**Figure 19 :** Le pourcentage de méthodes de conservation du lait camelin

### II . Résultats d'analyses physico-chimiques de lait

Les résultats d'analyses physico-chimiques des trois types du lait (lait camelin, lait caprin et lait bovin) sont représentés dans le tableau N°9.

**Tableau N° 09 :** Résultats d'analyses physico-chimiques du lait

| Paramètres            | Lait camelin | (El-Hatmi, 2015) | Lait caprin | Normes (AFNOR 1993) | Lait bovin | Normes (AFNOR 1986) |
|-----------------------|--------------|------------------|-------------|---------------------|------------|---------------------|
| PH                    | 6.96±0.14    | 6.460±0.005      | 6.45±0.12   | 6.45-6.90           | 7.2±0.01   | 6.7-6.8             |
| Acidité °D            | 24±0.00      | 18.30±0.45       | 30±0.5      | 14-18               | 15±1.5     | 16-18               |
| Densité               | 1.029±0.00   | 1.0300±0.0005    | 1.031±0.00  | 1.027-1.035         | 1.035±0.00 | 1.030-1.033         |
| Protéine g/l          | 35±0.05      | 34.1±0.31        | 37±0.1      | 28-31.23            | 36±0.00    | 28 – 36             |
| Lactose g/l           | 53±0.05      | /                | 55.6±0.15   | 44-47               | 55±0.00    | 40 -50              |
| Extrait sec total g/l | 128±1.45     | 107.7±0.03       | 354±0.32    | 129-196             | 83±0.31    | 107- 112            |
| Matière grasse g/l    | 38±1.45      | 32±0.0           | 23±0.60     | 28.5 – 32           | 60±0.05    | 34 – 36             |
| Cendres g/l           | 8.5±0.1      | 7.50±0.102       | 9.8±0.09    | 8 -10               | 5.3±0.03   | 5.2- 8.8            |

#### II.1. pH

Les valeurs du pH des laits sont très proches l'une de l'autre .les laits dromadaire et chèvre sont légèrement acide comparativement avec le lait bovin . pH du lait camelin relativement bas

## Résultats et Discussion

---

probablement due à la concentration élevée d'acide ascorbique (vitamine C). (Yadav et al, 2015).

Pour le lait caprin, La valeur du pH a une excellente relation avec la composition du lait, en particulier du phosphate, de la caséine et d'autres protéines (citrate et carbonate) (Di Chen, 2018).

Ce valeur de lait caprin se situe dans l'intervalle de la norme. Le lait camelin est élevé par rapporte (El-Hatmi et al, 2015).

### II.2 Acidité titrable

Le échantillon du lait camelin analysés présentent une acidité titrable de l'ordre de (24°D) et lait chever qui est de l'ordre de (30°D). Ils sont supérieur à lait vache (15°D), Ce valeur de lait caprin est élevée de la norme (14 à 18°D) et (Sabahelkhier et al, 2012) et (Rafiq et al, (2016) ont rapporté les résultats (14°D) et (12°D) respectivement

Concerne le lait camelin est proche de celle rapporté par (El-Hatmi et al, 2015) qui est de (18.30°D) et moins de par rapport au résultat de (Elhosseney et al, 2018) qui est de (30°D) L'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait, non Cela peut être dû au développement de bactéries lactiques causé par l'influence du gibier Combine l'élévation de la température et la durée de conservation du lait (Boumendjel et al, 2017).

### II.3 Densité

La mesure de la densité a montrée que le lait vache (1.035) est plus dense que le lait camelin et chèvre ont rapporté les résultats (1.029) et (1.030) respectivement.

La densité du lait caprin est se situe entre 1.027 à 1.035 de la norme et il est proche par (El-Hatmi et al, 2015) qui est de (1.031). Le valeur lait camelin est proche par (Merzouk et al, 2013) et (El-Hatmi, et al, 2015) ont rapporté les résultats (1.031) et (1.030) respectivement

La faible densité enregistrée dans la présente étude peut être expliquée par le taux faible du lait en matière sèche, en matière protéique et surtout en caséines par rapport au lait bovin (Mosbah et al, 2017).

### II.4 Matière grasse

Les résultats obtenus le lait vache a donné la teneur le plus élevé qui est de 60 g/l par contre le lait camelin (38 g/l) et le lait caprin (23 g/l) ont moins teneur en matière grasse le lait camelin est proche de celle rapporté par (El-Hatmi et al, 2015) qui est de (32) et Et plus de par rapport au résultat de (Amin O et al, 2014) qui est de (25.7).

## Résultats et Discussion

---

le lait caprin est proche de la norme) et moins de par rapport au résultat de (**Rafiq et al,(2016)**) qui est de (46.1)

Le taux de matières grasses est affecté par plusieurs facteurs: des effets combinés de l'alimentation, des facteurs climatiques (chaleur, aridité), et du stade de lactation. Il était difficile de dissocier entre ces facteurs, mais l'effet global s'est traduit par une chute de l'extrait sec total, résultant de la diminution du taux de matière azotée et plus particulièrement les caséines (**Hamidi ,2014 )**

### II.5 Lactose

La teneur en lactoses du lait camelin et chèvre est égale à  $(53\pm 0.0\text{g/l})$ ;  $(55.6\pm 0.0\text{g/l})$  et elle proche au lait vache  $(55\pm 0.0\text{g/l})$  Le lait chèvre a une teneur plus proche à celle montrée par FAO(1995) Le valeur de lait camelin est proche par (**Amin O,2014**) qui est de (48.7g/l).

La teneur en lactose du lait camelin semble dépendre non seulement de la race mais aussi du stade de lactation et de l'état d'hydratation. Elle est faible pendant les premières heures qui suivent le vêlage et subit une augmentation de 36 % de la teneur initiale, 24 heures après. Une diminution de 37 % de la teneur initiale a été constatée en cas de déshydratation des chamelles (**Chethouna, 2011**).

### II.6 Taux du protéine

La teneur en protéines du lait camelin et chèvre est égale à  $(35\text{g/l})$ ;  $(36\text{g/l})$  et elle proche au lait vache  $(37\text{g/l})$  Le lait chèvre a une teneur plus proche à celle montrée par FAO(1995) . aussi la valeur du lait camelin similaire à celle (**El-Hatm et ali, 2015**)  $=34\text{g/l}$  et (**Obaid et al,2014**)  $(31.4\text{g/l})$  .

La concentration des protéines laitières varie selon la saison, le stade de lactation et le nombre de mises en bas (**Debouz.et al, 2014**).

### II.7 Extrait sec total

Pour ce qui est de la matière sèche, nous avons enregistré le lait caprin a donné la teneur le plus élevé qui est de 354 g/l. et le lait camelin 128g/l. par contre le lait vache a moins teneur en matière sèche (83g/l).

Ces valeurs de lait caprin est élevée de la norme et (**El-Hatmi et al, 2015**) qui est de (119.6) Concerne le lait camelin est proche de celle rapporté par (**El-Hatmi et al, 2015**).

La teneur en cendres du lait diminue en cas de privation d'eau. Elle varie également en fonction du stade de lactation et serait fonction des quantités de lait produites (**Siboukeur , 2007**).

## Résultats et Discussion

### II.8 Taux des cendres

Pour ce qui est de cendre, nous avons enregistré le lait caprin (9.8g/l) le lait camelin (8.5g/l) ont donné la teneur le plus élevé. par contre le lait vache (5.3g/l).

Le valeur de lait camelin est proche par (*El-Hatmi et al, 2015*) .pour lait caprin est se situe dans l'intervalle la norme .

Les teneurs plus élevées en cendres du lait camelin observées dans ce l'étude pourrait être corrélée à la nature de la végétation disponible dans la zone d'étude et la nature de l'alimentation complémentaire. Les variations de la teneur en cendres ont été attribuées à la race différences, alimentation nombre de parité et stade de lactation saison systèmes de gestion et prise d'eau (*Hadeb et al ,2018*).

### III . Résultats de caractérisation l'extrait enzymatique ( présure cameline)

Les résultats de la caractérisation des extraits enzymatiques ( présure cameline) , elles sont mentionnés dans le tableau ci-dessous .

**Tableau N°10:**Résultats de la caractérisation des extraits enzymatiques

| Caractéristiques            | Présure cameline | présure commerciale |
|-----------------------------|------------------|---------------------|
| Activité coagulante (UP)    | 4.36± 0.99       | 2.96 ± 17.83        |
| Force de coagulation (US)   | 1/3179.65±0.18   | 1/50000±14.99       |
| Taux de protéines (mg/ml)   | 17±0.00          | 15±0.00             |
| Activité spécifique (UP/mg) | 0.256±0.1        | 0.197±0.00          |
| Temps de coagulation(min)   |                  |                     |
| Lait camelin                | 12.33±0.52       | 1.37±0.78           |
| Lait caprin                 | 23.36±0.96       | 0.63±0.14           |
| Lait bovin                  | 16.64±0.76       | 1.29±0.01           |

#### III.1. Activité coagulante

L'extrait clarifié de la présure cameline a une activité coagulante de 4.36 U.P. Cette activité supérieur Par rapport à la présure commerciale évaluée à 2.96 U.P et aux activités

## Résultats et Discussion

---

obtenues par **(Boudjena et al. 2011)** évaluée à 0.235 U.P., par **Isselnane (2014)** estimée à 3.91 U.P et par **(Benhamadouche et Nesnas ,2019)** qui est de 1.26 U.P.

### III.2.Teneur en protein

La teneur en protéines de l'extrait clarifié de la présure cameline obtenu est de 17mg/ml. Ce résultat est supérieur à la présure commerciale évaluée à 15 et inférieur à celui obtenu par **Isselnane (2014)** ayant une valeur de 30.5 mg/ml.

### III.3. Activité spécifique

Nous avons une valeur d'activité spécifique de 0,256 UP/mg, Cette activité est supérieur Par rapport à la présure commerciale évaluée à 0,197 UP/mg à celle obtenue par **Isselnane (2014)** évaluée à 0,127 UP/mg .

### III.4. Temps de coagulation

La mesure du temps de coagulation a permis d'affirmer qu'il y a une bonne affinité des extraits coagulants de camelin pour le lait camelin et vache .Ces deux derniers sont les courts comparé ceux enregistrés pour le lait caprin . Les résultat des mesure présure de cameline sur lait camelin le lait et lait vache Moins que les valeurs la présure commerciale . Notez que les résultats que nous avons trouvés sont bien supérieurs à ce qu'ils ont trouvé **Bouloussa et mahmoudi (2020)**. Ces différences des résultats sont due selon l'âge du dromadaire, , d'autres solutions de macération ainsi que les conditions d'extraction ( **Mahboub et al , 2012**).

## IV. Optimisation des paramètres de floculation et coagulation par méthode surface de Repens

### IV.1. Modulisat[i]on statistique de temps de floculation du lait

Dans cette étude, nous saisissons les facteurs (PH et T°) et définissons leurs valeurs par le plan d'expérience de nous donner le minimum de nombre d'essai afin de trouver Réponse du temps de floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale (**Tableau 11**)

## Résultats et Discussion

**Tableau N°11: Réponse du temps de floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale**

| Valeur non codés |       |        | Réponse du temps de floculation en (s) |      |               |      |               |      |
|------------------|-------|--------|----------------------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| Essai            | pH    | T°     | F1(50%LD/50%LC)                        |      | F225%LD/75%LC |      | F375%LD/25%LC |      |
|                  |       |        | PCM                                    | PL   | PCM           | PL   | PCM           | PL   |
| 1                | 5.85  | 42     | 6.24±0.76                              | 2.83 | 2.26±0.35     | 2.44 | 3.61±2.13     | 2.33 |
| 2                | 5.85  | 36     | 7.99±0.58                              | 2.47 | 7.70±0.46     | 2.54 | 6.48±0.77     | 2.91 |
| 3                | 6.451 | 31.757 | 8.57±1.92                              | 2.95 | 7.48±0.19     | 3.12 | 7.46±0.31     | 2.66 |
| 4                | 6.451 | 40.242 | 5.59±0.63                              | 3.06 | 5.64±0.60     | 3.40 | 4.53±0.44     | 2.95 |
| 5                | 5.85  | 36     | 6.14±0.93                              | 2.81 | 6.9±0.06      | 2.87 | 5.81±1.27     | 2.83 |
| 6                | 5.248 | 40.242 | 8.15±0.2                               | 2.49 | 5.50±0.79     | 2.50 | 6.48±0.31     | 2.90 |
| 7                | 5.85  | 36     | 7.09±1.43                              | 3.34 | 7.35±0.15     | 1.85 | 7.95±1.07     | 4.39 |
| 8                | 6.70  | 36     | 8.20±2.98                              | 2.58 | 6.70±0.50     | 2.36 | 8.57±0.86     | 2.56 |
| 9                | 5.85  | 36     | 9.40±1.22                              | 2.90 | 7.42±0.55     | 2.18 | 7.47±0.44     | 2.10 |
| 10               | 5.85  | 30     | 7.05±0.75                              | 3.78 | 8.41±2.16     | 2.69 | 5.97±0.70     | 2.15 |
| 11               | 5     | 36     | 7.92±0.15                              | 2.58 | 5.76±1.55     | 2.05 | 7.01±0.34     | 1.80 |
| 12               | 5.85  | 36     | 7.85±0.59                              | 3.30 | 7.94±0.02     | 3.09 | 6.49±0.66     | 3.90 |
| 13               | 5.248 | 31.75  | 5.23±0.54                              | 2.74 | 4.63±0.15     | 4.08 | 5.13±0.50     | 4.58 |

**F1** : Formulation 1(50% lait caprin et 50 % lait camelin), **F2** : Formulation 2 (75% lait caprin et 25 % lait camelin) et **F3** : Formulation 3 (25% lait caprin et 75% lait camelin).

Ensuite, nous analysons les résultats afin de déterminer l'équation, et notons que tous les désirabilités sont égaux à 1 (**Tableau 12**)

## Résultats et Discussion

**Tableau N°12: Regeission et equation Réponse du temps de floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale**

|                    | Formilatio<br>n          | Enzyme | R<br>carr<br>é    | Equation regrission                                                    | d        |
|--------------------|--------------------------|--------|-------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Floculation</b> | F1<br>(50%LD/50<br>%LC)  | PCM    | <b>74.2<br/>1</b> | <b>-54.9 + 6.20 T - 0.486<br/>PH*T</b>                                 | <b>1</b> |
|                    |                          | PL     | <b>82.7<br/>5</b> | <b>28.5 + 1.515 T + 0.01504<br/>T*T</b>                                | <b>1</b> |
|                    | F2<br>(25%LD/75<br>%LC)  | PCM    | <b>86.3<br/>8</b> | <b>-180.5 + 30.19 PH + 5.57<br/>T - 1.688 PH*PH - 0.0581<br/>T*T -</b> | <b>1</b> |
|                    |                          | PL     | <b>75.2<br/>7</b> | <b>112.8 + 0.02605 T*T<br/>+ 0.3000 PH*T</b>                           | <b>1</b> |
|                    | F3<br>(375%LD/25<br>%LC) | PCM    | <b>82.6<br/>4</b> | <b>-124.0 - 0.0624 T*T -<br/>0.417 PH*T</b>                            | <b>1</b> |
|                    |                          | PL     | <b>76.6<br/>2</b> | <b>-74.7 - 1.995 PH*PH</b>                                             | <b>1</b> |

**F1** : Formulation 1(50% lait caprin et 50 % lait camelin), **F2** : Formulation 2 (75% lait caprin et 25 % lait camelin) et **F3** : Formulation 3 (25% lait caprin et 75% lait camelin) d : désirabilité

PCM: présure cameline ;PL: présure commerciale R: régression

Enfin, déterminez les coefficient de régression Afin de savoir s'il y a un effet de la PH et de T° sur la floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale (**Tableau 13**)

**tableau N°13: Modélisation de la Réponse du temps de floculation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale**

| Enzyme     | Coefficient<br>de<br>régression | Valeur de p<br>De F1<br>(50 %LD/50%LC) | Valeur de p<br>De F2<br>(25%LD/75%LC) | Valeur de p<br>De F3<br>(375%LD/25%LC) |
|------------|---------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>PCM</b> | <b>b0</b>                       | <b>0.048</b>                           | <b>0.006</b>                          | <b>0.014</b>                           |
|            | <b>b1</b>                       | <b>0.583</b>                           | <b>0.048</b>                          | <b>0.264</b>                           |
|            | <b>b2</b>                       | <b>0.020</b>                           | <b>0.014</b>                          | <b>0.054</b>                           |
|            | <b>b11</b>                      | <b>0.878</b>                           | <b>0.038</b>                          | <b>0.229</b>                           |
|            | <b>b22</b>                      | <b>0.057</b>                           | <b>0.003</b>                          | <b>0.006</b>                           |
|            | <b>b12</b>                      | <b>0.049</b>                           | <b>0.068</b>                          | <b>0.026</b>                           |
| <b>PL</b>  | <b>b0</b>                       | <b>0.013</b>                           | <b>0.042</b>                          | <b>0.036</b>                           |
|            | <b>b1</b>                       | <b>0.405</b>                           | <b>0.778</b>                          | <b>0.963</b>                           |
|            | <b>b2</b>                       | <b>0.012</b>                           | <b>0.762</b>                          | <b>0.087</b>                           |
|            | <b>b11</b>                      | <b>0.231</b>                           | <b>0.385</b>                          | <b>0.006</b>                           |
|            | <b>b22</b>                      | <b>0.006</b>                           | <b>0.024</b>                          | <b>0.069</b>                           |

**F1** : Formulation 1(50% lait caprin et 50 % lait camelin), **F2** : Formulation 2 (75% lait caprin et 25 % lait camelin) et **F3** : Formulation 3 (25% lait caprin et 75% lait camelin).

## Résultats et Discussion

---

### IV.1.1 Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 1

les coefficients de régression  $\beta_1$ ,  $\beta_{11}$  présentent des valeurs de p supérieur à 0,05 Nous concluons qu'il n'y a pas effet linéaire et quadratique significatif de PH sur la formulation avec PCM, ainsi que sur la formulation avec PL. En ce qui concerne le coefficient de régression  $\beta_2$  présente une valeur de p inférieure à 0,05 nous disons qu'il y a un effet linéaire significatif de T° sur la formulation avec PCM, Quant au le coefficient de régression  $\beta_{22}$  présente une valeur de p supérieur à 0,05 t, il n'y a pas d'effet quadratique significatif de T° sur la formulation avec PCM, Par rapport à la formulation 1 avec PL, qui est affecté par les effets linéaire et quadratique. Pour le coefficient de régression  $\beta_{12}$  présente une valeur de p inférieure à 0,05 nous disons qu'il y a un effet interactif significatif de PH et T° sur la formulation avec PCM contrairement à la formulation avec PL cela n'est pas affecté. La floculation de la formulation 1 est influencée par la variation PH / T° avec PCM alors que La floculation de la formulation 1 avec PL est affecté seulement par la variation PH.

### IV.1.2 Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 2

En ce qui concerne les coefficients de régression  $\beta_1$ ,  $\beta_{11}$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_{22}$  ont des valeurs de p inférieur à 0,05. Ce qui montre il y a d'effets linéaire et quadratique significatif de PH et T° sur la formulation avec PCM, Alors que, pour la formulation avec PL, que il n'est pas affecté par l'effet quadratique significatif de T°. Pour le coefficient de régression  $\beta_{12}$  présente une valeur de p supérieur à 0,05 nous disons qu'il n'y a pas un effet interactif significatif de T° sur la formulation avec PCM contrairement à la formulation avec PL Cela est affecté. Nous concluons que la floculation de la formulation 2 sensible par la variation PH / T° avec PCM.

### IV. 1.3 Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 3

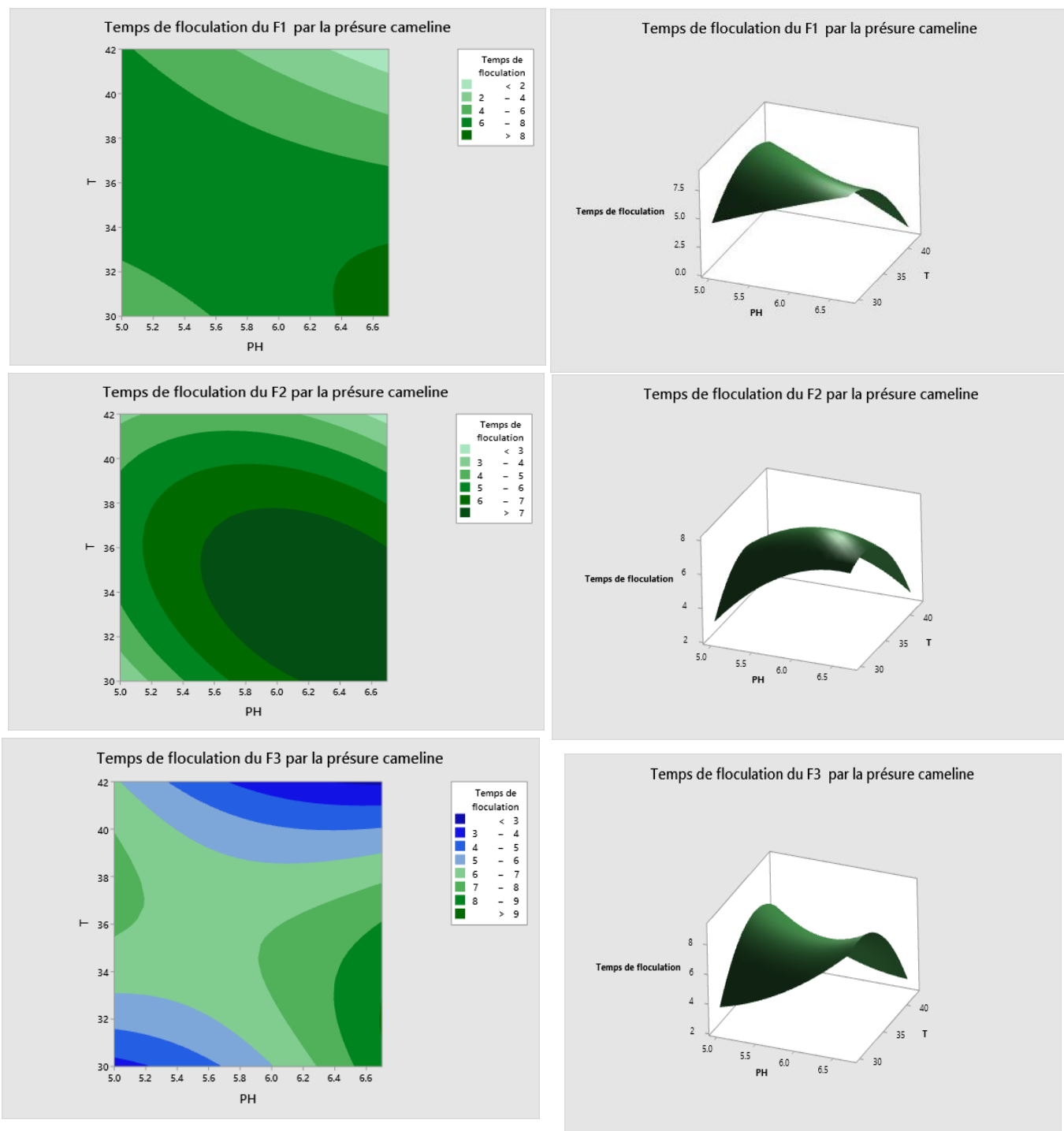
les coefficients de régression  $\beta_1$ ,  $\beta_{11}$  présentent des valeurs de p supérieur à 0,05 Nous concluons qu'il n'y a pas effet linéaire et quadratique significatif de PH sur la formulation avec PCM, Cependant, la formulation avec PL est affecté par l'effet quadratique significatif de PH. les coefficients de régression  $\beta_2$ ,  $\beta_{22}$  présentent des valeurs de p inférieur à 0,05 nous disons qu'il y a un effet linéaire et quadratique significatif de T° sur la formulation avec PCM. le coefficient de régression  $\beta_2$  présente une valeur de p supérieur à 0,05 nous disons qu'il n'y a pas un effet linéaire significatif de T° sur la formulation avec PCM, Quant au le coefficient de régression  $\beta_{22}$  présente une valeur de p inférieure à 0,05 t, il y a d'effet

## Résultats et Discussion

---

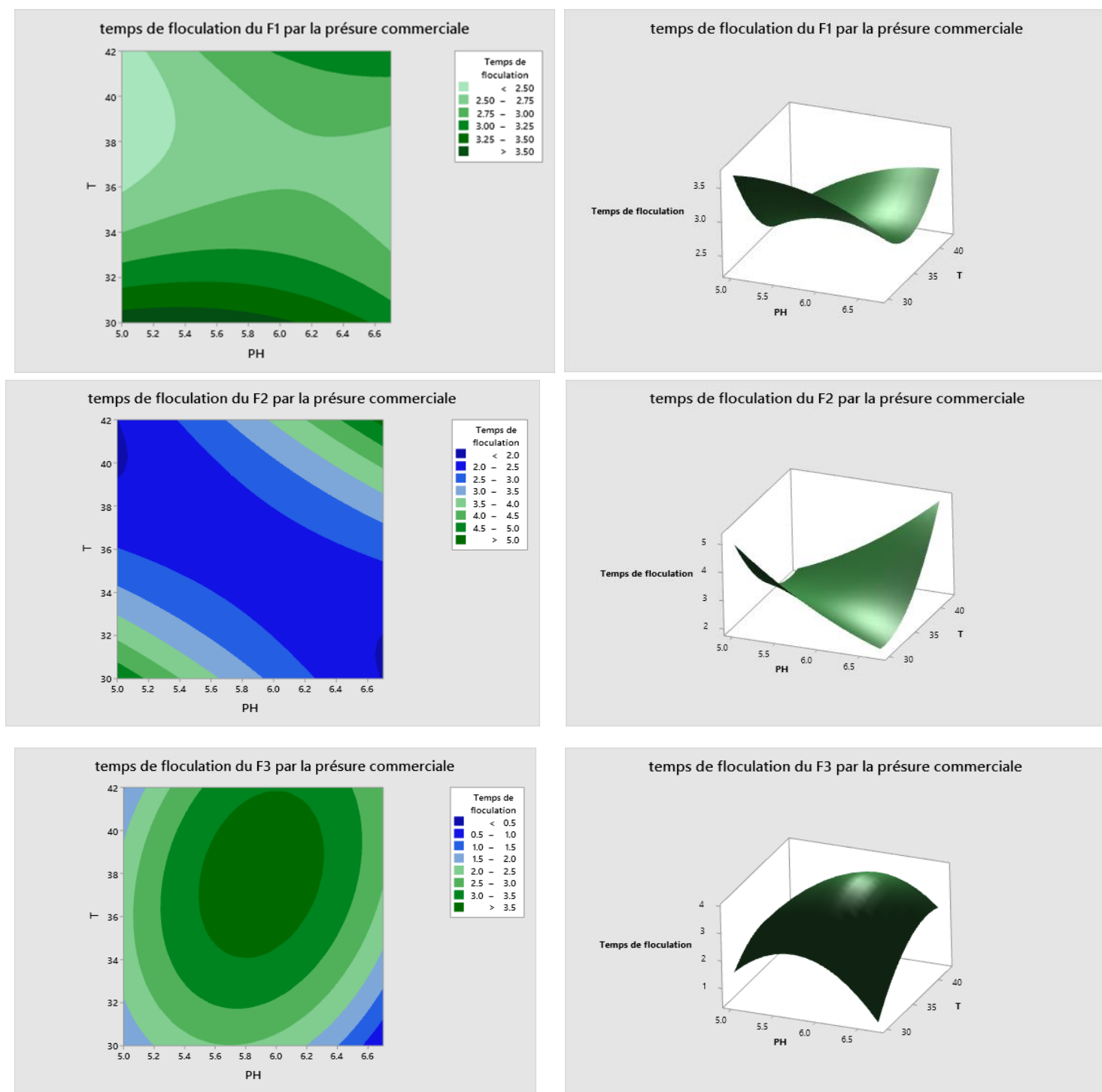
quadratique significatif de  $T^\circ$  sur la formulation avec PCM Ces résultats sont similaires à la formulation avec PL. Pour le coefficient de régression  $\beta_{12}$  présente une valeur de p inférieure à 0,05 nous disons qu'il y a un effet interactif significatif de  $T^\circ$  sur la formulation avec PCM contrairement à la formulation avec PL Cela n'est pas affecté . La floculation de la formulation 3 est influencée par la variation PH /  $T^\circ$  avec PCM alors que La floculation de la formulation avec PL est affecté seulement par la variation  $T^\circ$ .

## IV. 1.4. Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de floculation



**Figure N°20:** Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de floculation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure cameline

## Résultats et Discussion



**Figure N°21:** Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de floculation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure commercial

## Résultats et Discussion

### IV. 2.Modulisation statistique de temps de coagulation du lait

Dans cette étude, nous saisissons les facteurs (PH et T°) et définissons leurs valeurs par le plan d'expérience de nous donner le minimum de nombre d'essai afin de trouver Réponse du temps coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale (Tableau 14)

**Tableau N°14: Réponse du temps de coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale**

| Valeur non codés |       |        | Réponse du temps de coagulation en second |        |                |        |                |       |
|------------------|-------|--------|-------------------------------------------|--------|----------------|--------|----------------|-------|
| Essai            | pH    | T°     | F1(50%LD/50%L C)                          |        | F225%LD/75%L C |        | F375%LD/25% LC |       |
|                  |       |        | PCM                                       | PL     | PCM            | PL     | PCM            | PL    |
| 1                | 5.85  | 42     | 12.41±0.57                                | 20.36  | 4.18±7.09      | 7.05   | 6.28±1.98      | 8.92  |
| 2                | 5.85  | 36     | 18.86±5.32                                | 12.31  | 3.52±1.27      | 7.38   | 14.7±5.98      | 8.95  |
| 3                | 6.451 | 31.757 | 18.46±2.67                                | 18.50  | 21.59±2.19     | 14.62  | 24.29±0.13     | 16.62 |
| 4                | 6.451 | 40.242 | 6.63±3.16                                 | 7.24   | 22.63±1.49     | 7.67   | 25.80±3.05     | 9.05  |
| 5                | 5.85  | 36     | 8.82±5.2                                  | 9.39   | 6.54±4.38      | 9.98   | 9.24±2.60      | 9.14  |
| 6                | 5.248 | 40.242 | 8.00±0.76                                 | 8.29   | 23.69±1.10     | 6.98   | 30.80±1.37     | 83.25 |
| 7                | 5.85  | 36     | 33.89±19.52                               | 8.79   | 2.88±0.19      | 9.50   | 12.57±0.26     | 8.18  |
| 8                | 6.70  | 36     | 41.15±15.63                               | 13.85  | 24.50±0.35     | 8.31   | 14.78±1.69     | 14.78 |
| 9                | 5.85  | 36     | 25.57±5.85                                | 10.50  | 3.62±1.13      | 8.87   | 13.01±3.33     | 9.87  |
| 10               | 5.85  | 30     | 22.73±10.75                               | 9.69   | 17.55±2.75     | 12.86  | 14.18±2.91     | 10.75 |
| 11               | 5     | 36     | 11.61±9.69                                | 106.03 | 5.45±3.17      | 6.59   | 13.75±1.02     | 22.55 |
| 12               | 5.85  | 36     | 18.14±5.96                                | 7.78   | 6.09±2.22      | 6.67   | 16.7±5.56      | 12.96 |
| 13               | 5.248 | 31.75  | 18.24±0.66                                | 14.14  | 16.70±0.42     | 162.03 | 16.9±3.28      | 22.23 |

F1 : Formulation 1(50% lait caprin et 50 % lait camelin), F2 : Formulation 2 (75% lait caprin et 25 % lait camelin) et F3 : Formulation 3 (25% lait caprin et 75% lait camelin).

Ensuite, nous analysons les résultats afin de déterminer l'équation, et notons que tous les désirabilité sont égaux à 1 (Tableau 15)

## Résultats et Discussion

**Tableau N°15: Régissions et équation Réponse du temps de coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale**

|             | Formulation           | Enzyme | R            | Equation de regression                                                      | D               |
|-------------|-----------------------|--------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Coagulation | F1<br>(50%LD/50 %LC)  | PCM    | <b>95.17</b> | <b>-1096 + 208.9 PH + 28.39 T - 20.05 PH*PH - 0.4786 T*T</b>                | <b>1</b>        |
|             |                       | PL     | <b>98.69</b> | <b>1040 - 443.1 PH + 43.27 PH*PH - 2.479 PH*T</b>                           | <b>1</b>        |
|             | F2<br>(25%LD/75 %LC)  | PCM    | <b>99.22</b> | <b>1310.5 - 277.7 PH - 28.26 T + 22.994 PH*PH + 0.3555 T*T</b>              | <b>1</b>        |
|             |                       | PL     | <b>99.84</b> | <b>3946.5 - 670.7 PH - 100.83 T + 29.61 PH*PH + 0.6654 T*T + 8.265 PH*T</b> | <b>1</b>        |
|             | F3<br>(375%LD/2 5%LC) | PCM    | <b>75.71</b> | <b>326 - 13.67 T + 0.3015 T*T</b>                                           | <b>0.869952</b> |
|             |                       | PL     | <b>99.40</b> | <b>628 - 241.1 PH + 6.73 T + 39.14 PH*PH + 0.5077 T*T - 6.873 PH*T</b>      | <b>1</b>        |

**F1** : Formulation 1(50% lait caprin et 50 % lait camelin), **F2** : Formulation 2 (75% lait caprin et 25 % lait camelin) et **F3** : Formulation 3 (25% lait caprin et 75% lait camelin) d :désirabilité PCM: présure cameline ;PL: présure commerciale R: régression

Enfin, déterminez les coefficient de régression Afin de savoir s'il y a un effet de la PH et de T° sur la coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale (**Tableau 16**)

## Résultats et Discussion

**Tableau N°16: Modélisation de la Réponse du temps de coagulation du trois formulation avec la présure cameline et La présure commerciale**

| Enzyme | Coefficient de régression | Valeur de p<br>De F1<br>(50%LD/50%L<br>C) | Valeur de p<br>De F2<br>(25%LD/75%L<br>C) | Valeur de p<br>De F3<br>(375%LD/25%L<br>C) |
|--------|---------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| PCM    | b0                        | 0.000                                     | 0.000                                     | 0.040                                      |
|        | b1                        | 0.003                                     | 0.000                                     | 0.760                                      |
|        | b2                        | 0.013                                     | 0.016                                     | 0.028                                      |
|        | b11                       | 0.000                                     | 0.000                                     | 0.203                                      |
|        | b22                       | 0.000                                     | 0.000                                     | 0.013                                      |
|        | b12                       | 0.134                                     | 0.061                                     | 0.193                                      |
| PL     | b0                        | 0.000                                     | 0.000                                     | 0.000                                      |
|        | b1                        | 0.000                                     | 0.000                                     | 0.000                                      |
|        | b2                        | 0.696                                     | 0.000                                     | 0.000                                      |
|        | b11                       | 0.000                                     | 0.000                                     | 0.000                                      |
|        | b22                       | 0.318                                     | 0.000                                     | 0.000                                      |
|        | b12                       | 0.000                                     | 0.000                                     | 0.000                                      |

F1 : Formulation 1(50% lait caprin et 50 % lait camelin), F2 : Formulation 2 (75% lait caprin et 25 % lait camelin) et F3 : Formulation 3 (25% lait caprin et 75% lait camelin).

### IV. 2.1. Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 1

les coefficients de régression  $\beta_1$ ,  $\beta_{11}$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_{22}$  ont des valeurs de p inférieur à 0,05. Ce qui montre il y a d'effets linéaire et quadratique significatif de PH et T° sur la formulation avec PCM aussi que la formulation avec PL est affecté par les effets linéaire et quadratique significatif de PH mais Il n'est pas affecté par les effets linéaire et quadratique significatif de T° . le coefficient de régression  $\beta_{12}$  présente une valeur de p supérieur à 0,05 nous disons que absence d'un effet interactif significatif de T° sur la formulation avec PCM contrairement à la formulation avec PL Cela est affecté. Nous concluons que la coagulation de la formulation 1 sensible par la variation de PH / T° avec PCM .

### IV. 2.2. Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 2

les coefficients de régression  $\beta_1$ ,  $\beta_{11}$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_{22}$ , présentent des valeurs de p inférieur à 0,05 Nous concluons qu'il y a effet linéaire et quadratique et significatif de PH et T° sur la formulation avec PCM , Ces résultats sont similaires à la formulation avec PL. le coefficient de régression  $\beta_{12}$  présente une valeur de p supérieur à 0,05 nous disons que l'existe pas un effet interactif significatif de T° sur la formulation avec PCM contrairement à la formulation avec PL Cela est affecté ,et de là nous concluons que la coagulation de la formulation 2 influencée

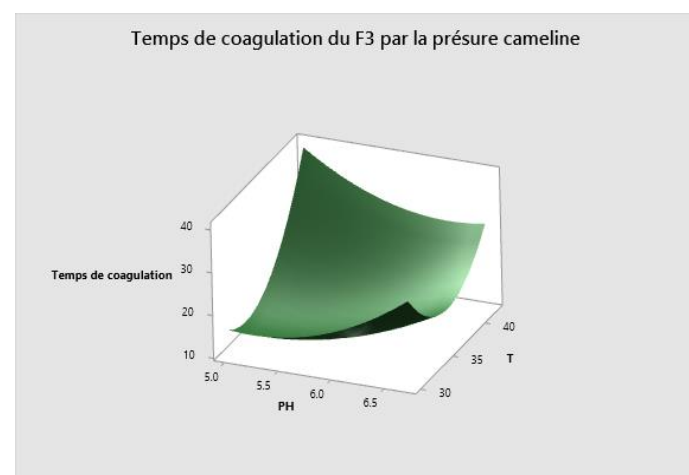
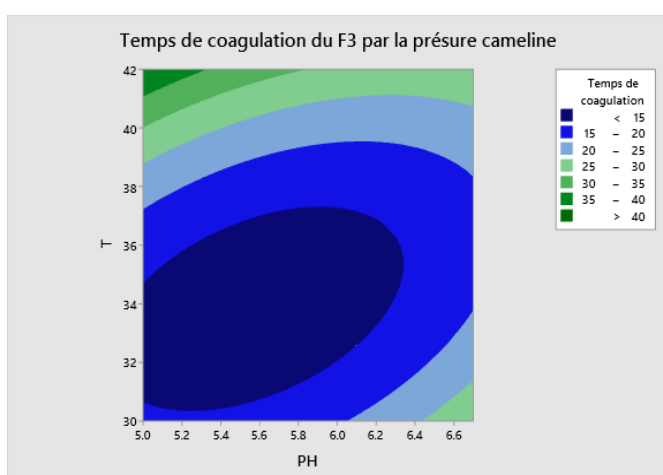
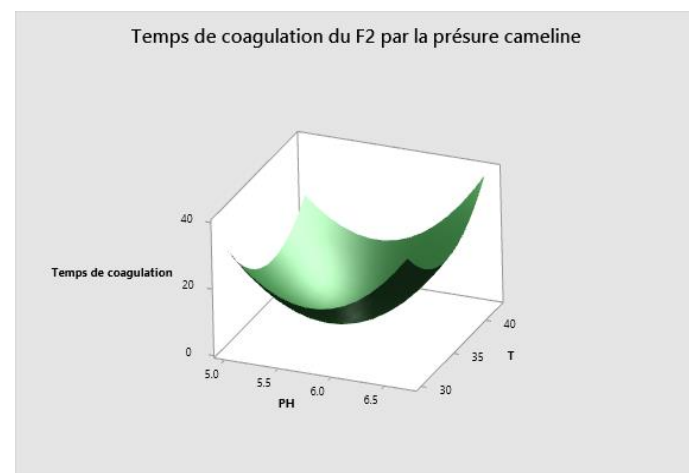
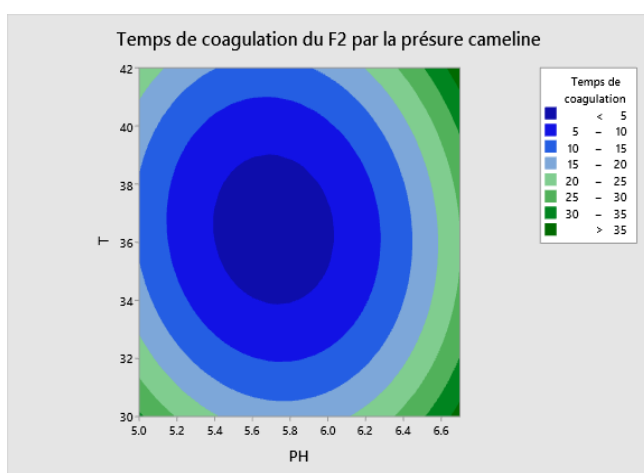
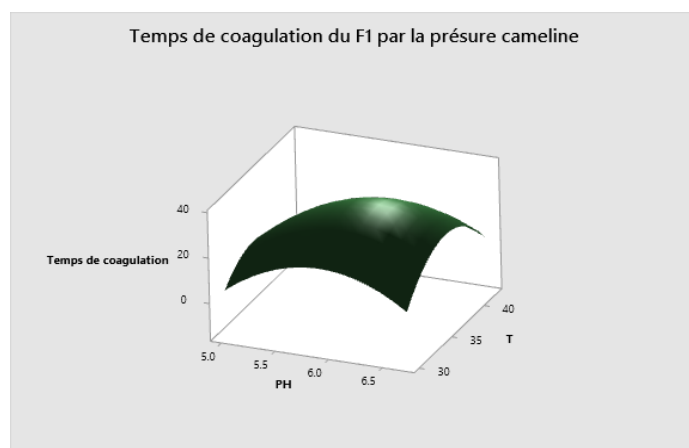
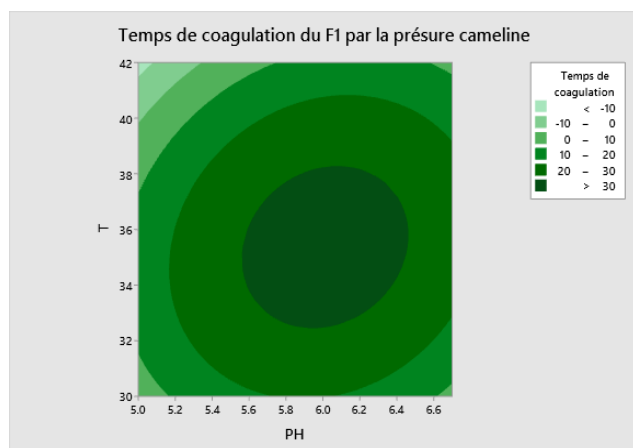
par la variation PH / T° avec PCM et PL .

### **IV.2.3.Effet du PH et du T° sur la floculation de formulation 3**

les coefficients de régression  $\beta_1$ ,  $\beta_{11}$  présentent des valeurs de p supérieur à 0,05 Nous concluons qu'il n'y a pas effet linéaire et quadratique significatif de PH sur la formulation avec PCM et les coefficients de régression  $\beta_2$ ,  $\beta_{22}$  présentent des valeurs de p inférieur à 0,05 Ce qui montre il y a effet linéaire et quadratique significatif de T° sur la formulation avec PCM. Pendant que le coefficient de régression  $\beta_{12}$  présente une valeur de p supérieur à 0,05 et de lui il y a un effet interactif significatif de T° sur la formulation avec PCM Par rapport au la formulation avec PL affecté par effet linéaire et quadratique et interactif significatif .Nous concluons que la coagulation de la formulation 3 sensible par la variation T° avec PCM Par rapport à La floculation de la formulation avec PL affecté par la variation PH / T°.

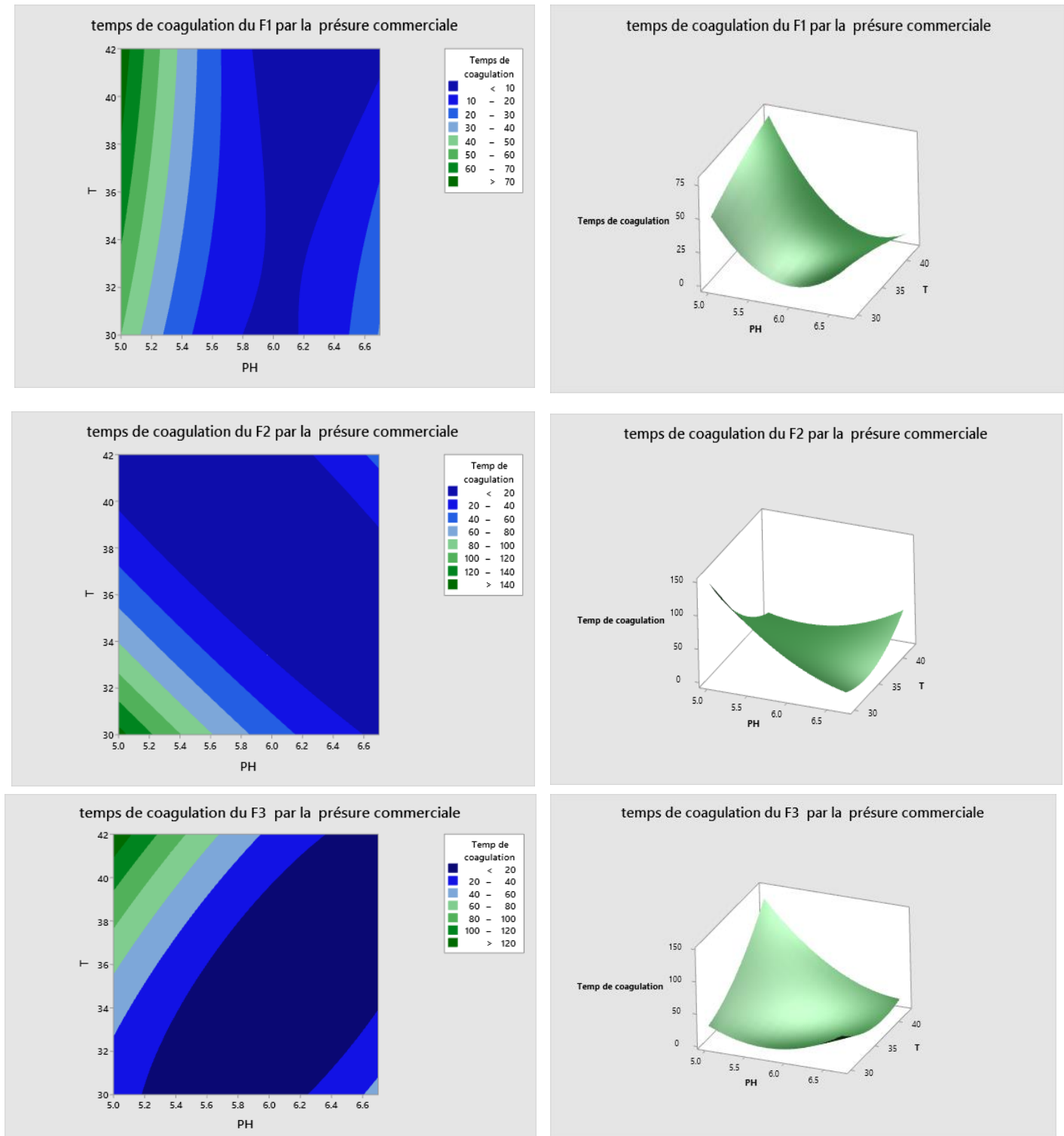
## Résultats et Discussion

### IV. 2.4. Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de coagulation



**Figure N°22:** Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de coagulation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure cameline

## Résultats et Discussion



**Figure 23 :** Graphique de contourne et diagramme de surface du temps de coagulation du lait mélange (lait camelin et le lait caprin ) de trois formulation par présure commercial

## Résultats et Discussion

### V. Résultats des analyses physicochimiques du fromage à coagulation enzymatique

Les résultats de l'analyse physico-chimique sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°17 : Résultats analyses physico-chimiques des fromages.**

| Pramètres               | F1(50%LD/50%LC) |        | F2(25%LD/75%LC) |        | F3(75%LD/25%LC) |        |
|-------------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| Ezyme                   | PCM             | PL     | PCM             | PL     | PCM             | PL     |
| Rendement fromagère (%) | 13.56           | 18.3   | 15.66           | 8.5    | 10.5            | 9.2    |
| PH                      | 6.48            | 6.28   | 6.13            | 5.72   | 5.88            | 5.63   |
| Acidité (°D)            | 5               | 5      | 5               | 5      | 5               | 5      |
| Matière sèche g/l       | 267.43          | 452.73 | 267.31          | 581.04 | 556.36          | 495.63 |
| Taux de cendres (%)     | 6.81            | 9.29   | 4.52            | 5.06   | 3.88            | 7.29   |
| Matiere grasse (%)      | 9.7             | 18.07  | 10.5            | 18.45  | 3.75            | 25.82  |

#### V.1. PH

Les résultats obtenus montrent que pH de fromages analysés sot moyens avec des valeurs de 6.48 et 6.13 et 5.88 ont été enregistrées pour les fromages F1 et F2 et F3 obtenu par la présure cameline respectivement . F1 et F2 et F3 sont supérieures à celle de fromagère F2 et F3 par la présure commerciale qui évaluent 5.72et 5.63 respectivement et) et Cela trouvé par **(Boumendjel, 2017)** évaluée à 4.75 pour du fromage frais de chèvre et **(Alpha et al, 2017)** valuée à 5.1 pour le fromage frais par La pepsine de chinchard . Les valeurs de pH différent d'un produit à l'autre, même si parfois, ils sont de la même région, ceci pour plusieurs causes comme :la méthode et la période de préparation du fromage , le type de lait utilisé, oualors le type d'alimentation donnée aux animaux **(Ouadghiri., 2009)** .

#### V.2. Acidité Dornic

Pour l'acidité titrable, Nous notons que les valeurs que nous avons trouvées à partir du fromages F1 et F2 et F3 par la présure cameline et du fromage F1 et F2 et F3 par la présure commerciale sont de valeur égale et sont 5D°, mais elles sont plus inférieures à celles trouvées par et **(Alpha et al, 2017)** valuée à 25.2 D° pour le fromage frais par La pepsine de chinchard et Et plus que celui trouvé par et **(Bouloussa et Mahmoudi ,2020)** valuée à 1D° pour le fromage coagulé par le la présure cameline . Les faibles valeurs d'acidité titrable enregistrées dans nos résultats reflètent une faible fermentation lactique dans les échantillons

## Résultats et Discussion

de fromage. En effet la préparation de ce fromage se basait sur la coagulation enzymatique après une faible fermentation lactique (Amimour ,2019).

### V.3. Matières sèches

La teneur en matière sèche des fromages fabriqués est 267.43 g/l et 267.31 g/l et 556.36 g/l pour les fromages F1 et F2 et F3 par la présure cameline respectivement . On constate que les fromages F1 et F2 par la présure cameline sont inférieurs à fromagères F1 et F2 et F3 par la présure commerciale qui évaluent 452.73g/l et 581.04g/l et 495.63g/l respectivement . Nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés par (Gheraia et Amiche 2017) , (200g/l) pour le fromage frais type petit suisse et (Boumendjel, 2017) évaluée à 48.01g/l pour du fromage frais de chèvre . Cette différence pourrait être due à une quantité de la matière sèche du lait qui se répercuterait sur les autres constituants pendant le traitement thermique et pendant la reconstitution. (Alpha et al ,2017) .

### V.4. Taux du cendres

le taux de cendres des fromages fabriqués est 6.81 (%) et 4.52 (%) et 3.88(%) pour les fromages F1 et F2 et F3 par la présure cameline, Ces valeurs sont inférieures à fromagères F1 et F3 par la présure commerciale qui évaluent 9.29 (%) et 7.29 (%) .

Notre résultats de la fabrication sont montrés dans les photos ci-dessous



**Figure N°24 :** Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) par présure cameline

## Résultats et Discussion



**Figure N°25:** Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) par présure commerciale

### V.5 Rendement

Le rendement de fromage que nous expérimentons 10.5 (%) et 15.66 (%) et 13.56(%) pour les fromages F1 et F2 et F3 obtenu par la présure cameline respectivement

Les valeurs de rendement des F1, F2 et F3 obtenues sont inférieures au rendement fromagère de F1 par la présure commerciale (18.3 %) et cela trouvé par (Boudjenah et al, 2012) évaluée à 17% pour le fromage coagulé par la présure cameline et (Bouloussa et Mahmoudi, 2020) évaluée à 16.96% pour le fromage coagulé par la présure cameline et ils sont élevés par rapport à fromagères F2 et F3 par la présure commerciale qui évaluent 8.5 (%) et 9.2 (%) respectivement. Cette différence s'explique par l'existence d'une grande affinité entre l'extrait coagulant de dromadaire et le lait camelin et aussi par la variabilité de cette matière selon les régions et les races (Boudjenah et al, 2012).

## VI. Résultats des analyses microbiologiques du fromage à coagulation enzymatique

La production de tout aliment nécessite un contrôle de qualité. Les micro-organismes, en particulier les aliments frais, comme notre fromage. Déterminer et étudier sa qualité hygiénique. Sûr d'exister ou aucun micro-organisme dans la masse ou le volume du produit.

Les résultats de l'analyse microbiologique sont résumés dans le tableau suivant :

## Résultats et Discussion

**Tableau N°15 : Résultats microbiologiques des fromages**

| Pramètres              | F1(50%LD/50%LC) |         | F2(25%LD/75%LC) |         | F3(75%LD/25%LC) |         | Norme JORA N:39 |
|------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|
| Ezyme                  | PCM             | PL      | PCM             | PL      | PCM             | PL      | Norme           |
| Bactéries à rechercher | Absente         | Absente | Absente         | Absente | Absente         | Absente | $10^4$ à $10^5$ |
| Escherichia coli       | <10             | 234     | 82              | 348     | 48              | <10     | $10^3$ à $10^4$ |
| Staphylocoques (UFC)   | Absente         | Absente | Absente         | Absente | Absente         | Absente | Absente         |
| Salmonella dans 25g    | Absente         | Absente | Absente         | Absente | Absente         | Absente | 100             |

D'après les résultats de l'analyse présentée dans le tableau ci-dessus et selon **J.O.A N°39 2017**, on remarque que les fromages frais fabriqués (produit fini) ont une qualité microbiologique Satisfaisante .par l'absence totale d'*E.coli*, *salmonelles* et *listeria monocytogenes* et le faible quantité de *Staphylocoque* ( acceptable à la norme).

L'absence de *E. Coli* dans les trois échantillons des fromages est concorde avec le résultat du fromages F1 et F2 et F3 par la présure commerciale et que celui trouvé par et (**Bouloussa et Mahmoudi ,2020**). le faible taux des staphylocoques dans les trois fromages a analysés est inférieur à fromagères F1 et F2 et F3 par la présure commerciale Il est proche de celui trouvé par (**Gadi et Hamama, 2020**) , L'absence de b *salmonelles* et *listeria monocytogenes* elle-même, le résultat qui a été trouvé dans les fromages F1 et F2 et F3 par la présure commerciale , ainsi que celui trouvé par ( **Amri et deboub ,2019** ) et(**Gadi et Hamama ,2020**) et (**Bouloussa et mahmoudi ,2020**) Ces résultats montrent une diversité dans l'aspect des fromages qui est causé par les procédés de fabrication. Cette diversité de caractères peu provenir par l'intervention des facteurs suivants : origine et différence dans composition du lait utilisé ; température de conservation ; durée de conservation ; traitement thermique ; une probable contamination au moment de la traite ou par une contamination des présures utilisées . (JORA N° 35 du 27 mai 1998) .

### VI.. Résultats Analyses sensorielles de fromage frais à coagulation mixte

Les figure N° 26 et 27 présentent le produits finis de la formulation choisie (F1) avec la présure cameline et la formulation F2 avec la présure commerciale .

## Résultats et Discussion



**Figure N°26:** Produit fini de fromage frais à coagulation mixte (ferments +présure cameline)

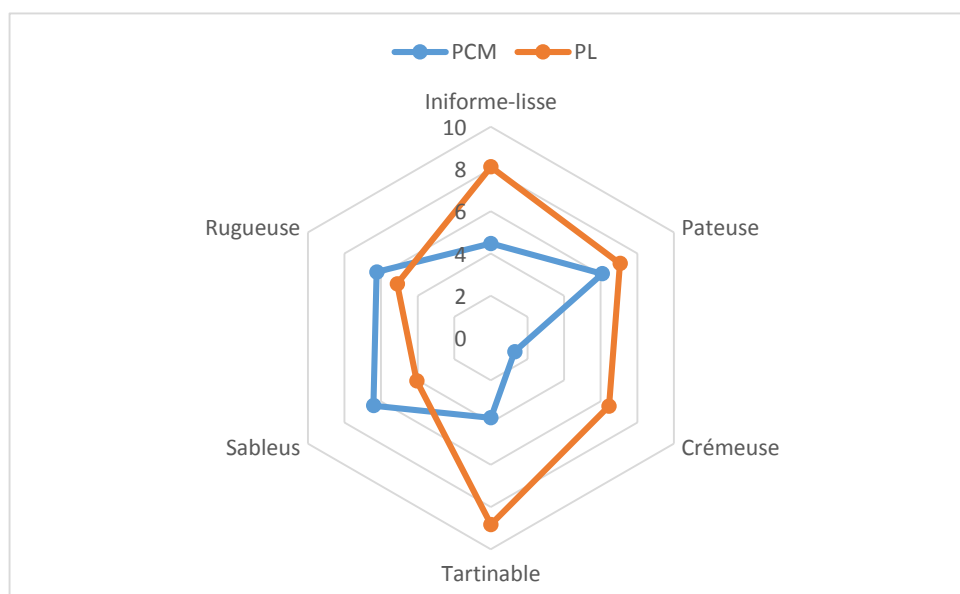


**Figure N°27 :** Produit fini de fromage frais à coagulation mixte (ferments +présure commercial)

En industrie fromagère, la qualité des fromages est largement déterminée par la perception sensorielle qui est un processus complexe. Elle est influencée par plusieurs facteurs tels que le contenu en composés aromatiques, la texture et l'apparence (**Edima, 2007**).

Les résultats des tests de dégustation des fromages F1 et fromage par présure commercial sont résumés dans les figures

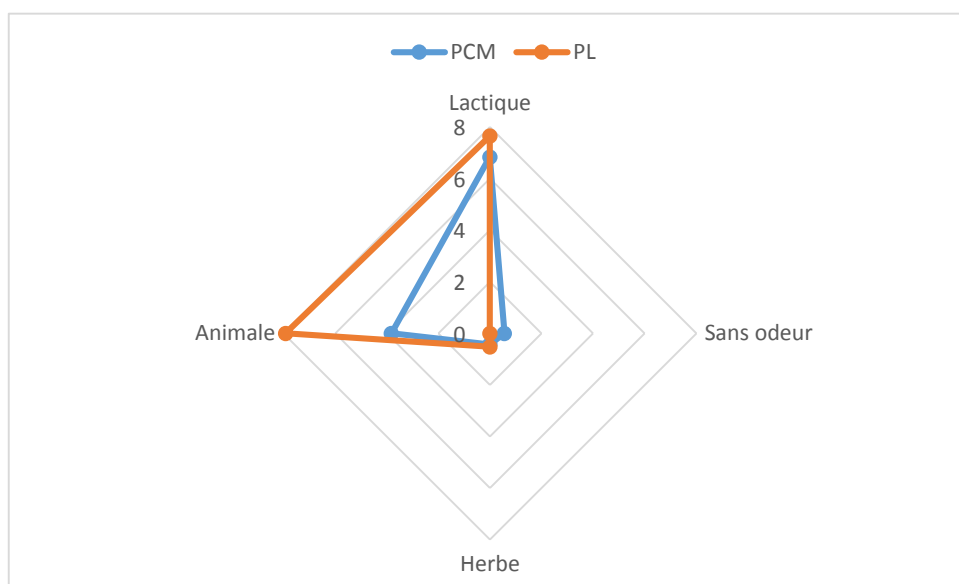
## Résultats et Discussion



**Figure N°28 :** Description sensoriel des fromages fabriqués (aspect et texture).

### ❖ Aspect et texture

Du point de vue de sa consistance On note que la texture du fromage F1 est rugueuse ( $6.24 \pm 3.68$ ), et pâteuse ( $6.08 \pm 4.45$ ), par rapport au fromage par présure commerciale qui est tartinable ( $8.83 \pm 2.83$ ) .

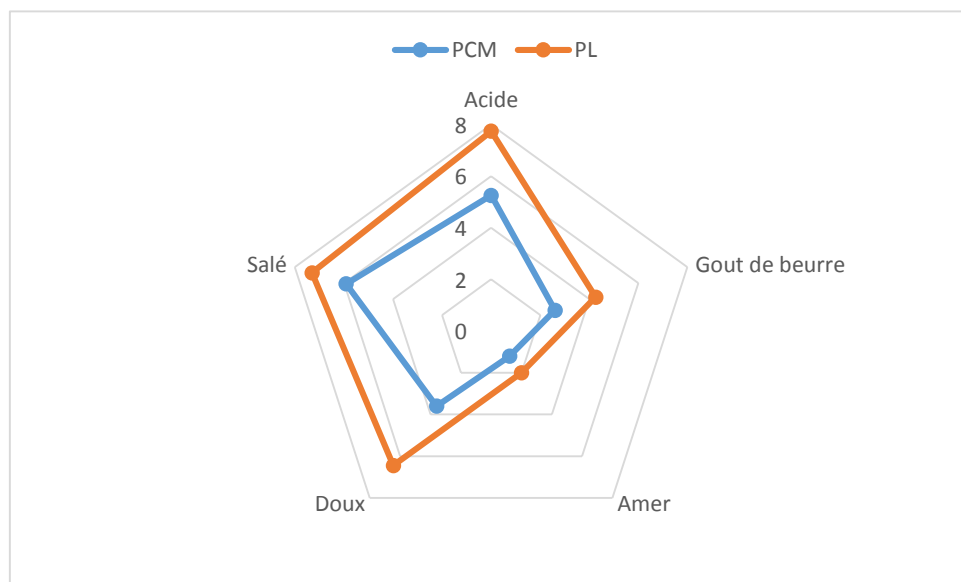


**Figure N°29:** Description sensoriel des fromages fabriqués (odeur et arôme).

## Résultats et Discussion

### 1. Odeur

A partir du figure 10, On trouve que le fromage F1 a une odeur de lactique ( $6.84 \pm 4.38$ ) par rapport au fromage par présure commerciale qui a une forte odeur animale ( $7.92 \pm 3.65$ ).



**Figure N°30 :** Description sensoriel des fromages fabriqués (gout).

### 2. Gout et arôme

D'après les résultats montrent dans le **figure 11** Le fromage F1 a un goût moyennement salé ( $5.91 \pm 2.98$ ) d'amertume par rapport au fromage par présure commerciale qui a un goût acide ( $7.75 \pm 4.05$ )

De ces résultats, nous concluons que nos fromages sont caractérisés par une texture grumeleux et sableuse et pâteuse, avec une gout salée et acide et odeur lactique . Nous avons également constaté que l'appréciation globale pour le fromage F1 est bon de pourcentage 50% , très bon 20% avec un moyenne 35% et riche arômes 60 % intensité longue , Quant au fromage par présure commerciale, c'est le destin à bon 20% , très bon 45% , moyenne 35% et riche arômes 60 % intensité faible .

# Conclusion

## Conclusion

---

### Conclusion

Ce travail vise pour la première fois l'essai de l'optimisation des paramètres de floculation et coagulation de lait en mélange (lait camelin et le lait caprin ) avec présure cameline et la fabrication d'un fromage frais de déférent formulation

nous avons évalué les paramètres physicochimiques du lait de camelin et le lait caprin respectivement :pH (6.96, 6.45), l'acidité titrable °D (24, 30), densité (1.029, 1.031) , matière grasse g/l ( $38\pm0.00$ ,  $23\pm0.00$ ), l'extrait sec total g/l ( $128\pm0.2$ ,  $354\pm3.01$ ), cendres g/l ( $8.5\pm0.1$ ,  $9.8\pm0.09$ ), taux du protéines g/l ( $35\pm0.00$ ,  $37\pm0.00$ ) et lactose g/l ( $53\pm0.00$ ,  $55.6\pm0.00$ ).

la caractérisation de l'extrait enzymatique a donné une activité coagulante de  $4.36\pm 0.218$  UP/ml et une force coagulante est égale à 1/3179.65 et une activité spécifique 0.256 UP/ml, un temps de coagulation (12.33 min avec le lait camelin, 23.36 min avec le lait caprin et 16.24 min avec le lait bovin),

Les résultats de l'optimisation par la surface réponse du temps de floculation et de la coagulation des trois formulations ont montré : (pH= 5 /T = 42°C)et (pH= 6.7/T = 36.30°C) , (pH= 5.58 /T = 33.87°C) par de fromage F1, F2 ,F3 , respectivement

L'essai de fabrication d'un fromage frais par l'utilisation de la présure cameline a donné un rendement plus faible (13.56%, 15.66% et 10.5 %) pour F1, F2 et F3 respectivement. Les analyses physico-chimiques des trois échantillons du fromage frais montrent des résultats variables (F1 : pH = 6.48, acidité = 5°D et matière sèche = 267.43g/l et matière grasse = 9.7 % , cendres =6.81% et F2 : pH= 6.13, acidité= 5°D et matière sèche =267.31g/l et matière grasse = 10.5 % , cendres =4.52% et F3: pH =5.88, acidité =5°D et matière sèche= 556.36g/l et matière grasse = 3.57 % , cendres =3.88% ).

Les analyses microbiologiques montrent une bonne qualité d'hygiène qui répond à la norme recommandée par le journal officiel de la république algérienne 2017.

Après retraitement du fromage F1 à coagulation mixte et analyses sensoriels sur celui-ci, nous concluons : notre fromage a une bonne qualité acceptable et cela est en relation étroite avec la composition du lait cru utilisé

Au final, nous concluons que l'optimisation permet de donner les points optimaux pour la fabrication du fromage optimal et la possibilité d'obtention des extraits enzymatiques capables de remplacer la présure commerciale dans l'industrie fromagère en partant des pratiques traditionnelles. Ces extraits sont obtenus à partir de matières assez disponibles et inexploitées. En perspective, il est intéressant de poursuivre cette étude, notamment les points suivants:

- L'étude des caractéristiques microbiologiques du lait ;

## Conclusion

---

- L'étude du paramètre (CaCl<sub>2</sub>) influençant l'activité de l'enzyme afin d'améliorer la qualité et le rendement ;
- L'étude d'analyse rhéologique du fromage.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

---

- ABAKAR. M( 2012). Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais, à partir du lait bovin coagulé par la papaïne naturelle .Thèse master en qualite des aliments de l'homme. Universite cheikh anta diop de dakar.
- ABBAS K.(2012). Effet de traitements thermiques sur les propriétés fonctionnelles de fromages traditionnels : Le cas des pâtes persillées. Thèse de Doctorat en sciences des sciences de la vie, sante, agronomie, environnement, Université Blaise Pascal.
- ABIAZAR.R( 2007). Complexation des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus : Docteur de AgroParisTech par. Agroparistech ecole doctorale abies.
- ABU-LEHIA I.H, (1994). Recombined camel's powder. In : « Actes du Colloque : " Dromadaires et chameaux animaux laitiers », 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie
- AFNOR E, (1986).Méthodes d'essai. Recueil des normes françaises.
- AHMED J ,; PTASZEK P AND BASU S,(2017).Advances in food rheology and its applications.271( p 505) .
- AISSAOUI N E.(2016).Analyses microbiologiques et physico-chimiques de Hakka (présure artisanale( utilisée pour fabrication du Jben . Diplôme de Master .universite tlemcen p 13.
- AISSAOUI,O.,ZITOUN,M.,ET ZIDOUNE,N., (2006). Le fromage traditionnel algérien « Bouhezza ».Séminaire d'Animation Régional. Technologies douces et procédés de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments .INSAT-Tunis. Tunisie 27-28-29 Novembre.
- AL HAJ O.A., AL KANHALL H.A. (2010).Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk – review. International Dairy Journal xxx. P. 1-11.
- ALAIS C, (1974). Principes des techniques laitières science du lait. 3ème édition, Paris.513p.
- ALAIS C, (1984). Science du lait : principes des techniques laitières, 4ème édition Paris, 814 p.
- ALAIS C,( 1984 .b) .Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3ème édition, Ed. Publicité. France.814p.
- ALOK KUMAR YADAV, RAKESH KUMAR, LAKSHMI PRIYADARSHINI and JITENDRA
- SINGH.( 2015). Composition and medicinal properties of camel milk: A Review, Asian J. Dairy & Food Res., 34(2) 83-91
- ALPHA OUMAR SILY DIALLO, MAMADOU LAMARANA SOUARÉ, LONSENY TRAORÉ,YOUSSOUF SIDIMÉ, MAMADOU SIDIBÉ, ALPHA OUSMANE DIALLO,

## Références bibliographiques

---

- ABOUBACAR SANGARÉ,( 2017). Utilisation de la pepsine de chinchard (*trachurus mediterraneus*) dans la fabrication d'un fromage frais . Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie J. Soc. Ouest-Afr. Chim.(2017), 04469 – 64 :
- AMARIGLIO S.(1986).Contrôle de la qualité des produits laitiers: Analyses physiques et chimiques', pp. 123–124.
- AMIMOUR MERYEM EP. ALIOUA.(2019). Essais d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité (J'ben). thèse de doctorat 3 ème CYCLE LMD en Sciences Agronomiques . Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.Algérie.
- AMIN O. IGWEGBE; CHARLES A. NEGBENEBOR and ELIZABETH C. CHIBUZO,( 2014). AComparative Study on the Fermentability of Camel and Cow's Milk by a Symbiotic Blend of Lactic Acid Cultures, Scottish Journal of Arts, Social Sciences and Scientific Studies ISSN vol (18), 2047-1278.
- AMIOT et COL,( 2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, science et technologie du lait –transformation du lait, école polytechnique de Montréal, ISBN : 3-25-29 (600 pages). André Eck et al .1997André Eck, Jean-Claude Gillis. 1997. Le fromage, 3ème édition, technique et documentation'. Lavoisier, Paris
- AMRI RIHANA et DEBOUB HADJIRA,( 2018). Etude physico-chimiques et microbiologiques des quelques types desfromages traditionnels fabriqués à partir du lait de chèvre.memoire de fin d'étude de biologie.université d'El Oued.Algérie.
- ANDREN A.,ROGINSKI H.,FUQUAY J.(2002). Rennets and coagulants in Encyclopedia of Dairy Science. pp281-286.
- ASSENAT L. (1967). Contribution à l'étude d'une méthode d'identification des laits et fromages au moyen de l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide. Première partie. Lait, 468, 393-414.
- BAROTH, J., SCHOEFS, F., & BREYSSE, D. (2011). Fiabilité des ouvrages: Sûreté, variabilité•maintenance, sécurité. 1st ed. Paris: Lavoisier
- BARRIONNUEVOM., ALFEREZ M J M., LOPEZ A I., SANZ S M R .,CAMPOS M S. (2001)Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorbtion syndrome. Journal of Dairy Science, 85, 657-664
- BENDELLALI AMEL et MAHAMMEDI SABRINE,( 2017). Caractérisation physico-chimique et biochimique du lait de chamelle conduite selon deux systèmes d'élevage extensif et semi-intensif.Mémoir master academique .université Kasdi Merbah de Ouregla .Algerie.

## Références bibliographiques

---

- BENDIMERAD N,( 2013). Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type «Jben.» [Thèse de Doctorat ]: Aboubekr Belkaid de Tlemcen 255 p.
- BENGOUMI M., FAYE B et TRESSOL J-C. (1994). Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. Actes du Colloque : «Dromadaires et chameaux, animaux laitiers», 24-26- octobre, Nouakchott-Mauritanie.
- BENGUETTAIA H., LEMLEM Y, (2013). Caractérisation physicochimique et biochimique du lait camelin collecté localement en mi de lactation. Mémoire demaster en sciences biologiques, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie.
- BENHAMADOUCHE ET NESNAS ,(2019). Extraction et caractérisation des extraits coagulants issus de caillettes de dromadaires adultes et non sevrés, mémoire de fin de cycle de biologie, universite mouloud mammeri de tizi ouzou.
- BENKRIZI NAWAL,(2018). Caractérisation biochimique et microbiologique des laits de chèvre: variabilité saisonnière et aptitudes technologiques .Thèse de doctorat .université de Mostaghanem.Algérie.
- BEY D., LALOUI. (2005). Les teneurs en cuire dans les poils et l'alimentation des chèvres dans larégion.
- BLOOMFIELD V A and MEAD JR R J. (1974). Structure and stability of casein micelles. Journal ofDairy Science, 58 (4), 592-601.
- BOUBEKRI D.(2008).Situation de l'élevage caprin dans la région de Touggourt et perspectives de Développement, Thèse d'ingénieur en agronomie, université Ouargla, pp:1
- BOUDJENAH-HAROUN SALIHA, MOULTI-MATI FARIDA, SI AHMED SALIHA, MAHBOUB NASMA, SIBOUKEUR OUM ELKHIR ET MATI ABDERRAHMANE,(2011). Etude de la coagulation du lait de chamelle: utilisation des extraits gastriques de dromadaire à différents ages. .Université Kasdi Merbah d'Ouargla. BP 511 Route de Ghardaïa 30000 Ouargla. Algérie.
- BOUDJENAH-HAROUN SALIHA, SOUID WAFI, BALLA ASMA, SENOUSI CHAHRA, ALMI DALILA, SI AHMED SALIHA et MATI ABDERRAHMANE,(2014). Utilisation des enzymes coagulantes extraites de dromadaire pour la coagulation du lait bovin, 26 (3) 2014.
- BOUFELDJA B.(2017). Etude physico-chimique et microbiologique d'un fromage frais traditionnel» jben » fabriqué par « hakka ». Diplôme de Master en Biologie, universite abou beker belkaid tlemcen40.p.

## Références bibliographiques

---

- BOUGHELLOUT H. (2007). Coagulation du lait par la pepsine de poulet. Mémoire de Magister en sciences alimentaires, Université Mentouri de Constantine, Algérie.
- BOUJENAH, H.,(2012) .Aptitude à transformation de lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires .thèse de doctorat en science Biologique, université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
- BOULANGER A., GROSCLAUDE F. et MAHE M-F. (1984). Polymorphisme des caséines  $\alpha$ S1 et  $\alpha$ S2 de la chèvre (*Capra hircus*). Génétique Sélection et Evolution, 16 (2), 157-176.
- BOULOUSA Ouarda ,; MAHMOUDI Kaouthar,(2019). Essai de fabrication du fromage frais à base de lait de dromadaire et de lait chèvre par deux agents coagulants.Memoire de fin d'étude de biologie. université Hamma Lakhder d'El Qued .Algérie.
- BOUMENDJEL M ., FEKNOUS N., MEKIDECHE F., DALICHAOUCHE N., FEKNOUS I.,TOUAFCHIA L., METLAOUI N., ZENKI R.,(2017) .Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais , Algerian Journal of Natural Products .506-492 5:2
- BOUYOUCHEF Y., TAOUZINET .(2016). Obtention et caractérisation d'une protéase coagulante de *Penicillium* sp . diplôme de Master . Université de Bejaia .p 02.
- BOYAVAL P., DEBORDE C., CORRE C., BLANCO C. et BEGUE E, (1999). Le lait, 79 : 59-69.
- BRULE G, LENOIR J, REMEUF ,F(1997). La micelle de caséine et la coagulation du lait. In : Les agents de transformation du lait. Le fromage. Eck A and Gillis J C. Edition Tec et Doc La voisier.Paris: 7-41
- CABO C., CAILLAT H., BOUVIER F. and MARTIN P. (2010). Major proteins of the goat milk fat globule membrane. Journal of Dairy Science, 93, 868-876.
- CHAMBERS D. H., CHAMBERS IV E. and JOHNSON D.( 2005). Flavor description and classification of selected natural cheeses. Culinary Arts and Sciences V: Global and National Perspectives, (Coord. EDWARDS J.S.A., KOWRYGO B, & REJMAN, K.), pp 641-654, Publisher, Worshipful Company of Cooks Research Centre, Bournemouth, Poole, UK.
- CHANOKPHAT PHADUNGATH. (2005). Casein micelle structure: a concise review. Journal of Science and Technology, 1 (27), 201-212.
- CHEFTEL J.C. et LORIENT D. (1982). Aspects technologiques : Les propriétés - fonctionnelles des protéines laitières et leur amélioration. Lait, 62, 435-483.
- CHETHOUNA F. (2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de magister. Université Kasdi Merbah Ouargla.

## Références bibliographiques

---

- CHIBAH A, (2012). Extraction et caractérisation électrophorétiques des protéines membranaires des globules gras du lait de chamelle. Mémoire magistère en sciences biologiques, université TIZIOUZOU,74p
- CHIBAH A.(2011) .Extraction et caractérisation électrophorétique des protéines membranaires du globule gras du lait de chamelle, thèse magister en biologie , université Oran.
- CODEX ALIMENTARUSE : alimentaire CODEX STAN A-6-1978
- COLLIN JC., KOKELAAR A., ROLLET-REPECAUD O. et DELACOIX-BUCHET A. (1991). Dosage des caséines du lait bovin par électrophorèse et par chromatographie liquide rapide d'échange d'ions (FPLC) : Comparaison des résultats. Lait, 71, 339-350.
- COULON J.B.,(1994). Facteurs de variation du taux protéique du lait bovin en exploitation. INRA Prod. Anim.,4 (4) : 303-309 In POUGHEON S.,Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 59 (102 pages).
- CREAMER L K., PLOWMAN J E., LIDDELL M J., SMITH M H. and HILL P. (1998). Micelle stability :  $\kappa$ -casein structure and function. Journal of Dairy Science, 81, 3004- 3012.
- DAHLBORN K., NIELSEN M O. and HOSSAINI-HILALI J. (1997). Mechanisms causing decreased milk production in water deprived goats. CIHEAM, Options Méditerranéennes, 74, 199-202.
- DALGLEISH D.G. (1992). The Enzymatic Coagulation of Milk. In P. F. Fox (Ed.), Advanced dairy chemistry Proteins, 1, 579–619. London: Elsevier Applied Science Publishers
- DAVE R I., MC MAHON D J., OBERG C J., BROADBENT J R. (2003).Influence of coagulant level on proteolysis and functionality of mozzarella cheeses made using direct acidification. J. Dairy Sci. 86.116-114
- DEBOUZ, A; GUERGUER, L; OUDJANA, A. and HADJ SEYD, A. (2014). Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait bovin et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes Vol. 7 No. 2 (2014)
- DEHANE K. (2010).Evaluation de la production de viande cameline et estimation des poids dans la commune de Metlili.mémoire d'Ingénieur d'État en Sciences .Université Ouargla
- DESJEUX JF. (1993). Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. Lait, 73, 573-580.
- DI CHEN ; XUAN ZHAO ; XIANGYING LI ;JIANMIN WANG and CUNFANG WANG,(2018)Milk compositional changes of Laoshan goat milk from partum up to 261 days postpartum.1363–89:1355;

## Références bibliographiques

---

- DICK BRAHIM AHMED; AARAB LOTFI,(2020). Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de chamelle . Journal de la Société Chimique de Mauritanie, Learoussy et al<sup>4</sup>. Proceeding of JIC2019: J. Mauritan. Chem. Soc. 02 (2020) 37-42
- DSA DE EL OUED .( 2018). Service des statistiques.
- DUTEURTRE G., OUDANANG M K, et NGABA S H, (2005). Les bars laitier den'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte decolloques, Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad: 20-22 novembre, Paris X-Nanterre.
- ECK A ., GILLIS J C., (2006). Le fromage. 3ème Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 891p.
- ECK A, GILLIS JC,(1997). Les agents de transformation du lait. Le fromage. 3ème éd: Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris. 189 p.
- EIGEL W N. and RANDOLPH H E. (1975). Comparison of calcium sensitivities of  $\alpha$ S1- B,  $\beta$ -A<sup>2</sup>, and  $\gamma$ -A<sup>2</sup> caseins and their stabilization by  $\kappa$ -casein A1. Journal of Dairy Science, 59 (2), 203-206.
- EL-AGAMY E.I., NAWAR M., SHAMSIA S.M., AWAD S., et HAENLEIN G.F.W. (2009). Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children. Small Ruminant Research<sup>4</sup>82 ,p. 1-6
- EL-HATMI H., JRAD Z, SALHI I , AGUIBI A , NADRI A , KHORCHANI T, (2015).The composition and whey protein fractions of the human milk, Mljekarstvo 65 (3), 159-167.
- EL-HATMI H., GIRARDET J. M., GAILLARD J. L., YAHYAOU M. H. et ATTIA H. (2007).( Characterization of whey proteins of camel (Camelusdromedarius) milk andcolostrums. Small Ruminant Research, 70, p. 267-271.
- EL-HOSSENY MUHAMMAD, MAYADA GWIDA,MOHAMED ELSHERBINI, RANDA ABU SAMRA,MAHA AL ASHMAWY,( 2018). Evaluation of physicochemical properties and microbiological quality of camel milk from Egypt. Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research<sup>4</sup> Volume 7 Issue 3.
- FAO .(1995) 'Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine', Collection FAO / Alimentation et nutrition, (2), pp. 1–23.
- FAO,(2010).Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Laits de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>
- FARAH Z. (1993). Composition and characteristics of camel milk. Journal of Dairy Research, 60, 603.626 -
- FARAH Z. (1996). Camel Milk Properties and Products. Swiss Centre for Development

## Références bibliographiques

---

- FARAH Z. and BACHMAN M.R. (1987). Rennet coagulation properties of camel milk. *Milchwissenschaft*, 42, 689-692.
- FARAH Z. and RÜEGG M. W. (1989). The size distribution of casein micelles in camel milk. *Food Microstructure*, 8, 211-216.
- FARRELL H. M. JR. (1973). Models for casein micelle formation. *Journal of Dairy Science*, 56 ,9.1206-1195
- FELIACHI K.( 2003). Point focal algérien pour les ressources génétiques. Rapport National sur les ressources génétiques animales : Algérie. 29-30.
- FERRANTI P., MALORNI A., NITTI G., LAEZZA P., PIZZANO R., CHIANESE, L. and ADDO F. (1995). Primary structure of ovine  $\alpha$ s1-casein : Localisation of phosphorylation sites and characterisation of genetics variants A, C, and D. *Journal of Dairy Research*, 62, 281-296.
- FLORIAN RONEZ,(2012). Le lait et sa coagulation . thèse de doctorat  
<https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://www.cheese-in-the-city.com/2019/05/01/coagulation-du-lait.Html&ved=2ahUKEwirrbP1l4nxAhVQrxoKHctrC8gQFjAMegQICBAB&usg=AOvVaw0hT8-DfQfeyqUsDQVnee7b->
- FOLTMANN B. (1971).The biochemistry of prorennin and reninn (chysosin) In: *Milk proteins, chemistry and molecular biology*. Ed., H.A. Mc Kenzie V. II, Academic press, p. 217-252.
- FOX P.F. and KELLY A.L. (2004). The Caseins; In *Proteins in Food Processing*, YADA R.Y, ed. Boca Raton, FL: CRC Press., 29–71.
- FOX P.F., GUINEE T.P., COGAN T.M., and MCSWEENEY P.L.H. (2000). Chemistry Of Milk Constituents; In *Fundamentals of Cheese Science*, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD. 19-44.
- GADI Bechira et HAMAMA Maria, (2019). Essai de fabrication et caractérisation d'un fromage frais, à base du lait de dromadaire et lait de chèvre par la pepsine de poulet, mémoire de fin d'étude de Master Académique de biologie.universite echahid hamma lakhdar d'el-oued.Algerie.
- GARNIER J. and RIBADEAU DUMAS B. (1970). Structure of the casein micelle. A proposal model. *Journal of Dairy Research*, 37 (3), 493-505
- GAUCHER ONE F., PIOT M and BEAUCHER E. (2007). Physicochemical characterization of phosphate- added skim milk. *International Dairy Journal*, 17, 1375-1383.

## Références bibliographiques

---

- GAUCHERON F. (2005). The minerals of milk. *Reproduction Nutrition and Development*, 45, 473-483.
- GERMONVILLE A. (2003). Agents coagulants. Éditions Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire. Paris, France.
- GHERAIA FATMA ZOHRA et AMICHE SOUMIA,(2017). Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du fromage frais type petit suisse conservé à différent temperature Mémoire de fi d'étude de biologie .université Djilali Bounaama - Khemis Miliana.Algerie.
- GNAN S.O. and SHERIHA A.M. (1986). Composition of Libyan camel milk. *Australian Journal of Dairy Technology*, 41, 33-35.
- GORBAN A. M. S and IZZELDIN O. M. (2001). Fatty acids and lipids of camel milk and colostrum.*International Journal of Food Science and Nutrition*, 52(3), 283-287.
- GOUDA J., EL ZAYAT A. and EL-SHABRAWY S.A. (1984). Electron microscopy study on the size distribution of caseins micelles, fat globule membrane of camel milk. *Annals of Agricultural Science*. Ain Shams University, Egypt, 29 (2), 755-762.
- HADEF LEYLA,; HEBIB AGGAD , ;BRAHIM HAMAD , ;MESSAOUDA SAIED,(2018). Stady of yield and composition of camel milk in algéria, 9 (1), pp. 001 – 011
- HAFIDE N.(2006). l'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètre sanguins. Mémoire de magister en science vétérinaires. Dép vétérinaires. BATNA.
- Hamidi Mohamed,( 2014). Etudes des propriétés fonctionnelles et des aptitudes à la coagulation du lait de dromadaire par la couche de kaolin du gésier des poules. Thèse Présentée en vue de l'obtention du Diplôme De Doctorat en Sciences Agronomiques , universite mohamed khider- biskra.
- HAMRANI L. (2008). Eude comparative de deux protéases coagulant le lait, extraites de pro ventricules de poulet (*Gallus gallus*) et d'estomacs de limon (*Seriola sp.*). Mémoire de Magister en sciences agronomiques, Institut National Agronomique–EL-Harrach, Algérie.
- HASSAN A.A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A. and EL SHABRAWY S.A. (1987). Physico-chemical Properties of camel milk during lactation period in Egypt. *Egyptian Journal of Food Science*, 15.14-1 ,(1)
- HEINLEIN G. F. W. and CACCESE R. (2006). Goat milk versus cow milk. *Dairy Goat - Journal*, 3, 1-5.

## Références bibliographiques

---

- HOLMES A D., LINDQUIST G. and GREENWOOD E K. (1945). Variation in fat, ascorbic acid and riboflavin content of goat's milk. Massachusetts Agricultural Experiment Station, 568, 853-858.
- ISSELNANE.(2014). Caractérisation chromatographique et électrophorétique de l'extrait coagulant issu de caillettes de dromadaires adultes. Mémoire de magister en biologie, Université Mouloud mammeri de -Tizi-ouzo, Algérie.
- JARDALI Z, (1988). Contribution à l'étude de la composition du lait de dromadaire. DEA présenté à l'ENSAIA, Nancy, France.
- JARDALI Z et RAMET J.P, (1991). Composition et taille des micelles du lait de dromadaire. Lait
- JAUBERT G. (1997). Biochemical characteristics and quality of goat milk.CIHEAM, Options Méditerranéennes, 25, 71-74.
- JENNESS R. (1980). Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. Journal of Dairy Science, 63, 1605-1630.
- JOHNSON M.E. and LUCEY J.A. (2006). Major technological advances and trends in cheese. J. Dairy Sci., 89, 1174–1178.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE JORA.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE ,(2013). arrêté du 16 aout 2012 rendent obligatoire une méthode de détermination de la teneur en matière sèche dans le lait, la crème et le lait concentré non sucré. (JO n 54-2013).Pp 25-27.
- JUILLARD U., FOUCAUD C., DESMAZEAUD M. et RICHARD J, (1996). Le lait,79 : 13-24.
- KAMOUN M et RAMET J.P, (1989). Conservation et transformation du lait de dromadaire. In» : Option Méditerranéenne » CIHEAM , 6, 229-231.
- KAPPELER S., FARAH Z. et PUHAN Z. (1998). Sequence Analysis of Camelusdromedariusmilk caseins.J. DairyRes., 65, p. 206-222.
- KAPPELER S.R., FARAH Z. and PUHAN Z. (2003). 5'-flanking Regions of camel milk genes are highly similar to homologue regions of other species and can be divided into two distinct groups. Journal of Dairy Science, 86, 498-508.
- KELLIL S , (2015). Purification et caractérisation d'une enzyme coagulante d'origine Bougara, Boumerdes. 24 p
- KERN A. (1954). Utilisation du lait de brebis en Israël. Lait, 34, 408-422.
- KHASKHELI M., ARAIN M. A., CHAUDHRY S., SOOMRO A. H. et QURESHI T. A.

## Références bibliographiques

---

- .(2005)Physico-chemical quality of camel milk.Journal of Agriculture and Social Sciences, (2). P. 164166-
- .-KHELIL Z .,Taleb Y .( 2017). Etude de l'extraction de la pepsine de poulet et la ficine de figuier et leurs aptitudes à la coagulation du lait. Diplôme de Master. Université de Guelma . p26
- KHEROUATOU N. (2004). La micelle du lait camelin : caractérisation physico-chimique, rhéologique, biochimique et technofonctionnelle. Thèse de Doctorat, ENIS, Sfax, Tunisie.
- KOUASSI.M (1998) . etude de la filiere du lait de chamelle (camelus dromadarus ) en MAURITANIE. These doctorat. Univarsité cheikh Anta Diop. Dakar.
- LAHSAOUI, S.(2009). Etude du proceed de fabrication d'un produit laitier traditionnel Algérien (kilila).( Thèse. Déoartements d'agronomie. Université de Batna. Algérie.
- LE JAOUEN J C., REMEUF F. et LENOIR J. (1990). Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications de produits laitiers caprins. XXIII International Dairy Congress, Octobre, 8-12, Montréal, Québec.
- LEAROUSSY HANA YOUSSEF,;ALY YAHYA DARTIGE; MOHAMED SID'AHMED KANKOU ,LEONIL J., MARCHIN S., HENRY G., JOUANNEAU D. et PUTAUX J-C. (2007). La caséine  $\kappa$ : Quel rôle dans la structuration de la micelle de caséines ? Colloque, 5-8 juin, Grenoble, France.
- LIBOUGA D G. (2008). Étude comparative des coagulations du lait par actions de l'extrait des écorces de l'Ongokea goreet des enzymes coagulants bien connus.Tropicultura, vol 1, 43-47.
- LORENA D. CARRERA ACOSTA, PAOLA M. ALVARADO CONDOR, JIMMY NUÑEZ PEREZ and MILTON J. CUARAN GUERRERO,(2018). Small-Scale Process for the Production of Kefiran through Culture Optimization by Use of Central Composite Design from Whey and Kefir Granules By José Manuel Pais-Chanfrau.  
<https://www.intechopen.com/books/current-topics-in-biochemical-engineering/small-scale-process-for-the-production-of-kefiran-through-culture-optimization-by-use-of-central-com>
- LORIENT D. et CAYOT P. (2000). Les propriétés technofonctionnelles des protéines du lait. Les protéines laitières : Intérêts technologiques et nutritionnels, 4ème Conférence Européenne d'ARILAIT, 7 novembre, Paris, France.
- LUCHEY J.K. (2002) .Rennet coagulation of milk; in : « Encyclopedia of Dairy Science ». Elsevier, NewYork.

## Références bibliographiques

---

- LUQUET F.M ( 1990). Lait et produits laitiers vache, chèvre, brebis, transformation et technologie technique et documentation Lavoisier
- MAHAUT M, JEANTET R, BRULE G, (2003). Initiation à la technologie fromagère, Paris, Lavoisier Technique et Documentation, Lavoisier, France, P 24-102
- MAHAUT M., JEANTET R. et BRULE G. (2005). Initiation a la technologie fromagère. Tec & Doc Paris, France. 1-21
- MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G., SHUCK P. (2000). Les produits industriels laitiers.Lavoisier, Paris, 15p.
- MAHBOUB N. , SLIMANI N. , SIBOUKEUR O.et MATI A.(2012).Effet de la conservation sur l'activité enzymatique des extraits coagulants issus de caillotte de dromadaires âgés préparé sans muqueuse Vol (2) 8-20.
- MAHE MF., MANFREDI E., RICORDEAU G., PIACERE A. et GROSCLAUDE F. (1993). Effets du polymorphisme de la caséine  $\alpha S1$  caprine sur les performances laitières : Analyse intradescendance de boucs de race Alpine. Genetic Science and Evolution, 26, 151- 157.
- MAHIEU H., LE JAOUEN JC., LUQUET M F. et MOUILLET L. (1977). Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. Lait, 568.571-561
- MANA H., Drif F.( 2017). Caractérisation physico-chimique et organoleptique de trois laits (Vache, chèvre, brebis) et fabrication du fromage frais.Mémoire de master.Université M'hamed Bougara Boumerdes.
- MANAA A et FADIA A.(2010).Les propriétés naturelles et chimiques du lait de chamelle.journal d'études environnementales d'Assiut.Vol (34)
- MANALLAH L .(2012). Caractérisation morphologique des caprins dans la région de sétif .Mémoire du diplôme de Magistère. Université Ferhat Abbas stif 62 p
- MANFREDI E., BARBIREI ME., BOUILLON J., PIACERE A., MAHE MF., GROSCLAUDE F. et RICORDEAU G. (1993). Effet des variants de la caséine  $\alpha S1$  sur les performances laitières de chèvres. Lait, 73, 567-572.
- MARLETTA D., CRISCIONE A., BORDONARO S., GUASTELLA A M. and D'URSO G. (2007).(Casein polymorphism in goat's milk. Lait, 87, 491-504.
- MARTIN B., COULON J.B., (1995). Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages.Influence des facteurs de production sur l'aptitude à la coagulation des laits de troupeaux. Lait, 75, 61-80.

## Références bibliographiques

---

- MARTIN P. et LEROUX C. (2000). Le gène caprin spécifiant la caséine  $\alpha S1$  : Un suspect tout désigné aux effets aussi multiples qu'inattendus. INRA Productions Animales, Hors Série, 125-132.
- MATHIEU J.(1998). Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron .Initiation à la physico-chimie du lait. Edition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. pp : 12-210
- MEDJOUR A.(2014). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif ).Mémoire de magister en biologie, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie.
- MEHAIA M. A., HABLAS M. A., ABDEL-RAHMAN K. M. et EL-MOUGY S. A. (1995).Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. Food Chemistry, 52, p. 115-122.
- MEHAIA M.A. (1992). Studies on camel milk coagulation using soluble and immobilized pepsin.Egyptian Journal of Dairy Science, 20, 31-40.
- MEHAIA M.A., HABLAS M.A., ABDEL-RAHIM K.M. and MOUGY S.A. (1995). Milk composition, Wada and Hamra camels in Saudi Arabia. Food chemistry, 52, 115-122.
- MERZOUK YAMINA, CHAHROUR WASSILA, ZAROOUR KENZA, ZERGUI AMINA, SAIDI NOUREDDINE, HENNI JAMAL EDDINE and KIHAL MEBROUK , (2013). Physico-chemical and Microbiological Analysis of Algerian Raw Camel's Milk and Identification of Predominating Thermophilic Lactic Acid Bacteria. Journal of Food Science and Engineering 3 (2013) 55-63.
- MOATSOU G., VAMVAKAKI A., MOLLE D., ANIFANTAKIS E. and LEONIL J. (2006). Protein composition and polymorphism in the milk of skopelos goats. Lait, 86, 345- 357.
- MOHAMED M.A., LARSSON-RAZNIKIEWICZ M and MOHAMUD M.A, (1990). Hardcheese making from camel milk. Milchwissenschaft, 45, 716-718
- MOSBAH S , BOUDJENAH-HAROUN S , DAHIA M , BOUAL Z et SIBOUKEUR O,(2017).(qualite microbiologique du lait de chamelle (*camelus dromedarius*) elevee en systeme semi intensif dans la localite de ghardaia (sud d'algerie) .Vol 7 43- 52.
- MOULAY MERIEM,(2013).Contribution à l'étude et la caractérisation des lactocoques indigènes isolé du lait cru de chèvre et les produit laitière Algérien.Thèse de Doctorat .microbiologie .université d'Oran.Algerie.
- MUCIO M FURTADO. (1983). Detection of cow milk in goat milk by polyacrylamide gel electrophoresis. Journal of Dairy Science, 66, 1822-1824.

## Références bibliographiques

---

- NOUANIA., DAKO E., MORSLI A., BELHAMICHE N., BELBRAOUE S., BELLAL M M., DADIE A., (2009). Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers (*Cynaras columnus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *J. Food Technol.*, 7: 20-29. *Nutrition*, 39p: 1-13.
- Obaid a. Alwan , AMIN O .IGWEGBE and AHMAD A. AHMAD,(2014). effects of rearing conditions on the proximate composition of libyan maghrebi camels' (*camelus dromedarius*) milk, Vol. 4, No. 8 ISSN2305-8269.
- OUADGHIRI , M., (2009). Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et Jben» d'origine marocaine
- OULD ELEYA M. M., DESOBRY BANON S., VETIER N. and HARDY J. (1998). Etude rhéologique des gels acides de laits de vache, de chèvre et de brebis. *Lait*, 78, 453-459. --- ---
- PAQUET D .(1989) .Revue bibliographique: la fraction protéose-peptones du lait. *Lait*, 69, 1-21. PAYENS T A. (1982). Les propriétés physico-chimiques des caséines alpha s1, bêta et kappa. *Lait*, 62.320-306 ,
- PIERRE A., JEAN-LUC Le QUERE., RIAUBLANC A., YVON Le GRAET., DEMAIZERES D. and MICHEL F. (1998). Composition and physico-chemical characteristics of goat milks containing the A or O  $\alpha$ S1 casein variants. *Lait*, 78,191-202.
- PIVETEAU P, (1999). *Lait*, 79: 23-41p.
- POINTURIER H., (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).
- POUGHEON S .et GOURSAUD J., (2001) Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., *Lait, nutrition et santé*, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
- POUGHEON S., (2001) Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34 (102 pages).
- RAFIQ SAIMA, NUZHAT HUMA, IMRAN PASHA, AYSHA SAMEEN, OMER MUKHTAR, and MUHAMMAD ISSA KHAN,(2016). Chemical Composition, Nitrogen Fractions and Amino Acids Profile of Milk from Different Animal Species, National Institute of Food Science and Technology, University of Agriculture, Faisalabad-38040, Pakistan. Vol. 29, No. 7 : 1022-1028.
- RAMET ,( 1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Ed. Etude FAO. Production et santé animale, Roma (Italia). 187 p.

## Références bibliographiques

---

- RAMET J.P, (2001). The technology of making cheese from camel milk (*Camelus dromedarius*). –FAO animal production and health paper, 113, 67 p
- RAO M.B; GUPTA R.C and DASTUR N.N, (1970). Camel's milk and milk products. *Indian J. Dairy Sci*, 23, 71–78.
- RAYNAL-LJUTOVAC K., LAGRIFFOUL G., PACCARD P., GUILLET I. and CHILLIARD Y .(2008) .Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79, 57-72.
- RAZANAJATOVO L. et ALAIS C. (1977). Isolement et caractérisation de la caséine kappa de chèvre.*Lait*, 568, 492-568.
- REMEUF F. et LENOIR J. (1985). Caractéristiques physico-chimiques de lait de chèvre. *Revue Laitière Française*, 446, 32-40.
- REMEUF F., LENOIR J. et DUBY C. (1989). Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Lait*, 69, 499-518.
- RIBADEAU-DUMAS B. and GRAPPIN R. (1989). Milk protein analysis. *Lait*, 69, 357-416.
- RIBADEAU-DUMAS B., BRIGNON G., GROSCLAUDE F. et MERCIER J-C. (1972). Structure primaire de la caséine  $\beta$  bovine séquence complète. *European Journal of Biochemistry*, 25, 505-514.
- RICOORDEAU G., MAHE M F., PERSUY M A., LEROUX C., FRANÇOIS V. et AMIGUES Y .(1999) .Fréquences alléliques des caséines chez les chèvres des pyrénées. Cas particulier de la caséine  $\beta$  nulle. *INRA Productions Animales*, 12 (1), 29-38.
- ROUDJ S., BESSADAT A. et KARAM N-E. (2005). Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait bovin de l'Ouest algérien. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, 400.
- SABAHELKHIER M.K., FATEN M.M. and OMER F.I, (2012). Comparative Determination of Biochemical Constituents between Animals (Goat, Sheep, Cow and Camel) Milk with Human Milk. ISSN 2277-2502 Vol. 1(5), 69-71.
- SAWAYA W N., KHALIL JK and AL-SHALHAT AF. (1984). Mineral and vitamin content of goat's milk. *Journal of American Diet Association*, 84(4), 433-435.
- SENOUSSI C. (2011) .les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du sud algériens: essais de séparation et caractérisation de la fraction protéose peptone ; thèse Magister, université Mouloud Mammeri 04.

## Références bibliographiques

---

- SIBOUKER, O. (2007). Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique El- Harrach-Alger.
- SISAY F., AWOKE K. (2015). Review on production, quality and use of camel milk in Ethiopia. Journal of fisheries & livestock production, vol 3, issue 3. Doi: 10.417.2608.1000145.
- SLATTERY C. W. (1976). Review: casein micelle structure; an examination of models. Journal of Dairy Science, 9 (59), 1547-1556.
- STAHL T., SALLMANN H P., DUEHLMEIER R., WERNERY U. (2006). Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrums. Journal of Camel Practice and Research, 13, p. 53-57.
- TALANTIKITE K S. (2015). Purification et caractérisation d'une enzyme coagulant d'origine microbienne pour application en fromagerie., Université M'hamed Bougara Boumerdes.
- TRUJILLO A. J., CASALS I. and GUAMIS B. (2000). Analysis of major caprine milk proteins by reverse-phase high-performance liquid chromatography and electrospray ionization-masse spectrometry. Journal of Dairy Science, 83, 11-19.
- TRUJILLO A. J., CASALS I. and GUAMIS B. (2000). Analysis of major caprine milk proteins by reverse-phase high-performance liquid chromatography and electrospray ionization-masse spectrometry. Journal of Dairy Science, 83, 11-19.
- TUBESHA Z A., AL-DELAIFY K S. (2003). Rennin-like milk coagulant enzyme produced by a local isolated of *Mucor*. International Journal of Dairy Technology, vol 56(4), 237-241.
- VEINOGLU B., BALTAJIEVA M., KALATZOPOULOS G., STAMENOVA V. et PAPADOPOULOU E. (1982). La composition du lait de chèvre de la région de Plovdiv en Bulgarie et de Ionnina en Grèce. Lait, 62, 155-165.
- VEISSEYRE R. (1975). Technologie du lait: constitution, récolte, traitement et transformation du lait. .Edition troisième. Maison Rustique.
- VIGNOLA C L. (2002). Science et technologie du lait, transformation du lait, volume 11, 4 --  
ème édition. p 67.
- VIGNOLA, C (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait: Presses inter Polytechnique 600 .p
- Wangoh J., Farah Z ., Puhan Z. (1993). Extraction of rennet and its comparison with calf rennet extract. Milchwissenschaft 1993 ; 48 : 322-5.

## Références bibliographiques

---

- WAUGH D. F., SLATTERY C.W., CREAMER L. K. (1971). Binding of cations to caseins. Site binding, Donnan binding, and system characteristics. *Biochemistry*, 10 (5), 817–823
- YAGIL R , (1982) . Camels and Camel Milk. *FAO Animal production and Health paper* ,26,1-13.
- YAGIL R. and ETZION Z. (1980). Effect of drought condition on the quality of camel milk. *Journal Dairy Research*, 47, 159-166.
- ZADDEM MERIEM, (2014). Application de la méthode des surfaces de réponse pour l'optimisation du blanchiment du son de blé par du peroxyde d'hydrogène et son incorporation dans une farine de pain. Mémoire. Québec, Canada.110p.
- ZELLER B, (2005). Le fromage de chèvre : Spécificités technologiques et économiques. Thèse de Doctorat de l'université Paul-Sabatier, Toulouse, France

# **Annexes**

## Annexes

---

### Annexe 01 : Préparation Substrat de Berridge

#### Constituants de substrat de Berridge

- Le lait en poudre de type LOW-HEAT (0% de matière grasse) obtenu à partir d'un lait écrémé pasteurisé de bonne qualité microbiologique (-5000 germes/ml).
- Solution de  $\text{CaCl}_2$  de qualité anhydre utilisée à une concentration de 0.01M est obtenu à partir d'une solution mère aqueuse de  $\text{CaCl}_2$  déshydraté d'une concentration de 1M à conserver à 4°C et à l'obscurité avec quelques cristaux de thymol.

- **Mode opératoire :**

Pour préparer 100 ml du substrat de Berridge, on dissout 12g de poudre de lait dans 100ml de  $\text{CaCl}_2$  à 0.01 M. on verse tout d'abord 10ml de la solution de chlorure de calcium dans le bécher contenant le lait en poudre.

### annexe 03 : présure commercial



Photo du présure commercial

### Annexe 03 : ferments



Photo de ferments mésophile

## Annexes

### Annexe 04: fiche d'enquête

| Questionnaire                                                                                                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Renseignements sur le consommateur                                                                                      |  |
| Région :                                                                                                                |  |
| Age :                                                                                                                   |  |
| Sexe :                                                                                                                  |  |
| Niveau : <input checked="" type="checkbox"/> Eduqué <input type="checkbox"/> Non éduqué                                 |  |
| Question 01 : quelle est votre fréquence de consommation du lait de chamelle par jour ?                                 |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 02 : êtes-vous consommé le lait de chamelle à titre curatif ou à titre traditionnel ?                          |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 03 : êtes-vous consommé le lait de chamelle de préférence frais ou fermenté ?                                  |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 04 : est-ce que vous fermentez le lait chamelle traditionnellement ?                                           |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 05 : est-ce que vous fabriquez un fromage à base de lait de chamelle ?                                         |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 06 : à quelle saison vous préférez de consommer le lait de chamelle frais ou fermenté ?                        |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 07 : est-ce que vous utilisez une méthode traditionnelle spécifique pour conserver le lait de chamelle frais ? |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 08 : quelle est la période de conservation du lait de chamelle pour la saison d'hiver et d'été ?               |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 09 : êtes-vous considéré le lait de chamelle comme aliment principale ?                                        |  |
| .....                                                                                                                   |  |
| Question 10 : êtes-vous intégré le lait de chamelle frais ou fermenté dans votre cuisson ?                              |  |
| .....                                                                                                                   |  |

### Annexe 05 : Réactifs 1/ Phénolphtaléine

Laphénolphtaléineou3,3-bis(4-hydroxyphényl)-1-(3H)-monobenzofuranone(le symbole  $\phi\phi$  (phi-phi) ou la notation générale HIn, commune à d'autres indicateurs, sont utilisés) est un composé organique de formule brute  $C_{20}H_{14}O_4$ . C'est un indicateur de pH (ou un indicateur coloré), c'est-à-dire un composé qui change de couleur selon la valeur du pH de la solution dans laquelle on le place.

#### 2/ Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) N/9

Permet de quantifier l'acide lactique présent dans le lait en effectuant un dosage acido- basique en présence de phénolphtaléine

##### • Préparation de la solution

La préparation de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) N/9 se fait par dissolution de4,445 g d'hydroxyde de sodium en pastilles dans un litre d'eau distillée. La préparation de cette solution doit être effectuée avec une grande précision.

## Annexes

### Annexe 06 : Paramètres physico-chimiques du lait



Détermination du pH



Détermination de l'acidité titrable



Détermination de la densité



Détermination de la matière grasse et protéine et lactose



Détermination de l'extrait sec total

## Annexes

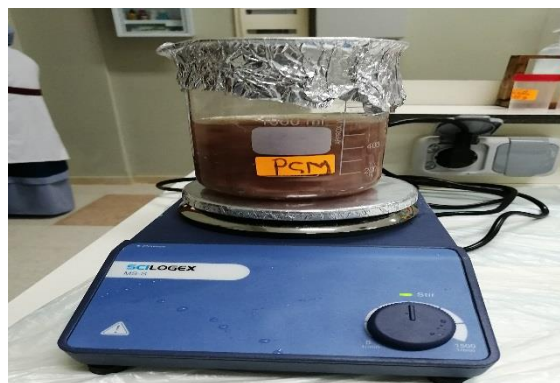


Détermination du cendre

### Annexe 07 : Extraction des enzymes coagulants



Découpage en tranches 1cm<sup>2</sup>



Macération NaCl 6% (1:10 P/V )  
+ acide borique 2%

## Annexes



Filtration



Centrifugation (1500 t/min pendant 15 min)



Ajustement du PH de 5,5 à 4,7 par  
HCl 1N



Extrait tenu à 25°C (24 h pour  
l'activation des zymogènes)



Ajustement du pH de 5,5 par  
NaOH 1N



Centrifugation (1500 t/min pendant 15 min)

## Annexes

- **préparation des solutions de l'extraction**

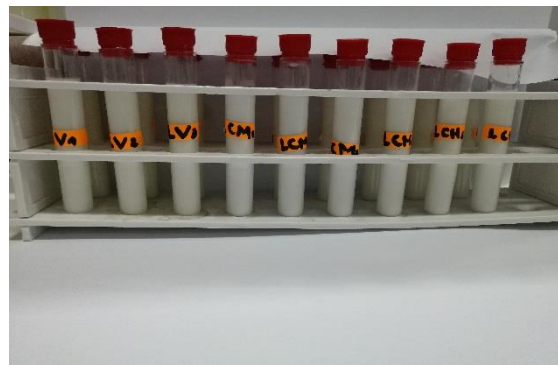
✓ Macération NaCl 21g + acide borique 7g pour 350 ml d'eau distillé dans bécher 500 ml avec l'abomasa sec de chameau en tranches de caprine (28.140g) ,et autre fois avec l'abomasa sec de chameau en tranches de cameline (88.620g).

✓ Pour préparer 20 ml du solution de NaOH (1N), on dissout 0.8g de NaOH dans 20 ml d'eau distillé .

### Annexe 08 : Caractéristiques des extraits enzymatiques



Photos de temps de floculation



Photos de force coagulante



Photos de temps de coagulation

## Annexes

### Annex09: Optimisation enzymatique du lait mélange

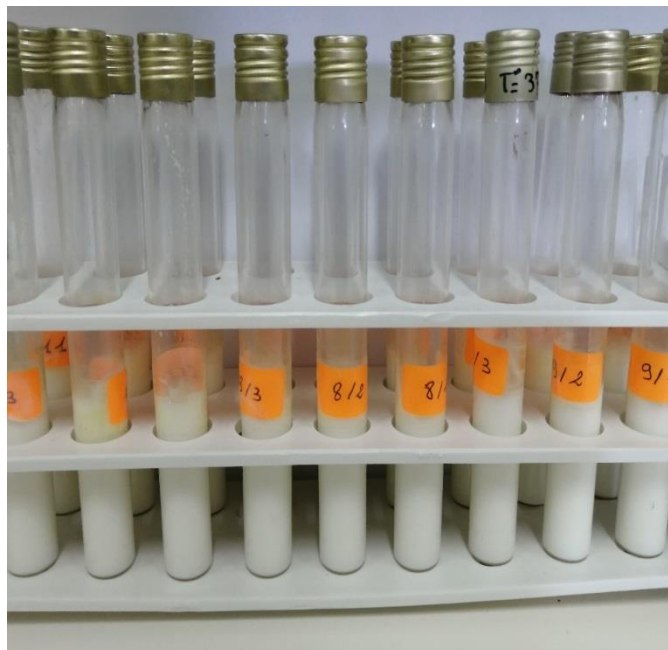


Photo de floculation et de coagulation de lait par présure

## Annexes

---

### Annex10: Fabrication de fromage frais



Photo à partir les étapes de fabrication de fromage

Annex10

## Annexes

### Annexe 11: caractérisation microbiologique de fromage frais à coagulation enzymatique



مخبر التحاليل و مراقبة النوعية و المطابقة  
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE  
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ

## BULLETIN D'ANALYSE

### Microbiologique

N°: 1462-21

#### Information Client:

**Client:** AMMARI FATIMA

**Code:** 1124

**Adresse:** Teksebt

**Tel:** 06 98 97 73 62

#### Information Echantillon:

**Référence:** E0449.05.21

**Prélevé le:** 03/04/2021

**Dénomination:** Formulation 75 LD / 25 LD

**Par:** Lui-même

**Nature:** FROMAGE

**Lieu:** /

**Emballage:** /

**Site:**

**Lot N°:** /

#### Les résultats:

**Echantillon reçu le:** 04/04/2021

**Lancé le:** 04/04/2021

| Paramètre                   | Echantillons |     |     |     |     | Norme           |                 | Méthode          |
|-----------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|------------------|
|                             | 1            | 2   | 3   | 4   | 5   | m               | M               |                  |
| Escherichia coli            | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | J.O.A 75 du 2017 |
| Staphylocoques à coagulase+ | 90           | 80  | 90  | 70  | 80  | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | J.O.A 68 du 2014 |
| Salmonella                  | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | Abs             | Abs             | J.O.A 44 du 2017 |
| Listeria monocytogenes      | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 100             | 100             | ISO 11290-1      |

**Interprétation:** Suite à l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

**Observation:** Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu

**NB:** Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

**Édité le:** 08/04/2021

**Le Laboratoire:**

Fatila



حي 19 مارس 1962 مقابل دار الضيافة - الوادي  
Mob: 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87  
Tel: 032.13.92.24  
Fax: 032.13.92.23  
WebSite: www.fatilab.com  
E-mail: contact@fatilab.com



## Annexes



Autorisation Ministérielle N°: 154 du 14/07/2009

مخبر التحاليل و مراقبة النوعية و المطابقة  
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE  
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ

### BULLETIN D'ANALYSE

#### Microbiologique

N°: 1468-21

##### Information Client:

Client: AMMARI FATIMA

Code: 1124

Adresse: Teksebt

Tel: 06 98 97 73 62

##### Information Echantillon:

Référence: E0449.11.21

Prélevé le: 03/04/2021

Dénomination: SO / 50 canline

Par: Lui-même

Nature: fromage

Lieu: /

Emballage: /

Site:

Lot N°: /

##### Les résultats:

Echantillon reçu le: 04/04/2021

Lancé le: 04/04/2021

| Paramètre                   | Echantillons |      |      |      |      | Norme           |                 | Méthode          |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------------------|
|                             | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    | m               | M               |                  |
| Escherichia coli            | Abs          | Abs  | Abs  | Abs  | Abs  | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | J.O.A 75 du 2017 |
| Staphylocoques à coagulase+ | < 10         | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | J.O.A 68 du 2014 |
| Salmonella                  | Abs          | Abs  | Abs  | Abs  | Abs  | Abs             | Abs             | J.O.A 44 du 2017 |
| Listeria monocytogenes      | Abs          | Abs  | Abs  | Abs  | Abs  | 100             | 100             | ISO 11290-1      |

**Interprétation:** Suite à l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

**Observation:** Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu  
**NB:** Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

Édité le: 08/04/2021

Le Laboratoire:



حي 19 مارس 1962 مقابل دار الضيافة - الوادي  
Mob: 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87  
Tel: 032.13.92.24  
Fax: 032.13.92.23  
WebSite: www.fatilab.com  
E-mail: contact@fatilab.com



## Annexes



# FATILAB

Autorisation Ministérielle N°: 154 du 14/07/2009

مخبر التحاليل و مراقبة النوعية و المطابقة  
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE  
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ

## BULLETIN D'ANALYSE

### Microbiologique

N°: 1467-21

#### Information Client:

**Client:** AMMARI FATIMA

**Code:** 1124

**Adresse:** Teksebt

**Tel:** 06 98 97 73 62

#### Information Echantillon:

**Référence:** E0449.10.21

**Prélevé le:** 03/04/2021

**Dénomination:** Formulation 25 LC / 75 LD

**Par:** Lui-même

**Nature:** FROMAGE

**Lieu:** /

**Emballage:** /

**Site:**

**Lot N°:** /

#### Les résultats:

**Echantillon reçu le:** 04/04/2021

**Lancé le:** 04/04/2021

| Paramètre                   | Echantillons |     |     |     |     | Norme           |                 | Méthode          |
|-----------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|------------------|
|                             | 1            | 2   | 3   | 4   | 5   | m               | M               |                  |
| Escherichia coli            | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | J.O.A 75 du 2017 |
| Staphylocoques à coagulase+ | 40           | 50  | 40  | 60  | 50  | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>4</sup> | J.O.A 68 du 2014 |
| Salmonella                  | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | Abs             | Abs             | J.O.A 44 du 2017 |
| Listeria monocytogenes      | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 100             | 100             | ISO 11290-1      |

**Interprétation:** Suite à l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

**Observation:** Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu

**NB:** Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

**Édité le:** 08/04/2021

**Le Laboratoire:**

Fatila



حي 19 مارس 1962 مقابل دار الضيافة - الوادي  
Mob: 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87  
Tel: 032.13.92.24  
Fax: 032.13.92.23  
WebSite: www.fatilab.com  
E-mail: contact@fatilab.com

**FATILAB**  
ENSEMBLE POUR UNE MEILLEUR QUALITÉ

## Annexes



مخبر التحاليل و مراقبة النوعية و المطابقة  
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE  
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ

### BULLETIN D'ANALYSE

#### Microbiologique

N°: 1458-21

**Information Client:**

**Client:** AMMARI FATIMA

**Code:** 1124

**Adresse:** Teksebt

**Tel:** 06 98 97 73 62

**Information Echantillon:**

**Référence:** E0449.01.21

**Prélevé le:** 03/04/2021

**Dénomination:** 2 RC / 75 LD

**Par:** Lui-même

**Nature:** FROMAGE

**Lieu:** /

**Emballage:** /

**Site:**

**Lot N°:** /

**Les résultats:**

**Echantillon reçu le:** 04/04/2021

**Lancé le:** 04/04/2021

| Paramètre                   | Echantillons |      |     |      |     | Norme           |                 | Méthode          |
|-----------------------------|--------------|------|-----|------|-----|-----------------|-----------------|------------------|
|                             | 1            | 2    | 3   | 4    | 5   | m               | M               |                  |
| Escherichia coli            | Abs          | Abs  | Abs | Abs  | Abs | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | J.O.A 75 du 2017 |
| Staphylocoques à coagulase+ | < 10         | < 10 | 10  | < 10 | 20  | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | J.O.A 68 du 2014 |
| Salmonella                  | Abs          | Abs  | Abs | Abs  | Abs | Abs             | Abs             | J.O.A 44 du 2017 |
| Listeria monocytogenes      | Abs          | Abs  | Abs | Abs  | Abs | 100             | 100             | ISO 11290-1      |

**Interprétation:** Suite à l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

**Observation:** Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu

**NB:** Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

**Édité le:** 08/04/2021

**Le Laboratoire:**

Fatila



حي 19 مارس 1962 مقابل دار الضيافة - الوادي  
Mob: 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87  
Tel: 032.13.92.24  
Fax: 032.13.92.23  
WebSite: www.fatilab.com  
E-mail: contact@fatilab.com

**FATILAB**  
ENSEMBLE POUR UNE MEILLEUR QUALITÉ

## Annexes



مخبر التحاليل و مراقبة النوعية و المطابقة  
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE  
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ

### BULLETIN D'ANALYSE

#### Microbiologique

N°: 1461-21

##### Information Client:

Client: AMMARI FATIMA

Code: 1124

Adresse: Teksebt

Tel: 06 98 97 73 62

##### Information Echantillon:

Référence: E0449.04.21

Prélevé le: 03/04/2021

Dénomination: Formulation 75LD /25 LD

Par: Lui-même

Nature: FROMAGE

Lieu: /

Emballage: /

Site: /

Lot N°: /

##### Les résultats:

Echantillon reçu le: 04/04/2021

Lancé le: 04/04/2021

| Paramètre                   | Echantillons |     |     |     |     | Norme           |                 | Méthode          |
|-----------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|------------------|
|                             | 1            | 2   | 3   | 4   | 5   | m               | M               |                  |
| Escherichia coli            | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | J.O.A 75 du 2017 |
| Staphylocoques à coagulase+ | 410          | 380 | 370 | 400 | 360 | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | J.O.A 68 du 2014 |
| Salmonella                  | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | Abs             | Abs             | J.O.A 44 du 2017 |
| Listeria monocytogenes      | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 100             | 100             | ISO 11290-1      |

**Interprétation:** Suite à l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

**Observation:** Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu

**NB:** Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

Édité le: 08/04/2021

Le Laboratoire:

Fatila



مي 19 مارس 1962 مقابل دار الضيافة - الوادي  
Mob: 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87  
Tel: 032.13.92.24  
Fax: 032.13.92.23  
WebSite: www.fatilab.com  
E-mail: contact@fatilab.com



## Annexes



مخبر التحاليل و مراقبة النوعية و المطابقة  
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE  
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ

### BULLETIN D'ANALYSE

#### Microbiologique

N°: 1460-21

##### Information Client:

Client: AMMARI FATIMA

Code: 1124

Adresse: Teksebt

Tel: 06 98 97 73 62

##### Information Echantillon:

Référence: E0449.03.21

Prélevé le: 03/04/2021

Dénomination: Formulation 50 LC / 50 LD

Par: Lui-même

Nature: FROMAGE

Lieu: /

Embalage: /

Site:

Lot N°: /

##### Les résultats:

Echantillon reçu le: 04/04/2021

Lancé le: 04/04/2021

| Paramètre                   | Echantillons |     |     |     |     | Norme           |                 | Méthode          |
|-----------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|------------------|
|                             | 1            | 2   | 3   | 4   | 5   | m               | M               |                  |
| Escherichia coli            | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | J.O.A 75 du 2017 |
| Staphylocoques à coagulase+ | 210          | 200 | 220 | 300 | 240 | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | J.O.A 68 du 2014 |
| Salmonella                  | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | Abs             | Abs             | J.O.A 44 du 2017 |
| Listeria monocytogenes      | Abs          | Abs | Abs | Abs | Abs | 100             | 100             | ISO 11290-1      |

**Interprétation:** Suite à l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 dans le JOA N°39 du 2 juillet 2017, l'échantillon est de Qualité microbiologique **Satisfaisante**.

**Observation:** Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu  
**NB:** Ce bulletin est identique à la souche archivée chez le laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée

Édité le: 08/04/2021

Le Laboratoire:



حي 19 مارس 1962 مقابل دار الضيافة - الوادي  
Mob: 0770.63.14.87 / 0770.63.16.87  
Tel: 032.13.92.24  
Fax: 032.13.92.23  
WebSite: www.fatilab.com  
E-mail: contact@fatilab.com



# Annexes

## Annexe 12: Caractérisation sensorielle de fromage à coagulation mixte

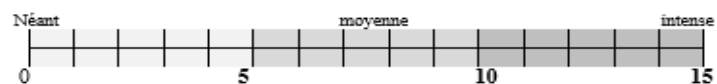
### Analyse des descripteurs sensoriels d'un fromage frais

Nom/ Prénom :

Promotion

Date :

Il vous est demandé d'évaluer les caractéristiques du fromage en donnant une note de 0 à 15 (Aspect/texture, Odeur/Arôme, Goût) selon l'échelle et les caractéristiques proposées. Veuillez analyser les fromages par ordre. Model d'échelle :



| Aspect et texture fromage |                        |                  |                  |                    |                  |                 |
|---------------------------|------------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
|                           | Texture uniforme-lisse | Texture rugueuse | Texture sableuse | Texture tartinable | Texture crémeuse | Texture pâteuse |
| FMI                       |                        |                  |                  |                    |                  |                 |

| Odeur du fromage : Flairez et notez rapidement l'intensité de l'odeur |                |               |               |            |                   |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|---------------|------------|-------------------|
|                                                                       | Odeur lactique | Odeur animale | Odeur d'herbe | Sans odeur | Autres à préciser |
| FMI                                                                   |                |               |               |            |                   |

| Goût et arôme du fromage : Mastiquez l'échantillon puis évaluez l'intensité des saveurs |       |      |      |      |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|----------------|
|                                                                                         | Acide | Salé | Doux | Amer | Goût de beurre |
| FMI                                                                                     |       |      |      |      |                |

| Appréciation globale du fromage |         |                 |     |          |                           |                                      |
|---------------------------------|---------|-----------------|-----|----------|---------------------------|--------------------------------------|
|                                 | Mauvais | moyennement bon | Bon | très bon | riche en arômes (oui/non) | durée de l'intensité dans la bouche* |
| FMI                             |         |                 |     |          |                           |                                      |

\* Préciser en seconde l'intensité de (intensité faible) ≤3sec (intensité longue) jusqu'à ≥ 30sec



Photo d'analyse sensorielle

