République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de biologie cellulaire et moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de master académique

Filière :

Sciences Biologiques

Spécialité :

Biochimie Appliquée

THEME

Optimisation de paramètres du coagulation et essai de fabrication de fromage frais à base de lait en mélange par présure caprine

Présenté Par :

Mlle**. AMMARI Fatima**

Mme**. BEKAKRA Yasmin**

Devant le jury composé de :

Président : Mr. KHELEF Yahia , (M.C.B ,Université d'El Oued)

Examinatrice : Mme. MAHBOUB Nasma (M.C.A , Université d'El Oued)

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

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier Dieu tout puissant qui nous a guidés sur le droit chemin et nous a donné le courage et la volonté de continuer et de terminer nos études.

Nous remercions notre promotrice ***Mme. BOURAS BIYA*** *professeur en*

(Doctorante en biotechnologie alimentaire) de nous avoir proposé ce

thème, ainsi que pour son aide précieuse et ses considérables conseil1s qui nous ont facilité le travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à ***Mr. KHELEF Yahia*** *et à Mme.* ***MAHBOUB Nasma*** *pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail.*

Nous adressons aussi nos remerciements aux les éleveurs des dromadaires pour leur accueil chaleureux.

Dédicace

Grace à Dieu tout clément et miséricordieux, Qui ma tracé la Route, et ma donné le pouvoir et le courage de continuer jusqu'à La fin.

Je dédie ce modeste travail :

Ma chère mère **Aicha , pour l'affection et l'amour qui m'ont donné le courage et la force dans les moments les plus difficiles.*

**A l'âme de mon père, en reconnaissance pour sa grâce, que Dieu lui fasse miséricorde*

A mon adorable chère mari **Larbi qui m'a supporté et d'avoir été très compréhensive, pour son soutien moral et ses conseils les plus précieux qui m'ont servi dans ma vie et son encouragement sans limite. Vous resterez à jamais dans mon cœur*

*A mes très chères Frères **Ayoub** et **Ahmed** et leur femmes et à **Yahya***

*A ma très chère Sœur **Hadjer** et son époux.*

*A mon amie et ma bien-aimée **G. Fatima***

*A mon cher binôme **Fatima***

** A tout ma famille , mes amis ,et mes collègues .*

Yasmin

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail réalisé grâce à l'aide de dieu tout puissant. Spécialement à mon père qui je dois énormément, qui a cru en moi et qui m'a donné les moyens d'aller aussi loin, qui m'a beaucoup aidé dans ma vie et durant mes études. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère mère affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

A mes très chers frères : Saddam Hocine, Ali, Faiçal, Hamza; Abd Elgani, Mohammed.

A mon cher fiancé : Farid, je lui souhaite beaucoup de bonheur , et j'espère à lui une bonne chance sa vie.

La plus grande dédicace aux personnes chères à mon coeur : Fatima, Maghnia et Latifa qui m'ont tant soutenu, merci et mille mercis.

Et je n'oublie pas mes chers Amis : Thouraya, Louiza, chaima, et surtout mon belle Binôme : Yasmin.

A tous les membres de ma famille Ammari et Ben bordi , petits et grands.

Et spécialement à notre promotrice Mme BOURAS Biya Et enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné et soutenu, et Tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer ....

Fatima

Résumé

Ce travail est orienté pour prendre des points optimums et les utiliser pour faire des différentes formulations de fromage à base de lait en mélange (lait de dromadaire et lait de caprin). Il consiste à l'évaluation de la qualité de l'analyse physico-chimique de lait dromadaire et caprin , ainsi la caractérisation de présure caprin a révélé une activité coagulante de5.178 ± 6.065 UP/ml et une force coagulante est égale à 1/886.262 et une activité spécifique (0.4707UP/mg).L'optimisation de pH et température de floculation et de coagulation par le méthode de surface de réponse sur des différentes formulations du lait avec la présure caprin a révélé respectivement les couple de points optimums suivants : F1 (5; 30°) F2(5; 30°) F3(6.7; 30°); F1(5.61; 40.66°) F2(5.30; 38.36°) F3(5.41;42°). Les analyses physico-chimiques de fromage frais à coagulation enzymatique en montré un Extrait sec total g/l (F1 = 413.58 et F2=367.69 et F3=469.95), pH (F1=6.42 ; F2=6.23 ; F3=6.38), acidité titrable (0.05° pour le trois formulation),cendres g/l (4.96 et 5.95 et 8.40), rendement fromager (7.9% et 9.63% et 10.16%). Et microbiologiques ont montrés que elles sont de qualité satisfaisante. La caractérisation sensorielle du notre produit fini de la meilleure formulation choisie a révélé une texture plus lisse et tartinable , d'une odeur moyennement lactique et d'un gout moyennement salé

Mots clé : Lait en mélange, présure caprin, présure commerciale ,fromage frais.

Summary

This work is oriented to find optimum points and use them to make different formulations of mixed milk (camel's milk and goat's milk). It bases in evaluating the quality of the physico-chemical analysis of dromedary and goat milk, thus the characterization of goat rennet revealed a coagulant activity of 5.178 ± 6.065 UP / ml and a coagulating force equal to 1 / 886.262 and a specific activity (0.4707UP / mg). The optimization of pH and temperature of flocculation and coagulation by the response surface method for different formulations of milk with goat rennet revealed respectively the following pairs of optimum points : F1 (5; 30 °) F2 (5; 30 °) F3 (6.7; 30 °); F1 (5.61; 40.66 °) F2 (5.30; 38.36 °) F3 (5.41; 42 °). The physico-chemical analyzes of fresh cheese using enzymatic coagulation shew a total dry extract g / l (F1 = 413.58 and F2 = 367.69 and F3 = 469.95), pH (F1 = 6.42; F2 = 6.23; F3 = 6.38), acidity titratable (0.05 ° for the three formulation), ash g / l (4.96 and 5.95 and 8.40), cheese yield (7.9% and 9.63% and 10.16%). And microbiological shew that they are of satisfactory quality. The sensory characterization of our final product of the best chosen formulation revealed a smoother and spreadable texture, a medium lactic odor and a medium salty taste.

Keywords: mixed milk, goat rennet, commercial rennet, fresh cheese.

ملخص

هذا العمل موجه لأخذ النقاط المثلى واستخدامها لعمل تركيبات مختلفة من الجبن على أساس الحليب المختلط (حليب الإبل وحليب الماعز). يتكون من تقييم جودة التحليل الفيزيائي والكيميائي لحليب الجمل وحليب الماعز، وبالتالي فإن توصيف منفحة الماعز أظهر نشاط تخثر قدره 5.178 ± 6.065 / UP مل و قوة تخثر تساوي 1 / 886.262 و قوة محددة النشاط (.(0.4707 UP / mg) .أظهر تحسين درجة الحموضة ودرجة حرارة التلبد والتخثر بطريقة سطح الاستجابة على تركيبات مختلفة من الحليب مع منفحة الماعز الزوجين التاليين من النقاط المثلى على التوالي 5) F1 :؛ 30 5) F2 (° ؛ 30 درجة 6.7) F3 ؛ 30 درجة) ؛ 5.61) F1 ؛ 40.66 درجة 5.30) F2 (؛ 38.36 درجة F3 (5.41)؛ 42 درجة). أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية للجبن الطازج مع التخثر الأنزيمي أن إجمالي المستخلص الجاف جم / لتر F1) 413.58 =و 367.69 = F2 و (469.95 = F3 ، ودرجة الحموضة 6.42 = F1) ؛ 6.23 = F2 ؛ (6.38 = F3 ، ومعايرة الحموضة (0.05 درجة للتركيبة الثلاثة) ، رماد جم / لتر (4.96 و 5.95 و 8.40) ، محصول الجبن (7.9٪ و 9.63٪ و 10.16٪). وقد أظهرت الميكروبيولوجية أنها ذات جودة مرضية. أظهر التوصيف الحسي لمنتجنا النهائي لأفضل الصيغ المختارة قوامًا أكثر نعومة وقابلًا للدهن ورائحة لبنية متوسطة وطعم مالح متوسط.

الكلمات المفتاحية: خليط الحليب ، منفحة الماعز ، المنفحة التجارية ، الجبن الكريمي.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction…….…..1

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le lait

I. Elevage en Algérie ……...…….……3

I.1 Présentation de dromadaire...……..……....3

I.1.1 Principales races de dromadaire en Algérie ……...….3

I.2.2 Répartition géographique de dromadaire ……...……...…..4

I-2 Présentation de caprin……...…….5

I-2-1Principales races de dromadaire en Algérie……..……...5

I.2.1.1 Population local ……5

I.2.1.2 Population introduite…….…5

I.2.1.3 Populations croisées……....5

I-2-2 Répartition géographique de caprin……..6

II-le lait……6

II .1 Lait de dromadaire ……7

II.1.1 Définition……...……...7

II.1.2 Compositions chimiques……..7

II.1.2.1 Eau……..7

II.1.2.2 Matière grasse…….……..7

II.1.2.3 Protéine……...8

II.1.2.3.1 Les caséines…….……8
II.1.2.3.2 Les protéines de lactosérum……...8
II.1.2.4 Lactose……....8
II.1.2.5 Vitamines……8
II.1.2.6 Minéraux……9
II.1.3 Utilisation médicinales et thérapeutique du lait dromadaire……9

II.2 Lait caprin……9
II.2.1 Définition……...……....9
II.2.2 Composition……..…….…..10
II.2.2.1 Eau…….……..…10
II.2.2.2 Matière grasse…….…….....10
II.2.2.3 Protéines……..10
II.2.2.3.1 Les caséines……...…...10
II.2.2.3.2 Protéines sériques……...……10
II.2.2.4 Lactose……...…..10
II.2.2.5 Vitamines…….....11
II.2.2.6 Minéraux…….....11
II-2-3 Qualité de lait de caprin…….……11
II.2.3 Propriété nutritionnelle …….……..…...11
II.2.4 Propriétés médicinales……...……..…...11

Chapitre II :Les agents coagulants

I-Mécanisme de coagulation……12
I.1 Coagulation du lait……12
I. 1.1 Coagulation par voie enzymatique……....12
I.1.2 Coagulation acide……..……..13
I.1.3 Coagulation mixte ……...13
I.2 Enzymes coagulantes……..13
I.2.1 Origine des enzymes coagulantes…….……...14
I.2.1.1 Enzymes d'origine animale…….……..14

I.2.1.1.1 Présure…….……14
I.2.1.1.2 La chymosine……14
I.2.1.1.3 Les pepsines……...14

I.2.1.1.3.1 pepsine de Poulet……...15
I.2.1.1.3.2 pepsine bovine……...15
I.2.1.1.3.3 pepsine porcine…….…….…15
I.2.1.2 Enzymes d'origine végétales…….……15
I.2.1.3 Enzymes d'origine microbienne…….……..15
I.2.1.4 Enzymes d'origine fongique……..……..16
II. Critères de choix de l'agent coagulant …….……..16

Chapitre III : Généralités sur les fromages

Généralité sur le fromage……..……..17
I. Définition…….……17
II. Transformation du lait en fromage …….……17
II.1 Egouttage …….....……..17
II.2 Affinage……...…….18
II.3 Salage……..…..18
III. Classification de fromage……..18
IV. Composition de fromage …….…….19
V. Types de fromage…….……..20
V.1 Fromage frais……..……..20
V.2. Fromages à pâte pressée…….…….....20
V.2.1.Fromages à pâte pressé cuite…….....20
V.2.2.Fromages à pâte non cuite
V.3. Fromages à pâtes persillé……..……...20
V.4. Fromages fondus……..……...20
V.5.Fromage à pâte molle……21
V.5.1.Fromage de pâte molle à croûte fleurie…….21
V.5.2.Fromage de pâte molle à croûte lavée…….....21
VI. Fromage frais…….....21
VI.1. Types de fromage frais……...21
VI.1.1 Fromage frais blanc moulé……..…….……21
VI.1.2 Fromage frais a structure homogène ……21
VI.2. Composition de fromage frais……..……..22
VII. Caractéristiques sensoriales des fromages……..……....22
VIII. Fromage traditionnels Algériens…….....23

Partie expérimentale

I-Matériels et méthodes. ……..….26
I.1 Appareillage…….……...26
I.2 Petits matériels ……..……26
I.3. Produits chimiques et réactifs et milieux de culture…….……..26
I.4. Matériel biologique…….…….27
I.4.1. Lait de dromadaire……27
I.4.2. Lait de caprin ……..27
I.4.3. Lait de vache……..27
I.4.4. Substrat de BERRIDGE……..27
I.4.5. présure commerciale……..27
I.4.6. Caillette caprin…….27
I.4.7 Ferment mésophiles……..……..28
I.5 Matériel d'enquête……...……..28
II. Méthode ……..……..28
II.1. Collecte du lait……..……..28
II.2. Paramètres physico-chimiques……..……..28
II.2.1 Détermination du Ph……28
II. 2.2 Détermination de la densité……28
II.2.3 Détermination de l'acidité titrable……29
II.2.4 Détermination de l'extrait sec total (EST)…….....……29
II.2.5 Détermination de Cendres……...……..30
II.2.6 Détermination de protéine et de lactose la matière grasse……30
II.3 Extraction de la présure coagulante (présure caprin)…….……30
II.4 Caractéristiques des extraits enzymatiques…….……32
II.4.1 L'activité coagulante…….……..….32
II.4.2 Temps de coagulation…….…….……..32
II.4.3 Force coagulante…….……..33
II.4.4 Dosage des protéine…….…….……33
II.4.5 Activité spécifique…….……..34
II-5 Optimisation de l'activité enzymatique …….…….…….34
II.5-1 Méthode de surface de réponse (RSM) ……..…….…….34
II.5.1.1 Plan d'expérience (plan CCD)…….34
II.5.1.2 Modélisation de réponse …….36

II.5.1.3 Construction des graphes…….36

II.6 Traitement statiques……36

II.7 Fabrication du fromage à coagulation enzymatique…….…..37

II.7.1 Caractérisation physico-chimique du fromage frais…….……...38
II.7.1.1 Détermination du pH…….……..39
II.7.1.2 Détermination de l'acidité titrable…….……..39
II.7.1.3 Détermination de la matière sèche…….39

II.7.1.4 Détermination de cendres…….……..39

II.7.1.5 Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode de(GERBER 1974)…….39

II.7.1.6 Rendement de fromage …….……40

II.7.2 Caractérisation microbiologique du fromage frais ……..……40

II.7.2.1 Dénombrement d'*Escherichia coli*……..……...…40
II.7.2.2 Recherche de *Staphylococcus à coagulase positive* …….40
II.7.2.3 Recherche des *salmonelles*……..41
II.7.2.4Recherche de *Listeria monocytogenes*…….……....41
II.8 Fabrication de fromage à coagulation mixte…….42

II.9 Caractérisation sensorielle du fromage frais fabriqué a coagulation mixte ……..……..43

Résultats et Discussion

I- Résultats d'enquête……..45
II-Résultats des analyses physico-chimiques du lait…….……...…48
-pH…….……..…48
Acidité titrable……..…48
Densité…….49
Lactose …….……...49
Taux du protéine …….……50
Matière grasse ……...……..50
Extrait sec total ……..…….50
Taux du cendres ……..……...50
III. Caractérisation des extraits enzymatiques…….…….……51

III.1. Activité coagulante……...……..51
II.2. Force de coagulation…….52
II.3. Teneur en protéine ……..……..52
II.4. Activité spécifique……..……...…52
II.5. Temps de coagulation…….…….52
IV-Optimisation des conditions des parémétres (pH,T) de floculation et coagulation par la méthode des surfaces de réponse……..52
IV-1Modélisation statistique de temps de floculation du lait …….52
IV-1-1Modélisation de la réponse de temps de floculation de trois formulation……54
IV-1-1-1 Effet de Ph et T sur la floculation de F1……...……55
IV-1-1-2 Effet de Ph et T sur la floculation de F2……..…….56
IV-1-1-3 Effet de Ph et T sur la floculation de F3……..…….56
IV-1-2 Graphique de contour de réponse et diagramme de surface ……57
IV-2 Modélisation statistique de temps de coagulation du lait ……59
IV-2-1Modélisation de la réponse de temps de coagulation de trois formulation…….……..60
IV-2-1-1 Effet de pH et T sur la coagulation de F1……..61
IV-2-1-2 Effet de pH et T sur la coagulation de F2……..62
IV-2-1-3 Effet de pH et T sur la coagulation de F3……..62
IV-2-2 Graphique de contour de réponse et diagramme de surface ……63
V- Caractérisation physicochimiques du fromage à coagulation enzymatique……..65
-pH……...65
- Acidité……...……66
- Extrait sec total……...……...66
- Rendement fromagère……...……66
VI. Résultats des analyses microbiologiques du fromage à coagulation enzymatique …..……..…….68
VII-Caractérisation sensorielle du fromage à coagulation mixte ……...…69
VII-1 Analyse sensorielle du fromage…….……69
Conclusion
Références bibliographiques
Annexes

Liste de figures

Figure 01: Evolution de l'effectif dromadaire (en nombres de têtes).	04
Figure 2 : Roue des odeurs/arômes des fromages au lait de vache	23
Figure 03: Image photographique d'une caillette caprin	27
Figure 04 : **Protocole d'extraction de la présure caprin**	31
Figure 05: Extrait final de la présure caprin	31
Figure 06*:* Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais à coagulation enzymatique	42
Figure 07 : Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais coagulation mixte	42
Figure08: Pourcentage de consommation du lait de chamelle par jour	45
Figure 09: Pourcentage de consommation le lait de chamelle (frais ou fermenté)	45
Figure 10: Pourcentage de consommation de lait de chamelle traditionnellement fermenté	45
Figure 11: Pourcentage de consommation de lait de dromadaire sous forme fromage.	46
Figure 12: Pourcentage de consommation le lait de chamelle par saison	46
Figure 13: Pourcentage de conservation le lait de chamelle frais par la méthode traditionnelle.	46
Figure 14: Pourcentage de période de conservation du lait de chamelle pour la saison	47
Figure 15: Graphique de contour et diagramme de surface du temps de floculation de trois formulation par la présure caprin	58
Figure16 : Graphique de contour et diagramme de surface du temps de floculation de trois formulation par la présure commerciale	58
Figure 17: Graphique de contour et diagramme de surface du temps de coagulation de trois formulation par la présure caprin	64
Figure 18 : Graphique de contour et diagramme de surface du temps de coagulation	64
Figure 19 : Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3).	67
Figure 20: Fromage a coagulation mixte avec présure caprin et commerciale.	69
Figure 21: les analyses sensorielles des fromages(Aspect et texture)	70
Figure 22: les analyses sensorielles des fromages Odeur.	70
Figure 23: les analyses sensorielles des fromages (Goût et arome)	71

Liste de tableaux

Tableau 01: Répartition géographique du cheptel (en UGB). (Khldoune et *al*.2001)**…….**06

Tableau 02: Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage……19

Tableau 03: Compositions moyenne des principaux fromages pour 100 g **(Eck et Gillis, 2006)**……22

Tableau 04: Les différents constituants du fromage frais pour 100 gr de produit **(Mana et al,2017**)..…22

Tableau05: facteurs, codes et niveaux du plan d'expérience pour les paramètres de T et de pH……35

Tableau 06: matrice d'expérience du plan composite orthogonal centré à deux facteurs……36

Tableau 07: Points optimums de pH et de la température de la présure caprin et la présure commerciale sur les trois formulations …….37

Tableau 08 : Les résultats physico-chimiques de lait**…**……....48

Tableau 09:Résultats de la caractérisation des extraits enzymatiques……...51

Tableau (10) :Réponse de temps de floculation de trois formulation avec la présure caprin et la présure commerciale…….53

Tableau(11) : Régression et équation de réponse de la floculation de trois formulation……..…….54

Tableau 12: Modélisation de la réponse de temps de floculation de trois formulation……..55

Tableau(13) :Réponse de temps de coagulation de trois formulation avec la présure caprin et la présure commerciale**……..**59

Tableau14 : Régression et équation de réponse de la coagulation de trois formulation…….60

Tableau(15) : Modélisation de la réponse de temps de coagulation de trois formulation……..61

Tableau 16: Les résultats physico-chimiques des fromages à coagulation enzymatique**…**……65

Tableau 17 : Les résultats de l'analyses microbiologiques des fromages à coagulation enzymatique……68

Liste des abréviation

AFNOR :Association française de normalisation.

°C :Degré Celsius

CaCl2 : Chlorure de calcium.

°D : Degree Dornic.

FAO : Food and Agriculture Organization.

Fcm :Fromage coagulé par présure dromadaire.

Fcp : Fromage coagulé par présure caprin.

PCP: présure caprin

PL: présure commerciale

FIL :Fédération Internationale du Lait**.**

ISO : International Organisation for Standardisation.

JORA: Journal officiel de la république Algérienne.

MG: Matière grasse.

MS : Matière sèche.

Na OH: Hydroxyle de sodium

pH: Potentiel hydrogène.

RF: Rendement fromagère.

UP :Unité présure. **US** :Unité Soxhlet .

% : pourcentage.

tr/min : tour par minute.

Introduction

Depuis longtemps, le lait est un aliment de grande valeur nutritionnel (complet), mais périssable, cherchant à le rendre plus ou moins conservable, l'homme est arrivé à découvrir que la transformation du lait en fromage est un moyen simple de garder les composants nutritifs du lait. Le lait de chamelle est un élément important pour le régime alimentaire humain dans de nombreuses régions de monde. Il contient tous les nutriments essentiels et sa composition est proche à celle du lait de vache **(Attai *et al*, 2013).** Il se singularise en outre par sa richesse en vitamine C en oligoéléments et en certaines protéines et enzymes (lysozyme, lactoperoxydase, lactoferrine) qui forment un système protecteur puissant avec une activité antimicrobienne intense. Alors que le lait de caprin joue un rôle essentiel dans l'alimentation humaine, c'est le plus consommée par la communauté rurale, alors qu'il est très peu disponible sur le marché. Commercialement.**(Badis *et al*., 2004)**.

le lait de dromadaire est connu pour présenter des aptitudes limitées aux transformations technologiques en produits dérivés, particulièrement dans le cas des fabrications du beurre et du fromage. Ces difficultés proviennent de la faible teneur en caséine kappa et d'une aptitude d'acidification et de coagulation enzymatique très limitée. Cette caractéristique est considérée comme un facteur limitant de son utilisation technologique **(Boudjenah.2012)**.

La coagulation est considérée comme la clé de la réussite dans la production fromagère. Elle consiste à la formation d'un gel suite à des modifications physico-chimiques intervenant sur les micelles de caséine**(Desmazeaud et Spinnler, 1997)**. Les modifications de la température, permettent le processus de gélification mais contrôlent aussi la cinétique de formation du réseau et par conséquent la structuration du gel de caséine.

La présure (mélange de chymosine '80%' et de pepsine '10-20 %') est une enzyme extraite à partir d'estomac des jeunes ruminants, elle est la plus anciennement utilisée en industrie fromagère **(Mahaut *et al*, 2003)**. 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)**.Elle est l'agent coagulante le plus utilisé et le mieux adapté à la transformation fromage du lait**(Boumediene. 2013).**

Le présure caprin à une importance dans la recherche en citent **(Melle .Boumediene farida .2013)**

qui on travaillée sur le présure caprin.

De résoudre le problème de la coagulation du lait de dromadaire et d'augmenter la valeur nutritionnelle du fromage frais par le lait de caprin d'autre coté .Ce présent travail vise l'essai de fabrication d'un fromage frais à base d'un lait en mélange (lait de dromadaire et le lait de caprin) avec la présure caprin.

Dans ce travail on a ciblé l'importance d'optimiser le pH et température par la méthode de surface de réponse .

L'objectif principal de ce présent travail est de prendre les points optimaux (pH ; température) et de les utiliser pour faire différents formulations de fromages à base de lait mélangés (lait de dromadaire +lait de caprin).

Dans ce contexte nous avons essayé de réaliser le travail en trois grandes parties : dans la première partie nous allons voir la synthèse bibliographique qui nous aideras à comprendre quelques notions sur le lait de dromadaire et caprin, ces diffèrent composition et les aspect physico-chimiques et microbiologiques; ensuite la deuxième partie qui sera consacré pour les matériels utilisée et les méthodes utilisés pour le travail expérimental et enfin dans la troisième parties nous allons exposés les résultats obtenus qui seront discutés, suivis de la conclusion générale et les perspectives.

Partie théorique

Chapitre I: Généralités sur le lait

I. Élevage en Algérie

L'élevage des ruminants, principalement les quatre espèces : ovine, caprin, bovine et dromadairee, est un des secteurs clé de l'agriculture algérienne au sein du quel prédomine le volet « petits ruminants » **(Feliachi, 2003).** Durant ces dernières années, les effectifs dromadaires en Algérie ont connu une évolution très nette allant jusqu'au 379094 têtes en 2016 (Oulade belkhir,2018). La plus grande concentration se trouve dans les wilayas frontalières du Sahara central (Illizi, Tindouf, Tamanrasset, Adrar).Au niveau national, le cheptel caprin a été estimé par la FAO à 5 129 839 têtes en 2014. **(FAO stat, 2014).**

I.1 Présentation du dromadaire

I.1.1 Principales races de dromadaire en Algérie

D'après Rahli,2015, Les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent dans les trois pays d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie); ce sont des races de selle, de bât et de traite**.** Il s'agit des races suivantes :

a- Le Chaambi : Animal média ligne, musclé, il se caractérise par diverses variantes de taille et de pelage. C'est une race fortement croisée avec du sang de dromadaire arabe. Il est utilisé à double fin (bât et selle) et se trouve répandu du grand erg occidental au grand erg oriental (lieu de prédilection : Metlili des Chaamba) (Rahli,2015) .

b- L'Ouled Sidi Cheikh:C'est un animal adapté aussi bien à la pierre qu'au sable. C'est un animal de selle ou de bât, il est assez grand. On le trouve dans les hauts plateaux du grand ERG Occidental (Rahli,2015);

c- Le Saharaoui: C'est le résultat du croisement de la race Chaambi avec celle de l'Ouled Sidi Cheikh. Animal media ligne robuste, a pelage foncé, mi-long, c'est un excellent Méhari de troupe quivitdu grand erg occidental au centre du Sahara (Rahli,2015) .

d-L'Ait Khebbach : Est un animal bréviligne de taille moyenne. C'est un puissant animal de bât. On le trouve dans l'aire Sud-ouest (Rahli,2015) .

e- Le Chameau de la Steppe: c'est un dromadaire commun, petit bréviligne. Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites Sud de la steppe (Rahli,2015) .

f- Le Targui ou race des Touaregs du Nord : Les dromadaires Targuis sont des animaux habitués aussi bien aux rudes escarpements du Tassili et du Massif central du Hoggar, qu'aux sables. Excellent Méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur (Rahli ,2015) .

g-Le Berberi : Animal de forme fine, avec une arrière main bien musclée, rencontré surtout entre la zone saharienne et tellienne. Il est très proche du Chaambi et de l'Ouled Sidi Cheikh (Rahli,2015) .

h-L'Ajjer : Dromadaire bréviligne de petite taille, bon marcheur et porteur, se trouve dans le Tassili n'Ajjer (Rahli,2015) .

i- Le Reguibi : Animale longiligne, taille 2 m habituellement, robe généralement claire couleur de café au lait et le poil est ras. C'est un animal de selle par excellence, réputé dans tout l'Ouest saharien comme bon race. Qui vit notamment au Sahara occidentale et dans le sud oranais (Bechar ,Tindouf)(Rahli,2015) .

j- Le Chameau de I'Aftouh : Dromadaire bréviligne trapu, c'est un bon porteur et rencontré chez les Reguibets (Tindouf et Bechar) (Ben Aissa, 1989) .

I.1.2 Répartition géographique des dromadaires

Le dromadaire est présent dans 17 Wilayas (8 sahariennes et 9 steppiques).L'effectif dromadaire algérien a été estimé par la FAO à 345000 têtes jusqu'à l'année2013, ce chiffre situe tout de même l'Algérie au 14ème rang mondial et au 6ème rang du monde arabe.

Le cheptel dromadaire est réparti sur trois principales zones d'élevage: le sud-est, le sud-ouest et l'extrême sud avec respectivement 52%, 18% et 30% de l'effectif total.(Abdelguerfi et Ramdane, 2003 ; FAO, 2013 ; Boussouar, 2017).le figure 01 montre l'évolution de l'effectif dromadaire (en nombres de têtes).

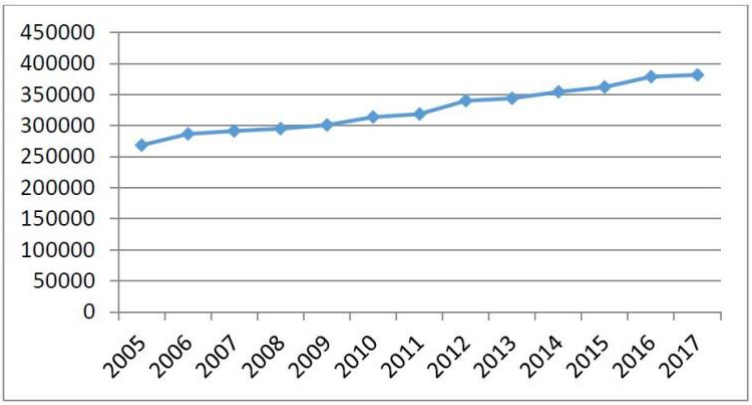


Figure 01: Evolution de l'effectif dromadaire (en nombres de têtes).FAO stat (2005-2017)

Au-delà des limites administratives on constate 3 grandes aires de distribution selon Ben aissa(1989):

A. Première aire de distribution est le sud-est :

Elle comprend plus de 58% des effectifs avec deux zones .

La zone Sud-est proprement dite comprend :

- Les Wilayate Sahariennes : El-Oued et Biskra.
- Les Wilayate Steppiques : M'sila, Tebessa, Batna et Khenchela.

La zone Centre comprend :

- Les Wilayate Sahariennes : Ouargla et Ghardaia.
- Les Wilayate Steppiques : Lagahouat et Djelfa.

B. Deuxième aire de distribution est le sud-ouest

Le Sud-Ouest possède 15% de l'effectif total et comprend :

-Les Wilayates Sahariennes : Bechar, Tindouf et le Nord-Adrar

-Les Wilayates Steppiques : Naama et El-Bayadh

C. Troisième aire de distribution est l'extreme sud :

L'extrême Sud possède 28,6% de l'effectif total et comprend :

-Les Wilayates de : Tamanrasset,'Illiziet et le Sud-d'Adrar .

I.2 Présentation du caprins

I.2.1 Principales races de caprin en Algérie

Le cheptel caprin Algérien est très hétérogène et composé d'animaux de population locale, et Population introduite et de population croisée.

I.2.1.1. Population locale

La population locale est divisée en trois sous populations, Elle est représentée essentiellement par la race arabe, kabyle, et caprin de M'zab et Makatia d'après (Bey et Laloui , 2005).

a- Race arabe (Arbia)

C'est la race la plus dominante. Elle se localise surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi steppiques ; elle se caractérise par une taille basse de 50 -70cm, une tête pourvue de cornes avec des longues oreilles et pendantes, sa robe est multicolore (noire, gris marron) à poils longs de 12 à 15cm. La caprin arabe à une production laitière moyenne de 1,5l dans bonne alimentation (Boubekri , 2008).

b- Race kabyle

C'est une caprin 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 de M'zab

Dénommée aussi la caprin 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).

d-Race de makatia

Selon (Hellal, 1986), la caprin MAKATIA présente un corps allongé à dessus droit, Chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets, robe variée de couleur grise, eige, blanche et brune à poils ras et fin, longueur entre 3-5 cm. Le poids est de 60 kg pour le mâle et 40 kg pour la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 72 cm et 63 cm. Ont de gros trayons, la production laitière est de1à 2 L/J(Hellal, 1986).

I.2.1.2.Population introduite :

Plusieurs races performantes telles que, Saanen, Alpine et Maltaise, ont réintroduites en Algérie pour les essais d'adaptation et d'amélioration des performances zootechniques de la population locale (production laitière et de viande) (Bey et Laloui, 2005).

I.2.1.3.Population croisée

C'est le résultat de croisement entre les races standardisées, telle 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).Connue par ses longues oreilles et tombantes, la robe est à poils longs et la couleur est variée.

I.2.2 Répartition géographique des caprins

La répartition de ce 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 caprin **(Hafid, 2006).**

Le tableau 01 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. La plus grande de l'effectif ovin est dans la steppe, la zone tellienne puis les zones sahariennes, par contre l'effectif est faible au niveau de la montagne.

Selon **Khemici *et al.*, *(*1993),** la population caprin d'Algérie est localisée dans la steppe avec 41,1 %, aux zones montagneuses 28,8 %, et au sud 22,5 %. Le Tableau 01 montre la répartition géographique du cheptel

Tableau 01: Répartition géographique du cheptel (en UGB)**(Khldoune et *al.*2001).**

Zone	UGB
	Caprin
Littoral	328.640
H.Plateaux	596.020
Total	924.660
Montagne	437.880
Steppe	1.027.120
Sud	866.920
National	3.256.580

II. Le lait

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)**. C'est un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en β carotènes. Il a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût, variable selon les espèces animales, est agréable et douceâtre. En 1909, le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini par le Congrès International de la répression des Fraudes, comme étant le produit intégral de la traite totale et ininterrompue

d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum**. (Goursaud, 1985)**.

II .1. Lait dromadaire

II.1.1 Définition

Le lait de dromadaire est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en β-carotène .Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé et/ou amère (RAMET, 2003 cité par SIBOUKEUR .O ;2007). Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau . Le pH du lait dromadaire se situe autour de 6,6 et l'acidité est de l'ordre de 15° Doronic. Sa densité oscille entre 0,99 et 1,034 avec une viscosité moyenne de 2,2 centpoises et un point de congélation variant de –0,53 à –0,61°C. Les fluctuations qui existent dans les valeurs des constantes physico-chimiques rapportées par différents auteurs sont liées aux teneurs variables des différents composants de ce lait, elles mêmes dépendantes des facteurs mentionnés plus haut : alimentation, rang et stade de lactation…etc. (Mehaia.*et al,* 1992).

II.1.2 Compositions chimiques

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 (Hamidi, 2015).

Les principales composantes du lait de dromadaire sont relativement proches de celle de lait de vache (eau, lactose, vitamine C, et protéines) (Medjour, 2014). Cette composition varie selon différents facteurs liés aux animaux, les principaux étant la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge (Vignola, 2002).

II.1.2.1 Eau

L'eau est un facteur important qui affecte la composition du lait de dromadaire .sa teneur varie selon son apport dans l'alimentation . La teneur moyenne en eau donnée par ELAMI et WILCOX ,1992 est de 88,33% . En effet , cette teneur s'élève pour atteindre son maximum , pendant la période de sécheresse 91% . Ce ci peut être une adaptation naturelle dans le but le fournir non seulement des nutriment mais aussi une quantité d'eau nécessaire la réhydratation du chamelon **(Yagil ,1982 ; Farah ,1993).**

II 1.2.2 Matière grasse

Le lait de dromadaire est moins riche en matière grasse que le lait de vache **(Suid, 2010)**. Cependant, il est plus riche en matière grasse que le lait de caprin. Chez la dromadaires, les globules gras des lipides sont de très petite taille, ce qui les rend très digestes. Ils restent en suspension même après 24h au repos. Par ailleurs, la matière grasse du lait de dromadaire est liée aux protéines. Tout ceci explique la difficulté à baratter le lait

de dromadaire pour en extraire le beurre **(Faye, 1997)**. Les lipides du lait de *Camelus dromedarius* ne contiennent presque pas d'acides gras à chaîne courte, contrairement à ce qui est observé chez les ruminants (vache, caprin, brebis). Il est par contre riche en acides gras insaturés (surtout linoléique et palmitoleïque) et en acides gras essentiels, ce qui permet de souligner encore son intérêt nutritionnel pour le chamelon et les nomades, car il est plus digeste que le lait de vache **(Djegham *et al.*, 2000 ; SUID, 2010)**.

II.1.2.3 Protéine

Le lait de dromadaire joue un rôle important en tant que source de protéines pour les personnes vivant dans les régions arides du monde **(Shuiep et *al*., 2013).**

Ces protéines, selon leur solubilité en milieu acide se répartissent comme pour les laits des autres espèces, en deux fractions : les caséines et les protéines du lactosérum. Les premières précipitent à leur pH isoélectrique se situant à 4,3 alors que les autres restent solubles dans cette zone de pH considérée **(Wangoh *et al.*, 1998).**

II.1.2.3.1 Les caséines

Les caséines du lait dromadaire sont des phosphoprotéines déterminent une concentration de 72 à 76% des protéines totales **(Chibeh, 2011).** Le taux de caséine totale est un peu plus faible dans le lait de dromadaire. Il représente 75 à 79% de la matière protéique**. (Chetouna, 2010).** Les quatre principales protéines contenues dans micelles sont les caséines : α s1, α s2, β et κ **(Vignola, 2002).**

Une autre particularité de la caséine du lait de dromadaire est qu'elle est distribuée sous forme de micelles ayant un diamètre double et une charge en minéraux et citrate relativement plus importante par comparaison à celle du lait de vache **(Jardali, 1994, Attia *et al*., 2000 et Kherouatou *et al*., 2003).**

II.1.2.3.2 Les protéines de lactosérum

Les protéines de lactosérum sont les deuxièmes composantes principales de protéines du lait de dromadaire et constituent 20-25% des protéines totales. Le sérum du lait dromadaire contient aussi d'autres composants importants tels que les immunoglobulines, le sérum albumine, la lactoferrine, la lactopéroxydase, l'αlactalbumine **(KAPPELER *et al.*, 2004; MERIN *et al.*, 2001**).La composition des protéines solubles du lait de dromadaire est également différente de celle du lait de vache; leur quantité est supérieure (0,9 à 1 pour cent contre 0,7– 0,8 pour cent).

II.1.2.4 Lactose

Le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait dromadaire. C'est le constituant le plus rapidement attaqué par une action microbienne. Les bactéries transforment le lactose en acide lactique. Le lait contient prés de 4,8% de lactose, sa teneur fluctue entre 2,5 et 5,6% dans le lait de dromadaire sa teneur varie légèrement avec la période de lactation **(MATI, 2012)**.

II.1.2.5 Vitamines

Le lait de dromadaire contient peu de vitamines A, E, B1, B2, B5, et B9 **(Mehaia, 1994)**. Il se distingue par sa richesse en vitamine C dont la concentration est de 37,4 mg/l**.** Cette richesse en vitamine C est de nature à compenser la rareté des fruits et légumes dans les zones arides. Elle expliquerait également l'utilisation du lait

de dromadaire comme « médicament » dans certains pays asiatiques pour stimuler les fonctions du foie et lutter contre la fatigue générale **(Farah et al., 1992).**

II.1.2.6 Minéraux

Le lait de dromadaire constitue une bonne source d'apport en minéraux (macro et oligoéléments) pour le chamelon et le consommateur humain **(Bengoumi et al, 1994). Farah (1996)**, a rapporté que la variation de la composition minérale du lait dromadaire (Tableau III) est influencée par la saison, l'état sanitaire de la mamelle et le stade de lactation.

D'après **AL-Awadi** et **Strikumar**, **(2001)**, le lait de dromadaire est plus concentré en manganèse et en fer comparé au lait de vache.

II.1.3 Utilisation médicinales et thérapeutique du lait de dromadaire

Le lait de dromadaire est apprécié traditionnellement pour sa propriété anti-infectieuse, anti-cancéreuse, antidiabétique et plus généralement comme reconstituante chez les malades convalescents. **(Konuspayeva ,2004)**.

Le lait de dromadaire est riche en facteurs antimicrobiens tels que le lysozyme et la lactoferrine, il est ainsi fréquemment utilisé dans la prévention et la lutte contre les diarrhées **(Diarra et *al*., 2002)**

En effet **Yagil** et **Van Creveld (2000)** stipulent que la matière grasse du lait de dromadaire contient en plus des acides gras à longue chaine et des acides gras à courte chaine, de la sphingomyéline avec une proportion élevée d'acide nervonique, qui joue un rôle important dans la biosynthèse de la myélines des cellules nerveuses, ces derniers peuvent prévenir ou même guérir la sclérose en plaques.

L'amélioration de ce statut glycémique est dû d'une part au fait que le lait contient une teneur élevée d'insuline (45-128 unité /litres) et d'autre part au fait que ce lait ne caillant pas comme le lait des autres espèces, de ce fait l'insuline présente pourrait être conservée intacte dans l'intestin ou elle pourrait être absorbée **(Agrawal et *al*., 2003 et Konuspayeva et *al*., 2004).**

Ce lait contient également l'acide orotique qui est responsable de la réduction du cholestérol **(Buonopane et *al*., 1992).**

II.2 Lait caprin

II.2.1 Définition

Le lait de caprin joue un rôle essentiel dans l'alimentation humaine, possède une acidité, soit un pH de 6,6 (proche de la neutralité donc il n'y a pas d'acide lactique) environ ou 16°D. **(Cory,1991)**.

Le lait de caprin est plus blanc que le lait de vache à cause de l'absence de β- carotène **(Chilliard, 2003)**. Il est caractérisé par une flaveur particulière et un goût plus relevé que celui du lait de vache, en grande partie due à certains acides gras libres et à la lipolyse du lait. Ce goût disparaît après avoir fait bouillir le lait. **(Jaubert, 1997 ; Morgan et *al*, 2001 ;Chilliard, 2003).**

II.2.2 Composition

Le lait comprend quatre types de constituants importants que sont : les lipides, les protides, les glucides. Mais de nombreux autres constituants sont présents en quantité minime comme les vitamines, enzymes, dont certains ont une grande importance du fait de leur activité biologique **(Larousse, 2002)** .

II.2.2.1 Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion 81 à 87% du volume du lait. Il se trouve sous deux formes : l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée à la matière sèche (4 %) **(FAO, 2002)**.

II.2.2.3 Protéines

Les protéines du lait de caprin comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions, l'une majoritaire dénommées caséines (représentant environ 80 %) **(Mahe *et al*, 1993),** précipite à pH 4,2 pour le lait de caprin et 4,6 pour le lait de vache **(Masle et Morgan, 2001).**

II.2.2.3.1 Les caséines

Par rapport au bovin, le lait caprin présente les mêmes constituants caséiniques (caséine αS1, αS2, β et κ) **(Boulanger *et al*, 1984)** et partage avec celui-ci plusieurs similitudes **(Assenat, 1976).** Ces protéines forment des structures micellaires en suspension par interaction du phosphate de calcium, avec les résidus phosphosérines de celles-ci **(Marletta*et al*, 2007).** La structure micellaire caprin, à la différence de son homologue bovin est de diamètre et de degré de dispersion plus important **(Ould Eleya *et al*, 1995),** diamètre qui augmente avec la diminution de la teneur en caséine **(Remeuf *et al*, 1989).**

II.2.2.3.2 Protéines sériques

Les protéines de sérum, qui représentent environ 20 % des protéines totales, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la β-lactoglobuline et l'α- lactalbumine ; les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, lasérum-albumine bovine (BSA) et la lactoferrine.

Ces protéines sériques se caractérisent par la sensibilité au traitement thermique **(Lorient et Cayot, 2000)**. En moyenne, le lait de caprin est plus riche en protéines solubles que le lait de vache **(Veinoglou *et al*, 1982b).**

II.2.2.4 Lactose

Le lactose est le glucide le plus important du lait. D'autres glucides peuvent provenir de l'hydrolyse du lactose (glucose, galactose). Certains glucides peuvent se combiner et d'autres peuvent rester libre **(Amiot *et al*., 2002).** Comparativement au lait de vache (50 g/l), le lait de caprin est moins riche en lactose, avec une variation allant de 44 à 47 g/l **(veinoglou *et al*., 1982 ; Roudj *et al*., 2005)**.

Son principal rôle est de servir de substrat aux bactéries lactiques dans la fabrication des fromages utilisant un caillage lactique et diminuer le pH du lait.

II.2.2.5 Vitamines

Elles sont de deux types : les liposolubles et les hydrosolubles. Le lait de caprin se démarque de celui de vache par une faible quantité de vitamine A, une quasi absence de β-Carotène qui est d'ailleurs à l'origine de sa blancheur ; et une forte quantité de niacine (vitamine B3 ou encore PP). Cette dernière jouerait un rôle non négligeable dans l'utilisation des lipides dans l'organisme **.**

II.2.2.6 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 de vache.

Le lait de caprin renferme globalement plus de calcium, magnésium, potassium et phosphore que le lait de vache (Patel et Reuter, 1996). Toutes les matières minérales ne sont pas en solution, une partie d'entre elles est associée aux protéines. Elle Joue un rôle important dans la structure et la stabilité des micelles de caséine **(Daoudi ,2006).**

II.2.3 Qualité du lait de caprin

II.2.3.1 Propriétés nutritionnelle

Le lait de caprin est une source importante d'énergie, apportant près de 700 kcal / l. Une équipe de pédiatres **(Roy, 2003)** a montré qu'il était possible de réalimenter à l'aide de lait de caprin, avec succès, des enfants manifestant une intolérance aux protéines bovines. D'autres travaux ont aboutis aux mêmes résultats (**Corthier, 2004**). Le lait de caprin apparaît souvent comme substitut au lait de vache, notamment chez les enfants atteints de dermatite atopique **(Debry, 2001)**.

II.2.3.2 Propriétés médicinales

Le lait de caprin est supposé porteur de vertus diététiques et thérapeutiques qui en font un produit de qualité. Il aurait une meilleure influence sur la prévention de l'ostéoporose et l'athérosclérose. Il préviendrait la prévention des inflammations des artères, et toutes les maladies dans lesquelles le stress oxydatif joue un rôle : inflammations, vieillissement, fertilité réduite chez l'homme, schizophrénie, cancer, maladies cardio-vasculaires. Les oligosaccharides dans le lait de caprin protègent contre les bactéries pathogènes dans les intestins, et stimulent la croissance des bifido-bactéries dans le tractus gastro-intestinal **(Ghenem et Mechalikh, 2017).**

Chapitre II: Les agents coagulants

I -Mécanismes de la coagulation

La coagulation du lait résulte d'un changement irréversible du lait de l'état liquide à l'état semi solide appelé gel ou coagulum **(Cecchinato et *al*., 2012)**. Il s'agit de l'étape la plus importante pour réussir un fromage, en effet, Les caractéristiques physicochimiques du gel conditionnent l'aptitude à l'égouttage et les caractéristiques finales du fromage **(Hsieh et Pan, 2012)** . Les mécanismes de la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification ou par action d'enzymes coagulantes **(Lefebvre Cases et *al*., 1998)**.

I.1 Coagulation du lait

La coagulation du lait constitue une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore, dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions du globe **(Abiazar, 2007)**. En industrie fromagère, le procédé choisie pour la coagulation à un large effet sur la texture du produit fini (**Herbert et al, 1999),** la coagulation soit acide ou enzymatique est affectée par différents facteurs **(Gelais et al, 2002).** On distingue trois types de coagulation : la coagulation acide et la coagulation enzymatique et coagulation mixte **(Isselane, 2014)**.

I.1.1 Coagulation par voie enzymatique

La coagulation enzymatique est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, ayant la propriété de coaguler le lait. Le lait possède des caséines responsables de la coagulation puisqu'elles sont responsables de la stabilité de la micelle. Ce mécanisme de la coagulation enzymatique est décrit en trois phases:

- **Phase primaire:**

Elle correspond à l'hydrolyse de la caséine Kappa, au niveau de la liaison peptidique phénylalanine 105-méthionine 106 (**Garnier et *al*, 1986 ; mahaut et *al* 2003)**, conduisant à la formation de deux peptides de haut poids moléculaire : para caséine KAPAA (1-105) et caséinomacropeptide (CMP 106-1691). La para caséine KAPAA, liée aux caséines **α** et **β**, reste intégrée à la micelle, elle a un caractère basique et hydrophobe. Le caséinomacropeptide, qui porte tous les glucides éventuellement présents, est libéré et passe dans le sérum. Il un caractère acide et hydrophobe (**Brule et Lenoir, 1987).**

- **Phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées:**

Elle correspond à la coagulation proprement dite, qui nécessite absolument les ions calcium, mais qui ne peut se produire à 0°C. (**Desmaseaaud et Spinnler, 1997).** Elle commence lorsque le taux d'hydrolyse est environ 80%, il y a diminution de son degré d'hydratation et de son potentiel de surface. Des liaisons hydrophobes et électrostatiques s'établissent alors entre les micelles modifiées et vont entrainer la formation de gel (**MAHAUT et *al*, 2003).**

- **Phase tertiaire ou phase de réticulation:**

Les micelles déstabilisées et agrégées sont alors soumises à une profonde réorganisation mobilisant notamment la fraction phosphocalcique et impliquant vraisemblablement des ponts disulfures entre les paras caséines.

I.1.2 Coagulation acide

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre elles et former un gel cassant très friable et peu élastique **(Mietton, 1995)**. Si l'acidification est rapide par addition d'un acide minéral ou organique, il y a floculation des caséines à pH 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granulé dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait **(Mietton et *al,* 1994)**. La teneur en protéines agit sur la coagulation acide. Un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme **(Carole et Vignola, 2002).**

I.1.3 Coagulation mixte

Résultat de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification lactique. Dans la Pratique industrielle, un gel mixte peut être obtenu selon deux techniques:

_ Soit emprésurant un lait au cours de l'acidification, la coagulation est alors généralement, plus rapide et le gel ainsi obtenu offre des caractères intermédiaires entre un gel présure et un gel lactique.

_ Soit en laissant s'acidifier naturellement un caillé emprésuré, ce qui permet à ce dernier d'acquérir progressivement les caractères lactiques **(Veisseyre, 1979)**.

I.2 Enzymes coagulantes

La coagulation du lait par des enzymes protéolytiques est une des plus anciennes opérations de transformation alimentaire.

Dans le monde, l'enzyme protéolytique la plus utilisée pour permettre cette transformation, notamment en fromagerie (en dehors des fromages frais) est la présure. Elle est extraite de caillettes de jeunes veaux non sevrés et a une composition où prédomine la chymosine (80%) mais contenant aussi de la pepsine (20%). Ce sont des endo-peptidases appartenant à la famille des protéinases aspartiques car elles possèdent deux résidus aspartyls dans le site actif impliqués de manière décisive dans la catalyse **(Rawlings *et al.,* 2004).**

I.2.1 Origine des enzymes coagulantes

Différents types d'enzymes ont été utilisés depuis longtemps pour faire coaguler le lait, parmi ces enzymes on peut distinguer selon la source, les enzymes d'origine animale (présure, pepsine), celles d'origine végétale (broméline, Ficin) et celles d'origine microbienne par enzymes de certaines moisissures ou de bactéries.

I.2.1.1 Enzymes d'origine animale

Les enzymes coagulantes d'origine animale sont des protéases gastriques. Les plus utilisées en fromagerie sont la présure, constitué principalement de chymosine (E.C.3.4.23.4) et de pepsines (E.C. 3.4.23.1, 2,3), d'origine bovine ou porcine. Ces protéases sont formées à partir d'un précurseur inactif (zymogène), secrété par la muqueuse gastrique. Elles perdent dans le processus de leur activation un peptide N-terminal constitué d'une quarantaine d'acides aminés (variable selon la nature, l'origine et le variant de l'enzyme considérée)**(Abbas, 2012)**.

I.2.1.1.1 Présure

Selon la fédération internationale du lait (FIL) la dénomination ≪présure≫ est donnée à l'extrait coagulant provenant de caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage **(Andren, 2002)**.Elle constituée de deux fractions actives, l'une, majeure, la chymosine, l'autre, mineure, la pepsine dans un rapport de masse de chymosine active/ masse de pepsine bovine active est ≥ 1.38 **(Des mazeaud, 1997)**.

I.2.1.1.2 chymosine

La chymosine est une holoprotéine dont le poids moléculaire est voisin de 31400. Elle hydrolyse la liaison phe105-met106 de la caséine κ 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).** Est la protéase majeure responsable d'au moins 85% de l'activité coagulante totale **(Eck et Gillis, 1997).**

I.2.1.1.3 pepsines

Est le constituant mineur de la présure dont la sécrétion gastrique ne devient prépondérante qu'après sevrage **(Ramet, 1993)**. 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 **(Graiday, 1978)**. 20% de l'activité coagulante est assurée par la pepsine dans la fabrication fromagère (Cheddar, Emmental).

I.2.1.1.3.1 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 ;Taleb ,2017)

I.2.1.1.3.2 pepsine bovine

C'est un des constituants mineurs normaux de la présure, **(Fox, 1969 ; Alais, 1974 ; cité par Ernstrom, 1983)**. Elle est extraite des caillettes de bovidés adultes, et son poids moléculaire est de 33400 Da.
L'activité coagulante de la pepsine bovine n'est pas aussi dépendante du pH, et peut coaguler le lait à des pH supérieurs à 6.9, son activité protéolytique est proche de celle de la présure. Elle est utilisée en fromagerie en mélange 50:50 avec la présure **(Ramet, 1997)**.

I.2.1.1.3.3 pepsine porcine

L'extrait brut obtenu à partir de la muqueuse gastrique du porc sous forme inactive, puis activée par acidification à pH 2, son poids moléculaire est de 34500 D **(Ernstrom, 1983).** 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 **(Brulé et Lenoir, 1997).**

I.2.1.2 Enzymes d'origine végétale

Les préparations coagulantes provenant du règne végétal sont extraites par macération de divers organes de plantes supérieurs. Les protéases d'origine végétale sont diverses mais parmi celles qui sont les plus utilisées en technologie laitière, on retrouve la papaïne, la broméline et la ficine :

- la papaïne extraite d'une plante équatoriale et tropicale *(Carioca papaya*). Elle est caractérisée par une activité coagulante assez forte mais également un fort pouvoir protéolytique **(Cuvellier, 1993)**;
- la broméline, qui est extraite de l'ananas (*Ananas comosus*). Elle a été considérée comme substituant possible de la chymosine. Des travaux de **Murachi (1970)** ont prouvé qu'elle a un pouvoir protéolytique défavorable au rendement et à la qualité organoleptique dans l'industrie fromagère ;
- enfin, la ficine issue de la figue (*Ficus glabrata*) **(Cuvellier, 1993)**. Comme la papaïne, elle a un pouvoir coagulant important mais son utilisation est limitée par son fort pouvoir protéolytique important.

I.2.1.3 Enzymes d'origine microbienne

L'industrie de fermentation s'est intéressée à la production de protéases susceptibles de remplacer efficacement et à moindre coût la présure, à partir de la culture de microorganismes Dans ce but, de multiples espèces de bactéries et de champignons inférieurs ont été étudiées afin de pallier à la pénurie mondiale en présure. De

récents travaux de génie génétique ont permis de préparer une présure formée de chymosine pure, par clonage de gène sur *Escherichia coli* **(Ross *et al,* 2000)**. Par ailleurs, les travaux réalisés sur différents types de levures 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 miehei* et *Mucor pusillus* **(Goursaud, 1999, Tubsha et Al-delaimy, 2003; Nouani, 2011)**. Les enzymes produites à partir de ces micro-organismes ont donné de grandes similarités dans le mécanisme de la coagulation du lait, comparativement à l'action de la présure traditionnelle.

I.2.1.4 Enzymes d'origine fongique

Les enzymes d'origine fongique ont donné des résultats meilleurs, souvent comparables à ceux obtenus avec la présure. Les préparations commerciales employées actuellement proviennent de trois genres de moisissures; C*ryphonecteria parasitica, Rhisomucor pusillus* et *Rhisomucor miehei.* (**Rao *et al.,* 1998)**. La protéase de C*ryphonecteria parasitica* a été étudiée et testée dans plusieurs types de fromage. Elle a donné des résultats variables. Elle paraît être plus protéolytique que la présure durant la phase de coagulation du cheddar **(Emmons *et al.,* 1990).**

I.3 Critères de choix de l'agent coagulant

La possibilité de choisir l'enzyme pour la fabrication d'un fromage a fait apparaître de nouvelles contraintes pour satisfaire aux exigences de certaines catégories de consommateurs, notamment en fonction de leurs confessions religieuses.

Cet ouvrage, destiné en particulier aux professionnels, aux étudiants et aux enseignants, fait ainsi le point sur un secteur qui, avec les diverses enzymes autorisées, ajoutées à un substrat aussi complexe que le lait, dans le cadre d'une si grande diversité de fabrications fromagères aux conditions de pH et de températures variables, conduisait à beaucoup de confusions, de contestations et de contradictions. Il a

plus largement pour but d'apporter aussi les connaissances utiles à une bonne compréhension de la coagulation du lait, de permettre une meilleure maîtrise de la technologie fromagère et d'aider les fromagers à choisir le coagulant le mieux adapté à leur type de fabrication

Chapitre III: Généralités sur les fromages

Généralités sur les fromages

Le nom fromage dérive du mot latin « formaticus» qui signifie former ou mouler. La première occurrence de l'utilisation du fromage comme aliment est inconnue, les ethnologues tiennent preuve que l'homme connu depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte sur les rives du lac Neuchâtel (en suisse) des moules à caillé datant de 5000 ans (Gelais et al., 2002, Katz et Weaver, 2003). Il est probable que les fromages aient été la première fois produits accidentellement en transportant du lait dans des sacs faits d'estomacs de mammifères. Il s'agissait en effet, d'une pratique courante dans les temps anciens, en Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest, pour transporter le lait. Certains facteurs ont été certainement nécessaires à la transformation du lait en fromage comme la chaleur, l'acidité et les sucs de l'estomac. Ainsi, des extraits d'estomac de plusieurs types d'animaux (moutons, caprins, vaches), mais également des extraits de plantes ont été utilisés pour la préparation de fromages (Abi Azar, 2007).

I.Définition

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 correspondant à la définition précédente (Eck, 1997).

II. Transformation du lait en fromage

La transformation du lait en fromage comporte trois étapes principales: la coagulation,l'égouttage et l'affinage. L'étape d'affinage n'existe pas dans le cas des fromages frais (Evette, 1975) . La qualité du lait de fromagerie est fonction de son aptitude à donner un bon fromage, dans des conditions de travail normales, avec un rendement satisfaisant. Elle dépend d'un certain nombre de caractéristiques du produit tels que sa composition chimique, sa richesse en caséines, sa charge microbienne et la nature de sa microflore, son aptitude au développement des bactéries lactiques. Elle dépend aussi de comportement vis-à-vis de la présure

(Remeuf et *al*., 1991).

II.1.Egouttage

L'égouttage est un phénomène dynamique qui se caractérise par la quantité de lactosérum éliminé durant le temps. En effet, il fixe les caractéristiques physiques (pH et aw) et chimique du caillé et par conséquent l'affinage du fromage **(Weber, 1997).**

Le processus d'égouttage est lié à des facteurs directs correspondant à des traitements de types mécanique et thermique, des facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséine laitière, en protéines solubles et en matière grasse) **(Ramet 1986 et 1997).**

II.3.Affinage

L'affinage correspond à une digestion enzymatique des constituants protéiques et lipidiques du caillé. C'est un processus biochimique complexe pour plusieurs raison :

-d'une part, la matrice fromagère issue de la coagulation et de l'égouttage du lait présente une très grande hétérogénéité physico-chimique.

-d'autre part ; les enzymes intervenant dans l'affinage ont plusieurs origines :

Il peut s'agir d'enzymes endogènes du lait (plasmine, lipase, etc.) ajouté ou lait au cours de la fabrication (enzymes, coagulant, microorganismes) au cours de l'affinage par synthèse microbienne (bactéries, levures, moisissures) (**Romain et *al*. 2007)**.

II.4. Le salage

Le salage est une phase indispensable de la fabrication des produits affinés. La teneur en sel des fromages varie selon le type de fromage, en moyenne elle est de 0,5-2 g/100 g dans la plupart des fromages, dans certains cas (les fromages bleus et quelques fromages de caprins), elle peut s'élever à 3-4 g/100g. On peut saler le fromage soit par pulvérisation en surface de sel soit par immersion dans un bain de saumure**.** Le sel règle l'activité de l'eau et favorise ou freine le développement des microorganismes tout en régulant les activités enzymatiques, ainsi il révèle la saveur propre du fromage en influençant le goût et en renforçant les arômes **(Fredot, 2005).**

III. Classification de fromage

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 :

Formule I: Selon la fermeté 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).

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

Formule III : La troisième classification les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinité du fromage.

Ces classifications sont mentionnées dans le tableau (02) .

Tableau 02: Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.

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

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

TEFD : poids de l'eau du fromage x 100/ (poids total du fromage – matière graisse du fromage).

MGES : pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec c'est-à-dire :

MGES: la teneur en matière grasse du fromage x 100/ (poids total du fromage- 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.

IV. Composition des fromages

Les fromages présentent des qualités nutritionnelles importantes en tant que concentré de protéines ainsi qu'une teneur en calcium non négligeable. Quelle que soit la catégorie, La quantité en glucides reste sensiblement identique. Le Tableau 03 montre les Compositions moyenne des principaux fromages pour 100 g.

Tableau 03: Compositions moyenne des principaux fromages pour 100 g **(Eck et Gillis, 2006)**.

Type de fromage / Composition	Fromage Frais	Fromage à pâte molle à croûte fleurie	Fromage à pâte molle à croûte Lavée	Fromage à pâte pressée non cuite
Eau (gr)	76	50	50	40
Energie (Kcal)	118	310	310	355
Glucides (gr)	4	4	4	3
Lipides (gr)	7.5	24	24	24
Protéines (gr)	8.5	20	20	28
Calcium (mg)	100	400	450	700
Phosphore (mg)	140	250	320	360
Vitamine A (U.I)	170	1010	IND	IND

V. Type des fromage

V.1 Fromages frais

Les « fromages frais » sont des fromages blancs non affinés qui ont subi une fermentation principalement lactique. Ils répondent à un critère supplémentaire : ils doivent renfermer une flore vivante au moment de la vente au consommateur **(Gemrcn, 2009)**.

Ils se caractérisent par l'absence d'affinage après les étapes d'égouttage et de moulage. Tous les fromages frais ont une date limite de consommation de 45 jours **(Gariti, 2007)** car ils sont très humides environ 70 à 80% d'eau comme le fromage cottage, la ricotta, le mascarpone, le fromage à la crème, et le quark **(Branchet, 2013)**.

V.2 Fromages à pâte pressée

Il s'agit des fromages dont le caillé est pressé après soutirage, puis mis à l'affinage **(Gemrcn, 2009)**. On peut distinguer deux sous-catégories et qui sont les suivantes (**Taleb bendiab, 2017)** :

a. Pâtes pressées cuites

Ce sont des fromages à pâte pressée dont le caillé a subi un chauffage supérieur ou égal à 50°C pendant moins d'une heure afin de l'affermir au moment de son tranchage **(Gemrcn, 2009)**.

Le résultat est une pâte compacte ornée parfois d'une croûte résistante et dont la texture peut être tendre, mollesse, ferme ou très granuleuse comme dans le cas du parmesan, le gruyère et l'emmenthal **(Branchet, 2013)**.

b. Pâtes pressées non cuites

Ce sont des fromages fabriqués à partir de lait de vache ou de brebis et qui peut être cru ou pasteurisé, dont le mélange caillé-sérum chauffé à une température inférieure à 50°C **(Gemrcn, 2009)** ce qui leur donne une consistance dense et une couleur jaune pâle comme le cheddar. La croûte de ces fromages leur donne toute leur saveur et leur arôme. Elle peut être plus ou moins épaisse selon la durée de l'affinage **(Branchet, 2013)**.

V.3 Fromage à pâte persillée

Ce sont des fromages ni cuits ni pressés dont le caillé est ensemencé de moisissures tel que *Pénicillium roqueforti.* **(Jean et Roger, 1961)**. Ces fromages ont un goût poivré, fort et piquant à pâte légèrement salée et leur texture est habituellement friable **(Anonyme, 2015)**.

V.4 Fromage fondus

La dénomination « fromage fondu » est réservé au produit obtenu par la fonte et l'émulsification de fromage ou d'un mélange de plusieurs fromages à pâte pressée, cuite ou non, refondus, additionnés de lait, crème ou de beurre **(Gemrcn, 2009).** On obtient une texture plus ou moins molle et élastique et une saveur peu prononcée. Ces fromages ont l'avantage de se conserver longtemps **(Branchet, 2013)**.

V.5 Fromage à pâte molle

Les fromages à pâte molle sont des fromages affinés ou non ayant éventuellement subi, indépendamment de la fermentation lactique, d'autres fermentations, et dont la pâte n'est ni cuite ni pressée **(Gemrcn, 2009)**. Les fromages à pâte molle se répartissent en deux catégories définies par l'aspect de la croûte **(Talebbendiab, 2017)**.

a. Fromage à pâtes molle, à croûte fleurie

Les fromages à croûte fleurie sont recouverts d'une mince couche blanche de moisissures d'aspect velouté et de texture duveteuse. La pâte est souple et onctueuse. **(Talebbendiab, 2017)**. On leur attribue des parfums de champignon, de levure, de mousse ou encore de terre humide, et leur saveur fait penser aux arômes des champignons. Parmi ces fromages **(Seminal, 2015**).

b. Fromages à pâtes molle, à croûte lavée

Les fromages à croûte lavée sont soumis à des lavages en saumure légère qui ont pour but de maintenir l'humidité, la souplesse de la pâte et de la croûte **(Talebbendiab, 2017**).

VI. Fromage frais

Il s'agit d'un fromage à pâte fraîche issu d'une coagulation lactique. Cette dernière est obtenue par un ensemencement du lait avec des bactéries lactiques mésophiles appartenant au genre *Lactococcus* et *Leuconostoc,* avec une dose de 1 à 3 % du volume du lait et à la température de 18 à 25 °C. Elle est complétée par une faible addition de présure (de 1 à 5ml de présure au 1/10000 pour 100l) dont le but étant de donner une légère contractilité au caillé. La coagulation a un caractère acide prédominant **(FAO, 1995)**.

Les fromages peuvent varier en fonction du type de lait, de la matière grasse et de la fabrication. Généralement, le fromage frais a une texture étalée ou même granulaire **(Walstra *et al.*, 2006)**.

VI.1. Types de fromage frais

Selon **(Luquet, 2002)** les différents types de fromages frais les plus consommés et les plus connus sont :

VI.1.1 Fromage frais blancs moulés

On peut l'appelé aussi le caille garde son individualité a l'état de bloc ou de grains (type faisselle ou campagne). Se caractérisent par une texture hétérogène en morceaux.

VI.1.2 Fromage frais a structure homogène

- Ȧ extrait sec plus élevé et texture tartiner comme les petit suisses.
- Ȧ extrait sec faible et texture onctueuse, comme les fromages blancs battus ou lisses.

VI.2. Composition du fromage frais

La valeur énergétique d'un fromage frais est due aux lipides, protides et éventuellement glucides, acide lactique et acide citrique qu'il contient. Ces substances représentent la majeure partie de la matière sèche. Le Tableau 04 montre les différents constituants du fromage frais pour 100 gr de produit.

Tableau 04: Les 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

VII. Caractéristiques sensoriales des fromages

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'oui, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquant des réactions plus ou moins vives d'acceptation ou de rejet. Le Figure 2 montre le roue des odeurs/arômes des fromages au lait de vache.

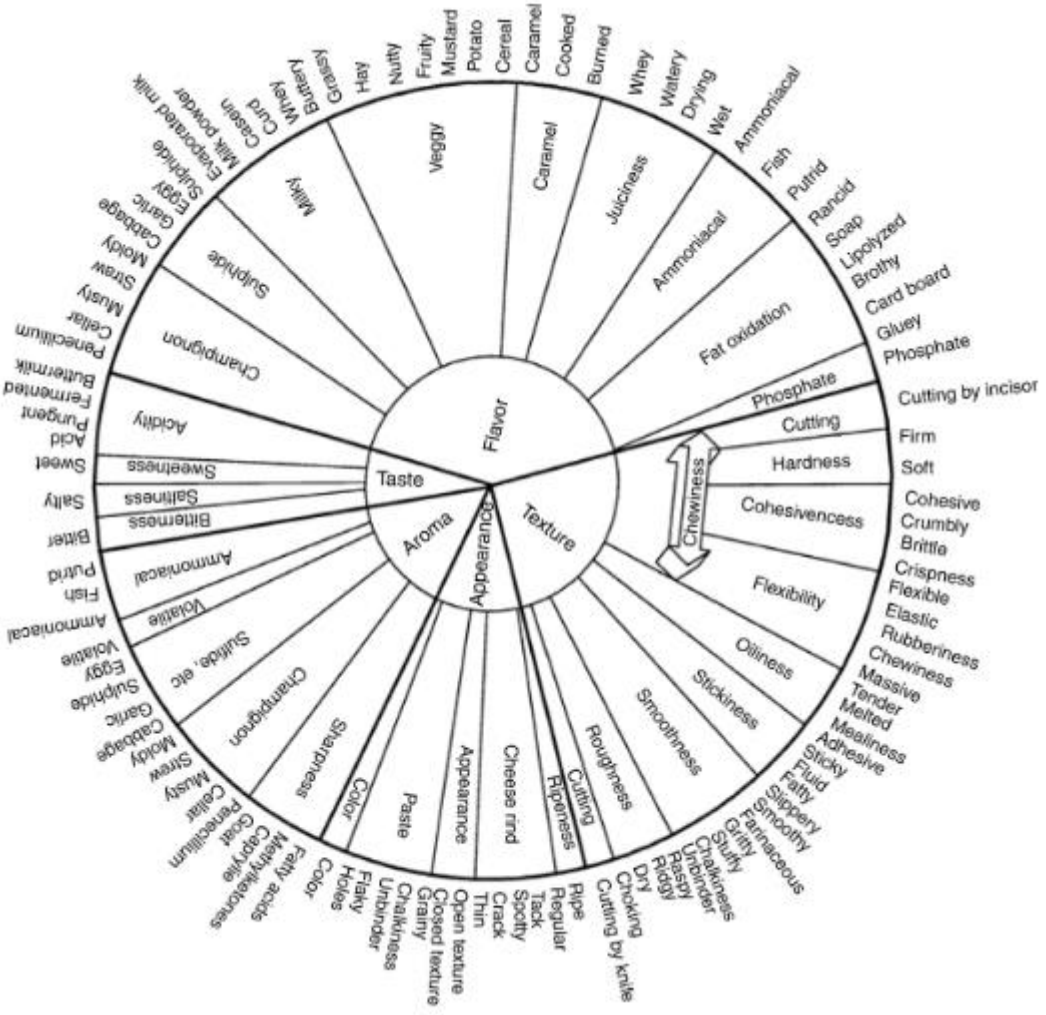


Figure 2 : Roue des odeurs/arômes des fromages au lait de vache (**j. Ahmed.Advances in Food Rheology and Its Applications**)

Selon l'étude de **(Barcenas *et al.*2005)**, l'analyse sensorielle est un outil important qui permet la différenciation de fromages de différents laits et principalement ceux d'appellation protégées. Elle peut être un moyen de classification des fromages.

VIII. Fromages traditionnels Algériens

C'est l'augmentation de la production du lait durant certaines saisons et la difficulté de sa préservation sous la forme fraiche a conduit au développement des technologies de production traditionnel **(Dharam et Narender 2007 cité par Lahsaoui, 2009)**. La consommation des produits laitiers est également associée à des effets bénéfiques sur la santé en plus de leurs valeurs nutritionnelles **(Takahiro *et al.*, 2007 ; shan-na *et al.*, 2011)**. La transformation du lait en produits traditionnels algériens, tel que *Raib*, *L'ben* et *Jben* est réalisée via une fermentation spontanée sans l'ajout d'une entrée sélectionnée **(Badis *et al.*, 2004)**. Ces produits sont partie intégrante de l'héritage algérien et ont laps de temps avec les compétences culinaire de fermes en plus de la conservation des solides du lait pour plus longtemps à température ambiante **(Lahsaoui, 2009).**

VIII.1. *Klila*

D'après **Leksir** et **Chemmam (2015) ;** Le *Klila* est un fromage frais ou extra dur (granulés à 7,0-9,1% d'eau) obtenu en desséchant du caillé de lait de vache, de brebis, ou de mélange par chauffage, découpage et exposition au soleil. Le *Klila est* décrit comme étant le produit obtenu après caillage du lait ; le caillé est ensuite pressé légèrement ; il était consommé frais ou sec.

La *Klila* est préparé à partir du L'ben chauffé sur feu doux pendant 12 minutes environ pour favoriser la séparation du caillé et de lactosérum et accélérer le processus d'égouttage. Le lait caillé est égoutté dans un tissu fin. La *Klila* peut être consommée à l'état frais ou additionnée à certains plats traditionnels après avoir été coupé en petits cubes séchés au soleil **(Touati, 1990)**.

VIII.2. *Ighounanes*

Fromage fabriqué dans la région Kabyle à partir du colostrum. La préparation se fait dans un ustensile en terre cuite enduit d'huile d'olive dans lequel sera découpé et prêt à être consommer **(agroligne, 2001 cité par Lahsaoui, 2009**).

VIII.3. *Takammart*

Fromage de Hoggar ; il est fabriqué par introduction d'un bout de caillette de jeunes chevreaux dans le lait , après quelque heures le caillé est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petit tas sur une natte et sera ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une autre natte faite de tige de fenouil sauvage qui lui donne de l'arôme. Les nattes sont ensuite placées à l'ombre jusqu'à durcissement du fromage. Le fromage peut subir un affinage durant un mois **(Gast *et al.*, 1969 cités par Abd Elaziz et Ait Kasi ,1992)**.

VIII.4. *Bouhezza*

Ce type de fromage est répandu dans le territoire de L'Aurès (zone Chaouia). Il est fabriqué à partir de lait de caprin, de vache ou de brebis baratté et écrémé (*Lben)* (**Touati, 1990 ; Hallal, 2001)**. Le salage l'égouttage et l'affinage du ***Bouhezza*** sont réalisés simultanément dans une outre *Chekoua* préalablement traitée aux tannins pendant 3 à 4 mois. Au cours de la période d'affinage, du sel et du *Lben* seront ajoutés au contenu de la *Chekoua.* Au stade de la consommation le fromage est pétri avec incorporation de poudre de piment rouge, ce qui lui donne une caractéristique particulière (**Hadj Aissa, 2011**).

VIII.5. *Jben*

Le *Jben* est le fromage traditionnel frais le plus connu depuis fort longtemps aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Cependant, au cours des années 80, la consommation des produits laitiers traditionnels en général, et du *Jben* en particulier, s'est accrue suite à la présence dans les villes d'un grand nombre de laiteries traditionnelles qui préparent le *Jben* à partir du lait cru selon des procédures souvent artisanal.

Le fromage frais *Jben* ne présente pas de caractéristique définie à cause des méthodes artisanales utilisées pour sa préparation reposant, essentiellement, sur les connaissances acquises à partir d'une longue expérience **(Salmeron *et al.*, 2002)**.

Traditionnellement, il est fabriqué avec du lait cru de brebis, de caprin ou de vache acidifié spontanément et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus*

L.),ou d'artichaut (*Cynara scolymus*),ou du latex de figuier (*Ficus-carica*) ou des graines de citrouille **(Nouani, 2009).** Il est fabriqué aussi par des enzymes coagulants d'origine animale qui sont des protéases gastriques **:** la présure est constituée principalement de chymosine et de pepsine.

VIII.6. ***Aoules***

Il est fabriqué à partir du lait de caprin qui est extrêmement aigre. Après une coagulation intense, le fromage obtenu a une pâte dure (matière sèche représente 92%). L'égouttage se fait dans une paille ensuite, il est reformé sous forme des boules plates séchées au soleil, il peut être consommé en mélange avec les dates **(Abdelaziz et aitkaci, 1992)**.

VIII.7. ***Madghissa***

Le fromage est connu dans la zone du Chaouia côté Est du pays. Il est préparé avec la Klila fraîche après salage et incorporation du lait frais. L'ensemble est porté à ébullition sur feu doux jusqu'à séparation du caillé et de lactosérum. Après refroidissement du mélange, la marmite est basculée pour éliminer le lactosérum. Le fromage ainsi préparé est une pâte jaune salée et élastique appelée Madghissa **(Aissaoui Zitoun, 2004).**

VIII.8. ***Méchouna***

Il est fabriqué à partir du lait cru qui est chauffé jusqu'à ébullition. Ensuite, on ajoute de lait fermenté *Lben* ou *Rayeb* et du sel. En utilisant une gaze, le mélange est laissé égoutter. Il est consommé frais ou avec la galette **(Lemouchi, 2008)**.

VIII.9. ***Aghoughlou***

Ce type de fromage est fabriqué en Kabylie, il est obtenu à partir de lait frais de vache ou de caprin coagulé par la sèvre du figuier **(Mahamedi, 2015).**

VIII.10. ***Kémaria***

Ce type de fromage est fabriquée dans la wilaya de Ghardaïa est un type de fromage traditionnel d'une valeur de consommation très remarquable dans cette ville. Il est fabriqué par le lait cru de vache pour une fabrication industrielle et à base du lait de caprin pour une fabrication domestique.

La *Kémaria* peut être également obtenu à partir d'un mélange de lait de vache ou de caprin avec du lait de chamelle en utilisant une présure animal ou une enzyme végétale (un extrait d'artichaut disponible dans le commerce) à raison de 20g pour 20 L sont introduite dans le lait pendant 1/2 heure jusqu'à sa coagulation. Après séparation du caillé et lactosérum, il y a moulage (**Harrouz et Oulad hadj, 2007**).

Partie expérimentale

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 caprin d'un parte et fabrication une fromage frais d'autre parte.

I. Matériel et méthodes

I.1. Appareillage

-Balance de précision

-Centrifugeuse (Marque SIGMA, modèle 2-6E, Allemagne)

-Lactothermodensimètre (Marque Nathia)

-Balance(KERN)

-Milco Scan (Master Pro touch)

-pH mètre (inoLab)

-Dessicateur (Clatronic)

-Etuve d'incubation + étuve de dessiccation (Marque MEMMERT, Allemagne)

-Autoclave de stérilisation

-Congélateur à -10°C

-Réfrigérateur à + 4°C

-Bain Marie (Marque MEMMERT, Allemagne)

- Agitateurs magnétiques de paillasse, chauffants et non chauffants (Marque LABTECH, modèle LMS-1003;Corée);

I.2. Petits matériels

Béchers, micropipette (1000 µl), pipette graduée, burette graduée à support, compte-goutte, éprouvette graduée cylindrique sans bec, pipette pasteur, support à tube à essai, ciseau, pissette d'eau distillée, tubes à essais stériles, flacons stériles, erlenmeyer, spatule, verre de montre, pipeteur, fiole jaugée, compresses stériles, boites stériles.

I.3. Produits chimiques et réactifs et milieux de culture

I.3. 1 Produits chimiques et réactifs

Solvants: NAOH **(Annexe 01)** ; acide sulfurique.

Réactifs: phénophtaléine**.(Annexe 01)**

I.3. 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), gélosé au plasma de lapin et au fibrinogène.

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

I.4. Matériel biologique

I.4.1. Lait de dromadaire

Le lait cru utilisé dans la présente étude provient de troupeaux de dromadaires (Camelus dromedarius) de la population Sahraoui, en bonne santé, vivant en semi-extensif, dans la commune BAYADHA wilaya d'EL OUED.

I.4.2. Lait de caprin

Le lait de caprin a été collecté auprès des éleveurs dans la commune de BAYADHA wilaya d'EL OUED.

I.4.3. Lait de vache

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

Le lait de vache utilisé comme référence.

I.4.4. Substrat de BERRIDGE (Annexe 01)

Le lait écrémé en poudre (acheté à partir 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.

I.4.5. 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).(**Annexe02**)

I.4.6. Caillette caprin

Des caillettes issues de chevreau (4 mois) a été prélevée au niveau de l'abattoir communal d'EL-OUED (abattoir el MAMALEK), sont portées dans des boites stériles, à température ambiante et à l'abri de la lumière, jusqu'à l'arrivée au laboratoire où elles ont été lavées à l'eau du robinet, dégraissées, découpées en lanières puis conservées à -18 ºC.(**Annexe 05**)

Figure 03: Image photographique d'une caillette caprin

I.4.7.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 03**)

I.5. Matériel d' enquête

Pour savoir comment consommer le lait de chamelle, nous nous sommes rendus dans plusieurs zones de la vallée (Ben Qasha, Talib al-Arbi, Douar elma , Roubah, Hassi Khalifa, Raguiba, Wadi al-Alanda), où nous avons ciblé le peuple bédouin répondre à plusieurs questions du fiche d'enquête .(**Annexe09**)

II. Méthode

II.1. Collecte du lait

Les règles suivantes sont prises en considération

- Lavage des mains et de la mamelle de l'animal avant la traite.
- Porter des gants stériles durant la traite.
- Eliminer les premiers jets de chaque quartier.
- Les échantillons sont transportés dans des flacons préalablement stérilisés.

Le matériel de prélèvement est composé de flacons stériles en plastique, de 1500 ml de volume et qui sont identifiés par espèces, numérotés pour chaque échantillon. Une glacière isotherme et des glaçons congelés étaient nécessaires pour le transport des prélèvements, et un ultra-congélateur a permet de maintenir la température des échantillons de lait à – 18 C° et transportés vers le laboratoire pour subir les différentes analyses.

II.2. Paramètres physico-chimiques de lait

Pour évaluer la qualité physico-chimique des échantillons du lait nous allons procéder aux analyses suivantes :

Toutes les mesures sont réalisées sur le lait en 3 essais.(**Annexe 04**)

II.2.1. Détermination du pH

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications quelle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraicheur ou sur sa stabilité **(Mathieu, 1998).**

Le pH est mesuré à la température de 20 °C à l'aide d'un pH mètre, étalonné par une solution de pH étalon (solution de pH connue). La valeur du pH est lue directement après immersion de son électrode dans l'échantillon à analyser.

II. 2.2. 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, 2003)**.

Le contrôle de la densité est un test simple permettant de vérifier si le lait n‟a pas été mouillé c'est-à-dire dilué avec de l'eau. La lecture de la densité du lait se fait avec un lactodensimètre **(Broutin et al., 2011)**.

- **Mode opératoire**

- Homogénéiser l'échantillon de lait à analyser
- Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée pour éviter la formation de mousse. La remplir complètement.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait
- Imprimer un léger mouvement de rotation
- Attendre la stabilité de lactodensimètre (après une minute), noter la température et lire la densité au sommet du ménisque, l'œil étant placé perpendiculairement à l'axe du densimètre et au niveau du sommet du ménisque pour éviter toute erreur.

II.2.3. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité Dornic témoigne de l'état de fraîcheur du lait et de sa richesse relative en caséines, en phosphates, en citrate, en hydrogénocarbonate et en lactates **(Siboukeur, 2007)**.

La mesure de l'acidité du lait permet de savoir si les réactions d'acidification ont commencé **(Broutin et *al.* 2011).**

La mesure se fait par titrage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de soude à N/9 (0,111mol/l) et de phénolphtaléine employée comme indicateur coloré. Pour ce faire, 10ml de lait ont été prélevés auxquels sont ajoutés 3 gouttes de phénolphtaléine. De la soude caustique (NaOH) est ensuite ajoutée goutte à goutte jusqu'à obtenir une coloration rose pâle persistante. A noter que la quantité de soude versée (en ml) multipliée par 10 correspond au degré Dornic **(Fabro et *al.* 2006).** Le seuil d'acceptabilité de l'acidité est compris entre 16 et 19°D selon les critères internes de la société.

II.2.4. Détermination de l'extrait sec total (EST)

La détermination de la matière sèche est basée sur la perte d'eau suite à une dessiccation. Elle est déterminée par étuvage à une température de 103±2°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant **(Boussouar,2017)**.

La matière sèche (MS) est le produit résultant de la dessiccation par évaporation d'un volume du lait.

Dans une capsule préalablement séchée et pesée, on pèse rapidement environ 5 g de lait préalablement homogénéisé à l'aide d'une pipette jaugée. Puis la capsule est placée dans une étuve réglée à 103°C pendant 3 heures. La capsule est ensuite retirée et placée dans un dessiccateur . Après refroidissement la capsule est pesée.

Elle est exprimée en pourcentage de la masse fraiche selon la formule suivante :

Matière sèche (%) = [(m2 – m0) / (m1 – m0)] x 100

dont :

m0 : poids de la capsule.

m1 : poids de la capsule avec l'échantillon de lait.

m2 : poids de la capsule avec la matière sèche après évaporation dans l'étuve.

II.2.5. 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 530 ± 20 °C durant 2 heures **(AFNOR, 1980).**

- **Mode opératoire**

- Peser la capsule séchée et refroidie
- Introduire 5ml de lait dans la capsule
- Mettre dans le four pendant 2 heures
- Retirer la capsule du four et la mettre dans le dessiccateur
- Laisser refroidir jusqu'à température ambiante
- Peser à 0.001g prés

II.2.6. Détermination de protéine et de lactose et de matière grasse

Elles sont déterminées à l'aide de Milcoscan (Master Pro touch)de la manière suivante :

-Introduire une quantité de lait à analyser dans un petit flacon .

-Porter le petit flacon au (Master Pro touch) et on trompe la sonde de (Master Pro touch) dansle petit flacon puis appuyer sur le bouton Start .

-Attendre 1 minute pour que l'appareil absorbe une quantité de l'échantillon par un filtre.

- Les résultats seront affichés sur l'écran de l'appareil.

II.3. Extraction de la présure coagulante (présure caprin)

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 cm², une macération est faite dans une solution de NaCl à 6% (1:10, poids / volume) contenant de l'acide borique à2% sans interruption plus de 4 jours à 5°C. Le mélange a été alors filtré et centrifugé à 1500 tr / min pendant 15 min. Le pH du surnageant a été abaissé de 5,5 à 4,7 avec du HCl 1 N et les extraits maintenus à 25 ° C pendant 24 h pour activer les zymogènes. Le pH a été ensuite augmenté à 5,5 avec du NaOH 1 N et le mélange a été centrifugé pour obtenir l'extrait final de présure(**Annexe05**) .

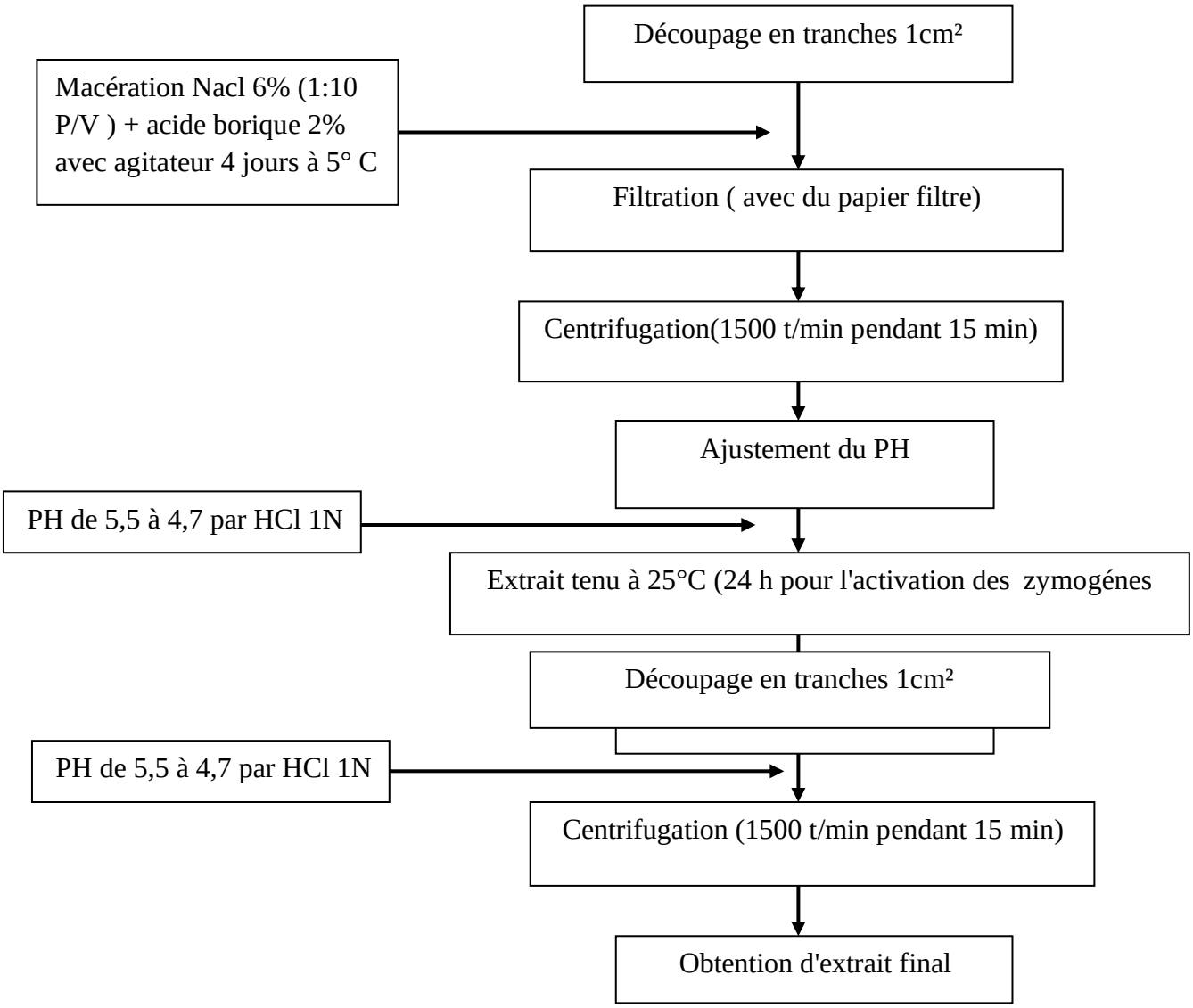


Figure 04 : **Protocole d'extraction de la présure caprine** ***(Wangoh et al.1993)*****.**

-La figure 05 représente l'extrait final de la présure caprin

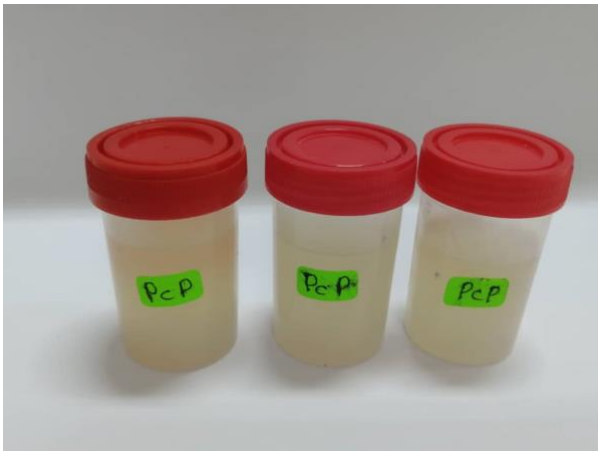


Figure 05: Extrait final de la présure caprin.

II.4. Caractéristiques des extraits enzymatique

II.4.1. L'activité coagulante

L'activité coagulante des extraits enzymatiques est déterminée selon la méthode de **Berridge (1945)** modifiée par **Collin *et al* (1977)**. Cette méthode consiste à déterminer visuellement dans des conditions standardisées, le temps d'apparition des flocons dû à la formation d'agrégats de caséine. Cette transformation s'observe mieux sur un film fin de lait dans un tube en rotation, disposé sur un fond noir. Cette méthode donne des résultats fiables avec une bonne reproductibilité.

La méthode consiste à ajouter 1 ml d'extrait coagulant à 10 ml de substrat standard (poudre de lait reconstituée) à 30°C puis à noter le temps de coagulation.

Le substrat standard est ensuite reparti dans des tubes à essais, à raison de 10 ml/tube, suivi d'une incubation dans un bain marie à 30 °C pendant 15 min. L'addition de l'extrait coagulant est réalisée à raison de 1ml/10ml du substrat standard. Une homogénéisation immédiate et rapide est nécessaire. Dans le bain marie, les trois retournements successifs du mélange après 30 secondes correspondent au temps zéro. (**Annexe 06**)

L'unité d'activité coagulante (U.A.C) ou "unité présure" (U.P) est définie comme étant la quantité d'enzyme par millilitre d'extrait enzymatique qui provoque la floculation de 10 ml de substrat en 100 sec à 30 °C. Elle est calculée comme suit :

$$UP=10\times V/\ Tc\times Q$$

UP : unité présure .

V : volume de substrat standard utilisé (ml) .

Q : volume d'extrait coagulant (ml) .

Tc : temps de coagulation (secondes).

II.4.2. 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**.(Annexe 06)**.

- **Protocole expérimental**

Un volume de 10 ml de lait cru de vache ou de dromadaire 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)**.

II.4.3. Force coagulante

La force ou l'unité soxhlet (US) correspond au nombre d'unités de poids ou de volumes de lait coagulable en 40 min par une unité de poids ou de volume de préparation enzymatique à 35 °C et elle est calculée selon l'équation suivante:

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

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).

En pratique, la force est exprimée par le rapport du volume en litre de l'extrait enzymatique à celui du lait coagulé. Ainsi, un extrait de force 1/10 000 signifie qu'un litre de l'extrait enzymatique provoque la coagulation de 10 000 litres de lait à 35 °C pendant 40 min **(Alais, 1974)**. Pour les enzymes en poudre, la force est exprimée en kg de poudre par le volume de lait coagulé en litre.

La force est déterminée pour les extraits bruts, clarifiés, concentrés et pour la poudre de pepsine lyophilisée et séchée. La force mesurée pour un même échantillon est la moyenne issue de trois essais répétés.(**Annexe 06)**

II.4.4. Dosage des protéine

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 ammoniaque 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 CO2, H2O et NH3. L'acide sulfurique étant en excès, on a :

$$\mathbf{2NH3 + H2SO4 \text{ ----------> } 2NH4 + SO4\text{-}2}$$

L'azote total est donc obtenu sous la forme minérale NH4+ (ion ammonium). Au cours de la minéralisation, l'acide sulfurique est partiellement décomposé et réduit en SO2 et SO3 qui forment des fumées blanches irritantes et toxiques.

-Distillation

Pour transformer les ions ammonium du minéralisât en ammoniac (NH4+ en NH3), on doit alcaliniser le minéralisât avec un large excès d'une base forte qui est la soude NaOH à 32%.

$NH_4^+ + OH^-$ ----------> $NH_3 + H_2O$

L'ammoniac est récupéré par distillation : on chauffe le minéralisât alcalinisé, le 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.

$BO_3H_3 + 3NH_3$ ----------> $H_2BO_3(NH_4)_3$

-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).

$NH_3 + H^+$ ----------> NH_4^+

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

Azote totale = 1,40 x N x (Vi-V0) / P

II.4.5. Activité spécifique

L'activité spécifique est exprimée par le rapport entre l'activité coagulante de l'extrait enzymatique et le taux de protéines de cet extrait enzymatiques et exprimée en U.P/mg **(Nouani *et al.*,2009)**.

Activité spécifique = activité coagulante / teneur en protéines

II.5. Optimisation de l'activité enzymatique

II.5.1. Méthode de surface de réponse

La méthode des surfaces de réponse (RSM) est un ensemble de techniques statistiques et mathématiques qui se base sur la conception expérimentale pour déterminer la portée des variables d'entrée indépend -antes. Cette méthode permet, grâce à des modèles mathématiques empiriques, de déterminer une relation d'approximation entre les réponses de sortie et le variables d'entrée pour optimiser les paramètres du procédé afin d'atteindre des réponses souhaitables. **(Zaddem, 2014)**

Cette méthode utilisées pour développer, améliorer et optimiser des procédés. Elle a aussi d'importantes applications dans la conception, le développement et la formulation de nouveaux produits, ainsi que dans l'amélioration de la conception de produits existants. **(Félicia, 2008)**

Cette méthode est faite sur trois étape:

II.5.1.1. Le plan d'expérience (plan CCD)

Les plans d'expériences sont des techniques qui permettent de quantifier les effets de divers facteurs sur une réponse et de les optimiser dans des domaines expérimentaux bien déterminés. La méthodologie de surface de réponse fait partie des plans d'expériences utilisés pour l'optimisation. **(Fadil et *al,* 2015).**

Parmi les trois types de plans de surface de réponse couramment utilisés à savoir les plans de Box-Behnken, les plans de Doehlert et les plans composites centrés, nous avons choisis le troisième type. Les plans composites se prêtent bien au déroulement séquentiel d'une étude. En effet, ces plans nous donnent la possibilité de commencer l'étude avec un nombre minime d'expériences. Ensuite, si le modèle est validé l'étude s'achève le plus souvent sinon, nous avons la possibilité d'ajouter d'autres expériences sans perdre les résultats des essais réalisés précédemment. Les essais supplémentaires permettent d'établir un modèle du second degré. **(Fadil et *al,* 2015).**

Les essais supplémentaires sont représentés par des points d'expériences situés sur les axes de coordonnées et par de nouveaux points centraux. Les points situés sur les axes de coordonnées sont appelés les points en étoile. Les plans composites présentent donc trois parties :

−**le plan factoriel** : c'est un plan factoriel complet ou fractionnaire à deux niveaux par facteurs. Les points expérimentaux sont aux sommets du domaine d'étude ;

−**le plan en étoile** : les points du plan en étoile sont sur les axes et ils sont, en général, tous situés à la même distance du centre du domaine d'étude ;

−les points au centre du domaine d'étude: On prévoit toujours des points expérimentaux situés au centre du domaine d'étude, et cela aussi bien pour les plans factoriels que pour les plans en étoile. **(Fadil et *al,* 2015).**

Pour étudier l'effet des facteurs contrôlant la coagulation du lait, nous avons retenu et privilégié deux facteurs : la température (entre 30 et 42 °C), le pH (entre 5 et 6.7). Après avoir choisi les facteurs qui sont les plus influents et en raison d'un grand domaine de variation possible de chaque facteur, il a été nécessaire de procéder à une méthode d'étude statistique capable de cerner, au moindre coût d'expérimentation, le domaine d'exploitation des facteurs. Ainsi, au cours de la présente étude, nous avons adopté la méthode de plan composite centré à cinq niveaux ; il s'agit d'un plan composite centré avec deux facteurs, chacun a cinq niveaux différents. Le plan d'expérience réalisé est présenté dans le tableau (08).

Tableau05: facteurs, codes et niveaux du plan d'expérience pour les paramètres de T et de 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

Le plan d'expérimentation est basé sur un plan composite centré pour 2 facteurs X1, X2 et constitué de 13 essais répartis en 4 points factoriels, 4 points en étoile et 5 répétitions au centre afin de déterminer l'erreur pure.

Tableau 06: matrice d'expérience du plan composite orthogonal centré à deux facteurs.

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	6.30
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.5.1.2. Modélisation de réponse

Le modèle mathématique postulé est un polynôme d'ordre 2 tel que l'équation**:**

$$Y=b_0+ b_1X_1+ b_2X_2+ b_{11}x^2_1+ b_{22}x^2_2+ b_{12}X_1X_2$$

les coefficients statistiquement significatifs sont :

_Y: est la réponse.

_X1, X2 : les variables relatives à la température et le pH.

− la constante b0 .

− les termes linéaires b1, b2.

− les termes quadratiques b11, b22.

− les termes d'interaction b12.

II.5.1.3. Construction des graphes

Il ya 2 graphes : -diagramme de surface

-graphique de contre

II.6. Traitement statiques

Les résultats sont traités statistiquement en utilisant l'analyse de variance (ANOVA). Ainsi que les différents graphiques ont été réalisés grâce le programme Minitab (version).

II.7. Fabrication du fromage à coagulation enzymatique

D'après nos résultats d'optimisation de l'activité enzymatique dans la présente étude, on a choisi la température et le pH optimale pour chaque formulation que montrée dans le tableau 09.

La fabrication du fromage frais à coagulation enzymatique **(Annexe 08)** est réalisée selon le diagramme exprimé dans la figure 04, elle vise à préparer trois formulations selon les conditions suivantes:

Tableau 07: Points optimums de pH et de la température de la présure caprin et la présure commerciale sur les trois formulations.

	Formulation	Enzyme	Température optimale	pH optimal
Fabrication du fromage à coagulation enzymatique	**F1 (50%LD/50%LC)**	**PCP**	40.66 Cº	5.61
		PL	38.84 Cº	6.31
	F2 (25%LD/75%LC)	**PCP**	38.36 Cº	5.30
		PL	40.54 Cº	5.66
	F3 (75%LD/25%LC)	**PCP**	42 Cº	5.41
		PL	36.06 Cº	6.11

PCP: présure caprin **PL:** présure commerciale

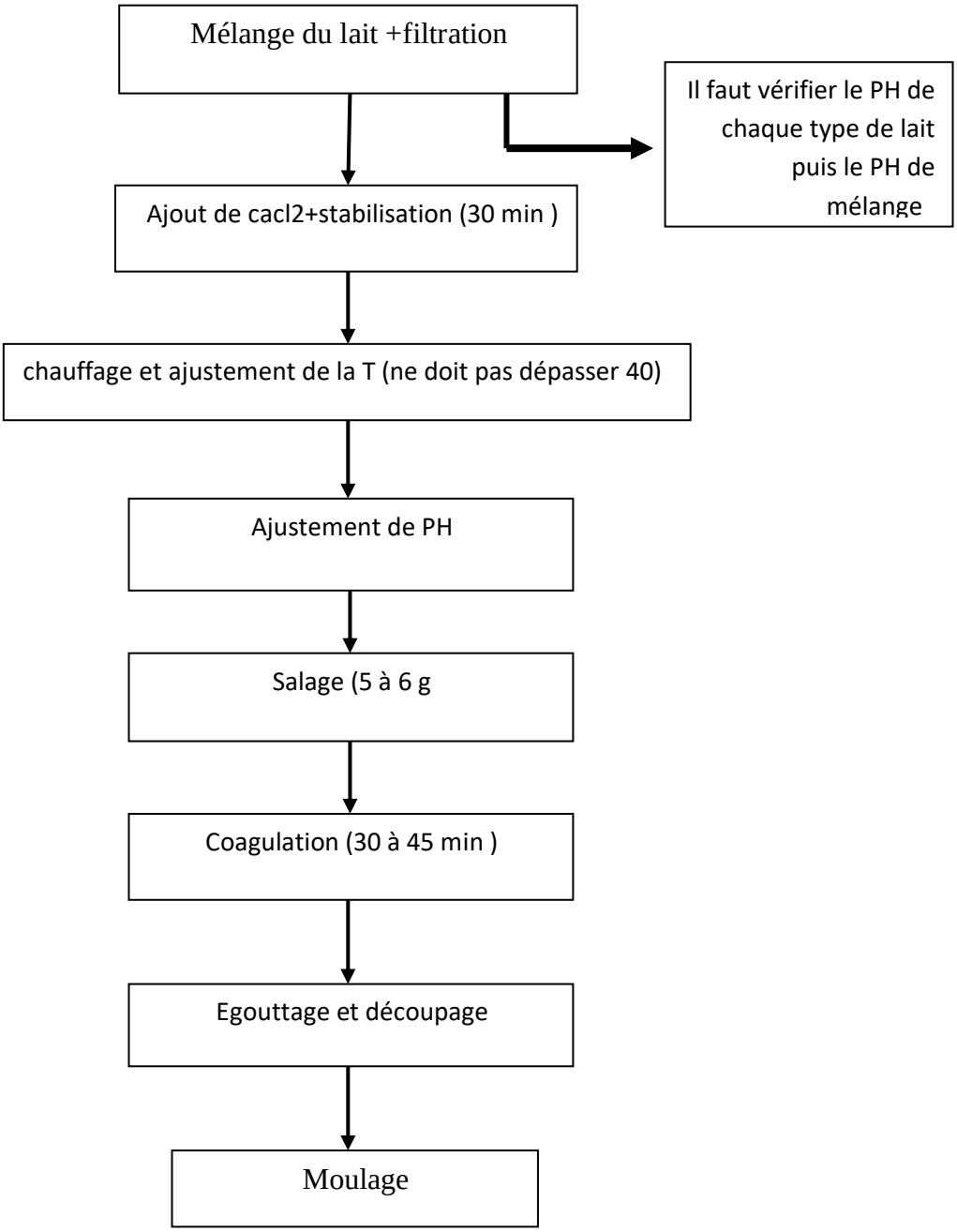


Figure 06*:* Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais à coagulation enzymatique

II.7.1. Caractérisation physico-chimiques du fromage frais

La connaissance des propriétés physicochimiques des aliments est importante pour l'optimisation des procédés de conservation ou de transformation.

La caractérisation physicochimique repose sur l'étude des paramètres suivants : pH, acidité titrable, extrait sec total, la teneur en cendres totaux, dosage de protéine et matière grasse. Chaque essai est répété deux à trois fois selon le protocole à suivre**.**

II.7.1.1. Détermination de pH

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.7.1.2. Détermination de l'acidité titrable

- **Principe**

Titrage avec une solution de NaOH 0.1 N au point de virage du phénolphtaléine.

- Mode operatories

En prend 90 ml de l'eau distillée stérile est chauffé à une température de 40°C puis en ajoute 10 g de fromage. Le mélange est bien homogénéisé, puis en prend 10 ml de cette suspension est titrée par la soude N/9, en présence de phénol phtaléine. Le phénol phtaléine indique la limite de neutralisation par changement de couleur (rose pâle), Le résultat est exprimé en degré Dornic par gramme de fromage (°D/g).

II.7.1.3. Détermination de la matière sèche

L'extrait sec total est déterminé à l'aide d'une étuve à 103±2°C. Les prises d'essais sont mesurées à 3g dans des capsule et placés dans l'étuve pendant 3 heures puis dans l'appareil de refroidissement et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante et pesé les capsule.

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

II.7.1.4. 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.

% cendre totale = M (cendres) × 100/ M (prise d'essai)

II.7.1.5. 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 à1200 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.7.1.6. 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 formule ci-dessous **(Vignola, 2002)** :

$$Rf(\%) = (\text{poids du fromage} / \text{poids du lait}) \times 100$$

II.7.2. Caractérisation microbiologiques du fromage frais

II.7.2.1. 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 boites de pétri sont ensemencées 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 boites 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 10**)

II.7.2.2. 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 10**)

II.7.2 .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. Apres 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.

- **Enrichissement**

Introduire 10 ml du mélange pré-enrichi dans 100 ml de bouillon au sélénite-cystine, faire incuber à l'étuve à 37°C ± 1 pendant quarante-huit heures.

- **Isolement**

Après l'incubation, Effectuer les isolements 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° 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 10**)

II.7.2.4. 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°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°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 fraichement préparé. Un volume de 0.1ml du bouillon d'enrichissement est ensemencé sur gélose sélective (PALCAM ou OXFORD) et incubé à 37 °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 °C. (**Annexe10**)

II.8. Fabrication du fromage à coagulation mixte

D'après nos résultats de fabrication du fromage à coagulation enzymatique dans la présente étude, on a choisi la meilleur formule. Cette formule est F3(25% lait de caprin et 75% lait de dromadaire). Afin d'améliorer le goût de cette formule, nous avons ajouté de la ferments mésophiles.

La fabrication du fromage frais à coagulation mixte est réalisée selon le diagramme exprimé dans la figure (05).

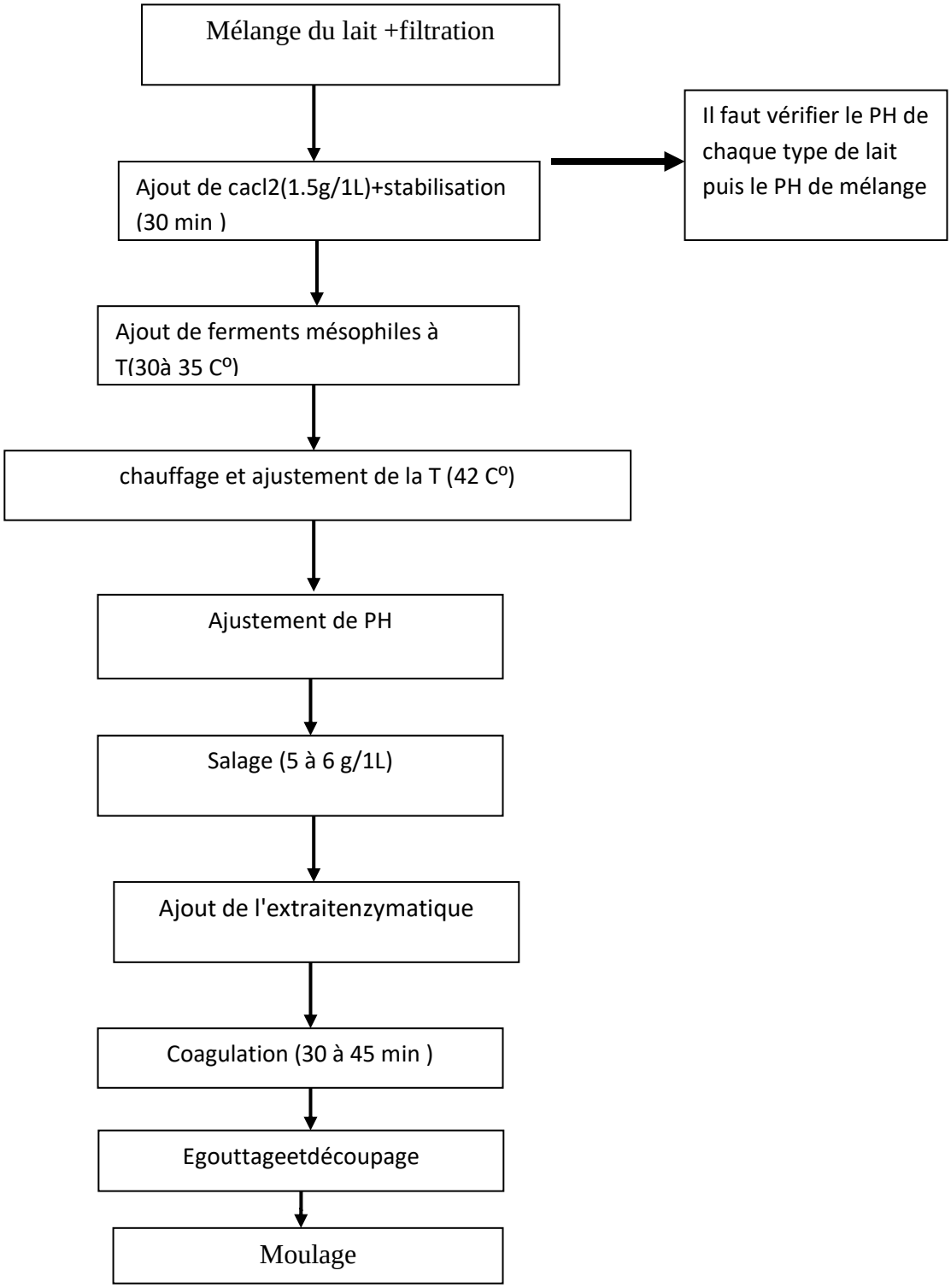


Figure 07 : Diagramme représente les étapes de la fabrication du fromage frais coagulation mixte

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 de dromadaire et caprin en complément à l'analyse physico-chimique et microbiologique.

- ✓ 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 arome ;

-Gout.

- ✓ Constitution du jury

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

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

Les échantillons de fromage sont coupés en petits carré et placés dans une boite fermé pendant une heure avant le test. Le dégustateur répond aux questions sur la grille d'évaluation **(Annexe11)** et évaluer les caractéristiques sensorielles.

Résultat et discussion

I .Résultats d'enquête

Ces résultats nous a donné une idée générale sur la condition de lait dromadaire dans la région d'EL OEUD (Figure 05,06,07,08,09,10, et11).

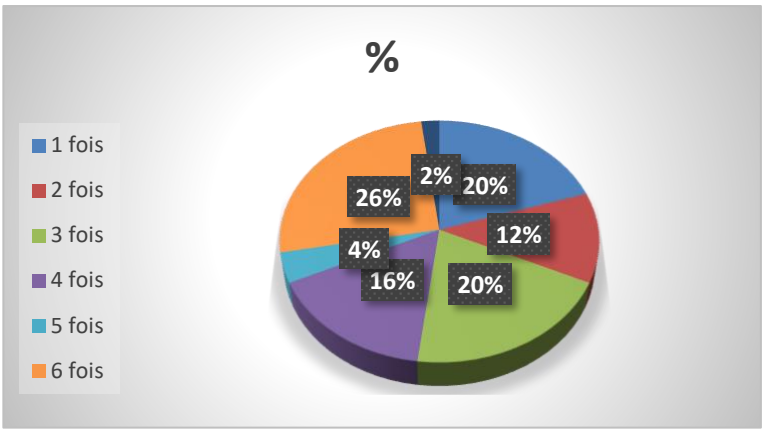


Figure08: Pourcentage de consommation du lait de chamelle par jour .

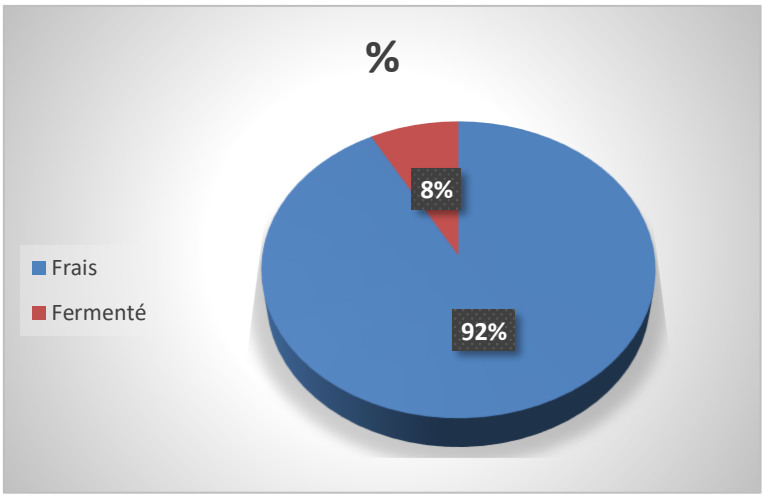


Figure 09: Pourcentage de consommation le lait de chamelle (frais ou fermenté).

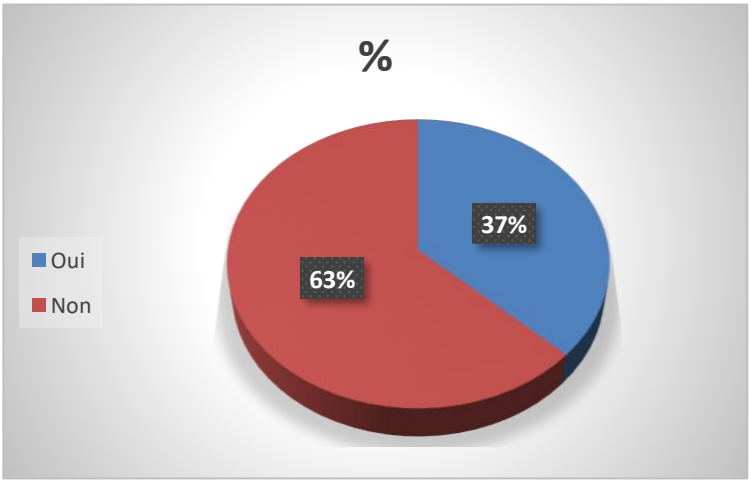


Figure 10: Pourcentage de consommation de lait de chamelle traditionnellement fermenté.

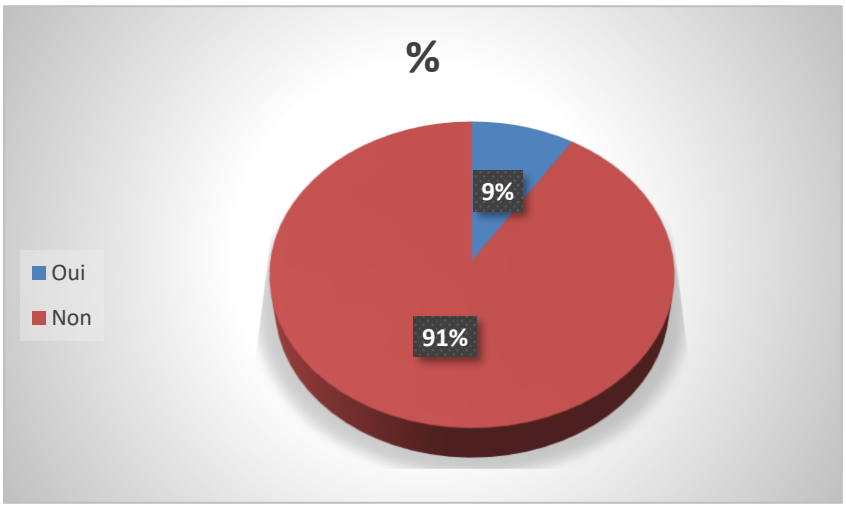


Figure 11: Pourcentage de consommation de lait de dromadaire sous forme fromage.

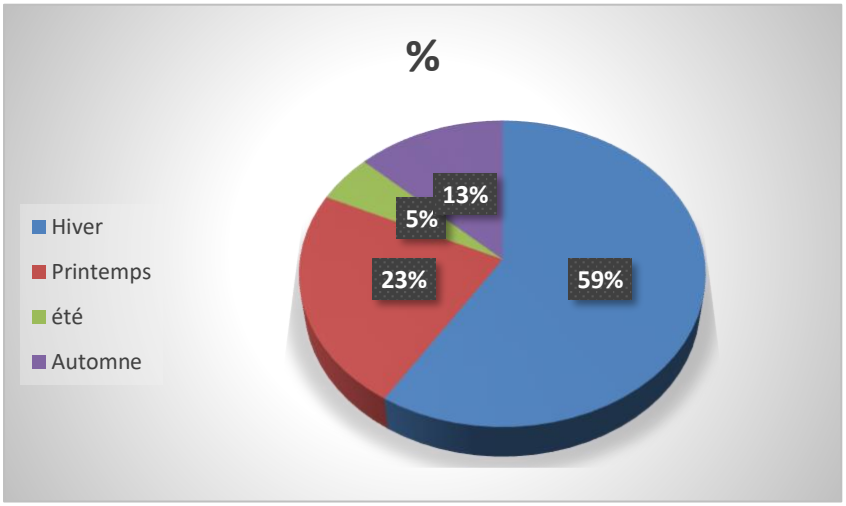


Figure 12: Pourcentage de consommation le lait de chamelle par saison .

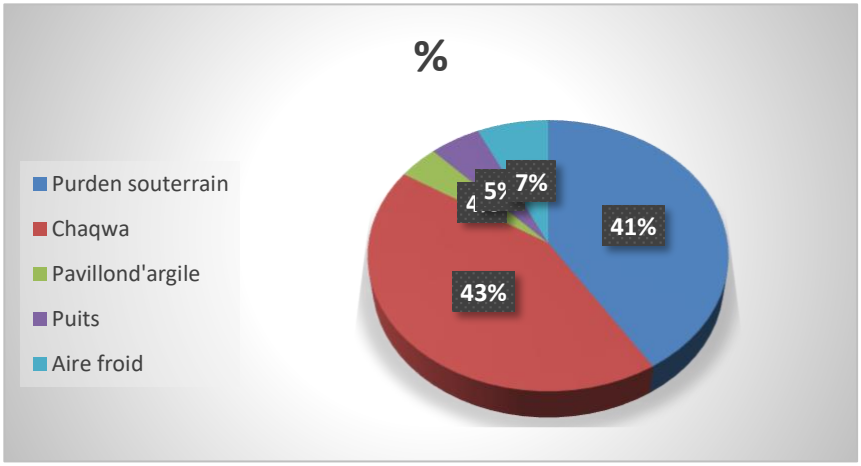


Figure 13: Pourcentage de conservation le lait de chamelle frais par la méthode traditionnelle.

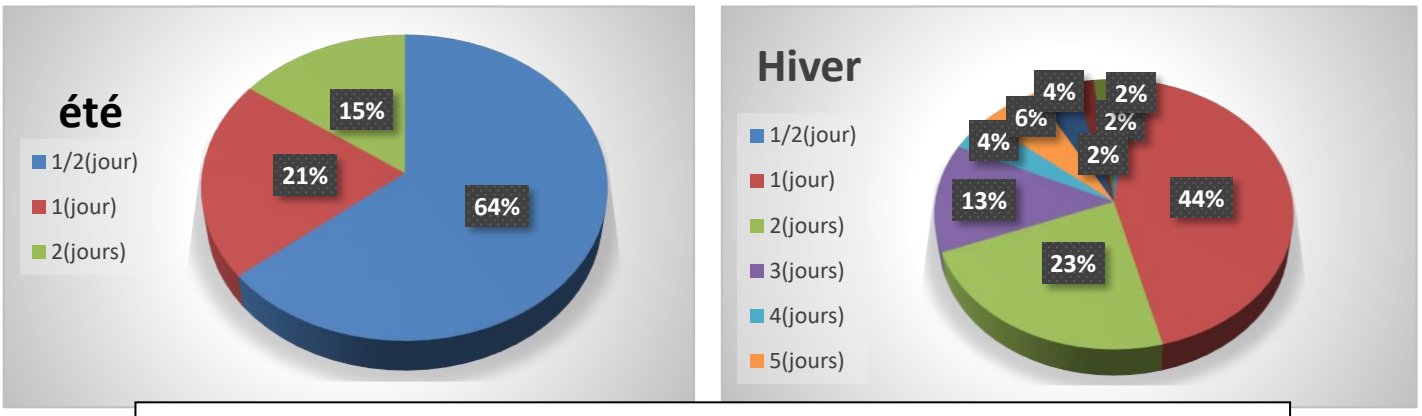


Figure 14: Pourcentage de période de conservation du lait de chamelle pour la saison

Ce travail est orienté pour prendre des points optimums et les utiliser pour faire des différentes formulations de fromage à base de lait en mélange (lait de dromadaire et lait de caprin).

II. Résultats d'analyses physicochimiques du lait

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

Tableau 08 : Les résultats physico-chimiques de lait**.**

pH

Les paramèters	Lait de chamelle	Bibliogra-phique	Lait de caprin	Normes (AFNOR1993)	Lait de vache	AFNOR1986
pH	6.34±0.11	6,57 -6,97	6.45±0.09	6.45-6.90	6.71±0.014	6.7-6.8
Acidité °D	20±0.00	15.12	23.3±0.00	14-18	22±0.00	16-18
Densité	1.030±0.0	1.029	1.031±0.00	1.027-1.035	1.035	1.030-1.033
Lactose g/l	53.6±0.07	34.20	55.6±0.12	44-47	55±0.00	40-50
Protéines g/l	35.6		37±0.07	28-31.23	36±0.00	28-36
Matiére grasse g/l	38	37.44	23	28.5-32	60	34-36
Extrait sec g/l	128±1.18	109.20	354±0.26	129-196	83±0.14	107-112
Cendres g/l	8.5	6.79	9.8	8-10	5.3	5.2-8.8

Il est connu que le pH du lait dromadaire est plus bas comparativement au lait bovin (pH=6,6) et au lait humain (pH : 7,01) **(Siboukeur, 2007)**. Le pH moyen de lait bovin est égal à (6.71***±0.014***), alors que les moyennes de pH de lait dromadaire est égal à (6.34***±0.11)***. On constante que ce valeur est inférieur à celle rapporté par **(Remeuf et al 1989)** soit (6.45-6.90).

Ces valeurs de lait, caprin de vache et de dromadaire se situe dans l'intervalle de la norme **.**Les résultats trouvés concordent fortement avec ceux de **Siboukeur en 2007** (6,31) pour le lait de dromadaire (6.34) . par contre, ils sont inférieurs aux valeurs de pH rapportés par Faye *et al.* (2008) au Kazakhstan (6,46-6,57). le lait de dromadaire et caprin(6.45±0.09***)*** sont légèrement acide comparativement avec le lait de vache**.** Ces taux différents de pH peuvent dépendre de la nature de l'alimentation et de la disponibilité de l'eau. Par ailleurs, la forte concentration en acides gras volatiles et la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire font diminuer le pH de celui-ci **(Haddadin *et al.*, 2008).**

Acidité

On l'appelle acidité développée car elle est provoquée par l'acide lactique et autres acides issus de la dégradation par des micro-organismes **(Badaoui, 2000).** L'échantillon du lait de caprin analysés présentent une acidité titrable de l'ordre de (23.3°D±0.00) et lait dromadaire qui est de l'ordre de (20°D±0.00) sont proche par rapport à celle du lait vache (22°D±0.00).

Ce valeur de lait caprin et vache est élevée de norme. Aussi le lait de dromadaire est plus élevée de celle rapporté par la norme. On peut donc en déduire que l'acidité du lait de vache a une valeur moyenne élevée que celle cité par le **FAO (2010)** (15-17 °D) et **Aboutayeb (2005)** (15 -18°D).

Densité

La mesure de la densité a montrée que le lait dromadaire(1.030±0.00) et caprin (1.031±0.00) est moins dense que le lait vache(1.035±0.14) parce que la densité du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) **(Madjour, 2014)**.La densité du lait de caprin est se situe entre 1.027 à 1.035 de norme. Par contre le résultat du lait de dromadaire est légèrement supérieur que celle cité au norme**.**

La valeur de la densité de l'échantillon analysé du lait dromadaire est comparables aux résultats de **Farah (1993)** de 1,025-1,032 avec une moyenne de 1.030.La moyenne de la densité de lait de vache (1.035±0.14) est supérieur par rapport aux résultats trouvés par **FOA 2010** (1.028 1.033). La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires. Ce qui explique la variabilité des valeurs entre les différents échantillons de laits analysés et entre celles citées dans la littérature **(Siboukeur, 2007)**.

Teneur en lactose

Les teneurs en lactose du lait dromadaire est égale à 53.6±0.07 g/l et le lait caprin 55±0.12 g/l. Cette teneur est supérieur à celle du lait vache (55±0.00 g/l). Cette différence pour le lait de chamelle et de caprin par rapport au lait de vache est due à la modifications dans stade de lactation. La teneur en lactose du lait dromadaire semble dépendre non seulement de la race mais aussi de l'état d'hydratation. (Yagil et Etzion 1980).

Teneur en protéines total

Le lait dromadaire a une teneur en protéines totales égale à (35.6 g/l) inférieur de celle du lait de vache (36 g/l). Cette concentration est comparable à celles mentionnées par **Siboukeur (2008)** (35,68 ± 5,64 g/l). En revanche cette teneur est supérieure à celles rapportées par **Mehaia *et al.* (1995)** qui a été de 29,1 g/l). Il est à signaler que la matière azotée du lait se trouve sous forme d'azote protéique en majorité (90% de l'azote total).Le lait dromadaire renferme plus d'acides aminés libres et d'autres composés azotés non protéiques (NPN) que le lait bovin **(Atarhouch *et al.*, 1997**)

Matière grasse

Les résultats obtenus de le lait de vache a donné la teneur le plus élevé qui est de 60 g/l par contre le lait caprin (23 g /l) ont moins teneur en matière grasse et le lait dromadaire (38 g/l). Cela peut être dû à plusieurs facteurs tels que : l'alimentation, la saison, la race et l'âge de l'animal **(Amiot *et al.*, 2002)**, en plus du stade de lactation et nombre de mises bas qui sont susceptibles d'interférer sur les taux obtenus comme ont estimé (**Elamine et Wilcox en 1992).**

Dans le lait de dromadaire est légèrement supérieur à celle rapportée par **(Boudjenah, 2012)** (30-37.5). Pour le lait caprin est mois que de norme (28.5-32).par contre le lait de vache est supérieur de moyenne **AFNOR 2001** (28.5-32.5).

Teneur en extrait sec total

Nous avons enregistré le lait caprin a donné la teneur le plus élevé qui est de (354 g/l±0.26).et le lait dromadaire (128g/l±0.18). par contre le lait de vache a moins teneur en matière sèche (83g/l±0.26). Ces valeurs de lait caprin est élevée de norme . Le valeur du lait dromadaire est se moins que celle cité dans l'intervalle de norme.

La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation **(Bengoumi *et al.*, 1994 ; Khaskheli *et al.*, 2005)**, des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation et du nombre de vêlages **(Yagil, 1982 ; Khaskheli *etal.*, 2005)**. Des variabilités génétiques **(Ereifej *et al.*, 2011)** et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait de chamelle **(Konuspayeva *et al.*, 2009)** .La teneur en matière sèche du lait frais dépendent de l'alimentation, du climat et également de la race de l'animal.

Teneur en cendres

Les résultats obtenus du teneur en cendres des échantillons analysés 5.3 g/l pour lait vache ,8.5 g/l de lait dromadaire et 9.8 g/l pour lait caprin . Ces deux derniers sont élevés comparé à celle du lait de vache. 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).**

Le teneur en cendre de lait de dromadaire est élevée que celle cité par la norme. pour lait caprin et vache est se situe dans l'intervalle de la norme.

III. Caractérisation de l'extrait enzymatique (présure caprin)

Les principales caractéristiques de l'extrait enzymatique clarifié sont présentées dans le tableau N°(06).

Tableau 06 : Caractéristiques de l'extrait enzymatique

Parameters	**Présure caprin**			**Présure commercial**		
Activité coagulante (UP/ml)	5.178 ± 6.065			2.963 ± 14.552		
Force coagulante	1/886.262			1/50000		
Teneur en protéine (mg/ml)	11			15		
Activité spécifique (UP/mg)	0.4707			0.1975		
Temps de coagulation (s)	**Lait de dromadaire**	**Lait de caprin**	**Lait de vache**	**Lait de dromadaire**	**Lait de caprin**	**Lait de vache**
	42.29 ± 3.337	62.506 ± 6.957	96.66 ± 4.189	97.07 ± 2.486	12.646 ± 6.878	89 ± 6.878
Couleur	Brunâtre			brune claire		
Texture	Liquide			Liquide		

L'extrait enzymatique brut obtenu est de couleur Jaunâtre , il est liquide et présente une odeur caractéristique de caillette de caprin.

III.1. Activité coagulante

L'extrait enzymatique clarifié obtenu à partir de la caillette caprin a permis l'obtention d'un temps de floculation de 19 secondes sur substrat de Berridge. Ce temps nous a permis de calculer l'activité coagulante, égale à 5.178UP/ml .Cette activité coagulante est supérieure à celle trouvée pour le présure commerciale qui a pris un temps de floculation, avec une activité coagulante égale à 2.963 UP/ml. Nos résultats sont élevées de ceux apportés par **(Bouloussa et Mahmoudi, 2020)**.

III.2. Force coagulante

La force coagulante de notre extrait enzymatique brut obtenu à partir de caillette de caprin est de 1/886.262 .cette valeur est largement inferieures à celle rapportée par la présure commerciale est de 1/50000.et elle est inferieures a celle que trouvée par **(Boumediene ,2013)** et **(Bouloussa et Mahmoudi, 2020)**.

III.3. Teneur en protéines

les résultats de teneur en protéine des deux présures, montrent que le présure issu de caprin est 11 mg/ml et elle est très élevée que de celle obtenue par **(Boumediene ,2013)** et **(Bouloussa et Mahmoudi , 2020)**. mais cette valeur est largement inferieures à celle rapportée par la présure commerciale est de 15 mg/ml.

III.4. Activité spécifique

L'activité spécifique (exprimée en UP/mg) est le rapport entre l'activité coagulante et le taux de protéines de cet extrait enzymatiques . Les résultat sont révélé qu'il y a une différence entre les deux présures .L'activité spécifique de présure caprin (0.4707UP/mg) est supérieure que de celle de présure commerciale (0.1975 UP/mg). Nos résultats sont élevées de ceux apportés par **(Bouloussa et Mahmoudi, 2020)**.

III.5. Temps de coagulation

La mesure du temps de coagulation a permis d'affirmer qu'il y a une bonne affinité de l'extrait coagulant de caprin pour le lait dromadaire .Ce dernier est le court comparé ceux enregistrés pour le lait de caprin et le lait de vache. Le résultat de mesure de présure caprin sur lait dromadaire est plus faibles par rapport **(Bouloussa et Mahmoudi, 2020)**.

La mesure du temps de coagulation a permis d'affirmer qu'il y a une bonne affinité de présure commerciale pour le lait de caprin. Ce dernier est le court comparé ceux enregistrés pour le lait de dromadaire et le lait de vache

IV- Optimisation des paramètres (pH, T) de floculation et coagulation par la méthode de surface de réponse

IV-1 Modélisation statistique de temps de floculation du lait

Grâce à l'estimation d'une surface de réponse pour chaque paramètre, nous avons pu déterminer la relation entre les variables d'entrée et les réponses.

Les résultats sont la moyenne d'au moins trois essais, et présentés sous forme de moyenne± écart type. La réponse de temps de floculation de trois formulation avec la présure caprin et la présure commerciale est énumérée dans le tableau suivant :

Tableau (10) :Réponse de temps de floculation de trois formulation avec la présure caprine et la présure commerciale

Valeur non codes			Réponse temps de floculation					
			F1(50%LD/50%LC)		F2(25%LD/75%LC)		F3(75%LD/25%LC)	
Essai	pH	T	PCP	PL	PCP	PL	PCP	PL
1	5.85	42	3.86±0.311	2.83±0.000	4.35±0.578	2.44±0.000	3.45±0.727	2.33±0.000
2	5.85	36	7.44±2.072	2.47±0.000	4.60±1.193	2.54±0.000	3.79±0.589	2.91±0.000
3	6.451	31.757	3.37±0.442	2.95±0.000	3.79±0.816	3.12±0.000	2.46±0.506	2.66±0.000
4	6.451	40.242	5.07±0.740	3.06±0.000	4.24±0.123	3.40±0.000	3.87±0.213	2.95±0.000
5	5.85	36	5.34±0.548	2.81±0.000	4.11±0.549	2.87±0.000	4.97±0.988	2.83±0.000
6	5.248	40.242	4.80±0.502	2.49±0.000	3.89±0.223	2.50±0.000	3.91±0.462	2.90±0.000
7	5.85	36	4.47±0.418	3.34±0.000	4.54±0.303	1.85±0.000	3.69±0.459	4.39±0.000
8	6.70	36	4.45±0.551	2.58±0.000	3.97±0.220	2.36±0.000	3.86±0.226	2.56±0.000
9	5.85	36	5.25±0.165	2.90±0.000	3.86±0.213	2.18±0.000	3.74±0.145	2.10±0.000
10	5.85	30	3.00±0.303	3.78±0.000	3.41±0.158	2.69±0.000	3.43±0.117	2.15±0.000
11	5.00	36	3.77±0.693	2.58±0.000	4.35±0.372	2.05±0.000	3.22±0.127	1.80±0.000
12	5.85	36	5.04±0.504	3.30±0.000	4.42±1.123	3.09±0.000	3.7±0.187	3.90±0.000
13	5.248	31.75	2.59±0.131	2.74±0.000	2.44±0.545	4.08±0.000	2.69±0.578	4.58±0.000

PCP: présure caprin

PL: présure commerciale

Le coefficient de détermination *R*2 représente la proportion de variation de la réponse attribué au modèle plutôt que de l'erreur aléatoire, les tableau résume les résultats pour la régression et équation de réponse de la floculation de trois formulation.

Tableau(11) : Régression et équation de réponse de la floculation de trois formulation

	Formulation	Enzyme	R Carré(%)	Equation de regression	d
Floculation	F1 (50%LD/50%LC)	PCP	85.03	-113.8 + 3.631 T - 1.260 PH*PH - 0.0442 T*T	1
		PL	82.75	28.5 - 1.515 T + 0.01504 T*T	1
	F2 (25%LD/75%LC)	PCP	79.98	-51.9 + 1.318 T - 0.722 PH*PH - 0.01368 T*T	1
		PL	75.27	112.8 + 0.02605 T*T + 0.3000 PH*T	1
	F3 (75%LD/25%LC)	PCP	94.80	16.51 - 1.113 T - 0.628 PH*PH + 0.1531 PH*T	1
		PL	76.62	-74.7 - 1.995 PH*PH	1

R^2: Régression **d:** disérabilité

La valeur du coefficient de détermination R2 est entre à 75.27-94.80 %, ce qui signifie un bon ajustement du modèle proposé.

Toutes les valeurs du D sont égale à 1.Les valeurs des fonctions de désirabilité (d) sont comprises entre 0 et 1. La valeur de 0 est attribuée lorsque les facteurs conduisent à une réponse inacceptable (non désirable) et celle de 1 lorsque la réponse représente la performance maximale désirée pour les facteurs considérés

IV-1-1 Modélisation de la réponse de temps de floculation de trois formulation

Les effets de tous les facteurs étudiés et la probabilité observée (p-value) sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 12: Modélisation de la réponse de temps de floculation

Enzyme	Coefficient de régression	P F1(50%LD/50%LC)	P F2(25%LD/75%LC)	P F3(75%LD/25%LC)
PC	**b0**	0.008	0.022	0.000
	b1	0.189	0.096	0.224
	b2	0.007	0.010	0.000
	b11	0.041	0.037	0.002
	b22	0.003	0.046	0.158
	b12	0.604	0.434	0.000
PL	**b0**	0.013	0.042	0.036
	b1	0.405	0.778	0.963
	b2	0.012	0.762	0.087
	b11	0.231	0.385	0.006
	b22	0.006	0.024	0.069
	b12	0.117	0.009	0.319

IV-1-1-1 Effet de pH et T sur la floculation de F1

L'analyse de la variance montre que le coefficient de régression b1 présente de valeur de p qui est supérieure à 0,05. Ceci montre que l'absence un effet linéaire de pH sur la floculation de F1 avec la présure caprin. Toutefois, nous remarquons aussi un effet quadratique de pH sur la floculation de F1 avec la présure caprin car le coefficient de régression b11 présente une valeur de p est inferieure à 0,05. En revanche, nous remarquons l'absence d'un effet quadratique et d'un effet linéaire de pH sur la floculation de F1 avec la présure commerciale parce que les coefficients de régression qui correspondent à chacun de ces effets présentent des valeurs de p qui sont supérieures à 0,05.

Selon les résultats de l'analyse de la variance il y a un effet linéaire et quadratique significatif de T sur la floculation de F1 avec la présure caprin et la présure commerciale car les coefficients de régression b2, b22 présentent des valeurs de p sont inferieures à 0,05.

Ces résultats montrent l'absence d'effet d'interaction de pH et T sur la floculation de F1avec la présure caprin et la présure commerciale parce que le coefficient de régression b12 présente de valeur de p qui sont supérieures à 0,05.

D’après l’étude d'effet de pH et T sur la floculation de F1, nous pouvons conclure que la floculation de F1 est influence par la variation de T et de pH avec la présure caprin.

IV-1-1-2 Effet de pH et T sur la floculation de F2

Ces résultats montrent l’absence d'effet linéaire de pH sur la floculation de F2 avec la présure caprin parce que le coefficient de régression b1 présente de valeur de p qui est supérieure à 0,05. En revanche, il y a un effet quadratique significatif de pH sur la floculation de F2 avec la présure caprin car le coefficient de régression b11 présentent des valeurs de p sont inferieure à 0,05. mais nous remarquons l’absence d'effet quadratique et d'effet linéaire de pH sur la floculation de F2 avec la présure commerciale parce que les coefficients de régression qui correspondent à chacun de ces effets présentent des valeurs de p qui sont supérieures à 0,05.

L’analyse de la variance montre que les coefficients de régression b2, b22 présentent des valeurs de p qui sont inferieures à 0,05. Ceci montre qu'il y a d'effet linéaire et quadratique significatif de T sur la floculation de F2 avec la présure caprin. par contre , nous remarquons seulement d'effet quadratique significatif de T sur la floculation de F2 avec la présure commerciale parce que les coefficients de régression b22 présente de valeur de p qui est inferieure à 0,05.

Selon les résultats de l’analyse de la variance il n'y a pas un effet d’interaction de pH et T sur la floculation de F2 avec la présure caprin car le coefficient de régression b12 présentent de valeur de p est supérieure à 0,05. mais il y a un effet d’interaction significatif de pH et T sur la floculation de F2 avec la présure commerciale parce que le coefficient de régression b12 présentent de valeur de p est inferieure à 0,05.

La formulation F2 est sensible par la variation de T et de pH avec la présure caprin.

IV-1-1-3 Effet de pH et T sur la floculation de F3

Selon les résultats de l’analyse de la variance que les coefficients de régression b1 présentent des valeurs de p qui sont supérieures à 0,05. donc il n'y a pas un effet linéaire de pH sur la floculation de F3 avec la présure caprin et la présure commerciale. mais, les coefficients de régression b11 présentent des valeurs de p qui sont inferieures à 0,05. donc, il y a un effet quadratique significatif de pH sur la floculation de F3 avec la présure caprin et la présure commerciale.

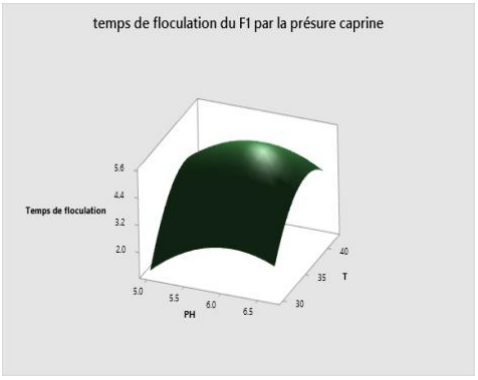
Ces résultats montrent que le coefficient de régression b2 présente de valeur de p qui est inferieure à 0,05. donc il y a un effet linéaire significatif de T sur la floculation de F3 avec la présure caprin . mais, le coefficient de régression b22 présente de valeur de p qui est supérieure à 0,05. donc, il n'y a pas un effet quadratique de T sur la floculation de F3 avec la présure caprin. En revanche, nous remarquons l’absence d'effet quadratique et d'effet linéaire de T sur la floculation de F3 avec la présure commerciale parce que les coefficients de régression qui correspondent à chacun de ces effets présentent des valeurs de p qui sont supérieures à 0,05.

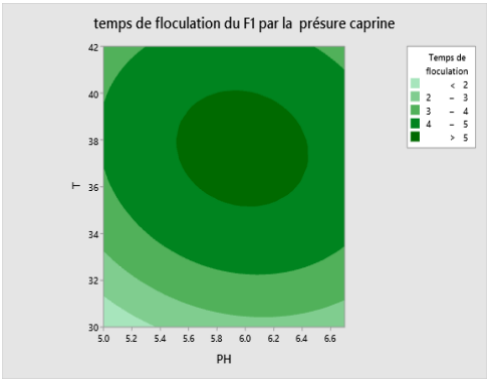
L’analyse de la variance montre que le coefficient de régression b12 présente de valeur de p qui est inferieure à 0,05. Ceci montre que le présence d'effet d’interaction de pH et T sur la floculation de F3 avec la présure caprin. Toutefois, nous remarquons l’absence d'effet d’interaction de pH et T sur la floculation de F3 avec la présure commerciale car le coefficient de régression b12 présente de valeur de p est supérieure à 0,05.

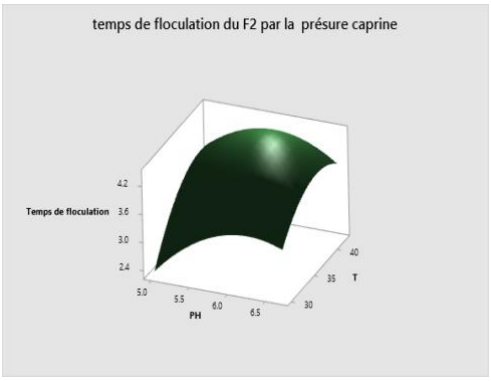
la floculation de F1 est influence par la variation de T et de pH avec la présure caprin.

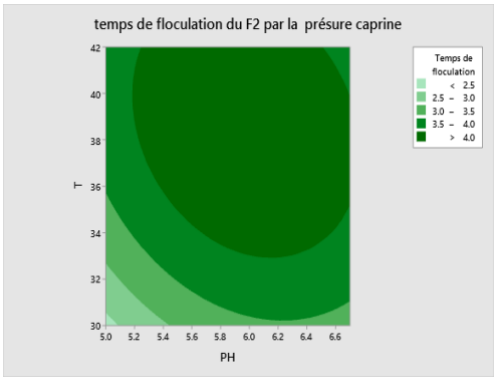
IV-1-2 Graphique de contour de réponse et diagramme de surface

Les surfaces de réponse sont des représentations graphiques à trois dimensions de la réponse du système étudié en fonction de deux paramètres, le troisième étant fixé à son niveau zéro (central). Ce type de représentation permet de rechercher des régions expérimentales pour lesquelles la réponse est optimale.









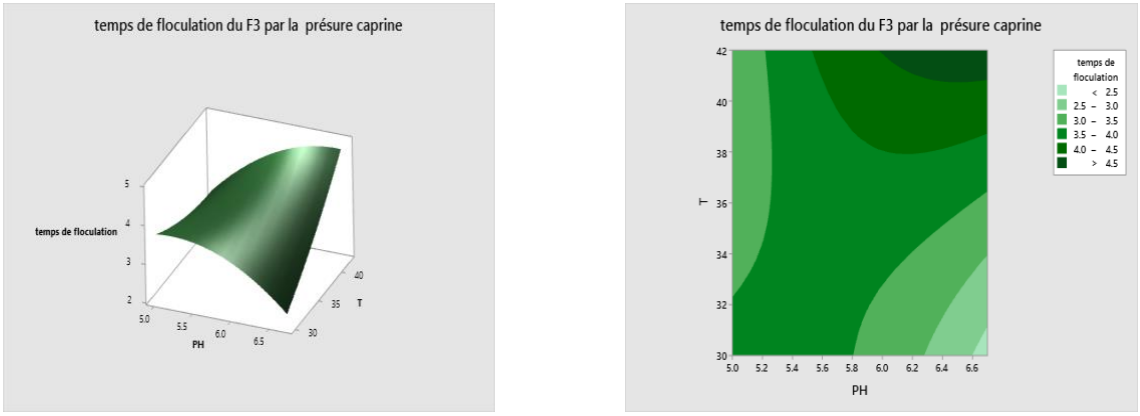


Figure 15: Graphique de contour et diagramme de surface du temps de floculation de trois formulation par la présure caprin

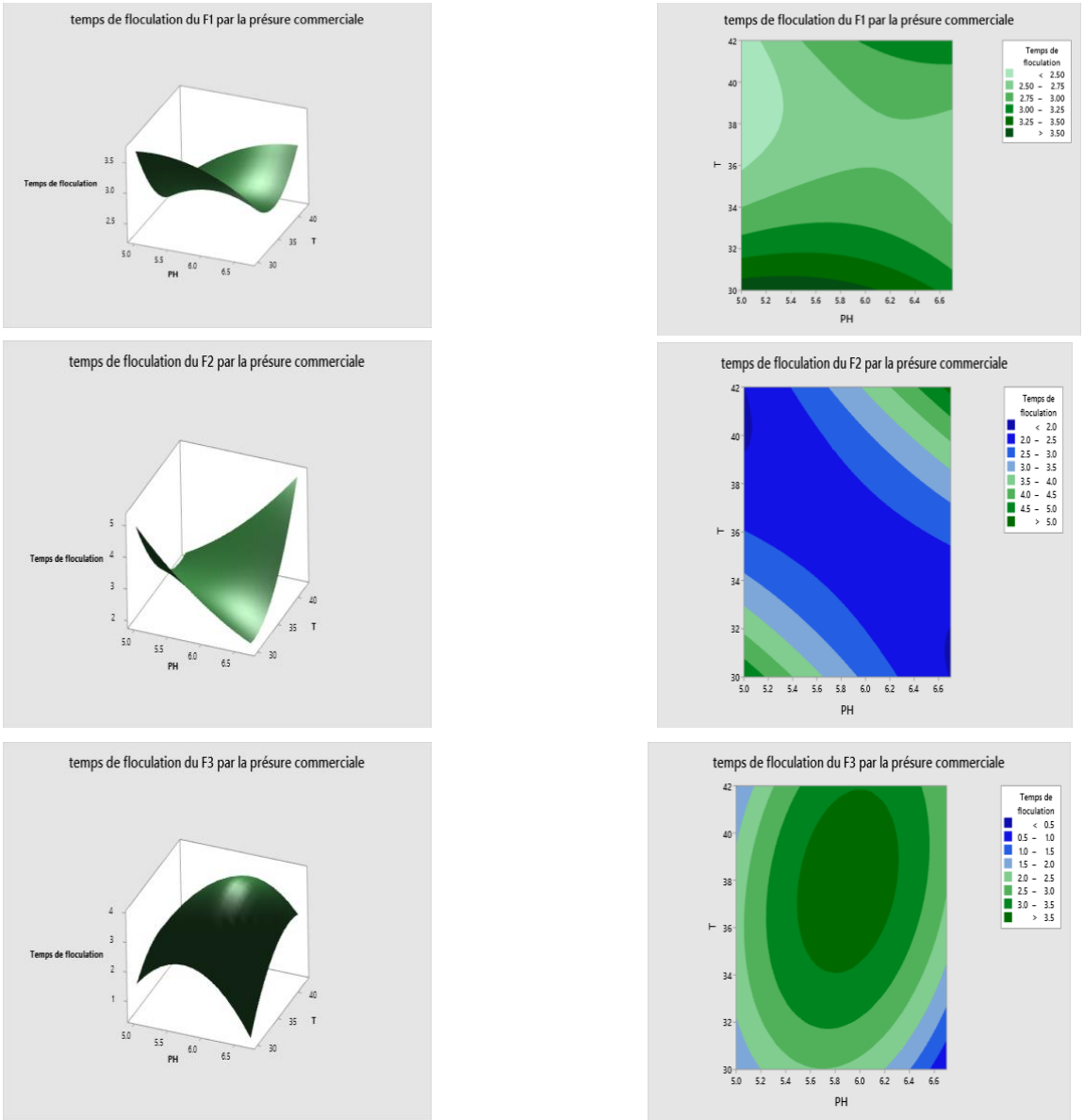


Figure16 : Graphique de contour et diagramme de surface du temps de floculation de trois formulation par la présure commerciale

IV-2 Modélisation statistique de temps de coagulation du lait

L'analyse de l'effet de la variation de ces paramètres sur la temps de coagulation de trois formulation avec la présure caprin et la présure commerciale. Les résultats sont la moyenne d'au moins trois essais, et présentés sous forme de moyenne± écart type.

Les résultats trouvés pour chaque condition de temps de coagulation sont résumés dans le tableau13.

.

Tableau(13) : Réponse de temps de coagulation de trois formulation avec la présure caprine et la présure commerciale

Valeur non codés		**Réponse de temps de coagulation**					
pH	**T**	**F1(50%LD/50%LC)**		**F2(25%LD/75%LC)**		**F3(50%LD/25%LC)**	
		PCP	**PL**	**PCP**	**PL**	**PCP**	**PL**
5.85	**42**	14.30±2.817	20.36±0.000	11.15±1.050	7.05±0.000	17.09±1.898	8.92±0.000
5.85	**36**	19.55±0.699	12.31±0.000	17.25±0.885	7.38±0.000	23.81±1.370	8.95±0.000
6.451	**31.757**	52.57±3.382	18.50±0.000	54.28±2.892	14.62±0.000	47.85±3.442	16.62±0.000
6.451	**40.242**	34.42±2.779	7.24±0.000	33.14±2.257	7.67±0.000	35.71±2.942	9.05±0.000
5.85	**36**	19.92±0.355	9.39±0.000	16.54±1.005	9.98±0.000	26.49±4.269	9.14±0.000
5.248	**40.242**	20.14±3.797	8.29±0.000	15.05±0.866	6.98±0.000	17.63±3.674	1.23.25±0.000
5.85	**36**	18.42±0.904	8.79±0.000	15.35±1.049	9.50±0.000	29.07±29.750	8.18±0.000
6.70	**36**	68.22±3.588	13.85±0.000	36.75±1.523	8.31±0.000	69.69±10.481	14.78±0.000
5.85	**36**	20.98±1.672	10.50±0.000	16.19±0.674	8.87±0.000	23.48±0.347	9.87±0.000
5.85	**30**	41.76±27.165	9.69±0.000	23.40±1.502	12.86±0.000	26.31±6.867	10.75±0.000
5.00	**36**	24.04±3.040	1.46.03±0.000	5.15±1.117	6.59±0.000	22.54±3.301	22.55±0.000
5.85	**36**	18.95±0.629	7.78±0.000	17.25±1.174	6.67±0.000	27.46±7.133	12.96±0.000
5.248	**31.75**	30.14±6.186	14.14±0.000	26.75±1.351	2.42.02±0.000	39.32±2.411	22.23±0.000

PCP: présure caprin **PL:** présure commerciale

Le coefficient de détermination *R*2 représente la proportion de variation de la réponse attribué au modèle plutôt que de l'erreur aléatoire, les tableau résume les résultats pour la régression et équation de réponse de la coagulation de trois formulation.

Tableau14 : Régression et équation de réponse de la coagulation de trois formulations

	Formulation	Enzyme	R Carré(%)	Equation de regression	d
Coagulation	**F1** **50%LD/50%LC**	**PCP**	96.44	1263 - 364.7 PH - 11.15 T + 35.37 PH*PH	1
		PL	98.69	1040 + 19.05 T + 43.27 PH*PH - 2.479 PH*T	1
	F2 **25%LD/75%LC**	**PCP**	88.66	644 - 109.3 PH - 18.3 T + 0.302 T*T	0.926575
		PL	99.84	3946.5 - 670.7 PH - 100.83 T + 29.61 PH*PH + 0.6654 T*T + 8.265 PH*T	1
	F3 **75%LD/25%LC**	**PCP**	88.88	1007 - 350.3 PH + 0.6 T	1
		PL	99.40	628 - 241.1 PH + 6.73 T + 39.14 PH*PH + 0.5077 T*T - 6.873 PH*T	1

R^2:Régression **d:** disérabilité

Le coefficient de détermination R^2 (88.66-99.84%) est suffisant. Cette valeur donne une bonne compatibilité entre les valeurs expérimentales et prévues du modèle adapté.

Toutes les valeurs du D sont égales à 1, sauf pour celui qui est égal à 0.926575. Les valeurs des fonctions de désirabilité (d) sont comprises entre 0 et 1. La valeur de 0 est attribuée lorsque les facteurs conduisent à une réponse inacceptable (non désirable) et celle de 1 lorsque la réponse représente la performance maximale désirée pour les facteurs considérés.

IV-2-1 Modélisation de la réponse de temps de coagulation de trois formulation

Le tableau d'analyse de variance montrent la probabilité (P-VAL.) .

Une faible valeur P (≤ 0,05) ou niveau de confiance 95% indique que les modèles obtenus sont considérés comme significatifs, ce qui est souhaitable.

Tableau(15) : Modélisation de la réponse de temps de coagulation de trois formulations.

Enzyme	Coefficient de régression	P F1(50%LD/50%LC)	P F2(25%LD/75%LC)	P F3(75%LD/25%LC)
PC	**b0**	0.000	0.003	0.003
	b1	0.000	0.001	0.001
	b2	0.001	0.006	0.034
	b11	0.000	0.059	0.003
	b22	0.053	0.044	0.456
	b12	0.333	0.447	0.467
PL	**b0**	0.000	0.000	0.000
	b1	0.696	0.000	0.000
	b2	0.000	0.000	0.000
	b11	0.000	0.000	0.000
	b22	0.318	0.000	0.000
	b12	0.002	0.000	0.000

IV-2-1-1 Effet de pH et T sur la coagulation de F1

Selon les résultats de l'analyse de la variance que le coefficient de régression b1 présente de valeur de p qui est inferieure à 0,05. donc, il y a un effet linéaire significatif de pH sur la coagulation de F1 avec la présure caprin. mais, nous remarquons que le coefficient de régression b1 présentent des valeurs de p qui sont supérieure à 0,05. donc il n'y a pas un effet linéaire de pH sur la coagulation de F1 avec la présure commerciale. Toutefois, les coefficients de régression b11 présentent des valeurs de p qui sont inferieures à 0,05. donc, il y a un effet quadratique significatif de pH sur la coagulation de F1 avec la présure caprin et la présure commerciale.

Ces résultats montrent que les coefficients de régression b2 présentent des valeurs de p qui est inferieures à 0,05. donc il y a un effet linéaire significatif de T sur la coagulation de F1 avec la présure caprin et la présure commerciale. mais, les coefficients de régression b22 présentent des valeurs de p qui est supérieures à 0,05. donc, il n'y a pas un effet quadratique de T sur la coagulation de F1avec la présure caprin et la présure commerciale.

L’analyse de la variance montre que le coefficient de régression b12 présente de valeur de p qui est inferieure à 0,05. Ceci montre que le présence d'effet d’interaction de pH et T sur la coagulation de F1 avec présure commerciale. Toutefois, nous remarquons l’absence d'effet d’interaction de pH et T sur la coagulation de F1 avec la présure caprin car le coefficient de régression b12 présente de valeur de p est supérieure à 0,05.

D’après l’étude d'effet de pH et T sur la coagulation de F1, nous pouvons conclure que la coagulation de F1 est influence par la variation de T et de pH avec la présure caprin.

IV-2-1-2 Effet de pH et T sur la coagulation de F2

L’analyse de la variance montre que les coefficients de régression b1 présentent des valeurs de p qui est inferieures à 0,05. donc il y a un effet linéaire significatif de pH sur la coagulation de F2 avec la présure caprin et la présure commerciale. mais, le coefficient de régression b11 présente de valeur de p qui est supérieure à 0,05. donc, il n'y a pas un effet quadratique de pH sur la coagulation de F2avec la présure caprin. Toutefois, les coefficients de régression b11 présentent des valeurs de p qui sont inferieure à 0,05. donc, il y a un effet quadratique significatif de pH sur la coagulation de F2 avec la présure commerciale.

Selon les résultats de l’analyse de la variance il y a un effet linéaire et quadratique significatif de T sur la coagulation de F2 avec la présure caprin et la présure commerciale car les coefficients de régression b2, b22 présentent des valeurs de p sont inferieures à 0,05.

Ces résultats montrent l’absence d’effet d’interaction de pH et T sur la coagulation de F2 avec la présure caprin parce que le coefficient de régression b12 présente de valeur de p qui sont supérieure à 0,05. mais, le coefficient de régression b12 présente de valeur de p qui est inferieure à 0,05. Ceci montre que le présence d'effet d’interaction de pH et T sur la coagulation de F2 avec présure commerciale.

La formulation F2 est sensible par la variation de pH et T avec la présure caprin.

IV-2-1-3 Effet de pH et T sur la coagulation de F3

Ces résultats montrent la présence d'effet linéaire significatif de pH sur la coagulation de F3 avec la présure caprin et la présure commerciale parce que les coefficients de régression b1 présente des valeurs de p qui sont inferieures à 0,05. En revanche, il y a un effet quadratique significatif de pH sur la coagulation de F3 avec la présure commerciale car le coefficient de régression b11 présentent des valeurs de p sont inferieure à 0,05. mais nous remarquons l’absence d'effet quadratique de pH sur la coagulation de F3 avec la présure caprin parce que les coefficients de régression b11 présentent des valeurs de p qui sont supérieure à 0,05.

L’analyse de la variance montre que seulement d'effet linéaire significatif de T sur la coagulation de F3 avec la présure caprin parce que les coefficients de régression b22 présente de valeur de p qui est inferieure à 0,05. par contre , nous remarquons que les coefficients de régression b2, b22 présentent des valeurs de p qui sont

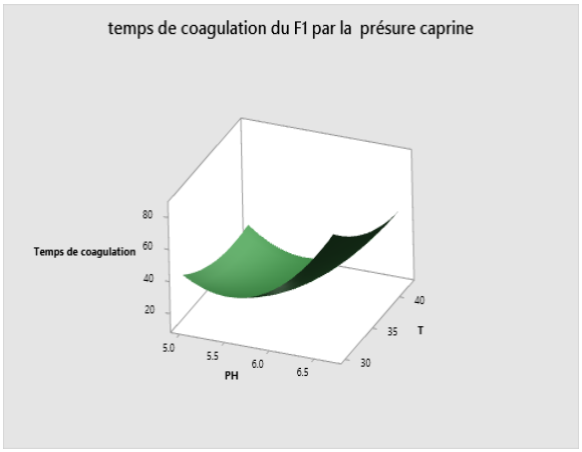
inferieures à 0,05. Ceci montre qu'il y a d'effet linéaire et quadratique significatif de T sur la coagulation de F3 avec la présure commerciale

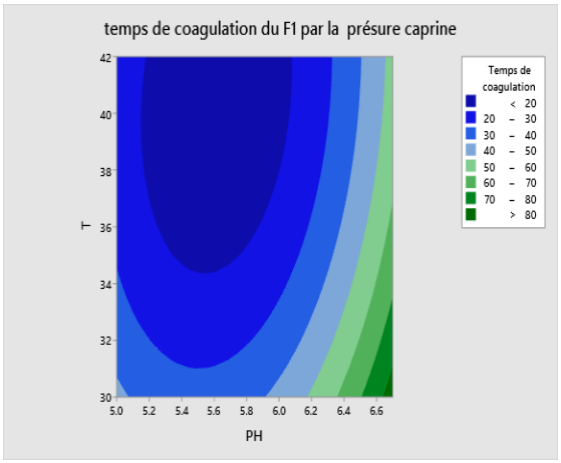
Selon les résultats de l'analyse de la variance il n'y a pas un effet d'interaction de pH et T sur la coagulation de F3 avec la présure caprin car le coefficient de régression b12 présentent de valeur de p est supérieure à 0,05. mais il y a un effet d'interaction significatif de pH et T sur la coagulation de F3 avec la présure commerciale parce que le coefficient de régression b12 présentent de valeur de p est inferieure à 0,05.

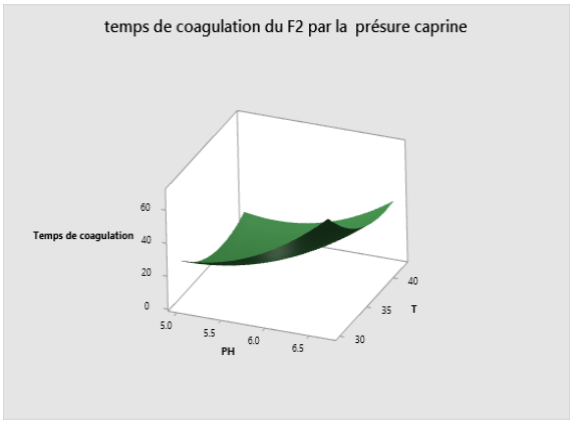
La formulation F3 est sensible par la variation de pH et T avec la présure caprin.

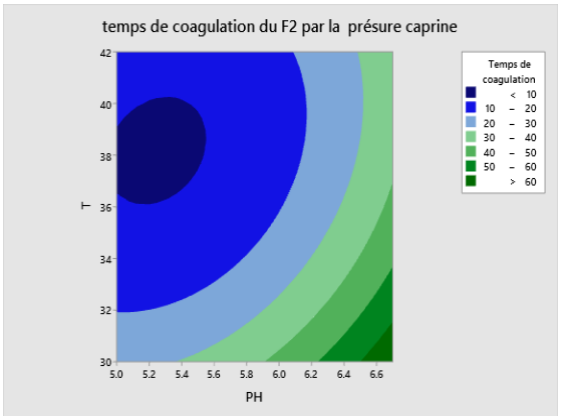
IV-2-2 Graphique de contour de réponse et diagramme de surface

Les surfaces de réponse sont des représentations graphiques à trois dimensions de la réponse du système étudié en fonction de deux paramètres, le troisième étant fixé à son niveau zéro (central). Ce type de représentation permet de rechercher des régions expérimentales pour lesquelles la réponse est optimale.









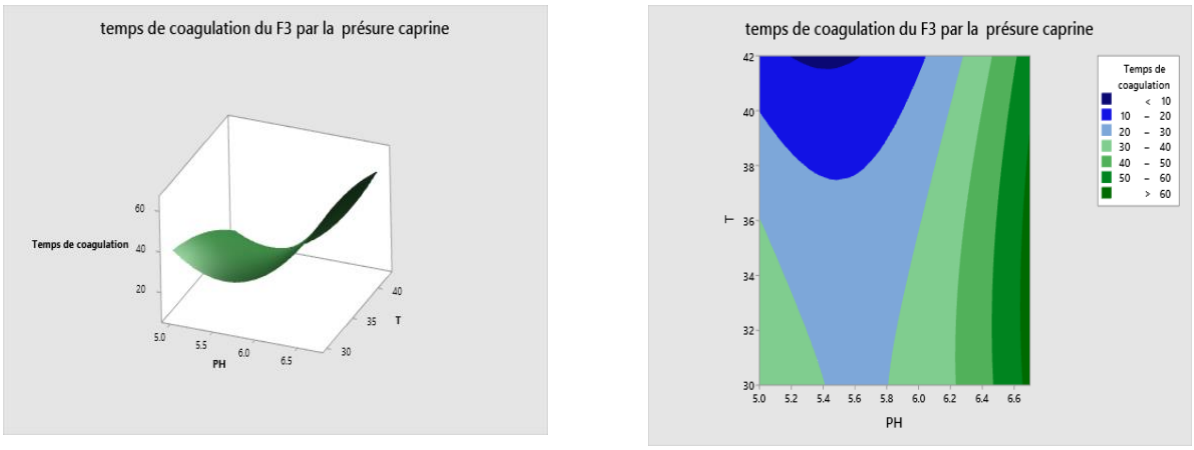


Figure 17: Graphique de contour et diagramme de surface du temps de coagulation de trois formulation par la présure caprin

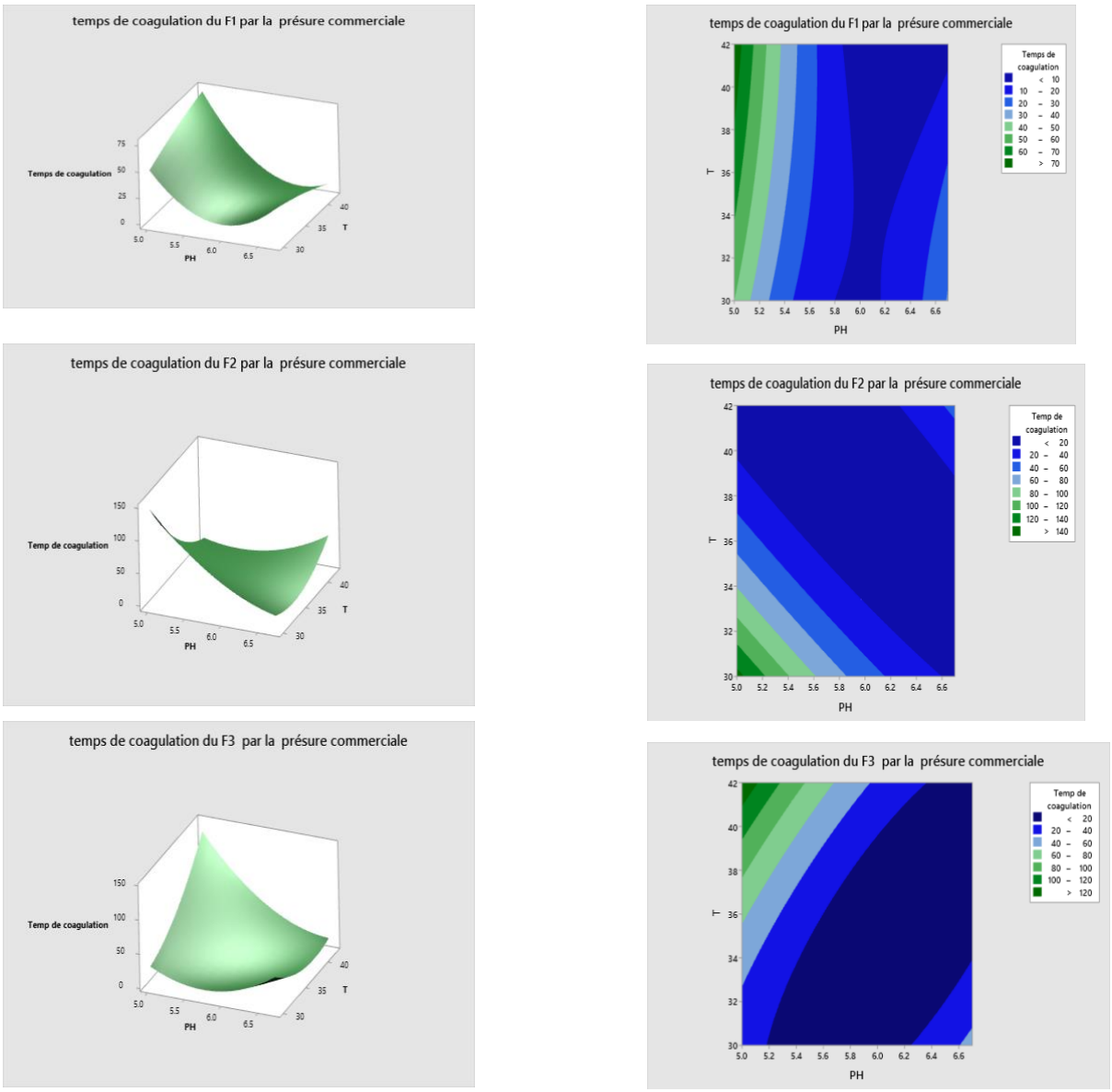


Figure 18 : Graphique de contour et diagramme de surface du temps de coagulation

V. Caractérisation physico-chimiques du fromage à coagulation enzymatique

Différents paramètres physico-chimiques ont été déterminés sur les échantillons de fromage : le pH, l'acidité , la matière sèche, les cendres et le rendement fromagère.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 16: Les résultats physico-chimiques des fromages à coagulation enzymatique**.**

Présure	Paramétres	F1	F2	F3
PC	pH	6.42	6.23	6.38
	Acidité ml	0.05	0.05	0.05
	Matiére séche	413.58	367.69	469.95
	Cendres g/l	4.96	5.95	8.40
	Rendement fromagère (%)	7.9	9.63	10.16
PL	pH	6.28	5.63	5.72
	Acidité ml	0.05	0.05	0.05
	Matiére séche g/l	452.73	495.63	581.04
	Cendres g/l	9.29	7.29	5.06
	Rendement fromagère (%)	8.53	9.2	18.3

F1: 50LD/50LC. **F2:** 25LD/75LC .**F3:** 75 LD/25LC

PH

Les résultats obtenus montrent que pH de trois formulation F1 F2 F3 analysés est moyens avec des valeurs de 6.42 et 6.23 et 6.38 ont été enregistrées pour fromage à la présure caprin respectivement .

Les valeur de pH de F1,F2 et F3 par la présure caprin est élevé que pH de F1,F2 et F3 par la présure commerciale de moyenne 6.28 ,5.63 et 5.72 respectivement .

Ces valeurs est plus élevée de celle trouvée par **(Kongo et *al* 2016)(**4.80-5.40)et**(Galotyri et *al*.2018)** (3.80).

Matière sèche

La teneur en matière sèche des fromages fabriqués est F1(413.58), F2(367.69) et F3(469.95) pour le fromage à la présure caprin, Par contre les résultats de fromage à présure commerciale sont F1(452.73) ,F2(495.63) et F3(581.04).on observe que le fromage à présure commerciale a une valeur plus élève que le fromage à présure caprin .

Ces valeurs sont supérieure à celle trouvées par **(Manuela Barbosa *etal.*,1976)**.(62,1g/l ;61,7g/l) pour le fromage gruyère et **(O,Quynh my 2018-2019)** .(30.56 g/l).

L'extrait sec total varie selon le type du fromage. Il est influencé par la composition initiale du lait, le type de coagulation **(Alais,1984).**

Cendres

Les résultats obtenus du teneur en cendres des échantillons analysés de fromage à présure caprin **4.96 %** pour **F1, 5.95 %** pour **F2 et 8.40 %** pour **F3.** Ces deux premiers sont **inférieure** comparé à celle du **F1 9.29 % et F2 7.29 % de** présure commerciale**.** Mais le dernier est supérieure que **F3 5.06 %** de présure commerciale**.**

Notre résultat obtenus est inférieure que celle obtenus par **(Boumendjel mahieddine et al)** avec 10.04 .

Acidité

cette dernière est proche de celle trouvée par **(Hammama ,89)** qui est de 99 D°,(**Mah; 92)** (99.4D°), **(Aboulala ; 94)** (101.23) et **(Mahfoud ; 97)**(101.6).

Rendement

Le rendement est la quantité de fromage obtenu à partir d'une quantité indiquée de lait. C'est le paramètre le plus important du point de vue économique dans l'industrie laitière **(Huppertz *et al.*,2006; Bittante *et al.*,2013)**. Il reflète aussi le bon déroulement des conditions de fabrication.

Les rendements obtenus pour les essais réalisés sont F1(7.9**%**) ,F2 (9.63**%**) et F3 (10.16**%**) pour les fromages issus de la coagulation par présure caprin. Ces deux derniers sont inférieure que **F2(9.2%)** et **F3 (8.53%)**, Par contre le premier est supérieur que F1(18.3 **%)** pour les fromages issus de la coagulation par présure commerciale .

Notre rendement obtenu est nettement inférieure aux rendements des travaux similaires sur le fromage frais de caprin qui est de 17% **(Kouiniba 2007)** 25% **(Kalanzpoulus 2007)** et finalement de 27% **(de la Cruz 2007).**

Nos résultats de la fabrication de fromage sont montrés dans les photos ci-dessous.

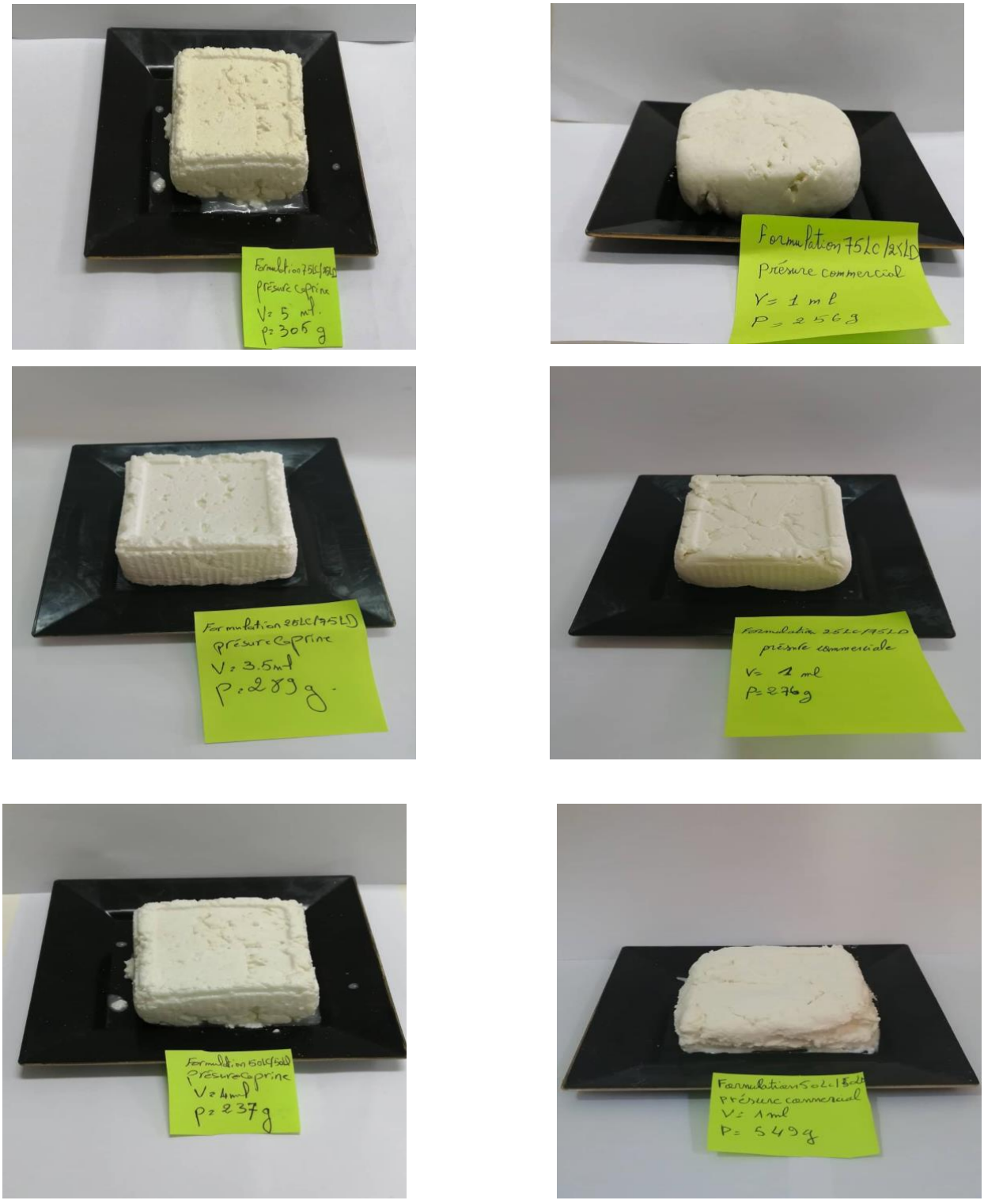


Figure 19 : Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3).

VI. Caractérisations microbiologiques du fromage à coagulation enzymatique

Les résultats de l'analyse bactériologique des types de fromages obtenus au FATLAB (Annexe 12) sont mentionné dans le tableau 07, en comparaison avec les résultats des normes **(JORA,N39.2017).**

Tableau 17 : Les résultats de l'analyse microbiologique des fromages à coagulation enzymatique**.**

Présure	Paramètres	F1	F2	F3	Norme(JORA,N39.2017)
PC	Escherichia coli	Absente	Absente	Absente	10^4-à10^5
	Staphylocoques à coagulase +	38	68	114	10^3 à 10^4
	Salmonella	Absente	Absente	Absente	Absente
	Listeria monocytogenes	Absente	Absente	Absente	100
PL	Escherichia coli	Absente	Absente	Absente	10^4-à10^5
	Staphylocoques à coagulase +	234	>10	384	10^3 à 10^4
	Salmonella	**Absente**	**Absente**	**Absente**	**Absente**
	Listeria monocytogenes	**Absente**	**Absente**	**Absente**	**100**

Selon les normes indiquées au tableau et d'après les résultats trouvées on note l'absence totale de trois les germes recherchés : ***Escherichia coli*** et ***Listeriamonocytogenes*** et **de *Salmonelle*** dans le produit fini sauf ***Staphylocoques*** qui se trouve par nombres faibles et qui ne dépasse pas les normes.

Les staphylocoques existent dans les deux échantillons analysés. Le nombre des Staphylocoques à coagulase + enregistré a été respectivement de 38, 68 et 114 dans trois formulation de fromage coagulé par la présure caprin . Concernent le fromage coagulé par présure commerciale, La dénombrement de la Staphylocoque à coagulase + été respectivement de (234), (>10)et (384)pour F1,F2 et F3.

Les échantillons possèdent un taux qui concorde avec les résultats de **(Hamama1989)** qui ont montré la présence des staphylocoques dans trois échantillon de jben marocain. Les principales sources de contamination du lait à la production sont en premier lieu la mamelle. En effet les infections mammaires à staphylocoques représentent une source de contamination .La machine à traire aussi, mal ou non lavé est une source de contamination (**Thieulon,2005**). L'absence des salmonelles est notées chez tous les échantillons de fromage , **(Rhiat, et *al* 2011**) ont signalé le même résultats pour des jben au Marocain alors que les travaux de (**Hamama,1989**)ont montrés l'existence de Salmonella dans trois échantillons de jben au Maroc .L'analyse microbiologique de ce groupe microbien pathogène n'a pas montré de contamination, donc l'absence de Salmonella ce qui indique que :

- La traite du lait est faite dans de bonnes conditions hygiéniques.

-Une bonne conservation au cours du transport.

- La transformation de lait en fromage frais est faite dans des conditions d'asepsie.

- La manipulation est faite dans des bonnes conditions au laboratoire.

VII. Caractérisation sensoriel a coagulation mixte

D'après nos résultats de fabrication du fromage à coagulation enzymatique dans la présente étude, on a choisi la meilleur formule. Cette formule est F3(25% lait de caprin et 75% lait de dromadaire). Afin d'améliorer le goût de cette formule, nous avons ajouté de la ferments mésophiles.

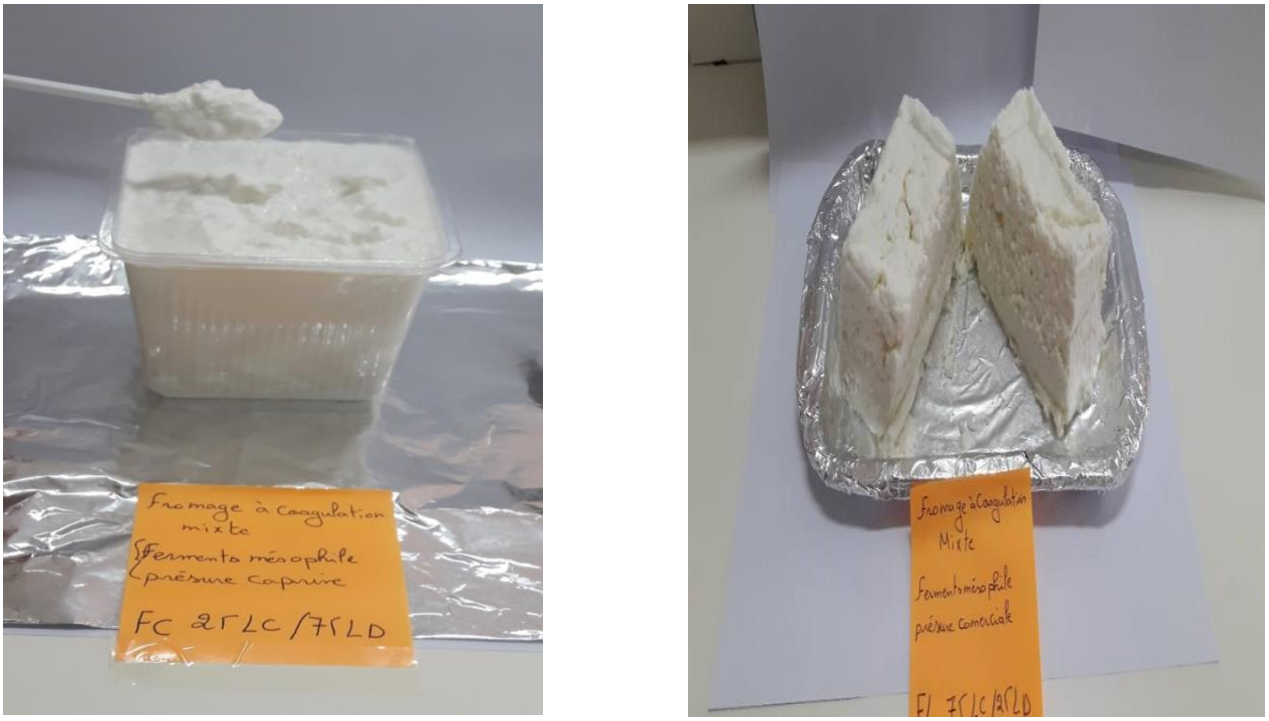


Figure 20: Fromage a coagulation mixte avec présure caprin et commerciale.

VII.1Analyse sensorielle du fromage

L'objectif de cette analyse consiste à donner le profil sensoriel global du fromage coagulé par présure caprin fabriqué avec un jury de dégustateur. Cette analyse décrit les caractéristiques sensorielles du fromage soit l'aspect et la texture, l'odeur, l'arôme, l'arrière-goût et la persistance du goût du fromage.

L'analyse consiste à présenter à un dégustateur un échantillon du fromage .

Ces paramètres sont représentées dans la figures suivante:

Aspect et texture

Le fromage coagulé par présure caprin est plus lisse (note moyenne 11,78) et tartinable (11,71) que fromage coagulé par présure commerciale .Par contre ce dernier est plus regeuse et sableuse que le fromage coagulé par présure commerciale

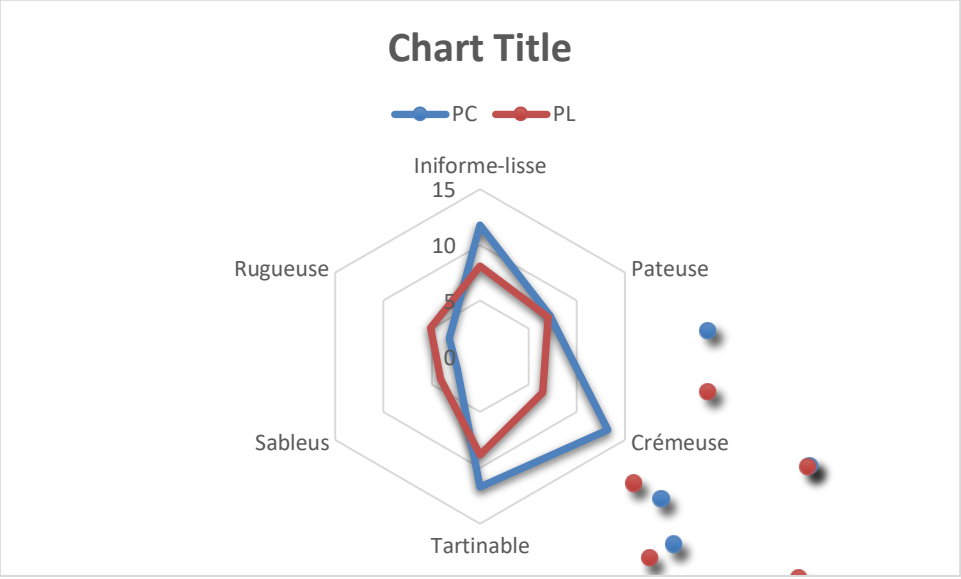


Figure 21: les analyses sensorielles des fromages(Aspect et texture)

Odeur

Concernant les odeurs, l'odeur lactique et animale est moins intense dans les type de fromage coagulé par présure caprin (note moyenne de 6.5 et 2.28).concernant l'odeur de herbe est presque nulle dans le deux types de fromage avec moyenne de 0.28 et 0.58.

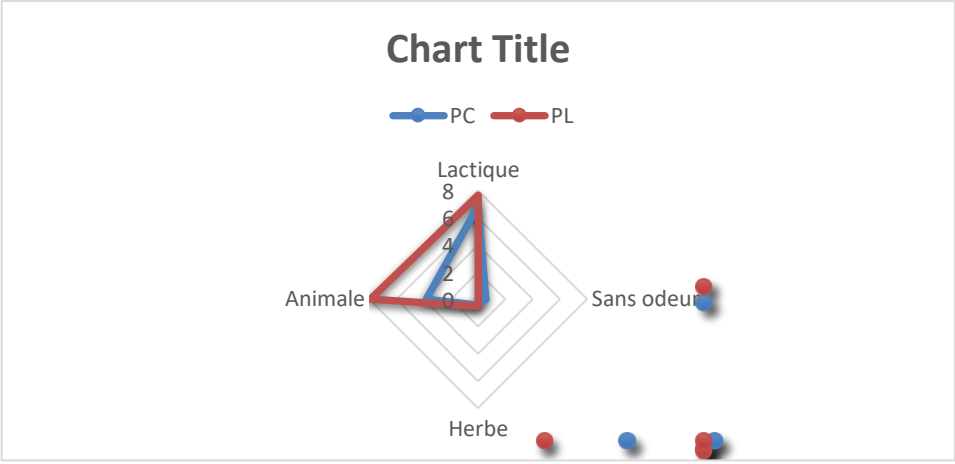


Figure 22: les analyses sensorielles des fromages Odeur.

Goût et arome

Le goût de fromages coagulé par présure caprin est plus acide (note moyenne de 10.4) que le gout de fromage coagulé par présure commerciale (note moyenne de 7.75) , une saveur salée moyenne (note moyenne de 7.78 et 7.3 , respectivement du fromage par présure caprin et par présure commerciale). Pour les deus types de fromage même degré d'amertume .

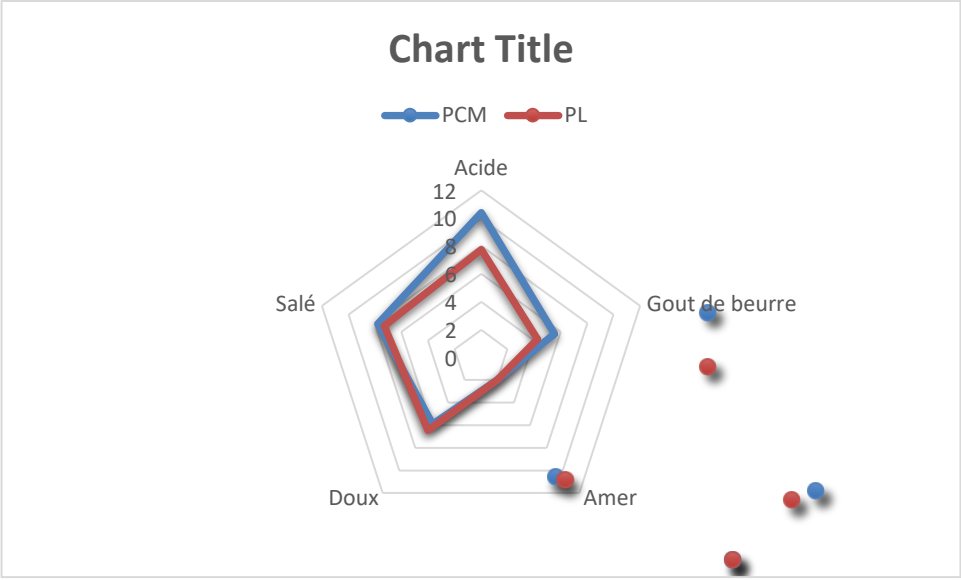


Figure 23: les analyses sensorielles des fromages (Goût et arome)

La majorité des dégustateurs ont dit que le fromage coagulé par présure commercial est bon et pas riche en arome; par contre le fromage coagulé par présure caprin est très bon.

Conclusion

Le fromage a toujours été une valeur sure de l'alimentation humaine, source précieuse de protéines, le fromage a été l'un des premiers moyens de conservation du lait .

Cette étude consiste a prendre des points optimaux et de les utiliser pour faire des différents formulations de fromages à base de lait mélangés (lait de dromadaire +lait de caprin).

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le lait dromadaire et caprin présente respectivement un :

- pH légèrement plus faible (pH=6.34± 0,11; pH=6.45± 0,09) par rapport au lait bovin (6.71±0.014).
-Acidité titrable de l'ordre de (20°D ± 0,00)est mois que lait bovin; et (23.3°D ± 0,00) est relativement élevée par rapport à celle de lait bovin (22°D ± 0,00).
-Densité (1,030 ± 0,00; 1,031 ± 0,00) est moins dense que celui de lait bovin (1,035 ± 0,14).
- Taux de matière sèche (128 g/l ±1.18; 354g/l ± 0.26). Elle est plus élevée par rapport à celle de lait bovin(83g/l ± 0.26).
-Teneur en matière grasse est égale (38 g/l; 23 g/l), Elle semble légèrement plus faible à celle de lait bovin (60 g/l).
-Teneur en protéines (30.56g/l)est légèrement faible que lait bovin (30.6g/l); et (30.7g/l) est plus riche rapport à celui de lait bovin.
La caractérisation de la présure, donnant une activité coagulante de5.178 ± 6.065 UP/ml et une force coagulante est égale à 1/886.262 et une activité spécifique (0.4707UP/mg).

Les résultats de la Modélisation de la Réponse du temps de floculation et la coagulation du trois formulation avec la présure caprin montré que : La floculation et la coagulation des formulations F1, F2, F3 est influencée par la variation de T et de pH avec la présure caprin.

Concernant les résultats des paramètres physico-chimiques des trois formulations (F1.F2.F3) de fromages a base de en mélange coagulés par la présure caprin, sont représentées respectivement :

Extrait sec total g/l (F1 = 413.58 et F2=367.69 et F3=469.95), pH (F1=6.42 ; F2=6.23 ; F3=6.38), acidité titrable (0.05° pour le trois formulation),cendres g/l (4.96 et 5.95 et 8.40), rendement fromager (7.9% et 9.63% et 10.16%).

Alors que celle des analyses microbiologiques du fromage fabriqué on trouve que les Staphylocoques présentent des valeurs faibles et restent dans les normes (38 et 68 et 114 UFC pour le trois formulation F1,F2,F3 respectivement), mais aucun agent pathogène pour l'homme n'a été trouvé (absence totale de

Escherichia coli, Listeria monocytogenes et de Salmonelle. Du point de vue microbiologique, la qualité microbiologique lors de l'analyse est en généralement acceptable, il ressort que les trois formulations de fromage analysées sont de qualité acceptable et conformes aux normes du journal officiel algérien.

On peut dire que prélever les points optimaux pour faire de fromage à partir d'un mélange de lait (dromadaire + caprin) nous a permis de produire des fromage à haute valeur nutritionnelle et de bon goût et de s'affranchir du problème de la difficulté de coagulation de lait de dromadaire .

En terme de perspectives, notre étude peut être enrichie par :

-L' analyses microbiologiques du lait.

-L'analyses microbiologiques de fromage a base de coagulation mixte.

- la recherche des conditions optimales de concentration de $Cacl_2$ et présure caprin.

Référence bibliographique

-Abbas K.(2012). Effet de traitements thermiques sur les propriétés fonctionnelles de

AFNOR, (2001) - Lait - Détermination de la teneur en matière grasse Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, décembre 2001, 21 p.

AFNOR. (1980). Lait et produits laitiers : méthodes d'analyses. Recueil des normes

-Alais C. (1974). Principes des techniques laitières science du lait. 3ème édition, Paris.513 p.

Amariglio S., 1986. Contrôle de la qualité des produits laitiers. Analyses physico-chimiques 3eme Ed : Recueil de normes françaises. France : Afnor-ITVS, 415p.

-**Amiot J., Fourner S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R.,Turgeon H.(2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L. Science et technologie du lait –Transformationdu lait, Ecole polytechnique de Montréal, 600 p.

-AOAC (Association of Official Analytical Chemistry).2002: Ash of cheese. Official method 935 ; 42.

-Badaoui D J.(2000). Contribution à la connaissance du lait de chamelle : Essai de

-Badis, A, Guetarni, D, Moussa-Boudjemaa, B, Henni, D.E, Tornadijo, M.E., -Kihal, M. (2004). Identification of cultivable lactic acid bacteria isolated from Algerian raw goat's milk and evaluation of their technological properties. *Food Microbiology*,21 : p 600.

-Ben Aissa, R. (1989). Le dromadaire en Algérie, *Option méditerranéenne*, Série n°2, 19-20. En ligne: http://om.ciheam.org/article.php?ID²PDF=CI000422**.**

Berodier F., Lavanchy P., Zannoni M., Casals J., Herrero L. et Adamo C., 2003. Guide d'évaluation olfacto-gustative des fromages à pâte dure et semidure. /11/05 miguidef.doc. Version abrégée, 26p.

Berodier, F., C. Stévenot P. Schilch. (2003). Descripteurs de l'arôme du fromage de Comté. Lebensm. Wiss. Technol. 30:298–304.

BERRIDGE N. J. (1945). The purificaiton and crystallization of rennin. *Biochem.Journal,* 39, 179-187.

-Bey D., Laloui. (2005). Les teneurs en cuire dans les poils et l'alimentation des caprins dans la région.

-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 H S.(2012). Aptitudes à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés:Effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires. Thèse de doctorat en sciences biologiques, Université MouloudMammeri de TiziOuzou (Algérie).

-Boumediene F .(2013).influence de quelques paramètres de production sur la qualité du lait de caprin. Aptitude à la coagulation .Mémoire de Magister en science agronomique .ENSA El Harrache – Alger.

-Boumediene F .(2013).influence de quelques paramètres de production sur la qualité du lait de caprin. Aptitude à la coagulation .Mémoire de Magister en science agronomique .ENSAEl Harrache – Alger.

BOUSSOUAR,N.(2017). Caractérisation technologique et sanitaire des entérocoques isoles a partir de lait de chamelle du sud-ouest algérien.thèse de doctorat.238p.

BROUTIN C., CARRE M., NDIAYE P. M. 2011. Maîtrise de la qualité dans les unités de transformation du lait : Guide de bonnes pratiques d‟hygiène. Sénégal : Edition 2011 ; 112p.

-Brule, G., Lenoir, J. and Remeuf, F. (1997) 'La micelle de caséine et la coagulation du lait', in Le fromage. 3ème éditi, pp. 7–41.

caractérisation des protéines par Electrophorèse sur Gel de Poly-Acrylamide (PAGE).

caractérisation des protéines par Electrophorèse sur Gel de Poly-Acrylamide (PAGE).

-Carole L., Vignola. (2002). Science et technologie du lait. Edit. Fondation de technologielaitière du Québec Inc. Canada, 599p .

Chapitre 1 : Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité

chemical composition of camel milk in Jordan. Journal of Dairy Research 75 (1), p. 8-12.

-Chethouna F., (2010) .Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait dromadaire pasteurisé, en comparaison avec le lait dromadaire cru. thèse Magister en science Biologique, Université Kasdi Mebah,Ouargla.

-Chibah A.(2011) .Extraction et caractérisation éléctrophorétique des protéines membranaires du globule gras du lait de chamelle, thèse magister en biologie , université Oran.

-Chilliard, Y; and Sauvant, D. (1987) 'La secretion des constituent du lait. In : INRACEPIL. Le lait, Matière première de l'industrie laitier',pp. 13–26.

COLLIN J.C., GRAPPIN R. et LEGREAT Y. (1977). Etude de la méthode de mesure, selon BERRIDGE, du temps de coagulation du lait additionné d'une solution enzymatique. *Revue Laitière Française*, 355, 389-394.consommation http://www.horizon.documentation.ird.fr.

-Corthier, G. (2004). Caractéristiques spécifiques des probiotiques : Les bénéfices santé des probiotiques. *Danone Nutritopics,* 29 : 1-3.

-Cuvellier G.F. (1993). Production des enzymes in : « Biotechnologie »ed. Coord Scriban, Technique et Documentation, 4ème éd., Lavoisier, Paris.

-Debry G.(2001). Lait, nutrition et santé. Techniques et documentation Lavoisier. Paris,544p.

-Desmazeaud M., Spinnler E, (1997), Laits et produits laitiers in LARRETA-GARDE V, Enzymes en agroalimentaires, Edition : Tech et Doc, Paris, P 380.

-Eck A ., Gillis J C., (2006). Le fromage. 3ème Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 891p.

-Eck A. (1997) : Le fromage, Lavoisier, 4eme édition, Paris. P. 875.

-Eck A., Gillis J C. (1997). Le Fromage, De la science à l'assurance-qualité ; 3e éd-Paris, 891p.

Edition. PP 663-718.

-Ernstrom C.A. (1983) Milk clotting enzymes and their action in fundamentals of dairy chemistry. Webb B.H., AH. Johnson and J.A. Alford . The Avi Publishing company Inc. 2nd

-FAO .(1995) 'Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine', *Collection FAO /Alimentation et nutrition*, (2), pp. 1–23.

-FAO .(1995) 'Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine', *Collection FAO /Alimentation et nutrition*, (2), pp. 1–23.

-FAO .(2007). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Laits de

-FAO, (2002). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 5: laits fermentés. *Collection FAO / Alimentation et Nutrition*, 28,7p.

-FAO. (1995). Lait et produit laitier dans la nutrition humaine, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 269p.

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 Cooperation in Technology and Management, SKAT, Switzerland.

-Feliachi K.(2003). Point focal algérien pour les ressources génétiques. Rapport National sur les ressources génétiques animales : Algérie. 29-30.

Françaises, (1èreéd), AFNOR, Paris.320 p.

-Fredot . (2006) 'Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la dietetique', *Tec et Doc*, Lavoisier:, p. (397 pages).

fromages traditionnels : Le cas des pâtes persillées. Thèse de Doctorat en sciences des

-Gourseaud J. (1999) Réacteurs enzymatiques à enzymes libres et à enzymes immobilisées, cas de l'industrie laitière : coagulation enzymatique du lait in Biotechnologie Scriban R. 1999, 5ème édition Tech et Doc 1999.

Guillou H., Pelissier J.P., Grappin R. (1976). Méthodes de dosage des protéines du lait de vache. Le Lait, 66, 143-175.

-Haddadin M S Y., Gammoh S I., Robinson R K.(2008). Seasonal variations in the

-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.

-Hamama A. (1989). Qualité bactériologique des fromages frais marocains. *Options*

-Hamidi M .(2015). Etudes des propriétés fonctionnelles et des aptitudes à la coagulation du lait de dromadaire par la couche de kaolin du gésier des poules. du Diplôme De Doctorat. Université Mohamed Khider- Biskra.

immunoglobulin content in camel milk from bactrian, dromedary and hybrids in Kazakhstan. Journal of Camelid Sciences, 1. P. 54-62.

-Isselnane S. (2014). Caractérisation chromatographique et électrophorétique de l'extrait coagulant issu de caillettes de dromadaires adultes. Mémoire de magister en science biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.

-Journal Officiel de la République Algérienne JORA.

-**Katz H ., Weaver W W. (2003)**. Encyclopedia of food and culture. Volume 1: Acceptance to food politics. Charles Scribner's Sons. New York, 718p.

-**Khaskheli M., Arain M A., Chaudhry S., Soomro A H.,Qureshi T A. (2005).**Physicochemical quality Of camel milk .Journal Of Agriculture and Social Sciences,(2).P.164-166.

-**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.

-**Konuspayeva, G., Loiseau, G., Levieux, D. et Faye, B. (2008).**Lactoferrin and

-**Larousse, A. (2002)** 'Science et technologie du lai transformation du lait', p. 767. Available at: https://books.google.com/books?id=E-rb_Pff15sC&pgis=1.

-**LorientD., Cayot P.(2000**). Les propriétés techno fonctionnelles des protéines de lait. Les protéines laitières; intérêts technologiques et nutritionnels,4eme conférence européenne d'ARILAIT,7 novembre. Paris, France .

-**Mohamed RHIAT, Hicham LABIOUI. (2011)**. Etude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabriqués au laboratoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, *7*(3).

-**Mahaut M. (2003).** Initiation à la technologie fromagerie techniques et documentation- Lavoisier, paris, 194p.

-**Mana H., Drif F.(2017).** Caractérisation physico-chimique et organoleptique de trois laits (Vache, caprin, brebis) et fabrication du fromage frais.Mémoirede master.Université M'hamed BougaraBoumerdes.

-**MarlettaD.,Criscione A., Bordonaro S., Guastella A M.,D'urso G.(2007**). Casein

-**Masle I., Morgan F. (2001).** Aptitude du lait de caprin à l'acidification par les ferments lactiques - Facteurs de variation liés à la composition du lait. Lait, 81, 561 569.

MATHIEU, J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris: 3-190.

Méditerraneennes-Série Séminaires, (6), 223-227.

-**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.

Nouani A., Moulti-Mati F., Belbraout S. And Bellal M.M. (2011). Purification and characterization of a milk clotting protease from *Mucor pusillus* : method comparison. *African Journal of Biotechnology*, **10** (9), 1655-1665.

Nouania., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M M .,Dadie A., (2009). Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers *(Cynarascolumus*) and from the fig tree latex *(Ficuscarica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. J. *Food Technol*., 7: 20-29.*Nutrition*, 39p: 1-13.

POINTURIER, H., (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France : 64 (388 pages).

polymorphism in goat's milk. Lait, 87p.p 491-504.

-Ramet J.P., (1997). Les agents de transformation du lait *in* Le fromage, 3eme édition.

-Rao, M. B., Tanksale, A. M., Ghatge, M. S, and. Deshpande, V. V. (1998) Molecular and Biotechnological Aspects of Microbial Proteases

-Remeuf F., Cossin V., Dervin C., Tomasson R. (1991). Relation entre les paramètres physico-chimiques des laits et son aptitude fromagère. Lait 71, 397-421.

-Remeuf F., Lenoir J.,Duby C.(1989). Etude des relations entre les caractéristiques physicochimiques des laits de caprin et leur aptitude à la coagulation par la présure. Lait, 69, 499518.

-Rhiat, M., Labioui, H., Driouich, A., Aouane, M., Chbab, Y., Mennane, Z., Ouhssine,

-Ross R. P., Stanton C., Hill C., Fitzgerald G.F. and Coffey A. (2000). Novel cultures for cheese improvement. *Trends in Food Science & Technology*, **11**, 96 - 104.

sciences de la vie, sante, agronomie, environnement, Université Blaise Pascal.

-Siboukeur O. (2007). Etude du lait dromadaire collecté localement : caractéristiques physicochimiqueset microbiologiques;aptitudes A la coagulation. Mémoire De Doctorat De l'institut national agronomique El-Harrach-Alger.Algérie. *Soc.Pharm.Bordeaux,*148,7-16.

Siboukeur,O.(2007).Etude du lait dromadaire collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse Doctorat en Sciences Agronomique, EL-HARRACH-ALGER, 135p.

technologique et techniques d'analyse du lait dans Science et technologie du lait,

transformation de lait. – Edition : Ecole polytechnique de Montréal.

-Veisseyre R. (1979). Technologie du lait. Maison rustique, 3ème édition, refondue de techniques laitières, 715 p.

-Vignola C L. (2002) Science et technologie du lait, transformation du lait, volume11, 4 éme édition, p67.

Vignola C.L., Michel J.C., Laquin P., Moineau M., Ponliont M et Simpson R., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. technique et documentation Lavoisier.600p.

-Wangoh J., Farah Z ., Puhan Z.(1993). Extraction of rennet and its comparision with calf rennet extract. Milchwissenschaft 1993 ; 48 : 322-5.

Wangoh J., Farah Z ., Puhan Z.(1993). Extraction of rennet and its comparison with calf rennet extract. Milchwissenschaft 1993 ; 48 : 322-5.

Annexe 01 : Réactifs

1/ Phénolphtaléine

Laphénolphtaléineou*3,3-bis(4-hydroxyphényl)-1-(3H)-monobenzofuranone*(le symbole φφ (phi-phi) ou la notation générale HIn, commune à d'autres indicateurs, sont utilisés) est un composé organique de formule brute C20H14O4. 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.

•**Préparation de la solution:** Dissoudre 1 g de phénolphtaléine dans 100 ml d'alcool éthylique à 95°. A employer à la dose de 1 à 2 gouttes en l'ajoutant à la solution acide que l'on désire titrer, la solution alcaline connue étant dans la burette.

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 de 4,445 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.

II. Préparation substrat de BERRIDGE Pour préparer 100 ml de substrat de BERRIDGE, on dissous 12g de lait écrémé en Poudre de type LOW-HEAT (0% de matière grasse; -5000 germes/ml) dans 10ml de CaCl2 à 0.01 M et complète la quantité par l'eau distillé jusqu'à à 100 ml.

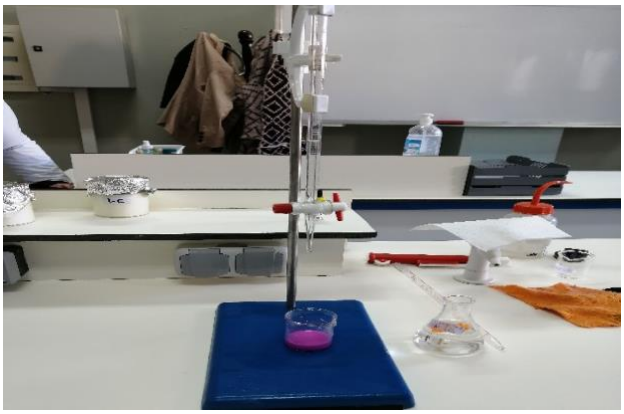
On verse tout d'abord une petite quantité de solution sur la totalité de la poudre de façon à obtenir par agitation manuelle une bouillé, le reste de la solution de chlorure de calcium est alors ajouté sur cette bouillé, puis agité.

Le pH du lait ainsi préparé est ajusté à pH =6.4 avec une solution de HCl à 1N ou NaOH à1N.

Annexe 02: Présure commerciale

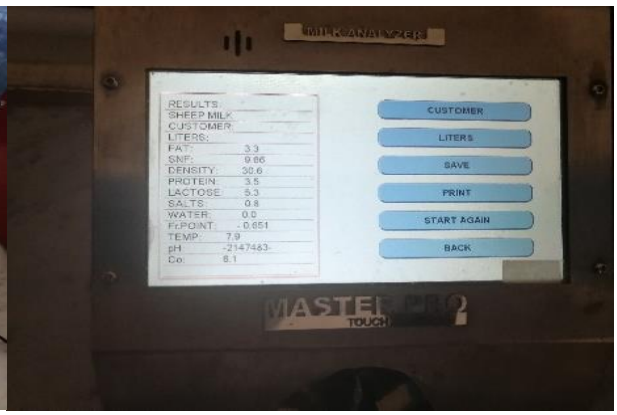
Annexe 03: Ferment mésophile

Annexe 04 : Paramètres physico -chimiques du lait



Détermination du pH.

Détermination de l’acidité titrable.



Détermination du la matière grasse et protéine et lactose

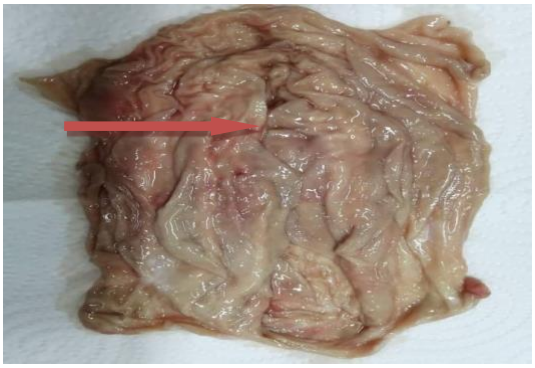
Détermination du l'extrait sec total

Détermination du taux de Cendre

Détermination de la densité

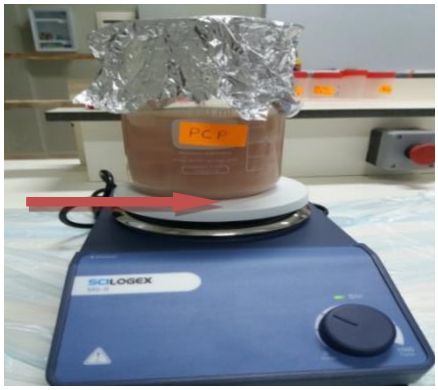
Annexe 05

1/ Extraction de l'enzyme coagulant (présure caprin)



une caillette caprin.

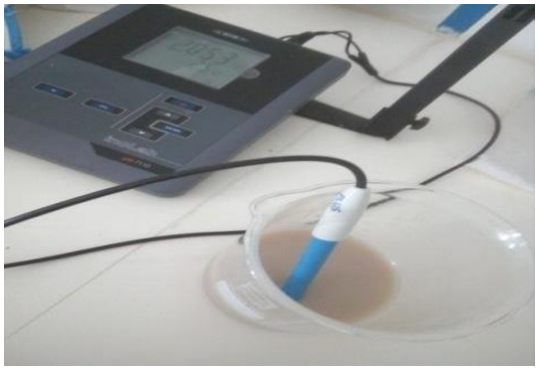
Découpage en tranches 1cm²



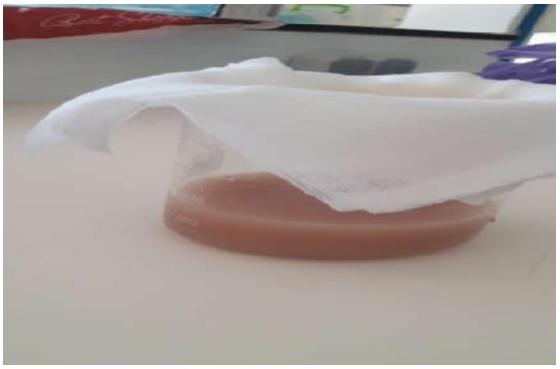
Macération Nacl 6% (1:10 P/V) + acide borique 2% avec agitateur 4 jours à 5° C

Filtration (avec du papier filtre)

Centrifugation (1500 t/min pendant 15 min)



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

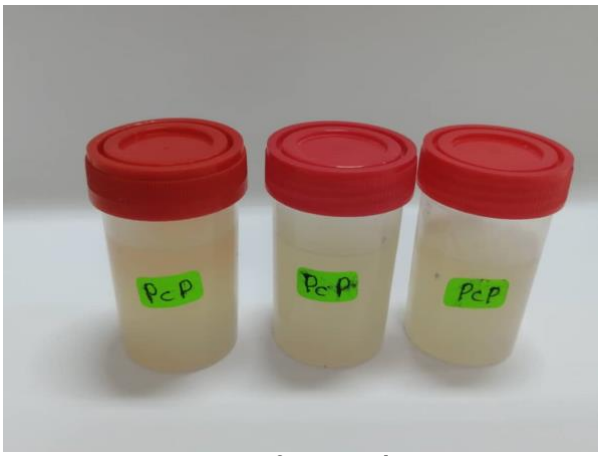


Extrait tenu à 25°C

(24 h pour l'activation des zymogénes)

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

Centrifugation (1500 t/min pendant 15 min)

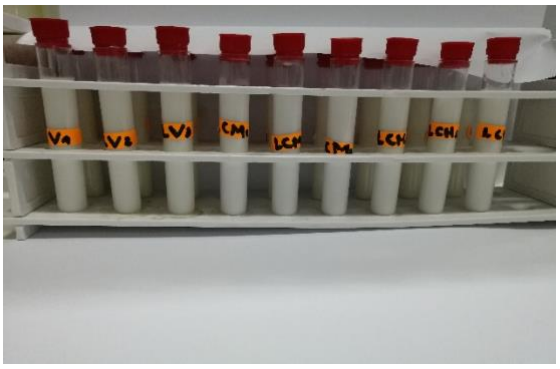


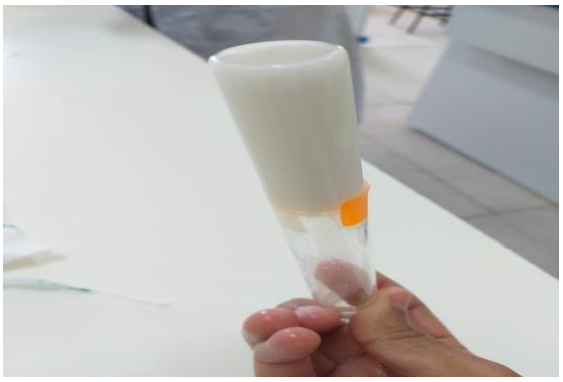
Obtention d'extrait final (présure caprin)

Les étapes d'extraction d'enzyme.

Annexe 06 : Caractéristiques des extraits enzymatiques

Temps de floculation.



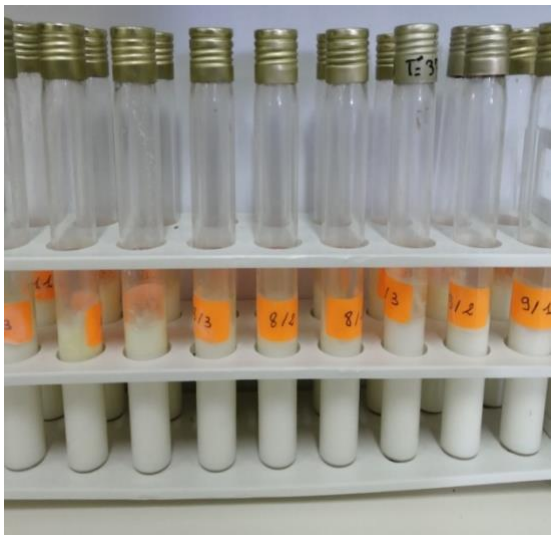


Temps de coagulation

.

Force coagulante

Annex07: Optimisation enzymatique du lait en mélange



Annex08: Fabrication de fromage frais

Annexe 09: Fiche d'enquête

Questionnaire

Renseignements sur le consommateur

Région :

Age :

Sexe :

Niveau : Eduqué **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 ?

.....

29 Chaoual 1438
23 juillet 2017 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°44 13

MINISTERE DU COMMERCE

Arrêté du 8 Joumada El Oula 1438 correspondant au 5 février 2017 rendant obligatoire la méthode horizontale pour la recherche des *salmonella* spp.

Le ministre du commerce,

Vu le décret présidentiel n° 15-125 du 25 Rajab 1436 correspondant au 14 mai 2015, modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 17-25 du 19 Rabie Ethani 1438 correspondant au 18 janvier 2017 chargeant le ministre de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville de l'intérim du ministre du commerce ;

Vu le décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes, notamment son article 19 ;

Vu le décret exécutif n° 02-453 du 17 Chaoual 1423 correspondant au 21 décembre 2002 fixant les attributions du ministre du commerce ;

Vu le décret exécutif n° 05-465 du 4 Dhou El Kaâda 1426 correspondant au 6 décembre 2005 relatif à l'évaluation de la conformité ;

Vu le décret exécutif n° 13- 328 du 20 Dhou EL Kaâda 1434 correspondant au 26 septembre 2013 fixant les conditions et les modalités d'agrément des laboratoires au titre de la protection du consommateur et de la répression des fraudes ;

Vu le décret exécutif n° 15- 172 du 8 Ramadhan 1436 correspondant au 25 juin 2015 fixant les conditions et les modalités applicables en matière des spécifications microbiologiques des denrées alimentaires ;

Vu l'arrêté du 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004 rendant obligatoire la méthode de préparation des échantillons pour essai et des dilutions en vue de l'examen microbiologique ;

Vu l'arrêté du 28 Rajab 1435 correspondant au 28 mai 2014 rendant obligatoire la méthode de préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique ;

Arrête :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 19 du décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, susvisé, le présent arrêté a pour objet de rendre obligatoire la méthode horizontale pour la recherche des *salmonella* spp .

Art. 2. — Pour la recherche des *salmonella* spp, les laboratoires de la répression des fraudes et les laboratoires agréés à cet effet, doivent employer la méthode jointe en annexe du présent arrêté.

Cette méthode doit être utilisée par le laboratoire lorsqu'une expertise est ordonnée.

Art. 3. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 8 Joumada El Oula 1438 correspondant au 5 février 2017.

Abdelmadjid TEBBOUNE.

ANNEXE

METHODE HORIZONTALE POUR LA RECHERCHE DES *SALMONELLA* SPP

1. DOMAINE D'APPLICATION :

La présente méthode a pour objet de fixer une technique horizontale pour la recherche des *Salmonella* spp, incluant *Salmonella* Typhi et *Salmonella* Paratyphi. Elle est applicable aux produits destinés à la consommation humaine ou à l'alimentation animale.

NOTE 1- Cette méthode peut ne pas permettre de retrouver toutes les *Salmonella* Typhi et Paratyphi.

2. TERMES ET DEFINITIONS :

Au sens de la présente méthode, il est entendu par :

2.1 *Salmonella* :

Micro-organismes formant des colonies typiques ou moins typiques sur des milieux sélectifs solides et possédant les caractéristiques biochimiques et sérologiques décrites lorsque l'essai est exécuté selon la présente méthode.

2.2 Recherche des *Salmonella* :

Détermination de la présence ou de l'absence de *Salmonella* (2.1) dans une quantité déterminée de produit.

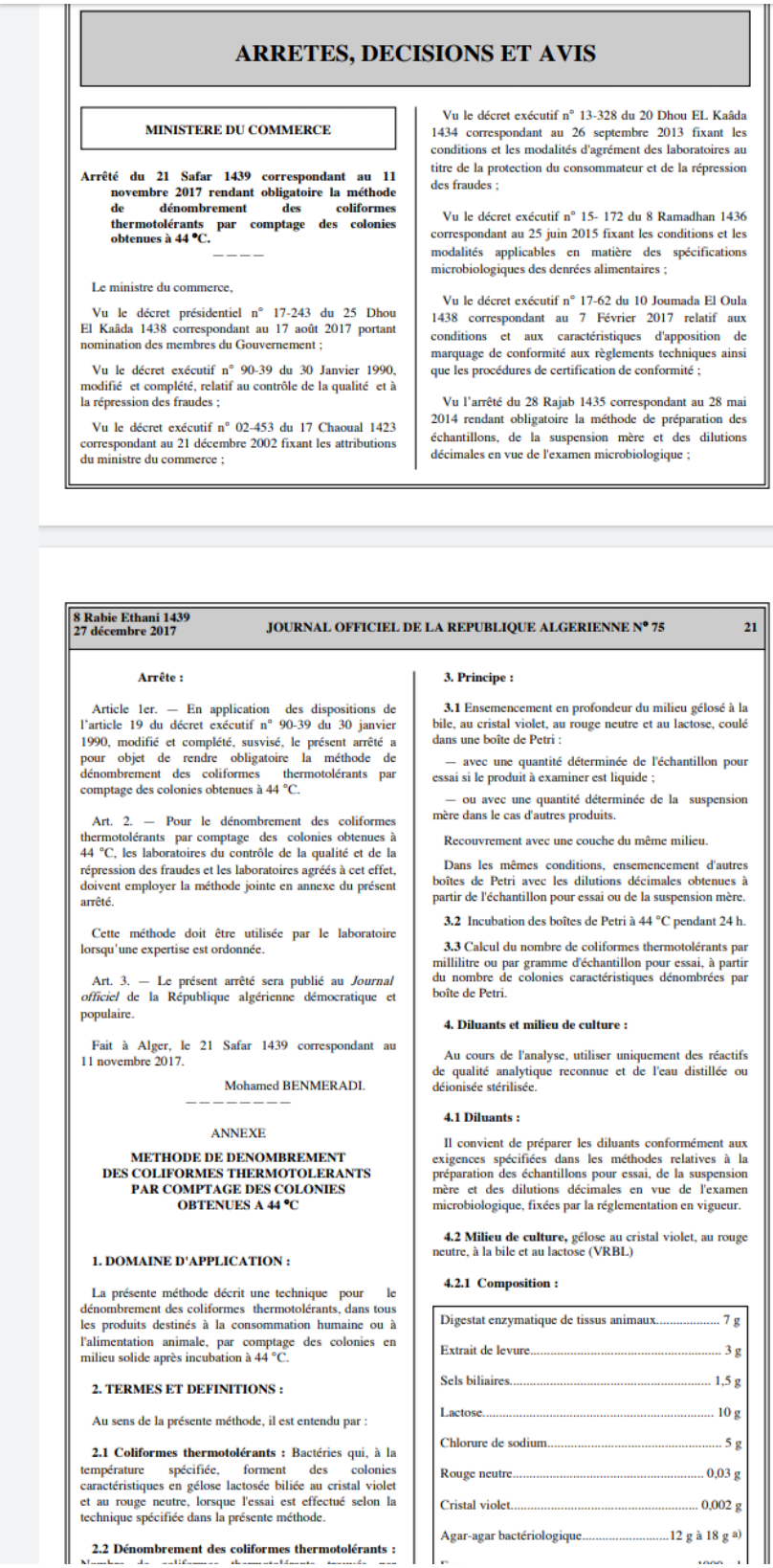
3. PRINCIPE :

3.1. Généralités :

La recherche de *Salmonella* nécessite quatre (4) phases successives (A : schéma du mode opératoire).

NOTE 2- Les *Salmonella* peuvent, en effet, être présentes en petit nombre et sont souvent accompagnées d'un nombre beaucoup plus grand que d'autres micro-organismes appartenant à la famille des *Enterobacteriaceæ* ou à d'autres familles.

Figure: journal officiel N°44 pour la recherche d' *salmonella.*



ARRETES, DECISIONS ET AVIS

MINISTERE DU COMMERCE

Arrêté du 21 Safar 1439 correspondant au 11 novembre 2017 rendant obligatoire la méthode de dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 °C.

Le ministre du commerce,

Vu le décret présidentiel n° 17-243 du 25 Dhou El Kaâda 1438 correspondant au 17 août 2017 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-39 du 30 Janvier 1990, modifié et complété, relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes ;

Vu le décret exécutif n° 02-453 du 17 Chaoual 1423 correspondant au 21 décembre 2002 fixant les attributions du ministre du commerce ;

Vu le décret exécutif n° 13-328 du 20 Dhou EL Kaâda 1434 correspondant au 26 septembre 2013 fixant les conditions et les modalités d'agrément des laboratoires au titre de la protection du consommateur et de la répression des fraudes ;

Vu le décret exécutif n° 15- 172 du 8 Ramadhan 1436 correspondant au 25 juin 2015 fixant les conditions et les modalités applicables en matière des spécifications microbiologiques des denrées alimentaires ;

Vu le décret exécutif n° 17-62 du 10 Joumada El Oula 1438 correspondant au 7 Février 2017 relatif aux conditions et aux caractéristiques d'apposition de marquage de conformité aux règlements techniques ainsi que les procédures de certification de conformité ;

Vu l'arrêté du 28 Rajab 1435 correspondant au 28 mai 2014 rendant obligatoire la méthode de préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique ;

Arrête :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 19 du décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, susvisé, le présent arrêté a pour objet de rendre obligatoire la méthode de dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 °C.

Art. 2. — Pour le dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 °C, les laboratoires du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes et les laboratoires agréés à cet effet, doivent employer la méthode jointe en annexe du présent arrêté.

Cette méthode doit être utilisée par le laboratoire lorsqu'une expertise est ordonnée.

Art. 3. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 21 Safar 1439 correspondant au 11 novembre 2017.

Mohamed BENMERADI.

ANNEXE

METHODE DE DENOMBREMENT DES COLIFORMES THERMOTOLERANTS PAR COMPTAGE DES COLONIES OBTENUES A 44 °C

1. DOMAINE D'APPLICATION :

La présente méthode décrit une technique pour le dénombrement des coliformes thermotolérants, dans tous les produits destinés à la consommation humaine ou à l'alimentation animale, par comptage des colonies en milieu solide après incubation à 44 °C.

2. TERMES ET DEFINITIONS :

Au sens de la présente méthode, il est entendu par :

2.1 Coliformes thermotolérants : Bactéries qui, à la température spécifiée, forment des colonies caractéristiques en gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre, lorsque l'essai est effectué selon la technique spécifiée dans la présente méthode.

2.2 Dénombrement des coliformes thermotolérants :

3. Principe :

3.1 Ensemencement en profondeur du milieu gélosé à la bile, au cristal violet, au rouge neutre et au lactose, coulé dans une boîte de Petri :

— avec une quantité déterminée de l'échantillon pour essai si le produit à examiner est liquide ;

— ou avec une quantité déterminée de la suspension mère dans le cas d'autres produits.

Recouvrement avec une couche du même milieu.

Dans les mêmes conditions, ensemencement d'autres boîtes de Petri avec les dilutions décimales obtenues à partir de l'échantillon pour essai ou de la suspension mère.

3.2 Incubation des boîtes de Petri à 44 °C pendant 24 h.

3.3 Calcul du nombre de coliformes thermotolérants par millilitre ou par gramme d'échantillon pour essai, à partir du nombre de colonies caractéristiques dénombrées par boîte de Petri.

4. Diluants et milieu de culture :

Au cours de l'analyse, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau distillée ou déionisée stérilisée.

4.1 Diluants :

Il convient de préparer les diluants conformément aux exigences spécifiées dans les méthodes relatives à la préparation des échantillons pour essai, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique, fixées par la réglementation en vigueur.

4.2 Milieu de culture, gélose au cristal violet, au rouge neutre, à la bile et au lactose (VRBL)

4.2.1 Composition :

Digestat enzymatique de tissus animaux	7 g
Extrait de levure	3 g
Sels biliaires	1,5 g
Lactose	10 g
Chlorure de sodium	5 g
Rouge neutre	0,03 g
Cristal violet	0,002 g
Agar-agar bactériologique	12 g à 18 g a)

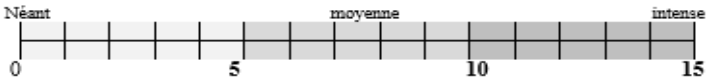
Figure de journal officiel N°75 pour la recherche d' *E.Coli*

Annexe 11

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. Veillez analyser les fromages par ordre. Model d'échelle :



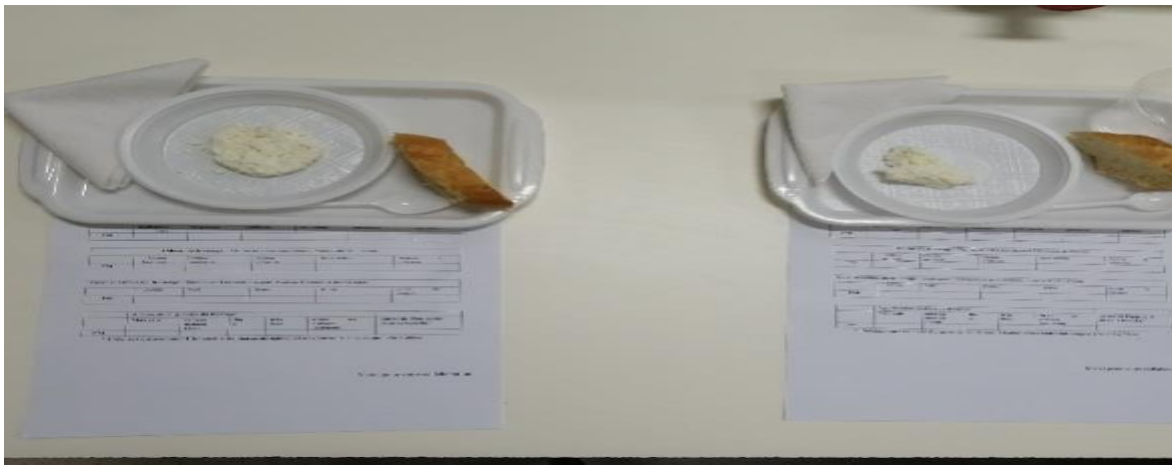
Aspect et texture fromage						
	Texture uniforme-lisse	Texture rugueuse	Texture sableuse	Texture tartinable	Texture crémeuse	Texture pâteuse
FM1						

Odeur du fromage : Flairez et notez rapidement l'intensité de l'odeur					
	Odeur lactique	Odeur animale	Odeur d'herbe	Sans odeur	Autres à préciser
FM1					

Gout et arôme du fromage : Mastiquez l'échantillon puis évaluez l'intensité des saveurs					
	Acide	Salé	Doux	Amer	Gout de beurre
FM1					

	Appréciation globale du fromage					
	Mauvais	**moyen nement bon**	**Bon**	**très bon**	**riche en arômes (oui/non)**	**durée de l'intensité dans la bouche***
FM1						

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



Annexe 12

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°: 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:** /

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	10^4	10^5	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase+	90	80	90	70	80	10^3	10^4	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 archivé 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:

Fatilab

FATILAB Autorisation : 154 du 14/07/2009 Cité 19 Mars El Oued Tel : 032 13 92 24 Fax : 032 13 92 23 — LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ

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
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:** /

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	10^4	10^5	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase+	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10^3	10^4	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 archivé 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