



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N° d'ordre :

N° de série :

Université Echahid Hamma Lakhdar

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 en Sciences biologique

Spécialité : Biochimie appliquée

THEME

**Optimisation des paramètres de coagulation du lait et essai de
fabrication du fromage frais à base de lait en mélange par pepsine de poulet**

Présenté par :

Mlle. SAIDI Fulla

Mlle. TOUAHRIA Lahga

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme. HOUMRI Nawal (M.A.A, Université d'El Oued)

Examineur: Mr. MADJOUR Abdelhak (M.A.A, Université d'El Oued)

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

Année universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENT

Nous avons remercié Dieu le tout puissant très fort de nous avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir
La force d'y croire, le courage et la volonté, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes
mains vers le ciel et de dire.

»ElhamdoulliiAllah«

Nous tenons à remercier vivement notre promotrice Mme Biya Bouras qui a contribué à la réalisation de ce
travail qui a encadré et aidé, ses conseils tout au long temps. Nous avons eu le privilège de travailler avec elle.

Nous tenons à remercier les membres jury d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail et de faire part de
leurs remarques reconnues, judicieuses, qui ne feront que rehausser la qualité de ce travail.

Nous tenons à remercier aussi Mme Latifa responsable du laboratoire où s'est déroulé notre travail pratique et
pour son aide.

Nous tenons également à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou
indirectement à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Du profond de mon Cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chères,

À ma chère Mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction,

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagner toujours,

À mon cher père

Pour son amour inestimable, sa confiance, son soutien, ses sacrifices et toutes les valeurs qu'il a su m'inculquer,

Chères frères et chères sœurs.

Vous qui m'admirez tant, qui avez toujours été présents dans mes moments de faiblesses par votre soutien surtout mon chère frère Mohammed-seghir,

Je vous exprime à travers ce travail mes émotions de fraternité et d'amour,

A belle-sœur Houda

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me durant toute le temps,

Chère amie Safa

Merci pour tout le bonheur que m'apportée chaque instant ma vie, pour tout ton soutien dans mes heureux et tristes moments,

*A ma promotrice Mme **BOURAS B**,*

*A ma binôme **Lahga** et sa famille*

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, et me supporter pendant la préparation de ce travail, je vous dis merci

fulla

Dédicace

Je dédie ce travail

*A ma très chère mère, **Sacia** pour tous ses sacrifices et ses soucis pour les
besoins de mes études,*

*A mon très cher père, **Mohammed** pour tous les efforts fournir afin de mes voir
un jour réussir mes études,*

*A mon frère, **Hamoda** pour son soutien et encouragement sans limité,*

*A ma promotrice Mme **BOURAS B**,*

*A ma binôme **fulla**, et sa famille*

A toutes celles et à tous ceux qui m'aiment.

Lahga

Résumé

L'objectif de ce travail vise la recherche des conditions optimales de la coagulation du lait en mélange par l'utilisation de la méthode de surface de réponse et d'essai de fabrication de fromage à base de lait en mélange (lait camelin et lait caprin) des trois formulations par la pepsine de poulet comme agent coagulant du lait, pour atteindre cet objectif, nous avons procédé à l'extraction de la pepsine de poulet à partir des proventricules, et l'extrait clarifié de pepsine de poulet présente une activité coagulante de (3.54 ± 0.52) U.A.C./ml, une force coagulante $(1/2192.60)$ US. Avant la fabrication nous avons procédé à l'optimisation de l'efficacité des facteurs choisis et à l'étude des différents effets et interactions des variables sur les réponses. Les modèles développés ont indiqué que les conditions optimales des facteurs des trois formulations sont : F1 (pH = 5,03 / T = 30 C°), F2 (pH = 5 / T = 30 C°), F3 (FP = 25/75) (pH = 5,54 / T = 38,60 C°). Les fromages fabriqués par la pepsine de poulet ont présenté un rendement dans les trois formulations sont (F1 = 14,03%, F2 = 10% et F3 = 6,76%). Néanmoins, certaines différences ont été constatées notamment au niveau de l'aspect de la texture de l'odeur et du goût. Selon les résultats obtenus nous concluons que la pepsine de poulet peut remplacer la présure dans la fabrication fromagère et aussi nous pouvons fabriquer un fromage frais à partir de lait en mélange (lait camelin et lait caprin).

Mots-clés : coagulation, pepsine de poulet, présure, fromage frais, l'optimisation.

Abstract

The objective of this work is aimed at the search for optimal conditions of coagulation of mixed milk by the use of the surface method of responses and of cheese production test from mixed milk (camel milk and goat milk) of the three formulations by chicken pepsin as a milk coagulating agent, to achieve this goal, we proceeded to extract chicken pepsin from the proventricles by method of Bohak (1970), and the clarified extract of chicken pepsin exhibits coagulant activity of (3.54 ± 0.52) UAC / ml, a coagulant force $(1 / 2192.60)$ US. Prior to manufacturing we began optimizing the efficiency of the selected factors and investigating different effects and interactions of the variables on the responses. The models developed indicated that the optimal conditions for the factors of the three formulations are: F1 (pH = 5.03 / T = 30 C °), F2 (pH = 5 / T

= 30 C °), F3 = (pH = 5.54 / T = 38.60 C °). The cheeses made by chicken pepsin showed a yield in the three formulations are (F1 = 14.03%, F2 = 10% and F3 = 6.76%). Nevertheless, certain differences were noted in particular at the level of the aspect of texture of odor and taste. According to the results obtained we conclude that chicken pepsin can replace rennet in cheese making and also, we can make fresh cheese from mixed milk (camel milk and goat milk).

Keywords: coagulation, chicken pepsin, rennet, fresh cheese, optimization.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو البحث عن الظروف المثلى لتخثر الحليب المختلط باستخدام طريقة الاستجابات السطحية واختبار انتاج الجبن من الحليب المخروط (حليب الإبل وحليب الماعز للتركيبات الثلاثة بواسطة ببسين الدجاج كعامل تخثر الحليب، لتحقيق هذا الهدف، شرعنا في استخراج ببسين الدجاج من المعدة الغدية على طريقة (Bohak (1970 ، المستخلص الموضح من ببسين الدجاج يظهر نشاط تخثر (0.52 + 3.54) UAC/مل ، قوة تخثر (US. (2192.60/1 قبل التصنيع، بدأنا في تحسين كفاءة العوامل المختارة والتحقيق في التأثيرات و التفاعلات المختلفة للمتغيرات على الاستجابات. أشارت النماذج المطورة إلى أن الظروف المثلى لعوامل الصيغة الثلاثة هي F1 (الرقم الهيدروجيني = 5.03 / T = 30 درجة مئوية) F1 (الرقم الهيدروجيني = 5 / T 30 = درجة مئوية)، F3 (الرقم الهيدروجيني = 5.54 / T 38.60 = درجة مئوية). أظهرت الأجبان المصنوعة من ببسين الدجاج عائدا في التركيبات الثلاثة (F1 = 14.03%, F2 = 10%, F3 = 6.76%) ومع ذلك، لوحظت بعض الاختلافات خاصة على مستوى ملمس حاسة الشم والذوق. وفقا للنتائج التي تم الحصول عليها، نستنتج أن ببسين الدجاج يمكن أن يحل محل المنفعة في صناعة الجبن وأيضا يمكننا صنع جبن طازج من الحليب المختلط (حليب الإبل وحليب الماعز).

الكلمات المفتاحية: تخثر، ببسين الدجاج، المنفعة، الجبن الطازج، التحسين.

Sommaire

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des Tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 1

Etude bibliographique

Chapitre I: Généralité sur le lait

I. Définition du lait 5

II. Elevage en Algérie 5

II.1. Elevage camelines en Algérie 5

II.2. Modes d'élevage 5

II.3. Principales races de camelin en Algérie..... 7

II.4. Cheptel camelin dans la wilaya d'El Oued 8

II.5.Elevage caprin en Algérie..... 8

III. Lait camelin 9

III.1. Composition 9

III.2. Aptitude technologies du lait camelin..... 11

III.3. Valeur thérapeutique du lait camelin 11

III.4. Valeur nutritionnelle du lait camelin..... 12

IV. Lait caprin 12

IV.1. Composition chimique..... 12

IV.2. Valeurs thérapeutiques du lait caprin 14

IV.3. Valeurs nutritionnel du Le lait caprin 14

Chapitre II: Les Agents coagulants de lait

I. Coagulation du lait..... 16

II. phase du la coagulation..... 16

II.1. Phase primaire..... 16

II.2. Phase secondaire..... 16

II.3. Phase tertiaire	16
III. Enzymes coagulant du lait.....	17
III.1. Enzymes coagulantes d'origine animale.....	17
III.1.1.Présure.....	17
III.2. Enzymes coagulantes d'origine végétale.....	18
III.3. Enzymes coagulantes d'origine microbiologie	19

Chapitre III: Les fromages

I. Définition de fromage	21
II. Transformation du lait en fromage	21
II.1. Coagulation du lait.....	21
II.1.1. Type de coagulation.....	21
II.1.2. Facteurs influant la coagulation du lait.....	23
II.2. Egouttage	24
II.3. Affinage	25
III. Classification des fromages	25
III.1. Classification du codex alimentaires.....	25
III.2. Différents types de fromages	25
III.2.1. Fromage à pâte fraîche	25
III.2.2. Fromage à pâte pressée.....	26
III.2.2. Fromage à pâte molle.....	26
III.2.3. Fromage frais.....	27
IV. Valeurs Nutritionnelles des fromages	27
V. Analyses sensoriales des fromages.....	27

Etude expérimentaleMatériel et méthodes

I. Matériel et méthodes	31
I.1. Appareillage	31
I.2. Petits matériels	31
I.3. Produits chimiques, réactifs et milieux de culture.....	31

I.3.1. Produits chimiques et réactifs	31
I.3.2. Milieux de culture.....	32
I.4. Matériel biologique.....	32
I.4.1. Lait camelin	32
I.4.2. Lait caprine.....	32
I.4.3. Lait bovine	32
I.4.4. Substrat de BERRIDGE.....	32
I.4.5. Proventricules de poulet	32
I.4.6. Présure commercial.....	33
I.4.7. Ferment mésophiles.....	33
I.5. Matière d'enquête	33
II. Méthode	33
II.1. Collecte du lait	33
II.2. Paramètres physico-chimiques du lait	33
II.2.1. Détermination du pH.....	34
II.2.2. Détermination de l'acidité titrable	34
II.2.3. Détermination de la densité	34
II.2.4. Détermination de la teneur en lactose, protéine et matière grasse.....	34
II.2.5. Détermination de l'extrait sec total (EST)	34
II.2.6. Détermination du taux de Cendres	35
II.3. Extraction d'enzyme coagulante (pepsine de poulet).....	35
II.4.1 Détermination de l'activité coagulante (UP)	37
II.4.2 Détermination du temps de coagulation	38
II.4.3 Détermination de la force coagulante	38
II.4.4 Dosage des protéines.....	38
II.4.5. Activité spécifique	39
III. Optimisation de l'activité enzymatique par la méthode surface de réponse.....	39
III.1. Plans d'expériences (Présentation des plans composites centrales)	39

III.2. Modélisation de réponse.....	41
III.2.1. Construction des graphies (graphique de contour).....	42
III.3. Traitement statistique.....	42
IV. Fabrication du fromage frais à coagulation enzymatique	42
IV.1. Caractérisations physico-chimiques du fromage.....	44
IV.1.1. Détermination de PH.....	44
IV.1.2. Détermination de l'acidité titrable.....	44
IV.1.3. Détermination de la matière sèche	45
IV.1.4. Rendement fromager	45
IV.2. Analyses microbiologiques du fromage	45
V. Fabrication du fromage frais à coagulation mixte	47
VI. Analyse du profil sensoriel des fromages frais fabriquées à coagulation mixte.....	48
Résulté et discussion	
I. Consommation lait camelin dans la région d'El oued	51
II. Caractérisation physico-chimique du lait (matière première).....	55
III. Caractérisation de l'extrait enzymatique (pepsine de poulet).....	58
III. Optimisation des paramètre (pH et température) de floculation par le méthode surfacede réponse	60
III.1. Modalisation statistique de floculation de lait.....	60
III. 1.1. Analyse statistique des résultats de floculation du F1	61
III.1.2. Analyse statistique des résultats de floculation du F2	63
III.1.3. Analyse statistique des résultats floculation du F3	64
IV. Optimisation des paramètre (pH et température) de coagulation par le méthode surface de réponse	67
IV.1.1. Analyse statistique des résultats de coagulation du F1	68
IV.1.2. Analyse statistique des résultats de coagulation du F2	69
IV.1.3. Analyse statistique des résultats de coagulation du F3	70
V. Fabrication du fromage frais	73
V.1. Caractérisation physico-chimique des fromages frais	73

V.2. Résultats des analyses microbiologiques du fromage.....	76
VI. Caractérisation sensoriale à coagulation mixte	77
Conclusion.....	81
Référence bibliographie	84
Annexes.....	

Liste des tableaux

Tableau1 : Evolution des effectifs dans la wilaya d'El Oued (DSA, 2019)	8
Tableau 2 : Evolution des effectifs dans la wilaya d'El Oued (DSA, 2019)	9
Tableau 3 : composition chimique du lait camelin (Al haj Omar et al 2010)	11
Tableau 4 : Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait caprin (Jouan,2002)	13
Tableau 5 : Composition moyenne d'un fromage frais pour 100g (Aissou, et Abbas, 2016).....	27
Tableau 6 : facteur, codes et niveaux du plan d'expérience pour les paramètres de T et de pH....	41
Tableau 7 : Matrice d'expérience du plan composite orthogonale centré à deux facteurs.	41
Tableau8 : Résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons de lait (camelin, caprin et bovin).	55
Tableau9 : Les principales caractéristiques de l'extrait enzymatique.	58
Tableau 10 : Réponse de temps de floculation des trois formulations avec la pepsine de poulet ..	60
Tableau11 : Analyse de variance du modèle quadratique complet de floculation des trois formulation.....	66
Tableau12 : Régression équation de réponse de floculation des trois formulations.....	66
Tableau13 : Réponse de temps de coagulation des trois formulations avec la pepsine de poulet	67
Tableau14 : Analyse de variance du modèle quadratique complet de coagulation des trois formulations.	72
Tableau15 : Régression équation de réponse de coagulation des trois formulations.	72
Tableau16 : Les résultats des analyses physico-chimiques des fromages frais.....	73
Tableau 17 : Les résultats microbiologiques des fromages.....	76

Liste de figures

Figure 1 : Complexe stomacal du poulet (Bohak, 1969)	18
Figure 2 : Modification de la structure micellaire au cours de l'acidification (Jeantet, 2007).....	22
Figure 3 : Mécanisme de la coagulation du lait par la présure (Jeantet, 2007)	23
Figure 4 : La roue de fromage (Ahmed, 2017)	28
Figure 5 : Proventricules de poulet (face interne et externe).....	33
Figure 6 : Diagramme d'extraction de la pepsine de poulet selon (Bohak, 1970)	36
Figure 7 : l'extrait clarifié de pepsine de poulet.....	37
Figure 8 : Plan composite pour l'étude de deux facteurs. Les points factoriels sont en noirs, les points en étoile sont en gris clair, les points centraux sont en blanc (Goupy et Creighton, 2006).	40
Figure 9 : Les étapes de la fabrication du fromage frais.....	44
Figure 10 : Diagramme de fabrication du fromage frais à coagulation mixte	48
Figure 11 : La fréquence de consommation de lait camelin par sexe.....	51
Figure 12 : Fréquence de consommation de lait camelin par jour.....	51
Figure 13 : Fréquence de consommation de lait camelin (frais ou fermenté)	52
Figure 14 : Fréquence de consommation de lait camelin traditionnellement ferment.....	52
Figure 15 : Fréquence de fabrication de fromage à base de lait camelin.....	53
Figure 16 : Fréquence de consommation de lait camelin par saison.	53
Figure 17 : Fréquence de conservation de lait camelin frais par méthode.	54
Figure 18 : Fréquence de conservation de lait camelin frais par saison d'hiver.	54
Figure 19 : Fréquence de conservation de lait camelin frais par saison d'été.....	55
Figure 20 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F1 par la pepsine de poulet.	62
Figure 21 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F1 par la présure commerciale.....	62
Figure 22 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F2 par la pepsine de poulet.	63
Figure 23 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F2 par la présure commerciale.....	64
Figure 24 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F3 par la pepsine de poulet.	65
Figure 25 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F3 par la présure commerciale.....	65
Figure 26 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F1 par la pepsine de poulet.	68

Figure 27 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F1 par laprésure commerciale.	69
Figure 28 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F2 par lapepsine de poulet.	70
Figure 29 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F2 par laprésure commerciale.	70
Figure 30 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F3 par lapepsine de poulet.	71
Figure 31 : Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F3 par laprésure commerciale.	71
Figure 32 : Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) coagulé par laprésure commerciale.	75
Figure 33 : Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) coagulé par lapepsine de poulet.	75
Figure 34 : Produit fini (fromage frais) à coagulation mixte pour la pepsine de poulet.....	77
Figure 35 : Produit fini (fromage frais) à coagulation mixte pour la présure commerciale	77
Figure 36 : Les analyses sensorielles des fromages (Aspect et texture).	78
Figure 37 : Les analyses sensorielles des fromages (Odeur et arôme).	79
Figure 38 : Les analyses sensorielles des fromages (Goût).	79

Liste d'abréviations

°C : Degré Celsius.

°D : Degrés Dornic.

AFNOR : Association française de normalisation.

ANOVA : analyse de la variance.

CaCl₂ : Chlorure de

calcium.**CCD** : plan

composite centré.

CMP :

caséinomacropéptide.

CN- α S : Caséine α S.

CN- β : Caséine β . **CN- κ** : Caséine κ .

E.coli : Escherichia coli.

EST : Extrait sec total.

F1 : formulation (50% lait caprin/50% lait camelin)

F2 : formulation (75% lait caprin/25% lait camelin)

F3 : formulation (25% lait caprin/75% lait camelin)

FAO : Food and Agriculture Organization.

FIL : Fédération Internationale du Lait.

Fpl : Fromage coagulé par présure commerciale.

Fpp : Fromage coagulé par pepsine du poulet.

H₂SO₄: acide sulfurique.

Hcl : Chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique)

ISO : International Organisation for Standardisation.

JORA : Journal officiel de la république Algérienne

KDa : Kilo-Dalton.

MG : Matière grasse.

MKTTn : bouillon Muller-Kauffmann au tétrathionate-novobiocine.

MS : Matière sèche.

NaCl : Chlorure de sodium.

NaHCO₃ : carbonate de sodium

NaOH : Hydroxyle de sodium.

ONPG: Ortho-Nitro-PHényl-Galactopyranosi.

pH : Potentiel hydrogène.

Rf : rendement fromager.

RSM : méthodologie des surfaces de réponse.

RVS : bouillon Rappaport-Vassiliadis avec soja.

TEFD : teneur en eau dans le fromage dégraissé.

U.A.C: unité d'activité coagulante

UP : Unité présure.

VBL : Lactose au vert brillant.

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

XLD : Xylose-Lysine-Désoxychol

Introduction

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*) est un animal particulièrement adapté aux conditions rudes qui existent dans plusieurs régions du monde, notamment dans les zones steppiques et désertiques du Sahara algérien (**Mahboub et al., 2012**). Cet animal jouait un rôle considérable dans le développement de l'économie régionale des zones arides par le monde, par ses productions et services variés (**Isselnane, 2014**).

Parmi ses productions, Le lait camelin, est un aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, lipides, vitamines et sels minéraux (**Katinan et al., 2012**), en raison de sa valeur nutritionnelle élevée, il connaît un regain d'intérêt ces dernières années. Bien que pendant ces décennies, il a fait l'objet de multiples travaux par le monde entier. Mais peu d'investigations sur le lait produit dans notre pays ont été envisagées.

Le lait caprin est une source de nutriments de base (protides, lipides et glucides) mais aussi riche en calcium, en vitamines et en oligo-éléments. C'est un aliment qui convient pour les différentes tranches d'âge où il peut être consommé tel quel à l'état frais ou sous forme de produit transformé, notamment en fromages et yaourt (**Moualek, 2011**).

Néanmoins, et comparativement au lait d'autres espèces, le lait camelin du fait de sa composition et de la structure particulière de certains de ses nutriments, présente des particularités et des difficultés qui limitent sa transformation technologique en produits dérivés, particulièrement dans le cas des fabrications du beurre et du fromage. Ces difficultés ayant pour origine une teneur réduite en κ caséine et une aptitude limitée à l'acidification et à la coagulation enzymatique. Cette caractéristique est considérée comme un facteur limitant de son utilisation technologique malgré une production quantitative et qualitative (**Isselnane, 2014**).

La fabrication du fromage est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux. A l'origine, l'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage était de conserver les principaux constituants du lait. Aujourd'hui, il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables (**Cholet, 2006**).

A l'échelle mondiale, la fabrication du fromage à partir de présure d'origine animale ne couvre qu'approximativement 30% de la production fromagère du fait du manque de la disponibilité des caillottes de veaux (**FAO, 2012**). Mais Il existe encore des enzymes de remplacement d'origine animale sécrétées par l'estomac des mammifères principalement les bovins, ovins, caprins, porcins et volailles. Ces enzymes sont très intéressants en industrie fromagère (**Alais, 1984 ; Ramet, 1997**). Le choix d'un succédané de présure est lié principalement à son activité coagulante qui doit être forte, à son activité protéolytique qui doit être modérée et à sa capacité de donner une qualité alimentaire au produit fini (**Alais, 1984**).

La pepsine de poulet semble être un succédané de présure adéquat, vu le développement notable du secteur aviaire en Algérie (253000 t en 2004 contre 194000 t en 1990), et la disponibilité de plus en plus assurée d'une matière première non encore valorisée. Il y a plusieurs recherches qui ciblent à la pepsine de poulet comme : BOUGHELLOUT, H (2007), BENYAHIA, F. (2013), SIAR, E. (2014), AMIMOUR (2019).

Optimiser les points optimaux des paramètres (pH /T) de la coagulation du lait en mélange et améliorer l'aptitude à la coagulation du lait camelin avec le lait caprin.

L'objectif de ce travail est :

- ✓ Extraction de la pepsine de poulet à partir des proventricules, et la caractérisation de l'extrait enzymatique obtenu.
- ✓ Fabrication de fromage frais à la base du lait en mélange (lait camelin et lait caprin) des trois formulations par la pepsine de poulet après la détermination des conditions optimales de coagulation par l'utilisation d'un plan de surface de réponse au type composite centré (CCD).
- ✓ Amélioration de fromage frais par la coagulation mixte.

Pour rendre compte des résultats des travaux de notre recherche, le document traite essentiellement 3 chapitres :

1. La synthèse bibliographique, elle rapporte les travaux sur généralité sur le lait et les agents coagulants le fromage.

2. La méthodologie, ce chapitre rapporte sur :

- ✓ Paramètres physico-chimiques du lait.
- ✓ Extraction et caractérisation de l'extrait enzymatique.
- ✓ Optimisation des paramètres du floculation et coagulation par la méthode de surface de réponse.
- ✓ Fabrication et caractérisation du fromage frais à coagulation enzymatique.
- ✓ Fabrication du fromage frais à coagulation mixte.

3. Les résultats et discussion, cette partie traite des résultats sur :

- ✓ Les propriétés physico-chimiques de lait et les caractérisations de l'extrait enzymatiques et appliqué les résultats obtenus par la méthode surface de réponse pour essai la fabrication d'un fromage frais à base de lait en mélange.
- ✓ Analyses sensorielles sur des fromages frais à coagulation mixte.

Etude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le lait

I. Définition du lait

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

II. Elevage en Algérie

II.1. Elevage camelines en Algérie

IL n'est pas facile de faire un recensement exhaustif des animaux, pour des populations nomades réparties sur de très vastes espaces et dans de nombreux pays (Faye, 2019). Parmi les 97 populations de camelins recensées sur la Terre, on en trouve 26 en Afrique dont 10 en Algérie (Harek et al., 2017). En 2017, les effectifs camelins algériens ont été estimés à 381 882 têtes (Madr 2018, in Bettayeb, 2019).

II.2. Modes d'élevage

En grand terme il existe deux modes d'élevage : l'élevage en extensif (communément suivi, pratiqué dans des parcours et des vastes superficies et qui se base sur la végétation naturelle) et l'élevage en intensif (en limitation et qui se base sur l'utilisation des complémentations alimentaires). A la limite de ces deux modes s'ajoute un autre système d'élevage, c'est le mode semi-intensif (Madjour, 2014).

A. Elevage en extensive

Les camelins sont libres de chercher leur nourriture en marchant des centaines de kilomètres dans le Sahara toute la journée, mais il est important de rappeler qu'il fait un choix marqué par consommation d'une quantité bien déterminée de plantes (Ben aisa, 1989 ; Diallo, 1989 ; Kamoun, 2011). Les camelins sont élevés selon les systèmes d'élevage existants : Sédentaire, nomadisme, semi-nomadisme et transhumant.

- Nomadisme : Ce type a beaucoup régressé au cours des années. IL implique des déplacements plus ou moins réguliers liés à la variabilité des ressources végétales exploitées par les troupeaux et concerne l'ensemble des groupes qui se déplacent au sein d'un territoire plus ou moins exclusif d'autres humains. L'alimentation est assurée, pendant toute l'année, grâce aux mouvements continus et irrégulier des troupeaux à la recherche d'eau et d'herbe. Au centre de la vie des nomades, l'habitat mobile, la tente, est bien adaptée à ce système d'élevage (Qarro, 1997).
- Semi-nomadisme : l'alimentation est assurée, pendant une bonne partie de l'année, par des déplacements irréguliers à la recherche de pâturage et d'eau. A la différence de

Nomadisme, les éleveurs possédant un point d'attache "habitat fixe", où les troupeaux passent une partie de l'année (**Qarro, 1997 ; Renaudin et Raillon, 2011**).

- Sédentaire : signifiant que les troupeaux se déplacent, mais ils reviennent chaque soir au village. IL est banal de rencontrer côte à côte dans un même village des éleveurs sédentaires(**Alain, 2006 ; Chakrapany, 2014**). Ce type d'élevage base l'alimentation sur les ressources situées à proximité de l'habitat fixe, et sur les produits de l'agriculture (**Qarro, 1997 ; Chehma et al., 2003 ; Sowou et Tahirou, 2013**). Les animaux n'effectuent pas de grande migration (**Ould taleb, 1999**).

- Transhumance : l'ambiguïté du terme de "transhumance" quand on tente de l'opposer à celui de " nomadisme" tient au fait qu'il peut rendre compte soit de régularité des mouvements, la transhumance se manifeste par des déplacements réguliers entre deux pôles. La transhumance représente un mode de gestion de la mobilité pastorale, elle conduite des camelins sur de vastes étendues respectant un itinéraire et un calendrier prévisible et constant dans laquelle les camelins sont loin des services vétérinaires (**Adamou et Faye, 2007 ; Renaudin et Raillon, 2011**). Dans ce système les éleveurs migrent avec tout ou une partie des troupeaux en vue de profiter de meilleures conditions d'affouragement, tandis que quelques chameles sont laissées à la famille restée au point d'attache pour leur approvisionnement en lait. Les déplacements ne se font au hasard, mais sont basés sur une connaissance du milieu pastoral et agropastoral (**Sowou et Tahirou, 2013**).

B. Elevage en intensif

L'élevage intensif est pratiqué autour des grandes agglomérations et cités urbaines et dans ce qui est plus connu sous le vocable d'élevage périurbain (**Coulibaly, 2002**). L'évolution d'un nouveau mode d'élevage ou plutôt d'exploitation des camelins. Il s'agit aussi de l'engraissement dans des parcours délimités en vue de l'abattage. Les « exploitants » s'organisent pour acquérir les camelins dans les zones de production et les transportent par camion vers des zones d'engraissement où ensuite ils sont abattus. Ce système semble se développer ces dernières années, suite à l'augmentation des prix des viandes rouge (**Ben aissa, 1989**).

C. Elevage en semi-intensif

Durant toute la saison sèche, les troupeaux camelins, constitués uniquement de femelles laitières et qui reçoivent une ration le matin avant de partir à la recherche de pâturages dans les zones périphériques de la ville. Ils reviennent très tôt dans l'après-midi et reçoivent de l'eau et une complémentation alimentaire composée de tourteau d'arachide, de son, de riz, de blé etc. Pendant

L'hivernage, l'alimentation est quasi-exclusivement basée sur les pâturages naturels (**Medjour, 2014**). Ce système présente des inconvénients liés à une exploitation irrationnelle de cette espèce animale. En effet les propriétaires achètent des femelles en fin de gestation ou en début de lactation pour rentabiliser leur production. Lorsque ces dernières sont taries, elles sont mises en vente avec les jeunes pour renouveler les troupeaux. Ce qui représente une perte potentielle pour le secteur d'élevage dans la mesure où ces femelles aptes à se reproduire finissent généralement en boucherie avant la fin de leur vie reproductive. Cela constitue un problème majeur quant à la reproduction et à la pérennité de l'espèce (**Correra, 2006**).

II.3. Principales races de camelin en Algérie

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

Aftouh : Animal à vocation viande. IL se trouve dans la région de réguib et Tindouf (**Ben Aissa, 1989**).

Chaambi : Très bon pour le transport, moyen pour la selle. Sa répartition va du grand ERG Occidental au grand ERG Oriental. On le retrouve aussi dans le Metlili des Chaambas (**Ben Aissa, 1989**).

Ouled Sidi Cheikh : C'est un animal de selle. On le trouve dans les hauts plateaux du grand ERG Occidental (**Ben Aissa, 1989**).

Ajjer : C'est le camelin du Tassili, il ressemble à s'y méprendre au Targui, et n'indiffère que par la taille, il est plus court, et par son poil plus long que celui de Targui. C'est un camelin de selle, mais il est plus souvent utilisé comme porteur. Se trouve dans le Tassili d'Ajjer, mais aussi dans le Sud des Wilayas de Tébessa, d'El-Oued et de Biskra (**Messaoudi, 1999**).

Targui (race des touaregs du Nord) : IL est de qualité supérieure. Les camelins targuis sont des animaux habitués aussi bien au rude climat du tassili et du massif central du Hoggar, qu'au sable et aux Tanezrouft qui entourent leurs montagnes (**Dehane, 2010**).

Barbari : Se rapproche de Chambi, mais son poids reste toujours inférieur à ce dernier. Son aire se trouve entre le Sahara Nord Occidental et la steppe (**Dehane, 2010**).

Reguibi : Animaux de selle et de course, de taille moyenne, et les femelles sont des bonnes laitières par rapport aux autres populations camelines de l'Algérie. Ils se localisent au Sahara Nord Occidental (**Dehane, 2010**).

Camelin de Steppe : c'est un camelin commun, petit, bréviligne. C'est un mauvais porteur. Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le rencontre dans les confins sahariens et surtout à la limite de la steppe et du Sahara. Ce type est en déclin (**Hamidi, 2015**).

Ait khebach : Animaux robustes généralement forts, présentant des muscles bien développés avec des poils courts et ondulés et une couleur foncée. On le trouve dans le Sud-ouest du pays (**Meghelli et Kaouadji, 2016**).

Sahraoui : C'est le résultat du croisement de la race Chaambi avec celle d'Ouled sidi cheikh. Camelin d'une hauteur et d'une largeur moyenne, robuste et résistant. Sa taille est de 1,85 m environ. Les poils ont une longueur moyenne parfois courte et ondulée avec une couleur foncée. On trouve ces animaux entre le Sahara Centrale et le Grande Erg Occidental (**Meghelli et Kaouadji, 2016**).

II.4. Cheptel camelin dans la wilaya d'El Oued

L'effectif camelin dans la région d'El Oued, a connu un fort développement au cours de la période comprise entre 2009 à 2018 (**Tableau 01**).

Le troupeau camelin de la wilaya d'El-Oued est essentiellement constitué de la population "Sahraoui" (90%) qui reste très estimée dans la région du Souf. La population "Berberi" représente 13% seulement. La population "Sahraoui" s'adapte très bien aux conditions du milieu et se reproduit sans trop de difficultés. (**Titaouine et al., 2011**).

Tableau1 : Evolution des effectifs dans la wilaya d'El Oued (**DSA, 2019**).

Année	Camelins	
	Nombre de camelins	Total
2009	15500	27000
2010	19500	30000
2011	20000	31000
2012	21000	34000
2013	22000	37000
2014	23000	38000
2015	24000	40000
2016	25000	42000
2017	27000	45000
2018	34000	55000

II.5. Elevage caprin en Algérie

L'élevage caprin, d'environ 4,5 million de têtes (**Mouhous et al., 2013**), est très répandu. La population locale est représentée essentiellement par les races Arabia et Kabyle, et la caprin de M'zab (**Habbi w, 2014**). Et selon (**Madani et al., 2015**), présente essentiellement en régions difficiles (montagnes,

forêts, steppes et Sahara) et conduite en élevage extensif, valorise des ressources alimentaires pauvres pour produire de la viande.

Tableau 2 : Evolution des effectifs dans la wilaya d'El Oued (DSA, 2019).

Année	Caprin	
	Nombre de caprin	Total
2009	289000	430000
2010	292000	470000
2011	306000	484000
2012	320000	496000
2013	342000	526000
2014	346000	532000
2015	348000	540000
2016	349000	542000
2017	288000	498000
2018	287000	496000

III. Lait camelin

Lait camelin est généralement de couleur blanche opaque et a une légère odeur sucrée et goût prononcé ; parfois il peut être salé (Abbas s et al., 2013). Sa couleur blanche opaque car les graisses sont finement homogénéisées dans tout le lait alors que les changements de goût sont causés par le type de fourrage et disponibilité de l'eau potable (Kumar YK et al., 2015). Ses gammes de densité de 1,026 à 1,035 et le pH de 6,2 à 6,5, les deux sont inférieurs à ceux du lait de vache et le pouvoir tampon maximal du lait écrémé est à pH 4,95 (Gul W et al., 2015).

III.1. Composition

Eau : L'eau est le facteur le plus important du lait camelin. Contrairement à d'autres animaux, la teneur en eau du lait camelin augmente pendant déshydratation. Avec de l'eau librement accessible, la teneur en eau du lait est de 86 pour cent, mais lorsque l'eau est restreinte, la teneur en eau le lait monte à 91 pour cent. Ceci est utile comme source d'eau pour les déshydratés veau et les humains dans une zone où l'eau est rare (Sisay f et Awoke k, 2015). Les raisons pour l'augmentation de la teneur en eau du lait camelin déshydraté sont hormone antidiurétique la sécrétion est élevée chez le camelin déshydraté, une diminution de la graisse contenu et type de fourrage consommé (FOA, 2013).

Protéines : Les protéines du lait sont un groupe hétérogène de composés qui diffèrent par leur composition et leurs propriétés (Gizachew et al., 2014). Lait camelin contient 3 à 3,90 pour cent de protéines (Tableau 03). IL contient deux groupes principaux (caséines et protéines de lactosérum et relativement protéines immunitaires

en plus grande quantité (protéine de reconnaissance peptidoglycane, Lactoferrine Lysozyme et Lactoperoxydase) et insuline (Abbas S et al., 2013, Gul w et al., 2015).

La Caséine est la proportion la plus importante et la plus élevée, tandis que la proportion de protéines de lactosérum est relativement faible (Gul hy et al., 2007). Selon (Shamsia sm, 2009), également confirmée que lait camelin contient plus de protéines (en particulier la caséine) et moins dans le lait de lactosérum que dans le lait maternel. La caséine est une partie importante des protéines du lait camelin. Lait camelin contient 1,63 à 2,76 pour cent de protéines de caséine qui constituent 52 à 87 pour cent des protéines totales du lait (Khaskheli m et al., 2005). IL y a 4 caséine principale fractions caséine : α s1-, α s2-, β - et κ (Barłowska j et al., 2007).

La protéine de lactosérum est la deuxième plus grande fraction de protéine de camelin lait qui couvre 20 à 25 pour cent des protéines du lait camelin. Le lait du camelin a une protéine de lactosérum comprise entre 0,63 et 0,80 pour cent ((Khaskheli m et al., 2005)). La β -lactoglobuline se trouve sous forme de traces, tandis que l' α -lactalbumine comprend la majeure partie du lait camelin (Abbas s et al., 2013).

Matières grasses : le niveau de matière grasse du lait camelin estimé à 2,9 à 5,4 pour cent (Tableau1) et peut être réduit de 4,3 à 1,1 pour cent dans le lait camelin assoiffés (Konuspayera G et al., 2009, Konuspayera g et al., 2009). Mais, une étude récente a rapporté que lait camelin ne contient que 2% de matières grasses qui sont principalement composées d'acides gras polyinsaturés et d'acides gras oméga (GulW et al., 2015).

Glucides : La principale fraction glucidique du lait camelin est le sucre lactose avec une plage comprise entre 3,3 et 5,80 pour cent (Tableau 03). La nature de la végétation mangée par le camelin dans les zones désertiques pourrait être un facteur important de variation importante des teneurs en lactose (Abbas s et al., 2013).

Minéraux : La quantité totale de lait camelin minéral de camelin est entre 0,60 et 1,0 pour cent (Konuspayera g et al., 2009). IL y a des fluctuations importantes dans niveau de minéraux en raison des différences d'alimentation, de race, de consommation d'eau (Haddadin ms et al., 2008). Lait camelin est une riche source de divers minéraux comme Na, K, Ca, P Mg Fe, Zn, Cu sont présents dans lait camelin (Onjoro et al., 2003). Les valeurs moyennes pour zinc, manganèse, magnésium, fer, sodium, potassium et calcium dans les teneurs en minéraux du lait camelin de camelin (100g-1) sont 0,53, 0,05, 10,5, 0,29, 59, 156 et 114 mg respectivement (Abbas s et al., 2013).

Vitamines et électrolytes: de nombreuses vitamines telles que D, E, A, C et les vitamines du groupe B se trouvent dans lait camelin (Abbas s et al., 2013, Haddadin ms et al., 2008). IL a été révélé que lait camelin

en contenait trois à cinq fois plus la vitamine C par rapport au lait de vache. La valeur moyenne de la vitamine C la concentration présente dans lait camelin est de 34,16 mg. L-1.

Tableau 3 : composition chimique du lait camelin (Al haj Omar et al 2010).

	L'eau%	Protéine%	Matière grasses%	Cendre%	Lactose%
Camelin	86-88	3,0-3,9	2,9-5,4	0,6-0,9	3,3

III.2. Aptitude technologies du lait camelin

Pour juger l'aptitude d'un lait à la production de fromages, il convient donc de connaître ses propriétés rhéologiques, de suivre l'évolution de l'égouttage et de l'affinage et d'évaluer ses rendements. C'est partant de la connaissance des caractéristiques du lait camelin que (**Ramet jp, 1989**), grâce à de nombreux travaux et des synthèses d'observations faites lors de divers essais de fabrication destinés à produire les principaux types de fromages avec un soutien financier de la FAO, que la technologie fromagère du lait pur de chamelle fut maîtrisée, de plus il a été mis dans le marché des présures spécifiques, le Camifloc®, permettant de coaguler de lait camelin dans de meilleures conditions.

III.3. Valeur thérapeutique du lait camelin

Lait camelin est reconnu depuis longtemps dans différentes parties du monde pour fournir un traitement potentiel pour une série des maladies telles que l'hydropisie, la jaunisse, la tuberculose, l'asthme et leishmaniose ou kala-azar (**Asresie a et Yusuf m, 2014**). A également révélé que plusieurs études ont montré que le lait est une source nutritionnelle et fonctionnelle importante de nourriture et procurent des avantages particuliers pour la santé en raison de la présence de substances bioactives en elle. De la même manière, dans tous les élevages de camelin pays, les éleveurs sont convaincus que lait camelin a des propriétés médicinales, en particulier pour l'hydropisie, la jaunisse et les conditions (**Sharma c et Singh c, 2014**).

Lait camelin contient des peptides et des protéines qui présentent activités biologiques ayant un effet bénéfique sur de nombreux bioprocédés comme digestion, absorption, croissance et immunité [40]. En outre ; lait camelin peut être conservé à température ambiante plus longtemps que lait d'autres animaux(**Yassin mh et al., 2015**).

Actuellement, la valeur du lait camelin a augmenté dans le monde entier en raison à sa haute valeur thérapeutique pour la santé humaine. Des études ont confirmé que la composition du lait camelin est unique en termes d'antioxydant facteurs, activité antibactérienne, antivirale, antifongique et antitumorale, hypoglycémique, anticancéreux, au vieillissement préventif, pour auto-immun effet des maladies (**Sharma c, Singh c, 2014, Al-Juboori at et al., 2013**).

III.4. Valeur nutritionnelle du lait camelin

Lait camelin présente des teneurs importantes et équilibrées en nutriments de base. Ce lait présente des taux de protéines variant de 2,5 à 4,5%. Les teneurs en matière grasse dans ce lait sont estimés en moyenne à 3,15%. La matière grasse cameline est caractérisée par la richesse en acide gras mono-insaturés à longue chaîne (acide stéarique et oléique). Le lactose constitue le sucre principal dans le lait. Sa concentration dans le lait camelin varie de 2,8 à 5,8%. Par ailleurs, les grandes concentrations en vitamine et en minéraux font de ce lait un véritable aliment à finalité diététique. A ce propos lait camelin présente de faible teneur en vitamine A et B2 par rapport au lait de vache et de fortes teneurs en vitamine E et B1 dans le colostrum tandis qu'il présente un apport important en vitamine C (**Siboukeur, 2012**). Lait camelin est considéré comme l'une des sources alimentaires les plus précieuses en raison de sa valeur nutritive et de ses propriétés médicinales ; Il est beaucoup plus nutritif que le lait de vache car il contient de faibles quantités de matières grasses et de lactose et plus élevé en potassium, en fer et en vitamine C (**Al-Ashqar et al., 2015**).

IV. Lait caprin

Le lait caprin est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du chevreau. Il s'agit d'un fluide aqueux opaque, blanc, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de sa matière grasse, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6,6 à 6,8) légèrement acide, proche de la neutralité (**Ghenem et al., 2017**).

IV.1. Composition chimique

De manière générale, le lait comprend quatre types de constituants importants que sont: les lipides, constitués essentiellement de graisses ordinaires (triglycérides), les protides (caséine, albumine et globuline), les glucides, essentiellement le lactose, les sels. Mais de nombreux autres constituants sont présents en quantité minime comme les vitamines, enzymes, nucléotides, gaz dissous ; dont certains ont une grande importance du fait de leur activité biologique (**Larousse, 2002**).

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**).

Matière grasse : La matière grasse est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de triglycérides entourées d'une membrane complexe, dans la phase dispersante est le lait écrémé (**Boutonnier, 2012**). Moins riche en matière grasse (**Roudj et Karam, 2005**), le lait caprin est pauvre en carotène et donc, peu coloré par rapport aux autres laits, il est plus riche en acides gras à 10 atomes de carbone et présente un pourcentage plus élevé de petits globules gras que le lait de vache, il ne contient pas

D'agglutinines et présente une activité lipasique plus faible que le lait de vache (**Chilliard et Sauvant, 1987**). Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés (**Jeantet et al., 2008**).

Protéines : Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (**Amiot et al., 2002**). Le profil en acides aminés totaux du lait caprin est proche de celui du lait humain. Par comparaison avec le lait de vache, les protéines du lait caprin contiennent proportionnellement moins de caséines (**Tableau 04**) et d'avantage d'azote non protéique (**Brulé et al., 1997**).

Tableau 4 : Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait caprin (**Jouan , 2002**).

Protéines	Concentration g/l
Totale des protéines solubles (22%)	7,5
α lactalbumine	2,0
β lactoglobuline	4,4
β lactoglobuline	0,6
Immunoglobulines	0,5
Total des caséines (71%)	24,3
Caséine α -S1	3,5
Caséine α -S2	4,8
Caséine κ	3,4
Caséine β	12,6
Azote non-protéique (7%)	2,3
Protides totaux	34,1

Glucides : Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux (**Amiot et al, 2002**). En plus du rôle énergétique en tant que substrat de la flore lactique endogène, le lactose joue un rôle dans la régulation de la pression osmotique entre les cellules sécrétrices mammaires et le milieu sanguin à partir duquel la mamelle puise les éléments minéraux, l'eau, les acides gras et les vitamines (**Gnanda et al., 2006**).

Minéraux : Ils prennent la forme de sels, de base et acide mais les deux formes principales sont les sels ionisés solubles dans le sérum et les micelles, les éléments basiques majeurs comme le calcium, potassique, le magnésium et le sodium forment des sels, avec les constituons acides que sont les protéines, les citrates, les phosphates et les chlorures, en outre le calcium, le magnésium, les citrates, et les phosphates se trouvent sous forme colloïdale dans les micelles de caséines (**Amiot et al., 2002**).

Vitamines : Par rapport au lait de vache, le lait caprin se distingue par l'absence de β -carotène. Cette caractéristique a été utilisée comme moyen de détection de l'adultération du lait caprin par le lait bovin (**Furtado, 1983**).

IV.2. Valeurs thérapeutiques du lait caprin :

Le lait 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 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**).

IV.3. Valeurs nutritionnelles du Le lait caprin :

Le lait 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 caprin, avec succès, des enfants manifestant une intolérance aux protéines bovines. D'autres travaux ont aboutis aux mêmes résultats (**Corthier, 2004**). Le lait caprin apparaît souvent comme substitut au lait de vache, notamment chez les enfants atteints de dermatite atopique (**Debry, 2001**).

Chapitre II : Les Agents coagulants de lait

I. Coagulation du lait

La coagulation du lait est un phénomène complexe correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait (**Garnier, 1963 ; Alloui, 2002; Ramet, 2011**). Elle constitue une étape importante dans la préparation du fromage : elle s'agit de la transformation du lait liquide en un gel, appelé aussi coagulum ou caillé. On distingue trois types de coagulation : la coagulation acide et la coagulation enzymatique et coagulation mixte (**Isselane, 2014**).

II. Phase du la coagulation

II.1. Phase primaire

La présure attaque la composante qui stabilise la micelle de caséine (la caséine κ) au niveau de la liaison PHE105-MET106 (**Mahaut et al., 2000 ; Vignola, 2002 ; Anema et al., 2005**).

Il y a alors coupure de la chaîne peptidique en deux segments inégaux : le segment 1-105 est la paracaséine- κ et le segment 106-169, le caséinomacropeptide (CMP). La paracaséine- κ liée aux caséines α et β reste intégrée à la micelle hydrophobe et le CMP contenant tous les glucides est libéré et passe dans le lactosérum.

Le CMP est la partie de la caséine κ qui est fortement chargée négativement et responsable des répulsions stériques et électrostatiques. La chymosine supprime cette chevelure stabilisante de la micelle (**Cayot et Lorient, 1998**).

II.2. Phase secondaire

C'est une étape d'agglomération de mécanisme encore mal connu. Lors de cette phase, les micelles déstabilisées peuvent se rapprocher et former des liens hydrophobes par intervention des ions calcium qui s'unissent à la partie chargée négativement des micelles diminuant ainsi les forces de répulsion électrostatiques auxquelles elles sont soumises ce qui favorise leur agrégation (**Holt, 1997 ; Mietton et al., 2004**).

Cette phase est observable par la formation du gel. Le démarrage de cette phase nécessite qu'au moins 85 à 90% de la caséine κ soit hydrolysée. Le CMP se détache de la caséine κ et la micelle perd son caractère hydrophile. 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 entraîner la formation du gel (**Dalgleish, 1992; Mahaut et al., 2000**).

II.3. Phase tertiaire

Les micelles agrégées subissent de profondes réorganisations par la mise en place de liaisons phosphocalciques et peut-être des ponts disulfures entre les paracaséines. Ces mécanismes survenant au cours des phase (2 et 3) sont assez complexes et encore mal connus (**Mahaut et al., 2000**).

III. Enzymes coagulant du lait

III.1. Enzymes coagulantes d'origine animale

Les enzymes coagulants d'origine animale sont des protéases gastriques. Les plus employés sont la présure (constitué principalement de chymosine), les pepsines ; bovine, porcine et de poulet. Ces protéases sont formées à partir d'un précurseur (zymogène), forme inactive, secrété par la muqueuse gastrique. **(Richter et al., 1998)**.

III.1.1. Présure

Selon la fédération internationale du lait (FIL) la dénomination « présure » est donnée l'extrait coagulant provenant des caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage **(Andrenet al., 2002)**. Elle est constituée de deux fractions actives, l'une majeure la chymosine (E.C.3.4.23.4), l'autre mineure la pepsine (E.C.3.4.23.1,2,3) **(Abbas, 2012)**.

III.1.1.1. Chymosine

La chymosine est la protéase majeure responsable d'au moins 85% de l'activité coagulante totale **(Ramet, 1997)**. Elle est synthétisée sous forme de prochymosine, activée sous l'action du suc gastrique. Elle subit alors une conversion en chymosine active.

La chymosine est une holoprotéine, de poids moléculaire voisin de 30 kDa **(Scriban, 1993)**. Elle est stable entre pH 5 et 6 ; son activité est optimale à pH voisin de 5 ; elle est inactivée à pH 7,5 et est dénaturée à pH 8. Sa température optimale d'action est voisine de 40°C. L'inactivation thermique a lieu dès 50°C, elle est totale à 61°C **(Lenoir et al, 1985 ; Scriban, 1993)**.

III.1.1.2. Pepsine

Cette enzyme est sécrétée par la caquette des ruminants. Après le sevrage, la caquette secrète beaucoup de pepsine et très peu de chymosine. La pepsine (EC 3.4.23.1) est une protéase très acide. L'optimum pour l'activité protéolytique est voisin de 2,0.

Elle est inhibée à des valeurs de pH supérieur à 6,6. Elle coupe de préférence entre 2 acides aminés hydrophobes et aromatiques.

Elle coagule le lait frais et ne doit pas être utilisé à des doses excessives car cela pourrait apporter des défauts de gout. L'emploi rationnel de la pepsine exige un abaissement de pH du lait vers 6,3 **(BEKA, 2011)**.

III.1.1.2.1. Pepsine de poulet

La pepsine de poulet est une enzyme extraite à partir des proventricules du poulet (*Gallus gallus*) considérés comme un sous-produit d'abattage. Ces organes de longueur moyenne de 3 cm, situé au-dessus du gésier recouvert d'une couche d'épithélium formé de cellules cylindriques visibles à l'œil nu. Ces cellules sont responsables de la sécrétion de pepsinogène et de l'acide chlorhydrique **(Alamareot, 1882)**.

Le pepsinogène du poulet est composé de 387 résidus d'acides aminés avec un poids moléculaire de 43000 Da. La pepsine elle, est composée de 308 résidus d'acides aminés et un poids moléculaire de 35000 Da (**Bohak, 1969**).

Le pH optimum de la pepsine du poulet est de 2,8. L'enzyme reste stable à PH 8, et devient inactive à pH 8,5. Cette stabilité est très liée à la température (**Bohak, 1969**).

La pepsine de poulet est plus protéolytique et moins stable à la chaleur que la chymosine (**Gordin et Rosenthal, 1978**).

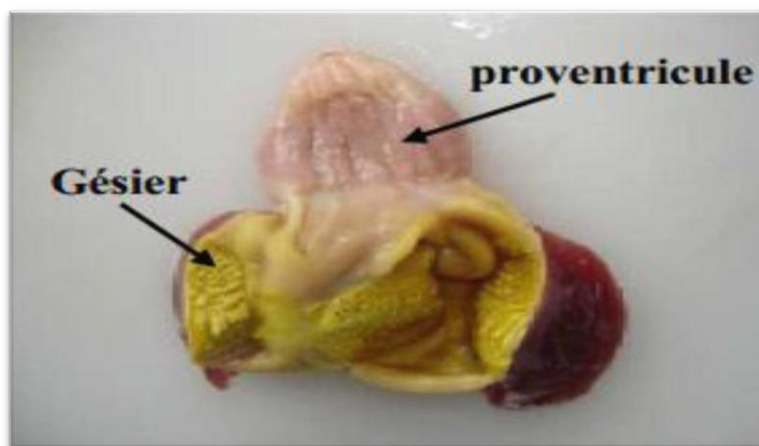


Figure 1: Complexe stomacal du poulet (**Bohak, 1969**).

III.1.1.2.2. Pepsine bovine

C'est un des constituants mineurs normaux de la présure. Elle est extraite des caillottes de bovidés adultes, et son poids moléculaire est de 33400 Da (**Aissaoui, 2016**).

L'activité coagulante de la pepsine bovine n'est pas aussi dépendante du pH que celle de la pepsine porcine, et peut coaguler le lait à des pH supérieurs à 6,9, son activité protéolytique est proche de celle de la présure (**Boughellout, 2007**).

III.1.1.2.3. Pepsine porcine

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

III.2. Enzymes coagulantes d'origine végétale

Les protéases végétales sont regroupées selon leur action catalytique en protéases à sérine, à cystéine, à aspartate et en métalloprotéases (**Bruno et al., 2006**). Les protéases ont été identifiées et étudiées chez

plusieurs familles végétales, particulièrement chez les *Asteraceae*, les *Caricaceae*, les *Moraceae*, *Asclepiadaceae*, *Apocynaceae* et *Euphorbiaceae* (Domsalla et Melzig, 2008).

Les protéases végétales les plus connues sont extraites du papayer (*Carica papaya*), figuier (*Ficus glabrata*), ananas (*Ananas comosus*), sarcocarpe de melon (*Cucumis melo*). Elles sont appliquées essentiellement dans les industries alimentaires et pharmaceutiques (la papaïne, la ficine, la bromélaïne et cucumisine). D'autres protéases extraites de chardons (*Cynara scolymus*, *Cynara cardunculus*, *Silybum marianum*) permettent la fabrication de fromages traditionnels, c'est le cas des cardosines et des cynarases (Benkahoul, 2016).

III.3. Enzymes coagulantes d'origine microbiologie

L'industrie de fermentation s'est intéressée à la production de protéases susceptibles de remplacer la présure, à partir de micro-organismes. Dans ce but, de multiples espèces de bactéries et de champignons inférieurs ont été étudiées afin de pallier la pénurie mondiale de présure (Boughellout, 2007; Libouga, 2008). De récents travaux de génie génétique ont permis de préparer une présure formée de chymosine pure, par clonage de gène sur *Escherichia coli* (Ross et al, 2000). Par ailleurs, les travaux réalisés sur plusieurs bactéries et moisissures, ont permis de sélectionner trois types de moisissures dont les propriétés Coagulantes et protéolytiques de leurs enzymes se rapprochent le plus de celles de la présure. Ces moisissures sont : *Endothia parasitica*, *Mucor meihei* et *Mucor pusillus* (Beka, 2011; Tubesha et Al-delaimy, 2003).

Chapitre III: Les fromages

I. Définition de fromage

Selon le **Codex Alimentarius, (2013)** le fromage est le produit solide ou semi-solide, frais ou affiné, dont le ratio lactosérum/caséine n'est pas supérieur à celui du lait.

La définition « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières (lait, lait partiellement ou totalement écrémé babeurre) utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la phase aqueuse (**Brulé et al., 2007**).

Les fromages sont produits par la coagulation d'un produit laitier assortie d'un égouttage. De la matière grasse d'origine laitière peut être éventuellement ajoutée. La coagulation suivie d'égouttage correspond aux méthodes traditionnelles (**Leyral, 2003**).

II. Transformation du lait en fromage :

Le fromage est obtenu par la coagulation du lait traité thermiquement (pasteurisation ou stérilisation) ou non (lait cru) (**Kongo et al., 2016**).

II.1. Coagulation du lait

La coagulation du lait est une étape décisive dans la fabrication de toutes les variétés de fromage. Il s'agit en général de la transformation du lait liquide en un gel, appelé coagulum ou caillé qui, après un certain nombre de transformations, deviendra un fromage (**El-Bendary et al., 2007; Shieh et al., 2009; Mohamed Ahmed et al., 2010**). Le processus de la coagulation est provoqué par l'action d'un coagulant (riche en chymosine), ajouté à un taux bien défini au lait de fabrication, sous des conditions de température et pH contrôlées (**Boudjenah, 2012**).

Elle correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel des caséines qui flocculent puis se soudent pour former un caillot lactique ou présure, retient selon le cas plus ou moins de matière grasse, de minéraux, d'eau et des éléments solubles, ce qui a une incidence directe sur les rendements fromagers. On peut provoquer la coagulation par acidification, par l'action d'une enzyme ou encore par l'action combinée des deux (**Vignola, 2002; Fox et al., 2004; Belitz et al., 2009**).

II.1.1. Type de coagulation

II.1.1.1. Coagulation acide

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique (pHi= 4,6) soit :

- ✓ Par acidification chimique (injection de CO₂ addition de gluconodeltalactone) (**Mahaut et al., 2000**).

- ✓ Par acidification biologique à l'aide de bactéries productrices d'acide lactique (bactéries lactiques contaminant à l'état naturel le lait ou apportées sous forme de levains) (**Mahaut et al., 2005**).

Le gel obtenu par acidification présente une bonne perméabilité mais une friabilité élevée. Le manque de structuration du réseau a pour conséquence une élasticité et une plasticité pratiquement nulle et une faible résistance aux traitements mécaniques (**Vignola, 2002 ; Jeantet et al, 2008**) (**Figure 02**).

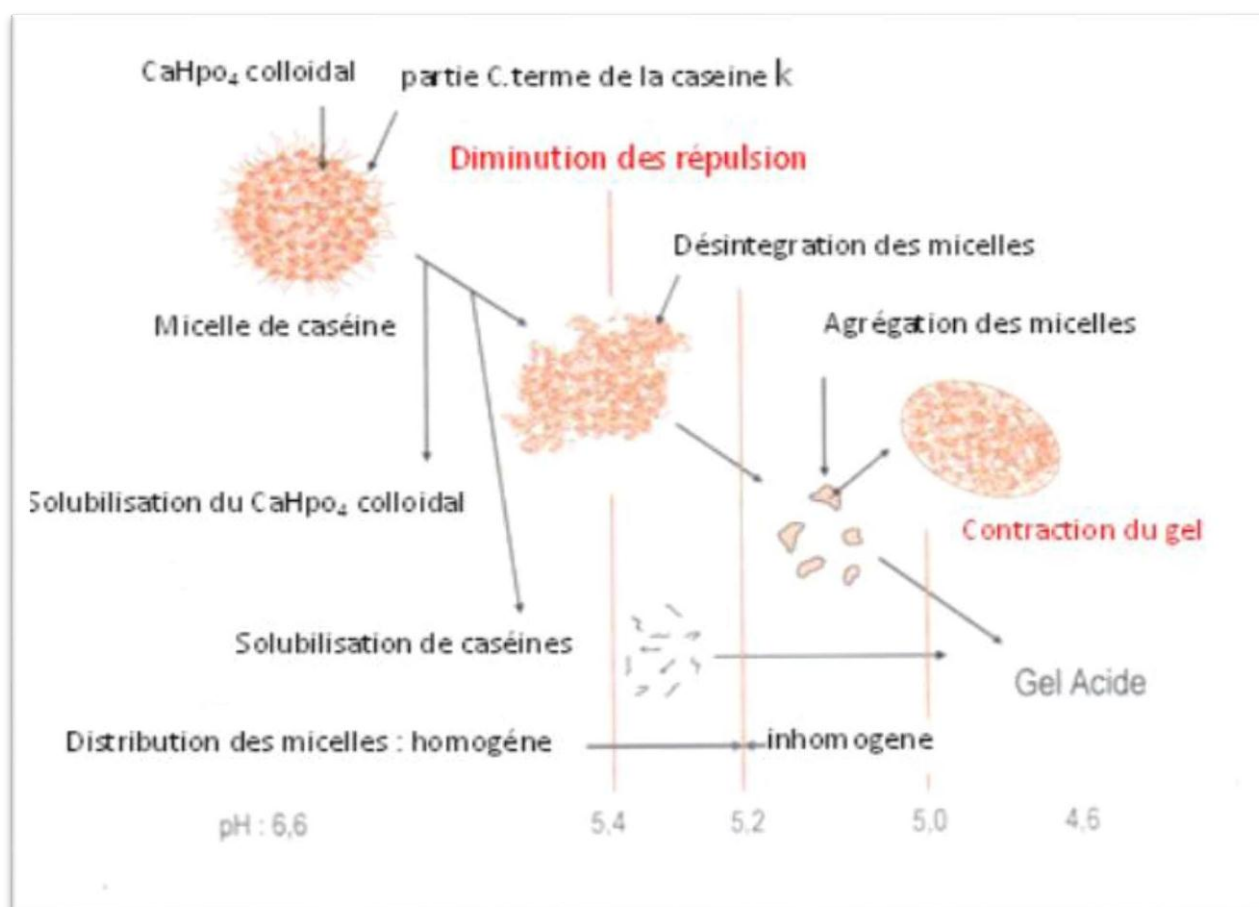


Figure 2: Modification de la structure micellaire au cours de l'acidification (**Jeantet, 2007**).

I.1.1.2. Coagulation enzymatique

La présure est utilisée pour la production de fromage depuis des milliers d'années (**Andrén, 2011; Moschopoulou, 2011**). La présure est une enzyme protéolytique utilisée pour la fabrication de fromage affinés (type cheddar, etc.) et de la caséine. Son substrat spécifique est la caséine κ qu'elle hydrolyse à une température de l'ordre de 35°C. La protéolyse conduit à une déstabilisation de caséines micellaire et libéré deux molécules, la para caséines κ et une macro peptide ou caséinoglycopeptide soluble, renfermant 20 à 30 % de glucides et une séquence de 64 acides aminés. Cette action spécifique accentuée par la présence

de ça et p est dite réaction primaire de la présure, elle est très rapide et constituée avec la réaction lente (tertiaire, non spécifique) de protéolyse générale (Vierling, 2003).

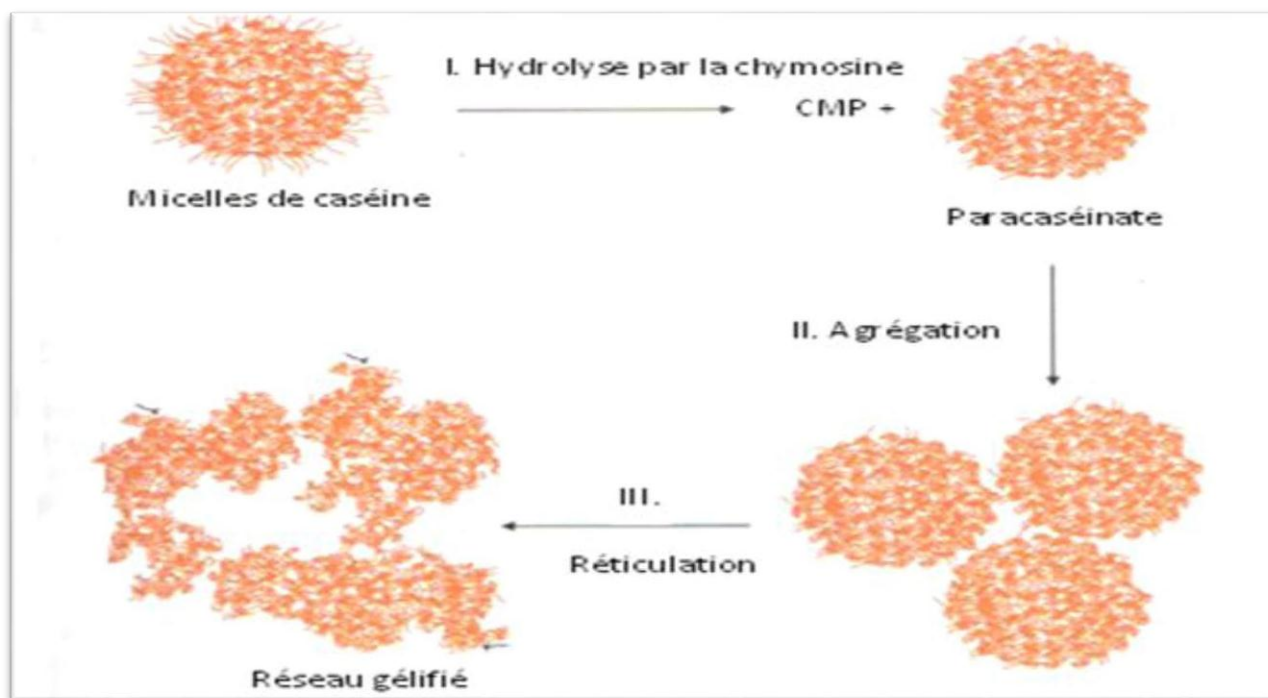


Figure 3 : Mécanisme de la coagulation du lait par la présure (Jeantet, 2007).

I.1.1.3. Coagulation mixte

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

I.2.2. Facteurs influant la coagulation du lait

I.2.2.1. Effet de la température

La coagulation dépend de la température, la température optimale de la présure est de 40-42°C. À température inférieure de 10°C il n'y a pas de coagulation du lait. La coagulation est lente à des températures supérieures à 20. De 20 à 42 la vitesse de formation de coagulant augmente progressivement, mais à des températures plus élevées le processus de coagulation est ralenti et au-dessus de 65°C il n'y a pas de coagulation l'enzyme est inactivée (Brule, 2006).

I.2.2.2. Effet du pH du lait

L'abaissement du pH du lait entraîne un temps de coagulation plus court. Cela résulte d'une part d'un effet sur l'activité de l'enzyme, dont le pH optimal d'action sur la caséine k est de 5,5, d'autre part de la diminution de la stabilité des micelles, liée à la neutralisation des charges et de la libération d'ions calcium à partir des complexes dissous et colloïdaux (**Mahaut et al., 2003**).

I.2.2.3. Effet de la teneur en ions calcium (CaCl₂)

D'après **Roupas, (2001)** l'ajout de CaCl₂ est très important dans la fabrication fromagère implique la diminution de temps de coagulation et la fermenté d'un gel est plus élevés (**Mahaut et al., 2000**). L'addition de CaCl₂ permet également de réduire le pH du lait résultant une augmentation de taux d'agrégat des protéines.

I.2.2.4. Effet de la concentration en d'enzyme :

Le temps de coagulation est inversement proportionnel à la quantité d'enzyme utilisé (**Mahaut et al., 2005**).

La formule suivante permet d'obtenir ce temps de coagulation :

$$TC = K / E + Ta$$

TC: temps de coagulation.

K : inverse de la constante de vitesse.

E : concentration en enzyme.

Ta: temps écoulé entre la fin de la réaction enzymatique et le moment de coagulation.

II.2. Egouttage

Il correspond à une élimination progressive de lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement corrélatif du gel, il conduit à l'obtention d'une masse de caillé dont l'extrait sec est plus au moins concentré et qui correspond au fromage formé (**Ramet, 1997**). Malgré son apparentes implicite, l'égouttage est un phénomène complexe dont les mécanismes ne sont pas entièrement connus, il est le résultat de deux phénomènes physiques différents (**FAO, 1995**). Les deux phénomènes physiques sont un phénomène actif, la synérèse et Un phénomène passif, L'exsudation spontanée du sérum, liée à la perméabilité du coagulum, est une des caractéristiques des gels lactiques (**Alais, 1984**).

II.3. Affinage

Enfin, afin de développer l'aspect, la texture, la composition, les saveurs et arômes du fromage final vient l'étape de l'affinage (**Kongo et al., 2016a; Mietton et al., 2018**). La durée de cette étape peut varier d'un jour à plusieurs mois, voire plusieurs années, en fonction du type de fromage et de l'affinage désiré (**Mietton et al., 2018**). D'autres facteurs sont à prendre en considération durant l'affinage, notamment la température et l'humidité de la pièce (**Ozturkoglu-Budak et al., 2017**).

III. Classification des fromages

III.1. Classification du codex alimentaires

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 1): 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 2): La deuxième classification est classée selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total.
- (Formule 3): La troisième classification les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinité du fromage.

III.2. Différents types de fromages

On peut regrouper les fromages en 03 catégories :

III.2.1. Fromage à pâte fraîche

La pâte fraîche est la base de tout fromage, et existe au début de tout processus de fabrication, avant tout fermentation et tout affinage. La pâte fraîche est faite à partir de lait et pour certains de petit-lait (lactosérum) tiré du lait entier ou écrémé comme le fromage à la crème. D'autres peuvent être enrichis de crème. Le caillage du lait est obtenu par l'ajout de culture bactérienne et de présure au lait, puis s'amorce un processus d'égouttage léger qui permet d'obtenir une pâte d'une consistance plus ferme tout en lui conservant un taux d'humidité très élevé, de 60 à 80% et une teneur en matière grasse réduite de 0.5 à 30 (**Majdi, 2009**). La pâte fraîche est d'un blanc éclatant, d'une texture molle, granuleuse ou lisse, crémeuse et veloutée selon le fromage. Elle se mélange bien à d'autres ingrédients et arômes comme les fines herbes, l'ail, des épices ou des fruits.

III.2.2. Fromage à pâte pressée

III.2.1.1. Fromages à pâte pressé non cuite

Les fromages à pâte pressé non cuite ou demi-ferme qui subissent une période d'affinage assez longue atmosphère fraîche et très humide, les fromages à pâte demi ferme (cheddar, cantal...) ont une consistance dense et une pâte de couleur jaune pâle. Ces fromages ne doivent être ni desséchés, ni trop faible, la pâte près de croûte ne doit pas être plus foncées. Ils contiennent entre 40 et 60 % d'humidité (**Anonyme, 1999**).

II.2.1.2. Fromages à pâte pressé cuite

Les fromages à pâte pressé cuite ou pâte dure, sont des fromages pour lesquels, après pressage, le caillé est chauffé à 65°C. Puis laissé à l'affinage. Le terme cuite se dit d'un fromage dont le caillé subit un chauffage au moment de son tranchage, lorsqu'il est thermisé, le lait est chauffé à environ 65°C, ce qui ne détruit qu'une partie de la flore, lorsqu'il est pasteurisé, le lait est chauffé de 72 à 85°C pendant 20 secondes maximum, puis refroidi immédiatement à 4°C. Cette procédure détruit la flore naturellement présente dans le lait, et nécessite donc un réensemencement en flore standardisée, ce qui peut avoir pour les industriels l'avantage d'obtenir un goût régulier et une texture régulière (**Majdi, 2009**).

III.2.2. Fromage à pâte molle

Les fromages à pâte molle sont définis dans la norme internationale **Codex Alimentarius (Codex Stan A-6-1978, révisé 1-1999, amendé 2001)** comme étant tous les fromages dont la teneur en eau après élimination des matières grasses est supérieure à 67 %, ils sont des fromages affinés et dont la pâte n'est ni cuite ni pressée, fabriqués à partir de lait pasteurisé ou de lait cru de caprin, de vache ou de brebis. Ces fromages ont une texture généralement crémeuse et onctueuse avec une légère élasticité dans la pâte.

Selon la conduite de l'affinage, deux types de croûte peuvent se développer sur les fromages à pâte molle permettant de diviser cette famille en deux sous familles : les pâtes molles à croûte fleurie et les pâtes molles à croûte lavée.

III.2.2.1. Fromage de pâte molle à croûte fleurie

Il se caractérise par une croûte blanche à dorée recouverte d'un duvet de moisissures blanc et feutré appelé fleur qui se développe pendant l'affinage ce qui leur donne le nom (croûte fleurie). Ces aspects duveteux de la croûte sont dû à la présence du champignon *Penicillium candidum* qui peut être pulvérisé à la surface des fromages en début d'affinage (**Pradal, 2012**).

III.2.2.2. Fromage de pâte molle à croûte lavée

Le principe de fabrication d'une pâte molle à croûte lavée est semblable à celui des pâtes molles à croûte fleurie, sauf que le caillé est coupé plus ou moins finement avant d'être mis en moule. Ce rompage facilite l'écoulement du petit lait : la pâte sera plus serrée, plus compacte mais néanmoins moelleuse, coulante ou plus ferme, selon le degré de séchage. Durant l'affinage, qui s'étend sur deux à quatre mois, le

fromage est retourné régulièrement puis brossé ou lavé à l'aide d'une saumure additionnée de bière, d'hydromel, de vin ou d'eau-de vie, ce qui contribue à l'élaboration de ses diverses caractéristiques. Il révèle des saveurs marquées ou prononcées, parfois fortes (**Anonyme, 1999**).

III.2.3. Fromage frais

Le fromage frais est un fromage non affiné qui a subi une fermentation principalement lactique et de présure. Les fromages blancs fermentés et commercialisés avec le qualificatif « frais » ou sous la dénomination « fromage frais » doivent renfermer une flore (ferments) vivante au moment de la vente au consommateur. Sous leur action, le lait se sépare en deux phases : le caillé, solide, et le lactosérum, liquide (**Syndifrais, 2011**).

III.2.3.1. Composition et valeur nutritionnel du fromage frais

Le fromage est très riche de par sa composition, en protéines, eau, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et en minéraux (**Walther et al., 2008**). Le Tableau montre la composition moyenne de fromage frais.

Tableau 5: Composition moyenne d'un fromage frais pour 100g (**Aissou, et Abbas, 2016**).

Constituants	Fromage frais
Eau (g)	80
Glucides (g)	4
Lipides (g)	7.5
Protéines (g)	8.5
Calcium (mg)	100
Sodium (mg)	40
Vitamine A(UI)	170

UI: Unité Internationale

IV. Valeurs Nutritionnelles des fromages

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

V. analyses 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'ouï, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquant des réactions plus ou moins vives d'acceptation ou de rejet.

Selon l'étude de **(Bárceñas et al., 2005)**, l'analyse sensorielle est un outil important qui permet la différenciation de fromages de différents laits et principalement ceux de l'appellation protégée. Elle peut être un moyen de classification des fromages. **(Berodier et al., 2003)** propose un guide d'évaluation des différentes perceptions liées à l'odeur et l'arôme des fromages à pâte dure et semi-dure. Il en résulte 75 descripteurs appartenant aux familles suivantes : lactique, végétale, florale, fruitée, torréfiée, animale, épicée et autres...

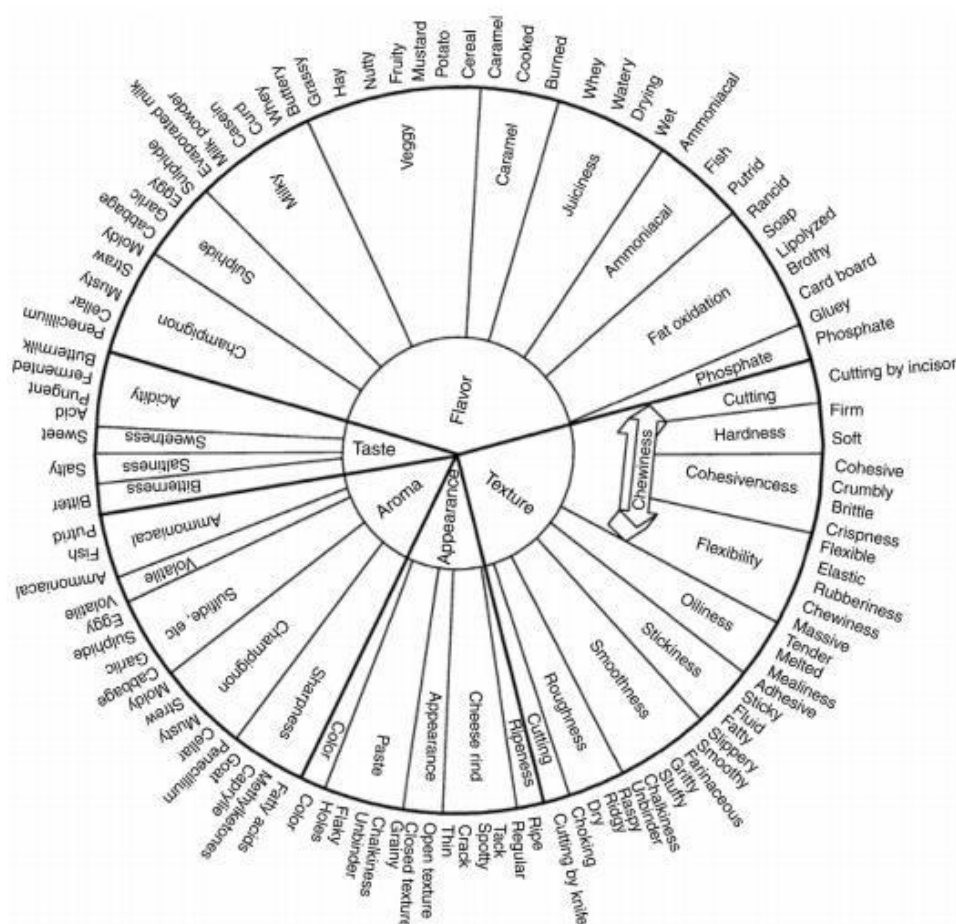


Figure 4: La roue de fromage (Ahmed, 2017).

Etude expérimentale

Matériel et méthodes

Le présent travail a été réalisé au niveau Laboratoire pédagogie de l'université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued. Ce travail a duré 03 mois La partie expérimentale se partage en deux volets, à savoir :

- **Volet biochimique** : incluse l'optimisation de la pepsine (coagulant) du lait.
- **Volet technologique** : la fabrication du fromage frais à partir du lait en mélange "Lait camelinet lait caprin" par une coagulation enzymatique" pepsine de poulet " et une coagulation mixte.

I. Matériel et méthodes

I.1. Appareillage

- Agitateur (Lab Tech).
- Bain Marie (Memmert).
- Balance (KERN).
- Balance de précision.
- Centrifugeuse (SiGmA).
- Congélateur à -10°C.
- Dessicateur (Clatronic).
- Etuve d'incubation + etuve de dessiccation (Memmert).
- Hachoir à viande.
- Lactothermodensimètre (Quevenne 15-40).
- Milco Scan (Master Pro touch).
- pH mètre (Crison, C3010).
- Réfrigérateur à + 4°C.

I.2. Petits matériels

Un certain nombre de petit matériel approprié a été également utilisé dans cette étude. Il s'agit de: bécher, burette graduée avec support, boîtes de prélèvement, capsule, compresses stériles, erlenmeyerm, éprouvette graduée cylindrique sans bec, fiole jaugée, Micro pipette (1000 µl), pipette, pipette graduée, pipette pasteur, spatule, tubes à essai stériles, tube à essai.

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

I.3.1. Produits chimiques et réactifs

- **Solvants** : la soude, acide sulfurique (H₂SO₄), Chlorure de calcium (CaCl₂), alcool isoamylique, acide lactique.
- **Réactifs** : phénolphtaléine

I.3.2. Milieux de culture

Géloses (VRBL, XLD, Hektoen, sélective "PALCAM ou OXFORD ").

Bouillon (RVS, MKTTn, Sélénite Cystine Gioliti, Cantoni, demi-Fraser).

I.4. Matériel biologique

I.4.1. Lait camelin

Le lait camelin de population SAHRAOUI d'un élevage extensive a été collecté auprès des éleveurs de la région TALBE LARBI dans wilaya d'EL OUED dans les conditions d'hygiène appropriées.

I.4.2. Lait caprine

Le lait caprin de race ARABIA d'un élevage semi extensive a été collecté auprès des éleveurs de la région HASSI KHALIFA dans wilaya d'El-OUED dans les conditions d'hygiène appropriées.

I.4.3. Lait bovine

Le lait bovin est utilisé à titre comparatif, d'un élevage semi extensive été collecté auprès des éleveurs de la région d'Oued EL-ALANDA dans wilaya d'El-OUED dans les conditions d'hygiène appropriées.

I.4.4. Substrat de BERRIDGE

Le substrat de BERRIDGE est préparé par reconstitution du lait en poudre à 12 % (m/v) dans une solution de CaCl_2 (0,01M), le lait est conservé à 4°C pendant une nuit pour assurer l'équilibre physicochimique, et la stabilité et la réhydratation des micelles d'une part. Et d'autre part pour éviter le développement microbien (**Benyahia, 2013**) (**Annexe I**).

I.4.5. Proventricules de poulet

Les proventricules sont récupérés d'un abattoir de volaille Al-hajj Al oudini situé dans la région du "hassani abdelkerim" wilaya d'el-oued. Après abattage, les proventricules sont récupérés de tubes digestifs de poulets âgés entre 45 et 50, débarrassé de la matière grasse qui l'entoure puis lavé. Les proventricules de poulet de poids variant entre 10 et 13 g sont ouverts à l'aide d'un couteau et rincés à l'eau de robinet pour éliminer les particules d'aliments adhérentes puis égouttés (**figure 6**). Ils sont ensuite réfrigérés et acheminés vers le laboratoire où ils sont immédiatement répartis en portion de 100g (10 à 13 pièces), puis congelés à -20°C jusqu'à utilisation.

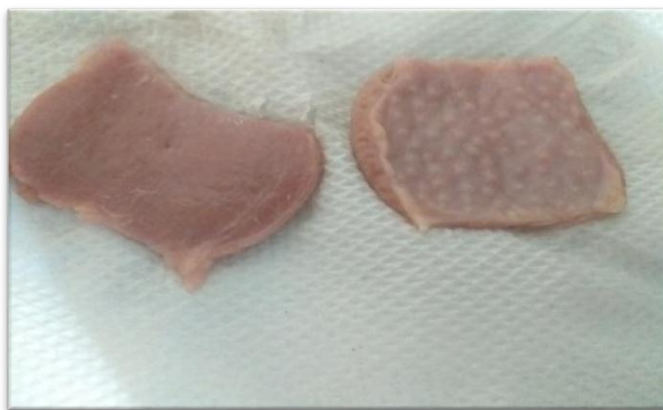


Figure 5: Proventricules de poulet (face interne et externe).

I.4.6. Présure commerciale

C'est un enzyme coagulant de référence utilisé dans notre travail d'origine fongique (aerobic mesophilic total count, coliforms, anaerobic sulphite reducing spore, anaerobic gas producing spore, yeasts, moulds, staphylococci coagulase positive, salmonella, listeria monocytogenes) de force 1/50000 Selon la fiche technique (**Annexe II**).

I.4.7. Ferments mésophiles

Culture mésophile aromatique, type LD. La culture est productrice d'arôme et de CO₂ d'origine *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*, *Leuconostoc*, *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar diacetylactis (**Annexe II**).

I.5. Matière d'enquête

Nous avons fait la réalisation de l'enquête au niveau de wilaya EL OUED, qui nous avons expliqué le questionnaire pour collecte des informations sur l'importance et la consommation du lait camelin en différentes régions suivant (TALBE EL ARBIE, BEN GHACHA, HASSI KHALIFA, KOUININE, BAYADHA, REGUIBA). Fiche d'enquête (**Annexe VI**).

II. Méthode

II.1. Collecte du lait

Le lait est tiré à partir des camélins, caprine et des bovines en bon état de santé. Il est recueilli proprement dans des bouteilles en plastique neuves et propres. Ces dernières étaient placées immédiatement dans une glacière contenant des blocs de glace. Ensuite congelés à -18 °C jusqu'à leur utilisation ultérieure.

II.2. Paramètres physico-chimiques du lait

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les trois échantillons de lait (camelin, caprine, bovin). Elles comprennent la détermination du pH, l'acidité, densité, les teneurs en matière sèche, matière grasse

(MG), lactose et les protéines. Les analyses sont réalisées en trois répétitions pour chaque échantillon (**Annexe III**).

II.2.1. Détermination du pH

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

II.2.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable exprime le nombre de grammes d'acide lactique présent dans un litre de lait. Elle consiste en une neutralisation par la soude (N/9) des composants acides du lait en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphthaléine. L'unité conventionnelle de l'acidité est le degré doronic ou 1°D représente 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (**AFNOR 1993**).

On prélève 10ml de lait et on le met dans un bécher et ajoute de deux à trois gouttes de phénophthaléine. La titration est réalisée avec du NaOH 0.1 (N/9) jusqu'à l'apparition de coloration rose pâle qui doit persister au moins 10 secondes. Le volume du NaOH est lu sur la burette.

II.2.3. Détermination de la densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20 °C et la masse du même volume d'eau (**Pointurier, 2003**). Le principe de la densité c'est le rapport entre la masse d'un volume de lait et celle d'un même volume d'eau, elle est définie comme étant la masse volumique du lait, elle est exprimée en Kg/m³, on détermine la densité du lait d'un thermo-lactodensimètre.

Remplir l'éprouvette de manière à ce que le lait déborde légèrement pour éliminer la trace de mousse, le lactodensimètre est plongé verticalement dans l'éprouvette, après sa stabilisation, on prend la température de lait dans l'éprouvette et noter la densité.

II.2.4. Détermination de la teneur en lactose, protéine et matière grasse

La détermination des teneurs en lactose, protéines et matière grasse (MG) est réalisée directement après le conditionnement du lait. Ces teneurs sont déterminées en utilisant un milko Scan qui affiche les valeurs sur son écran après avoir plongé son électrode dans un tube contenant l'échantillon de lait.

II.2.5. Détermination de l'extrait sec total (EST)

On entend par « matière sèche » du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la norme (**AFNOR, 1985**). La capsule est pesée à vide, Insérez 5 ml de lait dans une capsule sèche et placer la capsule dans un four à 103 ± 2 ° C et l'y laisse 3 heure jusqu'à la formation de

Couche sèche et blanche, Sortez la capsule du four et placez-la dans un dessiccateur et après refroidissement, pesez les capsules.

La matière sèche exprimée en grammes par litre de lait (g/l) est égale à :

$$MS = (M1 - M0) \times 100/V$$

M0 : est la masse en grammes de la capsule vide.

M1 : est la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

V : est le volume en millilitres de la prise d'essai 5ml.

II.2.6. Détermination du taux 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).

Environ 5 ml de lait ont été placés dans des creusets pré-séchés dans un four à 150 °C pendant 30 minutes, Nous pesons la masse des creusets vides M0 et la masse des creusets contenant les échantillons M1. Ils ont ensuite été placés dans un four à moufle réglé à 530 ± 20 °C durant 2 heures et refroidis à température ambiante.

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

$$[(M1 - M0) / (M2 - M0)].100$$

M0 : est la masse, en grammes, de la capsule vide préparée.

M1 : est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai.

M2 : est la masse, en grammes, de la capsule et des cendres obtenues.

II.3. Extraction d'enzyme coagulante (pepsine de poulet)

L'extraction de la pepsine est réalisée en suivant le protocole d'extraction proposé par (Bohak, 1970) qui se compose des étapes montrées sur le diagramme présenté en (figure 06).

Pour chaque extraction une portion de 100 g est décongelée à température ambiante (20 à 25°C) pendant 30 min, puis hachée dans un hachoir à viande tournant à 5000t/min pendant 10 secondes. Le tissu haché est laissé pour macération dans une solution de 3% de NaCl et 0.7% (p/v) de NaHCO₃ (p/v) à 25°C pendant 3 heures avec une agitation continue. Après macération, le mélange est filtré à travers une gaze à double couche. L'activation du pepsinogène en pepsine est obtenue par acidification (Hcl 3N) du filtrat à pH 2 pendant 15 min, suivie d'une centrifugation à 3200 tour pendant 30min permettant l'élimination du

Mucilage. L'extrait obtenu est ajusté à pH 6.4 par NaOH 3N, et conservé au réfrigérateur à 4°C jusqu'à utilisation (**Annexe IV**).

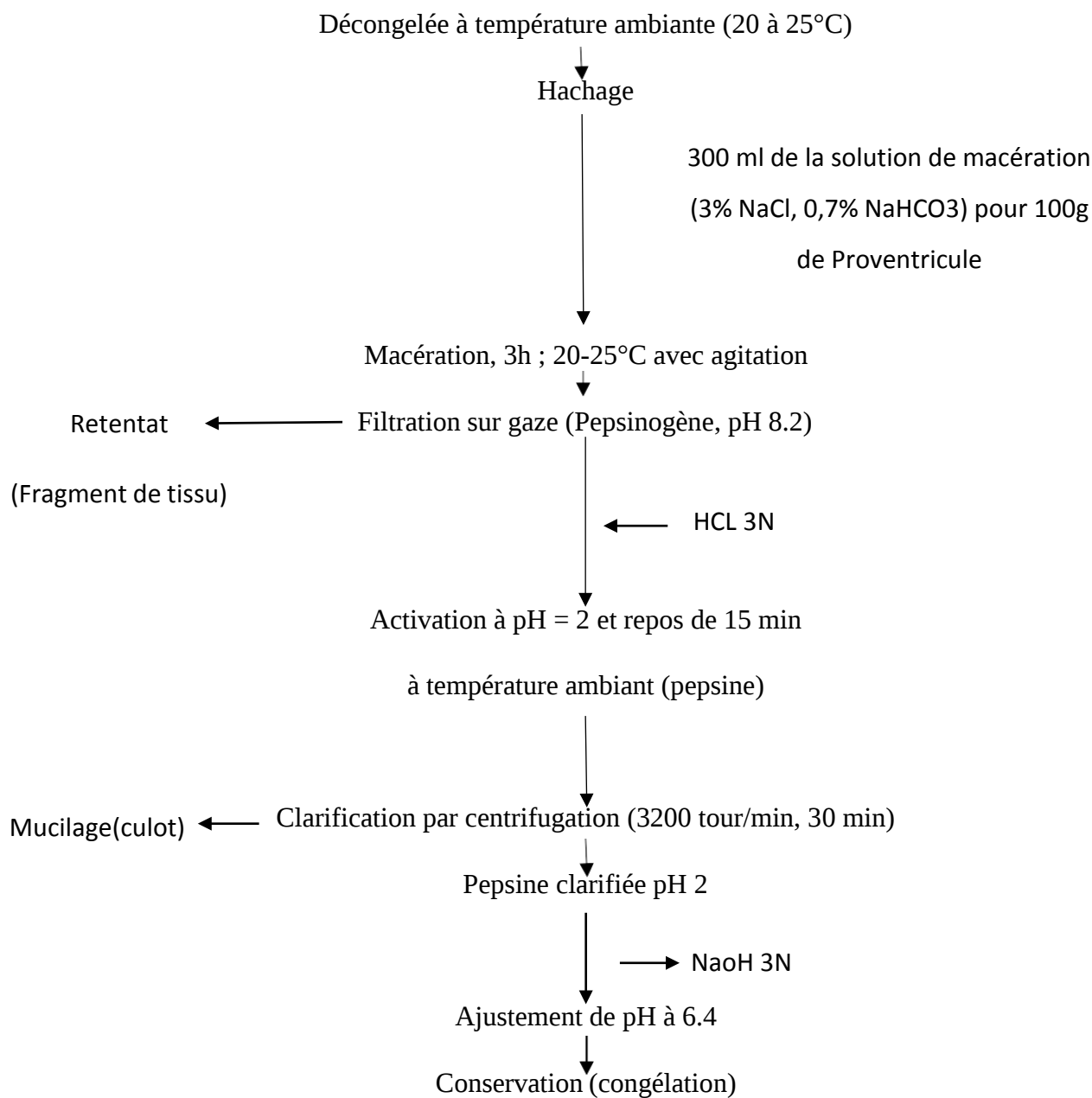


Figure 6: Diagramme d'extraction de la pepsine de poulet selon (**Bohak, 1970**).

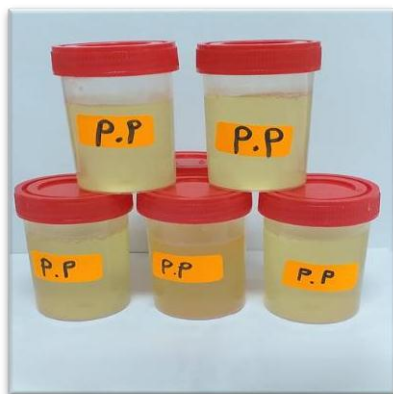


Figure 7: l'extrait clarifié de pepsine de poulet.

II.4. Caractérisation de l'extrait enzymatique

II.4.1 Détermination de l'activité coagulante (UP)

L'activité coagulante est déterminée par mesure du temps de floculation selon la méthode de **Berridge (1945)**. Le temps de floculation est l'intervalle de temps, compris entre le moment de l'emprésurage et l'apparition des premiers flocons de caséines visibles à l'œil nu.

L'unité d'activité coagulante (U.A.C) ou l'unité présure est définie par la quantité d'enzyme contenu dans 1ml, qui peut coaguler 10 ml de lait (substrat standard de Berridge: 12% p/v de lait écrémé en poudre dissout dans une solution de CaCl_2 0.01M) en 100 sec à 30°C (**Alais,1974**).

$$\text{U.A.C.} = 10.V/T. V'$$

Où

V: volume du lait

V' Volume de l'extrait enzymatique

T : temps de floculation

Un volume de 10ml de lait est versé dans un tube à essai et porté à 30°C dans un bain marie. Au temps zéro, 1 ml de la solution enzymatique est ajouté et le chronomètre déclenché. Le tube immergé est maintenu incliné, de telle sorte que le niveau de l'eau soit au-dessus de celui du lait. Il est régulièrement animé d'un mouvement rotatif autour de son axe. Le lait forme ainsi un film mince et homogène. Au moment de la floculation, des petits flocons apparaissent au sein même de ce film.

II.4.2 Détermination du 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**).

Un volume de 10ml de lait est versé dans un tube à essai maintenu à 30°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 coagulation compris entre 12 et 15 min, le temps de prise est compris entre 25 et 30 min (**FAO, 1990**) (**Annexe IV**).

II.4.3 Détermination de la force coagulante

La force coagulante (F), est exprimée en unité Soxhlet (US), elle représente le nombre de volumes du lait frais coagulé par un volume de présure, en 40 min à 35°C (**Annexe IV**).

$$F = 2400.V/T. V$$

V : volume de lait v volume de l'extrait d'enzyme dilué.

T : temps de coagulation en secondes; 2400: 40 x 60 secondes.

II.4.4 Dosage des protéines

La méthode de kjeldahl, cette méthode, qui est la méthode de référence, consiste à effectuer une minéralisation complète des molécules organiques, transformant l'azote présent en ammoniacque qui peut être dosé par différentes techniques. Présentation de la méthode Les échantillons sont minéralisés en présence d'acide sulfurique concentré et chaud (250° C). Le carbone, d'oxygène et l'hydrogène sont transformés en gaz carbonique et en vapeur d'eau, alors que l'azote reste en solution sous forme de sulfate d'ammonium. L'adjonction d'acide perchlorique ou d'eau oxygénée permet une minéralisation plus poussée (**Krameet al., 1973**).

Des catalyseurs doivent être rajoutés au milieu réactionnel (Sélénium, sels de mercure ou de cuivre, le sulfate de cuivre est le catalyseur retenu par la FIL). Les sulfates de potassium ou de fer élèvent le point d'ébullition. L'ammoniacque est obtenue par alcalinisation du milieu. Trois techniques permettent de doser cette ammoniacque. Elles nécessitent la constitution d'une courbe d'étalonnage obtenue avec des solutions de 'Concentration connue en sulfate d'ammonium.

- Le titrage

L'ammoniaque est titrée par un acide (HCl, H₂SO₄) après entraînement à la vapeur (distillation) et piégeage dans une solution d'acide para-hydroxybenzoïque ou d'acide borique (**Urban, 1971**). La diffusion, technique selon laquelle l'ammoniaque se propage dans la solution piégeant placée dans un container, a aussi été utilisée (**Lin et Randolph, 1978**). L'ammoniaque augmente le pH de la solution et la quantité d'HCl rajoutée pour revenir au pH initial, détectée par l'utilisation d'un indicateur coloré, est proportionnelle à la quantité d'ammoniaque. Le titrage est une méthode manuelle. Il peut être partiellement (**Lin et Randolph, 1978**) ou totalement automatisé.

- Expression des résultats :

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

II.4.5. Activité spécifique

L'activité spécifique et exprimer 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**).

III. Optimisation de l'activité enzymatique par la méthode surface de réponse

Les plans de surface représentent un ensemble de techniques de planification d'expériences qui permettent de mieux comprendre et d'optimiser des réponses (**Jin et al., 2014**). La méthodologie des surfaces de réponse est souvent utilisée pour mettre au point des modèles une fois déterminés les facteurs les plus importants influençant la réponse étudiée. Une équation décrivant une surface de réponse se différencie de l'équation d'un plan factoriel par l'ajout de termes quadratiques qui permettent de modéliser une courbure dans la réponse (**Rabier 2007 ; Abu Amr et al., 2014**).

La méthode des surfaces de réponses passe par trois étapes : la construction du plan expérimental, la modélisation de la réponse et les représentations graphiques. On peut avoir une bonne approximation de cette relation par un polynôme de second degré qui permet de décrire les phénomènes étudiés (**Ghanbari, 2014**).

Il existe deux principaux types de plans de surface : les plans composites centrales et les plans de Box-Behnken (**Goupy et Creighton, 2006, Myers et al., 2009**).

III.1. Plans d'expériences (Présentation des plans composites centrales)

Le plan composite centrale (CCD) est le plan de surface de réponse le plus utilisé (**Rabier 2007 ; Ghafari et al., 2009**). Ils se prêtent bien au déroulement séquentiel d'une étude. La première partie de l'étude est un plan factoriel complet ou fractionnaire complété par des points au centre pour vérifier la validité du modèle (termes du premier degré et termes d'interactions). Si les tests de validation sont positifs (la réponse mesurée au centre du domaine est statistiquement égale à la réponse calculée au même point),

L'étude s'achève le plus souvent, mais s'ils sont négatifs, on entreprend des essais supplémentaires pour établir un modèle du second degré. 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* (Goupy et Creighton, 2006 ; Montgomery 2013 ; Farrokhi *et al.*, 2015).

Les plans composites présentent donc trois parties (Figure 08) :

- 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. Le nombre total n d'essais à réaliser est la somme des essais du plan factoriel (n_f), des essais du plan en étoile (n_α) et des essais au centre (n_0). Le nombre n des essais d'un plan composite est donné par la relation (Thuy et Lim, 2011): $n = n_f + n_\alpha + n_0$.

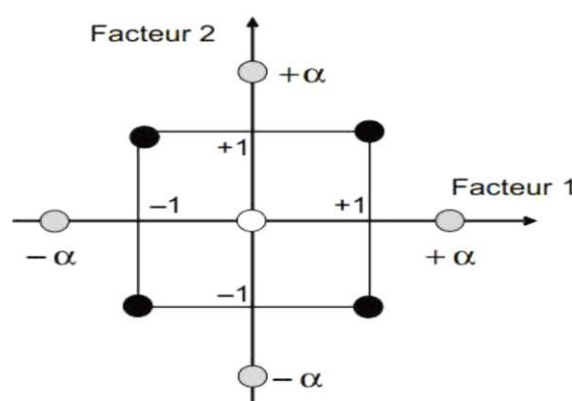


Figure 8 : Plan composite pour l'étude de deux facteurs. Les points factoriels sont en noirs, les points en étoile sont en gris clair, les points centraux sont en blanc (Goupy et Creighton, 2006).

Dans ces plans d'expression de travail ont présenté les points minimaux et maximum de deux facteurs pH et T des floculation-coagulation et chaque facteur varie sur 5 niveaux ont été réalisées. Le degré de température et le pH, varient de 30 à 45 C°, et 5 à 6,7 respectivement. Ces valeurs sont également choisies en nous basant sur des recherches. Le plan est exécuté et les résultats des essais sont rassemblés dans le **Tableau (6)**.

Tableau 6 : facteur, 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'expérience à donner 13 essais des floculation -coagulation qui permis de déterminer les relations polynomiales quadratiques entre les variables d'entrée : valeur codé (a) et (b) et la réponse de sortie est valeur non codé pH et température. Le **Tableau (7)** rassemble les résultats des essais du plan composite centré (CCD).

Tableau 7 : Matrice d'expérience du plan composite orthogonale 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

III.2. Modélisation de réponse

Ce modèle inclut les effets linéaires, les effets d'interaction et les effets quadratiques des facteurs (Equation I.1). Il peut s'écrire de la manière suivante :

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j=i+1}^k \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \varepsilon \quad (I. 1)$$

Où Y représente la fonction de réponse, β_0 est la constante polynomiale qui exprime l'effet moyen général, β_i , β_{ii} et β_{ij} sont les coefficients des effets linéaires, quadratiques et interaction respectivement, x_i et x_j représentent les variables codées indépendantes et ε le terme d'erreur (**Chattoraj et al., 2014 ; Ghoshet al., 2014**). Une fois la modélisation effectuée, il faut valider les modèles obtenus. Pour cela, des paramètres statistiques (ANOVA) sont à considérer tel que : le coefficient de détermination R^2 , la valeur de P.

Finalement, des expériences de confirmations ont été effectuées en trois exemplaires en utilisant les résultats optimisés numériquement pour valider les modèles trouvés. Dans le but d'évaluer la précision des modèles, les résultats expérimentaux observés ont été comparés avec ceux prédits par le modèle (**Lessoued, 2018**).

III.2.1. Construction des graphies (graphique de contour)

Les graphiques sont avant tout un outil d'aide à l'interprétation des résultats mais, ils permettent également de manière plus communicative lors d'une réunion de tirer plus rapidement des conclusions et ainsi d'orienter la poursuite d'une étude (**karam 2004 ; Smaouiet al., 2016**). Un des avantages des plans d'expériences est la présentation des résultats sous forme graphique.

Un graphique de contour affiche une vue en deux dimensions de la surface, où les points ayant la même réponse sont reliés pour produire des lignes de contour de réponses constantes. Les graphiques de contour permettent d'établir les valeurs de réponses et les conditions d'exploitation souhaitables (**Smaoui et al., 2016**).

III.3. Traitement statistique

Il s'agit d'une étape de l'analyse statistique de la variance (ANOVA) des résultats consistant à modéliser les réponses et à valider les modèles obtenus, Cela se fait grâce à l'utilisation du logiciel Minitab 18 (Minitab Inc., State College, Pennsylvanie).

IV. Fabrication du fromage frais à coagulation enzymatique

L'essai de fabrication du fromage frais, elle vise à préparer pour l'enzyme et la présure trois formulations selon les conditions optimales de la coagulation enzymatique suivantes :

✓ La pepsine de poulet

Formulation 1(FP 50/50) : 50% lait caprin et 50 % lait camelin (conditions optimales de la coagulation enzymatique : $\text{pH} = 5.03$ / $T = 30\text{ C}^\circ$).

Formulation 2(FP 75/25) : 75% lait caprin et 25 % lait camelin (conditions optimales de la coagulation enzymatique : $\text{pH} = 5$ / $T = 30\text{ C}^\circ$).

Formulation 3(FP 25/75) : 25% lait caprin et 75% lait camelin (conditions optimales de la coagulation enzymatique : $\text{pH} = 5.54$ / $T = 38.60\text{ C}^\circ$).

✓ La présure commerciale

Formulation 1(FP 50/50) : 50% lait caprin et 50 % lait camelin (conditions optimales de la coagulation enzymatique : $\text{pH} = 6.31$ / $T = 38.84\text{ C}^\circ$).

Formulation 2(FP 75/25) : 75% lait caprin et 25 % lait camelin (conditions optimales de la coagulation enzymatique : $\text{pH} = 6.11$ / $T = 36.06\text{ C}^\circ$).

Formulation 3(FP 25/75) : 25% lait caprin et 75% lait camelin (conditions optimales de la coagulation enzymatique : $\text{pH} = 5.66$ / $T = 40.54\text{ C}^\circ$).

Les étapes de la fabrication du fromage frais sont représentées dans le diagramme ci-dessous (**Figure 09**).

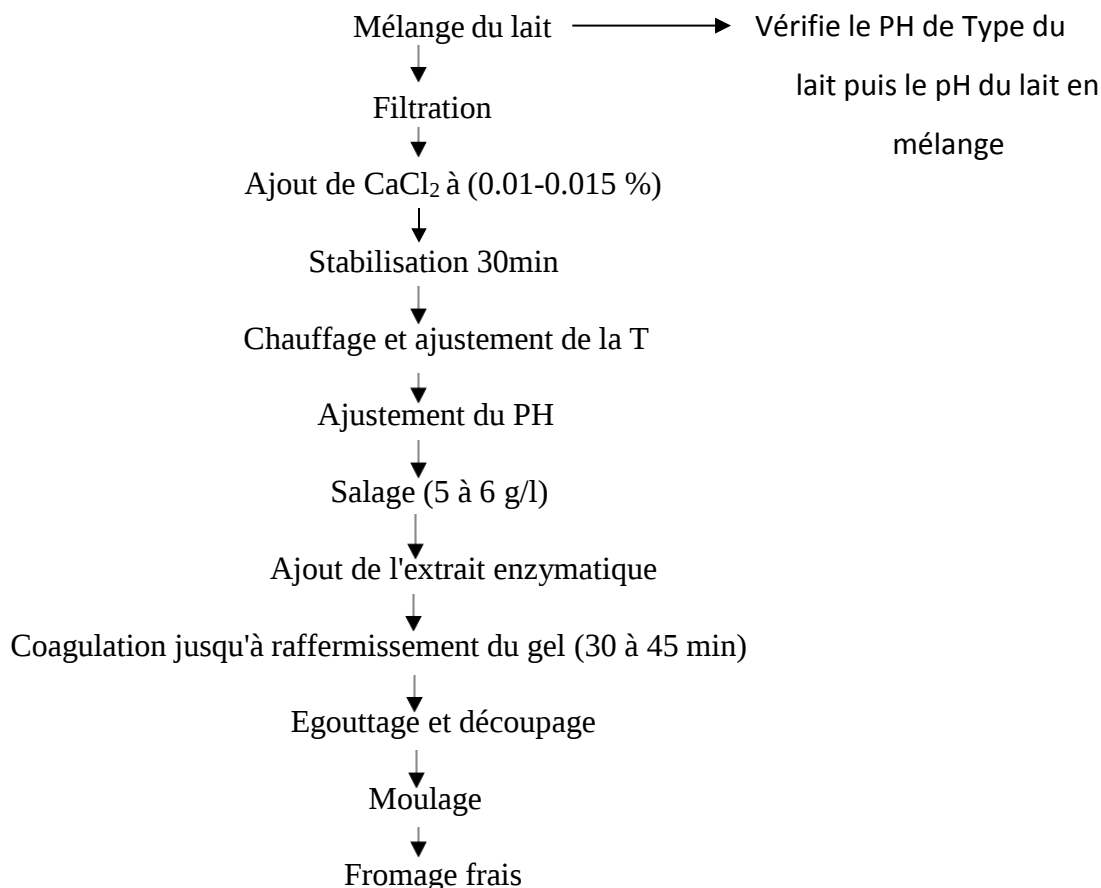


Figure 9: Les étapes de la fabrication du fromage frais.

IV.1. Caractérisation physico-chimique du fromage

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

IV.1.1. Détermination de PH

Le pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'il donne sur la richesse du produit analysé en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (**Mathieu, 1998**). 5g du fromage et 30 ml d'eau distillé récemment bouillie et refroidie à 20 C ont été introduits dans une fiole conique, le mélange a été bien agité puis laissé au repos pendant 20min. Le pH a été déterminé en utilisant un pH-mètre (**Amariglin, 1986**).

IV.1.2. Détermination de l'acidité titrable

250ml d'eau distillée stérile est chauffé à une température de 45°C sont ajoutés à 10 g de fromage. Le mélange est bien homogénéisé, puis 10 ml de cette suspension est titré par la soude N/9, en présence de phénolphthaléine. La phénolphthaléine indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pâle), Le résultat est exprimé en degré Doronic par gramme de fromage (°D/g) (**AFNOR, 1986**).

IV.1.3. Détermination de la matière sèche

C'est une dessiccation par évaporation de 2g de fromage frais à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 3h. Puis le peser après être refroidi (AFNOR, 1993).

IV.1.4. Rendement fromager

Le rendement fromager (Rf) représente le pourcentage du poids total du fromage (kg) par rapport au poids initial du lait (kg) (Libouga et al., 2006). Il est calculé comme suit : $\text{Rf (\%)} = (\text{poids du fromage} / \text{poids du lait}) \times 100$.

IV.2. Analyses microbiologiques du fromage

Nous avons pris les fromages fabriqués à la laboratoire d'analyse et de contrôle (FATILAB), pour faire l'analyse microbiologique (Annexe V).

Recherche d'*Escherichia coli*

Mode opératoire (JORA, N°75. 2017).

Ensemencement et incubation

Prendre une boîte de Pétri stérile. À l'aide d'une pipette stérile, transférer dans la boîte de Pétri 1 ml de l'échantillon pour essai si le produit est liquide ou 1 ml de la suspension mère dans le cas d'autres produits. Prendre une autre boîte de Pétri stérile. Transférer dans la boîte, à l'aide, d'une nouvelle pipette stérile, 1 ml de la première dilution décimale de l'échantillon pour essai si le produit est liquide ou 1 ml de la première dilution décimale de la suspension mère dans le cas d'autres produits.

Recommencer ces opérations avec les dilutions qui suivent, à l'aide d'une nouvelle pipette stérile pour chaque dilution décimale.

Couler dans chaque boîte de Pétri environ 15 ml du milieu gélosé à la bile, au rouge neutre, au cristal violet et au lactose refroidi au bain d'eau à une température comprise entre 44°C et 47°C .

Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser le mélange se solidifier en posant les boîtes de Pétri sur une surface froide et horizontale.

Après solidification du mélange, ajouter une couche d'environ 5 ml de milieu VRBL. Refroidi comme décrit en, afin d'empêcher l'étalement des colonies.

Laisser la seconde couche se solidifier. Retourner les boîtes ainsi préparées (couvercle en dessous) et les incuber dans l'étuve réglée à $44^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durant $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

Lecture

E.coli se présentent sous forme des colonies caractéristiques sont violacées, d'un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm et parfois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile.

Recherche de *Staphylococcus* à coagulase positive**Mode opératoire (JORA, N°68.2014)****Ensemencement**

En surface d'un milieu gélosé sélectif coulé dans deux séries de boîtes, avec une quantité déterminée de l'échantillon pour essai si le produit à examiner est liquide, ou 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.

Incubation de ces boîtes à 35° C ou à 37° C (la température est indiquée dans le bulletin d'analyse) en anaérobiose et examen après 24 h et 48 h.

Calcul du nombre de staphylocoques à coagulase positive par millilitre ou par gramme d'échantillon, à partir du nombre de colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques obtenues dans les boîtes retenues aux niveaux de dilution donnant un résultat significatif, et confirmées par un résultat positif de l'essai de la coagulase.

Recherche de *Salmonella***Mode opératoire (JORA N°44, 2017)**

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

Pré enrichissement

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

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 striés à la surface de deux milieux sélectifs solides coulés de préférence dans des boîtes de Pétri. Utiliser la gélose la gélose

XL D, la gélose Hékoen. Retourner les boîtes à l'étuve 37° C pendant dix-huit à vingt heures. Si le développement est insuffisant poursuivre l'incubation.

Lecture

Les salmonelles se présentent sous forme des colonies bleues vertes au centre noir sur gélose Hékoen, et rouge à centre noir sur gélose XLD. Après lecture ; les colonies suspectes obtenues ont subi des tests confirmatifs suivants :

Test à l'oxydase, le Test à l'ONPG et la coloration de Gram.

Recherche de *listeria monocytogene*

Mode d'opérateur (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 fraîchement 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.

V. Fabrication du fromage frais à coagulation mixte

Selon les critères sensoriels personnelle ont conclue que la formule 2 est la meilleure pour la fabrication de fromage frais à coagulation mixte. Par l'action de chaque de l'enzyme pepsine de poulet et la présure commerciale avec acidification à l'aide de ferments mésophile (**Annexe II**). Les étapes de la fabrication sont représentées dans le diagramme ci-dessous (**Figure10**).

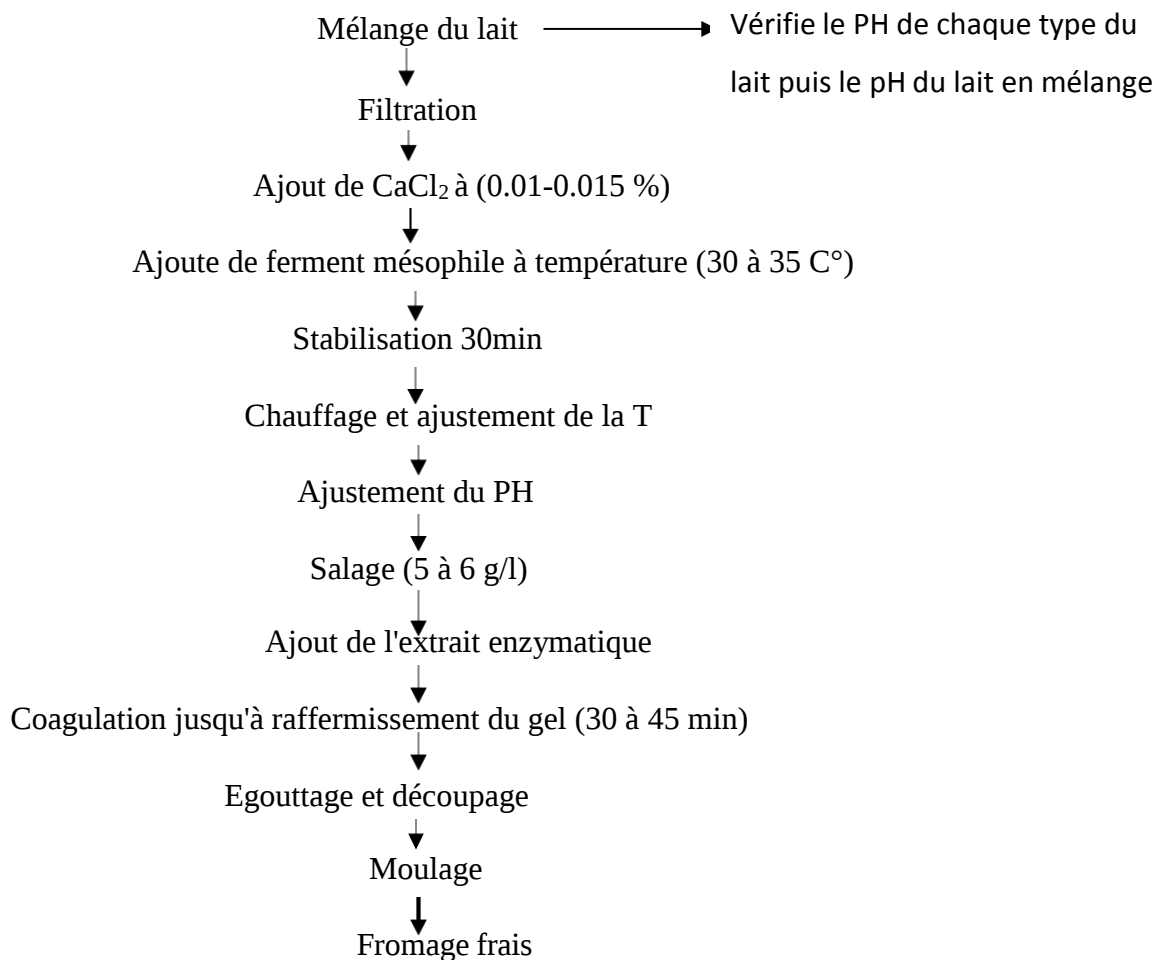


Figure 10: Diagramme de fabrication du fromage frais à coagulation mixte.

VI. Analyse du profil sensoriel des fromages frais fabriquées à coagulation mixte

L'objectif de l'analyse consiste à donner une description sensorielle du fromage frais de lait camelin 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 arôme.

-gout.

✓ Constitution du jury

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

✓ Mode opératoire (Berodier et al., 2003)

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

Résultat et discussion

A pour objet principale vise la recherche des conditions optimales de la coagulation du lait en mélange par l'utilisation de la méthode de surface de réponse et fabrication de fromage frais à base du lait en mélange (lait camelin et lait caprin) des trois formulations par la pepsine de poulet.

I. Consommation lait camelin dans la région d'El oued

Le but de cette recherche était de recueillir un maximum d'informations sur l'importance et la consommation du lait camelin dans les différentes régions d'El Oued (TALBE EL ARBIE, BEN GHACHA, HASSI KHALIFA, KOUININE, BAYADHA, REGUIBA). Dans cette partie, nous avons mis toutes les réponses obtenues à partir du questionnaire qui présente ci-dessous.

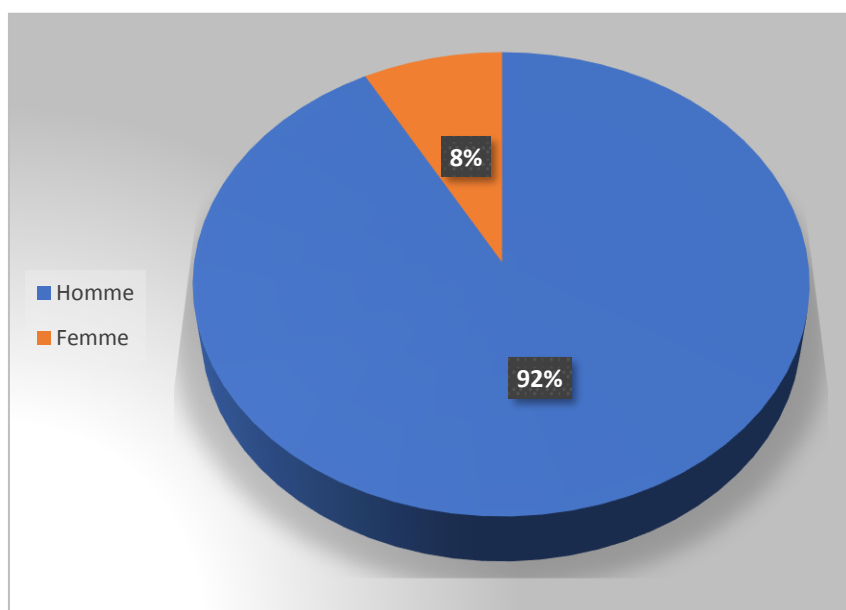


Figure 11 : La fréquence de consommation de lait camelin par sexe.

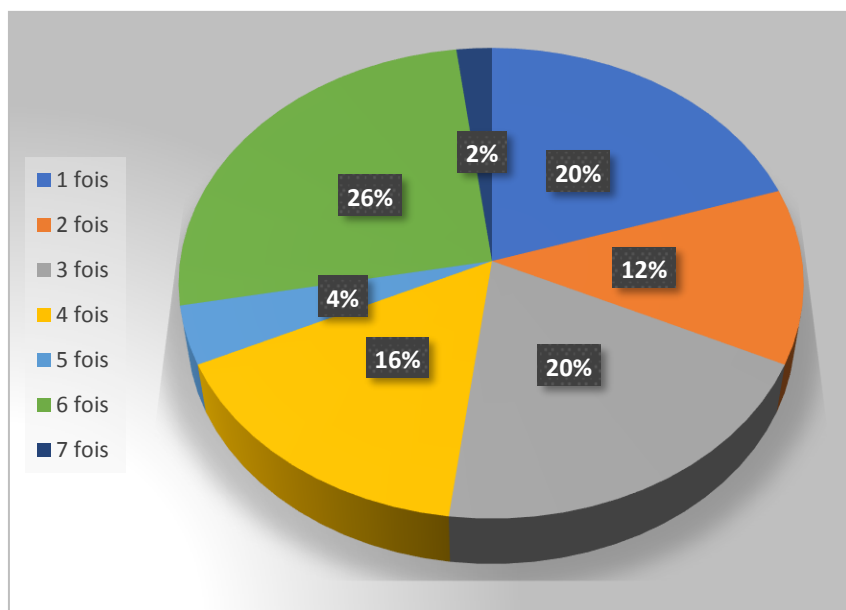


Figure 12: Fréquence de consommation de lait camelin par jour.

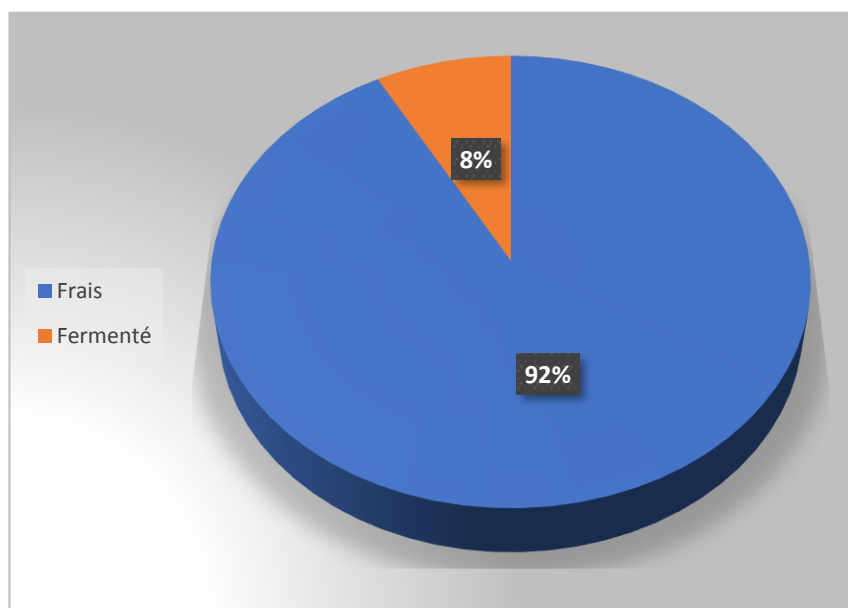


Figure 13 : Fréquence de consommation de lait camelin (frais ou fermenté).

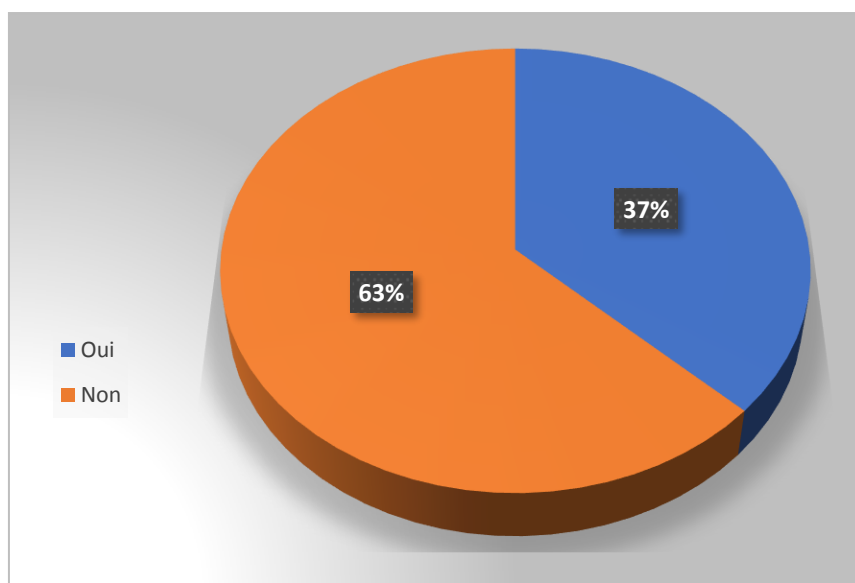


Figure 14 : Fréquence de consommation de lait camelin traditionnellement ferment.

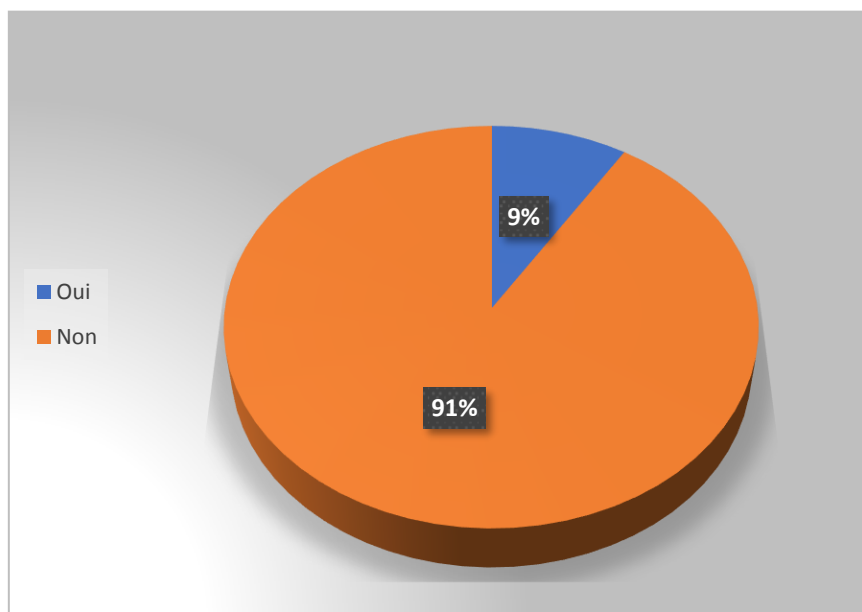


Figure 15 : Fréquence de fabrication de fromage à base de lait camelin.

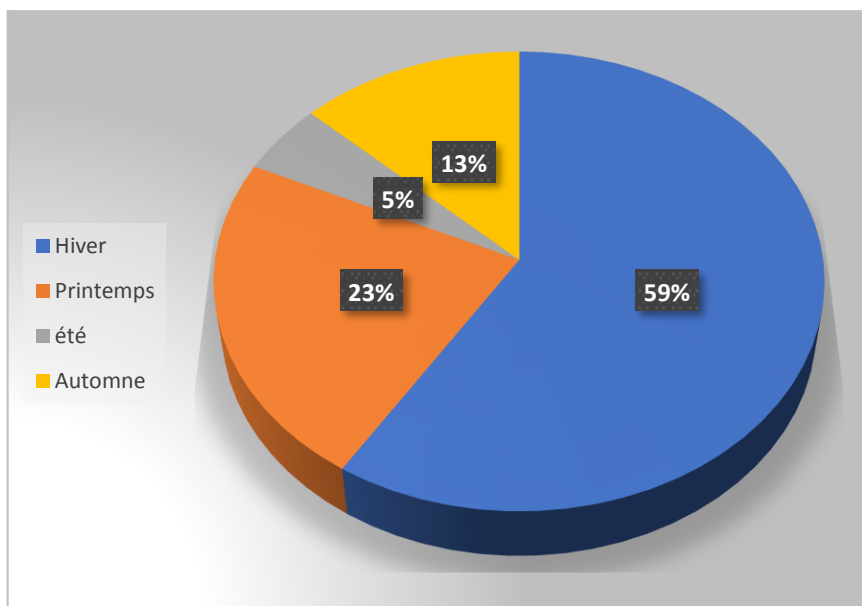


Figure 16 : Fréquence de consommation de lait camelin par saison.

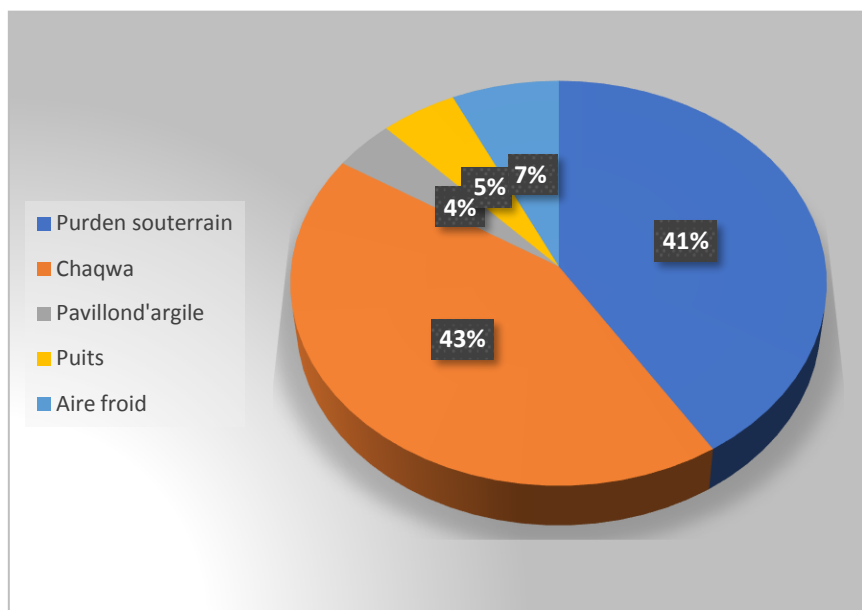


Figure 17 : Fréquence de conservation de lait camelin frais par méthode.

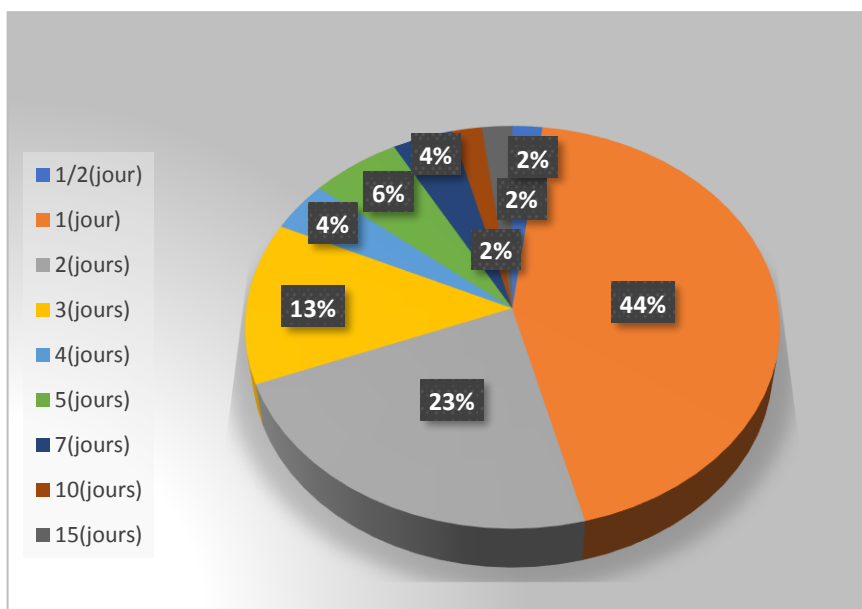


Figure 18 : Fréquence de conservation de lait camelin frais par saison d'hiver.

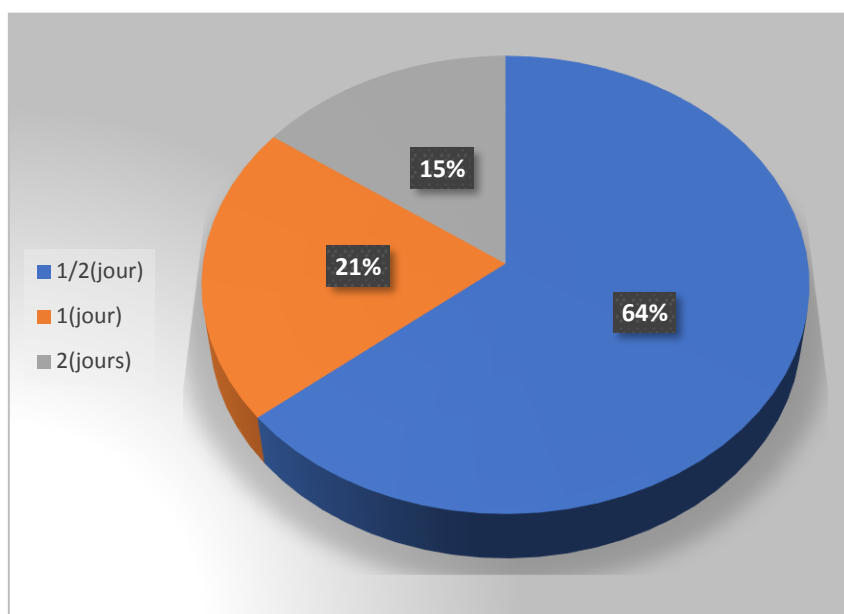


Figure 19 : Fréquence de conservation de lait camelin frais par saison d'été.

II. Caractérisation physico-chimique du lait (matière première)

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons du lait (camelin, caprin et bovin). Sont présentées dans le Tableau suivant.

Tableau8 : Résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons de lait (camelin, caprin et bovin).

	Lait camelin	Bibliographie	Lait caprin	Norme (FAO, AFNOR)	Lait bovin (standard)	Norme (FAO, AFNOR)
PH	6.75	6.2	6.45	6,3-6,7	6,71	6,5-6,7
L'acidité (°D)	20±0,00	18	23.33±0.57	14-18	13± 0,00	16-18
Densité	1.028	1.023	1.031	1.027-1.035	1.028	1.025-1.038
Lactose %	5,36±0,05	4,8	5,56±0,15	/	5,5±0,00	/
Protéine %	3,56±0,05	3,5	3,7±0,1	3,5	3,6±0,00	3,5
Matière grasse %	3,3±0,00	2,9	3,9±0,6	2,85-3,25	1,63±0,05	2,85-3,45
Matière sèche %	12	14	22	13,6-14	20,10	12,8
Cendres g/l	7,16±1,66	7,28	9,08± 0,79	7,7	5,15±2,07	6

pH

Les valeurs du pH du lait camelin (6,75) et proche de pH du lait bovin (6,71), et les deux sont supérieur au pH du lait bovine (6,71). La valeur du pH du lait caprin est égale de celle rapportée en **(FAO, 1990)** qui a enregistré un pH égal à (6,45-6,70), et pour le lait camelin est très élevée à celle enregistré par le **(Al haj Omar et al., 2010)** (6,35), et rapproché avec **(Chethouna, 2011)** qui égal à (6,62).

Ces variations du pH sont dues probablement au type d'alimentation, car le pH dépend de la nature des fourrages ingérés par l'animal et de la disponibilité en eau **(Arroum et al., 2016)**.

L'acidité

Nous avons remarqué que les laits crus camelin et caprin sont plus acides que le lait bovin, ils présentent une acidité doronic de l'ordre de ($20 \pm 0,00^{\circ}\text{D}$) et ($23,33 \pm 0,57^{\circ}\text{D}$) respectivement pour le lait camelin et caprin, et le lait bovin présent une acidité de l'ordre de ($13 \pm 0,00^{\circ}\text{D}$) ; l'acidité de lait caprin est élevée à la norme de **(FOA, 1995)** (14 à 18°D). Le lait camelin paraît plus acide par rapport au résultat de **(Chethouna, 2011)** qui est de (18°D) pour le lait camelin. Pour le lait caprin **(Boumendjel et al., 2017)** et **(Arroum et al., 2016)** ont rapporté les résultats (20°D) et ($17,71^{\circ}\text{D}$) respectivement sont inférieurs à celle de nous.

L'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait et ne peut résulter que d'un développement conséquent de la flore lactique influencée par le jeu combine de l'augmentation de la température ainsi que de la durée de conservation de lait **(Boumendjel et al., 2017)**

Densité :

La densité du lait camelin est identique à celle du bovin ($1,028 \pm 0,0 \text{ g/l}$) et peu supérieure à celle obtenu à partir calait caprin (1,031g/l). Le résultat du lait caprin est en accord avec celui qui est mentionné par le **(FAO, 1990)** (1,027 à 1,035g/l). Et aussi de celle rapportée en **(Al haj Omar et al., 2010)** (1,026-1,035g/l), et peu faible pour **(Boumendjel et al., 2017)** (1,027 g/l) pour le lait camelin.

La densité dépend directement de la teneur en matière sèche et liée fortement à la fréquence d'abreuvement **(Siboukeur, 2007 ; Kamoun, 2011; Bachtarzi et al., 2015)**. Ce qui explique la variabilité des valeurs entre les différents échantillons de laits analysés et entre celles citées dans la littérature. Elle dépend aussi, de la température et du régime alimentaire de l'animal **(Labioui et al., 2009 ; Debouz et al., 2014)**, **(Wangoh, 1997)** a rapporté que la densité et l'acidité semblent dépendre de la race et du type d'élevage.

Lactose

La teneur moyenne en lactose du lait camelin (5,36%) faible par rapport au lait caprin (5,56%) et ce dernier est proche avec le lait bovin (5,5%). Le lait caprin a une teneur en lactose élevée à celle montrée pour le **(Dhartiben et al., 2016)** (4,16%) aussi pour **(FAO, 2013)** (4, 4%). Et faible pour lait camelin de celle rapportée en **(Al haj Omar et al., 2010)** (3,5%).

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

Protéine

La teneur en protéines du les 3 laits "caprin (5,56%), lait bovin (5,5%), camelin (5,36%)" Rapprochées. Le lait caprin a une teneur proche à celle montrée par **(FAO, 1995)** (3.7%), et la teneur du lait camelin est en accord avec **(Al haj Omar et al., 2010)** (3%-3,9%), et faible pour **(Siddig s et al., 2016)** (4,83%).

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

Matière grasse

Les taux de matière grasse obtenus par la méthode de butyromètre du lait camelin et caprin sont égaux à (3,3%) et (3,9%) respectivement. Ces valeurs paraissent largement supérieures comparativement à celle du lait bovin (1,63%). Le résultat obtenu montre que le lait caprin est riche en matière grasse, cette dernière est ce supérieur du celle **(FAO, 1995)** (2,85%-3,25%). Et lait camelin est en accord avec **(Al haj Omar et al., 2010)** (2,9%-5,4%), et en valeur égaux (3,2%) reportée par **(Abbas et al., 2013)**.

Les lipides sont les composants du lait les plus variables quantitativement et qualitativement, ils dépendent de la race, le rang de la traite, qui influe sur le taux de la matière grasse **(Debouz A et al., 2014)**.

Matière sèche

La matière sèche dans le lait camelin est de (12±0,0%) largement diminué que celle du lait bovin (20,10%), alors que le lait caprin présente une valeur plus élevée (22%) par rapport au lait bovin.

On remarque que le lait caprin a un taux largement inférieur qu'à celui rapporté par (FOA, 1995) (13,6-14 g/l) et par (Dhartiben et al., 2016) ($12,76 \pm 0,29\%$). Autres auteurs tel que (Seddig et al., 2016) qui enregistre une valeur plus proche (12,69%) pour le lait camelin.

La teneur en matière sèche du lait varie en fonction du stade de lactation. Ainsi, elle diminue durant le mois suivant le vêlage, puis augmente suite à l'accroissement de taux de matière grasse et azotée (Debouz et al., 2014).

Cendre

Le valeur moyenne de cendre pour lait camelin (7,16g/l) plus faible par rapport le lait caprin (9,8g/l) et le deux largement supérieur à lait bovin (5,15g/l). Pour le lait caprin on enregistre une augmentation de taux de cendre par rapport à la norme (FOA, 1995) qui est 7,7 g/l, aussi en valeur élevée par rapport à celle obtenue par (Bhattarai, 2012) (8,2 g/l) et (Getaneh, 2016) (8,5 g/l). La valeur de la cendre du lait camelin est similaire à celle de (Siboukeur, 2007) (7.28 g/l) et élevée par rapport à celle de (Alloui-Lombarkia et al., 2007) ($6,79 \pm 1,48$ g/l).

La composition minérale du lait camelin est fort variable, elle dépend de l'alimentation et de l'état de déshydratation (Alloui-Lombarkia O et al., 2007).

III. Caractérisation de l'extrait enzymatique (pepsine de poulet)

L'extrait clarifié pepsine de poulet, est obtenu selon le protocole proposé par BOHAK (1970), (macération de 100g de proventricules de poulet dans 300 ml d'une solution saline de 30g/l de NaCl et 7g/l de NaHCO_3). Caractérisé par un pH égale à 6,4 de couleur jaune.

Tableau 9 : Les principales caractéristiques de l'extrait enzymatique.

Paramètres	Pepsine de poulet	Présure commerciale
Activité coagulant (UP/ml)	$3,54 \pm 0,52$	$2,96 \pm 2,93$
Force coagulante UAC	1/2192,60	1/50000
Teneur en protéine (mg/ml)	18	15
Activité spécifique (UP/mg)	0,196	0,197
Temps de coagulation (s)		
Lait camelin	$41,36 \pm 2,58$	$96 \pm 3,43$
Lait caprin	$31,75 \pm 0,27$	$12,64 \pm 8,42$
Lait bovin	$75 \pm 1,15$	$89 \pm 0,1$

Activité coagulante

Les résultats de mesure de l'activité coagulante, exprimée par le nombre d'unité de présure (UP) a permis l'obtention d'un temps de floculation, qui est représenté dans **Tableau (09)**.

L'extrait enzymatique purifié obtenu à partir de la proventricule de poulet a permis l'obtention d'un temps de floculation de 28,84 seconde sur substrat de Berridge. Ce temps nous a permis de calculer l'activité coagulante, égale à 3,54 UP qui est supérieur à l'activité de présure commerciale estimée à 2,96 UP.

Nos résultats sont proche à (teneur en protéine) par un valeur 3.06 UP, et très faibles de ceux apportés par **(Siar, 2014)** évaluée 18,61 UP et aussi par **(Adoui, 2007)** qui de 15,08 UP, alors que **(Boughellout, 2007)** enregistre une valeur proche 2,42 UP.

Force de coagulante

La force coaguler de l'extrait enzymatique de pepsine de poulet est de 1/2192,60 UAC, cette force inférieure de présure microbienne par 1/50000 UAC, aussi celle rapporté par **(Adoui, 2007)** par valeur 1/2579 UAC, au contraire **(Siar, 2014)** qui estimé un valeur largement supérieur 1/6041,64 UAC, est une très faible force à partir du **(Amimour, 2019)** 1/1638 UAC.

Ces différences des résultats sont dues selon l'âge du poulet, le type d'alimentation ainsi, d'autres solutions de macération ainsi que les conditions d'extraction **(Amimour, 2019)**.

Teneur en protéine

Les résultats obtenus ont révélé qu'il y a une différence significative entre la pepsine de poulet et le présure microbienne, les résultats de teneur en protéine des deux extraits enzymatiques, montrent que la pepsine de poulet est 18mg/ml élevée que celle de la présure microbienne est 15 mg/ml. Cette valeur est faiblement inférieure de celle obtenue par **(Benyahia, 2013)** qui rapporte une teneur en protéines de 35,40mg/ml, et aussi **(Amimour, 2019)** par 28,62 mg/ml pour d'extrait brut de pepsine de poulet.

L'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 résultats sont presque similaires entre là l'enzyme de pepsine de poulet et le présure commerciale élevée (0,196) (0,195) respectivement.

L'activité spécifique de l'extrait enzymatique de pepsine de poulet est largement supérieure à **(Amimour, 2019)** qui rapportée 0,10.

III. Optimisation des paramètre (pH et température) de floculation par le méthode surface de réponse

Le modèle choisis détermine quels termes sont ajustés et s'il est possible ou non de modéliser des aspects linéaires ou curvilignes de la surface de réponse. Si l'on in plus n'importe quel terme de second ordre (carrés ou interactions), il devient possible de modéliser des données curvilignes. On peut choisir, dans le Minitab, un type de modèle dans la boîte de dialogue Termes de façon à ce que Minitab ajuste un certain ensemble de termes (**karam 2004; Kumar et Bishnoi, 2015**). On peut ajouter ou supprimer des termes dans chacun de ces ensembles afin d'indiquer le modèle exact souhaité

III.1. Modalisation statistique de floculation de lait

Tableau 10: Réponse de temps de floculation des trois formulations avec la pepsine de poulet

Valeur non codées			Réponse de temps de floculation (s)					
Essai	PH	T	F1 (50%LC/50%LD)		F2 (75%LC/50%LD)		F3 (25%LC/75%LD)	
			PP	PL	PP	PL	PP	PL
1	5,85	42	2,6±0,39	2,83	2,76±0,32	2,44	2,34±0,23	2,33
2	5,58	36	3,37±0,37	2,47	3,33±0,50	2,54	3,46±0,39	2,91
3	6,451	31,75 7	3,12±0,88	2,95	2,33±0,44	3,12	2,62±0,33	2,66
4	6,451	40,24 2	3,89±0,29	3,06	2,89±0,57	3,40	2,39±0,51	2,95
5	5,85	36	3,15±0,35	2,81	2,91±0,31	2,87	3,45±0,03	2,83
6	5,248	40,24 2	3,06±0,58	2,49	2,39±0,57	2,50	2,32±0,33	2,90
7	5,85	36	3,15±0,14	3,34	2,46±0,02	1,85	3,14±0,49	4,39
8	6,70	36	3,30±0,22	2,58	2,84±0,12	2,36	2,86±0,24	2,56
9	5,85	36	2,97±0,60	2,90	2,72±0,13	2,18	3,39±0,11	2,10
10	5,85	30	2,38±0,40	3,78	1,60±0,28	2,69	2,19±0,11	2,15
11	5	36	3,58±0,27	2,58	2,30±0,04	2,05	3,89±0,73	1,80
12	5,85	36	3,10±0,34	3,30	3,58±0,01	3,09	3,31±0,42	3,90
13	5,248	31	3,63±0,20	2,74	1,75±0,40	4,08	2,18±0,55	4,58

F1 : formulation 50% lait caprin /50%lait camelin.

F2 : formulation 75% lait caprin/25% lait camelin.

F3 : formulation 25% lait caprin/ 75% lait camelin.

PP : pepsine de poulet.

PL : présure commerciale.

III. 1.1. Analyse statistique des résultats de floculation du F1

Module: Le modèle de régression est significatif ($P=0,023 < 0,05$) pour l'enzyme pepsine de poulet, et le présure commerciale ($P=0,013 < 0,05$). Donc, il peut expliquer la variation dans la réponse (**Tableau 11**).

Effets linéaires: Les effets linéaires ne sont pas significatifs pour le pH et la T sur la floculation pour la pepsine de poulet ($P=0,194$), mais il existe avec la présure commerciale ($P=0,029$).

Effets au carré: Les termes au carré sont utilisés pour évaluer s'il existe ou non une courbure dans la surface de réponse. La valeur de P de 0,007 pour la pepsine de poulet, et 0,012 pour la présure commerciale à les effets au carré est inférieure à 0,05.

-Il y a un effet quadratique significatif, les valeurs P $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0,023, 0,013 respectivement. C'est la preuve d'un effet quadratique significatif de pH et T sur la floculation pour la pepsine de poulet.

-Les valeurs P $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0,231, 0,006 respectivement. Il y a un effet quadratique significatif seulement de température sur la floculation pour la présure commerciale.

Effets des interactions: La valeur de P de la pepsine de poulet et le présure commerciale pour l'interaction $pH \cdot \text{température}$ est 0,416, 0,117 respectivement supérieure à 0,05. Il n'existe pas donc un effet d'interaction significatif sur la floculation. En d'autres termes, l'effet du pH sur la floculation ne dépend pas du degré de température (**Tableau 11**).

Les graphiques de contour et digrammes de surface :

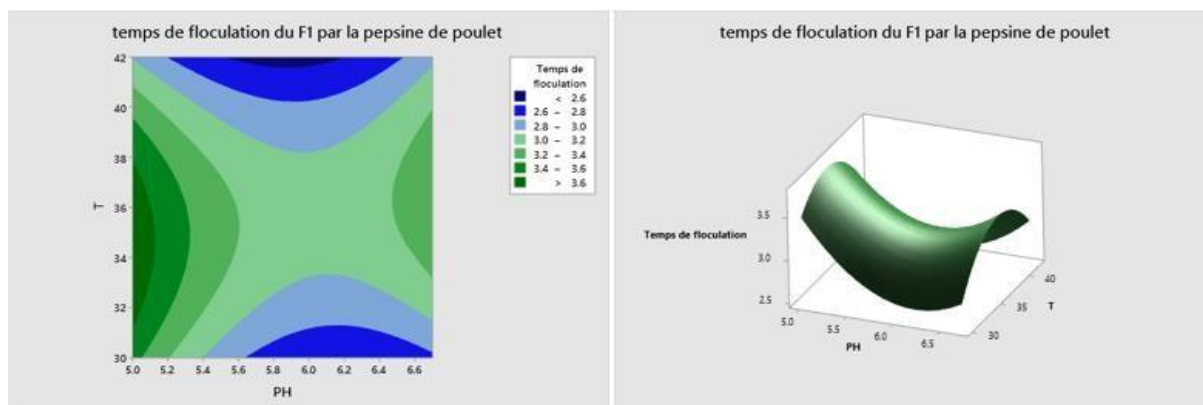


Figure 20: Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F1 par la pepsine de poulet.

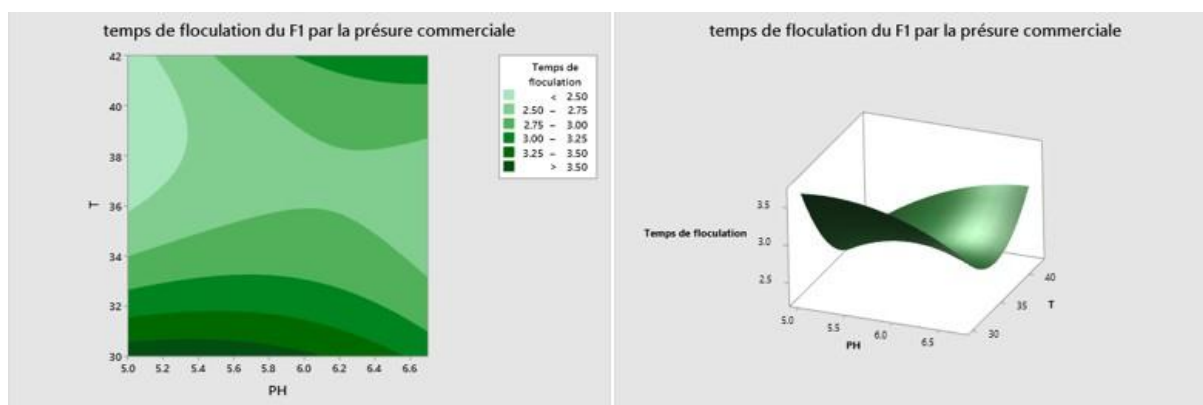


Figure 21: Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F1 par la présure commerciale.

III.1.2. Analyse statistique des résultats de floculation du F2

Module: Le modèle de régression est significatif ($P = 0,033 < 0,05$) pour l'enzyme pepsine de poulet, et le présure commerciale ($P = 0,042 < 0,05$). Donc, il peut expliquer la variation dans la réponse (**Tableau 11**).

Effets linéaires: Il y a un effet linéaire sont significatifs pour le pH et la T sur la floculation pour la pepsine de poulet ($P = 0,011$), mais il n'existe pas à le présure commerciale ($P = 0,913$).

Effets au carré: La valeur de P de 0,383 pour la pepsine de poulet, et 0,062 pour la présure commerciale à les effets au carré est supérieur à 0,05.

-Les valeurs P $pH \times pH$ et $T \times T$ sont de 0,222, 0,449 respectivement. Il n'existe pas un effet quadratique significatif de pH et T sur la floculation pour la pepsine de poulet.

-Les valeur P $pH \times pH$ et $T \times T$ sont de 0,385, 0,024 respectivement. Il y a un effet quadratique significatif seulement de température sur la floculation pour la présure commerciale.

Effets des interactions:

-La valeur P de 0,141 pour l'interaction $pH \times$ température est supérieure à 0,05. Il n'existe pas donc un effet d'interaction significatif sur la floculation par la pepsine de poulet.

-le valeur P de 0,009 pour l'interaction $pH \times$ température est inférieur à 0,05. Il existe un effet d'interaction significatif sur la floculation par la présure commerciale.

Les graphiques de contour et digrammes de surface :

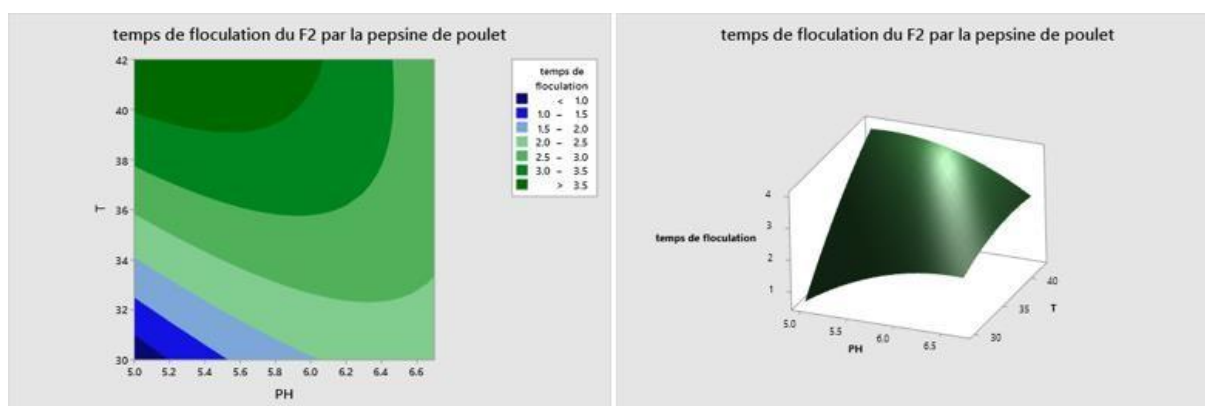


Figure 22: Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F2 par la pepsine de poulet.

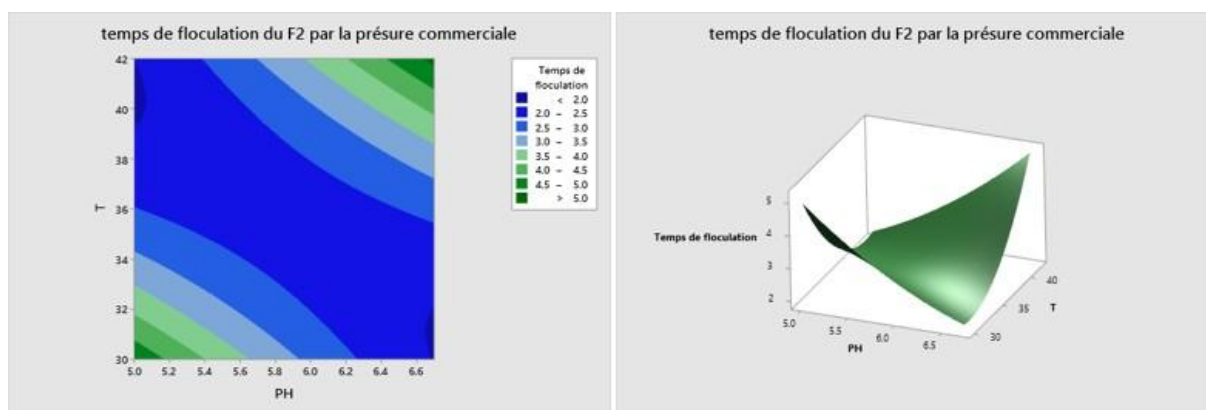


Figure 23: Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F2 par la présure commerciale.

III.1.3. Analyse statistique des résultats floculation du F3

Module: Le modèle de régression est significatif ($P = 0.007 < 0.05$) pour l'enzyme pepsine de poulet, et le présure commerciale ($P = 0.036 < 0.05$). Donc, il peut expliquer la variation dans la réponse (**Tableau 11**).

Effets linéaires: Il y a un effet linéaire sont significatifs pour le pH et la T sur la floculation pour la pepsine de poulet ($P = 0.006$), mais il n'existe pas à le présure commerciale ($P = 0.209$).

Effets au carré: La valeur de ($P = 0.101 > 0.05$) pour la pepsine de poulet, et ($P = 0.062 > 0.05$) pour la présure commerciale à les effets au carré est supérieur à 0,05.

-Les valeurs P $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0.222, 0.045 respectivement. Il existe un effet quadratique significatif de température sur la floculation pour la pepsine de poulet.

-Les valeur P $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0.006, 0.069 respectivement. Il y a un effet quadratique significatif de pH sur la floculation pour la présure commerciale.

Effets des interactions:

-La valeur P de 0.011 pour l'interaction $pH \cdot \text{température}$ est inférieur à 0,05. Il existe donc un effet d'interaction significatif sur la floculation par la pepsine de poulet.

-le valeur P de 0.319 pour l'interaction $pH \cdot \text{température}$ est supérieur à 0.05. Il n'existe pas un effet d'interaction significatif sur la floculation par la présure commerciale.

Les graphiques de contour et digrammes de surface:

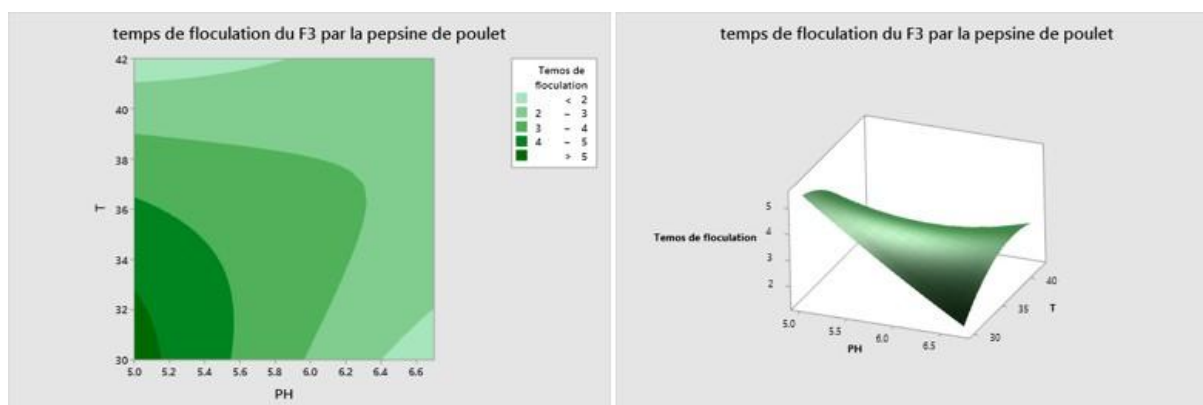


Figure 24: Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F3 par la pepsine de poulet.

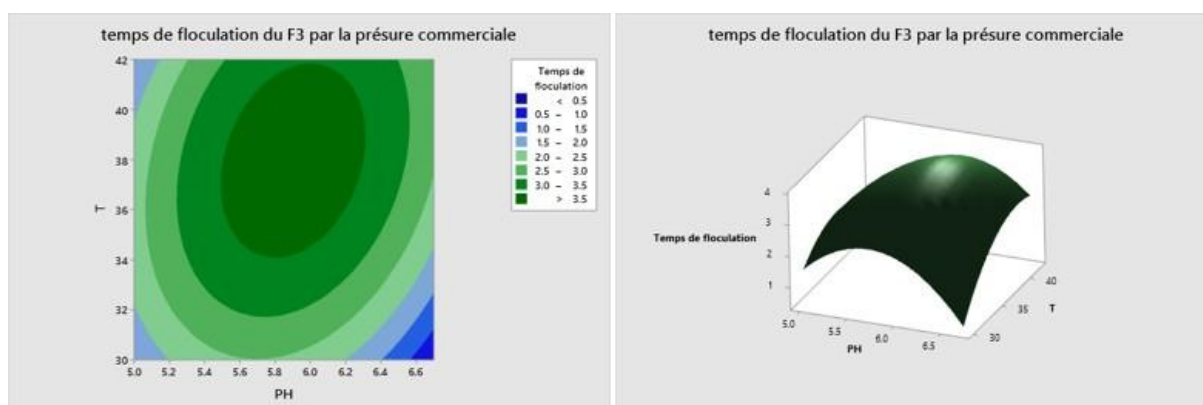


Figure 25: Graphique de contour et digramme de surface du temps de floculation du F3 par la présure commerciale.

Tableau11 : Analyse de variance du modèle quadratique complet de floculation des trois formulation

Enzyme	Coefficient de R ²	Valeur de P		
		P1 (50%LC/50%LD)	P2 (75%LC/50%LD)	P3 (25%LC/75%LD)
Pp	Module	0.023	0.033	0.007
	linéaires	0.194	0.011	0.006
	pH	0.101	0.813	0.009
	T	0.455	0.004	0.013
	Carré	0.007	0.383	0.101
	pH*pH	0.023	0.222	0.706
	T*T	0.013	0.449	0.045
	Interaction à 2 facteurs	0.416	0.141	0.011
	pH*T	0.416	0.141	0.011
PL	Module	0.013	0.042	0.036
	linéaires	0.029	0.913	0.209
	pH	0.405	0.778	0.963
	T	0.012	0.762	0.087
	Carré	0.012	0.062	0.012
	pH*pH	0.231	0.385	0.006
	T*T	0.006	0.024	0.069
	Interaction à 2 facteurs	0.117	0.009	0.319
	pH*T	0.117	0.009	0.319

Le but de trouver l'équation de régression polynomiale optimale pour le modèle (après d'exclure les termes non significatifs de l'effet linéaire ou carré ou interactive), Ces résultats sont résumés dans les **Tableaux 12**.

Tableau12 : Régression équation de réponse de floculation des trois formulations

Floculation	Formulation	Enzyme	R ² (%)	Equation de régression	D
	F1 (50%LC/50%LD)	PP	79.47	14.7 + 0.606 PH*PH - 0.01386 T*T	0.883899
		PL	82.75	28.5 + 0.75 PH - 1.515 T + 0.01504 T*T	1
	F2 (75%LC/50%LD)	PP	77.21	-62.5 + 12.18 PH + 1.498 T	1
		PL	75.27	112.8 + 0.02605 T*T + 0.3000 PH*T	1
	F3 (25%LC/75%LD)	PP	85.66	46.2 - 12.07 PH - 0.177 T - 0.02017 T*T + 0.2600 PH*T	1
		PL	76.62	-74.7 - 1.995 PH*PH - 0.0223 T*T	1

D: désirabilité

R²: coefficient de régression

IV. Optimisation des paramètre (pH et température) de coagulation par le méthode surface de réponse

Le modèle choisis détermine quels termes sont ajustés et s'il est possible ou non de modéliser des aspects linéaires ou curvilignes de la surface de réponse. Si l'on in plus n'importe quel terme de second ordre (carrés ou interactions), il devient possible de modéliser des données curvilignes. On peut choisir, dans le Minitab, un type de modèle dans la boîte de dialogue Termes de façon à ce que Minitab ajuste un certain ensemble de termes (**karam 2004; Kumar et Bishnoi, 2015**). On peut ajouter ou supprimer des termes dans chacun de ces ensembles afin d'indiquer le modèle exact souhaité.

IV.1. Modalisation statistique de coagulation de lait

Tableau13 : Réponse de temps de coagulation des trois formulations avec la pepsine de poulet

Valeur non codés			Réponse de temps de coagulation					
Essa i	PH	T	F1 (50%LC/50%LD)		F2 (75%LC/50%LD)		F3 (25%LC/75%LD)	
			PP	PL	PP	PL	PP	PL
1	5.85	42	12,34±1.96	20.36	10.97±1.62	7.05	17.07±1.87	8.92
2	5.85	36	22,11±1.55	12.31	13.85±3.16	7.38	30.11±0.44	8.95
3	6.451	31.757	69,12±3.34	18.50	72.95±4.42	14.62	132.66±6.9 6	16.62
4	6.451	40.242	33,58±1.47	7.24	23.81±3.09	7.67	56.85±2.34	9.05
5	5.85	36	21,42±1.63	9.39	15.27±1.13	9.98	30.18±1.13	9.14
6	5.248	40.242	8,58±1.08	8.29	9.87±1.51	6.98	16.31±1.23	83.25
7	5.85	36	26,64±0.44	8.79	13.56±2.26	9.50	33.01±1.52	8.18
8	6.70	36	85.83±4.67	13.85	61.98±3.53	8.31	139.39±4.2 8	14.78
9	5.85	36	22.77±1.79	10.50	13.19±1.92	8.87	29.91±2.39	9.87
10	5.85	30	10.93±0.58	9.69	8.91±0.77	12.86	16.29±2.86	10.75
11	5	36	21.75±0.73	106.03	20.84±2.11	6.59	34.18±1.03	22.55
12	5.85	36	24.09±1.31	7.78	14.38±1.66	6.97	29.21±2.56	12.96
13	5,248	31.75	26.64±0.69	14.14	22.40±3.13	7.05	44.55±4.34	22.23

F1 : formulation 50% lait caprin /50%lait camelin.

F2 : formulation 75% lait caprin/25% lait camelin.

F3 : formulation 25% lait caprin/ 75% lait camelin.

PP : pepsine de poulet.

PL : présure commerciale.

IV.1.1. Analyse statistique des résultats de coagulation du F1

Module: Le modèle de régression est significatif ($P=0,000 < 0,05$) pour l'enzyme pepsine de poulet, et la présure commerciale. Donc, il peut expliquer la variation dans la réponse (**Tableau 14**).

Effets linéaires: Les effets linéaires sont significatifs pour le pH et la température sur la coagulation par la pepsine de poulet ($P=0,000$), il existe un effet de pH ($P=0,000$), au contraire pour la température ($P=0,696$) de la présure commerciale.

Effets au carré: La valeur de P de 0,000 pour les effets au carré est inférieure à 0,05 pour la pepsine de poulet et la présure commerciale.

-Il y a un effet quadratique significatif, les valeurs P $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0,000, 0,045 respectivement. C'est la preuve d'un effet quadratique significatif de pH et température sur la coagulation pour la pepsine de poulet.

-Les valeurs P $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0,000, 0,318 respectivement. Il y a un effet quadratique significatif de pH sur la coagulation pour la présure commerciale.

Effets des interactions: La valeur de P de la pepsine de poulet et la présure commerciale pour l'interaction $pH \cdot \text{température}$ est 0,005, 0,002 respectivement inférieure à 0,05. Il existe donc un effet d'interaction significatif, l'effet du pH sur la floculation dépend du degré de température.

Les Graphiques de contour et diagrammes de surface :

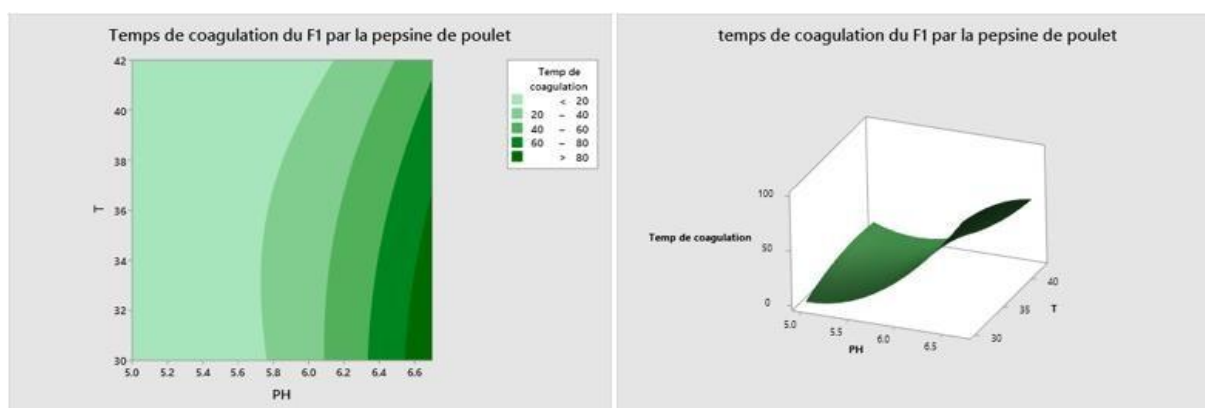


Figure 26: Graphique de contour et diagramme de surface du temps de coagulation du F1 par la pepsine de poulet.

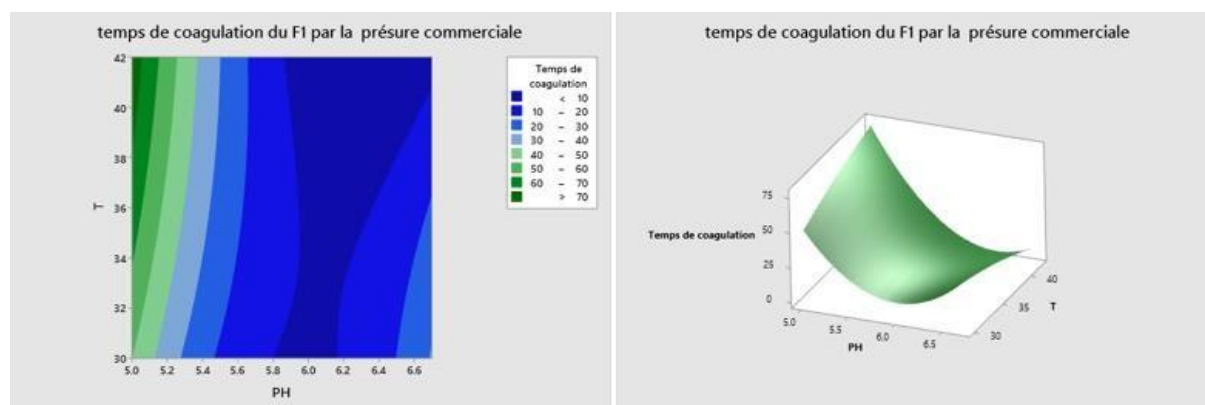


Figure 27: Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F1 par la présure commerciale.

IV.1.2. Analyse statistique des résultats de coagulation du F2

Module: Le modèle de régression est significatif ($P = 0.000 < 0,05$) pour l'enzyme pepsine de poulet, et le présure commerciale ($P = 0,000 < 0,05$). Donc, il peut expliquer la variation dans la réponse (Tableau 14).

Effets linéaires: Il y a un effet linéaire sont significatifs pour le pH et la T sur la coagulation pour la pepsine de poulet et le présure commerciale ($P = 0.000$).

Effet carré: La valeur de P de 0,000 pour les effets au carré est inférieure à 0,05. C'est la preuve d'un effet quadratique significatif. Les valeurs de P pour $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0,000 de la pepsine de poulet et le présure commerciale, ce qui indique que les relations entre le pH et la coagulation, et la température et la coagulation.

Effets des interactions: La valeur de P de la pepsine de poulet et la présure commerciale pour l'interaction $pH \cdot \text{température}$ est 0.000, inférieure à 0,05. Il existe donc un effet d'interaction significatif, l'effet du pH sur la floculation dépend du degré de température.

Les graphiques de contour et diagrammes de surface :

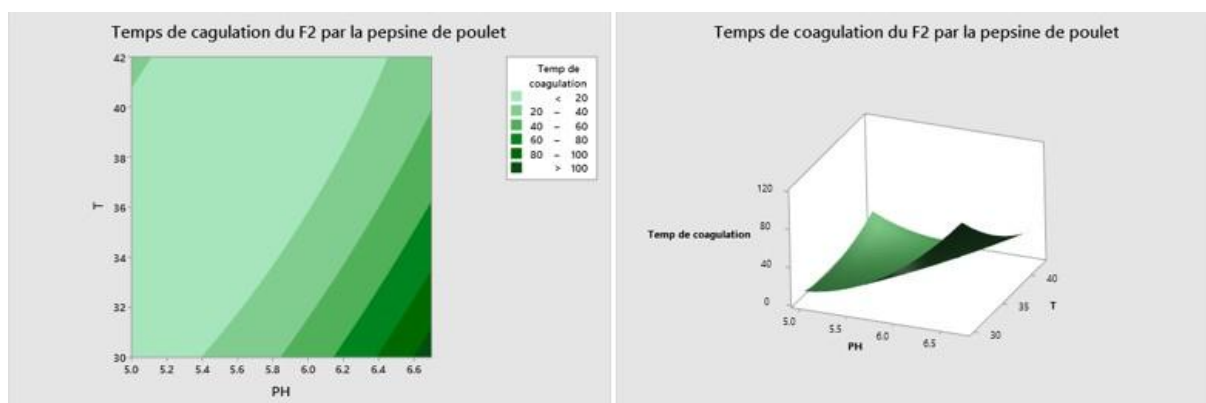


Figure 28: Graphique de contour et diagramme de surface du temps de coagulation du F2 par la pepsine de poulet.

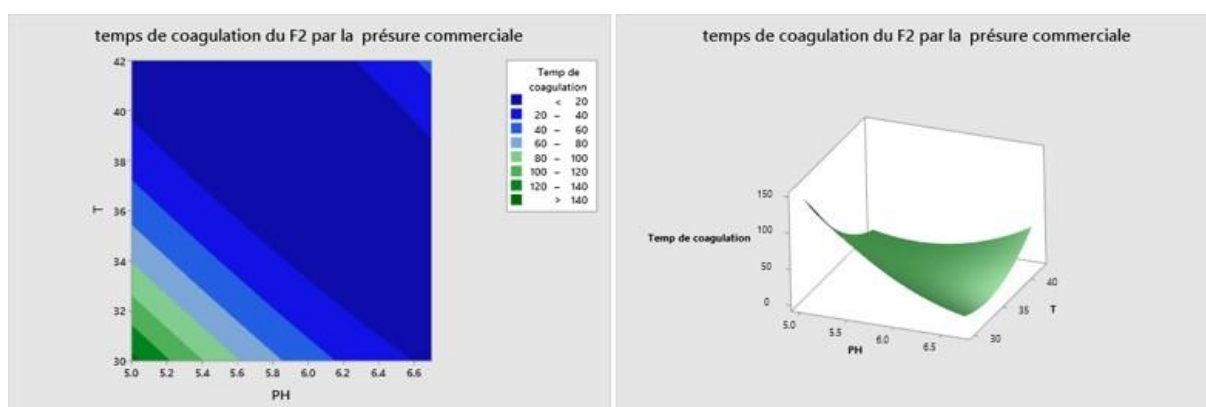


Figure 29: Graphique de contour et diagramme de surface du temps de coagulation du F2 par la présure commerciale.

IV.1.3. Analyse statistique des résultats de coagulation du F3

Module: Le modèle de régression est significatif ($P = 0.000 < 0.05$) pour l'enzyme pepsine de poulet, et le présure commerciale ($P = 0.000 < 0.05$). Donc, il peut expliquer la variation dans la réponse (Tableau 14).

Effets linéaires: Il y a un effet linéaire sont significatifs pour le pH et la T sur la coagulation pour la pepsine de poulet et le présure commerciale ($P = 0.000$).

Effet carré: La valeur de P de 0,000 pour les effets au carré est inférieure à 0,05. C'est la preuve d'un effet quadratique significatif. Les valeurs de P pour $pH \cdot pH$ et $T \cdot T$ sont de 0,000 de la pepsine de poulet et le présure commerciale, ce qui indique que les relations entre le pH et la coagulation, et la température et la coagulation.

Effets des interactions: La valeur de P de la pepsine de poulet et la présure commerciale pour l'interaction pH*température est 0.000, inférieure à 0,05. Il existe donc un effet d'interaction significatif, l'effet du pH sur la floculation dépend du degré de température.

Les graphiques de contour et diagrammes de surface :

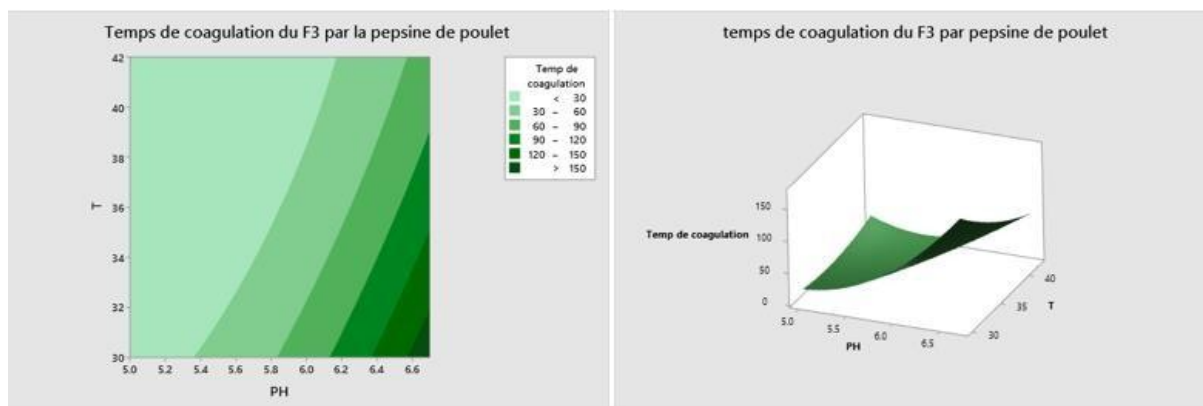


Figure 30: Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F3 par la pepsine de poulet.

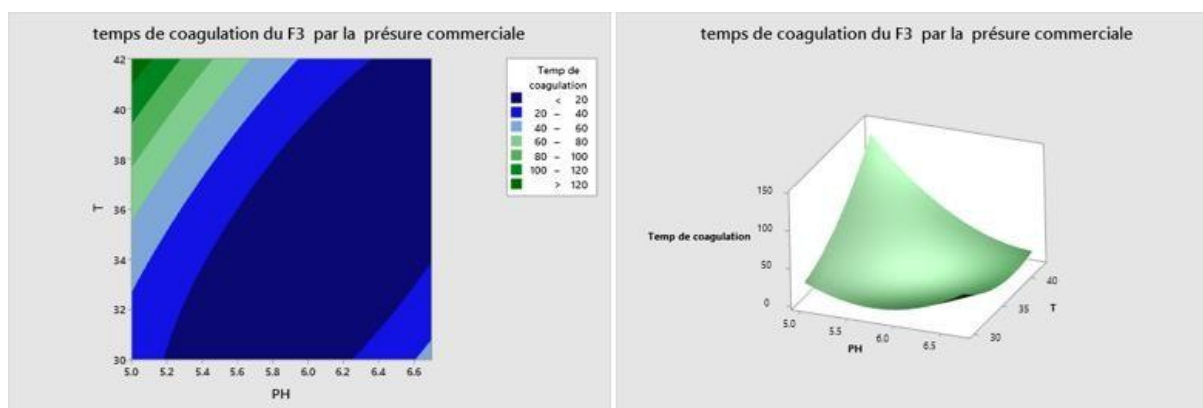


Figure 31: Graphique de contour et digramme de surface du temps de coagulation du F3 par la présure commerciale.

Tableau14 : Analyse de variance du modèle quadratique complet de coagulation des trois formulations.

Enzyme	Coefficient de R ²	Valeur de P		
		P1 (50%LC/50%LD)	P2 (75%LC/50%LD)	P3 (25%LC/75%LD)
Pp	Module	0.000	0.000	0.000
	Linéaires	0.000	0.000	0.000
	PH	0.000	0.000	0.000
	T	0.002	0.000	0.000
	Carré	0.000	0.000	0.000
	pH*Ph	0.000	0.000	0.000
	T*T	0.045	0.000	0.000
	Interaction à 2 facteurs	0.005	0.000	0.000
	pH*T	0.005	0.000	0.000
PL	Module	0.000	0.000	0.000
	Linéaires	0.000	0.000	0.000
	PH	0.000	0.000	0.000
	T	0.696	0.000	0.000
	Carré	0.000	0.000	0.000
	PH*Ph	0.000	0.000	0.000
	T*T	0.318	0.000	0.000
	Interaction à 2 facteurs	0.002	0.000	0.000
	PH*T	0.002	0.000	0.000

Le but de trouver l'équation de régression polynomiale optimale pour le modèle (après d'exclure les termes non significatifs de l'effet linéaire ou carré ou interactive), Ces résultats sont résumés dans le **Tableaux 15**.

Tableau15 : Régression équation de réponse de coagulation des trois formulation.

Coagulation	Formulation	Enzyme	R ² (%)	Equation de régression	D
	F1 (50%LC/50%LD)	PP	98.86	245 - 268.3 PH + 25.86 T + 34.35 PH*PH - 0.1683 T*T - 2.567 PH*T	1
		PL	98.69	1040 - 443.1 PH + 43.27 PH*PH - 2.479 PH*T	1
	F2 (75%LC/50%LD)	PP	99.89	336.7 - 151.2 PH + 4.38 T + 29.55 PH*PH + 0.2692 T*T - 4.539 PH*T	1
		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 (25%LC/75%LD)	PP	99.99	711.8 - 318.02 PH + 8.309 T + 48.257 PH*PH + 0.26176 T*T - 5.2765 PH*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

V. Fabrication du fromage frais

V.1. Caractérisation physico-chimique des fromages frais

Les valeurs du pH, de l'acidité, de l'extrait sec total (matière sèche) et de matière grasse des trois échantillons du fromage frais sont représentées dans le Tableau suivant :

Tableau16 : Les résultats des analyses physico-chimiques des fromages frais.

Paramètres	Pepsine de poulet			Présure commercial		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Rendement (%)	14,03	10	6,76	18,3	8,53	9,2
PH	6,11	5,74	5,74	6,28	5,72	5,63
Acidité(D°)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Matière grasse (%)	22,03	20,78	20,26	18,07	25,82	18,45
Matière sèche (%)	31,15	46,62	44,96	45,27	58,10	49,56
Cendre (%)	4,37	5,09	3,68	9,29	5,06	7,29

Rendement

Le rendement fromager présente un grand intérêt en industrie fromagère car il reflète globalement la répartition quantitative des constituants du lait lors de l'égouttage. Il permet donc de juger pour un type de fromage donné si la fabrication a été menée dans des bonnes conditions.

Le rendement fromager des formules F1, F3 sont de 14,03%,10% pour pepsine de poulet respectivement sont inférieure par rapport la présure commerciale qui évaluée 18,3%, 9,2%, ont estimé aussi le rendement fromager de formule F2 obtenus par la pepsine de poulet (10%) est supérieure à celui obtenus avec présure commerciale (9,2%), pour le fromage F1, F2 et F3 respectivement. Les valeurs sont inférieures à celle de (**Amimour, 2019**) évaluée à 18,05% pour le fromage coagulé par la pepsine de poulet.

La variabilité des valeurs du rendement entre les différents échantillons de fromage étudiés peut être attribuée au type d'animale et à la composition du lait utilisé. En effet, le rendement dépend de la teneur en protéines et en matière grasse du lait (**Bensmail et al., 2013**).

pH

On remarque que le pH du fromage obtenu pour F1 évaluée 6,11 par la pepsine de poulet est proche de fromage du F1 qui est 6,28 qui fabrique par présure commerciale et élève par apport l'autres formules le pH des fromages qui fabrique de pepsine de poulet des formules F2 et F3 est 5,74 identique et presque là même pour les formules F2, F3 qui sont 5,72 et 5,63 respectivement pour présure commerciale.

Notre résultat de pH du fromage obtenus est élevé (6,36) pour le F1 et valeur presque là même par 6,84 pour F2, contrairement le fromage F3 est largement inférieur 5,24 par apport autre auteur tel que **(bouras, 2020)** pour le fabrication d 'un fromage frais. Aussi ont noté le pH de trois formules du fromage qui fabriqués par pepsine de poulet est largement supérieur à celui trouvé par au norme **(AFNOR,1983)** (4,5-4,6) pour fromage frais.

Cette augmentation enregistrée dans la valeur moyenne du pH des échantillons étudiés est liée principalement au mécanisme de coagulation utilisé (coagulation par action présure) en comparaison avec les résultats rapportés par d'autres auteurs dont la coagulation avait lieu par acidification **(Amimour, 2019)**.

Acidité Doronic

L'acidité des fromages F1, F2 et F3 obtenus par la pepsine du poulet et présure commerciale est la même qui est estimé par 0,5D°, et sont inférieur à ceux rapportés par d'autres auteurs à savoir **(bouras, 2020)** 1D° pour le fabrication d 'un fromage frais.

Les faibles valeurs d'acidité titrable enregistrées dans nos résultats reflètent une faible fermentation lactique dans les échantillons de fromage. En effet la préparation de ce fromage se basait sur la coagulation enzymatique après une faible fermentation lactique **(Amimour, 2019)**.

Matières sèches

Le taux de matière sèche de fromage qui fabrique pour F1, F2 et F3 de pepsine de poulet est 31,15%, 46,62% et 44,96%, et le fromage de présure commerciale 45,27%, 58,10% et 49,56% respectivement, on observe que fromage à présure commerciale a une valeur supérieure que fromage de pepsine de poulet.

Le fromage fabriqué par la pepsine de poulet est supérieur à ceux rapportés par **(Bendimerad, 2013)** (28.5 et 29.3%) alors qu'ils sont inférieurs à celui trouvé par **(Amimour, 2019)** évalué à 47.05% et le résultat de **(Bensmaïle et al., 2013)** évalué à 44.9% et aussi inférieur à celui de **(Boumendjel et al., 2017)** estimé à 48.01%.

Cette différence de taux de E.S.T est due à la technique d'égouttage utilisée lors de la préparation des fromages frais. Elle dépend aussi de la composition de la matière première utilisée **(Amimour, 2019)**

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



Figure 33: Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) coagulé par la pepsine de poulet.

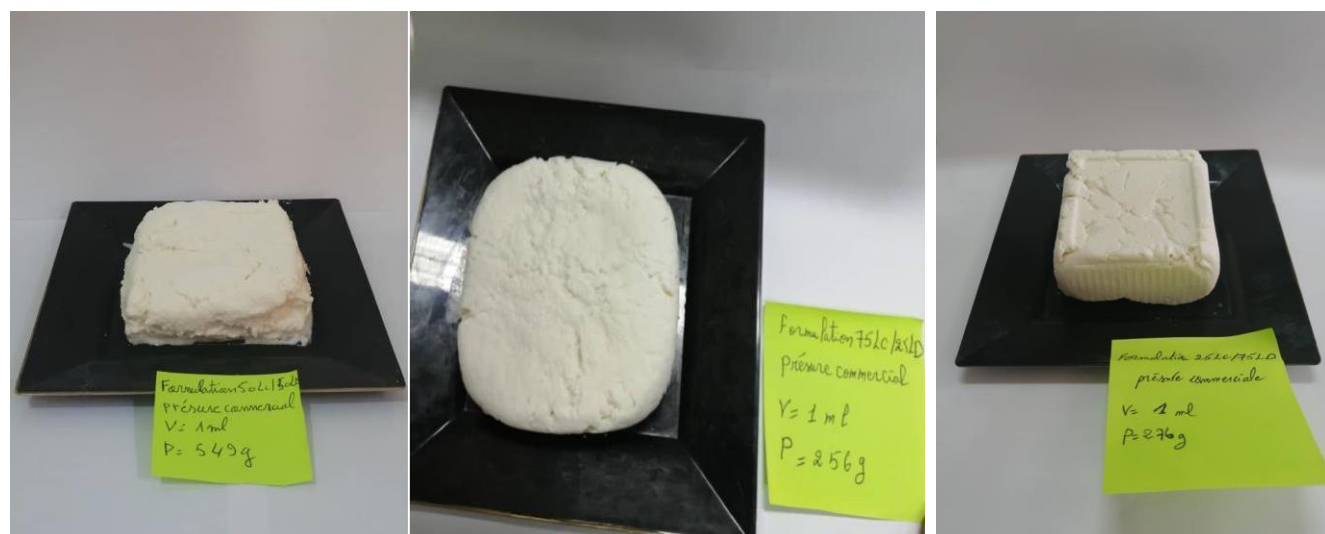


Figure 32: Produit fini (fromage frais) pour les trois formulations (F1, F2 et F3) coagulé par la présure commerciale.

V.2. Résultats des analyses microbiologiques du fromage

Les résultats de l'analyse microbiologiques sont résumés dans le Tableau suivant :

Tableau 17: Les résultats microbiologiques des fromages.

Bactéries à rechercher	Pepsine de poulet			Présure commerciale			Norme
	F1 (50%LC/50 %LD)	F2 (75%LC/25 %LD)	F3 (25%LC/75 %LD)	F1 (50%LC/50 %LD)	F2 (75%LC/25 %LD)	F3 (25%LC/75 %LD)	
Escherichia coli	Abs	Abs	Abs	Abs	abs	Abs	J.O. A 75 du 2017
Staphylocoques	68	<10	<10	234	384	<10	J.O. A 68 du 2014
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	J.O. A 44 du 2017
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	IOS 1122 9-1

D'après les résultats de l'analyse et selon les normes indiquées au Tableau ci-dessus, on remarque que les fromages frais fabriqués (produit fini) ont une qualité microbiologique Satisfaisante, et l'absence totale de trois des germes recherchés : *Escherichia coli* et *Listeria monocytogenes* et de *Salmonella*, sauf *Staphylocoques* qui se trouve par nombres faibles à la pepsine de poulet et peut élever à la présure commerciale surtout F1 et F2 , mais les six formules ne dépassent pas les normes (**Tableau 17**).

Notre résultat est accord avec (**bouras, 2020**) pour les fromages analysés qui est fabriqué par la pepsine de poulet, et le faible taux des staphylocoques dans les trois formules est inférieur à celui montré par (**El Marnissi et al., 2013**). Pour l'absence des salmonelles dans tous les échantillons des fromages fabriqués est signalée aussi par (**Rhiat et al., 2011**), (**El Marnissi et al., 2013**) et (**Bendimerad, 2013**).

Ces résultats peuvent s'expliquer par les bonnes mesures d'hygiène lors de la préparation des différents échantillons des fromages (**Leksir, 2018**).

VI. Caractérisation sensorial à coagulation mixte

Les résultats de la fabrication des fromages à coagulation mixte pour la pepsine de poulet et la présure commerciale sont représentées dans le figure ci-dessous.

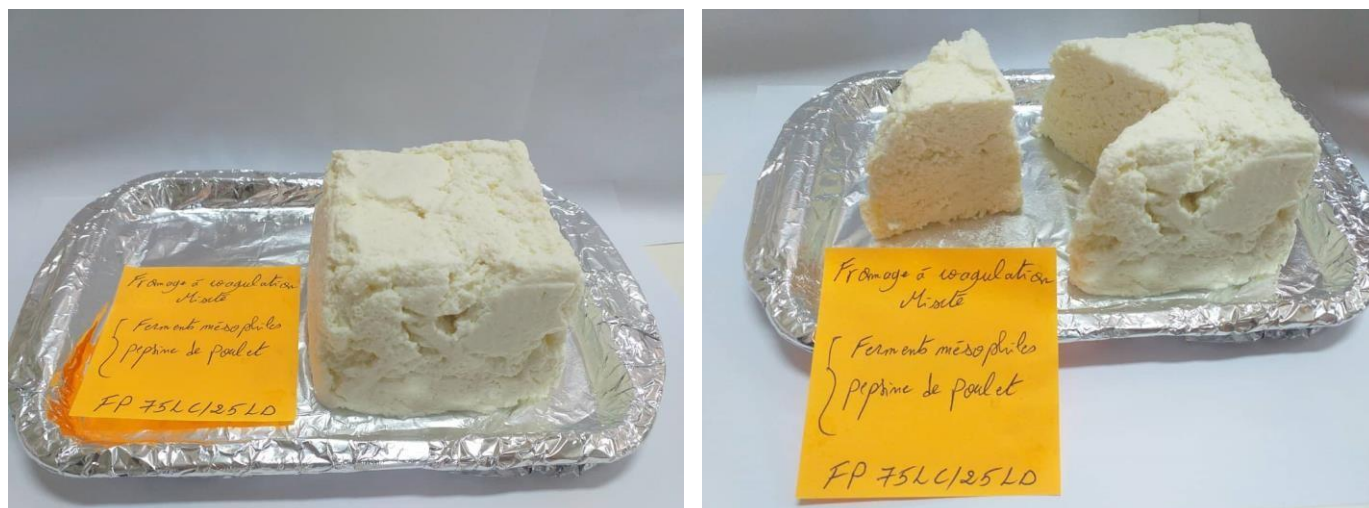


Figure 34: Produit fini (fromage frais) à coagulation mixte pour la pepsine de poulet.

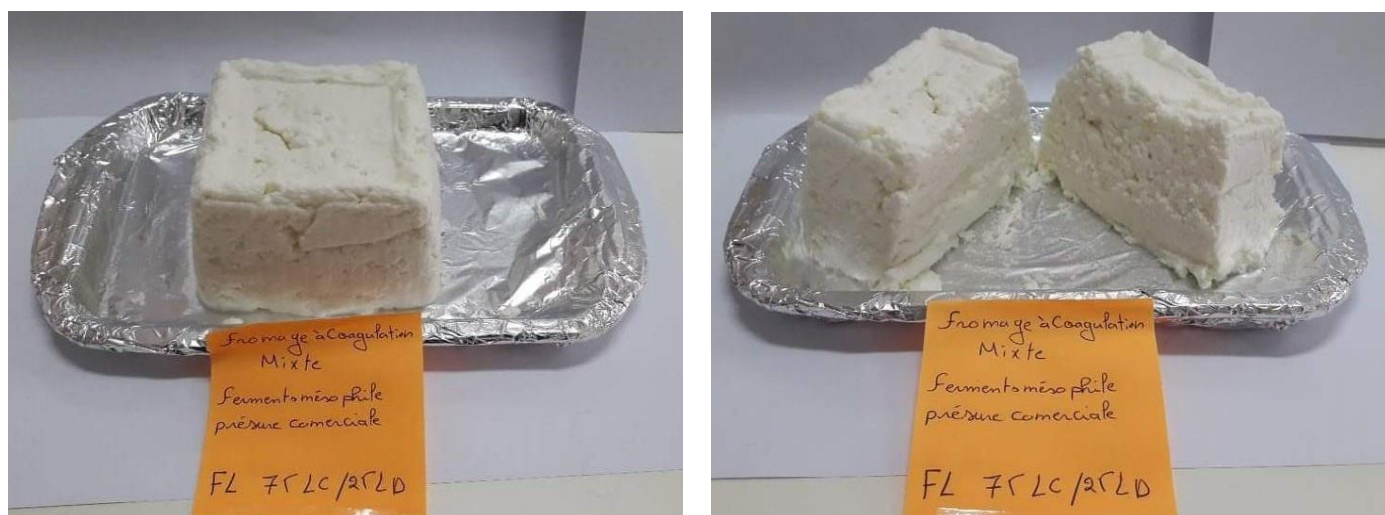


Figure 35: Produit fini (fromage frais) à coagulation mixte pour la présure commerciale.

Les profils sensoriels

• Texture

Pour la texture des fromages obtenus avec l'extrait de la pepsine de poulet et la présure commerciale, nous avons remarqué que les dégustateurs ont apprécié sa texture pâteuse et rugueuse moyenne. Il est de texture faiblement lisse et crémeuse et tartinable pour la pepsine de poulet et moyenne pour la présure commerciale, aussi avec une texture sableuse pour la pepsine de poulet et faible pour la présure commerciale. Ces paramètres sont représentés dans la figure suivante (**Figure 36**).

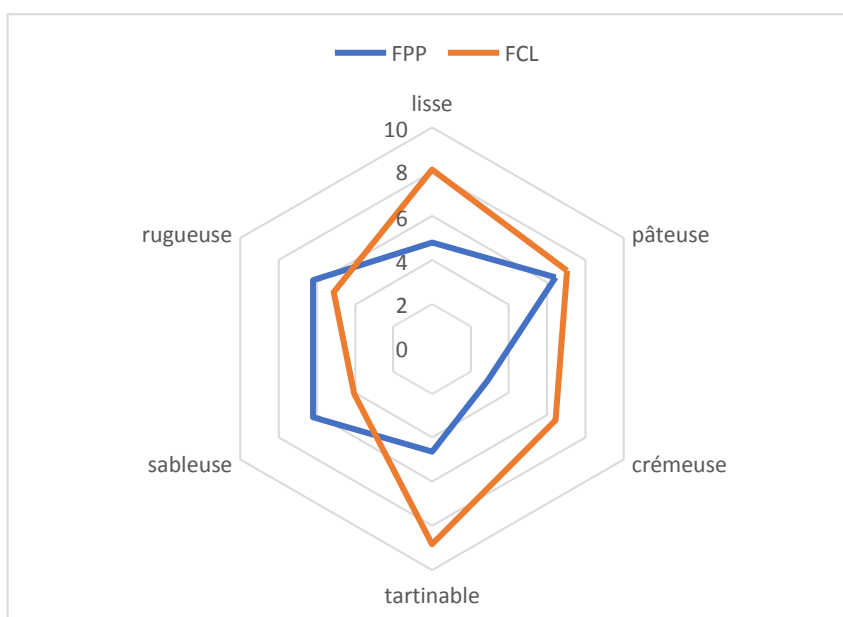


Figure 36: Les analyses sensorielles des fromages (Aspect et texture).

• Odeur

Du leur point de vu odeur lactique et herbe, l'analyse de la variance à montrer qu'il n'existe aucune différence entre les deux fromages obtenus avec différents agents coagulants (pepsine et présure commerciale). Mais avec une faible odeur animal ($3,15 \pm 3,32$) pour la pepsine de poulet et moyenne pour la présure commerciale. Ces paramètres sont représentés dans la figure suivante (**Figure 37**).

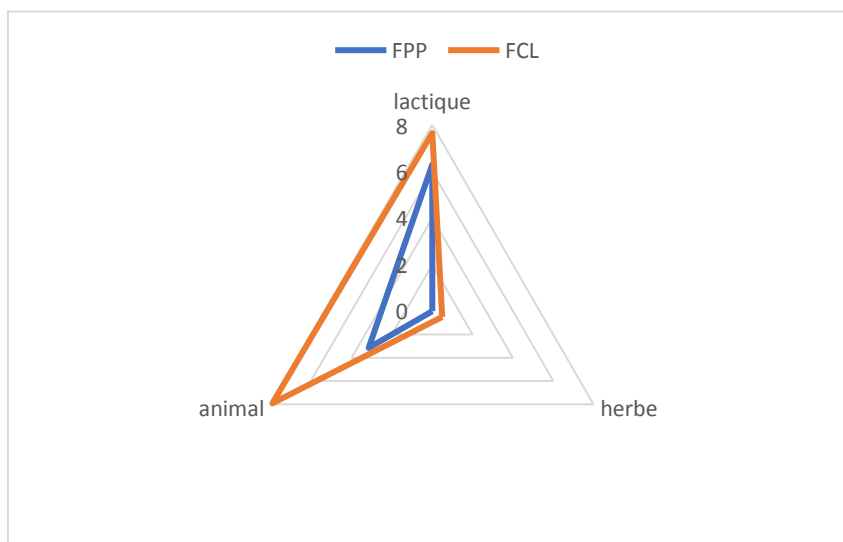


Figure 37: Les analyses sensorielles des fromages (Odeur et arôme).

- **Gout**

Les dégustateurs ont jugé que le goût des fromages obtenus par l'extrait de pepsine et présure commerciale est faible goût de beurre et amertume, il est moyennement de goût doux avec acide. Mais avec une faible saveur de sel pour la pepsine de poulet ($4,85 \pm 3,21$) et moyenne pour la présure commerciale. Ces paramètres sont représentés dans la figure suivante (**Figure 38**).

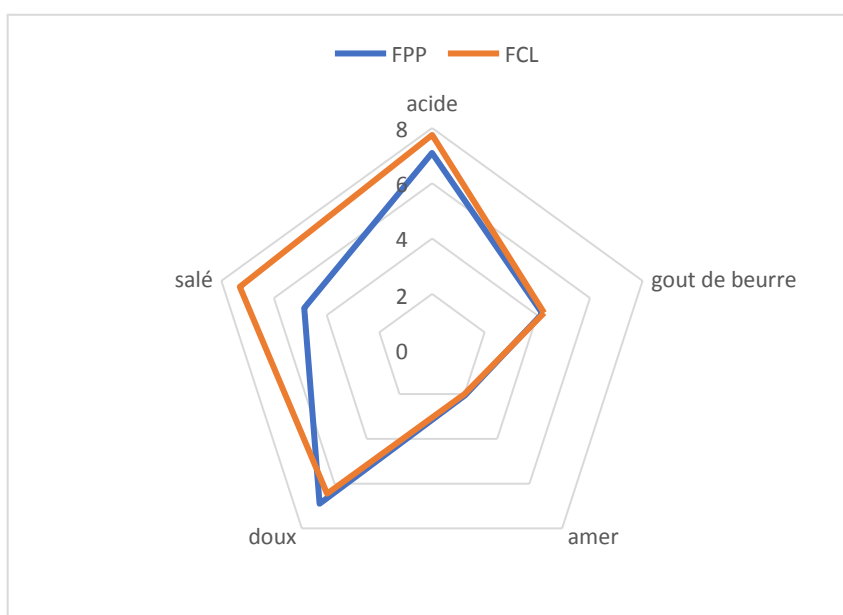


Figure 38: Les analyses sensorielles des fromages (Goût).

Au terme de cette étude sensorielle, on peut dire que le fromage à fabriqué de pepsine est bien acceptable à 40% et riche d'arôme à 50%, cette analyse et s'accorder sur la présure commerciale avec acceptabilité de 35%, mais au contraire avec l'arôme 60% (dit ne riche pas) selon les dégustateurs

Conclusion

Ce travail vise pour la première fois l'optimisation des paramètres de la coagulation et essai de fabrication du fromage frais à base de lait en mélange (lait camelin et lait caprin) avec la pepsine de poulet. L'utilisation d'un plan de surface de réponse de type composite centré (CCD) qui permet de déterminer le point optimal de paramètres choisis.

A travers cette étude, nous avons évalué les paramètres physicochimiques du lait camelin le pH(6,75), une acidité titrable D° ($20 \pm 0,00$), la densité(1,028), lactose% ($5,36 \pm 0,05$), protéine %($3,56 \pm 0,05$) matière grasse%($3,3 \pm 0,00$), matière sèche% (12)et Cendre g/l ($7,16 \pm 1,66$), Alors que Le lait caprin est caractérisé par un pH (6,45), une acidité titrable D°($23,33 \pm 0,57$), la densité (1,031), lactose%($5,56 \pm 0,15$), protéine % ($3,7 \pm 0,1$), matière grasse %($3,9 \pm 0,6$), matière sèche%(22) et Cendres g/l sont ($9,08 \pm 0,79$).

D'autre part, L'extraction de la pepsine de poulet a permis de donner à partir de 100g de proventricule 300ml d'extrait enzymatique, donnant un temps de floculation de (28,24 sec) et une activité coagulante de U.A.C /ml ($3,54 \pm 0,52$), une force coagulante (1/2192,60), teneur en protéine mg/ml (18), activité spécifique UP/mg (0,176), le temps de coagulation (s) : (sur le lait de vache $75 \pm 1,15$), (sur le lait cameline $41,36 \pm 2,58$), (sur le lait caprine $31,75 \pm 0,27$).

Les points optimums de deux facteurs pH et température de la coagulation enzymatique dans les trois formulations sont :

Formulation 1(FP 50/50) : 50% lait caprin et 50 % lait camelin (pH= 5,03 /T = 30 C°). Formulation 2(FP 75/25) :75% lait caprin et 25 % lait camelin (pH = 5 /T = 30 C°). Formulation 3(FP 25/75) : 25% lait caprin et 75% lait camelin (pH =5,54 / T= 38,60 C°).

L'essai de fabrication d'un fromage frais par l'utilisation de l'extrait de pepsine a donné un rendement plus faible (14,03%, 10% et 6,76 %) pour F1, F2 et F3 respectivement. Les analyses physico-chimiques des trois échantillons du fromage frais montrent des résultats variables (F1 : pH = 6,11, acidité = 0,5°D et matière sèche = 31,15%, matière grasse =22,03%, cendre 4,37%. F2 : pH= 5,74, acidité= 0,5°D et matière sèche =46,62%, matière grasse =20,78%, cendre 5,09% et F3: pH =6,28, acidité =0,5°D et matière sèche= 44,96%, matière grasse =20,26%, cendre 3,68%).

Les analyses microbiologiques du fromage frais fabriqué on trouve que les Staphylocoques présentent des valeurs faibles et restent dans les normes (F1=68. F2=<10. F3=<10) pour le fromage obtenu par la pepsine de poulet et l'absence totale de Escherichia coli, Listeria monocytogenes et de Salmonelle. Donc du point de vu microbiologique notre fromage est de qualité microbiologique satisfaisante.

Enfin, Les analyses sensorielles ont montré : Pour le fromage obtenu à coagulation mixte, c'est un fromage de texture faiblement lisse et rugueuse avec l'odeur une moyennement lactique et un gout salé et doux.

Pour conclure, nous pouvons dire que les résultats obtenus semblent intéressants d'autant qu'ils montrent la possibilité d'obtention des extraits enzymatiques capables de remplacer la présure commerciale dans l'industrie fromagère en partant des pratiques traditionnelles. Ces extraits sont obtenus à partir de matières assez disponibles et inexploitable.

En perspective, il est intéressant de poursuivre cette étude, notamment les points suivants:

- L'étude des caractéristiques microbiologique du lait.
- L'étude des paramètres influençant l'activité de l'enzyme afin d'améliorer la qualité et le rendement.
- L'étude d'autre facteurs influant la coagulation du lait comme l'effet de la teneur en ions calcium (CaCl_2) et la concentration en d'enzyme.

Référence bibliographie

Abbas K. (2012). Effet de traitements thermiques sur les propriétés fonctionnelles de fromages traditionnels : Le cas des pâtes persillées. Thèse de Doctorat en sciences des sciences de la vie, sante, agronomie, environnement, Université Blaise Pascal.

Abbas S, Ashraf H, Nazir A, Sarfraz L (2013). Physic-Chemical Analysis and Composition of Camel Milk. *International Research* 2: 85-98.

Abbas S; Ashraf H; Nazir A. and Sarfraz L. (2013). PHysico-chemical analysis and composition of camel milk the international research journal *INTERNATIONAL RESEARCH* volume No.2 June 2013.

Abdellaoui Lombarkia, R; Ghennam, E; Bacha, A; et Abededdam, M. (2007) Caractéristiques physico-chimique et biochimique du lait camelin et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. *Rencontres Recherche Ruminants* 14p.

Abu Amr, S.S., Aziz, H.A., Bashir, M.J.K. Application of response surface methodology (RSM) for optimization of semi-aerobic landfill leachate treatment using ozone. 2014. *Appl. Water Sci.*, 4:231-239. DOI: 10.1007/s13201-014-0156-z.

ADAMOU, A., & FAYE, B. (2007). L'élevage camelin en Algérie : contraintes et perspectives de développement. *Cahiers du CREAD* n°79-80, pages 77-97.

AFNOR, (1985). Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3ème édition :(321 pages).

AFNOR. (1986). Association française de normalisation recueil des normes français, contrôle de la qualité des produits laitiers.3ème édition.647-651 PP.

Aissaoui N E. (2016). Analyses microbiologiques et physico-chimiques de Hakka (présure artisanale) utilisée pour fabrication du Jben. Diplôme de Master. universite tlemcen p 13.

Aissaoui N E. (2016). Analyses microbiologiques et physico-chimiques de Hakka (présure artisanale) utilisée pour fabrication du Jben. Diplôme de Master. universite tlemcen p 13.

Al Haj OA, Al Kanhal HA (2010). Compositional, Technological and Nutritional Aspects of Dromedary Camel Milk. *International Dairy Journal* 20: 811–21.

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

Alais C. (1984). Sciences du lait, principes des techniques laitières, 4 ème édition, SEPAIC,818 p.

Alais C. (1984). Sciences du lait, principes des techniques laitières, 4 ème édition, SEPAIC,818 p.

Alamareot J. (1982) Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire, édition du point.

Amariglio S. (1986). Contrôle de la qualité des produits laitiers: Analyses physiques et chimiques', pp. 123–124.

Amimour, M. (2019). Essais d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité (*J'ben*). Thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.121p.

Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin P., Simpson, R. et Turgeon, H. (2002). Chapitre 1 : Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait dans Science et technologie du lait, transformation de lait. – Edition : École polytechnique de Montréal.

Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin P., Simpson, R. et Turgeon, H. (2002). Chapitre 1 : Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait dans Science et technologie du lait, transformation de lait. – Edition : École polytechnique de Montréal.

Andren A, Roginski H, Fuquay J. (2002), Rennets and coagulants in Encyclopdia of daiy science, P 281-286.

Anonyme, 2. (1999) 'Québec Amérique. Le guide des aliments, Indispensable à tout amateur de cuisine'. CANADA, p. 219.

Arroum, S; Zmouli, K; Gaddour, A; et Khorchani, T. (2016). Etude comparative de caractéristique pHysico chimique et microbiologique du lait caprin en fonction du mode d'élevage.

Asresie A, Yusuf M (2014).TraditionalConsumption, Therapeutic Value and ItsDerivedDairyProducts of Dromedary Camel (*CamelusDromedaries*) Milk in Somali Regional State, EasternEthiopia: A Review. GJASR 3: 240-246.

Bárcenas P., Pérez Elortondo F.J. And Albisu M., 2005. Sensory comparison of several of several cheese varieties manufactured from different milk sources. J. of Sensory Studies, 20, 62–74.

Barłowska J, Litwińczuk Z, Kedzierska-Matysek M, Litwińczuk A (2007). Polymorphism of caprine milk alpHas1-casein in relation to performance of four Polishgoatbreeds. Pol J VetSci 10: 159–164.

BEN AISSA, R. (1989). Le camelin en Algérie. CIHEAM-IAMZ, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens n° 2, 19-28.

Bensmail S, Nouar H, Bouchenak K, Fazouane-naimi F. 2013. Etude de l'aptitude fromagere d'un extrait enzymatique coagulant produit par *aspergillus niger* ffb1. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 7(N°1) :22.

Benyahia. F,2013. Extraction de la pepsine et utilisation dans la coagulation du lait en vue d'une valorisation des proventricules de volailles au profit de la filière lait en Algérie, Doctorat en sciences, Université Constantine 1.119p.

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.

Berridge. N. J. (1945). The purification and crystallization of rennin. *Biochemic Journal*, **39**, 179-186.

Bhattarai R; and Acharya P. (2012) Preparation and Qualite Evaluation of Mozzarella Cheese from Different Milk Source. *J. Food Sci.Technol. Nepal*, 6: 94-101.

Bohak, Z. (1969). Purification and characterisation of chicken pepsinogen and chicken pepsin *J. biological chemistry*. Vol. 244, N°.17: p.4638-4648.

Bohak, Z., (1970). Chicken pepsinogen and chicken pepsin. In: *Methods in enzymology, Proteolytic Enzymes*. Ed.,G . E. Perlmann and L. Lorand, Acad.Press Inc., New York, V. 19, p.347-358, 1042 p.

Boughellout H. (2007). Coagulation du lait par la pepsine de poulet. Mémoire de Magister en sciences alimentaires, Université Mentouri de Constantine, Algérie.

Boujenah, H., (2012). **Aptitude** à transformation de lait camelin en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de camelins. Thèse de doctorat en science Biologique, université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Boumendjel M, Feknous N, Mekideche F, Dalichaouche, Feknous I,Touafchia L, Metlaoui N et Zenki R.2017. Caractérisation du lait caprin produit dans la region du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products* vol 5(N°2):12.

Bouras, B. (2020). Essai de fabrication et caractérisation d'un fromage frais, à base du lait camelin et lait caprin par la pepsine de poulet.

Boutonnier, L. (2012). 'Fabrication du fromage fondu', *Techniques de l'Ingénieur*, pp. 1–3. Availableat: see_the_document_in_the_desktop_folder_Techniques_de_lingenieur.

Chethouna F. (2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et laqualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de magister. Université Kasdi Merbah Ouargla.

Coagulation- Flocculation Treatment of an Old Leachate. 2017a. *Water Environ. Res.*,89(12): 2136-2141. DOI: <https://doi.org/10.2175/106143017X14839994523703>

Codex Alimentaire, S. (2013) 'Norme Générale Codex Pour Le Fromage'.

CORRERA, A. (2006). Dy namique de l'utilisation des ressources fourragères par les camelins des pasteurs nomades du parc national du banc d'arguin (Mauritanie). Thèse de doctorat en sciences Ecologie et gestion de la biodiversité, Muséum National d'histoire Naturelle de Paris.

Dalgleish DG. (1992). The enzymatic coagulation of milk. *Advanced Dairy Chemistry Proteins*, **1**: 579–619.

Debouz, A; Guerguer, L; Oudjana, A. and Hadj sey, A. (2014). Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes* Vol. 7 No. 2 (2014).

Dhartiben, B; Darshna, B; Bhavbhuti, M. and Kishorkumar, D. (2016). Comparison of Surti goat milk with cow and buffalo milk for gross composition, nitrogen distribution, and selected minerals content. *Veterinary World*, vol. 9 (7) EISSN:2231-0916.

DIALLO, B.C. (1989). L'élevage du camelin en Mauritanie. CIHEAM, Options Méditerranéennes, 29-31.

Doctorat: Génie chimique: Alger, ENP: 2018.

El-Bendary M. A., Moharam Maysa E. and Ali Thanaa H. (2007). Purification and characterization of milk-clotting enzyme production by *Bacillus spHaericus*. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (8): 695-699.

FAO (2013). Statistical Year Book. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2013.

FAO, (1990). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Lait d'autre animaux d'elvage collection on FAO alimentation et nutrition.

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

Farrokhi, M., Dindarloo, K. and Jamali, H.A. Optimization of Coagulation–Flocculation Process for Mature Landfill Leachate Treatment Using Response Surface Methodology.

Faye B., 2019. L'économie cameline au XXIe siècle : situation et perspectives. In : Histoire et actualité des Camélidés d'Afrique et d'Asie. *Ethnozootechnie* (106) : 51-57

Fox P F; Kelly A L; (2004); The Caseins; In *Proteins in Food Processing*, YADA R.Y,ed. Boca Raton, FL: CRC Press., 29–71.

Ghanbari, F., Moradi, M. Application of Response Surface Method for Coagulation Process in Leachate Treatment as Pretreatment for Fenton Process: Biodegradability Improvement. 2014. *J. Water Process Eng.*, 4: 67-73.

Gizachew A, Teha J, Birhanu T (2014). Ethiopia Nekemte. Review on Medicinal and Nutritional Values of Camel Milk. *Nature & Science* 12: 35.

Gizachew A, Teha J, Birhanu T (2014). Ethiopia Nekemte. Review on Medicinal and Nutritional

Values of Camel Milk. *Nature & Science* 12: 35.

Gordin S. Et Rosenthal I. (1978). Efficacy of chicken pepsin as a milk clotting enzyme. *Journal of food protection* September Vol. 41 N° 9. 684-688.

Goupy, J., Creighton, L. Introduction aux Plans D'expériences, 3rd Ed. Dunod, Paris, 2006.336p. ISBN 2100497448.

Gul W, Farooq N, Anees D, Khan U, Rehan F (2015). Camel Milk: A Boon to Mankind. *Int J ResStudBiosci (IJRSB)* 3: 23-29.

Guo HY, Pang K, Zhang XY, Zhao L, Chen SW, et al. (2007) Composition, pHysiochemicalproperties, nitrogen fraction distribution, and aminoacid profile of donkeymilk. *J DairySci* 90: 1635–1643.

Haddadin MS, Gammoh SI, Robinson RK (2008). Seasonal Variations in the Chemical Composition of Camel Milk in Jordan. *J DairyRes* 75 : 8-12.

HAMIDI, M. (2015). Etudes des propriétés fonctionnelles et des aptitudes à la coagulation du lait camelin par la couche de kaolin du gésier des poules. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques, Université Mohamed Khider - Biskra, Algérie.

Harek D., Ikhlef H., Bouhadad R., Sahel H., Cherifi Y., Djellout N., KhelifaChelihi S., et al., 2017. Geneticdiversitystatus of Camel'sresources (*Camelus dromedarius*Linnaeus, 1758) in Alg

Holt C. (1997). The milk salts and their interaction with caseins. *In Advanced in Dairy Chemistry: Lactose, Water, Salts and Vitamins* (Vol. 3). Chapman & Hall : London; 233-256.

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

Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P. and Brulé, G. (2008) Science des aliments : Technologie des produits alimentaires. Paris.

Jin, Y., Wu, Y., Cao, J., Wu, Y. Optimizing decolorization of methylene blue and methyl orange dye by pulsed discharged plasma in water using response surface methodology. 2014. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, 45–2:589–595.

Khaskheli M, Arain MA, Chaudhry S, Soomro H, Qureshi TA (2005). Physic Chemical Quality Of Camel Milk. *J Agri SociSci* 2: 164-166.

Konuspayeva G, Faye B, Loiseau G (2009). The composition of camel milk: a meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 95-101.

Kumar YK, Rakesh K, Lakshmi P, Jitendra S (2015). Composition and medicinalproperties of

camel milk: A Review. Asian Journal Of Dairy And Food Research 34: 83-91.

Kumar, S.S. Bishnoi, N.R. Coagulation of Landfill Leachate by FeCl₃: Process

Lenoir J., 1985. Les caséines du lait. *Rev lait franç*, 440 : 17-23.

Lessoué Ridha, Modélisation et optimisation de la dépollution des lixiviats Thèse de

Lessoué Ridha, Modélisation et optimisation de la dépollution des lixiviats Thèse de Doctorat: Génie chimique: Alger, ENP: 2018.

Lessoué Ridha, Traitement du Lixiviat de la décharge d'Ouled Fayet par la Bentonite Algérienne. Mémoire de magistère : Génie chimique: Alger, ENP: 2009.

Lessoué, R., Souahi, F., Pelaez, L.C. Assessment of coagulation pretreatment of leachate by response surface methodology. 2017b. *Water Sci. Technol.*, 76(9): 2321-2327. DOI:10.2166/wst.2017.397.

Lessoué, R., Souahi, F., Pelaez, L.C. Modelization and Statistical Optimization of

Libouga D G. (2008). Étude comparative des coagulations du lait par actions de l'extrait des écorces de l'Ongokea contre des enzymes coagulants bien connus. *Tropicultura*, vol 1, 43-47.

Libouga D, Vercaigne-Marko D, Djangal SL, Choukambou I, Ebangi A, Ombionyo M, Beka R, Aboubaka T, Guillochon D. 2006. Mise en évidence d'un agent coagulant utilisable en fromagerie dans les fruits de *Balanites aegyptiaca*. *Tropicult* 24(4):229-238.

MADR, 2011. Etat des lieux de l'élevage des camélidés dans les zones arides et semi-arides. Workshop international sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Université de Ouargla, Algérie

Mahaut M, Jeantet R, Brulé G. (2000). *Initiation à la Technologie Fromagère*. TEC & DOC Lavoisier : Paris ; 194 p.

Mahaut. M, Jeantet R. et Brulé G. (2005). Initiation à la technologie fromagère. Tec & Doc, Paris, France. 1-21.

Mahaut. M, Jeantet R. et Brulé G., (2003). Initiation à la technologie fromagère. Paris, Lavoisier, Technique Et Documentation, Lavoisier, France ; Pp 24-102.

Majdi, A. (2009). 'Les fromages AOP et IGP.', in *Séminaire sur les fromages AOP et IGP .INT-Ingénieur agronomie*, p. 88.

Mathieu J. (1998). Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Edition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. pp : 12-210.

MEDJOUR, A. (2014). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). Mémoire de magistère en biologie, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie.

Mietton B, Gaucheron F, Salaun F. (2004). Minéraux et transformations fromagères. In *Minéraux et Produits Laitiers*, GAUCHERON F (ed). Lavoisier: Paris;471-563.

Mohamed Ahmed I. A., Babiker E. E. and Mori N. (2010). PH stability and influence of salts on activity of a milk-clotting enzyme from *Solanum dubium* seeds and its enzymatic action on bovine caseins. *LWT - Food Science and Technology*, 43: 759-764.

Montgomery, Douglas C. *Design and Analysis of Experiments*, 8th ed.; John Wiley & Sons: Arizona State University. 2013. 757p. (à intégrer dans les références).

Myers, R. H., Montgomery, D. C., Anderson-Cook, C. M. *Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, 3rd Ed. Wiley. 2009.

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

Onjoro P, Schwartz HJ, Njoka EN, Ottaro JM (2003). Effects of Mineral Status in the Soil, Forage, Water, Blood, Milk, Urine and Faeces on Milk Production of Lactating, Free-ranging Camels in Northern Kenya. *Proc. Deutscher Tropentag* 8-10.

Optimization Using Box–Behnken Design (RSM). 2015. *Appl. Water Sci.*, 2190-5495.

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

QARRO, M. (1997). Evolution des systèmes d'élevage et leurs impacts sur la gestion et la pérennité des ressources pastorales en zones arides : région du Tafilalet, Maroc. CIHEAM, Options Méditerranéennes, 93-99.

Rabier, François. Modélisation par la méthode des plans d'expériences du comportement dynamique d'un module IGBT utilisé en traction ferroviaire. 239p. Thèse de doctorat : Génie Mécanique: Toulouse, INP: 2007.

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

Ramet, J.P. (1994). Les aspects scientifiques et technologiques particulières de la Fabrication des fromages au lait camelin. In *Atelier Chameaux et Camelins animaux laitiers*, CIRAD-IFSMDRE-Nouakchott Mauritanie, Octobre. 94

RChattoraj, S., Mondal, N. K., Das, B., Roy, P., Sadhukhan, B. Biosorption of carbaryl from aqueous solution onto *Pistia stratiotes* biomass. 2014. *Appl. Water Sci.*, 4:79-88. SM). 2015. *Res. J. PHarm. Biol. Chem. Sci.*, 6(6): 128-138.

RENAUDIN, B., & RAILLON, C. (2011). La résilience des pasteurs aux sécheresses, entre traditions et bouleversement. Urgence réhabilitation développement (URD).

Rhiat, M., Labioui, H., Driouich, A., Aouane, M., Chbab, Y., Mennane, Z., & Ouhssine, M., (2011). Étude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabriqués au laboratoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 7(3).

Richter, C., Tanaka, T., And. Yada, R.Y (1998) Mecanism of activation of the gastric aspartic proteinases: pepsinogen, progastricsin and prochymosin. *Biochem.J.* 335:481-490.

Shamsia SM (2009). Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks. *International Journal of Genetics and Molecular Biology* 1: 052- 058.

Sharma C, Singh C (2014). Therapeutic Value Of Camel Milk—A Review. *Advanced Journal Of PHarmacie and Life Science Research* 3: 7-13.

Siar, E. (2014). Utilisation de la pepsine de poulet et de la ficine du figuier comme agents coagulants du lait. Diplôme de magister en Sciences Alimentaires, Université Constantine -1-.76p.

Siboukeur, O. (2007). Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique El-Harrach-Alger.

Siddig S, Sulieman Abdel Moneim E., Salih Zakaria A., Abdelmuhsin A. Abdelmuhsin (2016) Quality Characteristics of White Cheese (Jibna-beida) Produced Using Camel Milk and Mixture of Camel Milk and Cow Milk *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering* 2016, 6(3): 49-54.

Sisay F, Awoke K (2015). Review on Production, Quality And Use Of Camel Milk In Ethiopia. *J FisheriesLivestProd* 2015 3: 3.

Sisay F, Awoke K (2015). Review on Production, Quality And Use Of Camel Milk In Ethiopia. *J FisheriesLivestProd* 2015 3: 3.

Smaoui, Y., Chaabouni, M., Sayadi, S., Bouzid, J. Coagulation Flocculation Process for Leachate Pretreatment and Optimization with Response Surface Methodology. 2016. *Desalin. Water Treat.*, 57 (31):14488-14495.

SOWOU, M., & TAHIROU, D.B. (2013). Etude du marché du lait camelin. SNV, version finale.

TITAOUINE, M. (2006). Considérations zootechniques de l'élevage du camelin dans le sud-est Algérien : influence du sexe et de la saison sur certains paramètres sanguins. Mémoire de magister en sciences vétérinaires, université de EL-Hadj Lakhdar, Batna, Algérie.

Tubessa Z A., Al-delaimy K S. (2003). Rennin-like milk coagulant enzyme produced by a local isolated of *Mucor*. *International Journal of Dairy Technology*, vol 56(4), 237-241.

Vignola. C., (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait, fondation de technologie laitière du Québec 1,12,14,15, p.

Walther B, Schmid A, Sieber R et Wehrmuller K. (2008). Cheese in nutrition and health. Dairy Sci. Technol. 88, 389–405.

Yassin MH, Soliman MM, Mostafa SAE, Ali HAM (2015). Antimicrobial Effects of Camel Milk against Some Bacterial Pathogens. Journal Of Food And Nutrition Research 3: 162-168.

Annexes

Annexe I

I. Préparation des solutions

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

• **Préparation de la solution :** Dissoudre 1 g de phénolphthaléine 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 phénolphthaléine.

• **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.

3/ Solution d'extraction d'enzyme (solution de 3% de NaCl et 0.7% de $NaHCO_3$):
Dissoudre 3g de NaCl et 0.7g de $NaHCO_3$ dans 300 ml d'eau distillé pour 100g de proventrecule

4/Solution Hcl 3N:

$$V1 = C2.V2/C1.$$

V1 : volume de Hcl concentré.

C1 : concentration de Hcl.

C2 : concentration de Hcl dilué.

V2 : volume de Hcl dilué.

Pour préparer 10 ml de solution Hcl de 3N on prélève 1.76 ml de Hcl concentré 17 mol/l et on le dilue par l'eau distillée jusqu'à 10 ml.

5/ Solution de NaOH 3N

$$m = C.V.M$$

M : la masse de NaOH.

C: concentration de solution.

V : volume de solution.

M : molaire.

Pour préparer 10 ml de NaOH 3N on dissout 1.2g de NaOH de masse molaire 40 g/l dans 10 ml d'eau distillé.

II. Préparation Substrat de Berridge

Pour préparer 100 ml de substrat de BERRIDGE, on dissout 12g de lait écrémé en poudre dans 10ml de CaCl_2 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 bouillie, le reste de la solution de chlorure de calcium est alors ajouté sur cette bouillie, puis agité.

Le pH du lait ainsi préparé est ajusté à $\text{pH} = 6.4$ avec une solution de HCl à 1N ou NaOH à 1N

Annexe II: matériel biologiques



Présure commerciale



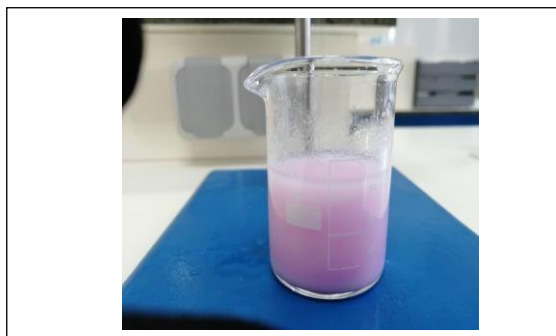
Ferment mésophile

Annexe III

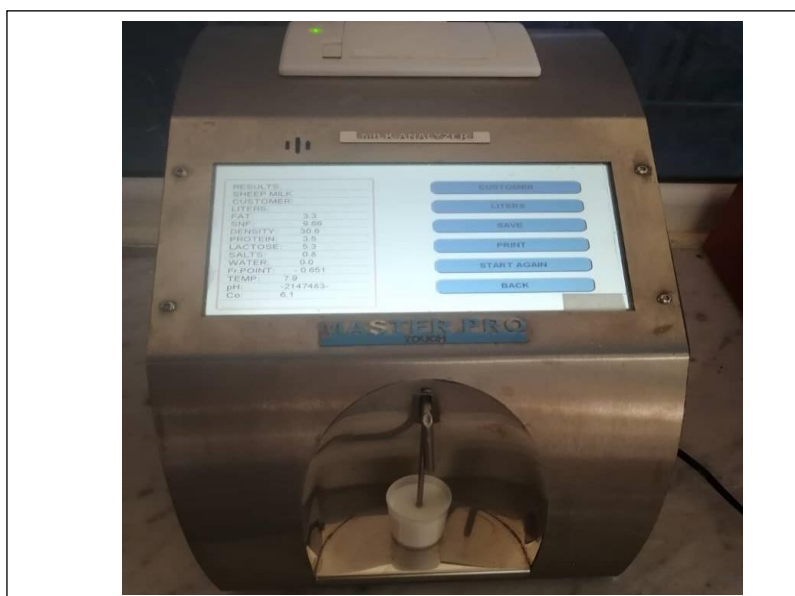
1. Analyse physico-chimique du lait



Détermination du pH



Détermination du l'acidité titrable



Détermination du lactose et protéine.



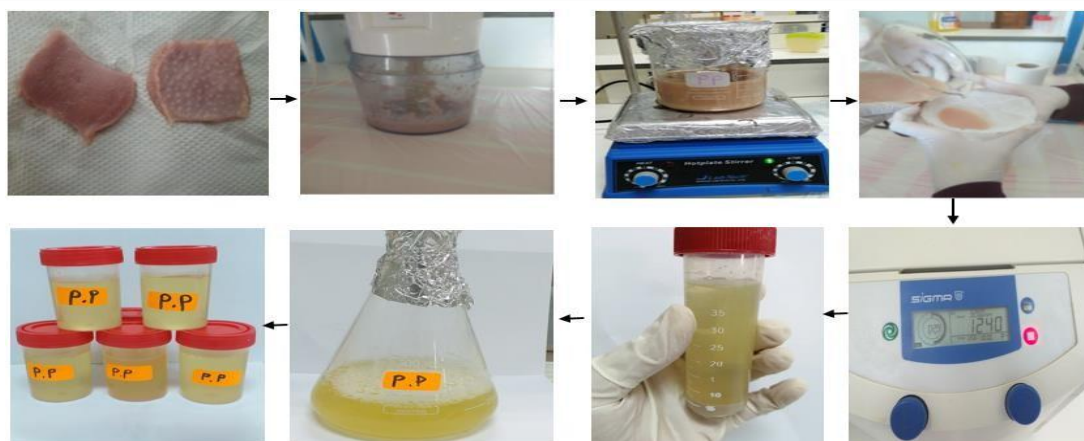
Détermination du l'extrait sec total.



Détermination de la cendre.

Annexe IV

1/ Extraction de l'enzyme coagulant (pepsine de poulet)



Les étapes d'extraction d'enzyme.

2/ Caractérisation de l'extrait enzymatique



Temps de coagulation



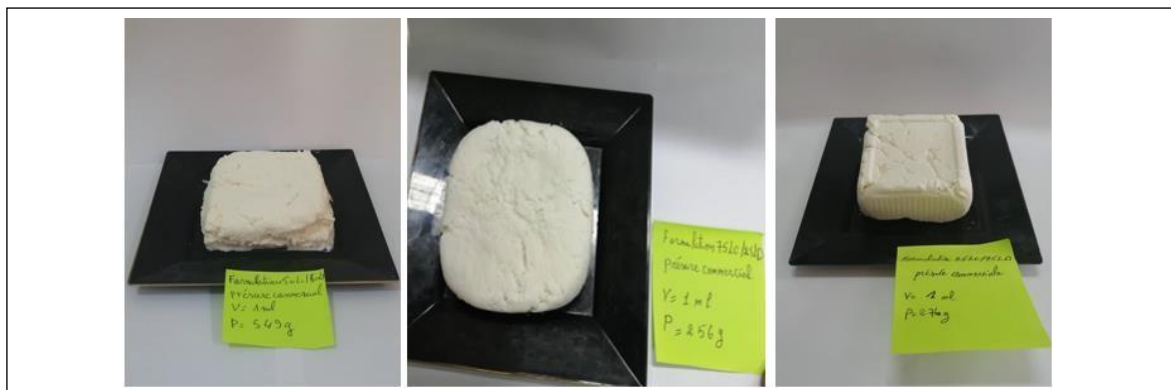
Force coagulante

Annexe V

1/ Fabrication du fromage frais



Fabrication du fromage frais par la pepsine de poulet



Fabrication du fromage frais par la présure commerciale

2/ Analyses microbiologique du fromage frais

8 Rabie Ethani 1439
27 décembre 2017

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 75

21

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 :

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

Journal officiel N°75 pour la recherche d'E. Coli.

MINISTERE DU COMMERCE

Arrêté du 21 Rajab 1435 correspondant au 21 mai 2014 rendant obligatoire la méthode de dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*staphylococcus aureus* et autres espèces).

— — — —

Le ministre du commerce,

Vu le décret présidentiel n° 14-154 du 5 Rajab 1435 correspondant au 5 mai 2014 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° 05-465 du 4 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 6 décembre 2005 relatif à l'évaluation de la conformité ;

Vu l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994, modifié et complété relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires ;

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 une méthode de dénombrement des

La présente méthode spécifie une technique horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive dans les produits destinés à la consommation humaine ou à l'alimentation animale, par comptage des colonies obtenues sur milieu solide (milieu de Baird-Parker) après incubation en aérobiose à 35° C ou 37° C.

1 - Termes et définitions :

Pour les besoins de la présente méthode, les termes et définitions suivants s'appliquent :

1.1 - Staphylocoques à coagulase positive,

Bactéries formant des colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques à la surface d'un milieu de culture sélectif et donnant une réaction positive à la coagulase, lorsque l'essai est effectué selon la présente méthode.

1.2 - Dénombrement des staphylocoques à coagulase positive, détermination du nombre de staphylocoques à coagulase positive trouvé par millilitre ou par gramme d'échantillon, lorsque l'essai est effectué selon la présente méthode.

2 - Principe :

2.1 - Ensemencement en surface d'un milieu gélosé sélectif coulé dans deux séries de boîtes, avec une quantité déterminée de l'échantillon pour essai si le produit à examiner est liquide, ou 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

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 Ethari 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

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.

FATILAB مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ
Autorisation Ministère N°: 154 du 14/07/2009

BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 1493-21
Information Client:
Client: AMMARI FATIMA Code: 1124
Adresse: Tekouba
Tel: 06 98 97 73 62
Information Echantillon:
Référence: E0449 08 21
Dénomination: 50 LD / 75 LCH
Nature: FROMAGE
Emballage: /
Prélevé le: 03/04/2021
Par: Lui-même
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		
Escherichia coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 68 du 2014
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	J.O.A 44 du 2017
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	ISO 11290-1

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

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

Émis le: 08/04/2021

Le Laboratoire: 

FATILAB مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ
Autorisation Ministère N°: 154 du 14/07/2009

BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 1493-21
Information Client:
Client: AMMARI FATIMA Code: 1124
Adresse: Tekouba
Tel: 06 98 97 73 62
Information Echantillon:
Référence: E0449 08 21
Dénomination: 75 LD / 25 LCH
Nature: FROMAGE
Emballage: /
Prélevé le: 03/04/2021
Par: Lui-même
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		
Escherichia coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 68 du 2014
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	J.O.A 44 du 2017
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	ISO 11290-1

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

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

Émis le: 08/04/2021

Le Laboratoire: 

FATILAB مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ
Autorisation Ministère N°: 154 du 14/07/2009

BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 1494-21
Information Client:
Client: AMMARI FATIMA Code: 1124
Adresse: Tekouba
Tel: 06 98 97 73 62
Information Echantillon:
Référence: E0449 07 21
Dénomination: 25 LD / 75 LCH
Nature: FROMAGE
Emballage: /
Prélevé le: 03/04/2021
Par: Lui-même
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		
Escherichia coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 68 du 2014
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	J.O.A 44 du 2017
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	ISO 11290-1

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

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

Émis le: 08/04/2021

Le Laboratoire: 

Les résultats d'analyse microbiologie de laboratoire FATILAB fromage fabriqué par pepsine de poulet.

FATILAB مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ
Autorisation Ministère N°: 154 du 14/07/2009

BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 1493-21
Information Client:
Client: AMMARI FATIMA Code: 1124
Adresse: Tekouba
Tel: 06 98 97 73 62
Information Echantillon:
Référence: E0449 08 21
Dénomination: 75 LD / 25 LCH
Nature: FROMAGE
Emballage: /
Prélevé le: 03/04/2021
Par: Lui-même
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		
Escherichia coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 68 du 2014
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	J.O.A 44 du 2017
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	ISO 11290-1

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

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

Émis le: 08/04/2021

Le Laboratoire: 

مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
FATILAB
19 مارس 1982 مقابل رقم الترخيص: 154/07/2009
Tél: 06 98 97 73 62
Fax: 06 98 97 73 62
Website: www.fatila.com
Email: contact@fatila.com

FATILAB مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ
Autorisation Ministère N°: 154 du 14/07/2009

BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 1493-21
Information Client:
Client: AMMARI FATIMA Code: 1124
Adresse: Tekouba
Tel: 06 98 97 73 62
Information Echantillon:
Référence: E0449 08 21
Dénomination: 75 LD / 25 LCH
Nature: FROMAGE
Emballage: /
Prélevé le: 03/04/2021
Par: Lui-même
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		
Escherichia coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 68 du 2014
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	J.O.A 44 du 2017
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	ISO 11290-1

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

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

Émis le: 08/04/2021

Le Laboratoire: 

مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
FATILAB
19 مارس 1982 مقابل رقم الترخيص: 154/07/2009
Tél: 06 98 97 73 62
Fax: 06 98 97 73 62
Website: www.fatila.com
Email: contact@fatila.com

FATILAB مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE
DE LA QUALITÉ ET DE LA CONFORMITÉ
Autorisation Ministère N°: 154 du 14/07/2009

BULLETIN D'ANALYSE

Microbiologique

N°: 1493-21
Information Client:
Client: AMMARI FATIMA Code: 1124
Adresse: Tekouba
Tel: 06 98 97 73 62
Information Echantillon:
Référence: E0449 08 21
Dénomination: 75 LD / 25 LCH
Nature: FROMAGE
Emballage: /
Prélevé le: 03/04/2021
Par: Lui-même
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		
Escherichia coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 75 du 2017
Staphylocoques à coagulase	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ⁴ / 10 ⁵	J.O.A 68 du 2014
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	J.O.A 44 du 2017
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	100	ISO 11290-1

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

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

Émis le: 08/04/2021

Le Laboratoire: 

مخبر التحاليل ومراقبة النوعية والمطابقة
FATILAB
19 مارس 1982 مقابل رقم الترخيص: 154/07/2009
Tél: 06 98 97 73 62
Fax: 06 98 97 73 62
Website: www.fatila.com
Email: contact@fatila.com

Les résultats d'analyse microbiologie de laboratoire FATILAB fromage fabriqué par présure commerciale

Annexe VI

1-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 ?

.....

2-Fiche d'Analyse sensoriels d'un fromage frais

Analyse des descripteurs sensoriels d'un fromage frais

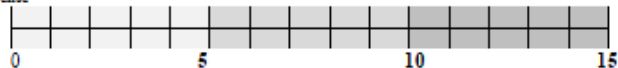
Nom/Prénom :

Promotion :

Date :

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

Néant moyenne intense



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

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

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

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

