



DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRES DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Mlle. MEDJAHEDINE Hidayet Ahlem

Mlle. HADDAR Kawther

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUE

Spécialité : Production animale

Thème

**Exploration de la Coagulation Laitière par la Pepsine Extraite
des Déchets Alimentaires Animales : Une Étape Vers la
Production Durable de Fromage**

Soutenue publiquement le 02/10/2023

Devant le Jury

Président	Mme. BENAMAR Nardjess	Pr	U.Mostaganem
Examineur	M. AIT SAADA Djamel	MCA	U.Mostaganem
Encadreur	M. BENABDELMOUMENE Djilali	MCA	U.Mostaganem

Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire de physiologie animale appliquée Université - Mostaganem
Projet soutenu dans le cadre de l'arrêté 1275

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



Ministère de l'éducation et de la recherche scientifique

Université Abdelhamid Ibn badis Mostaganem

Faculté de sciences de la nature et de la vie

Département de sciences agronomiques



MÉMOIRES DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par : MEDJAHEDINE HEDAYET AHLEM

HADDAR KEWTHER

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : Production animale

Thème

**Exploration de la Coagulation Laitière par la Pepsine Extraite des
Déchets Alimentaires Animales : Une Étape Vers la Production
Durable de Fromage**

Devant le jury

Président	BENAMAR Nardjess	Pr	U.Mostaganem
Encadreur	M. BENABDELMOUMENE Djilali	MCA	U.Mostaganem
Examineurs	AIT SAADA Djamel	MCA	U.Mostaganem

**Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire de physiologie animale
appliquée Université – Mostaganem**

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers Dieu, pour nous avoir accordé la force, la persévérance et la santé nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous souhaitons exprimer notre sincère reconnaissance envers notre encadreur de mémoire, le Professeur Benabdelmoumene Djilali, pour avoir accepté de superviser notre travail. Sa guidance précieuse, ses conseils éclairés et sa patience ont été des piliers essentiels tout au long de ce parcours académique. Il a non seulement facilité la sélection de notre sujet, mais a également contribué de manière significative à l'enrichissement de notre réflexion et à l'élaboration de ce document.

Nous adressons également nos remerciements chaleureux à Madame BENAMAR Nardjess, pour avoir accepté de présider ce document. Sa présence et son expertise ont ajouté une valeur inestimable à notre travail.

Un remerciement spécial est adressé à Monsieur Ait SAADA, pour avoir accepté d'examiner notre travail. Ses observations et suggestions ont été d'une grande aide et ont contribué à la qualité de notre recherche.

Enfin, nous exprimons notre gratitude envers l'ensemble du personnel et des membres du laboratoire de physiologie animale appliquée de la Faculté des sciences de la nature et de la vie. Leur soutien, leur encouragement et leur environnement stimulant ont créé une atmosphère propice à l'apprentissage et à la recherche.

Nous sommes également reconnaissants envers nos familles et amis pour leur soutien inconditionnel, leur amour et leur encouragement tout au long de cette aventure académique.

Résumé

Cette étude compare la coagulation du lait de chamelle et de vache avec trois enzymes extraites, puis analyse les propriétés des fromages résultants.

Le lait de chamelle se caractérise par certaines propriétés distinctes, notamment une concentration en protéines de 25,2 g/l et une teneur en matière grasse de 26,14 g/l. En comparaison, les données relatives au lait de vache révèlent une concentration en protéines de 30,9 g/l et une teneur en matière grasse de 35,54 g/l.

Pour atteindre notre objectif, nous avons procédé à la caractérisation des estomacs d'animaux et à l'extraction de la pepsine de poulet selon la méthode de Bohak (1970), de lapin selon la méthode de Lambert (1980), et de poisson grâce à la méthode de Maachou (2011). Nos résultats révèlent que, pour le lait de vache, l'extrait clarifié de pepsine de poulet présente une activité coagulante de 9,2 UP/ml, l'extrait de pepsine de lapin affiche une activité de 2,7UP/ml, et l'extrait de pepsine de poisson démontre une activité coagulante de 3,1 UP/ml. Pour le lait de chamelle, les extraits clarifiés de pepsine de lapin et de poisson présentent une activité coagulante similaire de 3,33 UP/ml. Chacune de ces enzymes extraites confère des propriétés physico-chimiques et sensorielles distinctes aux fromages obtenus.

Afin de créer cinq formulations de fromage frais à base de lait de vache (F1) et de lait de chamelle (F2) en utilisant des enzymes pepsines (poulet F1.P.P , lapin F1.P.L , et poisson F1.P.Poi) et fromage frais a base de lait chamelle F2 par pepsine (lapin F2.P.L et poisson F2.P.Poi). Les résultats des analyses physicochimiques du fromage frais sont (F1.P.P : Un rendement fromager de 22.1% et taux de protéine 14,61% ; F1.P.L: un rendement fromager 23,4% et un taux de protéine 18,05% et F1.P.Poi: Un rendement fromager de 29,4% et taux de protéine 13,22) (F2.P.L : un rendement fromager de 11,4% et taux de protéine 9,88% et F2.P.Poi : un rendement fromager de 12% et taux de protéine 11%)

Mots-clés : Fromage frais , Fromage vache , Fromage chamelle , pepsine de poulet , pepsine de poisson , pepsine de lapin, extraction enzymatique , coagulation ...

Summary

This study compares the coagulation of camel and cow milk using three extracted enzymes and analyzes the properties of the resulting cheeses.

Camel milk is characterized by distinct properties, including a protein concentration of 25.2 g/l and a fat content of 26.14 g/l, in comparison, data for cow milk reveals a protein concentration of 30.9 g/l and a fat content of 35.54 g/l.

To achieve our objective, we characterized animal stomachs and extracted pepsin from chicken using Bohak method (1970), from rabbit using Lambert method (1980), and from fish using Maachou method (2011). Our results show that, for cow milk, the clarified pepsin extract from chicken demonstrates a coagulating activity of 9.2 UP/ml, the rabbit pepsin extract exhibits an activity of 2.7 UP/ml, and the fish pepsin extract demonstrates a coagulating activity of 3.1 UP/ml. For camel milk, the clarified extracts of rabbit and fish pepsin present similar coagulating activities of 3.33 UP/ml. Each of these extracted enzymes imparts distinct physicochemical and sensory properties to the resulting cheeses.

To create five formulations of fresh cheese based on cow milk (F1) and camel milk (F2) using pepsin enzymes (F1. P. P from chicken, F1. P. L from rabbit, and F1. P. Poi from fish) and fresh camel milk cheese (F2) with pepsin (F2. P. L from rabbit and F2.P. Poi from fish). The results of physicochemical analyses of the fresh cheese are as follows: F1. P. P: Cheese yield of 22.1% and protein content of 14.61%; F1. P. L: Cheese yield of 23.4% and protein content of 18.05%; and F1.P. Poi: Cheese yield of 29.4% and protein content of 13.22%. For F2, based on camel milk, F2. P. L has a cheese yield of 11.4% and a protein content of 9.88%, while F2.P. Poi has a cheese yield of 12% and a protein content of 11%.

Keywords: Fresh cheese, Cow cheese, Camel cheese, Chicken pepsin, Fish pepsin, Rabbit pepsin, enzymatic extraction, coagulation...

الملخص

تهدف هذه الدراسة الى مقارنة تخطيط الجلب والبور عن طريق ثلاث انزيمات مستخرجة وتم تحليل خصائص الالجان الناتجة.

ويتميز جلب البلب ببعض الخصائص المميزة، منها تركيز البروتين 25.2 جم/لتر ومحتوى الدهون 26.14 جم/لتر. وبالمناسبة، تكشف البيانات الخاصة بتخطيط البور عن تركيز بروتين قدره 30.9 جم/لتر ومحتوى دهون قدره 35.54 جم/لتر. ولتحقيق هدفنا قمنا بتوصيف المعدة الحيوانية واستخلص الببتين من الدجاج بطريقة يوهك (1970)، ومن الأرناب بطريقة المبرت (1988)، ومن السمك بطريقة معاشو (2011)

تُكشف نتائجنا أنه بالنسبة لتخطيط البور، فإن مستخلص الببتين الدجاج المصنوع له نشاط تخر قدره 9.2 ويعرض مستخلص الببتين الأرناب نشاطا قدره 2.7، ويظهر مستخلص الببتين السمكي نشاط تخر قدره 3.1. بالنسبة لتخطيط البلب، أظهرت مستخلصات الببتين الأرناب والسمك نشاط تخر مماثل قدره 3.33. فمن كل من هذه الإنزيمات المستخرجة خصائص إنزيمية وكيميائية وحسنة مميزة للالجان التي يتم الحصول عليها

من أجل إنشاء خمس تركيبات من الجين الطازج المصنوع من جلب البور باستخدام إنزيمات ببتين الدجاج والأرناب والسمك والجين الطازج المصنوع من جلب البلب باستخدام ببتين الأرناب والسمك. نتائج التحليل الإنزيمية والكيميائية للجين الطازج هي: الجين المصنوع من جلب البور مع ببتين الدجاج: إنتاجية الجين 22.1% ومحتوى البروتين 14.61%؛ الجين المصنوع من جلب البور مع ببتين الأرناب: إنتاجية الجين 23.4% ومحتوى البروتين 18.05%؛ والجين المصنوع من جلب البور مع ببتين السمك: محتوى الجين 29.4% ومحتوى البروتين 13.22 (الجين المصنوع من جلب الزاوة مع ببتين السمك أرناب: محتوى الجين 11.4% ومحتوى البروتين 9.88% والجين المصنوع من جلب البلب مع ببتين السمك: إنتاجية الجين 12% ومحتوى البروتين 11%)

الكلمات المفتاحية: الجين الطازج، جين البور، جين الزاوة، ببتين الدجاج، ببتين السمك، ببتين الأرناب، الأنزيم، التخر، إلخ

Liste des figures

Figure 1: Structure moyenne des troupeaux.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2: Réserve en chamelle en Algérie pendant la dernière décennie	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3: Représentation schématique des différences entre le lait de chamelle et le lait de vache	Erreur ! Signet non défini.
Figure 4: Fromage frais	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5: Estomacs des lapins	Erreur ! Signet non défini.
Figure 6: Pro ventricules des poules.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 7: Estomacs de poissons Merlan	Erreur ! Signet non défini.
Figure 8: Diagramme d'extraction de la pepsine de poulet.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 9: Les étapes de l'extraction de la pepsine de poulet.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 10: Diagramme d'extraction de la pepsine de lapin	Erreur ! Signet non défini.
Figure 11: Les étapes de l'extraction de la pepsine de lapin	Erreur ! Signet non défini.
Figure 12: Diagramme d'extraction de la pepsine de poisson.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 13: Les etapes de l'extraction de la pepsine de poisson.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 14 : Les trois enzymes extraites	Erreur ! Signet non défini.
Figure 15: Diagramme de fabrication du fromage frais au lait chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16: Les étapes de fabrication du fromage au lait chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 17: Diagramme de fabrication du fromage frais au lait de vache	Erreur ! Signet non défini.
Figure 18: Les étapes de fabrication du fromage au lait vache	Erreur ! Signet non défini.
Figure 19: pH de deux laits vaches et chamelle.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 20: L'acidité de deux laits vaches et chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 21: Densité de deux laits vaches et chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 22: Matière grasse de deux laits vaches et chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 23: Matière sèche de deux laits vaches et chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 24: Protéine de deux laits vaches et chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 25: Lactose de deux laits vaches et chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 26: L'activité coagulante des extraits enzymatique de deux laits différents ...	Erreur ! Signet non défini.
Figure 27: L'effet de la température sur le temps de coagulation du lait vache et chamelle.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 28: L'effet de pH sur le temps de floculation dans lait de vache	Erreur ! Signet non défini.
Figure 29: L'effet de pH sur le temps de floculation dans lait de chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 30: Influence du mode de conservation de l'extrait enzymatique sur l'activité coagulante dans lait de vache et lait de chamelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 31: pH des fromages frais a base de lait vache et de lait de chamelle..	Erreur ! Signet non défini.
Figure 32: Acidité des fromages à base de lait vache et de lait de chamelle ..	Erreur ! Signet non défini.

Figure 33: Matière grasse des fromages à base de lait vache et de lait de chamelle .**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 34: Matière séché des fromages à base de lait de vache et de lait de chamelle.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 35: Protéine des fromages à base de lait vache et de lait de chamelle **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 36: Analyses sensorielles des fromages à base de lait de vache et lait de chamelle (Texture)

..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 37: Analyses sensorielles des fromages à base de lait vache et de lait de chamelle (Odeur)

..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 38: Analyses sensorielles des fromages à base de lait de vache et de lait de chamelle (Gout)

..... **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques organoleptiques du lait de vache et de lait de chamelle **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2: Caractéristiques physicochimiques de lait de vache et de lait de chamelle**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3: Caractéristiques des extraites enzymatiques d'origine animale **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 4: L'effet de la température sur le temps de coagulation de lait de vache et de lait de chamelle **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 5: L'effet de la CaCl_2 sur le pH de lait de vache et de lait de chamelle **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 6: Rendements de fromage à base de lait de vache et de chamelle . **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 7: Les propriétés physico-chimiques du fromage frais de lait de vache et du fromage frais de lait de chamelle **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des abréviations

FAO : Food and agriculture organisation.

AC : Activité.

AFNOR : Association française de normalisation.

°D : degré Dornic.

F : Force de l'enzyme.

F1 : Fromage a base lait de vache

F2 : Fromage a base lait de chamelle

κ : kappa, κ –CN : kappa caséine.

LPC : lait pasteurisé conditionné.

MADR : Ministère de l'agriculture et du développement rural.

MG : matière grâce.

MS : matière sèche

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

P.L : Pepsine de lapin

P.P : Pepsine de poulet

P.Poi : Pepsine de poisson

U.A.C : Unité d'activité coagulante.

UHT : Ultra haute température.

UP: Unité pepsine

Table des matières

Dédicace.....	
Remerciments.....	
Résumé.....	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	
Etude bibliographique	1
Chapitre I : Lait.....	5
I. Définition du lait	6
II. Composition du lait	6
III. Facteurs de variation de la qualité de lait.....	6
III.1. Race	6
III.2. Age et numéro de lactation.....	7
III.3. Traite	7
III.4. Conditions climatiques	7
III.5. Suivi de l'alimentation	7
III.6. État sanitaire	8
IV. Production et consommation du lait.....	8
IV.1. Dans le monde	8
IV.2. En Algérie	8
V. Élevage en Algérie.....	8
V.1. Importance de l'élevage bovin laitière en Algérie	8
V.12 Principales races de bovins laitières en Algérie	9
V.13 Laits bovins	9
V2 Importance de l'élevage camelins en Algérie	12
V21 Principales races de camelins en Algérie	13
V22 Lait camelin.....	13
VI. Comparaison générale entre lait de chamelle et lait de vache	17
Chapitre II : Les Agents coagulants de lait.....	19
I. Coagulation du lait.....	19
II. Type de coagulation	19
II.1 Coagulation par voie acide.....	19

II.2 Coagulation mixte.....	19
II.3 Coagulation par voie enzymatique.....	20
III. Différents types de coagulants enzymatiques.....	21
III.1. Coagulant d'origine animal.....	21
III.1.1. Présure.....	21
III.2. Enzymes coagulantes d'origine végétale	23
III.3. Enzymes coagulants d'origine microbiologie	23
IV. Facteurs influant la coagulation du lait.....	24
IV.1 Effet de la température	24
IV.2 Effet du pH du lait	24
IV.3 Effet de la teneur en ions calcium (CaCl ₂)	24
IV.4 Concentration en enzyme.....	24
Chapitre III: Les fromages.....	26
I. Définition de fromage	26
II. Transformation du lait en fromage	26
II.1 Pasteurisation.....	26
II.2. Refroidissement	27
II.3. Coagulation du lait	27
II.4. Egouttage.....	27
II.5. Salage.....	28
II.6. Affinage.....	28
III. Différents types de fromages.....	28
III.1. fromage à pâte fraîche	28
III.2. Fromage à pâte pressée.....	29
III.2.1. Fromages à pâte pressée non cuite.....	29
III.2.2. Fromages à pâte pressée cuite	29
III.3. Fromage à pâte molle.....	29
III.3.1. Fromage de pâte molle à croûte fleurit	29
III.3.2. Fromage de pâte molle à croûte lavée	29
III.4 Fromage frais	30
IV. Valeurs nutritionnelles des fromages.....	30
V. Analyses sensorielles des fromages	31
Partie expérimentale	32
Chapitre I : Matériel et méthodes.....	33

I. Objectif de travail	35
II. Matérielle et méthode	35
II.1. Echantillons des estomacs	35
II.1.1 Estomac lapin	35
II.1.2 Pro ventricules poulet.....	36
II.1.3 Estomac de poisson	37
II.2 Echantillon du lait	37
II.2.1. Lait vache.....	37
II.2.2 Lait de camelin	37
III. Méthodes.....	39
III.1 Extraction de la pepsine	39
III.1.1 Pepsine de poulet	39
III.1.2 Pepsine de lapin	41
III.1.3 Pepsine de poisson	43
III.2 Caractérisation des pepsines	44
III.2.1 Expression du rendement de l'extraction	45
III.2.2 Activité coagulante	45
III.2.3 Force de coagulation	46
III.2.4. Temps coagulante	46
III.2.5. Effet de température	46
III.2.6. Effet du pH.....	47
III.2.7. Mode conservation	47
III. 3. Paramètres physico-chimiques du lait	47
III.4.Fabrication du fromage frais a coagulation enzymatique.....	49
III.4.1. A base du lait de chamelle.....	49
III.4.2. A base lait de vache.....	52
V. Caractérisation physico-chimique du fromage frais	54
V1 Rendement fromager	54
Chapitre II Résultats et	58
Discussion	58
I. Caractéristiques organoleptiques du lait vache et lait cameline	59
II. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait	59
III. Caractérisation de l'extrait enzymatique coagulant	65
IV. Amélioration des aptitudes à la coagulation du lait de vache et lait de dromadaire ..	68
IV.1. L'effet de la température	68

IV2 L'effet de pH	69
IV3 Mode de conservation.....	70
V. Fabrication de fromage	72
V1. Fabrication du fromage frais a base du lait de vache	72
V2. Fabrication du fromage frais a base du lait de cameline.....	72
V3. Résultats des analyses physico chimique du fromage frais	73
VI. Analyses du profil sensorielle	76
 Conclusion.....	 81
Références Bibliographiques.....	83

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Le lait et les produits laitiers sont des aliments importants pour toutes catégories d'âge de la population à l'échelle de la planète. En raison de ses composantes nutritionnelles, le lait est à la base de la promotion et le maintien d'une alimentation des populations. De ce fait, ces dernières années, la production mondiale du lait a connu une augmentation de 1.6 % atteignant 838 Mt en 2018 (**FAO**, 2019). Parmi les différents types de lait, il y a le lait de vache et de chamelle sont deux types de lait aux caractéristiques distinctes.

Le lait est un liquide blanc mat, légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, de la traite ou de l'allaitement. Elles sont aussi tributaires de la nature de l'alimentation des animaux. Il a un goût assez doux, légèrement âpre et parfois salé. À la traite et lors des transvasements, il forme une mousse abondante. Comparé au lait de vache, le lait de chamelle s'acidifie très peu. Il peut être conservé longtemps sans réfrigération (3 jours à 30°C et 2 semaines à 7°C) (**Dra**, 2019).

Les propriétés de coagulation du lait de vache et du lait de chamelle diffèrent, avec des concentrations en enzymes nécessaires pour coaguler le lait de chameau environ quatre fois plus élevées que celles requises pour le lait cru de vache. Malgré sa richesse nutritionnelle et sa bonne qualité microbiologique, le lait camelin est techniquement plus difficile à transformer en fromage et autres produits fermentés que le lait d'autres animaux d'élevage, où il produit un caillé fragile qui ne convient pas à la transformation en dérivés élaborés (**Benkerroum et al .**, 2021).

La coagulation 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 (**Mekhaneg**, 2020) .

La coagulation du lait par voie enzymatique est obtenue par l'ajout d'enzymes coagulantes telles que la pepsine extraite des estomacs de différentes espèces, , il y a des enzymes gastriques de proventricule du poulet (**Animour** , 2019) et les coagulants liquides provenant d'estomacs de jeunes lapins (**Dobler** ,2016) et à partir de caillettes de bovidés adultes (**Slamani**, 2018) . Certains facteurs peuvent affecter la coagulation du lait et l'activité protéolytique des enzymes lors de la fabrication du fromage, comme le pH du lait, la température, la concentration en

Introduction générale

Ca + ainsi que la quantité de coagulants utilisée. De même, le type de coagulant utilisé ou la source d'enzymes peuvent affecter les caractéristiques des fromages, non seulement lors de la fabrication, mais également au stade de l'affinage (**Lombardi et al.**,2019) (**García et al.**, 2020).

D'autre part, la valorisation des sous-produits animaux constitue un enjeu majeur dans le domaine de la production animale. Les estomacs d'animaux, tels que le poulet, le lapin et le poisson, représentent des déchets souvent négligés, mais qui offrent un potentiel intéressant en termes d'extraction d'enzymes utiles dans l'industrie alimentaire. Dans cette étude, nous nous concentrons spécifiquement sur l'extraction et l'utilisation de l'enzyme pepsine, présente dans les estomacs de ces différentes espèces, pour la coagulation du lait de vache et du lait de chamelle pour fabrication du fromage frais.

Le fromage est un produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenus exclusivement des produits laitiers: lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse (**Bouterfa**,2019).

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer l'efficacité de l'extraction de la pepsine à partir des estomacs de poulet, de lapin et de poisson, ainsi que son application dans la coagulation du lait de vache et du lait de chamelle. Nous cherchons à déterminer la capacité coagulante de ces enzymes extraites, ainsi que leur influence sur les propriétés physico-chimiques et sensorielles sur le fromage frais qui est fabriqué .

PARTIE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Lait

I. Définition du lait :

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition de leurs petits. Le Congrès international de la Répression des Fraudes tenu à Genève en 1908 avait défini le lait comme « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ». **Dictionnaire de Larousse** (2017).

II. Composition du lait :

D'après la (FAO, 2022) la composition du lait peut servir à des fins diverses, par exemple, répondre aux besoins du marché, surveiller la santé des animaux, réduire l'impact environnemental et valoriser les acides gras (AG) bénéfiques pour la santé humaine. La composante la plus variable est le gras suivi de la protéine. Le lait contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes. Le lait d'origine animale peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dans les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale. L'espèce de l'animal laitier, la race, l'âge et l'alimentation, ainsi que le stade de lactation, la parité (nombre de parturitions), le système d'exploitation, l'environnement physique et la saison influencent la couleur, la saveur et la composition du lait et permettent de produire une variété de produits laitiers.

III. Facteurs de variation de la qualité de lait**III.1. Race**

Les facteurs génétiques agissent davantage sur la composition chimique du lait que sur la quantité produite. D'une manière générale, les races les plus laitières présentent des taux butyreux et protéiques les plus faibles. Ce qui justifie le choix des éleveurs qui se détournent des races ayant un lait riche à la protéine de celles ayant une production élevée (**Kaouche-Adjlane, 2019**).

III.2. Âge et numéro de lactation

L'effet de l'âge ou du numéro de lactation est difficile à mesurer. On considère souvent que le vieillissement des vaches ou les chamelles entraînent un appauvrissement de leur lait. L'appauvrissement semble apparaître pour les lactations de rang élevé et ce d'autant plus que l'état de la mamelle aura été dégradé sous l'effet cumulé des mammites (**Kaouche-Adjlane**, 2019).

III.3. Traite

En règle générale, la production laitière augmente avec la fréquence de traites. De deux à trois traites par jour augmentent la production journalière. La quantité et la qualité du lait évoluent avec le rang de la traite (**Medjour**, 2014). La traite doit aussi respecter la physiologie de l'éjection du lait résultant d'un réflexe neurohormone. Les facteurs inhibant l'éjection du lait (stress, douleur, émotion) réduisent considérablement la quantité de lait. La traite doit obéir à certaines règles : traire dans le calme ; assurer une bonne préparation de la mamelle ; traire rapidement ; le nombre de traites par jour a également une incidence sur la quantité de lait produite (**Guigma**, 2013)

III.4. Conditions climatiques

La variabilité saisonnière associée aux facteurs strictement climatiques (chaleur, aridité), joue évidemment sur les performances laitières (**Medjour**, 2014). La composition chimique du lait varie au cours de l'année. Une fois éliminés les effets du stade de lactation et de l'alimentation, les taux butyreux et protéique apparaissent les plus faibles en été et plus élevés en hiver (**Kaouche-Adjlane**, 2019).

III.5. Suivi de l'alimentation

Certains suivis de reproduction comprennent le suivi de l'alimentation, avec notamment la notation des notes état corporel, la mesure des corps cétoniques en post-partum, la notation des bouses, voire le mesure du pH ruminal ainsi que l'évaluation ou la conception des rations pour les vaches en production et pour les vaches tarées. Ce suivi est parfois compris dans le suivi reproduction, car les éleveurs cibles sont souvent les mêmes. L'avantage pour le vétérinaire vient du fait que la variation des rations au cours des saisons et des années lui permet de développer ce type de suivi sur le long terme afin de maintenir une production malgré les variations de l'alimentation (**Pommereul et al.**, 2017).

III.6. État sanitaire

D'une manière générale, les troubles sanitaires lorsqu'ils affectent la production laitière peuvent modifier indirectement la composition du lait (**Pacheco**, 2016).

Les productions et les teneurs en MG et en protéines du lait sont modifiées par les infections intra mammaires, dues principalement à une réduction de la production de lait. Lorsqu'il y a infection mammaire, les cellules de l'épithélium sécrétoire peuvent être altérées et détruites et la perméabilité vasculaire et tissulaire peut être augmentée. Ces deux phénomènes entraînent une diminution de la capacité de synthèse et un passage accru dans le lait d'éléments venant du sang (**Kaouche-Adjlane**, 2019).

IV. Production et consommation du lait**IV.1. Dans le monde**

En 2020, la production mondiale de lait poursuit sa croissance et a atteint 906 millions de tonnes, soit une hausse de 33 % par rapport à 2007. La production mondiale de lait de vache suit la même tendance, et elle dépasse cette année les 734 millions de tonnes (**France AgriMer**, 2021).

IV.2. En Algérie

La filière lait connaît certaines évolutions en matière de production. Elle est passée de 1 milliard de litres en 1997 à 1,9 milliard en 2004 et 2,1 milliards de litres en 2005. Durant la campagne 2019/2020 la production nationale du lait avoisine 3,38 milliards de litres avec un taux de croissance de 3 % par rapport à la campagne précédente dont la production nationale du lait est de 3,28 milliards de litres (**MADR**, 2021).

V. Élevage en Algérie

L'élevage constitue une activité économique essentielle dans la plupart des systèmes agricoles de l'Algérie (**Kerbach**, 2019).

V.1. Importance de l'élevage bovin laitier en Algérie

L'effectif de vache laitière représente la part la plus importante du cheptel, avec 54%, de l'effectif total, suivi des génisses avec 14%, les taureaux reproducteurs représentent 9% de l'effectif, suivi par les veaux 5% (**Attia et al.**, 2019).

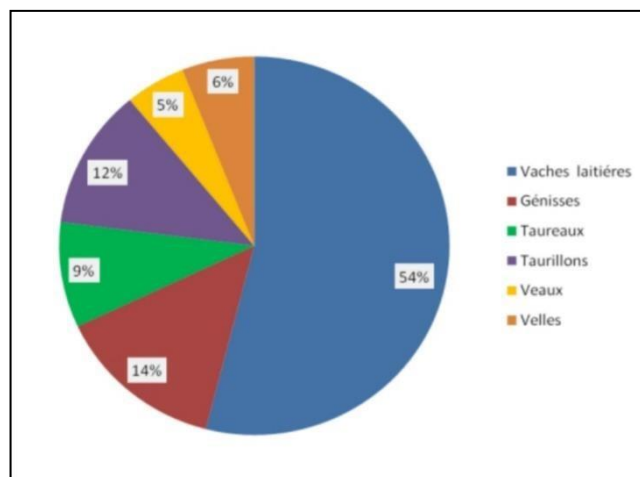


Figure 01 : Structure moyenne des troupeaux (Attia *et al.*, 2019)

V12 Principales races de bovins laitières en Algérie

Le cheptel bovin algérien est constitué de trois types distincts : Bovin laitier moderne « B.L.M », Bovin laitier local « BLL », Bovin laitier Amélioré « BLA »

- **Bovin amélioré « B.L.A » ou mixtes** : Le Bovin laitier amélioré est un ensemble constitué de croisements (non contrôlés) entre la race locale « Brune de l'Atlas » et des races introduites (Kerbache, 2019)
- **Bovin moderne « B.L.M »** Le Bovin laitier moderne introduit principalement à partir d'Europe et comprend essentiellement les races Holstein, Frisonne Pie Noire, montbéliarde, Pie Rouge de l'Est, et Tarentaise. (Kerbache, 2019)
- **Bovin local « B.L.L »** L'élevage bovin local ou BLL ; constitué des sujets de races locales ou populations locales évolution des effectifs bovins en Algérie en millier de têtes (Belhadia, 2020).

V13 Laites bovins

V.1.3.A Composition du lait

Les matières grasses constituent environ 3 à 4 pour cent des solides du lait de vache, les protéines environ 3,5 pour cent et le lactose 5 pour cent, mais la composition chimique brute du lait de vache varie en fonction de la race. Par exemple, la teneur en matière grasse est généralement plus élevée chez les bovins *B. indicus* que chez *B. Taurus*. La teneur en matière grasse du lait de bovin *B. indicus* peut atteindre 5,5 pour cent (FAO, 2022).

Le lait sont composés des éléments suivants :

a. Eau

C'est l'élément quantitativement le plus important. Elle conditionne l'état physique des autres constituants, en intervenant dans l'émulsion de la matière grasse et la dispersion des micelles de caséines lors de la transformation (75 à 80%) de cette eau se retrouve dans le lactosérum. De plus l'eau intervient dans le développement bactérien et les altérations du lait (**Mekhaneg , 2020**) .

B. Minéraux

Ils sont présents dans le lait à 7 g/l environ. Les plus représentés, en quantité, sont le calcium, le phosphore, le potassium et le chlore. On retrouve ces matières salines soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble. Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement bio disponibles. Les autres (calcium, phosphore, magnésium et soufre) existent dans les deux fractions (**Mekhaneg , 2020**) .

C. Vitamines

Toutes les vitamines sont présentes dans le lait frais en quantité plus ou moins grande à l'exception de la vitamine B 12. À noter la richesse en vitamine B 12. Le lait est une bonne source en vitamines, on distingue les vitamines hydrosolubles (vitamines B1, B2, B6) et les vitamines liposolubles (Vitamine A, D, E, K) (**Mekhaneg , 2020**) .

D. Matière grasse

Les lipides du lait n'ont aucun rôle dans le phénomène de coagulation. Ils sont constitués en majeure partie de triglycérides qui représentent 97 à 99% des lipides totaux. Ces lipides se solidifient à température ambiante. La composition des lipides du lait varie avec l'espèce ; 35g/l environ pour celui de la femme et de la vache ; 40 à 50 g/l pour les autres espèces , en plus des triglycérides, on trouve des phospholipides, stérols cholestérol notamment qui constituent le reste (1 à 3 % des lipides totaux) (**Mekhaneg , 2020**) .

E. Glucides

Le sucre principal du lait est le lactose, disaccharide constitué par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. On ne relève que 70 mg. L-1 de glucose et 20 mg. L-1 de galactose ainsi que des traces d'autres glucides. Le constituant principal de la matière sèche du lait est le lactose qui présente une moyenne de 50 g/L. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose, en outre certains glucides peuvent se combiner aux protéines (**Mekhaneg**, 2020).

F. Protéines

Les protéines du lait peuvent être réparties en deux catégories ; les caséines (insolubles à pH 4,6) et les protéines du lactosérum (solubles à pH 4,6). La caséine entière représente 80% des protéines du lait de vache et se présente sous une forme micellaire. La micelle est formée par l'association des caséines α_1 , α_2 , β , κ et de composants salins dont les deux principaux sont le calcium et le phosphate. Le poids moléculaire des caséines α_1 , α_2 , β , κ , varie de 19 kDas pour la caséine α_1 et β et jusqu'à 25 kDas pour la caséine α_2 (**Mekhaneg**, 2020).

H. Caséines

On distingue essentiellement trois types de caséines : la caséine α_s , la caséine β et la caséine κ . Ces caséines représentent environ 78 % des composés azotés du lait. La caséine précipite seul lorsqu'on acidifie le lait à pH 4,6 ou lorsqu'on fait réagir une enzyme spécifique comme la chymosine (**Mekhaneg**, 2020).

V.1.3.B. Valeur nutritionnelle du lait bovin

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère. Un litre de lait d'origine bovine contient environ 50g de lactose, 32g de protéines et 40g de matière grasse. Le potentiel énergétique d'un litre de lait est respectivement de 2720KJ, 2090 KJ et 1460 KJ suivant qu'il est entier, demi-écrémé ou écrémé. Le lait n'est cependant pas un aliment complet, car carencé en fer et acides aminés soufrés (méthionine, cystéine). Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels et des minéraux d'intérêt nutritionnel (calcium et phosphore) sous forme organique et minérale facilement assimilable par l'organisme (**Jeantet et al.**, 2008).

V2 Importance de l'élevage camelins 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, Bettayeb, 2019**).

Le dromadaire est présent sur l'ensemble de ses régions naturelles du Sahara ainsi que la Steppe (**Bekkouche, 2021**), l'élevage camelin est une réalité au regard de son rôle social et économique primordial et a toujours été associé aux formes de vie dans ces zones là (**Senoussi, 2012**), surtout qu'il joue un rôle important dans l'optique de la sécurité alimentaire des communautés natives (**Meguelliati-kanoun, 2018**).

Malgré cette importance, le troupeau camelin national a évolué d'une manière très irrégulière jusqu'à l'aube des années 2000 connaissant un nouvel élan où les effectifs ont pratiquement doublé en l'espace de 20 ans pour atteindre les 416519 têtes en 2019 (**FAO STAT, 2021**) (figure 02).

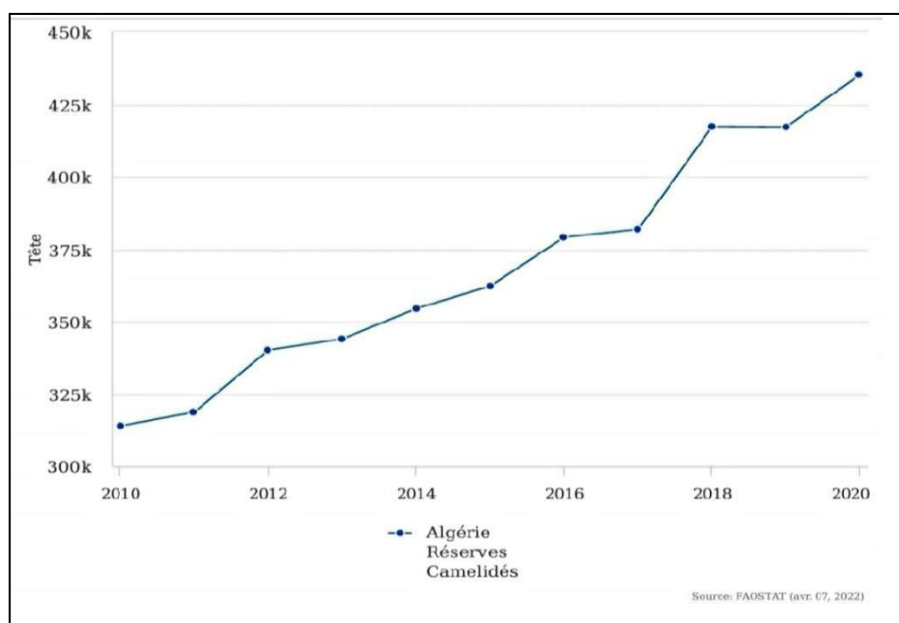


Figure 02 : Réserve en chamelle en Algérie pendant la dernière décennie (2010-2020) (**FAO, 2022**).

V21 principales races des chameaux en Algérie

Le cheptel camelin algérien est constitué de populations qui se distinguent par des critères phénotypiques et écologiques. Les critères de classification des dromadaires généralement utilisés sont : leurs mensurations, la couleur de la robe, leur origine géographique et leur utilisation (**Harek et al.**, 2017 ; **Smili**, 2022). Cependant, peu de données sont disponibles sur la caractérisation génétique des populations (**Harek et al.**, 2017).

Selon (**Smili**, 2022) les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent également au Maroc et en Tunisie, ce sont des races de selle, de bât et de trait Il s'agit des races suivantes :

- Chaâmbi : utile 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 Chaâmbas.
- Ouled Sidi Cheikh : c'est un animal de selle. On le trouve dans les hauts plateaux du grand erg occidental.
- Sahraoui : il est issu du croisement Chaâmbi et Ouled Sidi Cheikh. C'est un excellent méhari. Son territoire va du grand erg occidental, au centre du Sahara.
- Ait Khebach : c'est un animal de bât. On le trouve dans l'aire Sud-ouest.
- Chameau de la steppe : il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites sud de la steppe.
- Tergui ou race des Touaregs du nord, excellent méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur. Il est réparti dans le Hoggar et le Sahara central.
- Ajier : bon marcheur et porteur, on le situe, dans le Tassili N'Ajjer.
- Reguibi : c'est un très bon méhari. Il est réparti dans le Sahara occidental, le Sud oranais (Béchar, Tindouf).
- Chameau de l'Aftouh : Utilisé comme animal de trait et de bât. On le trouve aussi dans la région des Reguibet (Tindouf, Béchar).

V22 Lait chamelle

Le lait est défini en produit de sécrétions des glandes mammaires, des mammifères comme la vache et la brebis, destinés à l'alimentation de jeune animal naissant. Le lait de chamelle est

composé en moyenne de 11,7% de solides totaux, 3,5% de protéines, 4,5% de matières grasses, 0,8% de cendre, 4,4% de lactose, 0,13% d'acidité et a un pH de 6,5 (**Kebir, 2018**).

V22A Composition

À une composition semblable à celle du lait de vache, mais est légèrement plus salé. Le lait de chamelle peut être trois fois plus riche en vitamine C que le lait de vache et représente une source vitale de cette vitamine pour les personnes vivant dans les zones arides et semi-arides, qui ne peuvent souvent pas obtenir de vitamine C par la consommation de fruits et de légumes. Le lait de chamelle est également riche en acides gras insaturés et en vitamine B. Le lait du chameau de Bactriane a un pourcentage plus élevé de matières grasses que le lait de chameau, mais les niveaux de protéines et de lactose sont similaires. En général, le lait de chamelle est consommé cru ou fermenté (**FAO, 2022**).

- **Eau**

L'eau est un facteur important qui affecte la composition du lait de chamelle (**Patel et al., 2016**). Sa teneur dans le lait camelin varie selon son apport dans l'alimentation, atteint son maximum pendant la période de sécheresse. En effet, il a été montré que la restriction en eau alimentaire des chameaux se traduit par une dilution du lait : un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86%, alors que dans un régime déficient (en période de sécheresse), la teneur s'élève à 90%. Cette dilution pourrait être l'effet d'un mécanisme d'adaptation particulier, afin de couvrir les besoins des chameaux durant la période de sécheresse (**Benguettaia et Lemlem, 2013**).

- **Minéraux**

Le lait de chameau constitue une bonne source d'apport en minéraux (macro et Oligoéléments) pour le chameau et le consommateur humain, certains auteurs ont rapporté que la variation de la composition minérale du lait camelin est influencée par l'alimentation, l'état de déshydratations, la saison, l'état sanitaire de la mamelle et le stade de lactation (**Boudjenah, 2012**).

Le lait de chamelle est plus riche en éléments minéraux majeurs (sodium, potassium, Fer, cuivre, zinc, magnésium et de petites quantités de fer) cette valeur varie entre 0,60 et 0,90 pour cent et des oligo-éléments qui se trouvent sous forme de sels (phosphates, chlorures et citrates) (**Sboui et al., 2009 ; Souid, 2011 ; Kula et Dechasa, 2016**).

- **Vitamines**

De nombreuses vitamines telles que D, E, A, C et des vitamines du groupe B se retrouvent dans le lait de chameau . Le lait camelin contient des teneurs plus faibles en vitamines A (rétinol), E (tocophérol), et en certaines vitamines du groupe B (vitamine B1 ou thiamine), B2 (riboflavine), B3 (niacine), B5 (acides pantothénique), B9 (acide folique) et en vitamine B12 (**Benguettaia et Lemlem**, 2013).

- **Matière grasse**

Le lait de chamelle est en moyenne faible en matière grasse, qui représente environ 1,2 à 6,4% est constituée essentiellement de lipides et de substances lipoidiques. Néanmoins des composés protéiques sont présents dans la membrane du globule gras (MGG). Elle constitue également, un apport important en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles. Cependant, les globules gras du lait de chamelle sont de très petites tailles (1,2 à 4,2 μ de diamètre) et restent donc en suspension même après 24 heures de repos (**Chethouna**, 2011; **Si Ahmed Zennia**, 2015). Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparait liée aux protéines, tout ceci explique la difficulté à baratter le lait de chamelle pour en extraire le beurre (**Siboukeur**, 2007).

- **Glucides**

Le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin. Sa concentration variant très peu, entre 48 et 50 g/l. Le changement de concentration du lactose explique la variation de la saveur du lait de chamelle (**Benguettaia et Lemlem**, 2013 ; **Kula et Dechasa**, 2016). La nature de la végétation consommée par les chameaux dans les régions désertiques pourrait être un facteur important de variation des teneurs en lactose (**Kula et Dechasa**, 2016).

- **Protéines**

La teneur en protéines du lait de camelin varie de 3 à 3,90 pour cent, il contient deux principaux groupes les caséines (insolubles à pH de 4,3) et les protéines sériques (solubles à même pH) (**Kula et Dechasa**, 2016).

- **Caséines**

Les caséines camelines sont également des phosphoprotéines représentent la fraction protéique la plus abondante dans le lait camelin (**Barlowska et al.**, 2011) Il existe des différences structurelles et conformationnelles dans les caséines du lait camelin par rapport aux protéines

d'autres animaux (**Khalesi et al.**, 2017). Les caséines camelines sont moins phosphorylées et moins riches en phosphate de calcium micellaire que les caséines bovines.

La caséine est la protéine majeure du lait de chameau et constitue environ 52 à 87 % des protéines totales (**Kumar et al.**, 2015 ; **Raghvendar et al.**, 2017). Sa teneur est assez similaire à celle du lait de vache. La teneur en β -caséine (65 % de caséine totale) est supérieure à celle de α -caséine (21% de caséine totale) dans le lait camelin (**Kappeler et al.**, 2003 ; **Kumar et al.**, 2015).

Le lait de chamelle est similaire au lait humain en ce qui concerne ce pourcentage élevé en caséine β , ce qui pourrait refléter son taux de digestibilité plus élevé et une plus faible incidence allergique dans l'intestin des nourrissons que le lait bovin (**El-Agamy et al.**, 2009).

Les caséines camelines possèdent une organisation micellaire. Ces micelles sont des colloïdes édifiés à partir des quatre types de caséines (α s1-CN, α s2-CN, β -CN et κ -CN) en interaction avec une fraction minérale dont le composant prédominant est le phosphate de calcium (**Bennedjma et Rouidjaa**, 2015)

V22B Valeur nutritionnelle du lait chamelle

Lait chamelle 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 estimées 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. À ce propos le lait camelin présente de faibles teneurs 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). Le 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 élevées en potassium, en fer et en vitamine C (**Al-Ashqar et al.**, 2015).

VI. Comparaison générale entre lait de chamelle et lait de vache

Le lait de chamelle diffère du lait de vache en termes de proportions de protéines dans les phases soluble et colloïdale du lait, mais aussi en termes de taille des micelles de caséine et des globules gras. Outre la variation des quantités, les protéines du lait de chamelle (caséines et protéines sériques) ont une concentration en acides aminés différente de leurs équivalents bovins. Du fait de cette modification de la concentration en acides aminés, les caractéristiques physico-chimiques des protéines de lait de chamelle diffèrent de celles du lait de vache, notamment en termes de masse moléculaire, de pH isoélectrique etc.(**Bensalah** , 2023) .

Chapitre II : Les agents coagulants

Chapitre II : Les Agents coagulants de lait**I. 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 (Mekhaneg ,2020).

II. Type de coagulation

En fabrication fromagère il existe trois types de coagulation :

- Coagulation par voie acide
- Coagulation mixte
- Coagulation par voie enzymatique

II.1 Coagulation par voie acide

Les produits alimentaires laitiers d'origine bovins, soit fermentés ou acidifiés, ont été abondamment étudiés. Ces produits ont un pH acide et sont en général obtenus suite à la dénaturation des micelles de caséines et la réorganisation des caséines dans une nouvelle matrice protéique coagulée. Des recherches sur la fermentation lactique du lait camelin ont été aussi menés. Ce lait a démontré de faibles capacités à la production de gels acides. Le lait de chamelle semble avoir une stabilité physique contre une acidité accrue, contrairement au lait de vache. À pH acide, on observe un caillé hétérogène avec une structure fragile et hétérogène. Ce coagulum, semble être formé de flocons de caséine dispersés (Bensalah, 2023).

II.2 Coagulation mixte

La coagulation résulte le plus souvent, d'une action conjuguée de l'acidification et des enzymes protéolytiques. Les gels formés par cette coagulation mixte possèdent des caractéristiques intermédiaires entre celles du gel obtenu par voie acide et celle du gel obtenu par voie enzymatique (Amimour, 2020) .

II.3 Coagulation par voie enzymatique

La coagulation enzymatique du lait est principalement assurée par des enzymes protéolytiques. La première étape de cette protéolyse concerne l'hydrolyse d'un fragment de la κ -caséine. Ce fragment est un Glyco-macropéptide en C-terminal qui assure la stabilité des micelles de caséines, et entrave leurs agrégations à travers des répulsions électrostatiques. Ce fragment est scindé sous l'action de la présure (la Chymosine) au niveau de la région phénylalanine (en position 105) et méthionine (en position 106) dans le cas du lait vache (Figure 3). Alors que le site d'hydrolyse de la caséine- κ du lait de chamelle est situé entre phénylalanine (en position 97) et isoleucine (en position 98). Cependant, en utilisant la même quantité de présure, le lait camelin coagule deux à trois fois plus lentement que le lait bovin (Bensalah, 2023).

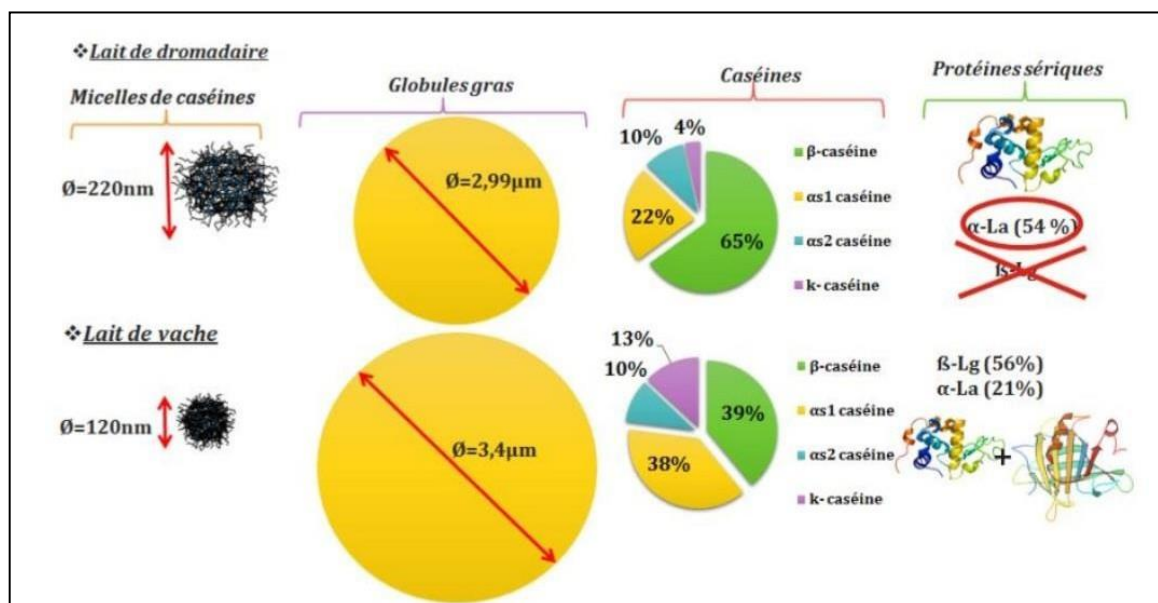


Figure 03 : Représentation schématique des différences entre le lait de chamelle et le lait de vache: composition protéique, tailles des micelles de caséines et des globules gras (Bensalah , 2023) .

- L'enzyme animale la plus utilisée en fromagerie est la présure, provenant du sac gastrique (la caillette) des jeunes ruminants non sevrés . Cette enzyme est constituée de la pepsine (représente 20%) et de la chymosine (représente 80%). Son mécanisme d'action comporte trois phases : L'hydrolyse de la caséine kappa au niveau de la liaison peptidique phénylalanine105-méthionine106 et libération de la para caséine et caséino-macropéptide (CMP) dans le sérum du lait ; La coagulation proprement dite et formation d'agrégats de paraffine, due à

l'augmentation des forces d'attraction des micelles de para caséine (agrégation des micelles) et à la perte du CMP dans le sérum ; La réorganisation des liaisons entre les para caséines des micelles de caséines et formation du coagulum . Le calcium joue un rôle très important dans l'agrégation des micelles de caséines en gel dont la caséine calcique constitue le principal agent induisant à cette agrégation. Néanmoins, sa contribution exacte à la coagulation ne soit pas claire. (Amimour ,2020)

III. Différents types de coagulants enzymatiques

À nos jours, l'évolution de la consommation mondiale de fromage a nécessité le développement de coagulants de plus en plus spécifiques, afin de répondre à des demandes industrielles adaptées aux différents marchés, aux réglementations, à l'amélioration des qualités de tranchage, ainsi qu'au rendement fromager et à la qualité des lactosérums. Il existe sur le marché quatre origines différentes de coagulants : animale, végétale, microbienne et la plus récente issue de fermentation à partir de micro-organismes intégrant de l'ADN d'origine animale, nommée FPC (Fermented Produced Chymosin) (Roset, 2019).

III.1. Coagulant d'origine animal

III.1.1. Présure

La présure de veau est composée de 80 % de chymosine et 20% de pepsine, c'est la plus ancienne enzyme de coagulation du lait . Elle est toujours la plus largement utilisée dans les procédures de fabrication de fromage . Les propriétés coagulantes de la présure de veau sont principalement dues à la chymosine, une protéase aspartique considérée comme le meilleur agent de coagulation en raison de sa haute spécificité pour le clivage de la κ -caséine de la liaison peptidique Phe 105- Met 106 (Mekhaneg ,2020)

III.1.1.A Chymosine

La chymosine La chymosine est sécrétée inactive sous forme de « pro-chymosine » dans la caillotte. L'activité optimale de la chymosine est obtenue à pH 5,5 et à une température de 42 °C. En secteur fromager, la chymosine donne moins de protéolyse, et par suite moins de composés amers (Bouyoucef ; taouzin et al., 2016) .

III.1.1.B Pepsine

La pepsine est une protéase acide qui se trouve dans l'estomac de la quasi-totalité des vertébrés ; elle présente une activité optimale entre pH 1 et 2, tandis que le pH optimal de l'estomac est de 2 à 4. La pepsine est inactivée au-delà de pH 6,0. L'enzyme catalyse l'hydrolyse des liaisons peptidiques entre deux acides aminés hydrophobes. (Mekhaneg, 2020).

La pepsine est relativement stable à des pH compris entre 5 et 5,5. Son activité enzymatique est plus élevée entre pH 1 et 4 avec un maximum vers 1,8 et varie selon la nature du substrat. C'est une enzyme thermosensible en solution au-delà d'une température de 55°C. Elle est dénaturée par des températures de 70°C (Mekhaneg, 2020).

Les pepsinogènes sont synthétisés dans la muqueuse gastrique et convertis par autocatalysation en leur forme active correspondante dans l'environnement acide du suc gastrique, en libérant les segments d'activation du NH₂-terminal. Jusqu'à présent, cinq groupes de pepsinogènes ont été classés, à savoir les pepsinogènes A, B et F, la progastricine (ou propepsine C) et la prochymosine, principalement présentes dans le suc gastrique des mammifères fœtaux et nouveau-nés. Les pepsines ont en commun, la propriété de cliver les substrats protéiques, tels que l'hémoglobine dénaturée, l'albumine sérique et les oligopeptides appropriés, dans des conditions de pH acide (Mekhaneg, 2020).

- **Pepsine bovine**

L'extrait de pepsine bovine est obtenu à partir de caillettes de bovidés adultes. Il contient, majoritairement, de la pepsine et une faible quantité de chymosine. Selon la réglementation française, l'extrait de pepsine bovine doit contenir un ratio de concentration chymosine sur pepsine égal ou inférieur à 0.154, ce qui correspond à une activité pepsine bovine supérieure à 75% (Slamani, 2018)

- **Pepsine de poulet**

Le proventricule de poulet de nature glanduleuse est un renflement fusiforme de 3 cm de long en moyenne, situé entre le jabot et le gésier. Ces sous-produits d'abattage sont constitués de cellules spécialisées sécrétant une proenzyme protéolytique appelée pepsinogène qui possède des propriétés enzymatiques différentes comparées à la chymosine (stable dans les solutions à pH neutre et modérément alcalin). La pepsine de poulet est utilisée comme succédané de présure pour la fabrication de certains fromages, par exemple le cheddar et l'emmental (Amimour, 2019).

- **Pepsine de lapin**

L'utilisation des estomacs d'animaux destinés à l'alimentation humaine, telle que les lapins, pour la production de coagulants laitiers, notamment dans les fromageries traditionnelles fabriquant des fromages frais et semi-affinés, a été évoquée dans des études antérieures (Dobler *et al.* , 2016).

- **Pepsine de poisson**

Des extraits enzymatiques à base de pepsine extraite de la paroi interne de l'estomac de la morue coagulent le lait à 15°C, c'est la meilleure température d'activité comparant à la chymosine du veau (Breuler *et al.*,1984).

III.2. Enzymes coagulantes d'origine végétale

Ce sont des extraits aqueux obtenus à partir des différentes parties (fleurs, feuilles, tige) de plantes supérieures. La fleur de *Cynaracardunculus*, plante de la famille des Astéracées comme l'artichaut, est la plus fréquemment citée comme source potentielle de coagulant végétal. étaient parvenus à préparer l'extrait coagulant de la fleur de *Cynaracardunculus* et à le caractériser. Il est composé de deux protéases nommées cardosine A et cardosine B. La structure de ces protéases se présente sous forme de deux chaînes polypeptidiques renfermant une grosse sous-unité (31 à 34 kDas) et une petite sous-unité (15 à 14 kDas, respectivement). Ces deux cardosines sont semblables respectivement de par leur spécificité et leur activité à la chymosine et à la pepsine. Elles hydrolysent la liaison Phe105- Met106 de la caséine κ qui entraîne la coagulation du lait, mais, elles diffèrent par leur activité protéolytique. La cardosine B exprime une activité protéolytique plus intense envers la caséine que la cardosine A qui montrent un maximum d'activité à pH 5 (Slamani ,2018) .

L'utilisation de ce coagulant reste toutefois restreinte, si on la compare avec l'utilisation des coagulants d'origines microbienne et animale. Elle se limite à certaines régions géographiques, dans la péninsule Ibérique, où le coagulant issu de *Cynaracundunculus* est utilisé pour la fabrication de fromages traditionnels. Il est particulièrement utilisé au Portugal dans la fabrication d'un fromage AOC, le « Serra da Estrela » un fromage à pâte molle fabriqué à partir de lait de brebis (Slamani ,2018).

III.3. Enzymes coagulant d'origine microbiologie

Les coagulants d'origine microbienne ce sont des protéases d'origine fongique issus principalement de trois genres de moisissures : *Rhizomucormiehei* (moisissure thermophile du

sol chaud et humide), *Rhizomucorpusillus* (moisissure mésophile du sol) et *Endothiaparasitica* (désormais dénommée *Cryphonectriaparasitica*, moisissure parasite du châtaignier). Leurs extraits coagulants ont des spécificités d'action (pH, température, doses) et sont caractérisés par une activité protéolytique marquée (**Slamani**, 2018).

IV. Facteurs influant la coagulation du lait

IV.1 Effet de la température

Selon **Mekhaneg**, 2020 Le phénomène de coagulation est fortement dépendant de la température

- ✓ Au-dessous de 10°C, la coagulation du lait ne se produit pas.
- ✓ Dans l'intervalle 10 à 20° C, la vitesse de coagulation est lente.
- ✓ Au-dessus de 20°C, elle augmente progressivement jusqu'à 40 à 42°C, au-delà elle diminue.
- ✓ Au-dessus de 65°C, il n'y a plus de coagulation, l'enzyme est inactivée .

IV2. 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 (**Mekhaneg**, 2020).

IV3. Effet de la teneur en ions calcium (CaCl_2)

L'addition de CaCl_2 entraîne une augmentation du calcium ionisé et du calcium colloïdal ayant pour conséquence une augmentation de la taille des micelles (plus la dimension de la micelle est grande, plus le temps de coagulation est court. (**Mekhaneg**, 2020).

IV4. Concentration en enzyme

Le temps de coagulation est inversement proportionnel à la concentration en enzyme, ce qui peut se formaliser selon l'équation suivante (**Mekhaneg**, 2020).

Chapitre III : Fromages

Chapitre III: Les fromages

I. Définition de fromage

Selon (Quynh ,2018), le fromage est défini comme étant le produit issu de la coagulation du lait de différentes espèces (chèvre, vache, brebis ou chamelle). Cette coagulation se pratique de manière complète, partielle ou à partir de techniques externes. La matière première peut subir un premier traitement thermique(pasteurisation/thermisation) ou être utilisée telle quel (lait cru).

En effet, selon (**Kongo et al., 2016**) c'est en modifiant les conditions physico-chimiques du lait qu'il est possible d'obtenir différentes textures, saveurs et structures de fromages.

Selon la norme (**Codex STAN 283-1978**) et (**FAO, 2019**), le fromage est défini comme étant le produit affiné ou non affiné de consistance molle ou se mi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséines ne dépasse pas celui du lait. Ce fromage est obtenu par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation.

Enfin, le fromage peut être aussi défini de la manière suivante : L'appellation fromagées réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière telle que le lait, le lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse (**FAO, 2019**).

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 Pasteurisation

Dans une installation classique de pasteurisation, le lait passe entre des plaques constituant plusieurs éléments :

- Un récupérateur dans lequel le lait cru arrivant est préchauffé, vers 60-65°C, par le lait chaud sortant du chambreur .

- Un réchauffeur où le lait est porté à la température de pasteurisation (80°C par exemple) par contact avec des tubes ou des plaques contenant de l'eau chaude;
- Un chambreur où le lait est maintenu à la température de pasteurisation pendant le temps voulu (20 secondes par exemple) ;
- Un récupérateur (le même qu'à la première étape) où le lait est refroidi (35°C) par échange avec le lait cru froid entrant ;
- Un réfrigérant, comprenant généralement deux sections, l'une d'eau froide, l'autre d'eau glacée ou de saumure, où le lait est refroidi à + 3, + 4 °C.
- L'installation est complétée par des thermomètres et des dispositifs de déviation du lait insuffisamment chauffé (Velez, 2017).

II.2. Refroidissement

Après la pasteurisation, le refroidissement du lait à une température voisine du point de congélation favorise une plus longue conservation. Au stade post-pasteurisation et lors du conditionnement, il importe également d'éviter toute contamination, spécialement par les bactéries psychotropes, qui sont de principale responsable de la détérioration subséquente des pasteurisés (Kabir, 2015).

II.3. Coagulation du lait

La coagulation du lait, se traduit par la formation d'un gel, résulte des modifications physico-chimiques intervenant au niveau des micelles de caséine. Les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification et /ou action d'enzymes coagulantes (Mekhaneg, 2020).

II.4. Egouttage

L'égouttage est la phase permettant la séparation d'une partie de lactosérum par moulage ou pression. Ceci permet d'obtenir le coagulum ou caillé. D'après (Abakar, 2012), le principal but de l'égouttage est de régler la teneur en eau du caillé.

L'égouttage ou déshydratation du caillé permet la concentration des éléments du lait. Selon (Kongo *et al.*, 2016), le coagulum se sépare du lactosérum par le phénomène de synérèse. À ce stade et grâce à la présence de la présure, à l'acidité et à la température, le coagulum se contracte en éjectant le lactosérum (Guétouache *et al.*, 2014).

II.5. Salage

La pâte obtenue subit un salage par adjonction de chlorure de sodium. Le sel assure l'élimination de certaines proliférations microbiennes, il permet de poursuivre l'étape de l'égouttage et sert comme exhausteur de goût en relevant la saveur du fromage.

Le salage fait appel à deux techniques ; la première consiste à un salage à sec par saupoudrage superficiel, par frottage ou par incorporation dans la masse du caillé. La deuxième technique représente le salage en saumure par immersion dans une solution saturée en NaCl « 317,8 g /l ». La teneur en sel du fromage à pâte molle type Camembert est de l'ordre de 1,7 à 2,5 g/100g de fromage (**Bouterfa**, 2020).

II.6. 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.**, 2016 ; **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. Différents types de fromages**III.1. fromage à pâte fraîche**

La pâte fraîche est la base de tout fromage, et existe au début de tout processus de fabrication, avant toute 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.

III.2. Fromage à pâte pressée

III.2.1. Fromages à pâte pressée non cuite

Les fromages à pâte pressés non cuits ou demi-ferme qui subissent une période d'affinage assez longue dans une 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 faibles, la pâte près de la croûte ne doit pas être plus foncée. Ils contiennent entre 40 et 60 % d'humidité (Anonyme, 1999).

III.2.2. Fromages à pâte pressée cuite

Les fromages à pâte pressée 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.3. Fromage à pâte molle

Le fromage à pâte molle est un camembert affiné en surface par les moisissures. La texture de ce type de camembert est molle caractérisée par une couleur du blanc cassé allant au jaune pâle. Une croûte molle recouverte des moisissures blanches (Mdahou, 2017).

III.3.1. Fromage de pâte molle à croûte fleurie

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

III.3.2. Fromage de pâte molle à croûte lavée

La surface des fromages à croûte lavée est généralement traitée par une culture bactérienne spéciale (*Bacterium linens*), le mode de fabrication des fromages à croûte lavée est le même que celui pour les fromages à croûte fleurie, sauf que la surface de ce fromage est lavée en saumure

légère et brossée à plusieurs reprises afin d'éliminer les moisissures qui se forment , le fromage est lavée pour être plus humide, plus souple ; permettant la croissance d'un type particulier de bactéries qui donnent la couleur de la croûte typique rouge –brun , en maintenant une humidité superficielle .Ce fromage s'affine à une température de 10 à 15°C et à une humidité près de 90% (St-Gelais. Tirard-Collet , 2002).

III.4 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).



Figure 04 : Fromage frais (Silvie , 2023)

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 à pâte ferme et dure, contiennent une grande quantité de calcium (Amniot *et al.*, 2002).

V. Analyses sensorielles 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 (**Bárcenas *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. En industrie fromagère, la perception sensorielle constitue un élément important de la détermination de la qualité des fromages. C'est une méthode complexe qui dépend de nombreux facteurs à savoir la texture, l'apparence et la présence des composés aromatiques...etc.(**Edima , 2007**).

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire de physiologie animale appliquée la Faculté de sciences de la nature et de la vie.

I. Objectif de travail

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer l'efficacité de l'extraction de la pepsine à partir des estomacs de poulet, de lapin et de poisson, ainsi que son application dans la coagulation du lait de vache et du lait de chamelle. Nous cherchons à déterminer la capacité coagulante de ces enzymes extraites, ainsi que leur influence sur les propriétés physico-chimiques et sensorielles des produits laitiers obtenus.

II. Matériel et méthode

II.1. Echantillons des estomacs

II.1.1 Estomac lapin

Parmi les coagulants utilisés dans cette étude, la présure extraite de l'estomac de jeunes lapins a été employée. Ces lapins ont été achetés sur le marché local d'Ain Tedls à Mostaganem, et différentes races ont été sélectionnées, notamment des races géantes et des races papillons. L'échantillon de lapins était constitué de 20 individus (12 mâles et 8 femelles) âgés de 8 à 9 semaines, pesant entre 2 et 2,3 kilogrammes.

Pour obtenir, l'estomac nécessaire à les travaux , les lapins ont été abattus selon les rituels islamiques à domicile. Après l'abattage, ont procédé à l'extraction de la graisse qui entoure les viscères, de la rate, du reste de l'œsophage et de la partie pylorique avec le reste du duodénum. Ensuite, le contenu de l'estomac a été retiré. Les estomacs ont été retournés pour exposer le mucus gastrique, puis rincé à l'eau du robinet et laissé à égoutter pendant 30 minutes. Par la suite, les estomacs ont été salés et séchés dans un endroit bien ventilé avant d'être utilisé dans les expériences, en veillant à les conserver de manière appropriée.



Figure 5 : Estomacs des lapins

II.1.2 Pro ventricules poulet

Les proventricules ont été obtenus à partir de l'abattoir de volaille "GAO" situé dans la région de Bouguirat, dans la wilaya de Mostaganem. Après l'abattage, 20 proventricules ont été prélevés des tubes digestifs des poulets de race locale âgés de 45 à 50 jours. Ensuite, ils ont été transportés au laboratoire dans une glacière. Une fois arrivés au laboratoire, les proventricules ont été lavés et débarrassés de la matière grasse qui les entourait. En utilisant un couteau, les proventricules ont été ouverts, puis rincés à l'eau du robinet pour éliminer les particules d'aliments qui y adhéraient.

Après avoir laissé les proventricules sécher, ils ont été pesés à l'aide d'une balance électronique, puis divisés en portions équivalentes de 100 grammes chacune. Enfin, ces portions ont été congelées à -20°C jusqu'à leur utilisation ultérieure dans les expériences.



Figure 6 : Pro ventricules des poules

II.1.3 Estomac de poisson

Trente poissons de type Merlan ont été acquis immédiatement après leur capture dans le port de Mostaganem. Ils ont été transportés dans une glacière jusqu'au laboratoire de physiologie animale appliquée, où ils ont été nettoyés. Une fois arrivés au laboratoire, chaque poisson a été ouvert au niveau de l'anus à l'aide d'un couteau, leur estomac a été vidé de son contenu, et les tissus graisseux ont été retirés. Par la suite, les estomacs ont fait l'objet d'un lavage minutieux à l'aide d'eau distillée, puis ont été séchés. Enfin, chaque estomac a été pesé individuellement, avec une quantité de 100 grammes à chaque estomac .



Figure 7 : Estomacs de poissons-Merlan

II.2 Échantillon du lait

II.2.1. Lait vache

Les échantillons de lait sont prélevés auprès de différentes fermes et sont ensuite placés dans des flacons stériles portant le nom de chaque ferme, ces échantillons sont ensuite acheminés directement au laboratoire de la région du Mazagran Mostaganem transporté dans une glacière pour évaluer leur qualité physicochimique et sélectionner les meilleurs résultats en matière de qualité du lait. Ensuite, sélectionner la ferme de la région de Sayada en se basant sur les bons résultats obtenus lors des analyses .

II.2.2 Lait de chamelle

Les échantillons de lait utilisés dans le cadre de cette étude ont été prélevés à partir de troupeaux de dromadaires de race Sahraoui (*Camelus dromedarius*) élevés en mode semi-intensif dans la région de Bougteb, située dans la wilaya de El Bayadh. La nutrition de ces dromadaires est basée sur les herbes sahraouies, les dattes séchées et les plantes salines.

Les échantillons ont été transportés au laboratoire dans une glacière électrique afin de maintenir une température constante de 4°C pour les échantillons de lait. Cela garantit des conditions appropriées pour la préservation de la qualité du lait et la prévention de toute altération ou détérioration pendant le transport, ensuite, il a été prélevé une quantité spécifique de lait et introduit dans l'appareil de Lac toscan afin d'obtenir des données analytiques détaillées sur sa composition. Ces informations sont essentielles pour évaluer la qualité du lait et comprendre sa valeur nutritionnelle ainsi que ses caractéristiques spécifiques.

III. Méthodes

III.1 Extraction de la pepsine

III.1.1 Pepsine de poulet

La pepsine a été purifiée à partir de l'estomac (pro ventricule) de poulet par la méthode de **Bohak**, 1970 qui se compose des étapes montrées sur le diagramme présenté dans la figure08.

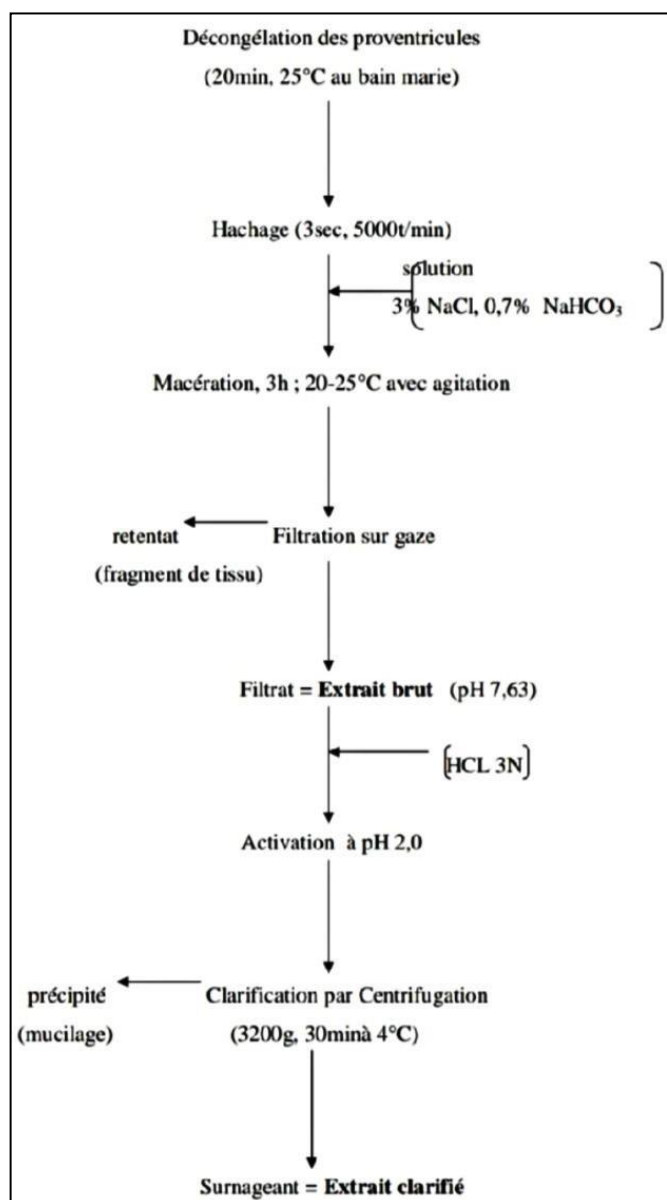


Figure 8 : Diagramme d'extraction de la pepsine de poulet (**Bohak**, 1970).

Les pro ventricules (100 g) est broyé au moulin électrique puis mis en suspension dans 300 ml de solution de macération (3 g de NaCl et 0,7 g de Na HCo₃ chacun à 100 ml d'eau distille) en suspension dans la solution de macération sont maintenus à une température de 20-25°C pendant 3 heures sous agitation constante .

Après macération, la solution est filtrée par papier du gaz pour éliminer les particules solides. L'extrait brut contenant du pepsinogène inactif est ensuite converti en enzyme active en ajoutant une solution d'HCl 3N pour abaisser le pH à 2.

Finalement centrifugé à une force centrifuge de 3200t pendant 30 min dans une centrifugeuse permettant l'élimination du mucilage. Le surnageant contenant la pepsine est rapidement récupérée et conservée au réfrigérateur à 4°C jusqu'à utilisation, alors que le culot qui représente le mucilage et les débris des tissus est éliminé.

III.1.2 Pepsine de lapin

Selon la méthode de « **Lambert** »

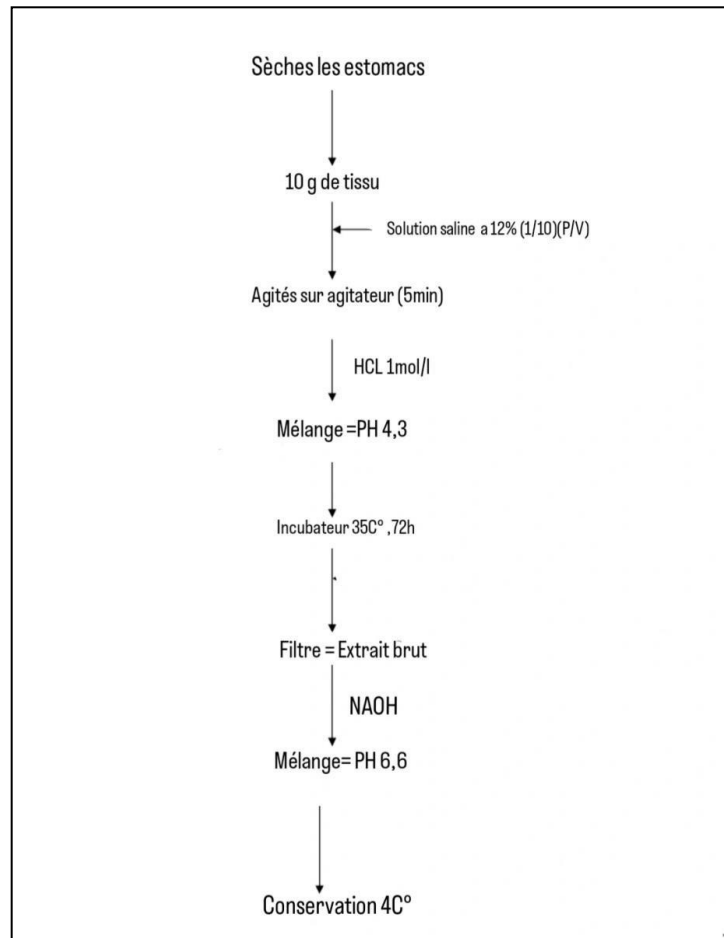


Figure 10 : Diagramme d'extraction de la pepsine de lapin (**Lambert** ,1988)

10g de tissu gastrique séché ont été trempés dans une solution saline à 12%(1/10)(P/V) à température ambiante et agités sur un agitateur magnétique pendant 5 min après ajustement du pH du mélange à 4,3 avec 1mol/l de HCl, la solution a été incubée à 35°C pendant 72h. L'extrait a été Filtré et le pH du mélange A été réajusté 6,6 avec du NaOH et stocké a 4 C° jusqu'à la production de fromage.

III.1.3 Pepsine de poisson

Selon la méthode de **Maachou** 2011

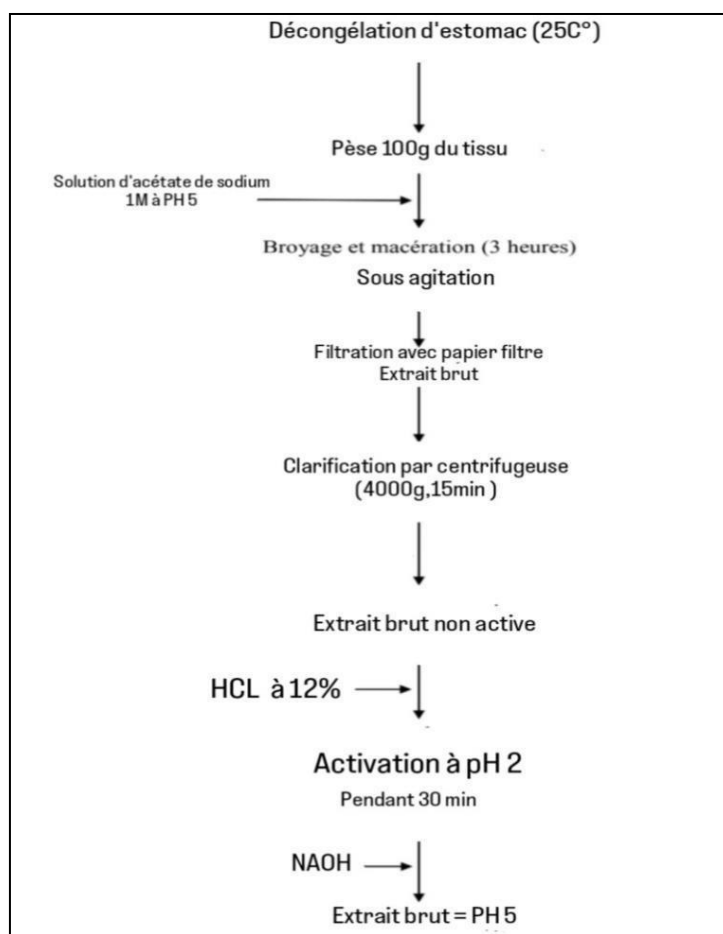


Figure 12: Diagramme d'extraction de la pepsine de poisson (**Maachou** ,2011)

La pepsine de poisson utilisée a été extraite par la méthode adoptée par **Maachou**, 2011. Les estomacs ont été pesés sur une balance électronique (précision au 1/100 de g). Ils ont été étalés puis mis dans des bocaux et soumis à une congélation à -18°C pendant 21 heures. Après décongélation à la température ambiante (25°C), les estomacs ont été broyés dans une solution d'acétate de sodium 1M à pH 5 (solution tampon). Le broyat a été par la suite soumis à la macération pendant 3 heures sur un agitateur magnétique. La solution obtenue a été filtrée à l'aide d'un papier filtre pour obtenir l'extrait enzymatique. Cet extrait a été placé dans des tubes puis centrifugés à 4 000 tours/ minutes pendant 15 minutes pour séparer le culot du surnageant. Le zymogène obtenu a été activé à pH 2. Pendant 30 minutes en pepsine à l'aide d'une solution

d'acide chlorhydrique à 12% Un ajustement du pH à 5 avec du NaOH a nécessaire pour stabiliser l'enzyme. La pepsine obtenue a été conservée au réfrigérateur à +4°C.



Figure 14: Les trois enzymes extraites ; pepsine de poulet , de poisson et de lapin

III.2 Caractérisation des pepsines

III.2.1 Expression du rendement de l'extraction

Le rendement d'extraction de la présure est exprimé par unité présure totale rapportée au volume final obtenu après extraction et à l'unité de masse de proventricules frais. Aussi, ce rendement est exprimé sous forme de force coagulante en unité Soxhlet (**Moschopoulou et al.**, 2004).

Rendement d'extraction relatif exprimé par unité de présure totale rapportée au volume d'extraction final et à l'unité de masse de pro ventricules frais : Ce rendement mesure l'efficacité de l'extraction de la pepsine à partir des pro ventricules de poulet en fonction de la présure totale utilisée, du volume final d'extraction obtenue et de la masse de pro ventricules frais utilisés. La formule pour calculer ce rendement peut être exprimée comme suit :

Rendement d'extraction relatif = (Présure totale / Volume d'extraction final) * (1 / Masse de pro ventricules frais)

III.2.2 Activité coagulante

L'activité coagulante est mesurée selon la méthode de **Berridge**, 1943 par le calcul de l'Unité Présure (UP) qui est la quantité d'enzyme active contenue dans 1 cm³ qui coagule 10 cm³ de substrat standard en 100 secondes à 30°C (**Collin et al.**, 1982). Elle est réalisée sur le substrat standard. La technique consiste à ajouter 1 ml d'extrait coagulant brut à 10 ml de substrat à chacun de 4 tubes à essai et un autre témoin, puis noter le temps de coagulation à 30 °C.

$$UP = 100 * V / 10 * T * V'$$

Où :

UP = unité pepsine ;

100 : temps de coagulation du substrat standard (100 secondes) ;

10 : volume du substrat standard (10 ml) ;

V = volume de substrat standard utilisé volume du lait ;

V' = volume de l'extrait brut ;

T = le temps de coagulant noter.

III.2.3 Force de coagulation

La force coagulante s'exprime par le nombre de volumes de lait coagule par un volume de coagulant (**Collin *et al.*, 1982**)

Elle est réalisée sur le substrat standard. La technique consiste à ajouter 1 ml d'extrait coagulant brut à 500 ml dans un flacon puis noter le temps de coagulation à 35 °C pendant 40 min au maximum.

$$F = 2400 * V / V' * T$$

Où :

2400 = 40 min × 60 secs ;

V = volume du lait en ml ;

V' = volume de l'extrait enzymatique en ml

T = temps de floculation en secondes.

III.2.4. Temps coagulants

10ml du substrat de Berridge (pH 6,6) contenus dans 4 tubes à essai sont maintenus au bain-marie à 30 °C. Le chronomètre est déclenché lors de l'ajout de 1 ml de la dilution enzymatique. Les tubes sont ensuite soumis à une légère rotation. Le chronomètre est arrêté dès l'apparition des premiers flocons sur la paroi du tube et le temps de floculation est noté (**Alais, 1984**).

III.2.5. Effet de température

L'étude porte sur l'influence de la température d'incubation du lait sur l'activité coagulante de l'extrait de pepsine de poulet, poisson et lapin. Les températures choisies sont 35°C, 36°C, 38°C, 42°C, 45°C et 50°C. L'activité coagulante est mesurée en unités arbitraires par millilitre (Uac/ml) en prenant la moyenne de trois essais répétés. Deux types de lait, vache et chameau, sont comparés pour étudier les différences d'activité coagulante. Les résultats permettront de déterminer les températures optimales d'incubation pour chaque type de lait et d'extrait de pepsine, ce qui sera précieux pour le développement de procédés de coagulation du lait et de fabrication de fromage frais de qualité.

III.2.6. Effet du pH

Dans cette étude visant à étudier l'effet du pH sur l'activité coagulante de la pepsine de poulet, poisson et lapin . le lait a été ajusté à différentes valeurs de pH, notamment 5,4 5,6 ; 5,8 ; 6 ; 6,2 ; 6,8 ; 7,0. Le pH a été ajusté en ajoutant une solution de CaCl_2 . Les choix de ces valeurs de pH ont été basés sur des considérations spécifiques : les valeurs inférieures à 5,4 ont été évitées pour éviter une coagulation acide, tandis que les valeurs supérieures à 7,0 ont été exclues pour éviter l'inactivation de la protéase utilisée. L'activité coagulante a été mesurée en U.A.C/ml pour chaque valeur de pH, et chaque mesure correspond à la moyenne de trois essais répétés. L'effet du pH sur l'activité coagulante du lait a été étudié en comparant deux types de lait, à savoir le lait de vache et le lait de chamelle. Cette comparaison permettra de déterminer comment le pH influence l'activité coagulante de la pepsine de poulet , poisson et lapin . Dans ces deux types de lait, fournissant ainsi des informations utiles pour optimiser les conditions de fabrication du fromage frais et améliorer sa qualité finale.

III.2.7. Mode conservation

Les modes de conservations étudiés sont la réfrigération et la congélation. Avant que l'extrait soit conservé, il doit être sous une forme concentrée. La concentration est réalisée en vue de l'étude de la stabilité de l'extrait de pepsine à l'état concentré. La concentration est effectuée par précipitation, au NaCl d'extrait clarifié maintenu à pH 2,0, à raison de 28g d' NaCl (cristaux) pour chaque 100ml d'extrait qui sera partagé en 2 à raison de 50 ml pour la réfrigération (+4 °C) et 50 ml pour congélation (-18 °C) (**Bohak**, 1970).

III. 3. Paramètres physico-chimiques du lait

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

- **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).

- **Acidité**

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 phénolphthaléine. La titration est réalisée avec du NaOH 0.1 (N/9) jusqu'à l'apparition de coloration rose pâle qui doit persister au moins de 10 secondes. Le volume du NaOH est lu sur la burette.

- **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 soit plongé verticalement dans l'éprouvette, après sa stabilisation, on prene la température de lait dans l'éprouvette et noter la densité.

- **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 heures 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.

- **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 Lactoscan qui affiche les Valeurs sur son écran après avoir plongé son électrode dans un tube contenant l'échantillon de lait.

III.4. Fabrication du fromage frais a coagulation enzymatique

III.4.1. A base du lait de chamelle

La fabrication du fromage à base de lait de chamelle suit un protocole méthodique qui débute par le mélange du lait, suivi d'une filtration pour éliminer les impuretés. Ensuite, le lait est pasteurisé à 65°C, puis refroidi. Le pH est ajusté en utilisant du CaCl_2 , et de la pepsine est ajoutée pour initier la coagulation. permettant ainsi au caillé de se former. Après cette étape, le caillé est découpé en morceaux, puis égoutté pour éliminer le lactosérum. Enfin, le fromage passe à la dernière étape, le moulage.

III.4.2. À base lait de vache

La fabrication du fromage à base de lait de vache selon votre protocole commence par un mélange méticuleux du lait, suivi de la filtration pour éliminer les impuretés. Ensuite, le lait est soumis à une pasteurisation rigoureuse à 65°, assurant ainsi l'élimination de tout agent pathogène potentiel. Après cela, le lait est refroidi à une température avant d'ajuster son pH en utilisant du CaCl_2 . L'ajout de pepsine déclenche la coagulation du lait, permettant ainsi de le couper en caille. Ces caillés sont ensuite soigneusement égouttés pour séparer le lactosérum, suivi d'une étape cruciale de salage qui influence le goût final du fromage. L'affinage est la phase où le fromage développe son caractère distinctif et sa texture, avant de devenir un délicieux fromage frais prêt à être dégusté.

V. Caractérisation physico-chimique du fromage frais

V1 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:

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

➤ Détermination de pH

5g de fromage 30 ml l'eau distillée 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. (**Amariglio**, 1986).

➤ Détermination de l'acidité titrable

250 ml l'eau distille stérile est chauffée 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 titrée par la soude N/9, en présence de phénolphtaléine. La phénolphtaléine indique la limite de la neutralisation par changement de couleur(rose pâle), Le résultat est exprimé en degré Dornic par gramme de fromage (°D/g) (**Afnor**, 1986)

➤ Détermination de la matière sèche

- **Principe**

La teneur en matière sèche est déterminée conventionnellement par le poids d'une prise d'essai après dessiccation à 105°C dans une étuve pendant 24h. (**Afnor**, 1985)

- **Protocole**

La première étape consiste à peser la matière brute. Pour ce faire, on pèse 5g de chaque échantillon à l'aide d'une balance de précision. L'aliquote est mise dans un creuset en porcelaine. Il faut noter que le creuset doit être pesé préalablement. La deuxième étape fera l'objet de déshydratation de l'aliquote à l'étuve (105°C pendant 24h). Après 24 heures, les creusets seront refroidis dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite. En ce qui concerne le calcul :

Après séchage :

La teneur en matière sèche (MS) en gramme de l'échantillon est calculée par différence entre le poids frais et le poids sec selon l'expression suivante :

$$\text{Matière sèche (g)} = (\text{Poids du creuset} + \text{l'aliquote après séchage}) - \text{poids du creuset vide}$$

Calcul de la matière sèche en % :

$$\text{Matière sèche (\%)} = (\text{MS(g)} / \text{masse échantillon (g)} \times 100$$

➤ **Détermination le taux des lipides totaux (Soxhlet, 1879)**

- **Principe**

L'extraction par Soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première. Le schéma d'un appareil Soxhlet. Il est composé d'un corps en verre, dans lequel est placée une cartouche en papier-filtre épais (une matière pénétrable pour le solvant), d'un tube siphon et d'un tube de distillation. Dans le montage, l'extracteur est placé sur un ballon contenant le solvant d'extraction. Le ballon est chauffé afin de pouvoir faire bouillir son contenu. La cartouche contenant le solide à extraire est insérée dans l'extracteur, au-dessus duquel est placé un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant. L'extraction continue jusqu'à l'épuisement de la matière solide chargée dans la cartouche. La séparation du solvant de l'extrait est faite et l'aide d'un rot vapeur. Dans cet appareil on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'évaporation le ballon est mis en rotation et plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon collecteur de condensat. La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grande et renouvelée permettant donc d'effectuer une évaporation rapide. Ou bien par d'autres méthodes, qui se font par la récupération du solvant (éther de pétrole) et l'étuvage des ballons.

- **Protocole**

Brièvement, de 10g d'échantillon ont été placés dans une cartouche après avoir pesé les ballons vides, puis 300mLhexane son mit dans chaque ballon avec la vésication d'installation d'eau et ensuite l'appareil d'extraction a été allumé pour une extraction d'une durée de 6h. À la fin de l'extraction, les cartouches ont été enlevées et le solvant brut a été récupéré, puis les ballons ont de nouveau été pesés.

- **Expression des résultats**

Le pourcentage la matière grasse extraite est exprimé selon la formule suivante

$$\%MG = \frac{P1 - P2}{M} * 100$$

Avec :

MG : Matière grasse

P1 : Poids du ballon après extraction

P1 : Poids du ballon avant extraction

M : masse de prise d'essai

- **Détermination la teneur en protéine par la méthode de Lowry, (1951)**

- **Principe**

Les protéines réagissent avec le réactif de Folin-Ciocalteu pour donner des complexes colorés. L'intensité de la coloration dépend de la quantité d'acides aminés aromatiques présents et varie selon les protéines. Les densités optiques sont mesurées à 600 nm.

- **Protocole**

Un gramme/millilitre (matière sèche/ infusion) d'échantillon est ajouté à 25 ml de l'eau physiologique puis filtré ; ensuite 1 ml de chaque filtrat est complété à volume100 ml avec de l'eau distillée puis conserver dans des tubes à essai au réfrigérateur le temps de préparer les autres réactifs.

Préparer la solution de BSA (Sérum-Albumines bovines) avec de l'eau distillée. (0,025g de BSA dans 100 ml d'eau distillée).

- Préparation du réactif de Lowry (solution A B).

La Solution A est constituée d'un mélange d'Ig de soude (NaOH) et de 5g de Carbonate de sodium ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$) ajouter à 250 ml de l'eau distillée et la solution B est un mélange de 0,125g

sulfate de cuivre (Cu SO_4) et de 0,25g de tartrate double Sodium Potassium ajouté à 25 ml de l'eau distillée.

- **Dosage**

Dans chaque tube contenant 1mL d'échantillon à doser, 5mL de réactifs de Lowry ont été ajoutés puis laisser incuber pendant 10 min, par la suite 0,5 ml de Folin-Ciocalteu dilué à moitié ont été ajoutés dans chaque tube puis agités et finalement les tubes sont incubés pendant 30 minutes à l'obscurité au frais.

La lecture se fait au spectrophotomètre avec une longueur d'onde de 600 nm et les résultats sont exprimés en pourcentage grâce à la courbe de la solution de sérum bovine albumine BSA (annexe 01).

- **Expression des résultats**

La teneur en protéines est déterminée par la formule suivante

$$C = \frac{X * 25 * 100}{P}$$

Avec :

C : Teneur en protéines pour un gramme d'échantillon

X : Concentration obtenue à partir de la courbe de la BSA

P : Prise d'essai.

Chapitre II

Résultats et

Discussion

Résultats et discussion

I. Caractéristiques organoleptiques du lait vache et lait cameline

Les résultats d'analyses organoleptiques des deux types du lait (lait de chamelle et lait de vache) sont représentés dans le tableau .

Tableau 01 : Caractéristiques organoleptiques du lait de vache et de lait de chamelle

	Caractéristiques		
Type de lait	Couleur	Odeur	Gout
Lait de vache	Légèrement jaunâtre	Odeur douce et légèrement sucrée.	Crémeux et sucré.
Lait de chamelle	Blanche	Non spécifique	Salé

II. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait

Les propriétés physico-chimiques du lait de vache et du lait de chamelle que nous avons utilisé dans notre étude sont présentées dans les tableaux suivant :

Tableau 02 : Caractéristiques physicochimiques de lait de vache et de lait de chamelle

Paramètres physico-chimiques	Lait vache	Lait chamelle
pH	6,71	6,5
Acidité (°D)	16	19
Densité %	1.281	1.291
Matière grasse (g/l)	35,54	26,14
Matière sèche %	9.95	6.42
Protéine (g/l)	30.9	25.2
Lactose (g/l)	45.5	44.4

.

III. Caractérisation de l'extrait enzymatique coagulant

Le tableau présente des données sur les caractéristiques de différentes pepsines d'origine animale, notamment la pepsine de poulet, la pepsine de lapin et la pepsine de poisson.

Tableau 03 : Caractéristiques des extraits enzymatiques d'origine animale

Paramètre	Présure de lapin		Présure de poisson		Présure de poulet	
Rendement	75		58,43		84,43	
Activité coagulante	Lait de vache	Lait de cameline	Lait de vache	Lait de cameline	Lait de vache	Lait de cameline
	2,7	3,33	3,1	3,33	9,2	/
La force coagulante	1/500	1/672,4	1/622,17	1/672,17	1/1666.67	/
Temps de coagulation	30min	60min	30min	60min	30min	/
Couleurs	Jaunâtre		Jaunâtre		Jaune foncé	
Texture	Liquide		Liquide		Liquide	

➤ Pepsine poulet

Selon le protocole de **Bohak** (1970), l'extrait clarifié de pepsine obtenue est une solution liquide de teinte jaunâtre une observation qui est en concordance avec les conclusions de **Siar** (2014) . Le rendement d'extraction atteint environ 84,50 %, ce qui signifie qu'à partir de 100 g de proventricules, vous avez récupéré 255,29 ml d'extrait enzymatique clarifié.

➤ **Pepsine Lapin**

Selon la méthode de **Lambert** ,(1988), l'analyse des caractéristiques de la pepsine de lapin révèle des données prometteuses pour son utilisation dans l'industrie fromagère.

_Un rendement de 75 %, cette enzyme montre une efficacité notable dans l'extraction à partir des estomacs de lapin..

➤ **Pepsine poisson**

L'extrait enzymatique extrait selon la méthode de **Maachou**, (2011) issu des viscères du poisson-marlin se distingue par sa couleur particulièrement claire et une odeur légère.

_À partir de 100 g de viscères, un total de 143 ml d'extrait enzymatique a été obtenu, ce qui représente un rendement de 58,43 %. De plus, son activité coagulante s'est élevée à 3,11, avec une force coagulante de 1/622,17.

IV. Fabrication de fromage

V1. Fabrication du fromage frais a base du lait de vache

Le fromage frais est fabriqué en mélangeant et pasteurisant le lait de vache, puis en ajoutant de la pepsine de poisson à certains échantillons, de la pepsine de lapin à d'autres, et de la pepsine de poulet à d'autres encore, suivis d'une coagulation à. Après la découpe du caillé et l'égouttage, le fromage frais est affiné pour obtenir un produit crémeux.

V2. Fabrication du fromage frais a base du lait de chamelle

Le fromage frais est élaboré à partir du lait de chamelle, avec l'ajout de pepsine de poisson dans certains échantillons et de pepsine de lapin dans d'autres. pendant au moins une heure pour permettre la coagulation complète. Après avoir découpé le caillé et égoutté, le fromage frais est affiné, donnant ainsi un produit crémeux et délicieux en résultat final.

Tableau 06 : Rendements de fromage à base de lait de vache et de chamelle

Les extraits enzymatiques	Rendement de fromage%	
	Lait de vache	Lait de chamelle
Pepsine de poulet	22,1	/
Pepsine de lapin	23,4	11,4
Pepsine de poisson	29,4	12

Les données montrent les rendements en pourcentage des extraits enzymatiques (pepsine de poulet, pepsine de lapin et pepsine de poisson) pour le lait de vache et le lait de chamelle. On observe que la pepsine de poisson a le rendement le plus élevé pour le lait de vache, avec 29,4 %, tandis que la pepsine de lapin est légèrement plus élevée que la pepsine de poisson pour le lait de cameline, avec des rendements de 11,4 % et 12 % respectivement.

Le rendement peut présenter des variations, car le lait change significativement sous influence de divers facteurs: climatiques, génétiques et d'alimentation comme le stipule certaines études (Doyon, 2005).

V3. Résultats des analyses physico chimique du fromage frais

les propriétés physico-chimiques du fromage frais de vache et du fromage frais de chamelle que nous avons utilisés dans notre étude :

Tableau 07 : les propriétés physico-chimiques du fromage frais de lait de vache et du fromage frais de lait de chamelle

Les paramètres	Fromage frais de vache			Fromage frais de chamelle	
	P. P	P. L	P.oi	P.oi	P. L
pH%	6,1	5,9	5,8	6,7	6,4
Acidité titrable%	23,5°C	22,7°C	24,2°C	12,4°C	10,2°C
MG%	15,01	19,63	12,11	9,11	7,12
MS%	30,22	22,31	26,6	18,63	21,54
Protéines%	14,61	18,05	13,22	11	9,88

.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

La fabrication de fromage à partir de lait de chamelle présente des défis en raison des différences biochimiques entre le lait de chamelle et le lait de vache, notamment des variations dans la concentration de l'enzyme de coagulation, qui joue un rôle clé dans la coagulation du lait. L'utilisation de présure optimisée pour le lait de vache peut ne pas donner les mêmes résultats satisfaisants, nécessitant ainsi l'adaptation des enzymes coagulantes ou des conditions de coagulation telles que la température et le pH. De plus, il est important de prendre en compte les préférences sensorielles des consommateurs, car le fromage de lait de chamelle peut avoir un goût différent de celui du lait de vache. Des essais sensoriels peuvent être nécessaires pour créer un fromage de lait de chamelle apprécié par les consommateurs tout en conservant ses caractéristiques uniques.

Cette étude approfondie sur les caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et biochimiques du lait de vache et du lait de chamelle, ainsi que sur les propriétés des extraits enzymatiques de pepsine de poulet, de lapin et de poisson, a permis de mettre en évidence des éléments clés pour la production de fromages frais. Voici quelques conclusions majeures basées sur ces données :

En utilisant les enzymes extraites de résidus animaux, il est possible d'obtenir une coagulation efficace surtout pour lait de chamelle qui peut poser des défis en raison de ses différences de composition par rapport au lait de vache, nécessitant ainsi des ajustements dans les procédés de fabrication et de le transformer en un fromage présentant de nombreux avantages tels que sa haute qualité et ses caractéristiques organoleptiques uniques. Cette invention offre également des opportunités pour diversifier les produits laitiers et répondre à la demande croissante de fromages de haute qualité.

Impact de la température sur la coagulation du lait : Nous avons observé que la température d'incubation joue un rôle crucial dans la coagulation du lait. Pour le lait de vache, une plage de température optimale entre 40°C et 45°C a été identifiée, tandis que pour le lait de chamelle, une plage différente entre 50°C et 55°C était plus appropriée. Cette variation peut être attribuée aux différences intrinsèques dans la composition des deux types de lait.

Effet du pH sur la coagulation : L'ajout de CaCl_2 a influencé le pH du lait, et il était essentiel de maintenir le pH à une valeur spécifique pour obtenir une coagulation efficace. Pour le lait de vache, un pH de 6,2 était optimal, tandis que pour le lait de chamelle, un pH de 5,8 était plus

Conclusion

adapté. Cette constatation souligne l'importance de contrôler étroitement le pH pendant le processus de coagulation du lait.

Choix des extraits enzymatiques : Les extraits enzymatiques de pepsine de poulet, de lapin et de poisson ont montré des propriétés différentes en termes de rendement, d'activité coagulante, de force coagulante et de temps de coagulation. Ces différences ont un impact significatif sur la qualité et les caractéristiques des fromages frais produits.

Analyse sensorielle : Les fromages frais fabriqués à partir du lait de vache et du lait de chamelle, en utilisant divers extraits enzymatiques et en respectant les paramètres de température et de pH optimaux, ont été évalués par une analyse sensorielle. Les résultats ont montré des différences sensorielles notables entre les échantillons en termes d'aspect, de texture, d'odeurs et d'arômes, ainsi que de goût. Cela suggère que le choix du lait, de l'extrait enzymatique et des conditions de traitement joue un rôle critique dans la création de produits fromagers distincts.

En fin de compte, cette étude fournit des informations cruciales pour l'industrie laitière, en soulignant l'importance de prendre en compte la température et le pH lors de la coagulation du lait, ainsi que le choix judicieux des extraits enzymatiques pour obtenir des fromages frais de qualité avec des caractéristiques sensorielles spécifiques. Ces connaissances peuvent servir de base solide pour l'optimisation des processus de production de fromage et la satisfaction des préférences des consommateurs.

Références Bibliographiques

Références

A :

Abakar.(2012). Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais, à partir du lait de vache, coagulé par la papaïne naturelle. Mémoire master, Dakar 46p.

Abdellaoui, R. (2007). Obtention et caractérisation d'une enzyme coagulant le lait.

ABU-TARBOUSH H M., AL-DAGAL M.M and AL-ROYLI M.A. (1998): Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. J. Dairy Sci., 81, 354-361.

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

AFNOR (1993) : Contrôle de la qualité des produits alimentaires : lait et produits laitiers, analyses physicochimiques, Paris La Défense, 4e éd, 581 p.

Alais, C. (1982). Science du lait - principes des techniques laitières. Paris, Editions Sepaic. 4éd. 814 pages

Alihanoglu, S., Ektiren, D., Akbulut, C., Hasan, C., Karaaslan, A. et Karaaslan, M. (2018) Effet de la présure d'Oryctolagus cuniculus (lapin) sur la texture, la rhéologie et les propriétés sensorielles de Fromage blanc. Science des aliments et nutrition, 6, 1100-1108
<https://doi.org/10.1002/fsn3.649>

Ali HI, Jarrar AH, Abo-El-Enen M, Al Shamsi M, Al Ashqar H. Students' perspectives on promoting healthful food choices from campus vending machines: a qualitative interview study. BMC Public Health. 2015 May 28;15:512. doi: 10.1186/s12889-015-1859-2. PMID: 26017801; PMCID: PMC4446908.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26017801/>

AL-ZOREKY N.S. et AL-OTAIBI M.M. (2015). Suitability of camel milk for making yogurt. Food Science Biotechnology 24(2), 601–606.

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

Références

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.

<http://ebiblio.univmosta.dz/handle/123456789/377/browse?value=AMIMOUR+ep.+ALIOUA%2C+Meryem&type=author>

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.

Attia.A.(2019). La situation d'élevage avicole cas de poule pondeuse œufs de consommation dans la région du Souf.These doctorat en sciences agriculture. Université of Eloued.Algérie
<http://dspace.univ-eloued.dz/handle/123456789/4178>

ATTIA H., KHEROUATOU N. et DHOUIB A. (2001). Dromedary milk acid fermentation: Microbiological and rheological characteristics. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 26, 263–270

B:

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., Szwajkowska M., Litwińczuk., Król J.(2011). Nutritional Value and Technological Suitability of Milk from Various Animal Species Used for Dairy Production .site de Compréhensive REVIEWS and Food Safety in Food Science [en ligne] mise a jour le 25 Octobre 2011 .[Consulte le novembre 2011] Disponible a l'adresse :
<https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2011.00163.x>

Bekkouche H.(2021). Les déterminants de la consommation du lait de chamelle dans la région du Souf.Mémoire de Master Académique.UKMO.Ouargla

Belhadia. M,A.(2020). Étude technico-économique de l'élevage des génisses dans le périmètre du Haut-Cheliff.These doctorat en production animale. Ecole Nationale Supérieure Agronomique Hassen Badi - El Harrach Alger, Algérie

Références

<http://catalogue.ensa.dz/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=au:BELHADIA,%20M.A.>

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

Benguettaia et Lemlem 2013

Caractérisation physicochimique et biochimique du lait camelin collecté localement en mi de lactation, mémoire de master, université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.

BENKERROUM N., DEHHAOUI M. et TLAIHA R. (2021). Chymosin Addition for Yogurt Making from Camel Milk. Agric Res.

BENNEDJMA., ROUIDJAA, (2015). Evaluation de la qualité physico-chimique et biochimique et suivie de l'activité protéolytique du lait camelin (collecté localement) durant sa transformation en fromage, Mémoire de MASTER, Université KASDI MERBAH Ouargla, Algérie.

Bensallah B.(2023).Caractérisation et valorisation des caséines du lait camelin dans le domaine des émulsions These. doctorat en science biologie . Université Ibn-Khaldoun,Tiaret.Algerie

Berridge N. J., Davis J. G., Kon P. M., Kon S. K. et Spratling F. R. (1943): The production of rennet from living calves. J. Dairy Res. 13, 145-161.

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.

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 N; Feknous I and Zenki R (2017). Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-Est Algerien. Essai de fabrication du fromage frais. Algerian Journal of Natural products 5:2,492-506

Références

Bouterfa A.(2020). Authentification et variabilité des fromages à pâtes molle type Camembert : influence du stade physiologique de la vache laitière.These doctorat en sciences alimentaire.Universite Mostaganem . Algerie

<http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/17910>

Bouterfa. M .(2019). BETONS RENFORCES DE FIBRES NATURELLES : REPOSE AU RETRAIT ET FISSURATION DANS LES BETONS ET MORTIERS.These doctorat en sciences de l'ingénieur, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR .ANNABA.Algérie

<https://biblio.univ-annaba.dz/wp-content/uploads/2021/01/These-Boutarfa-Meriem.pdf>

Bouyoucef, Y ., Taouzinet A.(2016). Obtention et caractérisation d'une protease coagulante de *Penicillium* sp.These doctorat en sciences alimentaire. Université de Béjaia, Algerie

<http://www.univ-bejaia.dz/xmlui/handle/123456789/1526>

Brewer P., Helbig N., Haard N.D. 1984. Atlantic cod pepsin characterization and use as rennet substitute. Canadian institute of food science and technology journal. 17: (1), (38- 43) p.

C :

Chethouna F., (2011) .Étude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. thèse Magister en science Biologique, Université Kasdi Mebah,Ouargla.

CODEX ALIMENTARIUS, Codex Stan A-6-1978, révisé 1-1999, amendé 2001.

Collin J.-C., Muset de Retta G., Martin P. (1982): Présures et coagulants de substitution: Comment faire le bon choix ? Ed Quæ.2015, p159-163

Corredig M ., Salvatore E .(2016).Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Proteins: Applied Aspects.1B, 287-307, Springer New York

https://scholar.google.co.uk/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=iUp0-DUAAAAJ&citation_for_view=iUp0-DUAAAAJ:WF5omc3nYNoC

D:

Debouz, A; GUERGUER, L; OUDJANA, A. and HADJ SEYD, A. (2014). Étude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait

Références

camelin dans la wilaya de Ghardaïa. Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes Vol. 7 No. 2

Dobler-López, J., Espinosa-Ayala, E., Hernández-García, PA, López-Martínez, LX et Márquez-Molina, O. (2016) Extracto Coagulante De Leche Proveniente Del Estómago De Conejo (*Oryctolagus cuniculus* sp.) . Agrociencia, 50, 583-593.

Doyon A 2005 Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : revue des travaux récents ; Colloque sur la chèvre, CRAAQ, 7 octobre, Québec, Canada

Dra,A.(2018). Caractérisation Physicochimique, Microbiologique Et Immunochimique Des Laits Camelin Et Bovin D'Algérie. Activités Antioxydante Et Antitoxique De La Fermentation.These de doctorat en sciences biologiques , université Djilali Liabés .Sidi belabbes.algerie

<https://theses-algerie.com/1206262401710096/these-de-doctorat/universite-djillali-liabes---sidi-bel-abbes/caract%C3%A9risation-physicochimique-microbiologique-et-immunochimique-des-laits-camelin-et-bovin-d-alg%C3%A9rie-activit%C3%A9s-antioxydante-et-antitoxique-de-la-fermentation>

E :

Edima HC.(2007). Carnobacterium maltaromaticum: caractéristiques physiologiques et potentialités en technologie fromagère. Thèse de Doctorat: Institut National Polytechnique de Lorraine.

El-Agamy E., Nawar M., Shamsia S., Awad S. et Haenlein G. (2009). Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children.Small Ruminant Research, 82,p. 1-6

F:

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

F.A.O.(2019) : Guide de bonnes pratiques en élevage laitier. Fédération Internationale de Laiterie et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAO STAT.(2021): <http://www.faostat.org>.

Références

F.A.O. (2021). <http://www.faostat.org>.

F.A.O. (2022). Les animaux laitiers. Passerelle sur la production laitière et les produits laitiers

France AgriMer, (2021). Facteurs de compétitivité sur le marché mondial des produits laitiers.

<https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/67751/document/ETU-LAIT-Facteurs%20de%20comp%C3%A9titivit%C3%A9%20march%C3%A9%20mondial%20produits%20laitiers2021.pdf?version=1>

F. Soxhlet, 1879. Dinglers' Polyt. J. 232, 461.

G:

García-Gómez, B., Vázquez-Odériz, L., Munoz-Ferreiro, N., Romero-Rodríguez, á. et Vázquez, M. (2020) Type de présure et transglutaminase microbienne dans le fromage : effet sur les propriétés sensorielles. Recherche et technologie alimentaires européennes, 246, 513-526.

<https://doi.org/10.1007/s00217-019-03418-6>

Guetouache et al., Guetouache M., Guessas, Bettache, Medjekal & Samir, 2014. Composition and nutritional value of raw milk. Issues Biol. Sci. Pharm. Res. 2(10), 115-122p.

Guigma,H.(2013). Appréciation de la qualité physico-chimique du lait frais en rapport avec les pratiques d'élevage dans les élevages autour de la ville de Kaolack au Sénégal. Thèse doctorat en S SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR. Algerie

<https://beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD13-19.dir/TD13-19.pdf>

H :

HAILU Y., HANSEN E.B., SEIFU E., ESHETU M., PETERSEN M.A., LAMETSCH R., RATTRAY F. et IPSEN R. (2018). Rheological and sensory properties and aroma compounds formed during ripening of soft-brined cheese made from camel milk. International Dairy Journal, 81, 122-130

Harek D., Ikhlef H., Bouhadad R., Sahel H., Cherifi Y., Djellout N., KhelifaChelihi S., et al., 2017. Genetic diversity status of Camel's resources (Camelus dromedarius Linnaeus, 1758) in Alg

Références

Hmidi .(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

J :

Jeantet, R. (2006). Science des aliments: biochimie, microbiologie, procédés, produits: Tec & Doc.

JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULÉ G. (2008). Les produits laitiers. Paris: Lavoisier.

K :

KABIR, Ahmed., (2015). Contraintes de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse de doctorat : en sciences en microbiologie alimentaire. Université d'Oran 1(Ahmed Ben Bella), Algérie, 174 pages.

Kaouche-A.(2019). Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production laitière. Revue Bibliographique. Doctorat en sciences en science de la nature. Université Ferhat Abbas Sétif 1.Algerie

<https://revue-agro.univ-setif.dz/documents-agri/Volume10N1-2019/Soumeya-KAOUCHE-ADJILANE.pdf>

KAPPELER S.R., FARAH Z. et PUHAN Z .(2003). 5'-Flanking regions of camel milk genes are highly similar to homologue regions of other species and can be divided into two distinct groups. Journal Dairy Science, 86, 498–50

Kebir N.(2018). Propriétés Du Lait De Chamelle Cru Sur Les Profils Glucidique Et Lipidique Des Rats Wistar Rendus Diabétiques Par L'alloxane.These doctorat en biologie. Université Djilali liabes sidi bel abbes ,Algérien

<https://theses-algerie.com/1520351229789582/these-de-doctorat/universite-djillali-liabes---sidi-bel-abbes/propri%C3%A9t%C3%A9s-du-lait-de-chamelle-cru-sur-les-profils-glucidique-et-lipidique-des-rats-wistar-rendus-diab%C3%A9tiques-par-l-alloxane>

Références

Kerbach I., Tennah S., Kafidi N. (2019). ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DE L'ELEVAGE BOVIN À L'EST ALGÉRIEN. These doctorat en secio-économique . Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger. Algérie

<https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/472/3/1/98331>

KHALESI M., SALAMI M., MOSLEHISHAD M., WINTERBURN J. et MOOSAVI-MOVAHEDI A.A. (2017). Biomolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry. Trends in Food Science & Technology, 62, 49- 58

Kongo J.M. and Malcata F.X., 2016. Cheese: Processing and Sensory Properties. In: Encyclopedia of Food and Health. Elsevier, 748-754p.

Kula J- T., Dechasa T .(2016). Chemical Composition and Medicinal Values of Camel Milk, 4, 13-25.

https://www.researchgate.net/publication/301551614_Chemical_Composition_and_Medicinal_Values_of_Camel_Milk

KUMAR D., VERMA A.K., CHATLI M.K., SINGH R., KUMAR P., MEHTA N. et MALAV O.P. (2015). Camel milk: alternative milk for human consumption and its health benefits. Nutrition & Food Science, Vol. 46 No. 2, pp. 217-227.

L :

Lambert, JC (1988) Transformation du lait villageois. Production et santé animales de la FAO, 69. <https://www.fao.org/3/T0045E/T0045E00.htm>

Larousse, A. (2017) .Science et technologie du lait:ransformation du lait', p. 767. Available at: https://books.google.com/books?id=E-rb_Pff15sC&pgis=1.

Lenoir et al . ;(1997) Le lait de fromagerie. In : « le fromage »

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

Lombardi, J., Ciocia, F., Uniacke-Lowe, T., Boeris, V., Risso, P. et McSweeney, PLH (2019) Application d'un extrait enzymatique d'*Aspergillus niger* comme coagulant pour la fabrication

Références

du fromage cheddar. Archives brésiliennes de biologie et de technologie,62,e19180128.

<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2019180128>

Lowry O. H., Rosebrough N. J., Faar A. L. and Randall R. J. (1951). Protein measurement with folin phenol reagent. Journal of Biochemistry, 193, 265-275.

LUCEY, J.K.(2002) Rennet coagulation of milk In: Encyclopedia of Dairy Science.Ed., H. Royinski, J.Fuquay and P.Fox, Elsevier science Ltd, p. 286-293

M:

Maachou, D.(2011). Extraction et purification de protéase coagulant le lait en vue de leur substitution à la présure traditionnelle: Essai d'obtention d'une protéase issue d'estomac de poisson (*Seriola dumerili*).Université M'Hamed Bougara Boumerdès

MADR (2021) :Production et consommation du lait en algerie

Majdi, A. (2009). ‘Les fromages AOP et IGP.’, in Séminaire sur les fromages AOP et IGP .INTIngénieur agronomie, p. 88

Mdahou A.(2017). Étude de l'évolution de la flore microbienne indigène d'un fromage industrielle à pâte molle type Camembert au cours de son affinage et évolution de ces aptitudes technologiques. Thèse de doctorat d'état, université d'Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem,

MEDJOUR, A. (2014). Étude comparative des caractéristiques pPhysico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelusdromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semiintensif). Mémoire de magister en biologie, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie <http://thesis.univ-biskra.dz/1835/>

Meguellati-Kanoun A., Saadaoui M., Kalli S., Kanoun M., Huguenin J., Benidir M et Benmebarek A .(2018) Localisation et distribution spatio-temporelle des effectifs de dromadaires en Algérie. Livestock Research for Rural Development

Références

Mehaia, M.A., Hablas, M.A., Abdel-Rahman, K.M., and El-Mougy, S.A.(1995). Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. Food Chemistry, 52, (2), 115-122.

Mekhaneg,B(2020). Variation de la composition du lait en fonction de la race et de l'alimentation. Thèse doctorat en sciences alimentaire. ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE. EL-HARRACH. Algérie
<http://dspace.ensa.dz:8080/xmlui/handle/123456789/2321>

Mietton B. & Chablain I., 2018. Du lait au fromage: les fondamentaux technologiques. In: Le fromage. 321-359

Moschopoulou. E, Kandarakis. I. and Anifantakis. E. (2004): Effect of extraction conditions on the characteristics of the traditional lamb rennet, Greek J, Dairy Science & Technology, Issue 1, 27–42p.

N:

Nouani, A., Moulti-Mati, F., Belbraouet, S. & Bellal, M. M. (2011).Purification and characterization of a milk-clotting protease from *Mucor pusillus*: method comparison. Afr J. Biotechnol. 10, 1655–1665

O:

Omar, A. Al haj, Hamad, A. Al Kanhal*.(2010). Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk.

Ozturkoglu-Budak S. & De Vries R.P., 2017. Mold-ripened and raw milk cheeses: Production, risks, and benefits to human health, Dairy in Human Health and Disease across the Lifespan, Elsevier Inc., 353-361

P:

PARK Y.K., KOO H.C., KIM S.H., HWANG S.Y., JUNG W.K., KIM J.M., SHIN S., KIM R.T. et PARK Y.H. (2007). The Analysis of Milk Components and Pathogenic Bacteria Isolated from Bovine Raw Milk in Korea. Journal of Dairy Science, Vol. 90 No. 12.

Références

Patel, V. R.; Dumancas, G. G.; Viswanath, L. C. K.; Maples, R.; Subong, B. J. J., 2016. Castor oil: properties, uses, and optimisation of processing parameters in commercial production. Lipide Insights, 9: 1-12 <https://www.feedipedia.org/node/26551>

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

Pradal Magali.(2012)., La transformation fromagère caprine fermière, Paris Lavoisier Tec et Doc , p 295

PARK Y.K., KOO H.C., KIM S.H., HWANG S.Y., JUNG W.K., KIM J.M., SHIN S., KIM R.T. et PARK Y.H. (2007). The Analysis of Milk Components and Pathogenic Bacteria Isolated from Bovine Raw Milk in Korea. Journal of Dairy Science, Vol. 90 No. 12.

Q :

Quynh My O., 2018. Caractérisation physico-chimique et microbiologique des fromages fermiers. Mémoire Master ; Gembloux Agro-Bio Tech, 81p

R :

RAGHVENDAR S., GORAKH M., DEVENDRA K., PATIL N.V. et PATHAK K.M.L. (2017). Camel Milk: An Important Natural Adjuvant. Agriculture Research, 6(4), 327–340.

Ramet, J. P. 1997. Les Agents de la transformation du lait. In: A. Eck and J. C. Gillis (Eds.) pp. 165-174. Le fromage

Roset G. (2019).Coagulation et coagulation enzymatique en transformation fromagère. Technique de l'ingénieure, 2, F4700.

S :

SALEY M. (1993). La Production Laitière du Dromadaire. CIRAD, Ed Maisons-Alfort, Paris.

Références

Sboui, A; Khorchani, T; Djegham, M; Et Belhadj, O.(2009) Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures, Afrique science 05(2) (2009).

Senoussi A .(2012). L'élevage camelin en Algérie : mythe ou réalité .Université Kasdi Merbah Ouargla, Laboratoire de Bio Ressources Sahariennes : Préservation et Valorisation, Rencontre autour des Recherches sur les Ruminants. 19

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 et MATI A (2007) Evolution de la flore microbienne d'origine exogène dans le lait de chamelle (Camelus dromedarius) lors de sa transformation artisanale en lait fermenté. Annales de l'INRAT, 80

https://www.researchgate.net/publication/320881447_SIBOUKEUR_et_MATI_A_2007_Evolution_de_la_flore_microbienne_d'origine_exogene_dans_le_lait_de_chamelle_Camelus_dromedarius_lors_de_sa_transformation_artisanale_en_lait_fermente_Annales_de_l'INRAT_80

Slamani S.(2018). Elimination de rejet pharmaceutique par procédés d'oxydation avancée POA.These doctorat en SCIENCES GÉNIE DES PROCÉDÉS. Université de Mostaganem. Algérie <https://fr.scribd.com/document/474659149/These-SLAMANI-Samira-2018-pdf>

SMili H .(2022). Dromadaire algérien : situation de la filière et caractéristiques de la qualité de la viande. Thèse de Doctorat en Sciences alimentaire. UNIVERSITÉ FRÈRES MENTOURI CONSTANTINE 1.ALgerie

ST-GELAIS D., TIRARD C.P. et VINGNOLA C.L (2002). Fromage ; in Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada).

T :

Touahria T.(2021). Synthèse et étude de l'activité antioxydante et antimutagène. These doctorat en sciences alimentaires. Université kasdi merbah Ouargla. Algérie

Syndifrais, (2011). Tout savoir sur le fromage blanc. P 01-20. Paris.

Références

V :

VELEZ, Alix-Arielle-Sarah., (2017). Étude bibliographique du rapport bénéfices-risques de la consommation de lait cru de vache. Thèse de doctorat vétérinaire : faculté de médecine de Créteil : école nationale vétérinaire d'al fort, 86 pages

Références

Business Model Canevas :

<p>Partenaires clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fournisseurs des abattoirs ORAVIO (GAO) • Fournisseurs du secteur poissonneries (POISSON BIO) • Fournisseurs élevage cuniculture • Fournisseur laits (vache et chamelle) • Partenaires de distribution(distributeurs, détaillants, etc.) • Universités, laboratoires, etc. • Partenaires de marketing et de promotion. <div data-bbox="134 1039 357 1272"> </div> <div data-bbox="126 1308 368 1563"> </div>	<p>Activités clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulation de produits fromage à base de lait chamelle • Formulation de produits fromage à base de lait vache • Fabrication et production des produits à base des laits • Distribution et logistique • Marketing Promotion et sensibilisation. <p>Ressources clés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fournisseurs de fromage • Installations de la chaîne de production et d'emballage • Équipe de recherche et développement • Chaîne d'approvisionnement et logistique • Marque et propriété intellectuelle 	<p>Offre (proposition de valeur)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produits fromagers à base de lait vache et de lait chamelle par des fermes algérienne de haute qualité • Produits innovants et uniques sur le marché algérien • Engagement envers la durabilité et la responsabilité sociale • Qualité et sécurité garanties <div data-bbox="730 891 1054 1240"> </div> <div data-bbox="751 1375 1018 1659"> </div>	<p>Relation client</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maintien d'une interaction constante avec nos clients via les médias sociaux et le marketing en ligne. • Rassemblement des retours et propositions de nos clients. • Établissement de la fidélité de notre clientèle grâce à une qualité assurée <p>Canaux de distribution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plateformes de commerce en ligne • Boutiques spécialisées dans les produits naturels ou biologiques • Réseaux de distribution et partenaires de gros • Événements commerciaux et expositions" 	<p>Segments de clientèle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amateurs de fromage. • Restaurants et établissements de restauration. • Épicerie et supermarchés. • Fromagers et détaillants spécialisés dans les produits laitiers.
---	---	--	--	---

Références

Structure des coûts

- Coûts d'approvisionnement en lait de vache et de chamelle .
- Coûts de fabrications des enzymes
- Coûts de production et d'emballage
- Dépenses de recherche et développement
- Logistique et distribution
- Marketing et promotion

Sources de revenus

- Ventes directes aux consommateurs.
- Ventes en gros aux distributeurs et détaillants.



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'éducation et de la recherche scientifique

Université Abdelhamid Ibn badiss Mostaganem

Incubateur de Mostaganem



Annexe sur le modèle économique

Fiche technique du projet

Nom et prénom : Medjahedine Hidayet Ahlem et Haddar Kewther

Nom commercial de projet: Optimisation de la Production de Fromages grâce à la Valorisation des Déchets Animaux .

Numéro de téléphone: 0561882029

E-mail: medjahedinehidayetahlem@gmail.com

Commune d'activité : Mostaganem

Nature de projet :Vente de marchandises

Ce projet est supervisé par **DJILALI BENABDELMOUMENE** maître de conférences suas département d'agronomie de l'université de Mostaganem.

Numérodetéléphone:0555523518

E-mail:benabdelmoumenediilali@hotmail.com

Problématique

L'impact environnemental des abattoirs d'animaux est de plus en plus préoccupant en raison de la quantité substantielle de déchets qu'elle génère annuellement. Ces déchets comprennent une variété de matériaux, notamment les débris provenant des appareils digestifs des animaux, les résidus de production, les poils et autres sous-produits. La gestion efficace de ces déchets est essentielle pour minimiser leur impact sur l'environnement et promouvoir une économie circulaire plus durable. Il est impératif de rechercher des solutions innovantes pour réduire, réutiliser et recycler ces déchets, afin de préserver nos ressources naturelles et réduire notre empreinte écologique globale.

Les déchets issus des animaux, souvent sous-estimés, représentent une ressource inexploitée qui est trop souvent reléguée à des décharges, malgré leur grande valeur potentielle. Ces déchets ont un impact considérable sur divers secteurs industriels, notamment l'industrie laitière, où leur utilisation pourrait apporter des avantages significatifs. Pourtant, l'absence de traitement approprié limite leur potentiel. Il est impératif de rechercher des approches innovantes pour tirer profit de ces déchets et réduire ainsi leur impact environnemental, tout en contribuant à des pratiques plus durables et circulaires et économiques .

Parmi les produits laitiers qui nous permettent de valoriser ces résidus animaux, nous avons choisi de nous concentrer sur la coagulation du lait, en particulier du lait de chamelle, qui est réputé pour être difficile à coaguler. Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé ces résidus pour améliorer le processus de coagulation du lait. Cette approche nous a permis d'explorer comment les enzymes extraites de ces résidus peuvent être utilisées pour améliorer la qualité et la faisabilité de la coagulation du lait de chamelle.



1. Proposition de valeur

Réduction des déchets : En réutilisant les déchets des animaux, nous contribuons à réduire la quantité de déchets qui finissent dans les décharges, ce qui a des avantages environnementaux significatifs.

Économie circulaire : La valorisation des déchets des animaux s'inscrit dans le cadre d'une économie circulaire, où les déchets sont considérés comme des ressources et réintroduits dans le cycle de production. Cela contribue à une économie plus durable et respectueuse de l'environnement.

Innovation : La recherche sur la valorisation des déchets des animaux peut conduire à de nouvelles applications et innovations, ouvrant de nouvelles opportunités commerciales et créant de la valeur économique.

Éducation et sensibilisation : Ce projet peut également servir d'outil d'éducation et de sensibilisation à l'importance de la gestion des déchets et de la durabilité.

Ouverture d'un nouveau marché de fromages : l'utilisation de enzymes provenant de déchets des animaux pourraient ouvrir un nouveau marché pour les fromages . Ces fromages pourraient offrir des avantages pour la santé en raison de leur contenu de l'enzyme , et pourraient également répondre à la demande des consommateurs pour des produits innovants et durables.



2. Les segments de clientèle

Consommateurs soucieux de leur santé : Les personnes qui cherchent à améliorer leur santé et leur bien-être peuvent être intéressées par des fromages et les produits riches dérivés des déchets des animaux .

Consommateurs éco-conscients : Les individus qui se soucient de l'environnement et cherchent à réduire leur empreinte écologique peuvent être attirés par les produits qui utilisent des déchets des animaux , car ils contribuent à une économie circulaire et réduisent les déchets.

Industrie de l'enzyme et des fromages : Les entreprises qui produisent du enzymes et d'autres fromage pourraient être intéressées par les méthodes de valorisation des déchets des animaux , car elles peuvent leur permettre de réduire leurs déchets et de créer de nouveaux produits.

Institutions de recherche et universités : Les institutions qui mènent des recherches sur la durabilité, la gestion des déchets, la nutrition, la santé, l'agriculture, etc., pourraient être intéressées par les résultats de cette étude.

Organismes gouvernementaux et ONG : Les entités qui travaillent sur des questions de durabilité, de gestion des déchets, de santé publique, d'agriculture durable, etc., pourraient également être intéressées par les résultats de cette étude et les applications potentielles de la valorisation des déchets des animaux .





3. Relations client

Les relations avec les clients pour un projet de valorisation des déchets des animaux :

• **Pour attirer l'attention des clients sur nos produits issus de la valorisation des déchets des animaux , nous utilisons les méthodes suivantes :**

Marketing numérique : Nous utilisons des stratégies de marketing en ligne, notamment la publicité ciblée sur les réseaux sociaux, le référencement, les campagnes par e-mail et la création de contenu attrayant pour attirer les clients potentiels vers notre site Web ou nos canaux de vente en ligne.

Marketing de contenu : Nous créons un contenu informatif et attrayant, comme des articles de blog, des vidéos et des infographies, pour éduquer les clients sur les avantages de nos produits, leur utilisation et leurs valeurs nutritives.

Partenariats : Nous collaborons avec des influenceurs sur les réseaux sociaux, des nutritionnistes ou d'autres acteurs influents de l'industrie alimentaire pour promouvoir nos produits. Ils peuvent recommander nos produits à leurs clients ou les inclure dans leurs recettes.

Participation à des événements : Nous participons à des salons professionnels, des foires alimentaires ou des événements communautaires pour présenter nos produits, faire des démonstrations culinaires et interagir directement avec les clients.

• **Pour inciter un client à acheter notre produit issu de la valorisation des déchets des animaux , nous mettons en avant les points suivants :**

Qualité et sécurité : Nous soulignons la qualité supérieure de nos produits, obtenue grâce à des processus de transformation soigneusement contrôlés et à des normes de sécurité alimentaire strictes.

Valeur nutritive : Nous mettons en évidence les avantages pour la santé de nos produits en soulignant leur teneur élevée en lait .

Durabilité : Nous soulignons l'aspect environnemental de notre production en mettant en avant notre engagement envers la valorisation des déchets des animaux et la réduction de l'impact environnemental.

Utilisations polyvalentes : Nous présentons les multiples façons d'utiliser nos produits issus des animaux dans diverses industries, offrant ainsi une large gamme de produits.

- **Le client peut profiter de notre produit issu de la valorisation des déchets des animaux de plusieurs manières :**

Utilisation dans l'alimentation : Nos produits peuvent être utilisés comme ingrédients dans diverses recettes, améliorant leur valeur nutritive et leur profil aromatique.

. Fromages : Les enzymes des déchets des animaux peuvent être utilisées pour produire des fromages

- **Pour assurer un service après-vente de qualité, nous utilisons les méthodes suivantes :**

Support client : Nous offrons un support client réactif par le biais de canaux tels que le téléphone, l'e-mail et les réseaux sociaux. Nous répondons rapidement aux questions, préoccupations ou demandes d'assistance des clients.

Suivi de la satisfaction client : Nous envoyons des enquêtes de satisfaction après l'achat pour recueillir les commentaires des clients et améliorer continuellement nos produits et services en fonction de leurs besoins.

Informations supplémentaires : Nous fournissons des informations détaillées sur l'utilisation optimale de nos produits, des conseils de stockage et des recettes pour aider les clients à profiter pleinement leur d'expérience d'utilisation.

Programme de fidélité : Nous proposons un programme de fidélité pour récompenser les clients réguliers, offrant des avantages exclusifs tels que des remises spéciales, des promotions anticipées ou des échantillons gratuits.

4.canaux de distribution

Vente en ligne : Nous avons mis en place une plateforme de vente en ligne conviviale où les clients peuvent facilement commander nos produits valorisés à partir de déchets des animaux. Les produits sont ensuite livrés directement à leur domicile ou à leur lieu de travail, offrant une commodité maximale.

Partenariats avec des détaillants : nous avons établi des partenariats avec des détaillants locaux et des supermarchés pour rendre nos produits disponibles dans leurs magasins. Cela offre aux clients la possibilité de découvrir et d'acheter nos produits lors de leurs achats habituels.

Canaux B2B : Nous avons développé des canaux de distribution spécifiques pour les entreprises et les industries qui peuvent utiliser nos produits valorisés à partir de déchets des animaux comme ingrédients dans leurs propres produits. Nous avons établi des relations commerciales solides avec ces clients B2B pour répondre à leurs besoins spécifiques.

Site Web professionnel : Nous avons créé un site Web attrayant qui présente en détail nos produits, leurs avantages, leurs utilisations et leurs spécifications techniques. Les clients peuvent accéder à notre site Web pour obtenir des informations complètes sur notre entreprise et nos produits.


Réseaux sociaux : Nous utilisons des plateformes de médias sociaux populaires comme Facebook, Instagram, Twitter et LinkedIn pour promouvoir nos produits. Nous partageons régulièrement du contenu intéressant, des mises à jour sur nos produits, des témoignages de clients et des promotions spéciales pour attirer l'attention des clients potentiels.

Marketing par e-mail : Nous utilisons une base de données de clients et de prospects pour envoyer des newsletters régulières, des offres spéciales et des informations sur nos produits par e-mail. Cela nous permet de communiquer directement avec nos clients et de les tenir informés des nouveautés et des opportunités.

Service après-vente : Nous proposons un support client réactif via différents canaux tels que le téléphone, l'e-mail et les réseaux sociaux. Nous avons également une politique de retour flexible et équitable, ce qui permet aux clients de nous contacter facilement en cas de problème ou d'insatisfaction.



5. Les partenaires clés



le **matériel** : Ces partenaires peuvent fournir l'équipement nécessaire pour la transformation des déchets des animaux , comme les machines de transformation, les systèmes de conditionnement, etc.

Fournisseurs de lait : Si vous prévoyez de produire de lait camelin et vache à partir de déchets des animaux , les fournisseurs de poudre de lait peuvent être des partenaires clés. Le lait peut être utilisée comme ingrédient dans la production de fromage .

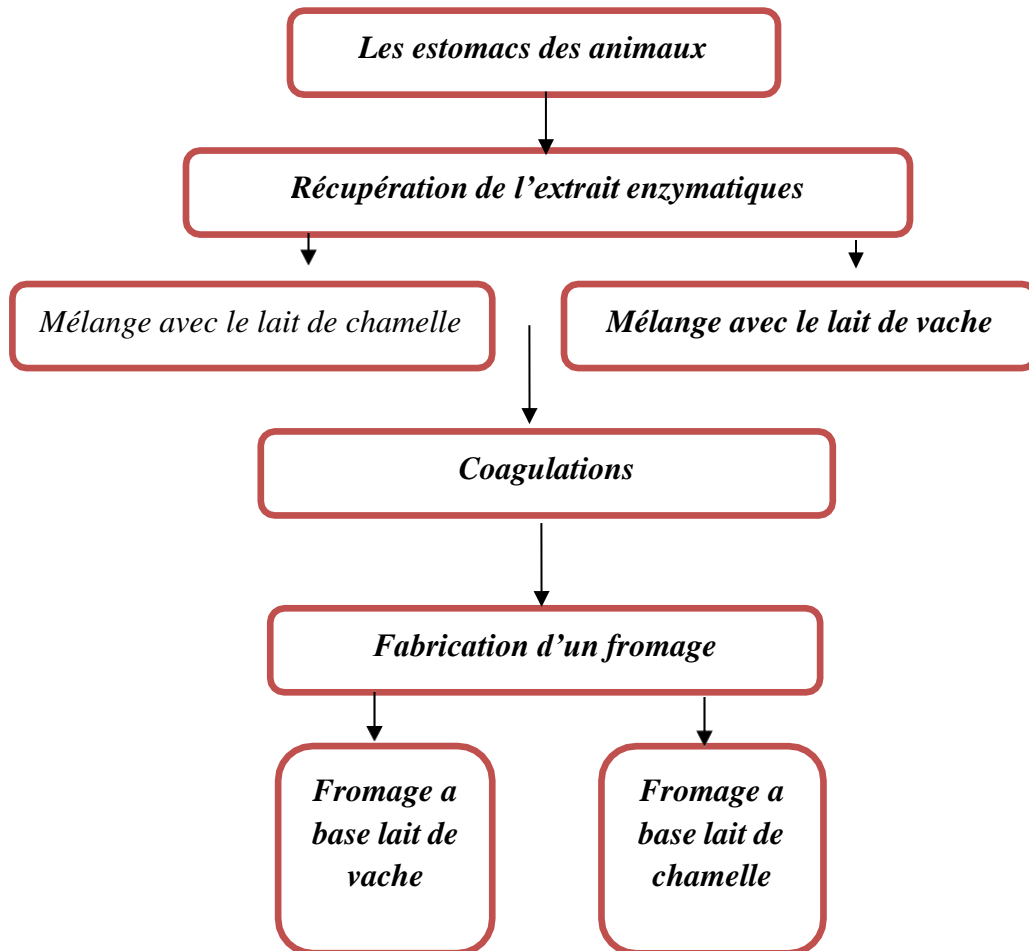
Fournisseurs de déchets des animaux : est une des estomacs dans la fabrication de nombreux produits alimentaires. Si vous prévoyez de produire des fromages à partir de déchets des animaux , les fournisseurs de ces estomacs peuvent être des partenaires clés.

Collectivités locales : Les collectivités locales peuvent soutenir votre projet de plusieurs façons. Elles peuvent vous aider à obtenir les autorisations nécessaires, à promouvoir votre projet auprès de la communauté locale, à mettre en place des programmes de collecte de déchets de thé, etc. Elles peuvent également être intéressées par l'achat de vos produits pour leurs propres besoins,

6.Activités clé



Les activités principales sont la production de l'enzyme et fabrication des fromages ,
l'ensemble des processus de fabrication sont illustré ansleschémasi-dessous:



Activités se conduire

Contrôle qualité : Des contrôles de qualité réguliers doivent être effectués tout au long du processus de transformation pour garantir la conformité aux normes et assurer la production de produits finaux de haute qualité. Cela comprend le contrôle de la qualité des déchets des animaux , ainsi que des produits finaux tels que les fromages

Gestion de la logistique : Cela comprend la gestion de la chaîne d'approvisionnement, la coordination des activités de transport des déchets des animaux vers le site de valorisation, et la distribution des produits finaux aux clients. Il est également important de gérer le stockage approprié des déchets pour prévenir la détérioration.

Marketing et vente : Il est important de promouvoir les produits issus de la valorisation des déchets des animaux . Cela comprend la mise en place de stratégies de marketing efficaces, le développement de canaux de vente, et la conclusion d'accords commerciaux pour assurer la vente et la distribution des produits.

Recherche et développement : La recherche continue et le développement de nouvelles méthodes, technologies et produits sont des activités clés pour rester à la pointe de l'innovation dans le domaine de la valorisation des déchets des animaux . Cela pourrait inclure la recherche sur de nouvelles souches des fromages , l'amélioration des processus de transformation, ou le développement de nouveaux produits à partir des déchets.


Production : La production est une activité essentielle qui comprend la collecte des déchets des animaux , leur transformation en produits finaux, et l'emballage de ces produits pour la vente. Cela nécessite une gestion efficace des ressources, une planification de la production, et une maintenance régulière des équipements.

Gestion des relations avec les fournisseurs : Cela comprend la négociation des contrats avec les fournisseurs de déchets des animaux , ainsi que les fournisseurs de matériel et d'autres ressources nécessaires pour le processus de valorisation

7.

Ressources clés

- Ressources matérielles



	Sources(nationale/importation)	Fournisseurs
	Nationale	Agriculture
	Nationale	Ferme
	Nationale	Ferme

- Ressources humaines

Classe ressources humaines	nombre
Directeur	01
Administratif	02
Financier	01
Responsable production	01
Technicien	02
Ouvrier	03
Chauffeur 1	01
Agents sécurités	02

- Ressources financiers

Ressources financiers	Besoin
Eau/électricité/gaz	1 500 000,00
Location	3 400 000,00
Equipement industriel	175 000 000,00
logiciel et Equipement informatique	800 000,00
Chariotélévateure transpalettes	3 500 000,00
Matériel utilitaire de transport	4 500 000,00
Emballage	200 000,00

- **Coûts variés**

Frais d'établissement	30 000,00
Frais d'ouverture décompteurs(eaux-gaz-....)	50000,00
Formations	200000,00
Dépôt marque, brevet, modèle	50 000,00
Droits d'entrée	25 000,00
Achat fonds de commerce ou parts	/
Droit au bail	20 000,00
Caution ou dépôt de garantie	200000,00
Frais de dossier	50 000,00
Frais de notaire ou d'avocat	80 000,00
Enseigne et éléments de communication	450000,00
Achat immobilier	/
Travaux aménagements	500000,00
Matériel	300000,00
Matériel de bureau	1000000,00
Stock de matières et produit	1000000,00
Trésorerie de départ	2400000,00
Total	5355000,00

- **Coûts fixes**

Assurance	180000,00
-----------	------------------

Téléphone/internet	100000,00
Transport	100000,00
Eau/gaz/électricité	1000000,00
Fourni ture divers	200000,00
Entretien matériel et vêtement	350000,00
Nettoyage des locaux	100000,00
Budget Publicité et communication	500000,00
TOTAL	2530 000,00

- **Salaires des employés et des dirigeants de l'entreprise**

Salaires des employés	400000,00
Rémunération et redirigeant	200000,00



Structure des revenus





Recettes totales

Bilan	Lait vache	Lait camelin
Le nombre d'unités produites	2082 g	1605 g
Prix de vente	200DA/250g	300DA/200g
Total des revenue=Le nombre d'unités produites*Prix de vente	1665 600 DA	2407 500 DA

• Le pourcentage d'augmentation du volume d'affaires

Année	1	2	3	4	5
Volume d'affaires (%)	0	4,63	4,91	5,37	5,87

Business Model Canevas :

<p>Partenaires clés</p> <ul style="list-style-type: none">• Fournisseurs des abattoirs ORAVIO (GAO)• Fournisseurs du secteur poissonneries (POISSON BIO)• Fournisseurs élevage cuniculture• Fournisseur laits (vache et chamelle)• Partenaires de distribution(distributeurs, détaillants, etc.)• Universités, laboratoires, etc.• Partenaires de marketing et de promotion. <div></div> <div></div>	<p>Activités clés</p> <ul style="list-style-type: none">• Formulation de produits fromage à base de lait chamelle• Formulation de produits fromage à base de lait vache• Fabrication et production des produits à base des laits• Distribution et logistique• Marketing Promotion et sensibilisation. <p>Ressources clés</p> <ul style="list-style-type: none">• Fournisseurs de fromage• Installations de la chaine de production et d'emballage• Équipe de recherche et développement• Chaîne d'approvisionnement et logistique• Marque et propriété intellectuelle	<p>Offre (proposition de valeur)</p> <ul style="list-style-type: none">• Produits fromagers à base de lait vache et de lait chamelle par des fermes algérienne de haute qualité• Produits innovants et uniques sur le marché algérien• Engagement envers la durabilité et la responsabilité sociale• Qualité et sécurité garanties <div></div> <div></div>	<p>Relation client</p> <ul style="list-style-type: none">• Maintien d'une interaction constante avec nos clients via les médias sociaux et le marketing en ligne.• Rassemblement des retours et propositions de nos clients.• Établissement de la fidélité de notre clientèle grâce à une qualité assurée <p>Canaux de distribution</p> <ul style="list-style-type: none">• Plateformes de commerce en ligne• Boutiques spécialisées dans les produits naturels ou biologiques• Réseaux de distribution et partenaires de gros• Événements commerciaux et expositions"	<p>Segments de clientèle</p> <ul style="list-style-type: none">• Amateurs de fromage.• Restaurants et établissements de restauration.• Épiceries et supermarchés.• Fromagers et détaillants spécialisés dans les produits laitiers.
<p>Structure des coûts</p> <ul style="list-style-type: none">• Coûts d'approvisionnement en lait de vache et de chamelle .• Coûts de fabrications des enzymes• Coûts de production et d'emballage• Dépenses de recherche et développement• Logistique et distribution• Marketing et promotion		<p>Sources de revenus</p> <ul style="list-style-type: none">• Ventes directes aux consommateurs.• Ventes en gros aux distributeurs et détaillants.		

