



N° d'ordre :

N° de série :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET
MOLECULAIRE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

**Etude comparatif de deux protocole d'extraction
de différentes présures et essai de fabrication de
fromage frais**

Présenté par:

Mme. **BABBOUCHE Narimane**

Mme. **KHATROUI Latifa**

Devant le jury composé de:

Présidente: *Mr SAADI Hamza.*

M.A.A Université d'El Oued

Promotrice: *M^{me} BOURAS Biya*

M.A.A Université d'El Oued

Examineur: *M^{me} AOUIMEUR Meriem.*

M.A.A Université d'El Oued

Année universitaire: 2020/2021



Remerciements

*Avant tout nous remercions **le bon Dieu** le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la patience qui nous a permis de réaliser ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.*

*Nous tenons tous particulièrement à adresser nos remerciements les plus vifs d'abord à notre promoteur M^{me} **BOURAS Biya**, qui nous a fait l'honneur de diriger notre mémoire sur un sujet passionnant et nous a bien voulu prendre en charge et nous a guidés tout au long de son élaboration, nous lui sommes très reconnaissants pour ces conseils, sa disponibilité et son sérieux dans le travail.*

*Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés aux membres de jury : Mr **SAADI Hamza** qui nous a fait l'honneur par sa présence en qualité de présidente de jury, M^{me} **AOUMEUR Meriem** qui a accepté de faire partie de ce jury et d'examiner ce travail et consacré de son temps pour son évaluation.*

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble du personnel travaillant au laboratoire du département biologie, qu'il veuille bien recevoir ici l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.

*Nous soulignons notre reconnaissance aux enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie notamment **Dr. NILI Mouhamde**
+ pour son aide, ses précieux conseils et sa disponibilité.*



Dédicaces

Tout d'abord, je voudrais remercier mon Seigneur de m'avoir donné le courage et la patience de faire cet humble travail

Je me consacre à :

Mon père et mon mère, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

*Mon mari et compagnon pour me soutenir. Je n'oublierai jamais mon cher fils **Rassim***

Mes frères et sœurs pour votre soutien et encouragements, vous occupez une place particulière dans mon cœur. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de bonheur et de succès.

Ma famille élargie, à commencer par ma grand-mère, mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousins

*Comme j'espère que mon grand-père **AZDINE** parmi nous aujourd'hui sera couronné à la tête de cette œuvre*

Je remercie également mon beau-père pour ses efforts.



Narimane



Dédicaces

Tout d'abord, je voudrais remercier mon Seigneur de m'avoir donné le courage et la patience de faire cet humble travail

Je dédie ce fruit de mes efforts à l'âme pure de mon père et de ma mère, à mon compagnon et mon soutien dans la vie, mon cher mari, et à mes enfants, mon âme : Omar Al-Farouq -

Jihan - Marwan - et Bilal Abdul Rahman

Sans oublier mes sœurs Saada - Naima - et Aida et ses fils, et Najat et ses fils

À tous mes collègues de travail et d'étude, et à tous ceux dont mon cœur se souvient mais dont ma langue ne se souvient pas



latifa

Résumé

Cette étude consiste à déterminer l'effet de protocoles d'extraction sur les caractéristiques des activités enzymatiques de présures de camelins, caprins, ovins, et bovins sur le lait de ces races animales. L'analyse physicochimique des quatre types du lait montre que celui des brebis est riche en matières grasses, matières sèche, et les protéines plus les autres types du lait (matières grasses : 3.9%, matières sèche, : 15.6%, protéines : 4.20%). Les résultats obtenus montrent une différence entre les deux méthodes d'extraction, car les résultats indiquent que la coagulation et l'activité de coagulation spéciale au niveau de la présure de cameline par la protocole wongoh(1993), et au niveau de la présure de caprine de la protocole valles et fure(1977). La valeur protéique la plus élevée a été extraite de la présure de ovine avec une valeur de 10,28 mg/ml par protocole valles/furet(1997), ainsi que la valeur du pouvoir de coagulation évalué à 4015. Le temps de coagulation varie d'une présure à l'autre, et on constate que le temps de coagulation est court aussi bien pour les présure de cameline que de caprine extraites selon la protocole wongoh avec lait de brebis et les présure d' ovine extrait de valles et fure au lait de chamelle et au lait de chèvre. que le lait de chèvre est plus facile à produire du fromage et que pour sa sapacité à coaguler avec toutes les présures de deux protocole.

Mots clés : Extraction Wongoh - Extraction valles et furet- Présure cameline- Présure caprine- Présure ovine - présure bovine- Laites mammifères- Activité enzymatique de présures

Abstract

This study consists in determining the effect of extraction protocols on the characteristics of the enzymatic activities of rennet from camels, goats, sheep, and cattle on the milk of these animal breeds. Physicochemical analysis of the four types of milk shows that sheep are rich in fats, dry matter, and proteins plus other types of milk (fats: 3.9%, dry matter: 15.6%, proteins: 4.20%).%). The results obtained show a difference between the two extraction methods, because the results indicate that the coagulation and the special coagulation activity at the level of camelina rennet by the wongoh protocol (1993), and at the level of rennet of goat from the valles et fure protocol (1977). The highest protein value was extracted from sheep rennet with a value of 10.28 mg / ml by valles / ferret protocol (1997), as well as the value of the coagulation power evaluated at 4015. The coagulation time varies. from one rennet to another, and we see that the coagulation time is short for both camelina and goat rennet extracted according to the wongoh protocol with sheep's milk and sheep rennet extracted from valleys and fure at camel milk and goat milk. that goat's milk is easier to produce cheese and that for its palatability to coagulate with all the rennets of the two protocols..

Keywords : Wongoh extraction - Valles et furet(1977) extraction- Camelina rennet- Chevre rennet- Sheep rennet- bovine rennet- Mammalian milks - Enzymatic activity of meadows

ملخص

تتكون هذه الدراسة من تحديد تأثير بروتوكولات الاستخراج على خصائص الأنشطة الأنزيمية للابل والماعز والأغنام و الابقار وعلى حليب هذه السلالات الحيوانية. يظهر التحليل الفيزيائي و الكيميائي للأنواع الأربعة من الحليب أن حليب الأغنام غنية بالدهون والمواد الجافة والبروتينات بالمقارنة مع أنواع أخرى من الحليب (الدهون: 3.9، الدهون: 15.6، البروتينات: 4.20). تظهر النتائج التي تم الحصول عليها فرقا بين طريقتي الاستخراج حيث تشير النتائج الي أن نشاط التخثري والتخثر الخاص على مستوى منتخة الابل عن طريقة wongoh، على مستوى منفخة الماعز عن طريقة valles et fure. أعلى قيمة للبروتين تم استخراجها من منفخة الاغنام بقيمة 10.28 مغ /مل على طريقة valles/furet، وكذلك قيمة قوة التخثر بقيمة 4015.3. يختلف وقت التخثر من منفخة لآخرى، ويلاحظ أن وقت التخثر قصر الى كل من منفخة الابل والماعز المستخلصة على طريقة wongoh مع حليب الاغنام و منفخة الاغنام مستخلصة من طريقة valles et fure مع حليب الناقة وحليب الماعز .تستنتج ان حليب الماعز اكثر سهولة لانتاج الجبن و ذلك لقابليته لتخثر مع جميع المنفخات بالطريقتين.

الكلمات الرئيسية : - منفخة الأغنام - منفخة الابل - منفخة الماعز - منفخة الابقار - حليب الثدييات

- استخراج wongoh - استخراج valles et fure - النشاط الأنزيمي

Liste des abréviations

BSA: Sérum albumine bovin

°C: Degré celsius

Da: Daltons

°D: Degré Dornic

AC:Activité coagulante

EC: Extrait coagulant

EST: Extrait sec total

V/V : Volume / volume

p/p : pois/pois

p/v : pois/volume

FAO: Organisation des nations unies pour l'alimentation l'agriculture

A°: Acidité Dornic

MG :matiere Gras

g/mol. : Gramme par mol

T : température

MG: Matière grasse

M: Molaire

HCl: Acide chlorhydrique

FVO/FV : fromage a base vache présure ovin/furet valles

FVb/FV : fromage a base vache présure bovine /furet valles

FChb/w : fromage a base chèvre présure bovine/ wongho

Fchc/FV : fromage a base chèvre présure caméline /furet valles

FCC/W : fromage a base cameline par présure cameline / wongho

FVC p/FV : fromage a base vache par présure caprine/ furet valles

FCO /W : fromage a base cameline par présure ovine / wongho

CaCl₂: Chlorure de sodium

NaCl :chloride de sodium

Na₂SO₄: Sodium Dodécyl Sulfates

Al₂SO₄: Sulfate d aluminium

NaOH: Soude

N: Normalité.

P : poit

pH : Potentiel d'hydrogène

S: Seconde

Tr /min: Tours par minute

RT : Rendement

Tf : Temps de floculation

Min :minute

UAC: Unité Activité Coagulant

UP: Unité de Présure

V: Volume

DO: Densité Optique.

Na₂HPO₄: Phosphate disodique

CuSO₄: sulfate de cuivre

Na₂CO₃ :carbonate de sodium

C₄H₄KNaO₆:Tartrate de sodium et potassium

H₂O : eau distille

Tc : Temps de coagulation

UP : Unité d'Activité Coagulante.

Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

I. Chapitre 01 : Le lait

I .1 Lait chamelle.....	5
I .1.1 Généralité	5
I.1.2 Compositions du lait chamelle :	6
I.1.2.1 Eau.....	6
I.1.2.2 Matière grasse	6
I.1.2.3 Protéine	6
I.1.2.3.2 protéines de lactosérum.....	7
I.1.2.4 Lactose	7
I.1.2.5 Vitamines	7
I.1.2.6 Minéraux	8
I.1.3 Aptitude technologique:	8
I.1.4 Utilisation médicale et thérapeutique du lait de chamelle	8
I.2 Lait de chèvre.....	9
I.2.1 Généralité	9
I.2.2 Composition du lait de chèvre :	9
I.2.2.1 Eau.....	9
I.2.2.2 Matière grasse	9

I.2.2.3 Protéines.....	9
I.2.2.3.1 Les caséines.....	10
I.2.2.3.2 protéines de lactosérum.....	10
I.2.2.4 Lactose	10
I.2.2.5 Vitamines	10
I.2.2.6 Minéraux	10
I.2.3 Aptitude technologique	11
I.2.4 Qualité thérapeutique et nutritionnelle.....	11
I.3 Lait de brebis.....	12
I.3.1. Généralité	12
I.3.2. Composition du lait de brebis	12
I.3.2.1 Eau.....	12
I.3.2.2 Le protéine	12
I.3.2.3. Matière grasse	13
I.3.2.4. Lactose	13
I.3.2.5. Vitamines	13
I.3.2.6. Minéraux	13
I.3.2.7. Matière sèche	13
I.3.2.8. Les enzymes	14
I.3.3 Aptitude technologique	14
I.2.4 Qualité nutritionnelle	14
I.4. Lait de vache	15
I.4.1 Généralités.....	15
I.4.2. Composition du lait de vache	15
I.4.2.1. Eau.....	15
I.4.2.2 Matière grasse.....	15
I.4.2.3. Protéines	16
I.4.2.4. Lactose.....	16

1.4.2.5. Minéraux.....	16
1.4.2.6. Vitamines.....	16
1.4.3. Qualité nutritionnelle.....	17

Chapitre II : Agents coagulants

II.1 Généralité.....	19
II.2 Critères de choix de l'agent coagulant	19
II.3. Présure	20
II. 3.1. Définition.....	20
II. 3.2 Origine et dénomination	20
II. 3.3. Caractéristiques physico-chimiques de la présure	20
II.4 Différentes enzymes coagulantes le lait :	21
II.4.1. Enzymes coagulantes d'origine animale	21
II. 4.1.1 La pepsine	21
II. 4.1.2 Chymosine	22
II.4.2. Enzymes coagulantes d'origine végétale :	23
II.4.3. Enzymes coagulantes d'origine bactérienne :	24
II.4.3.1 Enzymes coagulantes d'origine microbienne:.....	24
II.4.3.2. Enzymes coagulantes d'origine fongique :	24
II.5. Coagulation du lait.....	26
II.5.1. Définition.....	26
II.5.2.Type de coagulation.....	26
II.5.2.1 Coagulation acide	26
II.5.2.2. Coagulation enzymatique	27
II.5.2.3. Coagulation mixte.....	28
II. 5.3. Mécanismes de la coagulation	28
II. 5.4. Facteurs influant la coagulation du lait:.....	30
II.5.4.1.Effet de la température:.....	30
II. 5.4.3. Effet de la teneur en ions calcium (CaCl ₂).....	30

II. 5.4.4 Effet de la concentration en d'enzyme	30
II.6. Méthode d'extraction des protéines	31
II.6.1 Définition	31
II.6.4 Principales étapes nécessaires à l'extraction des protéines	32
II.6.5 Concentration/purification des protéines	32
II.6.5.1 Concentration/purification par procédés membranaires	33
II.6.5.2 Concentration/ Purification des protéines par précipitation :	34

Chapitre III : Fromage

III.1. Généralité	38
III.2. Classification des fromages :	38
III.3. Fromage frais	39
III.3.1 Définition	39
III.3.2 Composition de fromage frais	39
III.4. Valeurs Nutritionnelles des fromages	39
III.5 Différents types de fromages frais traditionnels en Algérie	40

Matériel et méthodes

I. Matériel	43
I.1. Appareillage	43
I.2. Petits matériels:	43
I.3. Produits chimiques et réactifs:	44
I.4. Matériel biologique	44
I.4.1. Lait de chamelle	44
I.4.2. Lait de chèvre:	44
I.4.3. Lait de vache:	44
I.4.4. Lait de brebis:	44
I.4.5. Substrat de BERRIDGE :	44
I.4.6. Caillette :	45
II. Méthode	47

II.1. Collecte du lait.....	47
II.2. Caractérisation physico-chimiques:.....	47
II.2.1 Détermination de pH.....	47
II.2.2 Détermination de l'acidité titrable	47
II.2.3 Détermination de la densité:	48
II.2.4. Détermination de la teneur en lactose, et la matière grasse et densité.....	49
II.2.5 Détermination de l'extrait sec total (EST).....	50
II.2.6 Détermination de Cendres	51
II.3.1.- Protocole wongho(1993)	52
II.3.2- protocoles de VALLES et FURET (1977).	54
0II.4 Caractérisations des extraits enzymatiques.....	56
II.4.1 Activité coagulante :	56
II.4.2. Temp de coagulant :.....	56
II.4.3. Force coagulante	57
II.4.4. Détermination de la teneur en protéines :	57
II.4.5. Activité spécifique	59
II.5. Traitement statistique des résultats	59
II.6. Essai de fabrication de fromage frais.....	60

III. Résultats et discussion

III.1. Caractérisation physico-chimiques du lait:	63
III.1.1 pH:	64
III.1.2 Acidité:	64
III.1.3 Densité:.....	65
III.1.4 Lactose:.....	65
III.1.5 Protéine:.....	65
III.1.6 Matière grasse:.....	66
III.1.7 Matières Sèche:	66
III.1.8 Cendres:	67

III.2Caractérisation de quleques présure d'origine animale	67
III.2.1Activité coagulant.....	68
III.2.2 Force coagulante.....	68
III.2.3 Taux de protéines	69
III.2.4 Activité spécifique.....	70
III.2.5 Temp de coagulation	70
III.2.Essai de fabrication de quelques types de fromage fais à coagulation enzymatique	73
conclusion.....	Error! Bookmark not defined.
Références bibliographie	79
Annexes	91

Liste des tableaux

N	Titre	P
1	Principales différences entre la chymosine A, B et C	23
2	Origine des différentes enzymes utilisées pour coaguler le lait	25
3	Le tableau montre la composition moyenne de fromage frais.	39
4	Caractérisation physico-chimiques du lait (chamelle , chèvre , brebis, vache)	62
5	activité coagulant des différentes présures sur les deux protocole d'extraction enzymatique.	67
6	Force coagulante des différentes présures sur les deux protocole d'extraction enzymatique	68
7	taux de protéine des différentes présures sur les deux protocole d'extraiction	68
8	Activité spécifique (UP/mg) des différentes présures sur les deux protocole d'extraiction .	69
9	Temps des de coagulation présures cameline sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache	70
10	Temps des de coagulation présures caprine sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache	70
11	Temps des de coagulation présures ovine sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache	73
12	Temps des de coagulation présures bovine sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache	73

Liste des figures

N	Titre	page
1	Modification de la structure micellaire au cours de l'acidification	27
2	Modification de la structure micellaire au cours de la coagulation présure	27
3	Evolution de l'hydrolyse de la caséine K par la présure et de la viscosité du lait au cours des différentes phases de sa coagulation	28
4	Procédé à utiliser en fonction de la taille des « objets » à séparer	33
5	Caillette cameline (photo personnel)	45
6	Caillette caprine (photo personnel)	45
7	Caillette ovine (photo personnel)	46
8	Caillette bovine (photo personnel)	46
9	Mesure de la densité par lactodensimètre	48
10	lactoscan	49
11	Détermination de l'extrait sec total	50
12	Fouramouve	51
13	Protocole d'extraction de la présure caprine et cameline	52
14	Diagramme d'extraction des enzymes à partir de caillette de bovin par protocole de Valles et Furet	54
15	Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de Lowry et al (1951).	57
16	Diagramme standard de la fabrication de fromage frais	60
17	Fromage frais (FVO/FV).	72
18	Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FVB/VF).	72
19	Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCHB/W).	73
20	Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCHC/VF).	73
21	Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCC/W).	73
22	Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FVCP/VF).	74
23	Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCO/W).	74

INTRODUCTION

Introduction

Le lait est un aliment nutritif pour les êtres humains, mais facilement périssable et difficile à conserver, où sa transformation en produit laitier qui lui permet une conservation de longue durée (**Bencharif, 2001**). Ainsi, 85% de la production laitière mondiale provient des bovins, suivis des laits d'autres espèces telles que le buffle (11%), la chèvre (2,3%), les brebis (1,4%) et le chamelle (0,2%) (**FAO, 2017**). L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale.

La coagulation du lait est l'étape clé de la réussite des préparations fromagères, il apporte des modifications physico-chimiques intervenant sur les micelles de caséines, d'où la formation d'un gel qui diffère selon la nature de l'agent coagulant et le type de fromage (**Muehlhoff, Bennett et al. 2013**). Le lait est coagulé grâce une enzyme d'origine animale qui est la présure de chèvre, de brebis ou de bovine. Ceux-ci diffèrent dans une région par rapport d'autres ; qui sont change' la présure par une enzyme d'origine végétale (**Desmazeaud et Spinnler, 1997**).

La présure d'origine animale (mélange de chymosine '80%' et de pepsine '10-20 %') est une enzyme extraite à partir d'estomac des jeunes ruminants, elle est la plus anciennement utilisée en industrie fromagère (**Mahaut et al, 2003**). Selon la fédération internationale du lait (FIL), la dénomination 'présure' est donnée à l'extrait coagulant provenant des caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage (**Andren et al, 2002**). Elle est l'agent coagulante le plus utilisé et le mieux adapté à la transformation fromage du lait (**Boumediene., 2013**). Des études en Algérie sur les différents présure d'origine animales

Les fromages sont des formes de conservation et de stockage ancestrales de la matière utile de lait dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées (Jeantet et al., 2007). Dans ce travail on a intensifié de savoir l'influence. Du protocole d'extraction sur la caractérisation ou l'activité enzymatique de présure cameline, caprine, ovine et bovine sur le (lait du chamelle, chèvre, brebis, vache).

Comme il n'y a pas des travaux précédents qui ciblent la comparaison de deux protocoles d'extraction d'enzyme coagulant du lait, et à fin de résoudre le problème de le choix à quel protocole d'extraction enzymatique mielle par chaque type de présure. Ce présent travail vise pour la première fois de comparer les caractérisations de quelques présure d'origine animale avec deux protocoles d'extraction et l'essai de fabrication d'un fromage frais à base d'un lait (lait

de chamelle , le lait de chèvre ,le lait de brebis et lait de vache) avec la présure cameline, la présure caprine, présure ovine et présure bovine.

Le manuscrit suivant se compose de trois parties. La première partie est un résumé bibliographique de quatre types de lait, ainsi que des agents de coagulation et du fromage. Quant à la deuxième partie, décrit le matériel utilisé dans l'étude et les méthodes de leur utilisation. Enfin, la troisième partie est consacrée aux constatations et à la discussion. Il comprend les résultats obtenus à partir de la caractérisation de la matière première, des coagulants d'étude (présure cameline, présure caprine, présure ovine et présure vache) et enfin quelques essais de fabrication de fromage frais.

Chapitre 01 :

Le lait

I. Chapitre 01 : Le lait

Le lait est l'une des matières naturelles les plus précieuses et est depuis longtemps un composant de base de l'alimentation humaine C'est l'un des aliments les plus anciens et en même temps le plus important (**McSweeney, 2007**).

Le lait a été défini en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (**Alais, 1975**).

Le Codex Alimentarius en 1999, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieure.

Les principaux composants du lait sont l'eau, le lactose, les protéines (caséines et protéines de lactosérum), les graisses et les minéraux il est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, comme la vache, la chèvre et la brebis, il est destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (**Carole, 2002**).

I .1 Lait chamelle

I .1.1 Généralité

Le lait de chamelle est généralement blanc opaque et est un aspect moins visqueux que le lait de vache. Il a une saveur douce, sucré et forte, avec un goût légèrement salé. Les changements dans le goût sont principalement causés par la nature du fourrage et de la disponibilité de l'eau potable (**Madjour, 2014**)

Le pH du lait camelin frais se situe entre 6 ,0 et 6,7 cité par **et (Khaskheli et al , 2005) (El-hadi et al., 2006)**.

L'acidité Dornic du lait dépend du nombre de moles d'acides présents et est inversement proportionnelle à son pH (**Mathieu, 1998**). Les valeurs de l'acidité titrable exprimée en degré Dornic, du lait camelin varient d'un auteur à l'autre. Elle est de l'ordre de 15,6°D (**Badaoui, 2000**) .Et sa densité se situe entre 1.022 à 1.032 (**Cherfi, 2003**).

I.1.2 Compositions du lait chamelle :

Il existe une grande variabilité dans les données publiées sur la composition du lait de chamelle. Plusieurs facteurs influencent la composition du lait dont l'alimentation, le stade de lactation, la parité et la race.

I.1.2.1 Eau

La teneur en eau varie en fonction de sa disponibilité dans l'alimentation. Pendant la période de sécheresse, elle atteint sa valeur maximale. D'une manière générale, elle est présente dans le lait en quantité suffisante pour couvrir les besoins du chamelon. En cas de restriction des chamelles en eau alimentaire, le lait se traduit par une dilution (86%), dans un régime déficient, elle s'élève à 91%. Il semble que c'est un mécanisme d'adaptation au manque d'eau permettant de protéger le chamelon de la soif (**Siboukeur, 2011**).

I.1.2.2 Matière grasse

Dans le lait de chamelle, la matière grasse (MG), représentant 2,7 à 3,6 % de la composition globale (**Farah, 1996 ; Karray et al, 2005**).

Le lait de chamelle est en moyenne plus faible en matière grasse que le lait de vache. 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, contrairement au lait de vache dans lequel ces globules constituent une couche grasse en surface au bout de quelques heures.

Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparaît liée aux protéines, tout ceci explique la difficulté à baratter le lait de chamelle pour en extraire le beurre (**Chethouna, 2011**).

I.1.2.3 Protéine

La teneur en protéines du lait de chamelle varie de 3 à 3,90%, il contient deux principaux groupes les caséines (insolubles à pH de 4,3) et les protéines sériques (solubles à ce même pH) (**Yagil, 1982; Abbas et al., 2013; Kula et al, 2016**).

Le lait de chamelle est une source considérable de protéines et de peptides capables de moduler diverses fonctions physiologiques. Sur le plan nutritionnel, il est de bonne qualité puisqu'on retrouve tous les acides aminés indispensables (**Azza et al, 2007**).

I.1.2.3.1 caséines

Les caséines de lait camelins sont des phosphoprotéines élaborées dans les cellules lactogènes mammaires et déterminent une concentration de 72 à 76 % des protéines totales. Les

caséines camelines possèdent une organisation micellaire. Ces micelles sont des colloïdes édifiés à partir de quatre types de caséines (α 1-CN, α 2-CN, β -CN et κ -CN) en interaction avec une fraction minérale dont le composant près dominant est le phosphate de calcium (**Chibah, 2011**).

La répartition des fractions caséiniques en masse pondérales est de 22% pour α 1-CN, 9,5% pour α 2-CN, 95% pour β -CN et 3,5% pour la κ -CN. Leur masse moléculaire (MM) respective est évaluée à 24,7, 22, 25 et 22,6 KDa (**Chibah, 2011**). Le lait camelin est semblable au lait humain car il contient un grand pourcentage de β caséine, elle est plus sensible à l'hydrolyse peptidique que α 2 (**El Agamy et al, 2009**).

I.1.2.3.2 protéines de lactosérum

Le terme protéines sériques désigne les protéines du lait qui restent solubles après précipitations des caséines à PH isoélectrique. Ce sont des protéines globulaires diversifiées en structure et en propriétés (**Snoussi, 2011**). Elles sont représentées par l' α lactoglobuline, la sérum-albumine bovine (BSA), les immunoglobulines ; les protéase peptone, lysozyme, lactoperoxydase, lactoferrine (**Kappler et al, 2004**).

Concernant, la β -lactoglobuline. Qui est la protéine majoritaire dans le sérum de la plupart des espèces laitières, elle est absente dans le lait humain et camelin (**El Agamy et al, 2009**).

I.1.2.4 Lactose

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

I.1.2.5 Vitamines

De nombreuses vitamines telles que D, E, A, C et des vitamines du groupe B se retrouvent dans le lait de chamelle (**Haddadin et al, 2008; Seboussi, 2008**). Le lait camelin contient des teneurs plus faible 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 al, 2013; Benguella, 2015; Brezovečki et al, 2015; EL-hatmi et al, 2015; Sisay et al, 2015**).

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

I.1.2.6 Minéraux

Le lait de chamelle constitue une bonne source d'apport en minéraux (macro et oligoéléments) pour le chamelon 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 (**Sumia Fadul, 1996; Boudjenah, 2012; Elhardallou et El-Naggar, 2014; Benguella, 2015**). 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) (**Siborker et Al., 2011**).

I.1.3 Aptitude technologique:

Le lait de chamelle est réputé pour son inaptitude à la coagulation. Il répond à des particularités qui limitent sa valorisation et sa conservation pour la transformation en fromage et beurre et produits acidifiés, toutefois, moyennant des adaptations technologiques de ce lait devient transformable avec des rendements et des qualités organoleptiques satisfaisants (**Kamoun, 1995; Mahboub et al., 2010**).

Par ailleurs, la faible aptitude à la coagulation enzymatique aboutit à une affinité limitée pour la présure et à une structuration limitée des gels formés. Les origines de cette aptitude limitée sont la teneur réduite en matière sèche totale et caséine, notamment en saison chaude, le diamètre élevé des micelles de caséine, et la teneur réduite en caséine kappa (**Ramet, 2003; Boughellout, 2007**). Dans le cas de la coagulation acide du lait de chamelle, la formation du caillé est assez lente, car l'acidification est limitée par le système antimicrobien du lait, ce qui retarde autant le phénomène de coagulation (**EL-agamy, 2000**).

I.1.4 Utilisation médicinale et thérapeutique du lait de chamelle

Le lait de chamelle a été utilisé comme médicament dans certaines parties de l'Asie et en Afrique depuis les temps anciens, mais ce n'est que récemment que les scientifiques ont commencé à s'intéresser aux avantages thérapeutiques revendiqués. Actuellement, il y a plus de preuves issues des essais de laboratoire alors que les études cliniques restent limitées. Ainsi, plusieurs vertus thérapeutiques sont attribuées au lait de chamelle notamment contre le diabète sucré, le cancer, l'allergie alimentaire, certaines infections virales, bactériennes et infestations parasitaire (**Faye et al ,2015**).

I.2 Lait de chèvre

I.2.1 Généralité

Le lait de chèvre est un liquide blanc opaque, caractérisé par une saveur douceâtre et peu sucrée et agréable (**Duteurtre et al, 2005 ; Melo et al, 2013**). Il donne une impression bien homogène : ni trop fluide ni trop épais (**Bosset, 2000 ; Coulin, 2003**) et il est caractérisé par une flaveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (**Zaller,2005; Jooyandeh et al , 2010**)

Le pH du lait de chèvre, se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 (**Remeuf et al, 1989**) avec une moyenne de 6,7 différent peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6,6 (**Lejaouen ,1990**). L'acidité titrable, exprimée en degrés Dornic (° D) est de 15 à 18° D. Densité oscille entre 1,028 et 1,034 à 20 °C.

Le lait de chèvre est une source de bienfaits pour la santé de l'homme. Bien plus précieux que la fortune, la santé se révèle fortifiée par la consommation du lait de chèvre et de ses dérivés, fromage, beurre, yaourt, kéfir..... (**Christian ,2006**).

I.2.2 Composition du lait de chèvre :

Les composants du lait de chèvre sont toutefois soumis à de grandes variations. Les écarts sont dus en particulier à la race, mais aussi à l'alimentation et au stade de lactation des animaux .

I.2.2.1 Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait (**FAO, 2002**). Il se trouve sous deux formes: l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée à la matière sèche (4 %). Le lait de chèvre est constitué de 87% d'eau (**Amiot et al, 2002**).

I.2.2.2 Matière grasse

Les matières grasses du lait de chèvre sont caractérisées par la longueur des chaînes de carbone. En effet, le lait de chèvre contient deux fois plus de triglycérides à chaînes courtes et moyennes. Ces acides gras étant reconnus pour leur facilité d'absorption. (**Lambert ,1999. Pellerin, 2001**). La composition des acides gras est une autre raison de la bonne digestibilité du lait de chèvre (**Wehrmüller et al, 2007**).

I.2.2.3 Protéines

Les protéines du lait de chèvre comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions, l'une majoritaire dénommées caséines (représentant environ 80

%) (**Mahe et al, 1997**), précipite à pH 4,2 pour le lait de chèvre et 4,6 pour le lait de vache (**Masle et al, 2001**).

L'autre, minoritaire (représentant 20 %) et dénommées protéines sériques se caractérisant par leur solubilité dans les mêmes conditions de pH (**Chanokphat, 2005**). Par rapport au lait de vache, les teneurs en protéines sont nettement plus faibles dans le lait de chèvre (28 g/l contre 32 g/l) (**Roudj et al, 2005**).

I.2.2.3.1 Les caséines

Par rapport au bovin, le lait caprin présente les mêmes constituants caséiniques (caséine α S1, α S2, β et κ). Ces protéines forment des structures micellaires en suspension par interaction du phosphate de calcium, avec les résidus phosphosérines de celles-ci (**Marletta et al, 2007**). Le lait de chèvre contient une quantité plus grande de caséine de type bêta alors que le lait de vache contient des quantités équivalentes entre les caséines alpha et bêta. (**Sylvain, 2004**).

I.2.2.3.2 protéines de lactosérum

Les protéines de sérum, qui représentent environ 20 % des protéines totales, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine ; les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, la sérum-albumine bovine (BSA) et la lactoferrine. Ces protéines sériques se caractérisent par la sensibilité au traitement thermique (**Lorient et al, 2000**).

I.2.2.4 Lactose

L'hydrate de carbone principal du lait de chèvre est le lactose avec 44% et sa concentration ne varie pas excessivement durant la lactation, et sa teneur varie de 44 à 47 g/l (**St-gelais et al 2000**).

I.2.2.5 Vitamines

Les deux laits (de chèvre et de vache) comportent la même quantité de vitamine D (**Soustre, 2007**). Le lait de chèvre comporte près de deux fois plus de vitamine A que le lait de vache. Elle se retrouve exclusivement sous forme de rétinol. Le rétinol s'avère être la forme la plus active et la plus rapidement utilisable par le corps (**Debry, 2001**). Le lait de chèvre ne contient que des traces de carotène. Ce déficit en carotène du lait est à l'origine de leur blancheur caractéristique (**Debry, 2001**).

I.2.2.6 Minéraux

La quantité des minéraux contenus dans le lait après incinération varie de 0,60 à 0,90%. Ils prennent plusieurs formes ; ce sont le plus souvent des sels, des bases, des acides. (**Amiot**

et al, 2002) .Selon (**Gaucheron,2004**), le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions .s'ajoutent certains éléments comme le soufre dans les protéines et les oligo-éléments suivants, qui sont présents à de faible concentration ou à l'état de trace : manganèse, bore, fluor, silicium, molybdène, cobalt, baryum, titane, lithium, et probablement certains autres (**Amiot et al, 2002**).

I.2.3 Aptitude technologique

La fabrication de fromage reste la forme principale de valorisation du lait de chèvre. L'aptitude fromagère de ce lait est sous l'influence directe de sa composition physicochimique (qualité intrinsèque) (**Barrionuevo et al, 2001**).

Les activateur plasminogène (AP) dans le lait de chèvre sont associés à une détérioration de propriétés coagulantes du lait, très probablement dues à protéolyse de la caséine liée à l'activité de la plasmine (PL) (**Fantuz et al, 2001**).

I.2.4 Qualité thérapeutique et nutritionnelle

L'apport de vitamines et de minéraux dits antioxydants passionne les nutritionnistes actuellement à cause des possibilités de réduire les risques de cancers, de maladies cardiovasculaires et de cataractes, pour ne parler que des maladies les plus fréquentes. À ce sujet, on peut noter que le lait de chèvre contient autant de sélénium que le lait maternel et deux fois plus de glutathion peroxydase que le lait de vache. Le sélénium qui est un métal nécessaire à l'activité enzymatique glutathion peroxydase (antioxydant qui agit conjointement avec le sélénium) (**Sylvain, 2004**).

Dans les cas d'intolérance à la protéine laitière ou au lactose qui ne comporte aucun risque majeur pour la santé ou la vie du patient, le lait de chèvre pourrait être une alternative à essayer (**Sylvain, 2004**).

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

I.3 Lait de brebis

I.3.1. Généralité

Le lait apparait comme un liquide opaque, blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon sa teneur en carotènes et en matière grasse, il a une odeur peu marquée mais reconnaissable (**Cniel, 2006**).

I.3.2. Composition du lait de brebis

La composition du lait varie d'une espèce mammifère à une autre, où on constate la présence des mêmes éléments dans chaque lait mais avec des pourcentages différents. Le lait de brebis est plus riche en nutriment, plus de protéines, de matière grasse que le lait de vache (**Haenlein, 2001; Kaminarides et al., 2007 ; Park et al., 2007 ; Barłowska et al., 2011**).

I.3.2.1 Eau

L'eau est un élément quantitativement le plus important parmi les autres nutriments. Les différents laits sont généralement riches en eau, ½ litre du lait (2 grands verres) apporte 450 ml d'eau. Donc l'eau participe à la couverture des besoins hydriques de l'organisme. Dans le cas du lait de brebis la quantité d'eau est réduite par rapport aux autres laits où elle est évalué à 82.2% ces pour cela le lait de brebis est plus dense que le lait de vache et le lait de chèvre (**Fredot, 2005**) .

I.3.2.2 Le protéine

Les protéines constituent une part importante du lait et des produits laitiers. Le lait de brebis entier est plus riche en protéines que les autres laits et contient environ 55.6g/l de matière azotée totale, la composition en acides aminé est excellente car il contient tous les acides aminés indispensables à l'organisme à proportion de 2.83g/l. les protéines du lait sont généralement des caséines mais on y trouve aussi les protéines de lactosérum (**Vignola et al., 2002**) .

a- les caséines: représente presque 80% des protéines totales, elles sont généralement en suspension colloïdale et se regroupent sous formes sphérique appelée micelles. Les caséines précipitent sous l'action de la présure enzymatique ou lors de l'acidification à un pH de 4.6 (**Mahon D. et Brown R., 1984**) .

b- les protéines de sérum: représentent environ 20% des protéines totale, elles se trouvent sous forme de solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur. Les deux principales protéines de sérum sont: la β lactoglobuline et l' α lactalbumine et les autres protéines de sérum sont les immunoglobulines et différentes enzymes sont présentes dans le sérum (**Eigle et al., 1984**) .

I.3.2.3. Matière grasse

Le lait de brebis entier contient environ 70g/l de matières grasses. Composées à plus de 99% de lipides. Les acides gras sont classés en fonction de la longueur de leur chaîne carbonée (de C4 à C22) et du nombre de double liaison. La MG du lait de brebis contient de 48g/l d'AG saturés (en moyenne 69%) et(en moyenne 27%) pour les AG insaturés essentiellement sous 2 forme : 16g/l d'AG mono-insaturée et 3g/l sous forme poly-insaturée (Gilles lagriffoul et al., 2008).

I.3.2.4. Lactose

Le lait de brebis contient près de 4.5% de lactose. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose (**Vignola et al., 2002**) .

I.3.2.5. Vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. Le lait figure parmi les aliments qui contiennent la plus grande variété de vitamines, toutefois, les teneurs sont souvent assez faibles. On répartit les vitamines en deux classes :

- les vitamines liposolubles (A, D, E et K): s'associent aux différents lipides .
- les vitamines hydrosolubles (B,C):ces vitamines se retrouveront en plus grande concentration dans le lactosérum (**Vignola et al., 2002**) .

I.3.2.6. Minéraux

Le lait de brebis est une excellente source de minéraux nécessaires pour la croissance où ces éléments présentent presque 10g/l. La digestibilité du calcium et du phosphore est exceptionnellement élevée dans le lait de brebis où elle comprise respectivement entre 199 à 200mg/100g pour le Ca et 158mg/100g pour le phosphore. Le potassium aussi à une valeur élevé de 103mg/100g, le sodium à une valeur moyenne comprise entre 44 à 45mg/100g, le chlore presque 101mg/100g, le magnésium est de 17.1mg/100g, le fer présente une situation particulière. Il est en quantité insuffisante (0.46mg/100g) dans le lait. (**Vignola et al., 2002**) .

I.3.2.7. Matière sèche

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par les présentes normes, ces conditions consistent le séchage de quelques grammes du lait dans un dessiccateur ou une étuve à une température élevé pendant 3 à 4 heures.

Après cette période l'eau présent dans le lait évapora et reste juste la matière sèche. Dans le cas du lait de brebis la matière sèche est estimée de 178g/l à 195g/l du lait. (Afnor., 1985).

1.3.2.8. Les enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par les cellules vivantes; sont présentes partout dans les aliments et même dans le lait, ce dernier est un tissu vivant contient de nombreuses enzymes mais leur étude est difficile car on ne peut pas facilement séparer les enzymes naturelles du lait de celles sécrétées par les microbes présents dans le liquide (Veisseyre., 1975) .

Le lait en générale soit de brebis soit les autres laits contient principalement 3 groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influencent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température puisque chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (Vignola et al., 2002).

-Une source de plus de 400 acides gras différents : 69% d'acides gras saturés et 27% d'acide gras insaturés (mono et polyinsaturés) .

- Une source des glucides dont le principal est le lactose (4.5g/100g) .
- Un apport important en phosphore, potassium et le chlore .
- Un excellent moyen d'hydratation : le lait contient en effet 82.2% d'eau (Courtet leymarios F., 2010 ; Palupi E., 2012).

I.3.3 Aptitude technologique

Le lait de brebis a des concentrations élevées de globules gras, qui sont plus petites que le lait de vache ; avec des diamètres moyens d'environ 3.6 et 3.0 μm contre 4.0 μm , selon (Gantner et al., 2015) et (Balthazara et al., 2017). La partie protéique a un impact majeur sur la nutrition et l'aptitude technologique du lait. Les protéines du lait sont constituées de groupes hétérogènes en termes de composition et de propriétés. Elles sont divisées en caséine qui est le principal groupe de protéines et de fractions de protéines du lactosérum dans une moindre mesure. Le lait de brebis est riche en caséine (4,2 à 5,2 g / 100 g) et en protéines de lactosérum (1,02 à 1,3 g / 100 g, Dario et al., 2008 ; Selvaggi et al., 2014a).

I.2.4 Qualité nutritionnelle

Il s'agit de la composition qualitative et quantitative en nutriments. De tous les aliments, le lait est celui qui est le plus complet du point de vue nutritionnel. En effet, le lait de brebis constitue :

- Une source d'énergie comprise à 429Kcal/100g du lait de brebis .
- La source principale de calcium de haute biodisponibilité (199mg/100g) .

-Une source des protéines animales d'excellente qualité presque (5.56g/100mg), contenant tous les acides aminés essentiels (2.83g/100mg)

Une source de plus de 400 acides gras différents : 69% d'acides gras saturés et 27% d'acide gras insaturés (mono et polyinsaturés).

-Une source des glucides dont le principal est le lactose (4.5g/100g)

-Un apport important en phosphore, potassium et le chlore

- Un excellent moyen d'hydratation: le lait contient en effet 82.2% d'eau

(Courtet leymarios F., 2010 ; Palupi E., 2012).

I.4. Lait de vache

I.4.1 Généralités

Il est un liquide opaque de couleur blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de sa matière grasse. Sa saveur est douce et son odeur faible, mais identifiable. Le pH est voisin de la neutralité. **(Pougheon., 2001 ; FAO., 2012).**

Le lait est un mélange très complexe de matière grasse à l'état d'émulsion, de protéines à l'état de suspension colloïdale, de sucre et de sels à l'état de solution vrai. De plus, il est riche en calcium et phosphore, en vitamines et en enzymes **(Dillon, 1989).**

1.4.2. Composition du lait de vache

1.4.2.1. Eau

L'eau est le constituant majoritaire du lait (905 g/l). Elle se trouve sous forme liée ou libre **(Alais, 1988).**

D'après **AMIOT et al. (2002)**, l'eau à un caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. IL en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

1.4.2.2 Matière grasse

La matière grasse du lait se composent principalement de triglycérides, phospholipides et une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène **(Filq, 2002).**

(**Jeantet et al. 2008**), rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10. La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65 % d'acides gras saturés et de 35 % d'acides gras insaturés.

La matière grasse est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de triglycérides entourées d'une membrane complexe, dans la phase dispersante qu'est le lait écrémé (**Boutonnier, 2008**).

1.4.2.3. Protéines

Selon **Jeantet et al. (2007)**, le lait de vache contient 3,2 à 3,5 % de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4,6, représentent 80 % des protéines totales.
- Les protéines sériques solubles à pH 4, 6, représentent 20 % des protéines totales.
- Caséines : la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. La caséine native est composée de 94 % protéine, 3 % calcium, 2,2 % phosphore, 0,5 % acide citrique et 0,1 % magnésium (**Jean et Dijon, 1993 ; Adrian et al., 2004**). La présence de phosphate de calcium lié à la caséine est l'une des forces responsables de la stabilité de la structure des micelles de caséine (**Marchin, 2007**).
- Protéines du lactosérum : elles représentent 15 à 28 % des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées. Ces protéines sont riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique (**Debry, 2001 ; Thapon, 2005**).

1.4.2.4. Lactose

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie. (**Mathieu, 1999**).

1.4.2.5. Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (**Aucheron, 2004**).

1.4.2.6. Vitamines

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**Jeantet et al., 2008**).

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles : la richesse de lait en vitamine B est régulièrement élevée quel que soit la saison et le régime alimentaire.
- Les vitamines liposolubles : A, D, E, K, qui leurs taux dépendent de nombreux facteurs notamment alimentaires. Le lait renferme un taux élevé de vitamine A lorsque le rationnement des animaux est riche en herbes fraîches (fourrage vert) (**Roy, 1951; Wolter, 1997**) .

1.4.3. Qualité nutritionnelle

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère. Un litre de lait d'origine bovine contient environ 50 g de lactose, 32 g de protéines et 40 g de matière grasse. Le potentiel énergétique d'un litre de lait est respectivement de 2720 KJ, 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**).

Chapitre II :
Les Agents coagulants

Chapitre II : Agents coagulants

II.1 Généralité

Les enzymes coagulantes sont des enzymes protéolytiques retrouvées chez tous les organismes vivants. Ce sont des endopeptidases appartenant à la famille des protéinases aspartiques car elles possèdent deux résidus aspartyls dans le site actif impliqués de manière décisive dans la catalyse (**Rawlings et al, 2004**).

Elles sont utilisées depuis très longtemps dans la fabrication de fromage. En 1874, Hansen, un pharmacien danois, commercialise la première présure qui est une préparation coagulante extraite de l'abomasum de veau non sevré et renfermant deux enzymes actives : la chymosine (80%) et la pepsine (20%). Cet extrait est depuis standardisé et utilisé directement par l'industrie laitière.

Actuellement, la présure de veau est la plus largement utilisée en fromagerie (**Mahaut et al. 2000**). Toutefois, elle couvre seulement 20 à 30% de la demande mondiale en coagulants (**Jacob et al, 2011**). De nombreux substituts d'origines animale, végétale, microbienne ou par voie génétique (chymosine) ont été proposés, mais seuls quelques-uns se sont révélés aptes à une production fromagère de haute qualité.

II.2 Critères de choix de l'agent coagulant

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

- ❖ L'activité protéolytique doit être faible comparativement à l'activité coagulante ;
 - ❖ La spécificité protéolytique sur la α -caséine doit être faible, sinon l'amertume se produit dans le fromage (**Dalgleish, 1992; Fox et Kelly, 2004**).
- la pureté chimique et la qualité microbiologique doivent être élevées.
- le rendement fromager devrait être identique à celui de la présure (**Germonville, 2003; Mistry, 2012**).

II.3. Présure

II. 3.1. Définition

La présure est une enzyme protéolytique, extrait de la quatrième poche de l'estomac (abomasum ou caillette) des jeunes ruminants nourris exclusivement au lait (avant sevrage) (Eck et Gillis, 1997).

La présure de veau est l'agent coagulant traditionnellement utilisé pour la coagulation du lait en vue de la fabrication de la majorité des fromages (Alais, 1984; Ramet, 1997). Elle contient deux fractions actives, l'une majeure, constituée par la chymosine (80%) l'autre, mineure, par la pepsine (10 – 20%). (Alais, 2003).

II.. 3.2 Origine et dénomination

La présure de veau est la préparation coagulante traditionnelle la plus utilisée pour la coagulation du lait (Alais, 1984 ; Wigley, 1996). De moindres quantités sont obtenues à partir de l'estomac de chevreau et d'agneau.

La dénomination présure est réservée à l'extrait coagulant provenant de la troisième poche de l'estomac appelée abomasum ou caillette. Elle renferme deux enzymes actives. La chymosine est la protéase majeure responsable d'un moins 85% de l'activité coagulante totale le complément est apporté par la pepsine.

On observe les plus fortes teneurs en chymosine chez les animaux non sevrés ; dès que la ration alimentaire renferme des aliments solides et que le jeune animal commence à brouter, la proportion de chymosine chute très fortement ; à l'inverse, la pepsine devient dominante et caractérise la sécrétion stomacale du mammifère adulte (Garg et Johri, 1993).

II. 3.3. Caractéristiques physico-chimiques de la présure

- ❖ Bonne solubilité dans l'eau : Celle-ci conditionne la répartition du produit et permet l'obtention d'une coagulation homogène dans toute la masse du lait.
- ❖ Une odeur et couleur faible ou nulle de façon à ne pas modifier l'aspect et les qualités organoleptiques du fromage.
- ❖ Un degré de pureté élevée, indispensable pour éviter divers accidents dus à la prolifération des micro-organismes indésirables ou à des activités d'enzymes contaminants.
- ❖ Absence de toxicité pour le consommateur.

- ❖ Activité antibiotique nulle de façon à ne pas perturber le développement des ferments lactiques au cours du processus d'élaboration du fromage.
- ❖ Activité protéolytique et lipolytique faible.

II.4 Différentes enzymes coagulantes le lait :

II.4.1. Enzymes coagulantes d'origine animale

La présure qui est utilisée sous forme de liquide est en réalité, un mélange de deux enzymes bien distincts. Les deux enzymes existent en proportion différente suivent l'âge de l'animale, sont la chymosine et pepsine.

II. 4.1.1 La pepsine

La pepsine, découverte par Theodor Schwann en 1825, fut la première enzyme identifiée dans la famille des protéases aspartiques. En 1836, Schwann avait dénommé pepsine la protéase qu'il avait obtenue à partir de l'estomac de porc (**Foltmann et al, 1995**).

La pepsine est une protéase acide de présente dans le suc gastrique de tous les mammifères et les oiseaux. L'une de ses remarquables caractéristiques est sa grande activité dans cet environnement acide; elle est active même à pH 1 ou plusieurs enzymes et protéines subissent une rapide dénaturation (**Isselnane, 2014**) .

A - pepsine bovine

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

B-pepsine de poulet

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

C- pepsine porcine

C'est extraite de l'estomac de porcs sous forme inactive, puis activée par acidification à pH 2, son poids moléculaire est de 34500 Da. L'emploi de la pepsine porcine présente pour la coagulation du lait des difficultés, à cause d'une activité protéolytique supérieure à celle de la présure, avec présence d'arrière goût et d'amertume pour certains fromages. (**Boughellout .2007**) présure, avec présence d'arrière-goût et d'amertume pour certains fromages (**Brulé et Lenoir, 1997**).

II. 4.1.2 Chymosine

La chymosine est la principale composante de la présure. D'après (**Mahout et al., 2003**), la chymosine est une endo-peptidase appartenant au groupe des protéases acides aspartates, est sécrétée sous forme inactive. Selon (**Boudier et Luquet, 1981**), la chymosine est sécrétée dans la caillette animale sous une forme inactive qui est transformée par la suite en enzyme active par un processus auto-catalytique par les ions H^+ , elle a une activité coagulante énorme .

Elle est stable à pH 5,3-6,3, inactive à pH voisin de 7,5 et dénaturée à pH 8, son activité est affaiblie à température ambiante (20 à 35°C) et inhibée à 65°C, sa température optimale est de 42°C (**Goursaud, 1999**).

Il y a plusieurs configuration de la chymosine telle que: la chymosine A, la chymosine B, la chymosine C, les principales différences entre ces chymosine sont indiquer dans le tableau au-dessous (Tableau N°01).

Tableau N°01 : Principales différences entre la chymosine A, B et C (Lilla et al, 2005; Rampilli et al, 2005; Harboe et al, 2010)

Propriétés	Chymosine A	Chymosine B	Chymosine C
Acides aminés différents	Acide aspartique en position 244	Glycine en position 244	Plusieurs acides aminés différents
MM	35,71 kDa	35,65 kDa	Non déterminé
pHi	4,44	4,57	4,60
Stabilité	Moins stable, facilement dégradable	Plus stable, difficilement dégradable	Plus stable, difficilement dégradable
Abondance dans la présure animale	Peu abondante	La plus abondante	Composant mineur
Activité	Activité coagulante 30% supérieure à celle de la chymosine B ; $\approx 290 \text{ IMCU mg}^{-1}$	La plus faible activité coagulante ; $\approx 223 \text{ IMCU mg}^{-1}$	Activité coagulante 65% supérieure à celle de la chymosine B ; $\approx 368 \text{ IMCU mg}^{-1}$

II.4.2. Enzymes coagulantes d'origine végétale :

Ont été utilisés pendant des siècles dans la fabrication artisanale de fromages ovins et/ou caprins, principalement au Portugal, dans les régions frontalières de l'Espagne et les pays d'Afrique de l'Ouest (Roseiro et al, 2003 ; Raposo et Domingos, 2008).

De nombreuses protéases aspartiques extraites de plantes supérieures présentent un bon potentiel comme agents coagulants dans l'industrie fromagère (Simões et Faro, 2004). On retrouve la papaïne (feuilles de papaye), la broméline (tige de l'ananas) et la ficine (suc du figuier) (Cattaneo et al, 1994 ; Llorente et al, 2004 ; Low et al, 2006 ; Egito et al, 2007).

Ces protéases sont caractérisées par une activité coagulante assez forte mais leur utilisation industrielle est limitée par leur fort pouvoir protéolytique (Claverie-martín et Vega-hernández, 2007).

L'extrait coagulant de *Cynara cardunculus* (une variété de chardon) a été largement utilisé pour la fabrication traditionnelle de fromages de brebis (Roseiro et al, 2003).

Trois protéases aspartiques (cynarase 1 à 3) ont été identifiées dans cet extrait (Heimgartner et al, 1990).

Ce sont des glycoprotéines dimériques qui diffèrent par la taille de leurs sous-unités, leur degré de glycosylation et leur activité coagulante (Cordeiro et al, 1992).

Veríssimo et al (1996) ont isolé deux autres protéases de cet extrait à savoir les cardosines A et B. La cardosine A comporte deux sous-unités ayant une masse moléculaire apparente de 15 et 31 kDa, alors que la cardosine B se compose de deux sous-unités de 14 et 34 kDa (**Silva et Malcata 1999**).

La cardosine A clive la même liaison peptidique (Phe105-Met106) que la chymosine, tandis que la cardosine B est semblable à la pepsine en termes de spécificité et d'activité (**Faro et al, 1995 ; Egito et al, 2007**).

II.4.3. Enzymes coagulantes d'origine bactérienne :

L'industrie de fermentation s'est intéressée à la production de protéases susceptibles de remplacer efficacement et à moindre coût la présure, à partir de la culture de microorganismes. Dans ce but, de multiples espèces de bactérie et de champignons inférieurs ont été étudiées afin de pallier à la pénurie mondiale en présure. De plus et à l'inverse des protéase gastriques qui sont synthétisées sous une forme active (**Dalgleish, 1997**).

II.4.3.1 Enzymes coagulantes d'origine microbienne:

Plusieurs protéases d'origine microbienne ont été utilisées dans la fabrication du fromage car ils ont le même fonctionnement que celle de la chymosine.

Elles sont produites par fermentation. Elle présente des inconvénients telle que une grande activité Parmi les espèces microbiennes utilisées pour la fabrication à grande échelle sont :

Rhizomucor miehei, *Rhizomucor pusillus*, *Cryphonectria parasitica* (**Claverie-Martin et Vega-Hernández, 2007**). D'après (**Chitpintyol et Crabbe, 1998 et Germonville ; 2003**) la protéase aspartique produite par *Rhizomucor miehei* est la plus utilisée dans les industries fromagère. En Algérie une protéase transgénique d'origine microbienne *Aspergillus niger* var. *awamori* est actuellement utilisée par les fromagers dans la coagulation du lait.

awamori est actuellement utilisée par les fromagers dans la coagulation du lait.

II.4.3.2. Enzymes coagulantes d'origine fongique :

Trois espèces de moisissures sont explorées :

Endothia parasitica, *Mucor pusillus* et *Mucor miehei*. Les solutions enzymatiques extraites de ces espèces présentent des spécifications d'action et leur emploi en fromagerie implique trois techniques d'utilisation différentes (pH, température et dose). Il est alors possible d'obtenir des fromages de qualité souhaitée, sachant qu'avec la solution extraite d'*Endothia*

parasitica, l'action protéolytique est d'avantage marquée qu'avec celle issue de *Mucor pusillus* ou de *Mucor miehei* vis-à-vis du modèle obtenu par utilisation de présure (Goursaud, 1999 .)

Tableau N 02 : Origine des différentes enzymes utilisées pour coaguler le lait (Sppail, 2007)

coagulants autorisés en France

** PVGG : préparée par voie de génie génétique

Origine	Enzymes
Animaux	Ruminants
	• Veaux (*) • Chevaux (*) • Agneaux (*) • Bovins adultes (*)
	Monogastriques
	• Porc
	• Oiseaux • Poulets
Végétaux	Pepsine + chymosine
	Pepsine
	Pepsine
	• Figuier (suc) • Ananas (tige) • Chardon, artichaut • Gaillet • Courge
	Ficine
	Broméline
Moisissures	• <i>Endothia parasitica</i> (*) • <i>Mucor pusillus</i> (*) • <i>Mucor miehei</i> (*) • <i>Aspergillus niger</i>
	Protéase
	Protéase
	Protéase
	Chymosine "PVGG"
Levures	• <i>Kluyvermyces lactis</i>
Bactéries	Chymosine "PVGG"
	• <i>Escherichia coli</i> • <i>Bacillus subtilis</i>
	Subtiline "PVGG"

II.5. Coagulation du lait

II.5.1. Définition

La coagulation du lait est une étape importante dans la préparation du fromage. Il s'agit de la transformation du lait liquide en un gel, appelé aussi coagulum ou caillé. On distingue deux types de coagulation : la coagulation acide et la coagulation enzymatique. Cependant, en fromagerie, la coagulation du lait résulte le plus souvent de l'action combinée d'une enzyme et de l'acidification, seule varie l'importance relative de leur action coagulante respective.

Les mécanismes d'action de ces deux agents coagulants au niveau de la micelle sont très différents. Bien qu'ils conduisent tous deux à la formation d'un coagulum (gel ou caillé), les propriétés rhéologiques de ce dernier restent caractéristiques du mode de coagulation (**Farkye, 2004 ; Janhøj et Qvist, 2010**) .

II.5.2. Type de coagulation

II.5.2.1 Coagulation acide

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

- ❖ par acidification biologique à l'aide de bactéries productrices d'acide lactique (bactéries lactiques contaminant à l'état naturel le lait ou apportées sous forme de levains) (**Mahaut et al, 2005**).
- ❖ par acidification chimique (injection de CO_2 addition de gluconodelta lactone) (**Mahaut et al, 2000**).

Le gel formé présente une perméabilité satisfaisante, mais une friabilité élevée avec une élasticité et plasticité pratiquement nulles dues au manque de structuration du réseau. (**Figure N°1**).

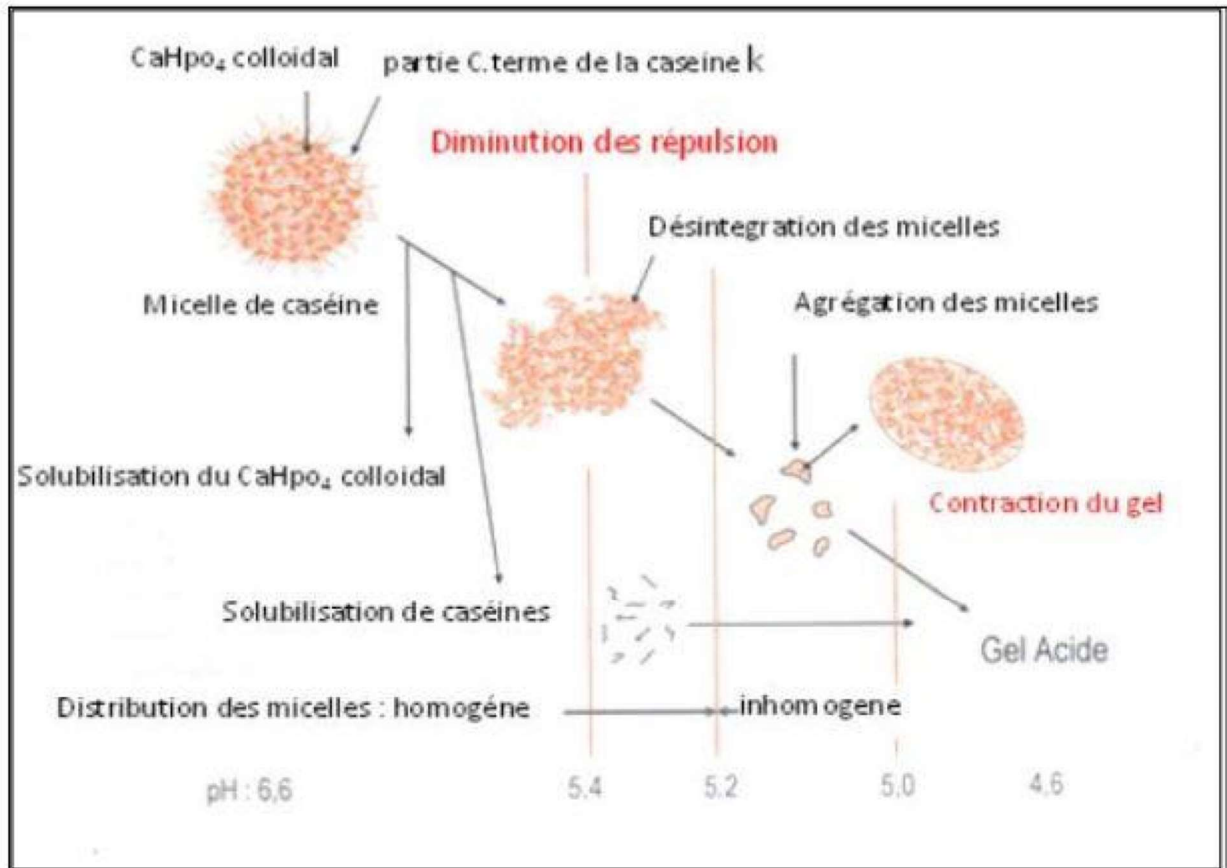


Figure N°1 : Modification de la structure micellaire au cours de l'acidification (Jeantet, 2007).

II.5.2.2. Coagulation enzymatique

Il s'agit de l'action de la présure (plus précisément de la chymosine) qui va hydrolyser préférentiellement la caséine K en un site préférentiel de coupure. (**Figure N°3**)

La coagulation de type présure a généralement lieu pour des pH compris entre 6.2 et 6.7 : pH pour lesquels la déminéralisation de la micelle est nulle ou faible. Dans ces conditions, la structure de la micelle est stabilisée. (**Lenoir et al, 1985**).

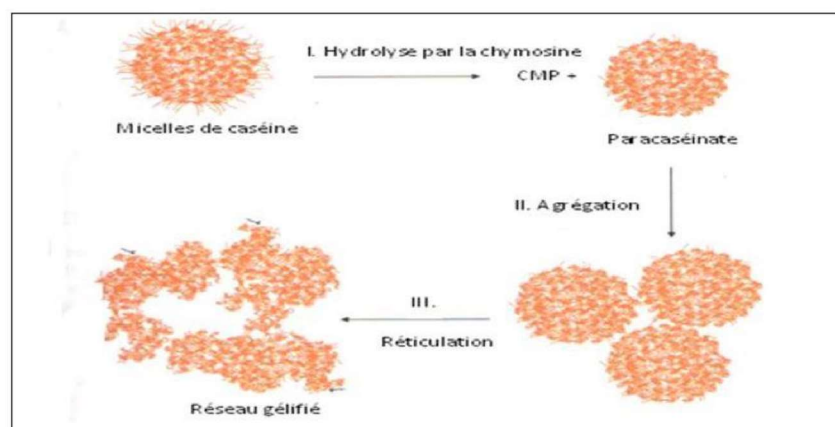


Figure N°2: Modification de la structure micellaire au cours de la coagulation présure (**Jeantet, 2007**).

II.5.2.3. Coagulation mixte

Elle résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. Cette protocole est utilisée pour l'obtention de fromages frais (petits-suisse, demi-sels) et de fromages à pâte molle (camembert). (Mahaut et al., 2003).

Dans les deux cas, après formation de coagulum celui-ci s'exsude et se détache du lactosérum. C'est la synérèse du caillé ou égouttage. Ce phénomène de synérèse est rapide pour le coagulum par emprésurage et lent pour le coagulum acide (Lenoir, 1985).

II. 5.3. Mécanismes de la coagulation

Les mécanismes d'action de ces deux agents coagulants au niveau de la micelle sont très différents. Bien qu'ils conduisent tous deux à la formation d'un coagulum (gel ou caillé), les propriétés technologique ce dernier restent caractéristiques du mode la coagulation (Farkye, 2004; Janhøj et Qvist, 2010).

La chaîne peptidique de la caséine K est ainsi coupée en 2 segments de caractéristiques différentes :

- ❖ Le segment 1-105 ou paracaséine K est hydrophobe, basique et reste intégré lamicelle.
- ❖ Le segment 106-169 ou caséinomacropeptide (CMP) est très hydrophile, acide et passe dans le lactosérum (Fox et al, 2000; Mcsweeney, 2004).

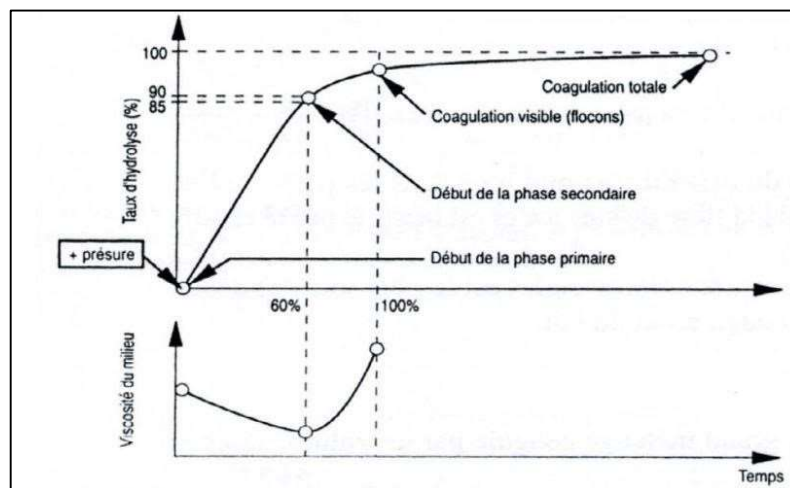


Figure N°3 : Evolution de l'hydrolyse de la caséine K par la présure et de la viscosité du lait au cours des différentes phases de sa coagulation (Mahaut et al., 2000).

- ✓ La coagulation du la lait par la présure se déroule en trois étapes désignées communément par :
 - a) hydrolyse enzymatique de la caséine K (Phase primaire).
 - b) L agrégation des micelles déstabilisées (Phase secondaire).

c) La réticulation et la formation du gel (Phase tertiaire).

a-Phase primaire

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

Il y a alors coupure de la chaîne peptidique en deux segments inégaux :

Le segment 1-105 est la paracaséine- K et le segment 106-169, le caséinomacropéptide (CMP). La paracaséine- k liée aux caséines a et reste intégrée à la micelle hydrophobe et le CMP contenant tous les glucides est libéré et passe dans le lactosérum. Le CMP est la partie de la caséine k qui est fortement chargée négativement et responsable des répulsions stériques et électrostatiques. La chymosine supprime cette chevelure stabilisante de la micelle (**Cayot et Lorient, 1998**).

b. Phase secondaire

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

Cette phase est observable par la formation du gel. Le démarrage de cette phase nécessite qu'au moins 85 à 90% de la caséine K soit hydrolysée. Le CMP se détache de la caséine K et la micelle perd son caractère hydrophile. Il y a diminution de son degré d'hydratation et de son potentiel de surface. Des liaisons hydrophobes et électrostatiques s'établissent alors entre les micelles modifiées et vont entraîner la formation du gel (**Dalgleish, 1992; Mahaut et al., 2000**).

c. Phase tertiaire

L'agrégation démarre lorsque 85 à 90 % de la caséine K est hydrolysée et elle atteint sa vitesse maximale lorsque la totalité de la caséine k est hydrolysée. Des liaisons électrostatiques et des liaisons hydrophobes participent à la formation du gel. Le calcium ionique et le phosphate de calcium colloïdal jouent aussi un rôle déterminant dans le phénomène.

chez le jeune pré-ruminant, le rumen étant non fonctionnel et anatomiquement et physiologiquement non mature (**Tamate et al., 1962**).

II. 5.4. Facteurs influant la coagulation du lait:

De nombreux facteurs sont susceptibles de modifier la coagulation du lait et les caractéristiques physiques des coagulums, ces facteurs sont principalement liés à la concentration en enzyme à la teneur en caseines et à la dimension des micelles (**Mahaut et al 2000, Li et Dalgleish, 2006**).

II.5.4.1. Effet de la température:

La coagulation dépend de la température, la température optimale de la présure est de 40-42°C. À température inférieure de 10°C il n'y a pas de coagulation du lait. La coagulation est lente à des températures supérieures à 20. De 20 à 42 la vitesse de formation de coagulant augmente progressivement, mais à des températures plus élevées le processus de coagulation ralentit et au-dessus de 6,5°C il n'y a pas de coagulation l'enzyme est inactivée (**Brule, 2006**).

II. 5.4.2. Effet du pH:

L'influence de pH joue un rôle très important sur le temps de coagulation (**Najera et al, 2003**). En passant de pH 6.7 à 5.6 la vitesse de coagulation se multiplie par 30 résultant l'élévation de la vitesse d'hydrolyse nécessaire pour l'aggrégation. À pH supérieur à 7, il n'y a plus de coagulation, l'enzyme étant rapidement inactivée (**Lenoir et al, 2006**).

II. 5.4.3. Effet de la teneur en ions calcium (CaCl₂)

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

II. 5.4.4 Effet de la concentration en d'enzyme

Le temps de coagulation est inversement proportionnel à la quantité d'enzyme utilisée (**Mahaut et al, 2005**). La formule suivante permet d'obtenir ce temps de coagulation :

$$TC = K / E + Ta$$

TC : temps de coagulation

K : inverse de la constante de vitesse

E : concentration en enzyme

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

II.6. Méthode d'extraction des protéines

II.6.1 Définition

L'extraction des protéines est un moyen efficace pour séparer et récupérer les protéines des autres constituants non protéiques dans les produits initiaux pour avoir une mixture homogène et riche en protéines. Ces mixtures contiennent en général un taux de protéine plus élevé par rapport à leurs matières initiales. Pour isoler une certaine protéine dans cette mixture, on applique une méthode dite la purification de protéines. (Selmane, 2010) .

II.6.2 L'objectif de l'extraction:

L'objectif de l'extraction et de la purification des protéines est de faciliter l'étude des propriétés de structurelles et fonctionnelles de certaines protéines et en conséquence obtenir un produit convenable à l'utilisation dans les systèmes alimentaires. (Selmane , 2010) .

II.6.3 Facteurs affectant l'extraction des protéines

- Avant de s'intéresser en détail à l'étape d'extraction des protéines, il est nécessaire de connaître la composition des matières premières. En général, celles qui contiennent un taux élevé de lipides doivent être dégraissées, soit avant l'extraction des protéines (Nath et al, 1981 ; Ragab et al, 2004), soit après cette extraction (Wang, 1976 ; Sathe, 1982).

L'élimination des lipides avant l'extraction des protéines est préférable parce que la présence des lipides peut provoquer la formation d'une émulsion et donc empêcher l'extraction des protéines. Il faut cependant mentionner que les propriétés fonctionnelles des protéines extraites peuvent être influencées par le type de solvant organique choisi pour extraire les lipides.

Un autre facteur qui affecte fortement l'extraction des protéines est la présence de composés phénoliques. Ceux-ci peuvent être toxiques, empêcher l'isolement des protéines, ou contribuer à la décoloration et donner un mauvais goût aux ingrédients ; ils peuvent aussi provoquer une diminution de la fonctionnalité des protéines isolées. Par exemple, les acides phénoliques peuvent réduire les interactions entre protéines qui ont un rôle essentiel sur les propriétés émulsifiantes et gélifiantes (Arntfield, 1996). Par conséquent, des traitements préliminaires sont en général nécessaires pour éliminer ces contaminants indésirables avant l'extraction des protéines. A titre d'exemple, les composés phénoliques du tournesol ont été éliminés en utilisant du méthanol à 80%, sans qu'un effet négatif n'ait été observé sur le rendement de récupération et la structure native des protéines (Gonzalez-Perez, 2002).

II.6.4 Principales étapes nécessaires à l'extraction des protéines

Afin d'extraire les protéines de produits solides ou semi-solides :

Afin d'extraire les protéines de produits solides ou semi-solides, la première étape consiste à les solubiliser dans un solvant approprié. L'objectif de cette première étape est donc de faire passer sélectivement la fraction protéique d'intérêt en solution et de maintenir les autres constituants en suspension. Le choix du solvant dépend de sa capacité à solubiliser la ou les fractions de protéines ciblées. Par exemple, il est connu qu'on peut fractionner une solution protéique en utilisant de l'eau distillée (albumines), une solution à 5% de NaCl (globulines), une solution eau-éthanol à 60-90% (prolamines ou gliadines), ou encore une solution de 0,4% de NaOH (glutélines).

Pour extraire des protéines des plantes ou des graines de maïs, mais aussi des protéines de viande, l'utilisation d'une solution aqueuse alcaline a souvent été recommandée (**Coffman et Garcie, 1977 ; Swingeler et al, 1978 ; Jelen et al, 1979 ; Gault et al, 1980 ; Ozimek et al, 1986 ; Akintayo et al 1999 ; Boles et al, 2000 ; Ragab et al, 2004**).

On trouve également quelques cas où l'extraction des protéines de viande a été réalisée à partir de solutions de polyphosphates ou de NaCl (**Haluc et al, 1984 ; Nuckles et al, 1990 ; Arêas et al, 1993 ; Boles et al, 2000 ; Xiong et al, 2000**), ou parfois des solutions de SDS (**Gault et al, 1980**). En revanche, les solvants organiques sont rarement utilisés pour extraire les protéines à cause de leurs effets négatifs sur la structure et les fonctionnalités de celles-ci.

L'extraction des protéines peut également être conduite par hydrolyse enzymatique ; l'efficacité de cette méthode dépend de l'action des enzymes utilisées (donc de la variété des enzymes : protéolytiques, collagénolytiques ou élastolytiques) qui a pour but de libérer les protéines de leurs matrices et donc d'améliorer leur solubilité sans pour autant provoquer leur dénaturation.

Cette méthode a été utilisée pour extraire les protéines de la VSM de dinde (Fonkwe et Singh, 1996) et les protéines de poumon de bœuf (**Webster et al, 1982**) ; même si le rendement d'extraction est très élevé pour le poumon de bœuf (environ 80%), cette méthode reste assez coûteuse et difficile à contrôler.

II.6.5 Concentration/purification des protéines

Une fois les protéines en solution, il est tout d'abord nécessaire de les purifier afin d'éliminer les impuretés, puis de les concentrer en éliminant l'eau en excès. Ces opérations sont parfois suivies par un fractionnement des protéines pour isoler une protéine d'intérêt. Le

fractionnement s'effectue en général par des techniques chromatographiques ou par électrophorèse.

II.6.5.1 Concentration/purification par procédés membranaires

Les procédés de séparation membranaires sont fréquemment utilisés dans l'industrie alimentaire, notamment dans l'industrie laitière (pour la concentration des protéines de petit lait, le contrôle de la teneur en protéines du lait, l'élimination des bactéries, etc.). On recense également quelques applications dans le domaine des boissons (vin, bière, jus de fruit, etc.). Concernant les plantes et les végétaux, quelques rares travaux publiés récemment sur les procédés membranaires démontrent la possibilité d'obtenir des ingrédients protéiques, par exemple de jojoba (Nabetani et al, 1995).

Les procédés membranaires les plus utilisés dans l'industrie alimentaire sont la microfiltration (MF) et l'ultrafiltration (UF). Il s'agit de techniques de filtration sous l'effet d'un gradient de pression qui permettent de séparer des molécules en fonction de leurs masses moléculaires. Excepté l'osmose inverse (figure 3), leurs principes de fonctionnement sont donc similaires, la différence se situant au niveau de la taille des objets à séparer. En gros, la microfiltration retient les particules et objets dont les tailles sont supérieures à 0,1-1 μm et l'ultrafiltration, ceux dont les tailles sont supérieures à 0,01-0,1 μm .

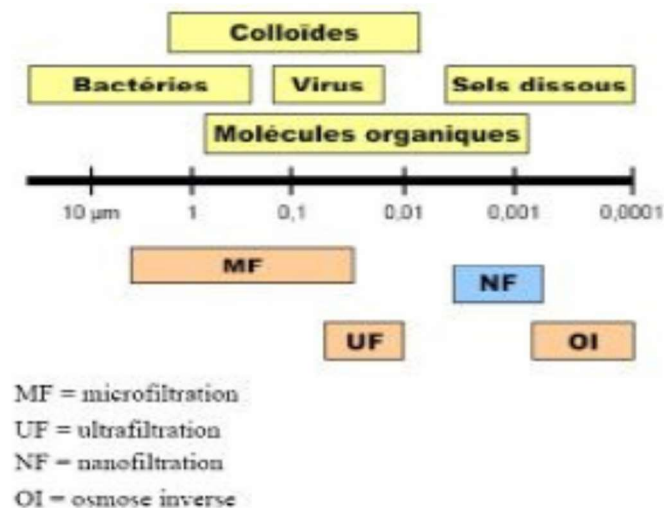


Figure N°4 : Procédé à utiliser en fonction de la taille des « objets » à séparer

Les utilisations de la MF et l'UF dans l'industrie laitière ont fait l'objet de nombreux travaux et brevets dans la littérature. (Daufin et al (2001) ont démontré que la microfiltration (avec coupure à 100 nm) permet de séparer les micelles de caséines des protéines solubles dans le lait écrémé. Cette séparation est très importante dans la production des fromages (rétentat) et pour l'isolement (voire le fractionnement) des protéines solubles (notamment β lactoglobuline et α -lactalbumine) dans les perméats.

Les techniques de séparation membranaires ont aussi été utilisées dans l'industrie de la viande, notamment pour valoriser

Les protéines de plasma sanguin. **Noordman et al (2002)** ont étudié les effets de la force ionique (entre 0,05 et 0,15 M de NaCl) et du pH (de 3 à 8) sur l'ultrafiltration des solutions protéiques de sérum albumine bovine ; leurs résultats montrent que les débits de perméats augmentent avec la diminution de la force ionique et aux valeurs de pH éloignées du point isoélectrique de la sérum albumine. Le choix du seuil de coupure de la membrane utilisé a également fait l'objet de nombreux travaux, comme par exemple ceux de **(Masselot, 2005)** qui a utilisé la microfiltration (avec coupure à 1,4 μm) suivie par une ultrafiltration (avec coupure à 100 ou 20 nm) pour purifier et concentrer des extraits protéiques de poumon de porc : le but de la MF est de retenir les bactéries et les matières grasses (c'est une étape de purification), alors que l'UF vise à éliminer l'eau par concentration.

Masselot (2005) étaient que seule l'utilisation de cette dernière était acceptable d'un point de vue procédé pour concentrer les protéines. Une alternative proposée par l'auteur a été d'utiliser directement une UF à 100 nm en s'affranchissant de la MF : le rendement de récupération protéique dans le rétentat était alors très élevé (93,8%), mais au prix d'une pureté plus faible des protéines puisque les bactéries et l'essentiel des matières grasses n'étaient alors plus séparées de la fraction protéique.

II.6.5.2 Concentration/ Purification des protéines par précipitation :

La purification des protéines à l'échelle industrielle peut également s'effectuer par précipitation sélective des protéines. Cette précipitation peut être provoquée par plusieurs méthodes (www.chimie-biochimie.umoncton.ca) :

1 - en jouant sur le pH ou par l'ajout d'électrolytes :

Si les protéines en solution sont électriquement chargées de la même façon, elles ont tendance à se repousser et à rester solubles. Au contraire, si elles sont électriquement neutres, cette répulsion disparaît et leur agrégation devient possible, ce qui peut conduire à leur précipitation. Ce phénomène peut se produire en jouant sur le pH et en le déplaçant au point isoélectrique pI (i.e. de charge nulle) des protéines. **(Selmane, 2010)** .

L'ajout d'électrolytes (sels très solubles qui ne modifient pas le pH) conduit à un résultat similaire, mais par un effet d'écran ; l'augmentation de la force ionique de la solution atténue les répulsions électrostatiques : les cations peuvent donc « neutraliser » les charges négatives des chaînes latérales des acides aminés, alors que les anions « neutralisent » les charges positives, ce qui permet aux protéines de s'agréger et réduit substantiellement leur solubilité.

Dans les deux cas, pH ou électrolytes, Les protéines d'un mélange ne précipiteront pas toutes en même temps puisque leurs pI respectifs ou bien le nombre et la nature de leurs charges à $\text{pH} \neq \text{pI}$ ne sont pas identiques. Ce type de précipitation s'appelle « précipitation différentielle », ou « précipitation fractionnée »

Il est considéré comme une précipitation « douce » car il préserve généralement l'intégrité fonctionnelle des protéines

✓ Cette méthode a été largement utilisée dans la littérature pour la concentration des protéines:

Par exemple par **(Batista et al (1999))** pour la récupération des protéines de déchets de poissons. Ces auteurs ont effectué une solubilisation des protéines dans une solution alcaline (NaOH), puis ils les ont récupérées par précipitation en milieu acide par un ajout d'HCl ; comme alternative, ils ont proposé une solubilisation en présence de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ suivie par une précipitation par ajout d' H_3PO_4 : la première méthode s'est cependant révélée la plus efficace, avec un rendement protéique de 93,2% contre 91,8% pour la seconde.

2- en ajoutant des solvants organiques (acétone, phénol) ou des acides forts concentrés:

Il s'agit ici de jouer sur les modifications de la structure spatiale des protéines et donc sur leur dénaturation. Il est bien connu qu'à l'état natif, ce sont les groupes latéraux des acides aminés qui composent les protéines qui leur permettent d'être solubles en milieu aqueux. **(Selmane, 2010)** .

Les protéines adoptent donc une structure tertiaire dans laquelle les chaînes latérales chargées (glutamine, acide aspartique, lysine, arginine. etc.) ou faciles à hydrater (sérine, thréonine, etc.) sont dirigées vers l'extérieur de la macromolécule, maximisant leur contact avec le milieu aqueux. En revanche, leurs groupements hydrophobes (phénylalanine, tryptophane, proline, etc.) sont généralement enfouis à l'intérieur de la structure tridimensionnelle de la macromolécule, minimisant leur contact avec l'eau. La dénaturation brise cette organisation et ramène en surface les groupements hydrophobes de la macromolécule qui vont pouvoir interagir avec ceux des autres protéines dénaturées et favoriser l'agrégation des protéines. **(Selmane, 2010)** .

L'agrégation diminue la solubilité des protéines, qui est également réduite par la présence des groupements hydrophobes exposés au milieu aqueux. Les solvants organiques (acétone, phénol, etc.), les acides forts peu concentrés, voire certains traitements thermiques bien contrôlés (couple temps/température) sont bien connus pour favoriser la dénaturation et

l'agrégation des protéines. Toutefois, ce type de précipitation est appelé « précipitation totale » car il vise à éliminer l'ensemble des protéines d'une solution, mais comme il s'accompagne de conditions plutôt draconiennes qui dénaturent irréversiblement les protéines, les risques de perte de fonctionnalités sont alors très élevés. (Selmane, 2010) .

3 - en ajoutant des produits qui ont une grande affinité pour l'eau,

_Comme par exemple le polyéthylène glycol, de manière à réduire la quantité d'eau disponible pour hydrater les protéines, ce qui tend à les faire précipiter (Boland, 2002).

Chapitre III : Le Fromage

Chapitre III : Le Fromage

III.1. Généralité

Le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extradure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/ caséine ne dépasse pas celui du lait, par coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine), la teneur en protéines du fromage étant par conséquent nettement plus élevée que la teneur en protéines du mélange des matières premières (**Codex, 1987**)

III.2. Classification des fromages :

La classification des fromages est d'autant plus compliquée à établir que les caractères sur les quels pourrait se fonder une classification se confondent. En général, les principaux critères de classification prennent en considération les points suivants (**Miettonet al., 2004**) :

- La nature de la matière première : lait cru ou pasteurisé ; lait entier, écrémé, enrichi en protéines ou ultrafiltré ; lait frais ou reconstitué ; lactosérum .
- L'origine du lait (vache, chèvre, brebis, bufflesse, et mélange de laits de différentes espèces).
- La composition des fromages en matières grasses et en extrait sec influant sur leur consistance (pâte dure, demi dure ,molle) .
- La technologie de fabrication.
- Le pays ou la région de fabrication.

D'autre part, la classification des fromages selon la norme internationale (**FAO/OMS,1978**) du **codex alimentaire** demeure plus générale. Elle classe les fromages selon trois critères, la teneur en eau dans le fromage dégraissé (**TEFD**), et la teneur en matière grasse dans la matière sèche (**MGES**), et les principales caractéristiques d'affinage.

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

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

III.3. Fromage frais

III.3.1 Définition

Les fromages non affinés, y compris les fromages frais sont des produits conformes à la Norme générale du Codex pour le fromage, prêts à la consommation peu de temps après leur fabrication (Codex, 1987)

III.3.2 Composition de fromage frais

Le fromage est très riche de part sa composition, en protéines, eau, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et en minéraux (Walther et al., 2008).

Tableau 03 : Le tableau montre la composition moyenne de fromage frais.

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

UI:Unité Internationale

III.4. 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 vitamines et des protéines d'excellente qualité, les fromages, surtout ceux à pâte ferme et dure, contiennent une grande quantité de calcium. (Amiot et al, 2002).

III.5 Différents types de fromages frais traditionnels en Algérie

La fabrication de produits laitiers est traditionnelle en Algérie. Les produits laitiers traditionnels algériens ont été peu caractérisés. Ils sont cousins de produits laitiers largement consommés dans beaucoup de pays méditerranéens et subsahariens (**Koussou et al., 2007; Abou-Donia, 2008**). En Algérie, laits fermentés et fromages sont fabriqués traditionnellement le plus souvent par les femmes à la maison (**Medouni et al., 2005**) et servent à l'auto consommation; le surplus pouvant être vendu (**Bencharif, 2001**).

a. Jben

C'est un fromage frais, traditionnel obtenu par acidification spontanée à température ambiante, pendant 24h à 72h selon la température, comme celle conduisant au Rayeb. Traditionnellement, le fromage Jben est fabriquée avec le lait cru de brebis ou de chèvre, acidifié spontanément et coagulé des enzymes coagulantes d'origine végétale issue des fleurs de cardon (**Nouani, 2009**).

b. Ighounane

C'est un fromage fabriqué en Kabylie, à partir du colostrum (lait du premier jour après la misebas), la préparation d'Ighounane se fait dans des ustensiles en terre cuite, enduits d'huile d'olive, dans lesquels est versée une petite quantité d'eau salée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé est découpé pour continuer l'égouttage puis consommé à l'état frais (**Lahsaoui, 2009**).

c. Aghoughlou

Fromage fabriqué en Kabylie, il est obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par le latex de figuier (*Ficus carica*), le caillé obtenu est consommé frais (**Lahsaoui, 2009**).

d. Mechouna (Chnina)

Il est fabriqué à partir du lait cru qui est chauffé jusqu'à ébullition. Ensuite, on ajoute du lait fermenté < Lben > ou < Raib > et du sel. Le mélange est laissé égoutter en utilisant une gaze. Il est consommé frais avec la galette (**Lemouchi, 2007**).

E. Kemariya (Takemmarite)

C'est un fromage traditionnel produit principalement à partir de lait de chèvre. Il est coagulé par des présures végétales ou animales, cependant il peut être aussi fabriqué à partir de

lait de vache et de chamelle. La Kemariya ou Takemmarite est fabriquée selon des procédés traditionnels dans les régions du M'zab (**Bousnane et Djadi, 2009**).

F. Oudiouan oulli

C'est un fromage des Touaregs similaire au fromage blanc servi en petites portions et consommé frais ou séché (**Harrati, 1974**)

G. Klila frais

Pour éviter sa dégradation durant la phase de stockage, le Lben est chauffé modérément (55 °C- 75 °C) jusqu'à la séparation du lactosérum. Le coagulum obtenu, appelé Klila, fabriqué dans plusieurs régions de l'Algérie, est consommé comme un fromage frais après égouttage nature (**Harrati, 1974**).

Partie expérimentale

Ce travail a été effectué au niveau de laboratoire pédagogique de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie à l'Université de Hamma Lakhdar d'EL-OUED , laboratoire interne de la laiterie "Souf-lait" d'El-Oued et il a duré 3 mois

L'objectif de ce travail est de comparer les caractéristiques de quelques présures d'origine animale extraites selon deux protocoles différents d'un part, et de faire un essai de fabrication de fromage frais à coagulation enzymatique d'autre part.

Matériel et méthodes

I. Matériel

I.1. Appareillage

- Balance de précision (AXIS).
- Etuve (MEMMERT).
- Lactothermodensimètre.
- Balance(KERN).
- Milco Scan (Master Pro touch).
- pH mètre (INO LAB).
- Dessicateur (Clatronic).
- Centrifugeuse(SIGMA).
- Congélateur à
- Spectrophotomètre UV-Visible(JENWAY)
- 10°C; -Réfrigérateur à + 4°C;
- Bain Marie (Memmert);
- Agitateur (Lab Tech)
- Hachoir à viande(SAVOMIX).

I.2. Petits matériels:

Les manipulations ont nécessité l'emploi de petits matériels suivants : butyromètre muni d'un bouchon approprié ; micropipette (1000,100,10 µl), pipette graduée, bécher, burette

graduée à support, compte-goutte, éprouvette graduée cylindrique sans bec, capsule en aluminium, embout jetable, support à tube à essai, pissette d'eau distillée, tubes à essais stériles, flacons stériles, erlenmeyer, spatule, verre de montre, fiole jaugée, compresses stériles, boîtes stériles legant, masque .

I.3. Produits chimiques et réactifs:

Solvants: ,acide chlorhydrique (HCL) ,hydroxyde sodium(NaOH) ,Chlorure de calcium (CaCl₂). , folin, sulfate d aluminium ,AL₂(SO₄.) sulfate disodoque (NA₂SO₄) ,solution(NaCL) ,sulfate de cuivre ,CUSO₄(5H₂O),tartrata sodium et potassium

Réactifs: phénophtaléine(Annex01) .

I.4. Matériel biologique

I.4.1. Lait de chamelle

Il s 'agit des échantillons du lait collecte , à partir de troupeaux de chamelle

(Camelus dromedarius) de la population Sahraoui vivant en élevage semi intensif dans la commune BAYADHA wilaya d'EL OUED.

I.4.2. Lait de chèvre:

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

I.4.3. Lait de vache:

Le lait de vache est utilisé à titre comparatif. Il s'agit d'un mélange issu de la traite du matin de vaches en stabulation dans une ferme située dans la commune de BAYADHA wilaya d'EL OUED.

I.4.4. Lait de brebis:

Le lait de brebis a été collecte auprès des éleveurs dans la commune de Kouinnine wilaya d'EL OUED.

I.4.5. Substrat de BERRIDGE :

Le substrat de BERRIDGE est préparé par reconstitution du lait en poudre récupérer à partir le super marché à 12 % (m/v) dans une solution de CaCl₂ (0,01M), le lait est conservé à 4°C

pendant une nuit pour assurer l'équilibre physicochimique ,et, la stabilité et la réhydratation des micelle d'une part. et d'autre part pour éviter le développement microbien (**Benyahia, 2013**).

I.4.6. Caillette :

Caillettes de cameline-caprine ovine bovin

✓ Caillette cameline

Des caillettes issues de dromadaire jeunes (d'année) a été prélevée au niveau de l'abattoir communal d'EL-OUED (**Abattoir El MALIKA**) en élevage semi intensif dans la commune BEN GACHA ,puistrans portées dans des boîtes stériles, à température ambiante et à l'abri de la lumière, jusqu'à l'arrivée au laboratoire où elles ont été lavées à l'eau du robinet, dégraissées ,découpées en lanières puis conservées à -18 °C.

puis conservées à -18 °C.



Figure N°5: Caillette cameline (photo personnel)

✓ Caillette caprine

Des caillettes issues de chevreau (3 mois) a été prélevée au niveau de la région du HASSI ABDKIRIME d'EL-OUED auprès des éleveurs , puistrans portées dans des boîtes stériles, à température ambiante et à l'abri de la lumière, jusqu'à l'arrivée au laboratoire où elles ont été lavées à l'eau du robinet, dégraissées, découpées en lanières

puis conservées à -18 °C.



Figure N°6: Caillette caprine (photo personnel)

✓ **Caillette ovine :**

Des caillettes issues de dromadaire jeunes (6 mois) a été prélevée au niveau, de la région du KOUINNINE d'EL-OUED auprès des éleveurs puistrans portées dans des boîtes stériles, à température ambiante et à l'abri de la lumière, jusqu'à l'arrivée au laboratoire où elles ont été lavées à l'eau du robinet, dégraissées ,découpées en lanières puis conservées à -18 °C.



Figure N°7: Caillette ovine (photo personnel)

✓ **Caillette bovine :**

Des caillettes issues de dromadaire jeunes (9 mois) a été prélevée au niveau de l'abattoir communal d'EL-OUED (abattoir El MALIKA) élevage dans la commune OUIRMASSE,puistrans portées dans des boîtes stériles, à température ambiante et à l'abri de la lumière, jusqu'à l'arrivée au laboratoire où elles ont été lavées à l'eau du robinet, dégraissées ,découpées en lanières puis conservées à -18 °C.



Figure N°8: Caillette bovine (photo personnel)

II. Méthode

II.1. Collecte du lait

Le lait est tiré à partir des dromadaires, chèvres et des vaches brebis dromadare en bon état de santé. Il est recueilli proprement dans des flacons stériles de 100 ml et acheminé au laboratoire dans une glacière contenant un bloc réfrigérant. Ces échantillons sont ensuite congelés à -18 °C jusqu'à leur utilisation ultérieure.

II.2. Caractérisation physico-chimiques:

Le contrôle physico-chimique permet d'évaluer la stabilité et la consistance du produit en ce qui concerne ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques. Toutes les mesures sont réalisées sur le lait cru entier en 3 essais.

II.2.1 Détermination de pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre avant chaque mesure, l'électrode du pH-mètre est nettoyée avec de l'eau de robinet, puis rincée à l'eau distillée et séchée avec du papier.

Ensuite la mesure est faite par immersion du bout de l'électrode dans le lait. La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran. Avant d'entreprendre une autre mesure, l'électrode est à nouveau nettoyée, puis rincée comme précédemment (AFNOR, 1993).

II.2.2 Détermination de l'acidité titrable

L'acidité est mesurée par dosage de l'acide lactique à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N. La phénolphthaléine indique la limite de neutralisation par changement de couleur. L'acidité du lait est exprimée en degré Dornic (°D) où : 1°D représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait (AFNOR, 1986).

✓ **Mode opératoire**

- On a introduit 10ml de lait dans un bécher
- On a ajouté 2 gouttes de phénolphthaléine
- On a fait couler goutte à goutte la solution NaOH N/1 dans le bécher jusqu'à l'apparition de la couleur rose.
- On a lu sur la colonne graduée le nombre de ml utilisés, puis on multiplie le nombre par 10 et ceci donne l'acidité du lait en degré Dornic.

Expression des résultats l'acidité

Lecture : $AT = V \times 10(D^\circ)$

AT : Acidité titrable

V : Le volume en ml correspond à la chute de la burette (volume de la solution de NaOH utilisé)

II.2.3 Détermination de la densité:

1-Définition

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**).

2- Principe

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.



Figure N°9 : Mesure de la densité par lactodensimètre

3-Appareillage

- ♦ Lactodensimètre avec thermomètre incorporé,
- ♦ Eprouvette cylindrique sans bec, de hauteur apportée à celle de lactodensimètre et de diamètre intérieur supérieur de 9 mm au moins au diamètre de la carène de lactodensimètre. IV

4-Mode opératoire

- ♦ Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air,
- ♦ Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre (il est commode de repérer ce niveau par un trait de jauge sur l'éprouvette),
- ♦ L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture,
- ♦ Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain à 20°C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18°C et 22°C,
- ♦ Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre
- ♦ Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température.

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

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



Figure N°10 :lactoscan

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

➤ Principe

Cette analyse permet de déduire la quantité d'extrait sec total dans un échantillon. La matière sèche est le produit résultant de la dessiccation de l'échantillon par évaporation de l'eau dans une étuve à 103°C pendant 3h. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/L (Jora, 2012).



Figure N°11: Détermination de l'extrait sec total

Mode opératoire

- Peser la capsule vide ;
- Tarer la balance et mettre 5ml du lait dans la capsule ;
- Placer la capsule dans l'étuve à 103°C/3 heures ;
- A la sortie de l'étuve , Après la dessiccation, il faut mettre la capsule dans un dessiccateur pendant 15 min à fin d'éviter sa réhydratation. peser à nouveau la capsule.

➤ **Expressions des résultats**

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

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

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

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

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

II.2.6 Détermination de Cendres

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

➤ **Expression des résultats**

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



$$[(M1 - M0) / M2 - M0] \times 100$$

Figure N°12:Fouramouve

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

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

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

II.3 Extraction des enzymes coagulantes

Dans nos recherches, nous avons suivi deux méthodes d'extraction de l'enzyme coagulants, à savoir Wongho (1993) et Valles et furet (1977) de l'extraction est effectuée.

II.3.1.- Protocole wongho(1993)

1-Macération

Dans cette étape, la présure est coupée en petits morceaux après avoir bien lavé la présure avec de l'eau du robinet puis placée dans un récipient en verre ou en inox avec du chlore d'eau NaCL à une concentration de 6% et d'acide borique avec une concentration de 2% pendant trois jours.

2. Filtration

Le quatrième jour, nous faisons le processus de filtration avec du , compresses stériles, qui sont placés dans des tubes pour la centrifugeuse pendant une période de **20minutes et 1500 toure**. Après cela, nous ajustons le pH en ajoutant des gouttes d'acide chlorhydrique HCL (1N) , puis laissons une période de 24 heures à température de l'air (1N) HCL.

3.séparation

Le 5 jour, nous ajustons le pH de 4,7 à 5,5 en ajoutant des gouttes de NaOH (1N), puis en le centrifugeant pendant 20 minutes, et 1500*g après cela, il est placé dans des tubes stériles.

4.Conservation

dans le dispositif de réfrigération -18 et utilisé au besoin(Annex 03)

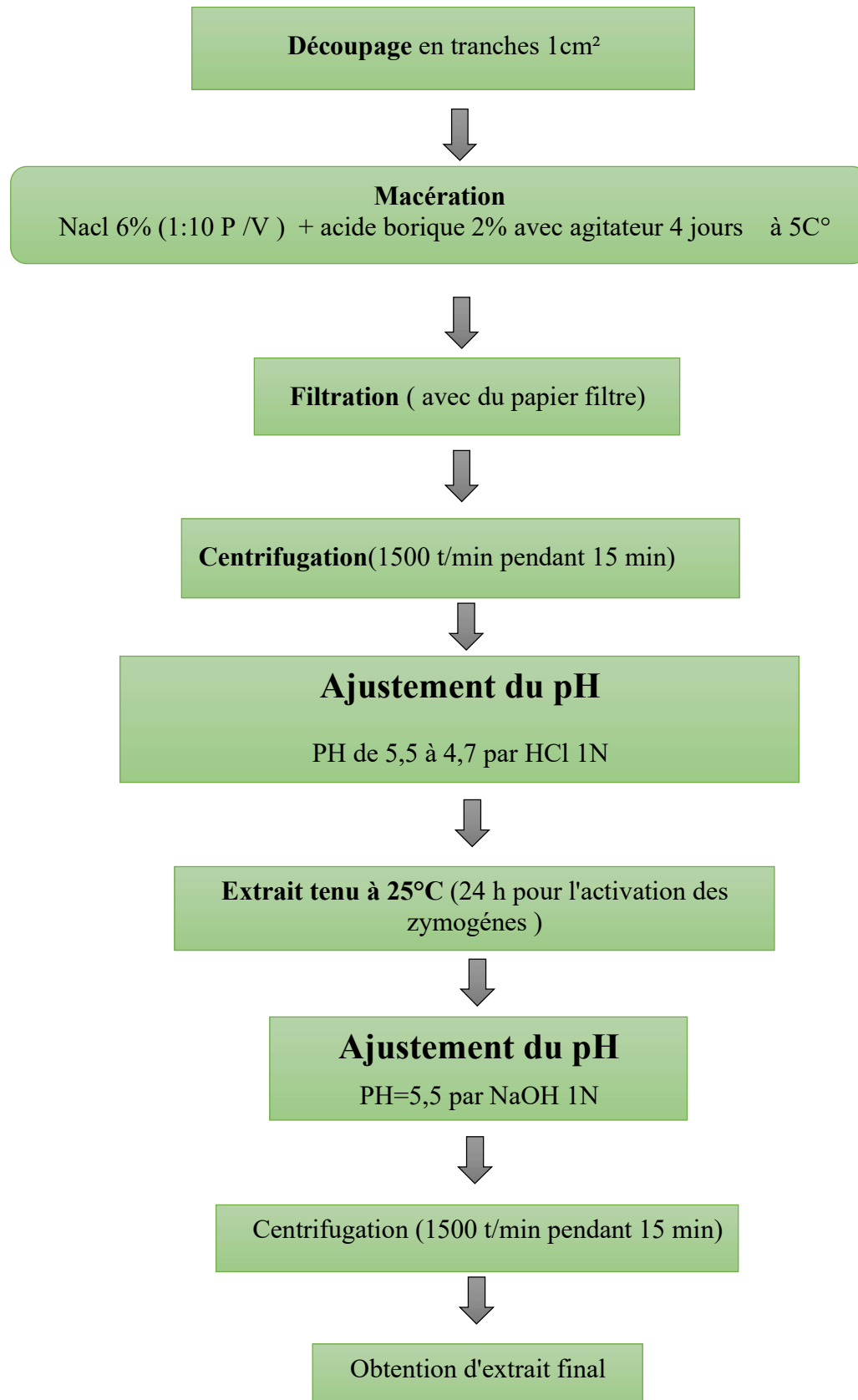


Figure N°13 : Protocole d'extraction de la présure caprine et cameline (Wangoh et *al.* 1993).

II.3.2- protocoles de VALLES et FURET (1977).

Pour le bovin et caprine cameline ovine et adapté par nos soins aux extraits issus de caillettes (Figure 09). Un échantillon de caillette de poids PU (g) est décongelé et macéré dans un volume ($1,25 \times \text{PU}$) d'une solution d'HCl 0,2M, à une température de 42°C pendant 60 minutes.

Après filtration du mélange on obtient un extrait brut total.

Après macération, les extraits obtenus sont clarifiés par l'ajout de 1% (V/V) d'une solution de sulfate d'aluminium $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 1M et 5% (V/V) d'une solution de sulfate disodique Na_2SO_4 , 1M, chauffée quelques minutes à 42 C°.

Après filtration, on obtient un filtrat jaune auquel nous faisons subir une concentration par addition d'une solution saturée de NaCl, additionnée à 1% (V/V) d'une solution d'HCl ($d=1.19$).

Après un repos d'une heure suivie d'une centrifugation (2100xg / 20min), nous obtenons un précipité humide que l'on fait dissoudre dans un volume minimal d'eau distillée. Le pH de ces extraits enzymatiques clarifiés est ajusté à 5,5 par une solution de phosphate disodique, 1M. La conservation est réalisée à 4°C après addition quelques grains de thymol.(Annex04)

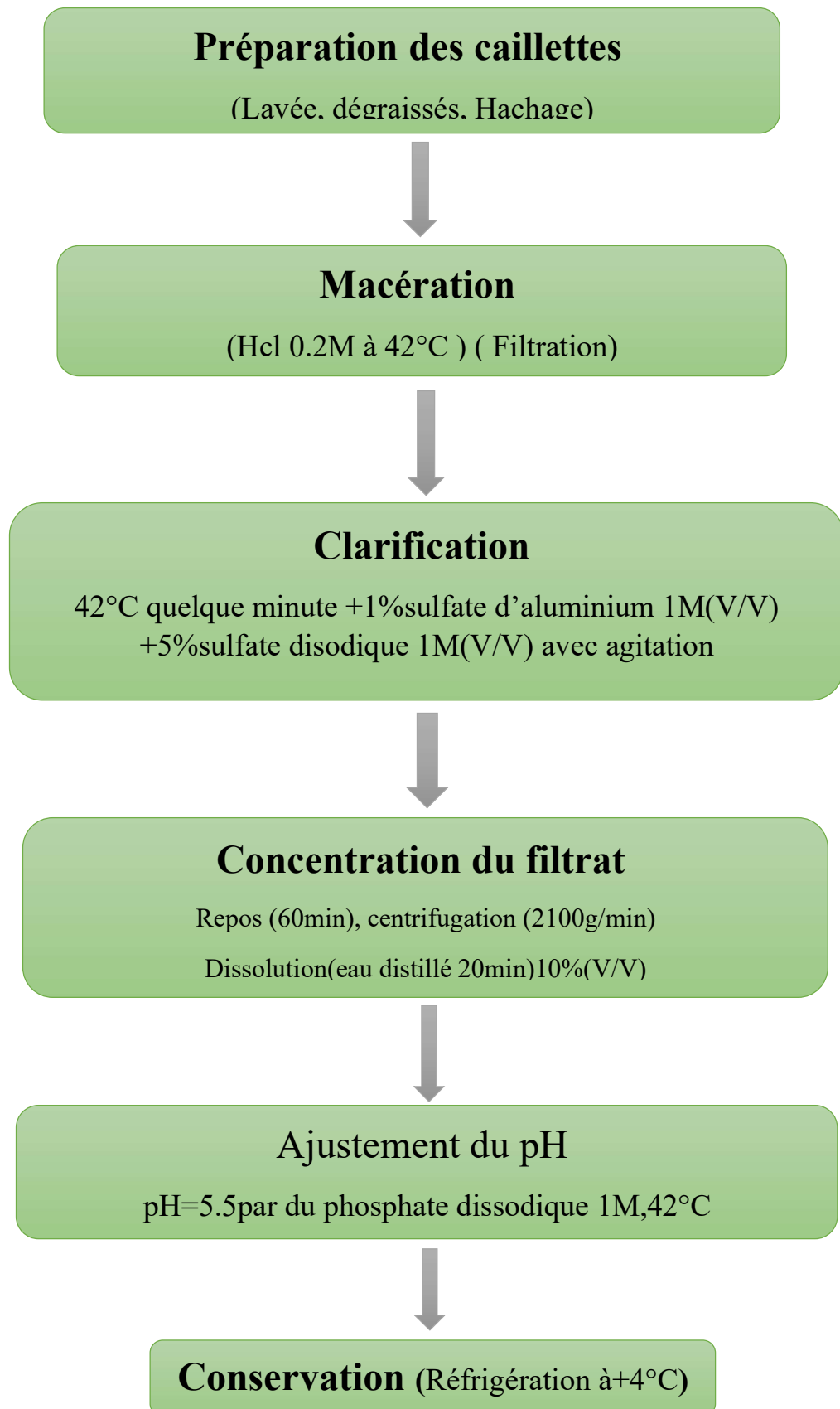


Figure N°14 : Diagramme d'extraction des enzymes à partir de caillotte de bovin par la protocole de **Valles** et **Furet** (1977).

0II.4 Caractérisations des extraits enzymatiques

10 mL du substrat de Berridge (pH 6,6) contenus dans un tube à essai sont maintenus au bain Marie à 30°C. Le chronomètre est déclenché lors de l'ajout de 1 mL de l'extrait enzymatique. Le tube est ensuite soumis à une légère rotation. Le chronomètre est arrêté dès l'apparition des premiers flocons sur la paroi du tube et le temps de floculation est noté (**Alais, 1984**). Le temps de floculation est employé dans le calcul de l'activité coagulante. La dilution d'enzyme retenue est celle qui donne un temps de floculation compris entre 300 et 360 secondes (**Green et al., 1984**).

II.4.1 Activité coagulante :

10 mL du substrat de Berridge (pH 6,6) contenus dans un tube à essai sont maintenus au bain Marie à 30°C. Le chronomètre est déclenché lors de l'ajout de 1 mL de l'extrait enzymatique. Le tube est ensuite soumis à une légère rotation. Le chronomètre est arrêté dès l'apparition des premiers flocons sur la paroi du tube et le temps de floculation est noté (**Alais, 1984**). Le temps de floculation est employé dans le calcul de l'activité coagulante. La dilution d'enzyme retenue est celle qui donne un temps de floculation compris entre 300 et 360 secondes

Par définition ,l'activité coagulant est ,représentée par un rapport de quantité , entre un certain volume d'enzyme et un certain volume de lait amené a coaguler dans des condition fixées arbitrairement ,la méthode de BERRIDGE consiste a calculer l'unite présure (UP) qui est la quantité d'enzyme active contenue dans 1cm³,qui coagule 10cm³ de substratstandard en 100secondes a 30C

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

Où

V: volume du lait

V': Volume de l'extrait enzymatique

T : temps de floculation

II.4.2. Temp de coagulant :

Un volume de 10 ml de lait cru de vache ou de chamelle est versé dans un tube à essai mélangé par 3 retournements et maintenu à 35°C dans un bain marie, puis additionné de 1 ml de la solution enzymatique. Le tube est laissé jusqu'à la solidification du gel et l'apparition des premières gouttelettes du sérum sur la surface du gel. Le temps écoulé représente le temps de

prise. Pour la coagulation présure, le temps de prise représente généralement environ le double du temps de floculation ; ainsi pour un temps de floculation compris entre 12 et 15min, le temps de prise est compris entre 25 et 30 min (FAO, 1995) .

II.4.3. Force coagulante

La force coagulante (F), exprimée en unité Soxhlet (US). La force coagulante d'un extrait enzymatique représente le volume de lait coagulé par unité de volume de l'extrait enzymatique, en 40 minutes à 35°C et PH 6.4 (Veisseyre, 1979 ; Alais, 1984, Mahaut et al., 2000).

La force coagulante est exprimée par la relation suivante:

Ou:

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

F : force de l'enzyme.

V : Volume du lait ajusté (ml).

v : volume de la solution enzymatique (ml).

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

Le test d'activité est réalisé par le substrat de Berridge. Le substrat est Constitue de 12 g de lait écrémé en poudre dissout dans 100 ml de solution de Ca Cl₂ 0.01M, pH 6.4 sous agitation douce pendant 30 min.

II.4.4. Détermination de la teneur en protéines :

La teneur en protéines des extraits enzymatiques est mesurée afin de déterminer le taux de protéines récupérées durant les différentes étapes d'extraction et aussi après concentration. La comparaison du taux de protéines obtenu avec l'activité enzymatique permet d'étudier l'effet des différentes opérations réalisées. Le dosage des protéines est réalisé selon la méthode de LOWRY (LOWRY et al, 1951). (Annex 02)

Le principe repose sur le développement d'une coloration bleue foncée suite à l'addition à la solution protéique d'un sel de cuivre en milieu alcalin puis du réactif de Folin-Ciocalteu. La coloration résulte de la réaction du cuivre avec les liaisons peptidiques et la réduction de l'acide phospho-tungstomolybdique par la tyrosine, le tryptophane et la cystéine.

Les espèces réduites absorbent la lumière à 750nm. Le dosage des protéines est effectué en protéines de l'extrait de protéine réalisé par l'emploi d'un Spectrophotomètre UV-Visible (JENWAY). La concentration en protéines de l'échantillon analysé est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage établie en employant de l'albumine sérique bovine (BSA) (SIGMA, Allemagne) (Figure 5).

Le taux de protéines mesuré pour chaque échantillon traité est la moyenne de quatre déterminations. La teneur en protéines est exprimée en milligramme de protéines par millilitre d'extrait enzymatique

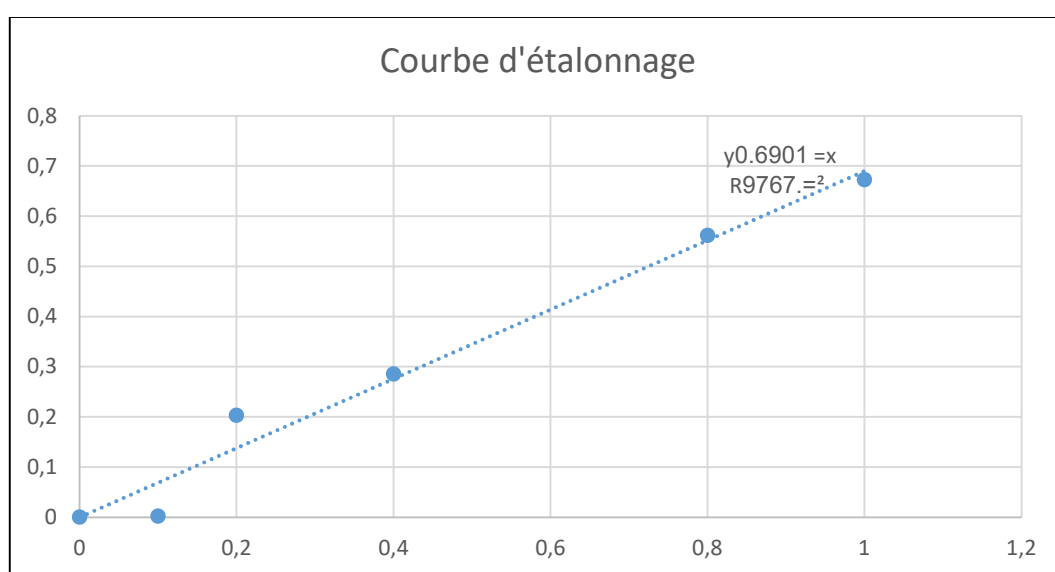


Figure N°15 : Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de Lowry et al (1951).

L'albumine sérique bovine (BSA) est utilisée comme protéine de référence ; R^2 = coefficient de corrélation

➤ Protocole de dosage des protéines

Solutions nécessaires.

Solution alcaline A : préparation de solution de Na_2CO_3 anhydre à 2 % dans l'eau distillé

Par la dissolution de 2 g carbonate de sodium (Na_2CO_3) dans la 100ml d'eau distillée

Solution cuivrique B : préparation de solution cuivrique de CuSO_4 1% Par la dissoudre 1g de CuSO_4 dans 100ml d'eau distillé

Solution C: 2% de tartrate sodium potassium

.- Par la dissolution de 2 g tartrate sodium potassium dans la 100ml d'eau distillée

Solution D : réactif de Folin-Ciocalteu commercial dilué à 1/2 dans de l'eau distillée
Hydroxyde Sodium NaOH (2N)

➤ **Mode opératoire**

0.1 ml de l'extrait enzymatique dilué à 1/3 est ajouté à 0.1ml NaOH (2N).hydrolyse a100ml par 10 min.

Hydrolysats frais dans température de l'air et ajoute 1 ml mélange. (100ml Na_2CO_3 +1ml de CuSO_4 +1ml tartrate sodium potassium. 10min dans temperature ambiante.

➤ **Remarque**

Le mélange est homogénéisé et laissé au repos à l'obscurité et à température ambiante.

- pendant 10 min, 100 µl du réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/2 dans l'eau distillée

- Après une incubation de 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre (SECOMAM, Prim, France) à 750 nm.

La concentration en protéines est déterminée par extrapolation en se référant à une courbe l'étalonnage réalisée par des solutions de sérum albumine bovine (BSA) de concentrat

II.4.5. Activité spécifique

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

$$\text{Activité spécifique} = \text{activité coagulante} / \text{teneur en protéines}$$

II.5. Traitement statistique des résultats

A partir des résultats obtenus, une analyse statistique va permettre de suivre l'existence de différence entre les paramètres mesurés avec les deux protocoles réalisés .

Logiciel utilisée pour le traitement statistique c'est IBM SPSS Statistics (est un logiciel utilisé pour l'analyse statistique. C'est aussi le nom de la société qui le revend.)

II.6. Essai de fabrication de fromage frais

➤ Critère de choix

Le type de présure choisie à la fabrication qui est extraite selon deux protocoles différents est en fonction du temps de coagulation sur différents types de lait

➤ Volume de l'extrait enzymatique

Le volume de l'extrait enzymatique est calculé à partir le temps de coagulation

➤ Fabrication

Nous prenons 2 litres de lait chaud et mesurons le pH du lait et on ajoutons du CaCl_2 , puis le laissons dans un bain marie avec une température ne dépassant pas 42 degrés afin de maintenir l'activité enzymatique dans le lait.

Ensuite, nous ajoutons 10 grammes de NaCl , puis nous ajoutons la présure, puis nous ne le laissons pas plus de 45 minutes pour la coagulation.

Rendement fromager

Le rendement fromager (R_f) 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:

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

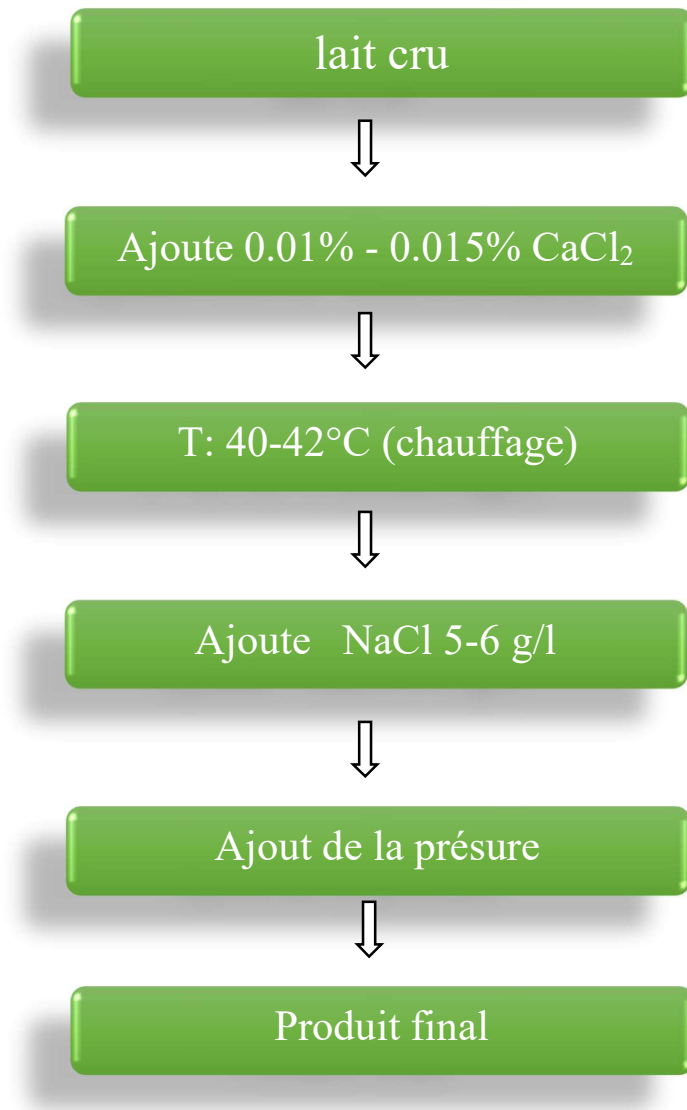


Figure N°16 : Diagramme standard de la fabrication de fromage frais

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III.1. Caractérisation physico-chimiques du lait:

Plusieurs auteurs scientifiques provenant de divers pays rapportent des études sur ces différents facteurs affectant la composition du lait. Par contre, ces données sont souvent locales et propres au pays d'étude et peuvent ne pas s'appliquer directement à nos Élevages.

les paramètres physico-chimiques du lait de chamelle et lait de brebis et lait de chèvre et lait de vache sont représentées dans le tableau 04 .

Tableau 04 : Caractérisation physico-chimiques du lait (chamelle , chèvre , brebis, vache)

Type de lait Paramètre	Lait chamelle	Lait chèvre	Lait brebis	Lait vache
pH	6.51 ± 0.03	6.60±1.00	6.57±0.01	6.57±0.01
Acidité dornic D°	23.33 ±5.77	23.33±5.77	36.67±5.77	26.67±5.77
Densité	1.029 ±0.00	1.032 ±0.00	1.036± 0.00	1.032 ±0.01
Lactose (%)	0.005.50±	0.06±5.40	0.00±6.30	0.06±5.20
Protéine (%)	0.06±3.70	0.00±3.60	0.00±4.20	0.06±3.50
Matière grasse:(%)	0.00±3.40	0.00±3.40	0.00±3.90	0.06±1.40
Matière sèche totale (%)	0.02±11.97	0.1±11.4	0.08±15.6	0.2±10.19
Cendres (%)	0.05±11.36	0.05±12.42	0.04±10.9	0.4±10.58

III.1.1 pH:

Le pH du lait brebis(6.66 ± 0.01) est le plus élevée des autres laits mais sa valeur est proche de celle de lait du chèvre(6.60 ± 1.00) et d'autres par ces de type de lait (brebis ,chèvre)sont pH supérieure de celle de vache (6.56 ± 0.01)et au contraire le pH de chamelle (6.51 ± 0.03) est inférieure de celle de vache.

Notre valeurs du pH se rapprochent à celles rapportées par certains auteurs tels que (**Assenat, 1985**) qui a enregistré un pH égal à (6.65) et (**Park et al; 2007**) (pH= 6.51-6.85) pour du lait brebis ,le pH du chamelle est devront par rapport (**EL-Hadi sulieman et al;2006**)a égale (6.0)et pH du lait chèvre faible comparativement par (**Park et al ;2007**)a égale entre (6.50-6.80).

Le pH n'est pas une valeur constante, il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce. Le colostrum a un pH plus bas, du fait de la teneur élevée en protéines (**Gaucher et al., 2007**). Le pH du lait change d'une espèce à l'autre..., car la nature des fourrages ingérés par l'animal et de la disponibilité en eau (**Arroum et al; 2016**) , étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséines et en phosphates..**(Gaucher et al., 2007)**

III.1.2 Acidité:

Nous avons remarqué que l'acidité des laits crus de chamelle et de chèvre sont similaires ,puis qu'ils présentent une la même valeur ($23 \pm 5.77^\circ\text{D}$),auton que, le lait vache est plus élevé de la valeur précédent, et le plus supérieur de tous ces types du lait est celle de brebis avec la valeur($36.67 \pm 5.77^\circ\text{D}$).

L'acidité du lait vache plus élevée par rapport (**Fredot, 2006**) et (**Croguennec et al ,2008**) à égale ($15-17^\circ\text{D}$);pour le lait chamelle et chèvre . pour le lait chamelle et lait chèvre (**Arroum et al, 2016**) et (**Boumendjel et al, 2017**) ont rapporté les résultats (20°D) et (17.71°D) respectivement sont inférieurs à celle de nous. selon(**Mathieu ;1998**) l'acidité d'un lait frais de brebis situe ($18-22^\circ\text{D}$)elle est supérieur notre résultat. L'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait et ne peut résulter que d'un développement conséquent de la flore lactique influencée par le jeu combine de l'augmentation de la température ainsi que de la durée de conservation de lait (**Boumendjel et al; 2017**).

Les différences d'acidité entre le lait et le lait et dans le même type de lait sont liées au climat et au stade de lactation, ainsi qu'à l'apport hydrique, à la santé des vaches et aux conditions de santé pendant la traite, selon **Mattheu (1998)**.

III.1.3 Densité:

La densité du lait de chamelle (1.029 ± 0.00) est considérée comme la plus faible par rapport au lait de vache et au lait de chèvre, qui sont similaires dans les valeurs qui ont été estimées (1.034 ± 0.01), (1.032 ± 0.00), et compte tenu de la densité du lait de brebis la plus grande valeur parmi eux par la valeur (1.036 ± 0.00). résultats sont en accord avec celui qui est mentionné par (**Roulssl et al;2006**) des valeur variant entre 1.030 et 1.037. par contre (**Martinl et al ;2008**) rapportent une valeur plus faible égale à 1.030 . La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de la température et du régime alimentaire de l'animal (**Debouz et al, 2014**).

III.1.4 Lactose:

Nous avons enregistré à travers nos résultats que le lactose avait la valeur le plus élevée en lait de berbis (6.30 ± 0.00 %) suivi de lait de chamelle et de chèvre (5.5 ± 0.00 % et 5.4 ± 0.06 %) alors que les valeurs étaient proches, tandis que la valeur la plus basse enregistrée était avec le lait de vache (5.20 ± 0.06 %). Nous avons remarqué que nos résultats enregistrés avec le lait de vache et de chèvre étaient supérieurs à ceux fournis par (**FAO;2013**), qui était de (4.7% et 4.4%). Alors que le lait du chamelle avait des résultats plus élevés que ceux obtenus en (**Dhartiben et al 2016**), qui était de (4.16%). Quant au lait de brebis, sa valeur était également supérieure à celle atteinte en (**FAO;2013**) (5.1%). La teneur en lactose du lait camelin semble dépendre non seulement de la race mais aussi du stade de lactation et de l'état d'hydratation. Elle est faible pendant les premières heures qui suivent le vêlage et subit une augmentation de 36 % de la teneur initiale, 24 heures après. Une diminution de 37 % de la teneur initiale a été constatée en cas de déshydratation des chameaux (**Chethouna, 2011**). Ces modifications dans la teneur en lactose sont à l'origine des variations dans la saveur du lait (**Boudjenah-Haroun Saliha;2012**).

III.1.5 Protéine:

Nous avons remarqué à travers nos résultats que la protéine atteignait la valeur la plus élevée avec le lait du brebis (4.20 ± 0.00 %) suivi de lait de chamelle, de chèvre et de vache, et les valeurs des trois derniers échantillons étaient proches et nous les mentionnons respectivement (3.70 ± 0.06 %, 3.60 ± 0.00 %, 3.5 ± 0.00 %). Grâce à la recherche, nous avons constaté que la valeur

protéique de lait de vache est supérieure à celle obtenue dans (**Vignola et al; 2002**) qu'elle est estimée à (3.2%). Alors qu'il a atteint le lait de chamelle (3.6%), et le lait de chèvre (2.9%). Quant au lait de brebis, il a enregistré des résultats à ceux obtenus en (**Vignola et al; 2002**), avec un taux de (5.3%)

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

III.1.6 Matière grasse:

Nous notons que la quantité de matières grasses dans le lait de brebis est égale à ($3.9 \pm 0.00\%$) bien supérieure à la quantité trouvée dans le lait de vache, qui est égale à ($1.4 \pm 0.06\%$) tandis que la quantité de matières grasses présentes dans le lait de chamelle et de chèvre est approximativement égale à ($3.4 \pm 0.00\%$) Cette valeur est bien inférieure à celle atteinte en (**Alais, 1984**), où il a été constaté que la quantité de matières grasses dans le lait de brebis est élevée, estimée à (7,4%) tandis que la quantité de matières grasses dans le lait de vache et de chèvre est quelque peu similaire à (3,7%) et (3,8%) respectivement, alors que à (**Jaramillo et al, 2008**) a trouvé La quantité de matières grasses dans le lait de brebis varie entre (8,68%) et (8,72%), ce qui est supérieur à la valeur que nous avons atteinte pour les chameaux, qui est supérieure à celle du lait de vache, de (5,4%). (**Fredot; 2008**) a constaté que la quantité de matières grasses dans le lait de vache est supérieure de (3,5%) à la valeur que nous avons trouvée.

La variabilité de la teneur en matière grasse dépend des facteurs tels que les conditions climatiques et l'alimentation (**Kamoui; 1994**), (**Laboui et al; 2009**).

Des facteurs internes tels que le niveau de production et le stade de la lactation et d'autres. facteurs externes tels que la saison, la température, les techniques d'élevage et le régime alimentaire.

III.1.7 Matières Sèche:

Le pourcentage de matière sèche dans le lait de brebis est de (15,6-00), ce qui est très élevé par rapport au lait de vache (10,19), ce dernier étant inférieur au pourcentage de matière sèche chez le lait de chèvre (11,4) et le lait de chamelle (11,97).

Les résultats de cette étude sont loin de ce que les chercheurs ont obtenu, (**Jaramillo et al; 2008**), où ils ont constaté que le pourcentage de matière sèche dans le lait de brebis est de (20% à 21%). (**Martini et al ; 2008**) ont trouvé de (17,57) qui est très proche de nos résultats (**Gelaise**

et al. 1999) Ils ont trouvé le pourcentage de matière sèche chez les chèvres (12,9-00), qui est proche des résultats obtenus(**Omar et al tjnay ;2009**) ce on trouvé que les taux de matières sèche de lait de chamelle et (10.9 qui est proche des résultat obtenu de matières sache du lait de vache .

La teneur en matière sèche du lait diffère également en conséquence). divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux(**Khaskhell et al; 2005**). Et stade de lactation (**Benqoumi et al.1994; Khaskeli et al.2005**), facteurs saisonniers, environnement, rang de lactation (**Yagil, 1998**)

III.1.8 Cendres:

La teneur moyenne en matière sèche totale des laits collectés . notons à travers l'étude que nous avons menée sur le lait de chamelle, de vache, de chèvre et de brebis que la valeur de cendre est plus élevée dans le lait de chèvre(12,42 g/l) par rapport au lait de vache (10,58g/l), (10,9) de brebis et de chamelle(10,36) et c'est le dernier, qui est considéré comme moins précieux que d'autres types de lait. Ces résultats supérieur selon la(**FAO;2013**) et ont constaté que taux de cendres dans le lait de vache(7g/l) est beaucoup plus élevée que celle dans le lait de chèvre de (0,8g/l) et(0,9) dans le lait de brebis .

Il est plus faible dans le lait d'animaux déshydratés. Cette variation paraît consécutive aux quantités de lait produites (**Elamin et Wilcox, 1992**) et au stade de lactation (**Farah, 1993**). La composition minérale du lait de chamelle est fort variable, elle dépend de l'alimentation et de l'état de déshydratation (**Alloui-Lombarkia et al ;2007**) .

III.2 Caractérisation de quleques présure d'origine animale

La caractérisation des extraits enzymatiques : présure cameline, caprine, ovine et bovine est mentionnée dans les tableaux ci-dessous.

III.2.1 Activité coagulante

Les résultats de l'activité coagulante sont représentés dans le tableau suivant

Tableau N°5 : activité coagulante des différentes présures sur les deux protocoles d'extraction enzymatique.

protocole	présure cameline	présure caprine	présure ovine	présure bovine
wongoh(1993)	35.9 UP	59.1 UP	46.4UP	39UP
valles et furet (1977)	44.5UP	24.9UP	31.6UP	26.2UP
valeur de(p)	0.66	0.445	0.279	0.297

P=0.005

L'extrait enzymatique obtenu à partir de la caillette cameline, caprine, bovin et ovine a permis l'obtention d'un temps de floculation entre de 1 seconde et 4 secondes sur un substrat Berridge. Cette fois, il nous a permis de calculer l'activité de coagulation

L'extraction enzymatique par le protocole de Wongoh pour la présure de cameline, de ovine et de bovin donne les résultats d'activité de coagulation suivants : 59,1 UP ; 46.4UP, 39UP respectivement), ce dernier est plus élevé par rapport à ceux extraits par le protocole Valles et furet, qui sont donnés par les valeurs suivantes (14.9, 31.2, 26.24UP).

A noter que l'activité de coagulation du coagulant de présure de caprine extrait selon le protocole de Wongoh est inférieure à celle de Valles et Furet.

Concernant la présure de cameline de valles et extrait de wongoh, ce résultat est proche avec celui obtenu (**Boudjenah, 2014**). Pour cette présure de wongoh elle est sélectionnée par (**Siborker,2005**) et (**Boudjenah, 2012**) tandis que la présure d'extrait de vache par le protocole Valles et furet est plus supérieure au chercheur (**Boudjenah et al 2011**). Grâce au protocole de présure de chèvre et à Wongoh, ce résultat est supérieur à ce qui a été trouvé par (**Colline ,2015**).

III.2.2 Force coagulation

Les résultats de Force coagulation sont représentés dans le tableau suivant

Tableau N°6 : Force coagulante des différentes présures sur les deux protocoles d'extraction enzymatique

protocole	présure cameline	présure caprine	présure ovine	présure bovine
wongoh(1993)	981.1US	1377.2US	908.4US	2137.7US
valles et furet (1977)	3333US	1410.1US	4013.3US	3409US
valeur de (p)	1.00	0.445	1.00	0

P=0.005

la force coagulation de la présure de cameline, caprine ,ovine et bovine extraite selon le protocole de valles et furet est (3333,1410, 4013.3 , 3409 respectivement)

ces valeurs sont largement supérieure à celle extraire par la protocole wongoh à partir,de donnée: (981.1) caneline ,(1377.2) caprine , (908.4) ovine, (2137.7) bovine l'extrait de présure cameline par wongoh est supérieure à celle par rapporte (**Sibouker,2007**) .par contre de l'extrait de présure caprine est inférieur à celle que trouvée par (**Boumediene ,2013**).

III.2.3 Taux de protéines

Les résultats de Taux de protéines sont représentés dans le tableau suivant

Tableau N°7 : taux de protéine des différentes présures sur les deux protocole d'extraction

protocole	présure cameline	présure caprine	présure ovine	présure bovine
wongoh(1993)	3.28	5.28	4.20	6.57
valles et furet(1977)	8.95	4.90	10.28	8.60
valeur de (p)	1.00	1.00	1.00	1.00

P=0.005

les résultats de taux de protiene de présure cameline, ovine ,bovine extait par valles et furet obteun les valeurs suivantes (8.95 mg/l, 10.28 mg/l, 8.60mg/l) ces valeurs sont plus élevées que celles de présure extaitenemt par wongoh qui sont par ordre (3.28mg/l),(4.20mg/l) ,(6.57mg/l).Concernant la présure coprine, les valeurs du deux protocole (wongoh et valles/furet) sont très prochent

La présure de caprine nos résultat, sont plus élevé de cette obtenu par (**Boumediene ,2013**) .ou remarque de notre résultat de présure cameline extrait selon wongoh est inferieure par(**Boudjnah et al, 2011**).mais de protocole valles et furet est supérieur à celle rapportée par(boudjnah 2014). Il y avait un augmentation de la teneur en protéine avec l'Age de cameline (**Boudjenah ,2011**)

III.2.4 Activité spécifique

Les résultats de l'activité coagulante sont représentés dans le tableau suivant

Tableau N°8 : Activité spécifique (UP/mg) des différentes présures sur les deux protocole d'extraiction .

protocole	présure cameline	présure caprine	présure ovine	présure bovine
wongoh(1993)	0.372 UP/mg	0.164 UP/mg	0.309 UP/mg	0.171 UP/mg
valles et furet(1977)	0.039 UP/mg	0.172 UP/mg	0.291 UP/mg	0.043 UP/mg
valeur de (P)	1.00	1.00	1.00	1.00

P=0.005

Des présure issu de caillettes de cameline et d'autre bovine.les rusltates montrer qu'il y une large difirence entre les deux protocole d'extaction. l'activité spécifique de présure caprine et présure ovine extrait selon le deux protocoles (wongoh ,valles et furt) , qu'il y un peu défironce entre aux , on observe la présure caprine extrait selon le protocole wongoh est faible par rapporte (**Boumediene ,2013**)

l'extrait de présure cameline par wongoh est supérieure a 'celle par rapporte (sibouker,2007) par contre de l'extrait de présure caprine est inferieur a 'celle que trouvée par (Boumediene ,2013).

III.2.5 Temp de coagulation

Temps de coagulation des présures de camelin , caprine , ovine et bovine sur les substrats (lait issu de camelin , de caprine,ovine et de vache). Les résultats sont illustrés dans les tableaux ci-dessous

Tableau N° 9:Temps des de coagulation présures cameline sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache

➤ **présure cameline**

	Wongoh(1993)	valles et furet(1977)	valeur de (P)
lait chamelle	118 s	106.33 s	0.171
lait chèvre	70 s	43 s	0.54
lait brebis	23.6 s	240 s	0.050
lait vache	312.6 s	162 s	0.049

P=0.005

Les mesure le temps coagulation à permis nous dit la présure cameline extrait par le protocole de valles et furet miellée que de wongoh sur les trois type de lait (chamelle, chèvre et vache:

on observe de lait de brebis avec le présure cameline extrait selon de protocole wongoh ,il y une courté temps de coagulants (23.6 S) par rapport de valles et furet

➤ **présure caprine**

Tableau N°10 :Temps des de coagulation présures caprine sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache

	Wongoh(1993)	valles et furet(1977)	valeur de (P)
lait chamelle	67.6 s	172 s	0.093
lait chèvre	64 s	49 s	0.268
lait brebis	26.6 s	65.66 s	0.086
lait vache	188 s	140 s	0.245

P=0.005

Le temps de coagulation de présure caprine extrait selon le protocole wongoh ;qui issus sur lait de vache, chèvre est plus élevé par rapport le protocole valles et furet en concerne le lait de chamelle et lait de brebis ,on remarque donnée une coure temps de coagulation par le protocole de wongoh à sont exprimée de (67.65) Lait chamelle et de (26.6S).lait brebis.

-Nous avons observé du lait de brebis avec de la présure de chamelle extrait par le protocole de wongoh il ya un temps de coagulation courte (23.6S)

➤ présure ovine

Tableau N° 11:Temps des de coagulation présures ovine sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache

	Wongoh(1993)	valles et furet(1977)	valeur de(P)
lait chamelle	126.3 s	93 s	0.045
lait chèvre	64 s	98 s	0.034
lait brebis	104 s	114.3 s	0.091
lait vache	1007 s	222 s	0.44

P=0.005

On observe une faible affinité du lait de vache avec cette présure extrait selon le protocole de wongoh, mais une forte affinité du lait de chèvre qui equivalent à ce temps de coagulation égale (64S)

➤ présure bovine

Tableau. N°12 :Temps des de coagulation présures bovine sur les échantillons prélevés du lait de chamelle,chèvre, brebis et vache

	Wongoh(1993)	valles et furet (1977)	valeur de(P)
lait chamelle	107.6 s	61 s	0.023
lait chèvre	27.6 s	56.6 s	0.044
lait brebis	33.3 s	103 s	0.033
lait vache	71.3 s	59.3 s	0.766

P=0.005

Pressure bovine extrait Selon le protocole valles et furet ,il à même affinité issus sur lait chamelle ,lait chèvre et lait vache est obtenu le résultat suivant (61S),(56.6S) ,(59.3 S) respectivement. Mais le lait de brebis est obtenu ,temps de coagulation (33.3s) plus court pour le protocole de wongoh .

On Conclut que exprinciples caractéristique de la présure des petits ruminants ne sont pas standard car ils sont affecté par plusieurs caractéristique, le genre , l'Age et les régimes alimentaire de l'animal utilise ainsi que les procédure de préparation .cependant, la variation de ces caractéristique affecte la qualité standard de la production fromage (**Ekaterini,2011**)

En plus de son effet conservateur, le sel dans le fromage exerce une influence majeure sur la composition du fromage tels que, microflore, taux de maturation, texture, saveur et qualité(**Guinée et Fox, 1993**).

Par ailleurs, on sait que lors de la coagulation du lait, il y a hydrolyse enzymatique plus ou moins importante, des caséines du lait avec libération de peptides. Ces peptides s'ils sont en grandes quantités confèrent aux fromages un goût amer (**Siboukeur et al 2005**)

III.2.Essai de fabrication de quelques types de fromage fais à coagulation enzymatique

- fais à base de lait de vache avec la présure ovine (protocole de valles et furet)



Figure 17: Fromage frais (FVO/FV).

Caractéristiques : rendement fromager est 9.95%, **texture** ; rugueuse , non tartinable ,pâteuse, dure ; couleur jaunâtre

- Fromage fais a base de lait de vache avec présure bovine(protocole de valles et furet)



Figure 18 : Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FVB/VF).

Caractéristiques : rendement fromager 12.9% , **texture :** rugueuse, sableuse , non tartinable ,pâteuse ; couleur :blanc

- **Fromage fais à base de lait de chèvre avec présure bovine** (protocole de Wongoh)



Figure 19 : Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCHB/W).

Caractéristiques : le rendement est 9.85%, **texture ;** rugueuse, non tartinable ,pâteuse, de colore blanc

- **Fromage fais à base de lait de chèvre avec présure cameline (protocole de valles et furet)**



Figure 20 : Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCHC/VF).

Caractéristiques : le rendement est 9.5%, **texture ;** un peu lisse, non tartinable , un peu pâteuse, de colore jaunâtre

- **.Fromage fais à base de lait de chamelle avec présure cameline (protocole de Wongoh)**



Figure 21 : Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCC/W).

Caractéristiques : le rendement est 8.4%, **texture** ; un peu lisse, tartinable , un peu pâteuse, un peu crémier,de colore blanc, cohésif.

- Fromage fais à base de lait de vache avec présure caprine (protocole de valles et furet)



Figure 22 : Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FVCP/VF).

Caractéristiques : le rendement est 7.6% , **texture** ; pâteuse ,non tartinable ,sableuse ,de colore blanc.

- Fromage fais à base de lait de chamelle avec présure ovine (protocole de Wongoh)



Figure 23 : Produit fini (fromage frais) pour la formulations (FCO/W).

Caractéristiques : le rendement est 11.25% , **texture** ; un peu crémée, un peu rugueuse ,un peu tartinable ,sableuse ,de colore blanc.

Conclusion

Cette étude consiste à comparer les caractéristiques de certains types de présure d'origine animale avec deux protocoles d'extraction et à tester la production de fromage frais à base de lait (lait de chamelle, lait de chèvre, lait de brebis et lait de vache) avec la présure de cameline, la présure de caprine et présure ovine et présure du bovine.

A travers cette étude, nous avons évalué les paramètres physicochimiques du lait de chamelle, le lait de chèvre, le lait de brebis et le lait de vache respectivement : pH (6.51 ± 0.03 , 6.6 ± 1.00 , 6.57 ± 0.01 , 6.57 ± 0.01), l'acidité titrable °D (23.33 ± 5.77 , 23.33 ± 5.77 , 36.67 ± 5.77 , 26.67 ± 5.77), densité (1.029 ± 0.00 , 1.032 ± 0.00 , 1.036 ± 0.00 , 1.032 ± 0.01), matière grasse % (3.40 ± 0.00 , 3.40 ± 0.00 , 3.90 ± 0.00 , 1.40 ± 0.06), l'extrait sec total % (11.97 ± 0.0 , 11.4 ± 3.01 , 15.6 ± 0.00 , 10.19 ± 0.00), cendres % (11.36 ± 0.1 , 12.42 ± 0.09 , 10.9 ± 0.00 , 10.58 ± 0.00), taux du protéines % (3.70 ± 0.06 , 3.60 ± 0.00 , 4.20 ± 0.00 , 3.50 ± 0.00) et lactose, 0.00 ± 5.50 % (0.06 ± 0.00 , 5.20 ± 6.30 , 0.06 ± 5.40).

A travers les résultats que nous avons obtenus dans cette étude en comparant le protocole, wongoh et Vales et furet. Nous voyons clairement qu'il n'y a pas de réponse complète à évaluer le protocole de wongoh au détriment du protocole de Vallis. Mais, les deux protocoles ont des caractéristiques spéciales dans chacune des caractéristiques requises dans ce processus.

on remarque que l'activité coagulante et la coagulation spéciale se présente au niveau de la présure de cameline par la protocole de Wongoh (1993), alors que par la protocole de valles et furet (1977) l'activité coagulante et la coagulation spéciale est élevée pour la présure de caprine. La valeur de protéine la plus élevée est celle de l'extraction de la présure bovine avec une valeur de 6.75mg/ml déterminée par le protocole de Wongoh (1993), alors que par le protocole de valles et furet (1977), la valeur élevée est celle de protéine de l'extrait des ovins. La force coagulation est grande dans l'extrait de la présure bovine avec 2137.7 par la protocole de wongoh(1993), on note une valeur élevée de 4015.3 pour l'extrait ovine. Le temps de coagulation diffère de présure à autre, on observe que ce temps est faible dans le lait ovine par rapport aux autres présures par la protocole de Wongoh(1993) en comparaison avec les mêmes présures par la protocole de valles et furet(1977) d'une part, aussi le temps de coagulation du lait chèvre est trop court par rapport à tous les autres types de présures extraites par les deux protocoles.

D'autre part, la caractérisation des présures coagulantes ont révélé : une force coagulante et taux de protéine qui extrait par le protocole de valles et furet (1977). Plus élevée de la protocole d'extraction de wongoh (1993). Concernant les résultats des activité coagulant par la présure cameline, la présure ovine et la présure bovine, sont représentées respectivement

(59.UP,(46.4UP),(39UP) par le protocole d'extraction wongoh cette valeur supérieur de les valeur donnée dans le méthode de valles et furet

Donc ,Les résultats obtenus montrent la possibilité d'utilisation de la présure caprine ,la présure cameline,la présure ovine et présure bovine dans la fabrication du fromage frais .

On peut conclure que les résultats obtenus semblent intéressants d'autant plus qu'ils montrent la possibilité d'obtention d'extraits enzymatiques (présure cameline et présure caprine ,présure ovine et présure bovine.) capables de coagulants le lait et entraine dans l'industrie fromagère en partant des pratiques traditionnelles. Ces extraits sont obtenus à partir de matières assez disponibles et inexploitable.

Références bibliographie

- Abbas S., Ashraf H., Nazir A., Sarfaz L.(2013). Physico-chemical analysis and composition of camel milk. The international research jornal. Vol 2, Issue No 2, 83-98.
- AFNOR. (1986). Association française de normalisation recueil des normes français, contrôle de la qualité des produits laitiers.3ème édition.647-651 PP .
- Akintayo, E.T. (1999). Effects of NaCl, ionic strength and pH on the foaming and gelation of pigeon pea (*cajanus cajan*) protein concentrates. Food Chemistry. 66, 51-56
- Alais C., (1984). Sciences du lait, principes des techniques laitières, 4 ème édition, SEPAIC, 818 p.
- Amiot J ., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpon R.(2002).Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait dans science et technologie du lait, transformation du lait, coordonné par CAROLE L.VIGNOLA. Fondation de technologie laitière du Québec Inc. Montréal Canada, p 1 .
- Anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci. 45, 408–420.
- Andren A, Roginski H, Fuquay J.(2002),Rennets and coagulants in Encyclopdia of daiy
- Arêas, J.A.G. & Alcocer, J.C. (1993). Effect of organic solvent and the lipid content on functionality of bovine lung protein isolates. Food Chemistry. 48, 285-290.
- Arntfield, S. D. (1996). Effects of divalent cations, phytic acid, and phenolic compounds on the gelation of ovalbumin and canola proteins in Parris N Kato N, Cramer L K and Pearce J, Macromolecular Interactions in Food Technology, Washington, American Chemical Society Symposium series. 650, 82-92.
- Azza M K., Salama O A., EL-saied K M. (2007).Changes in amino acids profile of camel milk protein during the early lactation. International Journal of Dairy Science,2 (3),p.226-234.²
- Badaoui , D. J .(2000). Contribution à la connaissance du lait de chamelle : Essai de caractérisation des protéines par Electrophorèse sur Gel de Poly-Acrylamide (PAGE).
- Bencharif A., 2001. Stratégie des acteurs de la filière lait en Algérie : états des lieux et problématiques. Option Méditerranéennes Série B, Etudes et Recherches 32 : 25-45
- Benguettaia H., Lemlem Y. (2013). Caractérisation physicochimique et biochimique du lait camelin collecté localement en mi de lactation. Mémoire demaster en sciences biologiques, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie.
- Benyahia. F,2013. Extraction de la pepsine et utilisation dans la coagulation du lait en vue d'une valorisation des proventricules de volailles au profit de la filière lait en Algérie, Doctorat en sciences, Université Constantine 1.119p .
- Berridge. N. J. (1945). The purification and crystallization of rennin. Biochemic Journal, 39, 179-186.

- Boland, M.J. (2002). Aqueous two-phase extraction and purification of animal proteins. *Molecular Biotechnology*. 20, 85-93.
- Boles, J. A. Rathgeber, B.M. & Shand, P.J. (2000). Recovery of proteins from beef bone and the functionality of these proteins in sausage batters. *Meat Science*. 55, 223-231.
- Bosset J O., Albrecht B., Badertscher R. (2000). Caractéristiques microbiologiques, chimiques et sensorielles de lait, de caillé et de fromage de chèvre de type Famlaggini (buexion, robiola) et Foermagella. Péd. LAIT. -France: C N R S. 95, Suppl 5 :546-580.
- Boudier et Luquet, (1981).Dictionnaire laitier .Technique et documentation lavoisier.Paris
- Boudjenah, H.; S. laleye; L.C.S. Chahra; M. M. Farida; S. A. saliha and M. abderrahmane. 2011. Comparative study of milk clotting activity of crude gastric enzymes extracted from camels' abomasums at different ages and commercial enzymes (rennet and pepsin) on bovine and camel milk. *J. Food Agric*. 301-310.
- Boujenah, H.,(2012) .Aptitude à transformation de lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires .thèse de doctorat en science Biologique , université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
- -Boumediene F .(2013).influence de quelques paramètres de production sur la qualité du lait de chèvre. Aptitude à la coagulation .Mémoire de Magister en science agronomique .ENSA El Harrache – Alger .
- Boumediene F .(2013).influence de quelques paramètres de production sur la qualité du lait
- Boumendjel M, Feknous N, Mekideche F, Dalichaouche, Feknous I,Touafchia L, Metlaoui N et Zenki R.2017. Caractérisation du lait de chèvre produit dans la region du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products* vol 5(N°2):12 .
- 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(2017) 492-506 .
- Bousnane, M. et Djadi, O. (2009). Caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Takammarite » de la région de Ghardaïa. Mémoire d'Ingénieur. Aissaoui Zitoun O. Université Mentouri-Constantine. Algérie.48p
- Brezovečki1, A., ČAGALJ, M., DERMIT, Z.F., MIKULEC, N., LJOLJIĆ, D.B., & ANTUNAC, N. (2015). Camel milk and milk products. *Mljekarstvo*, vol 65(2), 81-90.
- Brulé G., LENOIR J. et REMEUF F. (2006). La Micelle de Caséine et la Coagulation du Lait ; in : « Le fromage » éd. Eck et Gillis. Technique et Documentation, 3ème éd., Lavoisier, Paris.

- Carole L, 2002 : Science et technologie du lait - transformation du lait Ecole Polytechnique de Montréal.
- Cattaneo T.M. P., NIGRO F., MESSINA G. and GIANGIACOMO R. (1994). Effect of an enzymatic complex from pineapple pulp on the primary clotting phase. *Milchwissenschaft*, 49, 269–272.
- CAYOT P., et LORIENT D., (1998). Structures et techno-fonctions des protéines du lait. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 363 p
- Chanokphat P. (2005). Casein micelle structure: a concise review. *Journal of Science and Technology*, 1 (27), p 201-212.
- Cherfi , M.(2003). Potentialités laitières des chamelles (*Camelus dromedarius*) de la population Sahraoui. Mémoire d'ingénieur, Université de Ouargla.
- Chethouna ,F.(2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de magister. Université Kasdi Merbah Ouargla. Colostrum. *International J. Food Sci. Nutr.*, 52, p. 283-287.
- Chethouna F. (2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de magister. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Chibah A.(2011) .Extraction et caractérisation électrophorétique des protéines membranaires du globule gras du lait de chamelle, thèse magister en biologie , université Oran.
- Claverie-martín f. and VEGA-HERNÁNDEZ M.C. (2007). Aspartic Proteases Used in Cheese Making; In « Industrial Enzymes » ed Polaina and A.P. MacCabe, Springer
- Codex standard, Codex general standard for cheese, 1987.
- Coffman, C.W. & Garcia, W.W. (1977). Functional properties amino acid composition protein isolate from mug bean flour. *Journal of Food Technology*. 12, 473-484.
- Collin J C.(2015). Présures et coagulants de substitution .éditions Quae.78026 Versailles Cedex, France. ISSN 1952-1251.
- Cordeiro m., JAKOB E., PUHAN Z., PAIS M.S. and BRODELIUS P. (1992). Milk clotting and proteolytic activities or purified cynarases from *Cynara cardunculus*–comparison to chymosin. *Milchwissenschaft*, 47, 683–687.
- CourtetLeymarios F, 2010. Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse Doc Vet. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Cniel, 2006. Produit laitier. Maison de lait.
- Dalgleish D.G. (1997) The Enzymatic coagulation of milk. in *Advanced Dairy Chemistry V1 Proteins*. P.F. Fox Blackie and son Ltd. P579-619.

- Darine Selmane. Etude de l'extraction des protéines de coproduits d'abattage et de leur valorisation comme ingrédients fonctionnels. Alimentation et Nutrition. Université Blaise Pascal - ClermontFerrand II, 2010. Français. ffnNT : 2010CLF22038ff. fftel-00719205
- Daufin, G. Escudier, J.P. Carrere, H. Bérot, S. Fillaudeau, L. & Decloux, M. (2001). Recent and emerging applications of membrane processes in the food and dairy industry. Institution of Chemical Engineers.79, 89-102.
- De La Fuente, B. T., & Alais, C. (1975). Solvation of casein in bovine milk. Journal of Dairy Science, 58(3), 293-300.
- -Debouz, A., GUERGUER, L., HAMID OUDJANA, A., & HADJ SEYD, AEK. (2014). Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. Département de Biologie Revue El Wahat pour les Recherches et les Etudes. Vol 7 n°2 : 10 – 17 .
- Desmazeaud, M., & Spinnler, E. (1997). Laits et produits laitiers.
- Duteurtre G., Oudanang M K ., N'Gaba S H. (2005). Les bars laitiers de n'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte de colloques, Ressource vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad : 20-22 novembre, Paris X- Nante.
- Egitto A.S., GIRARDET J.M., LAGUNA L.E., POIRSON C., MOLLE D., MICLO L., HUMBERT G. and GAILLARD J.L. (2007). Milk clotting activity of enzyme extracts from sunflower and albizia seeds and specific hydrolysis of bovine kcasein. Int. Dairy J., 17, 816–825
- El Agamy E I.,Nawar M., Shamsia S M., Awad S.,Haenlein G F W.(2009). Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children ?Small Ruminant Research 82:1-9.
- El-Hadi Sulieman, A., Ilayan, A. A., El Faki ,A. E.(2006). Chemical and microbiological quality of Garris, Sudanese fermented camel's milk product. International Journal of Food Science and Technology, 41, 321-328.
- FAO, (1995) Le lait et produit laitiers dans la nutrition humaine .Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome
- FAO. (2002). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 5: laits fermentés. Collection FAO / Alimentation et Nutrition. 28,7p .
- FAO. 2017. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, statistiques 2017.Lait et produits laitiers .<http://www.fao.org/3/a-BO101f.pdf> .(date de consultation 25/02/2019).
- FARAH Z, (1996). Camel Milk Properties and Products. Swiss Centre for Development Cooperation in technology and Management, SKAT, Switzerland.

- FARAH, Z. (1993). Composition and characteristics of camel milk. *Journal of Dairy Research*, vol 60, 603-626 .
- FARKYE N.Y. (2004). Cheese technology. *Int. J. Dairy Tech.*, 57, 91-98
- FARO C., VERISSIMO P., LIN Y., TANG J. AND PIRES E. (1995). Cardosin A and B, aspartic proteases from the flowers of cardoon. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 362, 373-377
- Fox P F (1989) Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *Journal of Dairy Science* 72 1379–1400. Gu R X and Shen G (1991) Chymosin and its substitutes .
- FOX P.F., GUINEE T.P., COGAN T.M., and MCSWEENEY P.L.H. (2000). Chemistry Of Milk Constituents; In *Fundamentals of Cheese Science*, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD. 19-44.
- -Fredot . (2006) ‘Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la dietetique’, Tec et Doc, Lavoisier:, p. (397 pages).
- Gault, N. F. S. & Lawrie, R.A. (1980). Efficiency of protein extraction and recovery from meat industry by-products. *Meat Science*. 4, 167-190.
- Gonzalez-Mendez, N.F. (1990). Mise en œuvre d’un procédé de foisonnement en continu en échangeurs de chaleur à surface raclé. Thèse Université Blaise Pascal, France.
- Goursaud J., (1993).Coagulation enzymatique du lait In : Scriban R.(cood).Biotechnologie. Ed.Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 4ème éd, pp393-405.
- -Green M L., Valler M J., Kay J (1984). Assessment of the suitability for cheddar cheese making of purified and commercial chicken pepsin preparations. *Journal of Dairy Research*, 51: 331-340.
- Haddadin M S Y., Gammoh S I., Robinson R K.(2008). Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research* 75 (1), p. 8-12.
- Haluc, T. (1984). Emulsifying Capacity and stability of Goat, Waterbuffalo, Sheep and Cattle muscle proteins. *Journal of Food Science*. 49, 168-171.
- Harrati E., (1974) a. Le « Klila » Laboratoire de microbiologie, Institut National Agronomique d’Alger. pp 11-18.
- [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(62\)89406-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(62)89406-5)
- Isselnane S. (2014). Caractérisation chromatographique et électrophorétique de l'extrait coagulant issu de caillettes de dromadaires adultes. Mémoire de magister en science biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
- Jacob M, Jaros D and Rohm H (2011) Recent advances in milk clotting enzymes. *International journal of dairy technology* 64:14-33.

- Janhøj t. and QVIST K.B. (2010). The Formation of Cheese Curd; In Technology of Cheesemaking, 2nd ed.; Law, B. A., Tamime, A. Y., Eds.; Wiley-Blackwell: Oxford, U.K.; pp 98-129
- Jelen, P. Earle, M. & Edwardson, W. (1979). Recovery of meat protein from alkaline extracts of beef bones. Journal of Food Science. 44, 327-331
- Kappler S R., Heuberger C., Farah Z., Pahan Z. (2004) .Expression of the peptidoglycan recognition protein. PGRP. In the lactating mammary gland . Journal of Dairy Science. 29:1097-1102.
- KARRAY N., LOPEZ C., LESIEUR P., OLLIVON M, (2004). Dromedary milk fat: thermal and structural properties 1.Crystalline forms obtained by slow cooling. Lait 84, 399- 416
- Khaskheli, M., Arain, M. A., Chaudhry, S., Soomro, A. H., & Qureshi, T. A. (2005). Physico-chemical quality of camel milk. Journal of Agriculture and Social Sciences, 2, 164-166.
- Kula J., Dechasa T. (2016). Chemical Composition and Medicinal Values of Camel Milk. International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB) vol 4, Issue 4, 13-25. Online www.arcjournals.org.
- LABIOUI, H., EL-MOUALDI, L., BENZAKOUR, A., EL-YACHIOUI, M., BERNY, E., & OUHSSINE, M. (2009). Etude physico-chimique et microbiologique de lait crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, vol 148, 7-16
- Lahsaoui, S. (2009). Etude du Procédé de Fabrication du Fromage Traditionnel Klila. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie. Fahloul, D. Université de Batna. Algérie.
- Lambert L. (1999). agacé Louise et associées. Le lait de chèvre un choix santé. Les éditions de l'homme. Bibliothèque nationale du Québec. 105 pages.
- Lejaouen J C. (1990). La fabrication du fromage de chèvre fermier. Société de presse et d'édition ovine et caprine, Paris. 209 p.
- Lemouchi, L. (2007). Le fromage traditionnel Bouhezza : enquête dans la wilaya de Tébéssa et suivi de l'évolution des caractéristiques physicochimiques de deux fabrications. Mémoire d'ingénieur en Nutrition et Technologies Agro-Alimentaires. Aissaoui Zitoun, O. Université de Constantine 1. Algérie.
- Lenoir J., 1985. Les caséines du lait. Rev lait franç, 440 : 17-23
- Lenoir J., Remeuf, et Schneid N., 1985 : Le lait de fromagerie. In : Eck A. et Gillis J.C. Le fromage de la science à l'assurance- qualité. 3 e ed. Tec. Et Doc. Lavoisier.
- Lenoir J., Remeuf, et Schneid N., 1985 : Le lait de fromagerie. In : Eck A. et Gillis J.C. Le fromage de la science à l'assurance- qualité. 3 e ed. Tec. Et Doc. Lavoisier.

- 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 .
- LLORENTE B.E., BRUTTI C.B and CAFFINI N.O. (2004). Purification and characterization of a milk-clotting aspartic proteinase from globe artichoke (*Cynara scolymus* L). *J. Agric. Food Chem.*, 52, 8182–8198.
- LOW Y.H., AGBOOLA S., ZHAO H. and LIM M.Y.(2006). Clotting and proteolytic properties of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk. *Int. Dairy J.*, 16, 335–343.
- LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L. and RANDALL R.J. (1951). Protein measurement with F .
- -Mahaut M. (2003). Initiation à la technologie fromagerie techniques et documentation- Lavoisier, paris, 194p.
- Mahaut M., Jeantet R. et Brulé G., (2003). Initiation à la technologie fromagère. Paris, Lavoisier, Technique Et Documentation, Lavoisier, France ; Pp 24-102
- -Mahaut M., Jeantet R., Brule G. (2000). Initiation à la technologie fromagère. Ed. Tec et Doc., Lavoisier, paris, 194p.
- Masle I., Morgan F. (2001). Aptitude du lait de chèvre à l'acidification par les ferments lactiques - Facteurs de variation liés à la composition du lait. *Lait*, 81, 561-569.
- Masselot, A. (2005). Master de Nutrition et Sciences des Aliments, Extraction et valorisation des protéines des sous-produits animaux.
- -MATHIEU, J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Tec & doc-Lavoisier, 221p.
- Mathieu,J.(1998). Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris
- MCSWEENEY P.L.H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *Int. J. Dairy Technol.*, 57, 127-144.
- Medjour A.(2014). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). Mémoire de magister en biologie, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie
- Medouni Y., Omrane B. and Khader M., 2004. Etude du système d'élevage et du mode d'exploitation des parcours collectifs, cas de la zone Ain Oussara (Djelfa) Algérie. *SIHEAMOption Méditerranéennes. Série A*, 6 : 279-288

- MEHIDI Né BENGUELLA, N. (2015). Recherche de bactériocines produites par Les bactéries lactiques isolées du lait de chamelle. Mémoire de master en sciences agronomie, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen – Algérie
- MIETTON B., GAUCHERON F., and MICHEL S.F., 2004. Pp 471-583. Dans minéraux et produits laitiers de GAUCHERON F. Ed. Lavoisier, Tec et Doc, Paris.905p.
- Muehlhoff, E., Bennett, A., & McMahon, D. (2013). Milk and dairy products in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Nabetani, H. Abbott, P. & Kleiman, R. (1995). Optimal separation of jojoba protein using membrane processes. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 34, 1779-1788
- Nath, J.P. & Narasingarao, M.S. (1981). Functional properties of guar proteins. *Journal of Food Science*. 46, 1255-1259.
- Noordman, T. R. Ketelaar, T. H. Donkers, F. & Wesselingh, J. A. (2002). Concentration and desalination of proteins solutions by ultrafiltration. *Chemical Engineering Science*. 57, 693-703.
- Nouani A., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M. and Dadie A., 2009. Characterization of purified coagulant extract from artichoke flower (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*figus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheese in Algeria. *Journal of food technology*, 7 (1): 20-29.
- Nouani A., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M.M. et Dadie A., (2009). Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers (*Cynarascolymus*) and from the fig tree latex (*Ficuscarica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *J. Food Technol.*, 7: 20-29. *Nutrition*, 39p: 1-13 .
- Nuckles, R. O. Smith, D. M. & Merkel, R. A. (1990). Meat by-product protein composition and functional properties in model systems. *Journal of Food Science*. 55, 640-643.
- Ozimek, G. Jelen, V. Ozimek, L. Sauer, W. & McCurdy, S.M. (1986). A comparison of mechanically separated and alkali extracted chicken protein for functional and nutritional properties. *Journal of Food Science*. 51, 749-753.
- PARK Y.W., JU'AREZ M., RAMOS M., and HAENLEIN G.F.W (2007). Physicochemical characteristics of goat and s
- Pellerin P.(2001) « Mise au point Intérêt nutritionnel de lait de chèvre Connaissances actuelles et perspectives », *Ann Pharm Fr*, Masson, pp 51-62.
- Pointurier H., (2003) *La gestion matière dans l'industrie laitière*, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages) .

- Ragab, D.D. Elfadil, M. Babiker, E. & Eltinay, H.A. (2004). Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and or salt concentration. *Food Chemistry*. 84, 207-212.
- RAMPILLI M., LARSEN R. and HARBOE M. (2005). Natural heterogeneity of chymosin and pepsin in extracts of bovine stomachs. *Int. Dairy J.*, 15, 1130-1137
- RAPOSO S. and DOMINGOS A. (2008). Purification and characterization milk-clotting aspartic proteinases from *Centaurea calcitrapa* cell suspension cultures. *Process Biochem.*, 43, 139–144
- Rawlings ND, Tolle DP and Barrett AJ (2004) MEROPS: the peptidase database. *Nucleic acids research* 32:D160-D164.
- Remeuf F., Lenoir J., Duby C. (1989). Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Lait*, 69, 499-518.
- ROSEIRO L.B., BARBOSA M., AMES J.M. and WILBEY R.A. (2003). Cheesemaking with vegetable coagulants-the use of *Cynara L.* for the production of ovine milk cheeses. *Int. J. Dairy Tech.*, 56, 76–85.
- Roudj S., Bessada T A., Karam N E. (2005). Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, 400.
- SBOUI, A., KHORCHANI, T., DJEGHAM, M., & 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*, vol 05(2), 293 – 304
- Schuck P, Mahaut M, Jeantet R and Brulé G (2000) *Les produits industriels laitiers*, Lavoisier TEC et DOC Editions.
- Seboussi R. (2008). Métabolisme du sélénium chez le dromadaire. Thèse de doctorat en sciences agronomiques (SUPAGRO), Centre International d'études Supérieures
- Senoussi C. (2011) .les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du sud algériens : essais de séparation et caractérisation de la fraction protéose peptone ; thèse Magister, université Mouloud Mammeri 04.
- **Siboukeur O. (2011).** Potentiel nutritif du lait collecté localement à partir de chamelle « Population Sahraoui » : un atout pour la sécurité alimentaire de la population locale. Laboratoire « Protection des Ecosystèmes en Zones A rides et Semi-arides, université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 66-74.
- Siboukeur O., Mati A. et Hesas B. 2005 - Amélioration de l'aptitude à la coagulation du lait cameline (*camelus dromedarius*) : utilisation d'extraits enzymatiques coagulants

- gastriques de dromadaires. Cahiers agricultures vol. 14, n° 5, septembre-octobre.5(14), pp. 473- 478.olin phenol reagent. J. Biochem., 193, 265-275
- Siboukeur, O. (2007). Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique El-Harrach-Alger ,
 - Siboukeur,O.(2007).Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse Doctorat en Sciences Agronomique, EL-HARRACH-ALGER, 135p
 - SILVA FIGUEIREDO A.C. and PAIS M.S.S. (1990). Purification and partial characterization of milk clotting proteases from flowers of *Cynara cardunculus*. *Phytochemistry*, 29, 1405–1410.
 - SIMÕES I. and FARO C. (2004). Structure and function of plant aspartic proteinases. *Eur. J. Biochem.*, 271, 2067–2075.
 - SISAY, F., & AWOKE, K. (2015). Review on production, quality and use of camel milk in Ethiopia. *Journal of fisheries & livestock production*, vol 3, issue 3. Doi:10.417.2608.1000145
 - Smith, J. R., & McSweeney, A. (2007). Charitable giving: The effectiveness of a revised theory of planned behaviour model in predicting donating intentions and behaviour. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 17(5), 363-386.
 - SPSS. 1998. Statistical Package for Social Science. SPSS Inc. Chicago, Illions, USA
 - Swingle, G.R. & Lawrie, R.A. (1979). Improved protein recovery from somme meat industry by-products. *Meat Science*. 3, 63-73.
 - Tamate, H., McGillard, A.D., Jacobson, N.L., Getty, R., 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45, 408–420. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(62\)89406-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(62)89406-5)
 - Tamate, H., McGillard, A.D., Jacobson, N.L., Getty, R., 1962. Effect of various dietaries on the
 - VALLES E et FURET J P. Etude des caillettes des bovins à l'état ruminant pour l'obtention d'extraits coagulants à base de pepsine bovine ; méthodes d'extraction. *Lait*. 1977; 57: 601-618.
 - Veisseyre R. (1979). Technologie du lait. Maison rustique, 3ème édition, refondue de techniques laitières, 715 p.
 - VERÍSSIMO P., FARO C., MOIR A.J., LIN Y., TANG J. and PIRES E. (1996). Purification, characterization and partial amino acid sequencing of two new aspartic proteinases from fresh flowers of *Cynara cardunculus* L. *Eur. J. Biochem.*, 235, 762–768

- Vignola . C., (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait, fondation de tecknologie laitière du quaébec 1,12,14,15,p
- VIGNOLA C.L., (2002). Science et technologie du lait, transformation du lait. Presses internationales polytechnique, Québec; 608p.
- Wang J.C. & Kinsella, J.E. (1976). Functionnal properties novel proteins alfalfa leaf proteins. Journal of Food Science. 41:286-292.
- WANGO, J., FARAH, Z., & PUHAN, Z. (1993). Extraction of rennet and its comparison with calf rennet extract. Milchwissenschaft, vol 48, 322-325.
- Webster, J.D. Ledward, D.A. & Lawrie, R.A. (1982). Protein hydrolysates from meat industry by-products. Meat Science. 7, 147–157.
- Wehrmüller K ., Stephan R., (2007). produits au lait de chèvre et alimentation Agroscope Liebefeld-Posieux ALP Posieux, n° 28, Suisse.
- www.chimie-biochimie.umoncton.ca):
- Xiong, Y. L. Noel, D. C & Moody, W. G. (1999). Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysacchrides as affected by pH and salt. Journal of Food Science. 64, 550-554.
- Xiong, Y. L. Noel, D. C & Moody, W. G. (1999). Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysacchrides as affected by pH and salt. Journal of Food Science. 64, 550-554.
- Yagil ,R. (1982).Camels and camel milk.In Animal production and health paper n° 26. P. 169
- Zaller B. (2005). Le fromage de chèvre : spécificités technologiques et économiques. Thèse de Doctorat de l'Université de Paul-Sabatier, Toulouse. France. 78 :31-46.

Annexes

Annexe 01 : Réactifs

1/ Phénolphtaléine

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

1. Préparation de la solution:

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

1.1. Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) N/9

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

• Préparation de la solution

La préparation de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) N/9 se fait par dissolution de 4,445 g d'hydroxyde de sodium en pastilles dans un litre d'eau distillée. La préparation de cette solution doit être effectuée avec une grande précision.

1.2. Solution HCl 1N:

$$V_1 \cdot C_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$V_1 = C_2 \cdot V_2 / C_1$$

V_1 : volume de HCl concentré.

C_1 : concentration de HCl.

C_2 : concentration de HCl dilué.

V_2 : volume de HCl dilué.

Pour préparer 20 mL de solution HCl de 1N on prélève 17 mL de HCl concentré ajoute 18.3 mL on dilue par l'eau distillé jusqu'à 20 mL.

1.3. Solution NaOH 1N:

$$m = C \cdot V \cdot M$$

m : quantité NaOH (g)

c : concentration de NaOH g/l dilué

v : volum NaOH mL

M : masse molaire de NaOH.

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

Annexe 02

Préparation de solution de BSA

Préparer une solution à 100mg/l dans l'eau ultra-pure. Pour cela, préparer une solution à 1g/l et la diluer 10 fois avec l'eau ultra-pure. Aliquote en fractions de 10ml dans des tubes et les conserver au congélateur

Tableau 1 : Préparation de la solution étalon de la BSA

N°	S1	CS1	S2	CS2	S3	CS3	E	CE
D°1	0,097	7,027966 96	0,08	5,79626	0,101	7,317780 03	0,078	5,651354 88
D°2	0,069	4,999275 47	0,084	6,086074 48	0,111	8,042312 71	0,08	5,796261 41
D°3	0,084	6,086074 48	0,143	10,36081 73	0,119	8,621938 85	0,09	6,520794 09
C moyen ne		6,037772 3		7,414384 39		7,994010 53		5,989470 13

N°	S1	CS1	S2	CS2	S3	CS3	E	CE
D°1	0,447	32,386610 6	0,397	28,763947 3	0,382	27,677148 2	0,333	24,126938 1
D°2	0,389	28,184321 1	0,399	28,908853 8	0,386	27,966961 3	0,335	24,271844 7
D°3	0,38	27,532241 7	0,407	29,488479 9	0,37	26,807709	0,319	23,112592 4
C moyenn e		29,367724 5		29,053760 3		27,483939 5		23,837125 1

- ☐ Les tubes sont incubés à température ambiante pendant 30 min à l'abri de la lumière.
- ☐ Lire les D.O à 570 nm des 5 tube (s1 de à CE contre le blanc (tube N°)).
- ☐ Le tracé les de la courbe d'étalonnage de la D.O en fonction de la concentration en BSA.
- ☐ Pour détermination la concentration en protéine contenues dans l'extrait enzymatique brut.

Annexe 03

Extraction des enzymes coagulants cameline/ caprine/ ovine/ bovine par wongoh(1993)

3.1.préparation des solutions de macération de l'extraction par methode wongho

- ✓ Macération NaCl 21g + acide borique 7g pour 350 ml d'eau distillé dans b cher 500 ml avec l'abomasa sec de cameline et répété la même méthode avec caillette caprine et caillette ovine et caillette Bovine).
- ✓ Répétez le macération trois fois pour chaque présure
- ✓ La dure de macération pendant 3 jour .

Annexe 04

Extraction des enzymes coagulants cameline/ caprine/ ovine/ bovine par valles et furet(1977)

3.2. préparation des solutions de l'extraction par methode valles/furet

- ✓ maceration dans une solution HCL $V = [P \times 1.25 \text{ dans HCL } 0.2M]$
- exemple :maceration caillette bovine :

-p :73.2g (pois caillettes)

$$V_{HCL} = 73.2 \times 1.25 = 91.5ml$$

$$C_1.V_1 = C_{HCL}.V_{HCL}$$

$$V_{HCL} = C_1.V_1 / C_{HCL}$$

C_{HCL} : concentration de HCL

$$0.2 \times 91.5 / 11.8 = 1.55ml$$

$V_{HCL} = 1.55ml$ ON DILUE PAR L'EAU *DISTILLE* JUSQU'A 91.5ML.

Pendant 60min avec ag tation.

Preparation solution $Al_2(so_4)$ 1% et 5% Na_2SO_4

$$1.55(Al_2SO_4) = 100$$

$$X = 1$$

$$X = 1 \times 1.55 / 100 = 0.015ml$$

Na_2SO_4 (5%)

$$1.55 = 100$$

$$X = 5$$

$$X = 1.55 \times 5 / 100 = 0.075ml$$

Preparation Nacl sature : 35g dissou dan 100ml

(2p) $\text{NaCl} = 23.1 \cdot 2 = 46.2\text{g}$ 1(p/p) HCL d =(1.19)

$23.1 \text{=====} 100$

$X \text{=====} 1$

$X (\text{HCL}) = 23.1 \cdot 1 / 100$



Découpage en tranches



Maceration

Annexe 05

-Etape de fabrication de fromage



mesurer le pH



lait du filtré



Ajustement CaCL₂ et salage



chauffage du lait



Mouloge



Egouttage



Produite finale