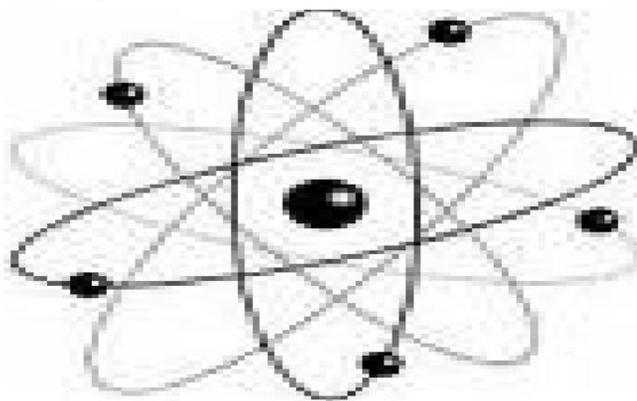




République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Med Khider Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie



Département des Sciences de la Matière
Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Chimie
Spécialité : Chimie Pharmaceutique



Mémoire de fin d'étude en Master
Intitulé :

***Étude Qualitative Et Quantitative Des Différents
Échantillons Du Lait (Naturels-Artificiels)***

Présenté par :

KETFI Randa

Devant le jury :

D.HARKATI

(M.C.A) Université Med Khider de Biskra

Président

A.FETTAH

(M.A.A) Université Med Khider de Biskra

Rapporteur

H.LARAOUI

(M.C.B) Université Med Khider de Biskra

Examineur

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciement



*Avant toute chose, je remercie « DIEU », le tout puissant,
pour m'avoir donné la force et la patience.*

*Ce travail a été réalisé au laboratoire de chimie à L'université
Mohamed Khider.*

*Je tiens à remercier du fond de mon encadreur Mme FETTAH
ASMA*

*Je la remercie tout particulièrement pour l'intérêt
qu'elle a porté à ce sujet, pour la confiance qu'elle m'a accordé
ainsi que pour les conseils qu'elle a su me prodiguer.*

*Je la remercie également pour avoir bien voulu apporter des
observations utiles et constructives lors de la rédaction de ce
manuscrit.*

*Je remercie ainsi Mme HARKATI DALAL , bien voulu me
faire l'honneur d'être présidé le Jury, également je remercie
Mme LARAOUI HABIBA pour d'être membre de jury de ce
mémoire.*

*Je voudrai aussi exprimer ma gratitude à toutes les personnes
dont l'aide et l'enthousiasme ont permis l'avancement de ce
travail, et en particulier aux enseignants du département de
la science de la matière et aux personnels du laboratoire de
chimie.*

*enfin je tiens à exprimé mon reconnaissance a tous mes amis
et collègues pour le soutien moral .*

RANDA



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*Avant tout, je remercie le grand dieu qui nous a aidés à
élaborer ce modeste
travail.*

*Je dédie également mes très chers parents qui m'ont guidé
durant les moments
les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes
côtés et ma soutenu
durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie
afin de me voir
devenir ce que je suis, merci mes parents.*

*A mes chères sœurs : SIHAM ,RANIA, HADJER et
SOUNDOUS*

A mes cher frères : AMAR , ALAA DINN et SIRADJ DINN

A tout ma famille

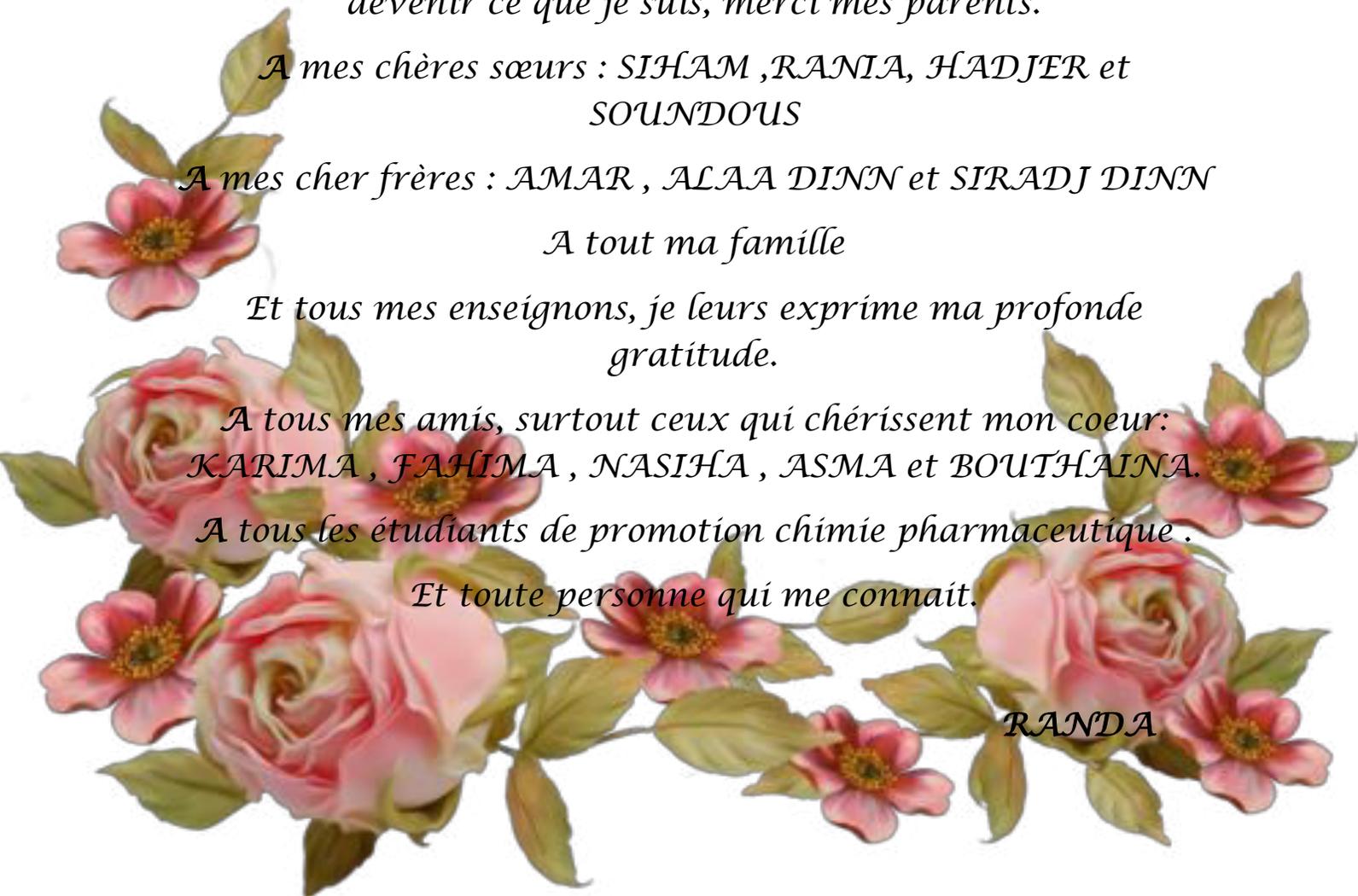
*Et tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde
gratitude.*

*A tous mes amis, surtout ceux qui chérissent mon coeur:
KARIMA , FAHIMA , NASIHA , ASMA et BOUTHAINA.*

A tous les étudiants de promotion chimie pharmaceutique .

Et toute personne qui me connaît.

RANDA



Liste des figures

Chapitre I

FIGURE	LE TITRE	PAGE
Figure I.1	Composition de la matière grasse du lait	8
Figure I.2	Représentation de la micelle de caséine avec sous-unités de SCHMIDT	9
Figure I.3	Les bactéries lactiques	16
Figure I.4	Différentes genres de moisissures de gauche à droite	17
Figure I.5	Les différentes bactéries infectieuses	18
Figure I.6	Les procédés d'obtention des devenir du lait	26

Chapitre II

FIGURE	LE TITRE	PAGE
Figure II.1	boite de lait UHT entier Candia	31
Figure II.2	boite de lait UHT entier Obeï	32
Figure II.3	boite de lait UHT entier Ramy	33
Figure II.4	boite de lait UHT entier Soummam	34

Chapitre III

FIGURE	LE TITRE	PAGE
Figure III.1	Etapes de séparation des principaux constituants du lait	42
Figure III.2	Etapes de caillage du lait	43
Figure III.3	Etapes d'extraction de caséine et matière grasse	44
Figure III.4	Etapes d'obtention de protéine et glucide	44
Figure III.5	Papier pH	45
Figure III.6	Test Biuret de caséine	47
Figure III.7	Test xanthoprotéique de caséine	48
Figure III.8	Test Biuret de protéine	48
Figure III.9	Test de lactose par la Liqueur de Fehling	49
Figure III.10	Étape de l'éluion	50
Figure III.11	Étape de révélation	51
Figure III.12	Etapes de réalisation de CCM des sucres	52
Figure III.13	Appareille spectroscopie infrarouge	53
Figure III.14	Etapes de préparation de fromage	55
Figure III.15	Etapes d'extraction de la caséine	57
Figure III.16	Etapes fabrication de la colle a la caséine	58

Chapitre IV

FIGURE	LE TITRE	PAGE
Figure IV.1	Caséine des différents échantillons	61
Figure IV.2	le rendement de caséine des différents échantillons exprimé (%)	61
Figure IV.3	Matière grasse des différents échantillons	62
Figure IV.4	le rendement de matière grasse des différents échantillons exprimé (%)	63
Figure IV.5	Protéine des différents échantillons	64
Figure IV.6	le rendement de protéine des différents échantillons exprimé (%)	64
Figure IV.7	Lactose des différents échantillons	65
Figure IV.8	le rendement de lactose des différents échantillons exprimé (%)	66
Figure IV.9	résultats de pH des différents échantillons	67
Figure IV.10	Résultat de test Biuret sur la caséine	68
Figure IV.11	Résultat de test xanthoprotéique	68
Figure IV.12	résultats de test émulsion des lipides	69
Figure IV.13	résultats de test biuret sur le protéine	70
Figure IV.14	résultats de test de réduction par la Liqueur de Fehling	71
Figure IV.15	Spectre IR de lactose obtenus de lait UHT entier	72
Figure IV.16	Spectre IR de lactose obtenus de lait vache et chèvre	73
Figure IV.17	Spectre IR de protéine obtenus de lait UHT entier	74
Figure IV.18	Spectre IR de protéine obtenus de lait chèvre et vache	74
Figure IV.19	Résultat de CCM de Lactose de lait entier UHT	75
Figure IV.20	Résultat de CCM de Lactose de lait de Vache et Chèvre	76
Figure IV.21	Fromage obtenue	77
Figure IV.22	Colle obtenue	78

Figure IV.23	Comparaison du lait entier de Candia	79
Figure IV.24	Comparaison du lait entier de Obei	79
Figure IV.25	Comparaison du lait entier de Ramy	80
Figure IV.26	Comparaison du lait entier de Soumam	80
Figure IV.27	résultat de lait de chèvre	81
Figure IV.28	Résultat de lait de vache	81

Liste des Tableaux

Chapitre I

TABLEAU	LE TITRE	PAGE
Tableau I.1	Composition chimique du lait	6
Tableau I.2	Composition lipidique du lait	7
Tableau I.3	composition saline du lait	11
Tableau I.4	Concentration des vitamines dans le lait	12
Tableau I.5	Les principaux caractères physiques et physico-chimiques du lait	15
Tableau I.6	Les principaux groupes bactériens du lait	19
Tableau I.7	Consommation de lait en Kg/habitant/ans dans le monde	25

Chapitre II

TABLEAU	LE TITRE	PAGE
Tableau II.1	Composition moyenne de lait UHT entier en g/l	30
Tableau II.2	Composition chimique de lait UHT entier Candia	31
Tableau II.3	Composition chimique de lait UHT entier Obeï	32
Tableau II.4	Composition chimique de lait UHT entier Ramy	33
Tableau II.5	Composition chimique de lait UHT entier Soummam	34
Tableau II.6	Composants de lait des différentes espèces	36
Tableau II.7	Caractéristiques des caséines caprines et bovines	37
Tableau II.8	Composition en lipides des laits de différentes espèces	37
Tableau II.9	Composition moyenne du lait en éléments minéraux majeurs de lait de vache et lait de chèvre	38
Tableau II.10	Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache et chèvre	39

Chapitre IV

TABLEAU	LE TITRE	PAGE
Tableau IV.1	Caractéristiques du caséine obtenue	60
Tableau IV.2	Caractéristiques du matière grasse obtenue	62
Tableau IV.3	Caractéristiques du protéine obtenue	63
Tableau IV.4	Caractéristiques du lactose obtenue	65
Tableau IV.5	Caractéristiques physico-chimique des échantillons	66
Tableau IV.6	Bandes caractéristiques de lactose	73
Tableau IV.7	Bandes caractéristiques de protéine	75
Tableau IV.8	Les valeurs de rapport frontal	76

Liste Des Abréviations et Symboles

C

Cal : calorie

cm : centimètre

CCM : Chromatographie sur couche mince

Cu₂O : oxyde de cuivre (I)

Ca²⁺ : ion de calcium

°C : degré Celsius

Ca(OH)₂ : Hydroxyde de calcium

D

°D : Dornic

E

EST : Extrait sec total

G

g : gramme

H

HNO₃ : acide nitrique

HCl : acide chlorhydrique

H₂SO₄ : acide sulfurique

I

IRTF : Infrarouge par transformation de Fourier

K

KBr : Bromure de Potassium

K⁺ : ion de potassium

Kg : kilogramme

M

Min : minimum

N

Na⁺ : ion de sodium

NH₃ : ammoniacque

Na₂CO₃ : carbonate de sodium

p

pH : Potentiel hydrogène

P_f : Point de fusion

P_{éb} : Point d'ébullition

R

R_f : Facteur de rétention

R : rendement

S

sol : solvant

sub : substance

T

TB : taux butyreux

U

UHT : ultra haut température

V

Vit : vitamine

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations et symboles

Introduction générale.....1



Chapitre I : Généralités sur le lait

I. Généralité sur le lait.....	4
I.1.Historique.....	4
I.2. Définition	4
I.3.Composition chimique du lait.....	5
I.3.1. Eau.....	6
I.3.2. Matières grasses.....	7
I.3.3. Matière azotée.....	8
I.3.4. Lactose.....	9
I.3.5. Minéraux.....	10
I.3.6. Vitamines.....	12
I.3.7. Enzymes.....	11
I.4. Propriétés physico-chimiques du lait.....	13
I.4.1. Masse volumique et densité du lait.....	13
I.4.2. Point de congélation.....	14
I.4.3. Point d'ébullition.....	14
I.4.4. Acidité du lait.....	14
I.4.5. Le pH.....	15
I.5.Les caractéristiques microbiologiques du lait.....	16
I.5.1. Flore originelle.....	16

I.5.2. Flore de contamination.....	17
I.6. Qualité organoleptique du lait.....	20
I.6.1. Consistance.....	20
I.6.2. Couleur.....	20
I.6.3. Odeur.....	20
I.6.4. Saveur.....	20
I.6.5. La viscosité.....	21
I.7. Différents types de lait.....	21
I.7.1. Lait cru.....	21
I.7.2. Lait traité thermiquement.....	21
1. Lait pasteurisé.....	22
2. Lait stérilisé.....	22
a. Lait stérilisé.....	22
b. Lait U.H.T. (Ultra haute température).....	22
3. Lait concentré.....	22
a. Lait concentré non sucré.....	22
b. Lait concentré sucré.....	22
4. Lait sec.....	23
5. Poudre de lait.....	23
6. Lait fermenté.....	23
I.8. Procédés de conservations.....	23
I.8.1. Par le froid.....	23
A) Réfrigération.....	23
B) Congélation.....	23
I.8.2. Par la chaleur.....	24
A) La pasteurisation.....	24
B) La stérilisation.....	24
I.9. Consommation du lait.....	24
I.10. La valeur nutritionnelle du lait.....	25
I.11. Procédés d'obtention des dérivés du lait.....	26

Chapitre II : Description des échantillons sélectionnés

II.1. Lait UHT.....	28
II.1.1.Historique.....	28
II.1.2.Définition	29
a. Lait UHT.....	29
b. Lait UHT entier	30
II.1.3. Types de lait UHT entier étudiés	31
a. Candia entier	31
a.1. Ingrédients	31
a.2. Compositions chimiques	31
b. Obeï entier.....	32
b.1.Ingrédients.....	32
b.2.Compositions chimiques.....	32
c. Ramy entier.....	33
c.1.Ingrédients.....	33
c.2.Compositions chimiques.....	33
d. Soummam entier.....	34
d.1.Ingrédients.....	34
d.2.Compositions chimiques.....	34
II.2. Lait naturel.....	35
II.2.1.Les différents types du lait naturel	35
A. Lait de Chèvre.....	35
B. Lait de Vache.....	35
II.2.2. Les différents composants du lait naturel.....	35
1. L'eau.....	36
2. Les Glucides.....	36
3. Les protéines.....	36

4. Les lipides.....	37
5. Les minéraux.....	38
6. Les vitamines.....	38
II.2.3.Les caractères physico-chimiques du lait de chèvre et du lait de vache.....	39

Chapitre III : Protocole Expérimental



III.1.Séparation des principaux constituants du lait.....	41
III.2.Caractéristiques physico-chimique des échantillons.....	45
III.2.1.Mesure le pH des différents types de lait.....	45
III.2.2. Mesure la densité des différents échantillon de lait.....	45
III.2.3.Mesure la température d'ébullition $T_{éb}$	46
III.3. Caractéristique des produits obtenues.....	46
III.3.1. Caséine.....	46
III.3.1.1.Test de Biuret.....	46
III.3.1.2.Test Xanthoprotéique.....	47
III.3.2. Lipide.....	48
III.3.2.1.Test émulsion des lipides.....	48
III.3.3. Protéine.....	48
III.3.3.1.Test Biuret.....	48
III.3.4. Lactose.....	49
III.3.4.1.Test de la Liqueur de Fehling.....	49
III.4. Analyse des produits obtenue	49
III.4.1. Contrôle de lactose par CCM.....	49
III.4.2. Analyse par spectroscopie Infra rouge (IR).....	52
III.5.Préparation de Fromage.....	54
III.6. Préparation de Colle.....	56

Chapitre IV : Résultats et Discussions



IV.1.Séparation des principaux constituants du lait.....	60
IV.1.1.Caséine	60
IV.1.2.Matière grasse.....	62
IV.1.3.Protéine	63
IV.1.4.Lactose	65
IV.2. Caractéristiques physico-chimique des échantillons.....	66
IV.3. Caractéristique des produits obtenues.....	68
IV.3.1. Caséine.....	68
IV.3.1.1. Test Biuret.....	68
IV.3.1.2. Test Xanthoprotéique.....	68
IV.3.2. Matière grasse	69
IV.3.2.1.Test émulsion des lipides.....	69
IV.3.3. Protéine soluble.....	70
IV.3.3.1. Test protéine (test Biuret).....	70
IV.3.4. Lactose.....	70
IV.3.4.1.Test de réduction par la Liqueur de Fehling.....	71
IV.4. Analyse des produits obtenues	72
IV.4.1. Analyse par spectroscopie Infra rouge (IR)	72
a. Lactose	72
b. Protéine soluble.....	74
IV.4.2. Analyse de lactose par Chromatographie sur couche mince.....	75
IV.5. Préparation de Fromage.....	77
IV.6. Préparation de Colle	78
Conclusion générale.....	83

Référence bibliographique

Annexes

Résumé

Introduction générale

Introduction

L'industrie alimentaire a connu une importante évolution favorable aux consommateurs, toujours à la recherche de produits de qualité adaptés à leurs besoins fondamentaux de santé et de sécurité. Aujourd'hui, pour conquérir de nouveaux marchés, l'industrie laitière doit maîtriser l'évolution qualitative de ses produits, les labellisés et obtenir ainsi la confiance de ses clients.

De tous les aliments, le lait est un aliment pratiquement complet, et celui qui se rapproche le plus d'un aliment idéal, il peut couvrir tous les besoins de l'organisme durant les premiers mois de la vie, il contient principalement tous les éléments nécessaires à la croissance et au développement harmonieux de l'organisme humain. Cette richesse et cette diversité de constituants font donc du lait sous toutes ses formes un des éléments de base d'un régime alimentaire équilibré.

Le lait est aussi un aliment essentiel et indispensable à notre alimentation, il constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérienne. En effet, l'Algérie est considérée le deuxième pays importateur de lait et produits dérivés après le Mexique dans le monde. Effectivement, aucun aliment ne contient autant de calcium indispensable au développement de l'enfant et de l'adolescent, autant de protéines biologiques, autant de graisses lactiques digestibles, de vitamines et de sels minéraux dans le lait U.H.T. Ainsi tous ces éléments de base font de lui un produit de base.

En fonction de divers traitements, les laits de consommation disponibles actuellement sur le marché algérien sont les suivants : le lait cru, le lait pasteurisé, le lait stérilisé, le lait stérilisé à Ultra Haute Température (U.H.T). Cependant, le lait peut faire l'objet d'un certain nombre d'altérations et de contaminations par des micro-organismes responsables d'intoxication ou de toxi-infection alimentaire: en effet, le lait s'il n'est pas seulement un aliment nutritif, il est souvent un milieu de culture idéal pour la croissance microbienne y compris les micro-organismes pathogènes pour l'homme dont l'ingestion peut causer différentes pathologies [1].

Donc, les consommateurs doivent être attentifs aux qualités sanitaires des laits. Ainsi, durant la traite, la collecte et les différentes étapes de transformation, le lait peut subir des

modifications des paramètres physico-chimiques et des contaminations microbiologiques pouvant constituer des risques sanitaires pour les consommateurs.

En Algérie, la filière lait est considérée comme étant la plus importante après la filière céréale où la consommation augmente de 950 millions de litres en 1970 à 3700 millions de litres en 1985 pour redescendre à 4.5 milliards actuellement.

Malgré l'évolution des processus technologiques qui assurent une certaine garantie hygiénique du lait, le consommateur reste très attaché au produit naturel et frais comme le lait cru, et le lait U.H.T. Depuis des dizaines d'années, tout le lait commercialisé est soumis au contrôle officiel de qualité. Ce contrôle fait l'objet d'une attention particulière et les exigences applicables à la commercialisation de ce produit sont déterminantes pour l'évaluation de sa qualité nutritive et hygiénique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre thème de fin d'études pour master 2 en chimie pharmaceutique. Intitulé : « **Etude qualitative et quantitative sur différents échantillons du lait (naturels-artificiels)** »

Le but de notre travail est de faire une étude comparative de la qualité et de la quantité des différentes échantillons de lait; lait entier UHT, lait de vache et lait de chèvre .

Ce travail est scindé en quatre chapitres :

- ✓ Le premier chapitre présente des généralités sur le lait (définition, composition, propriété, ...).
- ✓ Le deuxième chapitre consacré sur la description des échantillons sélectionnés [lait de vache, lait de chèvre, lait entier UHT (Candia, Obeï, Ramy, Soumam)].
- ✓ Le troisième chapitre présent le travail personnel (Extraction des produits, les tests, analyse par IR, contrôle par CCM, préparation de fromage et colle).
- ✓ Puis le quatrième chapitre renferme l'interprétation des résultats, nous exploitons les résultats obtenus.

Enfin nous achèverons ce travail par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

Chapitre I

Généralités sur le lait



I. Généralité sur le lait :**I.1. Historique :**

Pendant des millions d'années, l'homme vécut de chasse et de cueillettes qui lui procuraient, entre autres, de la viande, des œufs, du miel et du poisson.

Il y a environ 10000 ans, la découverte de l'agriculture et de l'élevage lui assurait une certaine sécurité alimentaire, un habitat fixe et ouvrait ainsi l'ère des grandes civilisations.

L'élevage des animaux laitiers qui date d'environ 8000 ans a ouvert des perspectives alimentaires chaque jour plus prometteuses.

Il est à noter que le culte du lait est imprégné de la vie religieuse de l'Inde ancienne. La conception de la sainteté de la vache était particulièrement puissante dans l'Antiquité en Egypte, en Iran et en Inde. On peut ainsi expliquer les tendances anti-carnivores et végétariennes de certains asiatiques.

En Europe, les moines, notamment les Bénédictins, sont au Moyen Âge les principaux producteurs de fromages : le pont l'évêque, le munster.

Les seigneurs revenant des croisades leur apportent des recettes d'Orient qui enrichissent leurs créations [2].

I.2. Définition :

- La définition adoptée par le 1^{er} congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908. pour le lait propre à la consommation de l'homme: « C'est le produit intégral de la traite totale. interrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. » [3].
- Le lait est 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 ultérieur [4].
- C'est un liquide de composition complexe, blanc et opaque, d'une saveur douce, d'une réaction ionique (pH) voisin de la neutralité. La fonction naturelle du lait est d'être un aliment exclusif des jeunes mammifères pendant la période critique de leur existence,

après la naissance, alors que la croissance est rapide et qu'il ne peut lui être substitué d'autres aliments. La grande complexité de la composition du lait répond à cette fonction [5].

I.3.Composition chimique du lait :

Le lait est plus qu'une boisson, c'est un aliment complet ou presque complet [6].

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E [7].

Tableau I.1 : Composition chimique du lait [48] :

Composants	Composition	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) + eau liée
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 microns)
Protéines	34	suspension micellaire
caséines	27	phosphocasinat de calcium (0.08 à 0.12 microns)
protéines solubles	5.5	solution (colloïdale)
substances azotées non protéiques	1.5	solution vraie
Sels	9	Solution ou état colloïdale
Constituants diverses vitamines, enzymes, gaz dissous	Traces	
Extrait sec (total)	127	
Extrait sec non gras	92	

I.3.1. Eau :

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 g par litre. En elle, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche [8].

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire, ce qui 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].

I.3.2. Matières grasses :

Les matières grasses du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène. Le tableau I.2 indique les proportions des différents constituants de la fraction lipidique du lait [9].

La matière grasse du lait est constituée pour plus de 98 % de lipides simples sous la forme de triglycérides (voir Tableau I.2) dont les acides gras proviennent en partie de la digestion de la matière grasse contenue dans la ration alimentaire, et en partie synthétisés dans la glande mammaire à partir de précurseurs. Les lipides complexes sont essentiellement constitués de phospholipides qui, par leurs propriétés émulsifiantes, concourant à stabiliser l'émulsion naturelle.

Tableau I.2 : Composition lipidique du lait [10].

Constituants	Proportion de lipides du lait (%)
Triglycérides	98
Phospholipidiques	1
Fraction insaponifiable	1

La structure du globule gras est fragile. La moindre altération de sa membrane notamment pendant les opérations de traite et transfert peut aboutir à une déstabilisation et se traduire par une induction de la lipolyse. Les acides gras libérés sont alors responsables d'un goût de rance. D'autres substances sont associées à faibles concentrations avec la matière grasse des stérols dont 0,3 % de cholestérol et des précurseurs de la vitamine D, des caroténoïdes dont la vitamine A et enfin la vitamine E [11].

Le taux de matière grasse ou taux butyreux (TB) est variable selon les conditions zootechniques[12].

La figure I.1 présente un globule gras du lait. La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligo-éléments et d'eau [13].

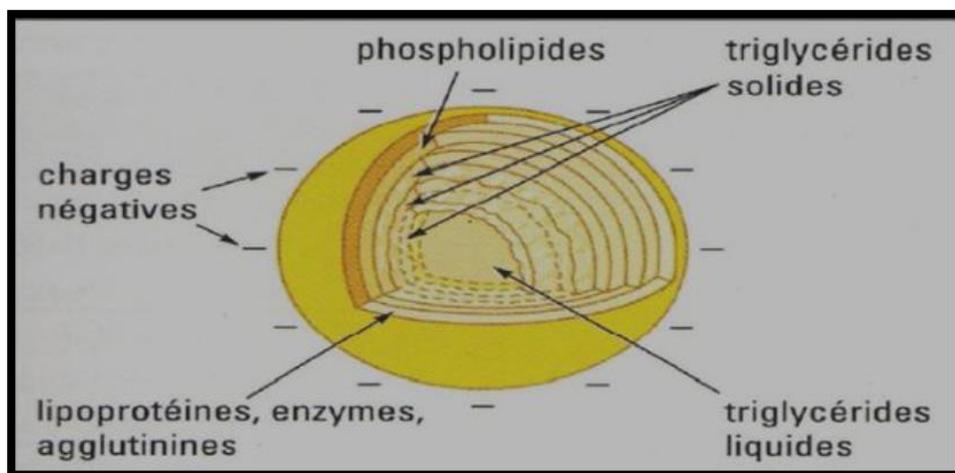


Figure I.1: Composition de la matière grasse du lait [13].

I.3.3. Matière azotée :

Les protéines sont des éléments essentiels un bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers [10].

La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques qui représentent respectivement 95% et 5% de l'azote minéral du lait [14]. Les protéines se répartissent en deux phases : une phase micellaire et une phase soluble. La phase micellaire représente la caséine totale (environ 80% des protéines du lait) du lait. Elle est formée par quatre protéines individuelles:

- Alpha-caséines ou caséines α_{s1} 36 % et α_{s2} 10 %
- Bêta-caséine ou caséine β 34 %
- Kappa-caséine ou caséine κ 13 %
- Gamma-caséines ou caséine γ 7 % (produits de la protéolyse de la β -caséine) [15].

Une micelle de caséine contient environ 92 à 93% de protéines, les caséines, et 8% de minéraux. La partie minérale de la micelle comporte 90% de phosphate de calcium et 10% d'ions citrate et de magnésium (2,9 % de Ca, 0,1% de Mg, 4,3% d'ions phosphate, 0,5% d'ions citrate) [6]. 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 [16]. Une propriété importante des micelles est de pouvoir être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation. Elle constitue le fondement de la transformation

du lait en fromage et en laits fermentés [17]. L' autre fraction protéique (environ 17%) du lait est présente dans le lactosérum. Les deux principales protéines sériques sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine [6].

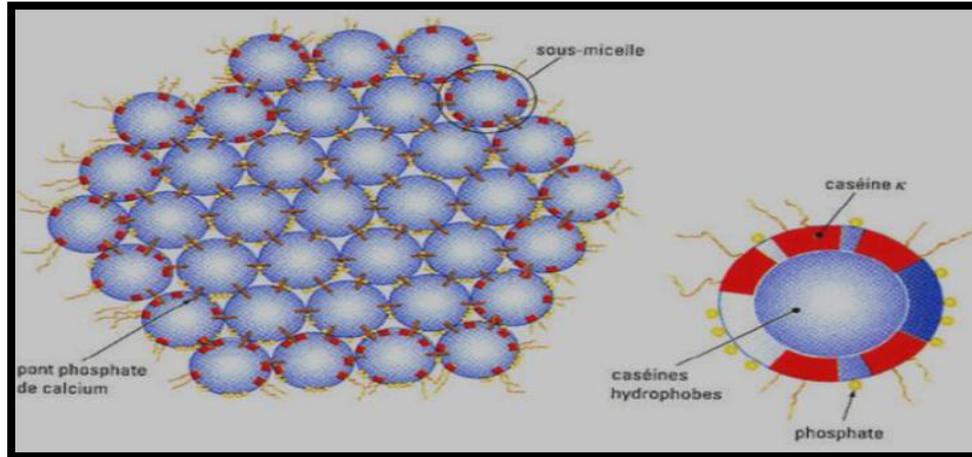
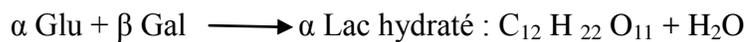


Figure I.2 : Représentation de la micelle de caséine avec sous-unités selon le modèle de SCHMIDT [50].

I.3.4. Lactose :

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose; en outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines. Ainsi, le lait contient près de 4.8% de lactose, tandis que la poudre de lait écrémé en contient 52% et la poudre de lactosérum, près de 70% [10]. C'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale. Sa teneur s'élève en moyenne à 50g par litre. C'est un disaccharide constitué par de l' α ou β glucose uni à du β galactose, ce qui est à l'origine de la présence de 2 lactoses [12]:



Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers [18].

- Fermentation lactique : due aux bactéries lactiques naturelles ou ajoutées (ferments lactiques) qui utilisent le lactose en le transformant en acide lactique. Cette fermentation

lactique est souvent accompagnée d'une production plus au moins grande de substances secondaires (ex. diacétyle) responsables de l'arôme des produits laitiers [19].

- Fermentation propionique : due aux bactéries propioniques qui transforment le lactose en acide propionique et en acide acétique responsables de la saveur des fromages à pâte cuite et en gaz carbonique induisant l'ouverture de ces fromages [12].

- Fermentation butyrique : par des bactéries du genre *Clostridium* qui utilisent l'acide lactique déjà produit en le transformant en acide butyrique, responsable d'odeurs putrides et de goût piquant, et en gaz carbonique et hydrogène. Ces substances induisent le gonflement tardif des fromages, en particulier à pâte cuite.

- Fermentation alcoolique : due à des levures qui hydrolysent le lactose en glucose et galactose et qui transforment ensuite le glucose en alcool éthylique. Cette fermentation est utilisée en particulier dans la fabrication du kéfir, boisson issue de la fermentation du lait, contenant peu d'alcool et légèrement gazeuse [20].

I.3.5. Minéraux :

La matière minérale du lait (7g à 7,5g/l) est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. Il est possible de doser les matières minérales ou cendres du lait par une méthode de calcination à 550°C [12].

Les minéraux sont présents, soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement biodisponibles. Les ions calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions [8].

Il existe un équilibre entre les formes solubles et colloïdales, d'une part, et entre les formes ionisées et non dissociées d'autre part. Cet état est précaire parce qu'il est sensible à divers facteurs, notamment au pH, à la température, et à la concentration ou à l'addition de calcium. Toute altération de ces équilibres modifie la stabilité du lait, notamment les propriétés de la caséine native.

En raison de la présence concomitante de lactose et de phosphopeptides (produits d'hydrolyse de la caséine), les minéraux sont, de tous les éléments du lait, ceux qui sont les mieux adsorbés

et retenus. A cet égard, le rapport calcium/phosphore (Ca/P) du lait de vache (voisin de 1,2), bien qu'inférieur à celui du lait maternel (voisin de 2,2), est de loin supérieur à celui des autres denrées alimentaires, faisant du lait une excellente source de calcium et un bon correctif des rations pauvres en calcium [21].

Tableau I.3 :composition saline du lait [11].

Composés minéraux		mmol/kg	g/kg
Cations	Na	17-28	0.391-0.644
	K	31-43	1.212-1.283
	Ca	26-32	1.043-1.283
	Mg	4-6	0.097-0.146
Anions	Chlorure	22-34	0.781-1.207
	Carbonate	2	0.120
	Sulfate	0.096	
	Phosphate	19-23	1.805-2.185
	Citrate	7-11	1.323-2.079
	Acides Organiques	2	
	Ester Phosphate	2-4	

I.3.6. Vitamines :

Les vitamines sont les substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteur dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. On les retrouve en très petite quantité dans les aliments [10].

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantités constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) en quantités variables dépendant de facteurs exogènes (race, alimentation, radiations solaires, etc.).

D'une manière générale, le lait ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques.

Cependant, il existe des laits sur le marché à teneur garantie en vitamines pour s'affranchir des facteurs exogènes. Ce sont surtout les vitamines A, B₁, B₂, qui constituent la valeur nutritive du lait [22].

Tableau I.4 : Concentration des vitamines dans le lait [23].

Vitamines	µg/ml
Vit A	30.0
Vit D	0.05
Vit E	88.0
Vit K	17.0
Vit B ₁	37.0
Vit B ₂	180.0
Vit B ₆	45.0
Vit B ₁₂	0.4
Vit C	1.7

I.3.7. Enzymes :

Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques[24], [25].

Dans les conditions normales, le lait contient une grande variété d'enzymes[26].

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes: les hydrolases, les déshydrogénases et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale[10].

Le rôle et l'importance des enzymes dans le lait, peuvent être résumés en trois points essentiels:

-Ce sont des facteurs de dégradation des constituants originels du lait ;

- Certaines enzymes jouent un rôle antibactérien et apportent une protection limitée au lait comme la lactopéroxydase et le lysozyme ;
- Certains enzymes sont utilisés comme indicateurs de qualité hygiénique [14].

I.4. Propriétés physico-chimiques du lait :

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité.

I.4.1. Masse volumique et densité du lait [10] :

La masse volumique, le plus souvent exprimée en gramme par millilitre ou en kilogrammes par millilitre, est une propriété physique qui varie selon la température, puisque le volume d'une solution varie selon la température, pour diminuer l'effet de la température on utilise souvent la densité relative (ou densité). Cette propriété se définit comme suit :

$$d \frac{T}{T} = \frac{m. v. d' une substance à une température T}{m. v. de l'eau à une température T}$$

Ou: $d \frac{T}{T} =$ densité relative

$m. v$: la masse volumique

T =température

En pratique, la masse volumique de l'eau est de 1000g/ml à 4° C et de 0.99823 g/ml à 20°C. La densité du lait à 15°C varie de 1,028 à 1.035 pour une moyenne de 1,032. Chaque constituant agit sur la densité du lait. On sait que la crème à 35% possède une densité de 0,996 et le lait écrémé, une densité de 1,036. Etant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1, plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en matières grasses, plus sa densité sera basse. De plus, les solides non gras ou SNG, ont tous une densité supérieure à 1. Par conséquent, plus la teneur en solides non gras est élevée, plus la densité du produit laitier sera élevée. On peut donc affirmer qu'un écrémage du lait augmentera sa densité et qu'un mouillage ou une addition d'eau la diminuera. La masse volumique est le quotient de la masse d'un certain volume de lait à 20°C. par ce volume, elle s'exprime en g/ml.

I.4.2. Point de congélation :

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure, puisque la présence de solide solubilisé abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait [27].

Il peut varier de -0.530°C à -0.575°C avec une moyenne à -0.555°C . Un point de congélation supérieur à -0.530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'un cryoscope [10].

I.4.3. Point d'ébullition :

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C . Cette propriété physique diminuant avec la pression, on applique ce principe dans les procédés de concentration du lait [1].

I.4.4. Acidité du lait :

L'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphates, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique.

L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$).

$1^{\circ}\text{D} = 0.1 \text{ g d'acide lactique par litre de lait.}$

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité $\leq 21^{\circ}\text{D}$. Un lait dont l'acidité est $\geq 27^{\circ}\text{D}$ coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est $\geq 70^{\circ}\text{D}$ coagule à froid [28].

I.4.5. Le pH :

Les différents laits ont une réaction ionique voisine de la neutralité. Le pH est compris entre 5,4 et 6,8. C'est la conséquence de la présence de la caséine et des ions phosphoriques et citriques, principalement. 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. [29]

Tableau I.5: Les principaux caractères physiques et physico-chimiques du lait [30]:

Caractères	Valeurs
PH à 20 °C	6,5 à 6,7
Acidité exprimée en degrés Dornic	16 à 18
Densité (g/l)	1028 à 1033
Chaleur spécifique à 15 °C	0,940
Point de congélation(°C)	-0,520 à -0,550
Point d'ébullition(°C)	100,17 à 100,15

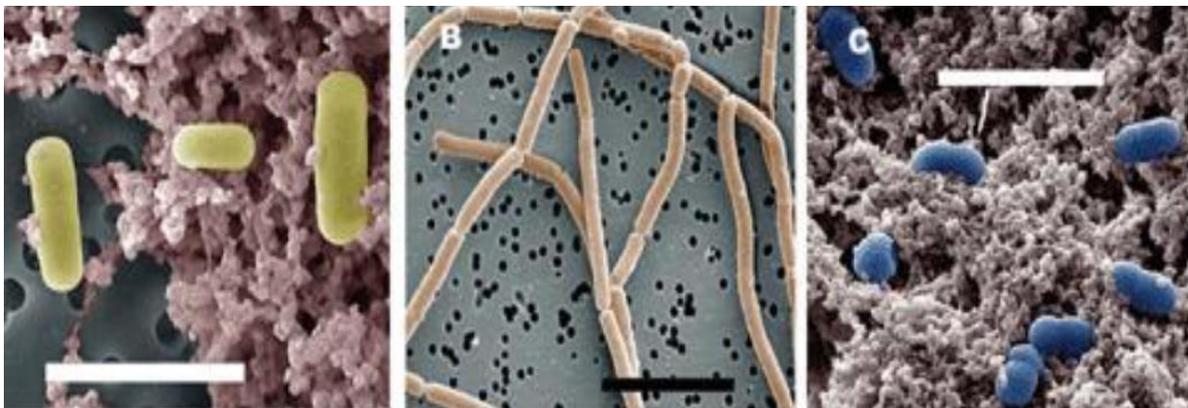
I.5. Les caractéristiques microbiologiques du lait :

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. De ce fait on trouve que le lait comporte une flore originelle et une flore de contamination.

I.5.1. Flore originelle :

Le lait contient peu de Microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes /ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques, lactobacilles. Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (Streptocoque pyogène, carynebactéries pyogènes, des staphylocoques) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale Salmonella, Brucella, et exceptionnellement listeria monocytogene, mycobactérie, Bacillus anthracis et quelque virus [31].

Les germes ordinaires de pis ne présentent pas de danger sanitaire mais peuvent se développer abondamment dans le lait. Les autres peuvent être responsables de maladies ou d'intoxication grave qui sont généralement limitées par la surveillance vétérinaire des animaux Producteurs [32]



A): *Lactobacillus helveticus*. **(B):** *Lactobacillus delbrueckii*. **(C):** *Lactococcus lactis*.

Figure I.3 : Les bactéries lactiques [51].

I.5.2. Flore de contamination :

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers:

- Fèces et téguments de l'animal : Coliformes, Entérocoques Clostridium. Salmonella.
- Sol: Streptomyces, Listeria, bactéries sporulés, spores fongiques.
- L'air et l'eau : Flores diverses, bactéries sporulés [31].

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers. On considère comme flore contaminante d'altération et pathogène du lait l'ensemble des microorganismes qui s'ajoutent au lait extrait du pis de la vache. Il semble que la contamination à l'étable soit la plus importante.

➤ **Flore d'altération :** Incluse dans la flore contaminante, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas* sp., les coliformes, soit principalement les genres *Echerichia* et *Enterabacter*, les sporulés telles que *Bacillus* sp., et certaines levures et moisissures.



(A): *Alternaria alternata* (B): *Penicillium pupurogenum* (C): *Clodosporium hebarum* (D): *Penicillium pupurogenum*.

Figure I.4 : Différentes genres de moisissures de gauche à droite [35]

➤ **Flore pathogène** : Comme la flore d'altération, la flore pathogène est incluse dans la flore contaminante du lait. La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources: l'animal, l'environnement et l'homme. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont: *Salmonella* sp, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella* et certaines moisissures [10].



Figure I.5 : Les différentes bactéries infectieuses [51].

Tableau I.6 : Les principaux groupes bactériens du lait [5].

	Groupes	Caractères
Bactéries «Gram +»	1-Bactéries lactique	Activité biologique : fermentation du lactose
	2-Microcoques	* Flore banale de contamination du lait * Activité enzymatique réduite
	3-Staphylocoques	* Anaérobies facultatifs , fermentent le lactose Exemple :Staphylococcies aureus * Développement dans le lait à 15°C pendant plusieurs heures
	4-Bacillaceae	* Mésophiles, inhibées à 45°C, * Absentes dans le lait cru et les produits laitiers qui n'ont pas été chauffés, *Responsables des altérations des laits insuffisamment stérilisés.
Bactéries «Gram -»	1-Entérobactéries.	* Des coliformes, fermentent le lactose * Leur présence est liée à une contamination fécale * Moins abondantes dans le lait par rapport à d'autres Gram (-), * Ces espèces résistent aux antibiotiques, se développent à des températures très différentes.
	2-Achromobactériaces	* Ces microorganismes forment l'essentiel de la flore psychrotrophe * Ne fermentent pas les sucres.
	3- Bactéries diverses.	Les plus importantes Pseudomonas véhiculées par les eaux non potables et brucella pathogènes.

I.6. Qualité organoleptique du lait :

Les critères physiques sont révélateurs de l'aspect général du lait. Toutefois, l'intérêt de ces critères pour l'évaluation de la qualité globale du lait demeure très restreint, à moins de ne suspecter des dénaturations ou des fraudes. C'est pourquoi, ils ne suffisent pas à eux seuls pour caractériser la qualité du lait [33].

I.6.1. Consistance :

Le lait normal est un liquide homogène mais avec le temps, la matière grasse se sépare et remonte à la surface pour y former la couche de crème.

I.6.2. Couleur :

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A, qui passe directement dans le lait [34] explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

I.6.3. Odeur :

Le lait normal n'a qu'une odeur faible, mais la présence de la matière grasse dans le lait lui confère une odeur caractéristique, Au cours de sa conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique [36].

I.6.4. Saveur :

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait, par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire [37].

I.6.5. La viscosité :

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée [38].

I.7. Différents types de lait :

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de « laits de consommation » qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle, organoleptique et leur durée de conservation. Ils peuvent être classés en deux catégories ;

- lait cru non traité thermiquement.
- lait traité thermiquement [39].

I.7.1. Lait cru :

Le lait cru recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle, soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant le transport dans le cas d'exploitations importantes, dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée [40]. Le lait doit provenir d'animaux sains, soumis à un contrôle vétérinaire, d'une préparation (traite, conditionnement, stockage) effectuée dans des conditions hygiéniques satisfaisantes [39].

I.7.2. Laits traités thermiquement :

Les laits (traités) industriels peuvent consister en une modification de composition (lait écrémé...etc) et en traitement thermique destiné à éliminer les éventuels germes pathogènes [31].

1. Lait pasteurisé :

La pasteurisation consiste à porter le lait à une température suffisante et pendant un délai pour détruire les bactéries pathogènes [41].

- La pasteurisation inactive la phosphatase du lait cru.
- Immédiatement après la pasteurisation, le lait doit être refroidi pour être ramené, dans les meilleurs délais à une température ne dépassent pas 6°C [36].

2. Lait stérilisé :

Selon le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait U.H.T définis en 1979. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation.

a. Lait stérilisé :

Le lait stérilisé est obtenu après 20 minutes de chauffage à 120 °C dans un emballage étanche [40]. Conditionné dans un récipient hermétiquement clos, étanche au liquide et au micro-organisme pathogènes [42], il peut se conserver très longtemps à température ambiante [31].

b. Lait U.H.T. (Ultra haute température) :

Le lait UHT est un lait de longue conservation, stérilisé par upérisation à haute température. Le lait UHT, à un bon goût et n'est guère modifié, il peut se conserver plusieurs mois à une température ambiante [43].

3. Lait concentré :

La stabilisation du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau, on y parvient par élimination partielle de l'eau et l'addition de sucre [39].

a. Lait concentré non sucré :

Ces laits ne doivent contenir qu'un nombre restreint de micro-organismes (cinq ou plus par ml) et doivent rester stables après incubation [44].

b. Lait concentré sucré :

Le lait concentré sucré est le produit d'une concentration partielle du lait suivie d'une addition de sucre [45].

4. Lait sec :

Le lait sec destiné à l'alimentation humaine contient :

- moins de 250 000 bactéries aérobies mésophiles par gramme.
- moins de 5 bactéries coliformes par gramme [44].

5. Poudre de lait :

Selon la législation sur les aliments et drogues du Canada, les poudres de lait sont des produits résultant de l'enlèvement partiel de l'eau contenant dans le lait. On répartit les poudres de lait en trois catégories : la poudre de lait entière, la poudre de lait partiellement écrémée et la poudre de lait écrémée [45].

6. Lait fermenté :

Les laits fermentés sont des laits entiers légèrement concentrés [45].

I.8. Procédés de conservations :**I.8.1. Par le froid :**

Actuellement, le froid est un moyen très pratique de conserver les aliments. tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques.

A) Réfrigération:

La réfrigération est une technique de semi conservation, et consiste à placer les denrées dans une enceinte maintenue vers +5°C. Cette température freine les développements des germes mésophiles par contre le traitement est sans effet sur psychrophiles, qui se développent à la température de réfrigération [46].

B) Congélation :

C'est un procédé physique qui a pour but la conservation prolongée par le froid. Les produits alimentaires sont conservés à -40°C, il est très important que le lait destiné à être conservé

par le froid soit de bonne qualité hygiénique.

Le but d'emploi du froid est souvent d'inhiber, retarder ou arrêter d'une part les réactions enzymatiques dans le produit alimentaire et d'autre part la croissance des micro-organismes. En résumé, le froid constitue un moyen important de conservation du lait [46].

I.8.2. Par la chaleur :

Contrairement à l'action du froid, La chaleur permet de détruire les microbes et non d'inhiber simplement leur développement. D'autre part, elle vise à détruire les enzymes qui peuvent impliquer la détérioration du lait. Ce qui permet l'amélioration de la qualité du lait.

A) La pasteurisation :

C'est un processus de traitement thermique qui vise à détruire certains micro-organismes présents dans un produit, alors que le processus de pasteurisation consiste à chauffer l'aliment jusqu'à une certaine température, souvent inférieure à 100°C, elle est employée pour les aliments qui nécessitent uniquement la destruction des germes pathogènes ou toxigènes.

B) La stérilisation :

Elle vise la destruction totale des micro-organismes et des spores présents dans le produit.

La stérilisation consiste à chauffer le produit alimentaire au-delà de 100°C pour lui assurer une conservation prolongée [47]. Pour cette raison, le traitement de « stérilisation » vise, en pratique, à obtenir un produit restant stable au cours d'une longue conservation (de 5 à 6 mois).

I.9. Consommation du lait :

Le lait joue un rôle essentiel dans notre régime alimentaire journalier puisqu'il est consommé en grande quantité sous forme de lait de consommation, de produits laitiers variés et dans les préparations diverses (Conserve, Crèmes glacées.etc) [6].

Tableau I.7 : Consommation de lait en Kg/habitant/ans dans le monde [52].

Pays	Consommation du lait en Kg/habitant/ ans
Afrique	36.4
Amérique du nord	198.1
Amérique du sud	116.2
Asie	42.1
Europe	205.3
Océanie	196.4
Monde	78.4

I.10. La valeur nutritionnelle du lait :

Le lait possède une valeur énergétique de 700kcal/litre. La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatale [49]. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments ; on le considère donc comme un aliment de forte densité nutritionnelle. Le lait n'est cependant pas un aliment parfait car il ne contient pas à l'état naturel de fibres et que son contenu en certains nutriments, dont le fer et la vitamine D, demeurent relativement faibles.

Le lait et les produits laitiers constituent un des quatre grands groupes reconnus d'une alimentation saine. Ces recommandations reposent surtout sur le fait que le lait et les produits laitiers constituent une bonne et excellente source de certains nutriments pour la santé, autant en ce qui concerne la croissance normale des enfants que le maintien en santé et la prévention des maladies à tout âge de la vie. Par ailleurs, les concentrations ou l'intégrité de ces mêmes nutriments peuvent subir des modifications à la suite des différents traitements industriels appliqués au lait [1].

I.11. Procédés d'obtention des devenir du lait :

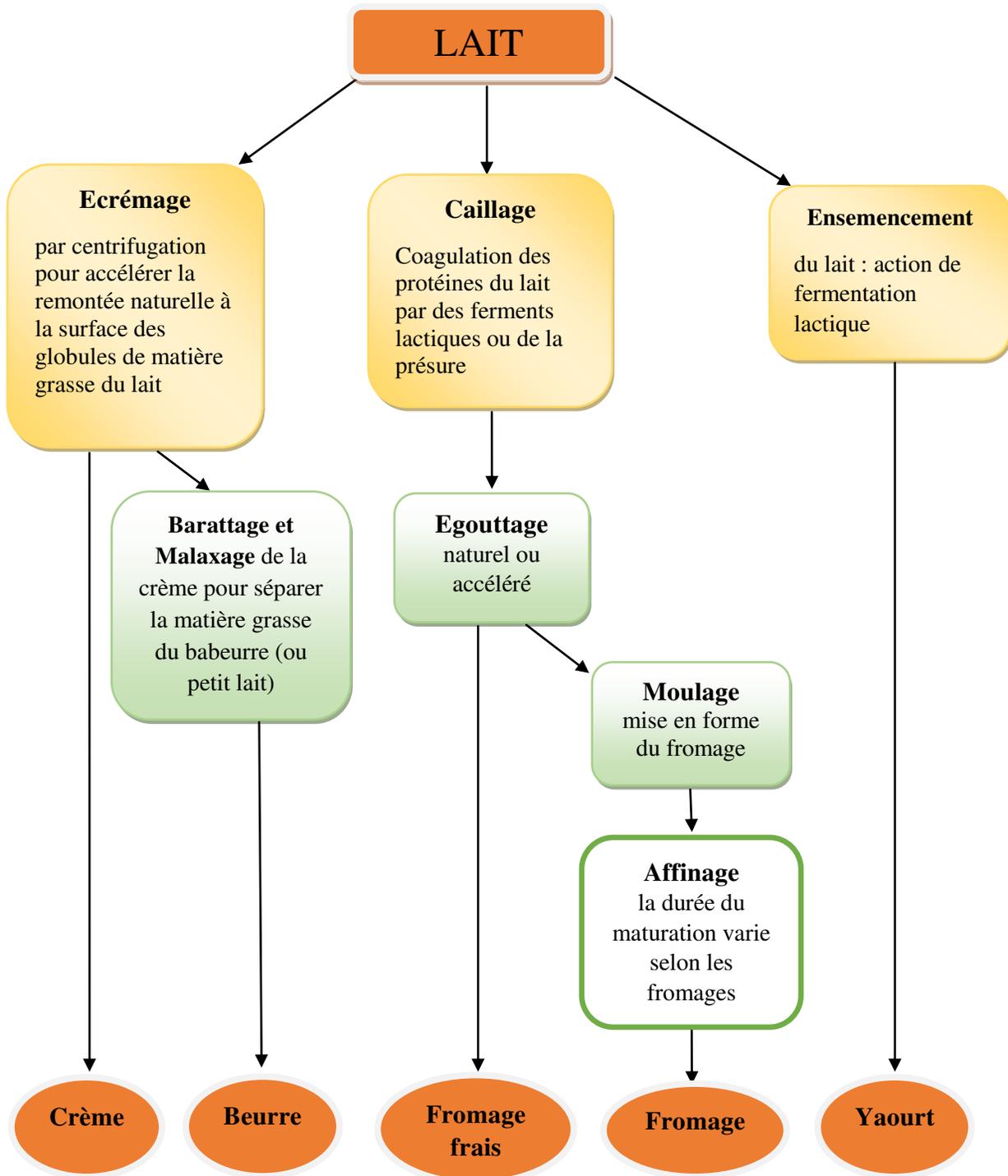


Figure I.6 : Les procédés d'obtention des devenir du lait

Chapitre II

Description des échantillons

sélectionnés



II.1. Lait UHT

II.1.1. Historique :

En 1962, la première chaîne de traitement U.H.T avec conditionnement aseptique en carton démarrait à vu le jour en Suisse. Par la suite, le procédé est adopté dans les autres pays au cours des années 60. En termes de conservation, il présentait des avantages décisifs sur la pasteurisation et sur le plan organoleptique, se traduisait par un net progrès par rapport au lait stérilisé. Le traitement U.H.T (ultra haute température) avait été mis au point en Suisse en 1991 et avait cependant bouleversé le mode de conditionnement et de distribution du lait mais son intérêt économique se manifeste quand cette technique fut associée au conditionnement en carton développé par la société suédoise Tétra pack. Le traitement U.H.T permet aujourd'hui de conserver trois mois le lait à température ambiante alors que le lait pasteurisé, qui doit être entreposé au froid, ne se conserve que quelques jours. Par rapport au lait stérilisé, l'avancée est qualitative car le goût de cuit est sensiblement atténué. Mais ce sont les laiteries et les distributeurs qui sont les principaux bénéficiaires du procédé car ils ne sont plus contraints d'assurer un transport frigorifique et un stockage au froid, d'où des gains conséquents.

En fait, la méthode U.H.T, dénomination réglementée par un décret de 1977 imposant un conditionnement aseptique, n'est autre qu'une stérilisation ultracourte du lait en flux continu. Le lait est soumis pendant une durée de deux à quatre secondes à une température comprise entre 140°C et 141°C, la brièveté du traitement thermique permet de limiter la perte organoleptique tout en assurant une stérilisation complète.

II.1.2.Définition :

a. Lait UHT :

Le lait UHT se répand, il est blanc, à bon goût et n'est guère modifié, comme le lait pasteurisé, il peut se conserver plusieurs mois à une température ambiante [43].

Le lait stérilisé UHT a été défini comme Suit :

- Le lait stérilisé et le lait UHT sont des laits soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction ou à l'inhibition totale des enzymes, des micro-organismes et de leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer le lait ou le rendre impropre à la consommation.

Le lait stérilisé UHT est le lait dont la conservation est assurée par l'emploi successif de deux techniques suivantes :

- Traitement par procédé de chauffage direct ou indirect, en flux continu, appliqué en une seule fois de façon ininterrompu, pendant un temps très court (1 -3 secondes), à une température d'environ 140°C.

- Conditionnement aseptique dans un contenant stérile hermétiquement clos, aux liquides et aux micro-organismes et permettant de soustraire le lait à toute influence défavorable de la lumière [52].

Ce traitement permet de mieux préserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques originelles du lait. Sa DLUO est de 120 jours. Cette limite de conservation est imposée pour des problèmes de stabilité physico-chimique liés à des phénomènes de précipitation, floculation et gélification dus à une protéolyse ménagée des caséines par la plasmine résiduelle ou des protéases microbiennes très thermorésistantes.

Le traitement U.H.T consiste à chauffer le lait à un débit continu à une température d'au moins 132°C pendant quelques secondes, le refroidir à la température ambiante et à l'emballer aseptiquement [45]. Il permet une conservation longue du lait à température ambiante pendant plus de trois mois.

b. Lait UHT entier :

Sa teneur en matière grasse est de 2,8% au minimum (28 g de matière grasse au minimum par litre de lait) [53].

Tableau II.1: Composition moyenne de lait UHT entier en g/l [54].

Constituants	Lait UHT entier g/l
Eau	878
EST	122
Azote totale	5
Protéines	31.9
Lipides	35.4
Glucides	44.7

II.1.3. Types de lait UHT entier étudiés :

a. Candia entier :



Figure II.1 : boîte de lait UHT entier Candia

a.1. Ingrédients :

Eau , poudre de lait écrémé , matière grasse laitière .

a.2. Compositions chimiques :

Tableau II.2: Composition chimique de lait UHT entier Candia :

Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 ml	
Valeur énergétique	233 KJ (56 Kcal)
Lipides (matières grasses)	2.8 g min
Glucides	4.5 g
Protéines	3 g
Calcium	110 mg

b. Obeï entier:



Figure II.2 : boîte de lait UHT entier Obeï

b.1. Ingrédients :

eau traitée , poudre de lait entier , additifs alimentaires: protéines de lait , émulsifiant :
lécithine de soja (SIN 322).

b.2. Compositions chimiques :

Tableau II.3 : Composition chimique de lait UHT entier Obeï :

Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 ml	
Valeur énergétique	208 KJ (63 Kcal)
Lipides (matières grasses)	3.5g min
Glucides	4.6 g
Protéines	3.1 g
Calcium	118 mg

c. Ramy entier :



Figure II.3 : boîte de lait UHT entier Ramy

c.1. Ingrédients :

eau , poudre de lait 26% , poudre de lait 0%.

c.2. Compositions chimiques :

Tableau II.4 : Composition chimique de lait UHT entier Ramy :

Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 ml	
Valeur énergétique	235 KJ (58 Kcal)
Lipides (matières grasses)	2.8g min
Glucides	4.5 g
Protéines	3.2 g
Calcium	119 mg

d. Soummam entier :



Figure II.4 : boîte de lait UHT entier Soummam

d.1. Ingrédients :

eau , poudre de lait entier , poudre de lait écrémé .

d.2. Compositions chimiques:

Tableau II.5 : Composition chimique de lait UHT entier Soummam :

Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 ml	
Valeur énergétique	235.8 KJ (56.4Kcal)
Lipides (matières grasses)	2.6g min
Glucides	4.8 g
Protéines	3 g
Calcium	115 mg

II.2. Lait naturel :

II.2.1. Les différents types du lait naturel :

A. Lait de Chèvre :

- **Définition :**

Le lait est un liquide physiologique complexe sécrété par les mammifères et destiné à l'alimentation du jeune animal naissant [55].

Le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse (sérum) comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéines du lactosérum, ... etc.), les autres sous forme colloïdale (caséines) [56]. En raison de l'absence de β -carotènes, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache [57], blancheur se répercutant sur les produits laitiers caprins. Le lait caprin a un goût légèrement sucré [58]. Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache [59][60].

B. Lait de Vache :

- **Définition :**

Le lait de vache est plus qu'une boisson, c'est un aliment complet qui contient des protéines, des lipides, des glucides et des minéraux, mais il contient aussi des vitamines à des concentrations tout à fait satisfaisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire [61] [62].

II.2.2. Les différents composants du lait naturel :

La composition du lait varie d'une espèce animale à une autre le (tableau II.6) donne la composition chimique des différents mammifères.

Tableau II.6 : Composants de lait de différentes espèces [1] [5].

Eléments en g/l	Vache	Chèvre
Eau	900-910	900
Extrait sec total (EST)	125-135	140
Matières grasses	35-45	45-50
Matières protéiques	30-36	35-40
Caséines	27-30	30-35
Protéines solubles	4-5	6-8
Matières minérales	7.5-8.2	8-10
Lactose	40-50	40-45

1. L'eau :

Le lait de chèvre est constitué de 87% d'eau [1]. L'établissement d'un comparatif entre le lait de chèvre et de vache montre peu de différence. Ces laits se caractérisent respectivement par 87,5, 87,7g d'eau pour 100g de lait analysé [63].

2. Les Glucides :

La teneur moyenne en lactose d'un lait normal de chèvre est d'environ 50 g/l [64]. Dans le lait de vache, les glucides sont représenté essentiellement par le lactose, qui est synthétisé dans la glande mammaire [65]. et qui représente environ 97% des glucides totaux du lait [66].

3. Les protéines :

La fraction protéique du lait se trouve dans la phase aqueuse, soit à l'état «soluble» (protéine de lactosérum), soit à l'état de suspension colloïdale (micelle de caséines) [55].

On les classe en deux catégories, d'après leur solubilité dans l'eau :

- Les caséines : (α -S1B, α -S2A, β -A2, κ) qui sont en suspension colloïdale se regroupent sous forme de micelles.
- Les protéines de sérum : (bêta-lactoglobuline, alpha-lactalbumine) qui se retrouvent sous forme d'une solution colloïdale (**tableau II.7**).

Tableau II.7 : Caractéristiques des caséines caprines et bovines [55].

Caséines	α S1		B		α S2		K	
	C	V	C	V	C	V	C	V
C= chèvre V= vache								
Acides aminés	199	199	207	209	208	207	171	169
% de la caséine totale	10	38	48	38	20	11	22	13
Groupements phosphate	7/9	8/9	5/6	5	9/11	10/3	2/3	1/2

4. Les lipides :

Le lait de chèvre est pauvre en carotène et donc, peu coloré par rapport aux autres laits, il est plus riche en acides gras à 10 atomes de carbone et présente un pourcentage plus élevé de petits globules gras que le lait de vache, il ne contient pas d'agglutinines et présente une activité lipasique plus faible que le lait de vache [57].

Tableau II.8 : Composition en lipides des laits de différentes espèces [57].

Composition (%)	Chèvre	Vache
Triglycérides	95	98
Glycérides partielles	3	0.5
Cholestérol	0.4	0.3
Phospholipides	1	0.9
Acides gras libres	0.6	0.4

- Les triglycérides

Les triglycérides représentent de 95 à 98 % des lipides totaux (**tableau II.8**). La teneur en glycérides partiels du lait de chèvre est influencée par les conditions de conservation, de séparation et de dosage [57].

- Les phospholipides

Les teneurs en cholestérol et en phospholipides, des lipides du lait de chèvre, sont faibles, respectivement de 0.3-0.6 % et de 1 %. Le cholestérol du lait se présente en grande majorité sous forme libre [57].

- Les acides gras :

Le lait de chèvre est un peu plus riche en acides gras à chaîne moyenne (C6, acide caproïque, C8, acide caprylique, C10, acide caprique) que le lait de vache. Ce dernier est, en revanche, un peu plus riche en acides butyrique (C4), palmitique (16:0) et oléique (C:18) [57].

5. Les minéraux :

Le lait de chèvre semble être plus riche en Calcium, Phosphore, Magnésium, Potassium et Chlore que le lait de vache mais moins riche en Sodium [67].

Tableau II.9 : Composition moyenne du lait en éléments minéraux majeurs de lait de vache et lait de chèvre [68]:

Composants mg/l	Chèvre	Vache
Calcium	1260	1200
Phosphore	970	920
Potassium	1900	1500
Sodium	380	450
Chlore	1600	1100
Magnésium	130	110

6. Les vitamines :

Par rapport au lait de vache, le lait de chèvre se distingue par l'absence de β -carotène. Elles sont réparties en deux classes : les vitamines hydrosolubles et les vitamines liposolubles [1].

II.2.3. Les caractères physico-chimiques du lait de chèvre et du lait de vache :

Les principales propriétés physico-chimiques (**tableau II.10**) utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité.

Tableau II.10 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache et chèvre [69].

Composition	Vache	Chèvre
Energie	705	600-750
Densité du lait entier à 20°C	1.028 – 1.033	1.027 – 1.035
Point de congélation (C°)	-0.520 -0.550	-0.550 – 0.583
pH-20°C	6.60 – 6.80	6.45 – 6.60
Acidité titrable (°Dornic)	15 – 17	14 – 18

Chapitre III

Protocole Expérimental



III.1.Séparation des principaux constituants du lait :

La séparation des principaux constituants du lait (protides - glucides - lipides) est basée sur leur solubilisation et précipitation dans des solvants appropriés. Cette étude est effectuée sur les différents échantillons sélectionnés, quatre échantillons lait UHT entier (Candia - Soummam - Rami - Obeï) et deux échantillons lait naturel (Vache - Chèvre).

Mode Opérateur :

Etape 1 : Caillage du lait :

Mettre 100 ml de lait dans un bécher de 200 ml .Placer le bécher sur la plaque chauffante et amener le lait à 50°C; ajouter ensuite en mélangeant, 2 ml d'acide acétique à 50%.

Un précipité de caillé se forme. Laisser refroidir le lait. Puis filtrer par une simple filtration, le caillé contient la caséine et la matière grasse. Le filtrat limpide est de couleur jaunâtre contient les protéines solubles (globulines et albumine), les sels minéraux et les glucides (lactose essentiellement).

Etape 2 : Extraction de la caséine et des matières grasses :

Le précipité est transféré dans un bécher de 200 ml et on y ajoute 10 ml d'acétone et 10 ml d'éther diéthylique. Le mélange est remué à l'aide de l'agitateur puis filtré .

Le liquide est un mélange de solvants organiques qui contient les matières grasses est transféré dans la fiole erlenmeyer de 250 ml.

La fiole est placée sur la plaque chauffante. Le mélange est chauffé à environ 60 °C et le solvant est évaporé . Le résidu huileux obtenu constitue la matière grasse du lait.

Etape 3 : Obtention du lactose :

Prélever 20 ml du filtrat obtenu plus haut et le transférer dans un bécher de 200 ml. Ajouter 100 ml d'éthanol et mettre le mélange sur la plaque chauffante jusqu'à ce que les protéines présentes dans le filtrat coagulent en petits flocons, filtrer la suspension. Ensuite le filtrat qui contient le lactose est chauffé jusqu'à l'évaporation le maximum du solvant, on sèche le produit obtenue à l'air libre pendant 3 jours.

- Le protocole expérimentale est résumé dans l'organigramme suivant:

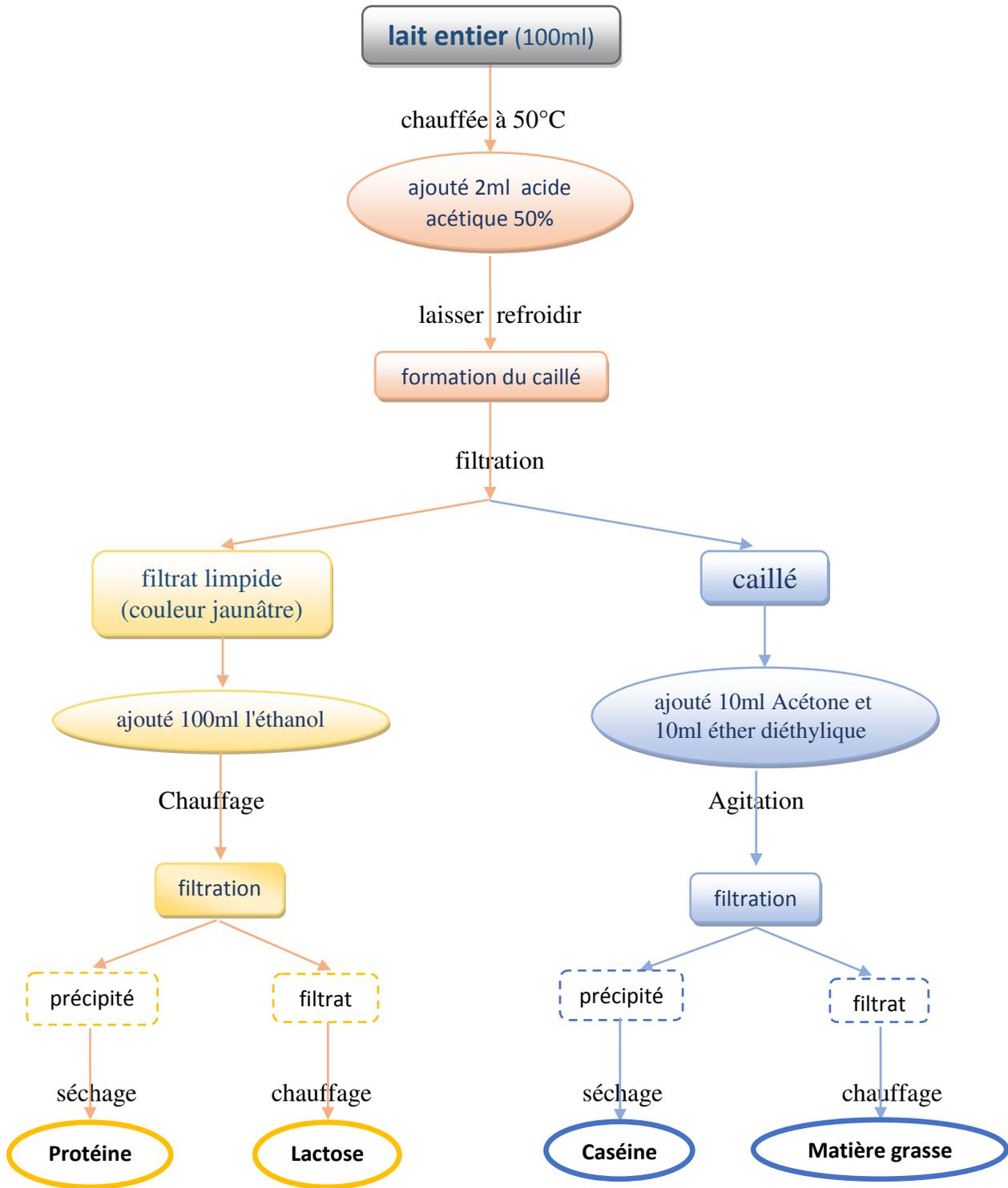


Figure III.1 : Etapes de séparation des principaux constituants du lait

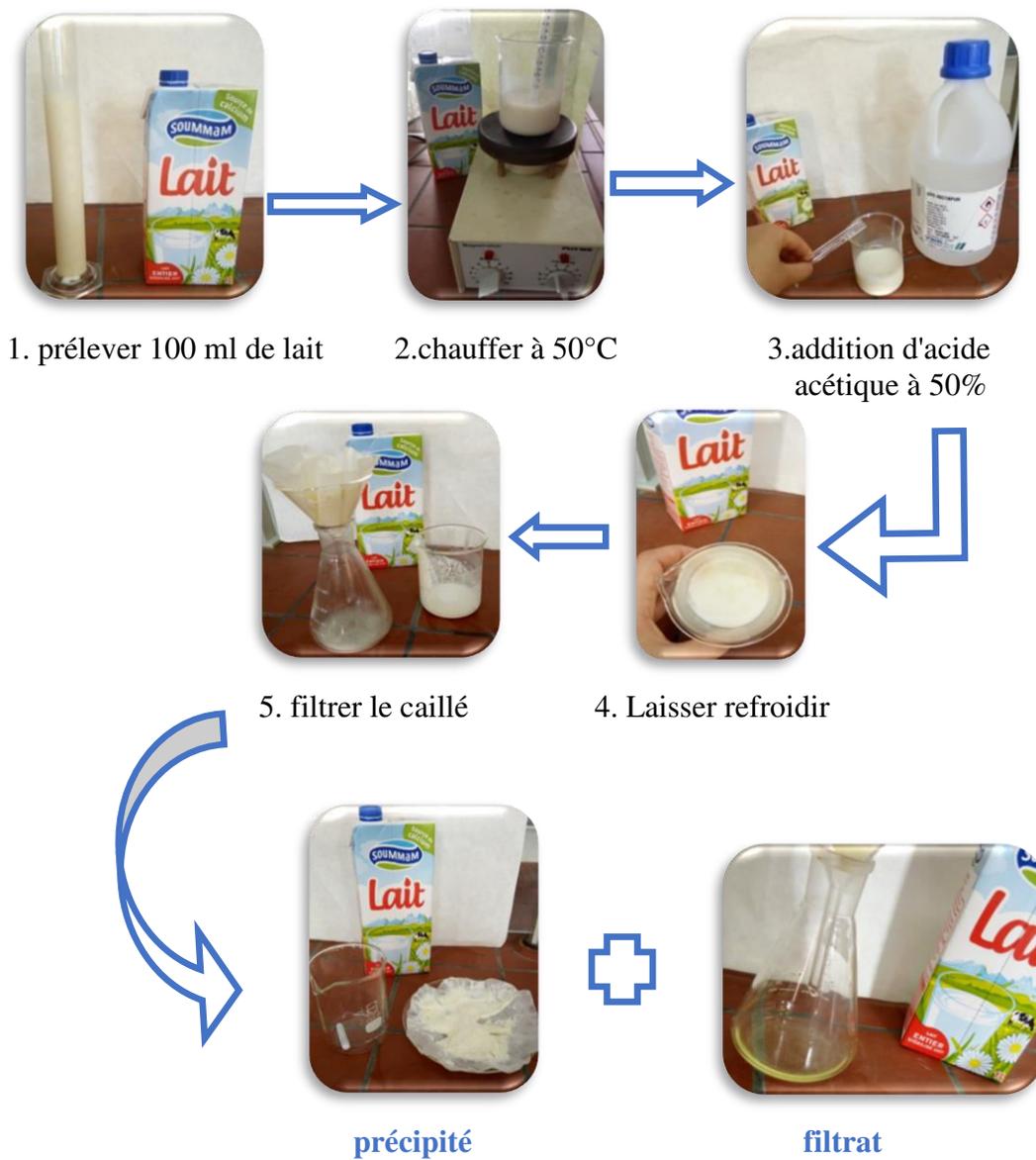


Figure III.2 : Etapes de caillage du lait

A. Extraction de la caséine et des matières grasses à partir de précipité obtenue :

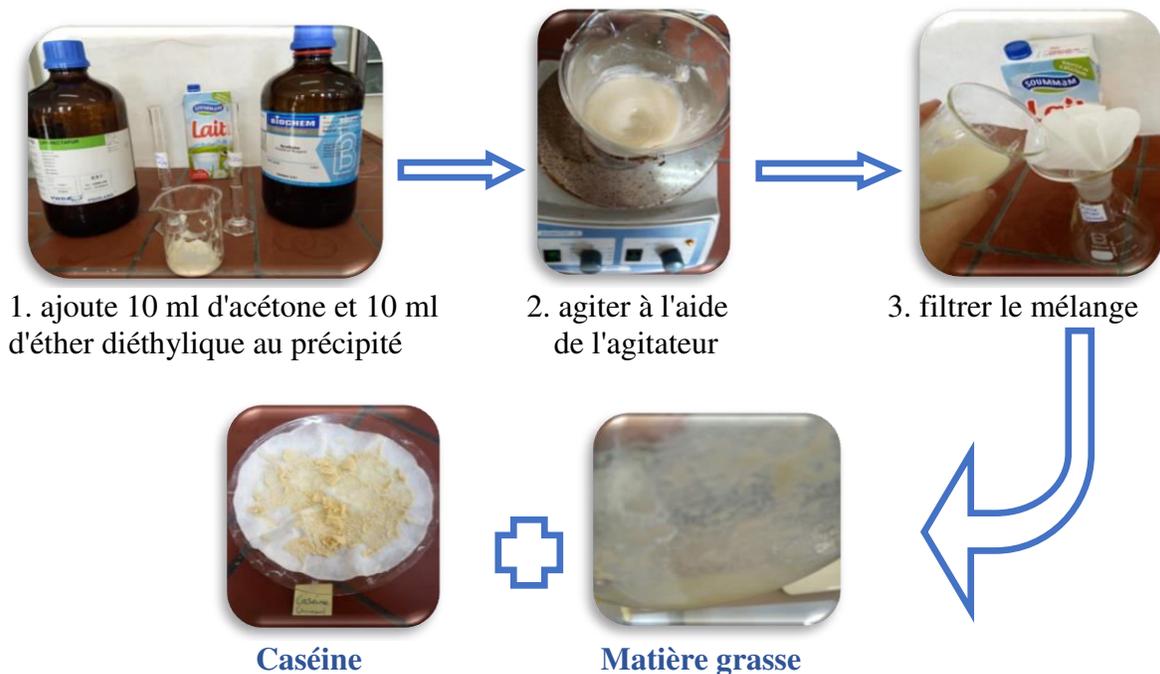


Figure III.3 : Etapes d'extraction de caséine et matière grasse

B. Extraction de protéine et de lactose à partir de filtrat obtenue :



Figure III.4 : Etapes d'obtention de protéine et glucide

III.2. Caractéristiques physico-chimique des échantillons :

III.2.1. Mesure le pH des différents types de lait :



Figure III.5 : Papier pH

- Définition :

Le PH par définition est une mesure de l'activité des ions H^+ contenue dans une solution.

- Principe :

Détermination de la valeur du pH des échantillons du lait à l'aide de papier pH.

- Mode Opérateur :

1 - Prélever dans un bécher quelques millilitres de lait dont on veut déterminer le pH.

2 - Déposer un petit morceau de papier pH dans le lait étudié.

3 - Observer la teinte qui apparaît et en la comparant avec l'échelle des teintes fournie avec le papier pH.

III.2.2. Mesure la densité des différents échantillons de lait :

- Principe :

La densité du lait est le rapport entre la masse d'un volume de lait et celle d'un même volume d'eau à 20°C.

- Mode Opérateur :

Pour mesurer la densité du lait on a appliqué la formule suivante :

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

m_0 : la masse de l'éprouvette vide

m_1 : la masse de l'éprouvette rempli d'eau

m_2 : la masse de l'éprouvette rempli de lait

III.2.3. Mesure la température d'ébullition $T_{\text{éb}}$:

Le point d'ébullition ou la température d'ébullition d'une substance est la température à laquelle la substance passe de l'état liquide à l'état gazeux. Par définition officielle, le point d'ébullition est la température à laquelle la pression de vapeur du liquide est égale à la pression de l'atmosphère à laquelle il est soumis.

- Principe :

Le point d'ébullition de lait entier est mesuré par la méthode ancienne on utilise le thermomètre à mercure .

- Mode opératoire :

Mettre dans un tube à essai une petite quantité de lait entier, placer un thermomètre au même niveau avec le tube et chauffer dans un bain marie jusqu'à le début d'ébullition.

III.3. Caractérisations des produits obtenues :**III.3.1. Caséine :****III.3.1.1. Test de Biuret :**

Le nom de la méthode vient du fait que le 'biuret' est la plus petite molécule qui puisse réagir pour ce test caractéristique.

Cette réaction caractérise la liaison peptidique ; elle s'applique donc à l'analyse qualitative des protéines et des peptides (à condition que ces derniers comportant au moins quatre acides aminés afin d'obtenir trois liaisons peptidiques).

- Mode opératoire :

Dans le tube à essai, placer une spatulée de caséine obtenue. En tenant le tube à l'aide de la pince en bois, chauffer le caséine à la flamme, ajouter quelques gouttes de la solution de soude puis quelques gouttes de la solution de sulfate cuivrique, il apparait instantanément une forte coloration violette.

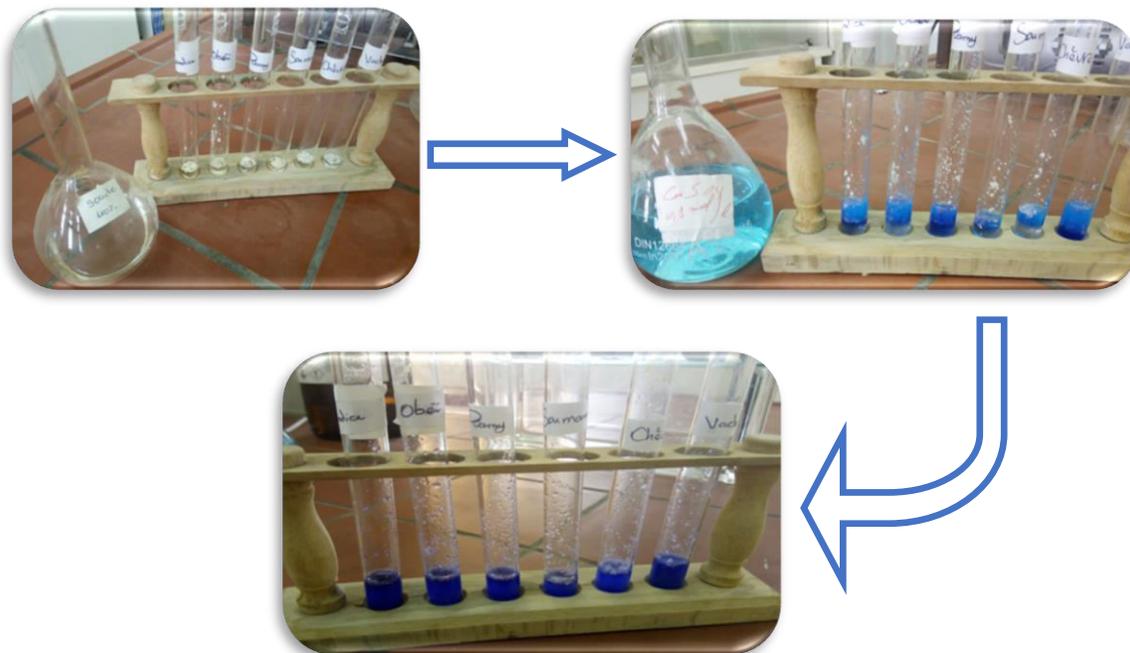


Figure III.6 : Test Biuret de caséine

III.3.1.2. Test Xanthoprotéique :

Ce test révèle aussi les protéines ou plus particulièrement un des acide aminés dont les protéine sont composées d'acide aminé aromatique: **tryptophane, tyrosine ou phénylamine** .

- Mode opératoire :

- Introduire le caséine obtenue dans un tube à essai .
- Ajouter 3 gouttes d'acide nitrique (HNO_3) concentré puis chauffer jusqu'à ébullition .
L'albumine coagule et devient jaune .
- Ajouter 3 goutte d'ammoniaque (NH_3) (pour amplifier la réaction) .
- Si la substance devient solide et prend une teint orangée, donc le test est positif.



Figure III.7: Test xanthoprotéique de caséine

III.3.2. Lipide :

III.3.2.1. Test émulsion des lipides :

Une émulsion est un mélange de gouttelettes de lipides dans de l'eau.

Selon la taille des gouttelettes l'émulsion mettra quelques minutes, voir quelques jours à se séparer.

- Mode opératoire :

- Dans un tube à essai, introduire une petite quantité de lipide obtenue et presque 5 ml d'eau.
- Boucher et agiter vigoureusement le tube.
- Laisser reposer et observer une couche se dépose à la surface de l'eau en quelques seconde .

III.3.3. Protéine :

III.3.3.1. Test Biuret :

Le même procédé et les mêmes étapes sont réalisés sur la fraction de protéine obtenue par les différents échantillons étudiés



Figure III.8 : Test Biuret de protéine

III.3.4. Lactose :

III.3.4.1. Test de la Liqueur de Fehling :

La liqueur de Fehling initialement bleu précipite en un dépôt de couleur orangée à chaud et cela uniquement en présence d'un composé qui présente une fonction aldéhyde.

- Mode opératoire :

- Dans un tube à essai, introduire une petite quantité de glucide à tester.
- Ajouter 1 ml de réactif de Fehling et agité jusqu'à le lactose soluble dans le solvant , Chauffer légèrement le mélange (au bain marie) en agitant. Il se forme un magnifique précipité rouge brique , donc le test est positif.



Figure III.9 : Test de lactose par la Liqueur de Fehling

III.4. Analyse des produits obtenues :

III.4.1. Contrôle de lactose par CCM :

- Chromatographie :

La chromatographie est une méthode d'analyse qui permet de séparer les différents constituants d'un mélange par entrainement d'une phase mobile (liquide ou gaz) le long d'une phase stationnaire (solide ou liquide fixé). La chromatographie est basée sur la migration différentielle de molécules en fonction de leur taille, leur forme, leur masse, leur charge, leur solubilité ou leurs propriétés d'adsorption [70].

- Chromatographie sur couche mince :

a) Définition :

La chromatographie sur couche mince repose principalement sur des phénomènes d'adsorption. La phase mobile est un solvant ou un mélange de solvants, qui progresse le long d'une phase stationnaire, fixé sur une plaque de verre ou sur une feuille semi-rigide,

de matière plastique ou d'aluminium. Après que l'échantillon est déposé sur la phase stationnaire (gel de silice, polyamide, cellulose,...), les substances migrant à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant.

La chromatographie sur couche mince ne requiert que quelques microgrammes d'échantillon. Elle permet un contrôle aisé et rapide de la pureté d'un composé organique. De plus, étant donné que la chromatographie sur couche mince indique le nombre de composants d'un mélange, on peut l'employer pour suivre la progression d'une réaction ou contrôler une séparation effectuée par chromatographie sur colonne [71].

b) Facteur de rétention R_f :

Le R_f d'une substance est une constante et constitue une de ses caractéristiques physique. On peut donc se servir de cette valeur pour identifier une substance inconnue, tout en sachant bien ce pendant qu'on ne peut utiliser cette seule donnée en effet deux composés différents peuvent avoir, dans les mêmes conditions chromatographiques, des R_f semblables.

Le R_f d'un composé est défini par le rapport suivant :

$$R_f = \frac{d_{\text{sub}}}{d_{\text{sol}}} = \frac{\text{Distance parcourue par le composé}}{\text{Distance parcourue par le front du solvant}}$$

c) L'élution :

Eluant : est un solvant ou un mélange de solvant ; il migre lentement le long de la plaque en entraînant les composants de l'échantillon.

Dans notre travail, on a utilisé le même système de solvants [Butanone-Acide acétique-Ethanol : (6 -2-2) ml].

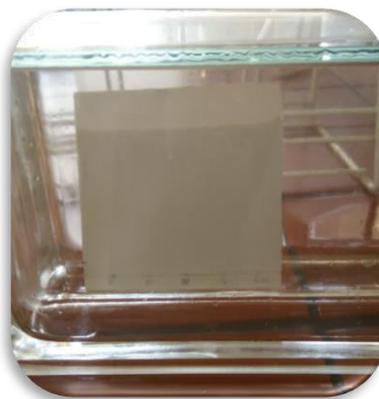


Figure III.10 : Étape de l'élution

d) Révélation :

Lorsque les taches sont invisibles, on utilise un révélateur soit la lampe UV ou des réactifs chimiques. Dans le cas des sucres on mélange au dernier moment deux solutions (A et B).

- Solution A : 0.5 ml d'aniline ,0.5 g de diphénylamine , 25 ml d'éthanol.
- Solution B : 5 ml d'acide phosphorique concentré et 50 ml d'éthanol.



Figure III.11 : Étape de révélation

Préparation des plaques :

On prépare deux plaques de silice, sur chaque plaque, on met les dépôts suivants :

Plaque 1 : contient le lactose de lait entier UHT (Candia, Obeï, Ramy, Soumam).

Plaque 2 : contient le lactose de lait naturel (Vache et Chèvre).

- 1- Diluer 0.1 g de lactose obtenue de chaque type du lait entier dans 10 ml d'eau
- 2- Diluer 0.1 g de lactose commercial dans 10 ml d'eau
- 3- Déposer à l'aide de capillaire une petite goutte de chacune des solutions sur la plaque de chromatographie
- 4- Eluer dans la cuve (Bécher) qui contient la phase mobile
- 5- Révéler à l'aide d'un pinceau par le révélateur préparé
- 6- Les plaques seront passées au-dessus d'une plaque chauffante sous la hotte ou dans une étuve jusqu'à apparition des taches .

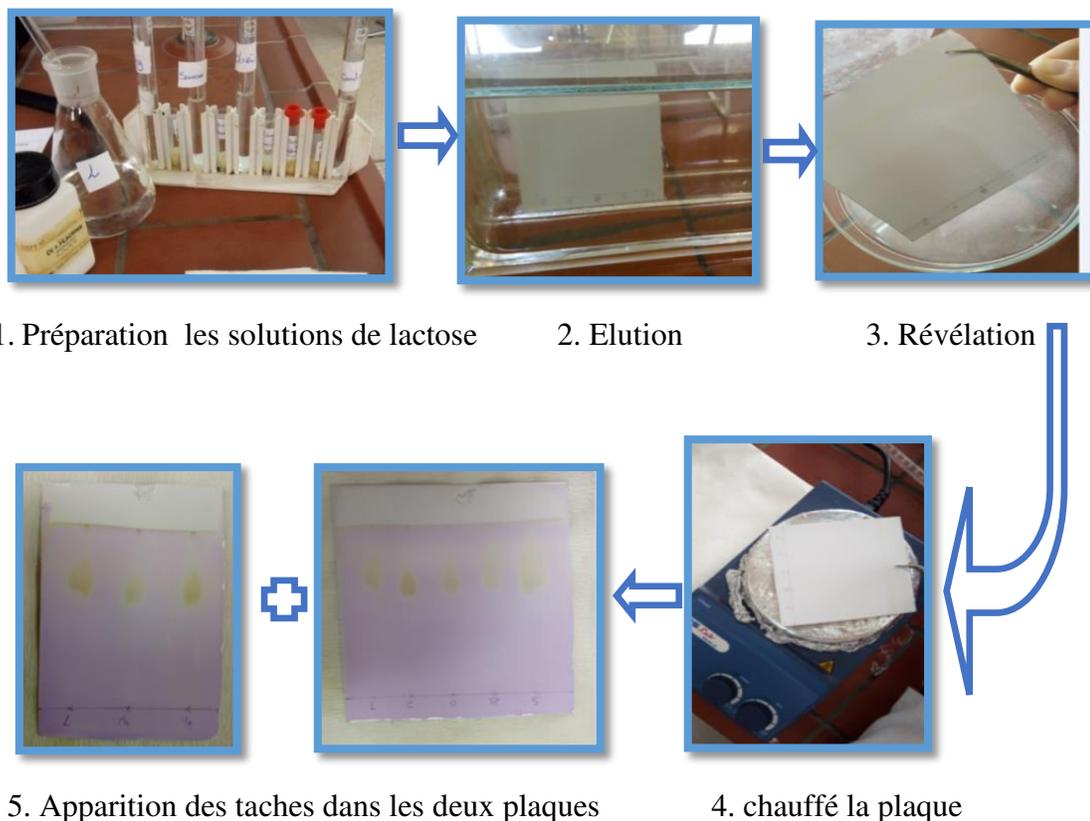


Figure III.12 : Etapes de réalisation de CCM des sucres

III.4.2. Analyse par spectroscopie Infra rouge (IR) :

- La spectroscopie infrarouge fournit de bons renseignements sur les fonctions de molécule et sur la présence éventuelle de doubles ou de triples liaisons. L'absorption d'une radiation (ou absorption d'énergie : $E = h \cdot \nu$), à l'intérieur d'une molécule, provoque des vibrations d'élongation de ces liaisons ou de déformation de ces angles de liaison, selon les liaisons concernées (C=O, O-H, C-H, C=C...), les vibrations apparaissent à des longueurs d'onde différentes et affichent des bandes d'absorption de forme et d'intensité différentes. Une seule fonction peut parfois donner plusieurs signaux (cas de la fonction acide qui a deux bandes : une pour -OH et autre pour -CO-).

Le domaine de fréquence le plus couramment utilisé s'étend de 2,5 à 16 μm (soit de 4000 à 650 cm^{-1}).

Le dispositif expérimental utilisé dans ce travail est un spectromètre à transformée de fourrier (FTIR) de marque *Shimadzu FTIR-8400 S* [72].

- Préparation de l'échantillon:

Il est possible de faire des spectres de solides, de liquides ou de gaz. Suivant l'état de l'échantillon, on utilise soit des pastilles à base de KBr, soit des cuves, soit on dépose une goutte de liquide entre deux lames de KBr.



Figure III.13 : Appareille spectroscopie infrarouge.

On a appliqué l'analyse par spectroscopie infrarouge IRTF sur le Lactose et la protéine obtenue dans le cas solide. On utilise la technique la plus habituellement employée (technique de pastillage). Une petite quantité de substance est triturée avec du bromure de potassium pur et sec. Le mélange homogène est ensuite compressé sous une forte pression et sous vide, pour former une lame) face parallèles. Cette lame ou pastille est alors placée dans le trajet du faisceau lumineux.

III.5. Préparation de Fromage :

Le fromage est constitué exclusivement d'ingrédients laitiers (lait; matières grasses lactières...) utilisés seuls ou en mélange et coagulés (en totalité ou en partie) avec de la présure, des ferments lactiques ou les deux. La coagulation du lait donne une phase solide (le caillé) et une phase liquide (le lactosérum ou « petit lait »). Le caillé peut être égoutté, moulé, salé, et fermenté et/ou affiné plus ou moins longtemps. La teneur minimale en matière sèche d'un fromage doit être de 23 g/100 g.

- Mode opératoire :

500 ml de lait entier de vache que l'on transfère dans un bécher de 1000 ml .Placer le bécher sur la plaque chauffante et amener le lait à 50°C ; ajouter ensuite en mélangeant , 10 ml de vinaigre d'Alcool 5°.

Un précipité de caillé se forme. Laisser refroidir le lait.

Placer l'entonnoir muni d'un papier filtre sur une fiole erlenmeyer de 500 ml et filtrer le caillé.

Le précipité est transféré dans un bécher de 500 ml et on y ajoute une petite quantité de sel de table et le filtrat. Le mélange est mixé à l'aide de mixeur, puis transfert le fromage dans boîte pétrie en verre et conserver dans le réfrigérateur.

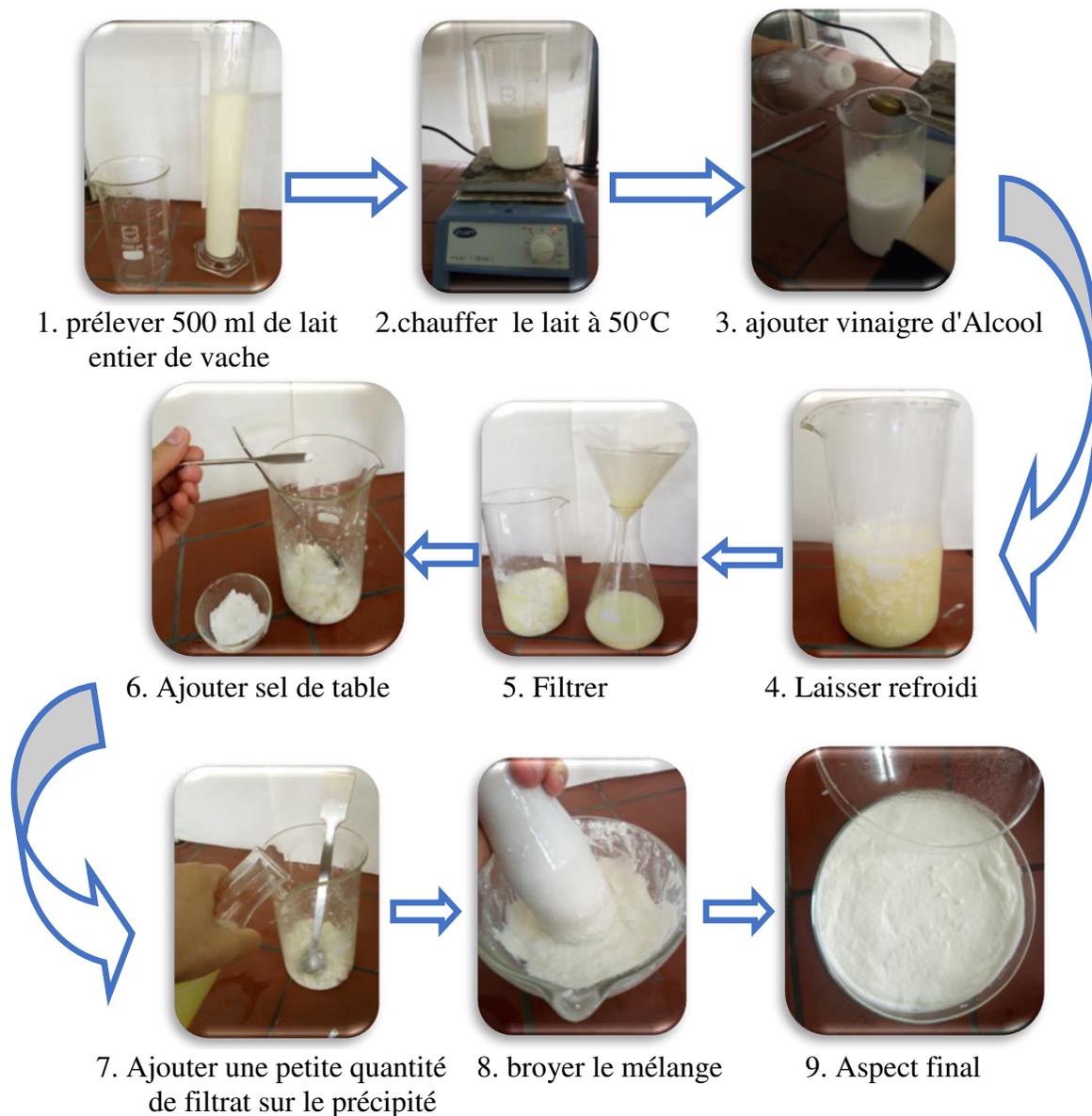


Figure III.14 : Etapes de préparation de fromage

III.6. Préparation d'une Colle :

L'Homme a su coller avant de savoir écrire et compter. Le collage est en effet l'une des premières techniques d'assemblage d'une structure que l'Homme ait utilisé, technique qui n'est devenue science qu'au début du 20^{ème} siècle avec la fabrication des premières colles synthétiques.

- Mode opératoire :

a) Extraction de la caséine :

- Introduire 50 ml de lait entier dans un bécher de 250 ml.
- Chauffer sur bec électrique jusqu'à ce que la température atteigne 40°C environ. Couper le chauffage.
- Introduire progressivement 20ml d'une solution d'acide éthanoïque 10% dans le lait en agitant.
- Le lait se met à cailler .
- Filtrer le lait caillé sur Büchner garni d'une gaze seulement.
- Laver à l'aide d'environ 5 ml d'eau distillée bien froide et quelques gouttes d'acétone, et filtrer à nouveau si nécessaire. Sécher avec du papier essuie-tout.

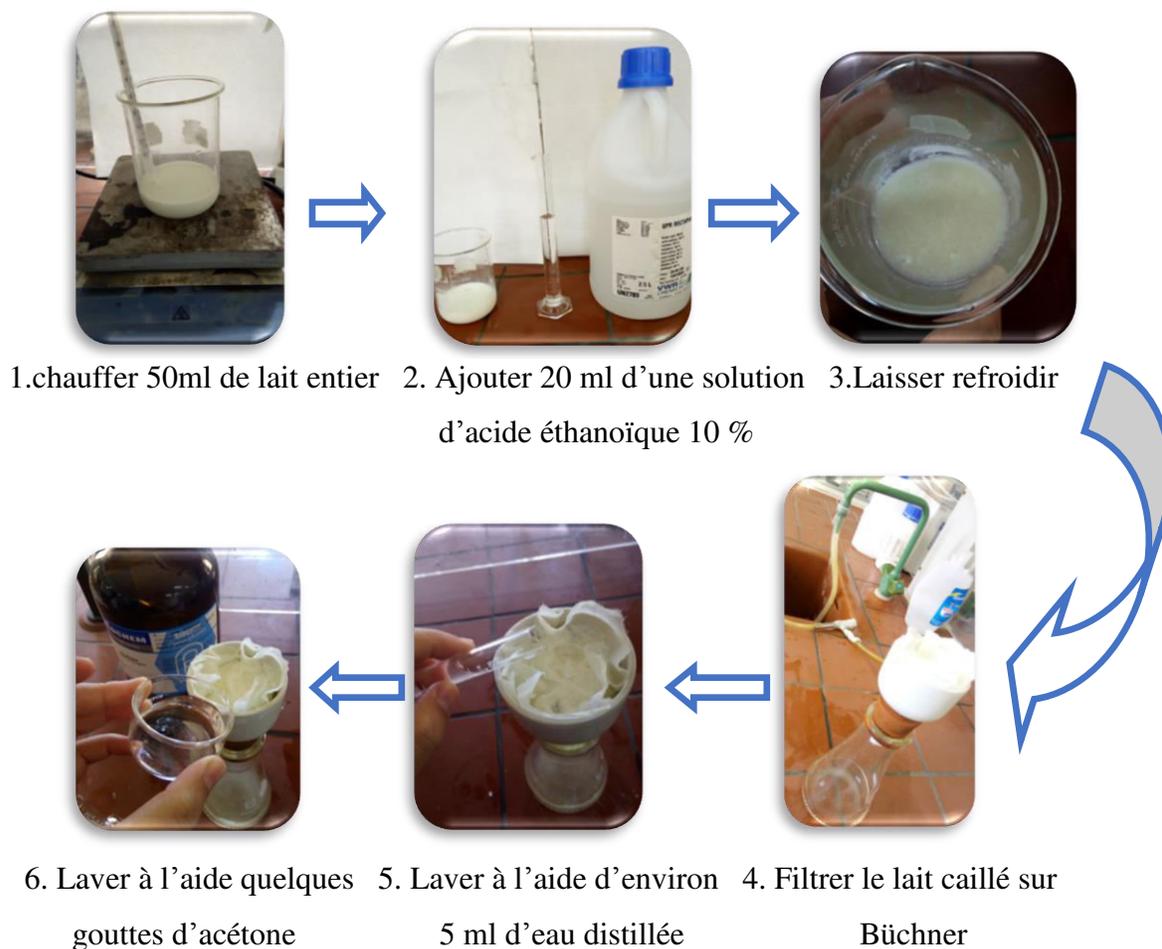


Figure III.15 : Etapes d'extraction de la caséine

b) Fabrication de la colle a la caséine :

- Dans un pot en verre ou un bécher, prélever 5 g de pâte à la caséine humide. Y ajouter 1,5 g d'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ (chaux éteinte) et 0,7 g de carbonate de sodium $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$.
- Ajouter un peu d'eau distillée, si nécessaire, jusqu'à obtention d'une pâte homogène.
- Réaliser un essai de collage avec la pâte obtenue avec 2 morceaux de papier.



1. prélever 5g de pâte à la caséine humide



2. prélever 1.5g de $\text{Ca(OH)}_2(\text{s})$



3. prélever 0.7g $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$



4. Mélanger les 3 produits



5. Ajouter d'eau distillée



6. obtention d'une pâte homogène



7. Réaliser un essai de collage

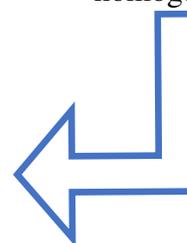


Figure III.16 : Etapes fabrication de la colle a la caséine

Chapitre IV

Résultats et Discussions



IV.1. Séparation des principaux constituants du lait :

Le lait est un mélange complexe et instable d'eau 87% et des nutriments (l'extrait sec: 13%) constitués des lipides, protéines, des glucides et de matière saline. Les protéines les plus abondantes dans le lait sont les caséines.

La séparation des principaux constituants du lait entier est réalisée sur des différents échantillons: fabriqués (Candia - Soummam - Rami - Obeï) et naturels (Vache - Chèvre).

IV.1.1. Caséine :

La Caséine est une protéine très largement sous-estimée. Elle est issue du lait après coagulation par action d'un acide. Le **Tableau IV.1** résume les caractéristiques du caséine obtenue après séchage à l'air libre.

	Masse (g)	Aspect	Couleur	Odeur	Rendement %
Candia	7.14	Solide	Jaunâtre	Odeur faible caractéristique du lait	6.89
Obeï	6.74				6.51
Ramy	7.12				6.88
Soumam	7.03				6.14
Vache	8.64		Blanc	6.44	
Chèvre	8.68			Odeur forte	8.39

Tableau IV.1 : Caractéristiques du caséine obtenue.

- ❖ Le rendement est calculé par la masse obtenue de chaque échantillon par rapport la masse initiale, on a appliqué la relation suivante:

$$R = \frac{m_{\text{caséine}}}{m_{\text{lait}}} \times 100$$

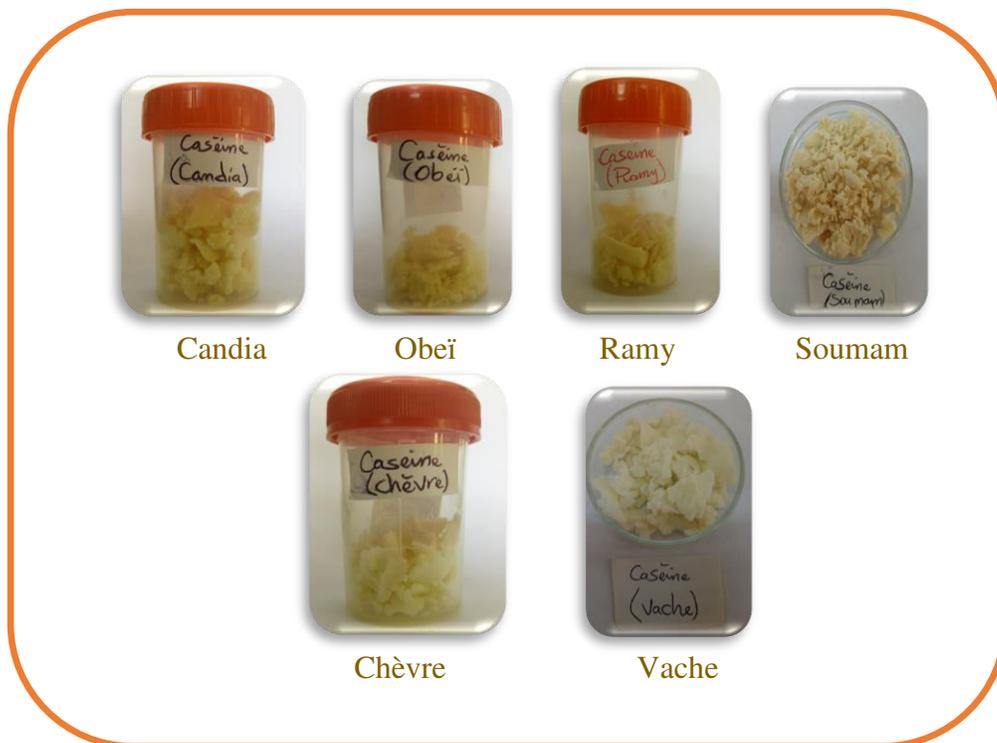


Figure IV.1 : Caséine des différents échantillons

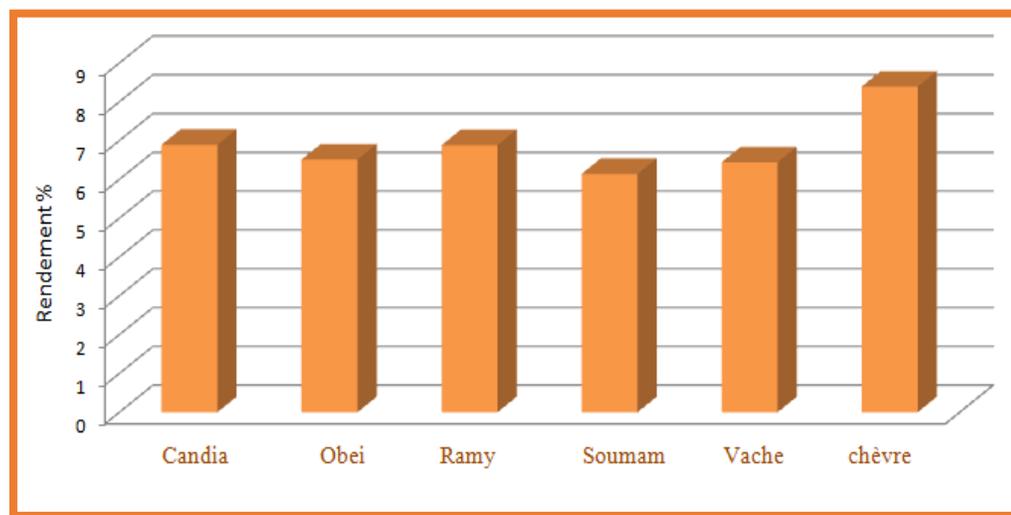


Figure IV.2 : le rendement de caséine des différents échantillons exprimé (% m/m)

- D'après les résultats obtenus sur l'histogramme (**Figure IV.2**), on remarque que tous les échantillons du lait étudié contiennent une quantité remarquable de caséine, et le meilleur rendement attribué au lait de chèvre.

IV.1.2. Matière grasse :

Les composés lipidiques sont solubles dans les solvants organiques apolaires. Dans notre travail, la matière grasse est extraite par solubilisation dans le mélange acétone-éther diéthylique. La détermination de leurs caractéristiques est effectuée après évaporation du solvant et séchage à l'air libre pendant une nuit. Le **Tableau IV.2** résume les résultats obtenus.

	Masse (g)	Aspect	Couleur	Odeur	Rendement %
Candia	0.7	Solide	Blanc	Sans odeur	0.67
Obeï	1.48				1.43
Ramy	0.23				0.22
Soumam	1.14				1
Chèvre	2.59				2.50
Vache	2.46				2.38

Tableau IV.2 : Caractéristiques du matière grasse obtenue.



Figure IV.3 : Matière grasse des différents échantillons

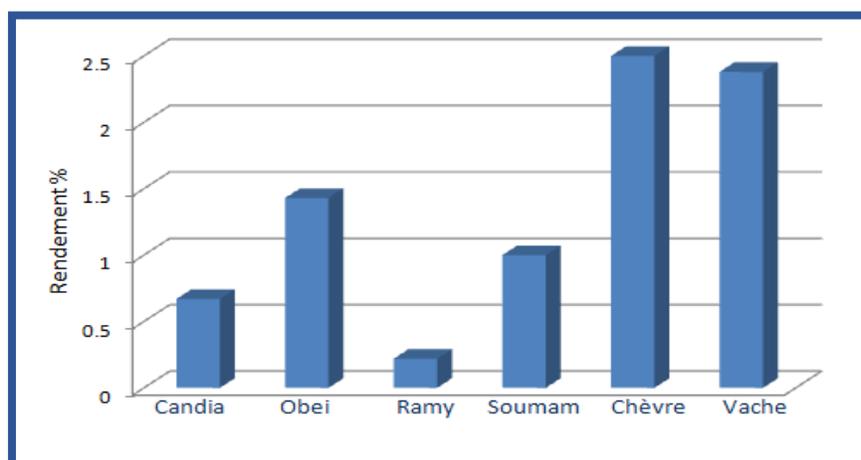


Figure IV.4 : rendement de matière grasse des différents échantillons exprimé (%)

- Les résultats illustrés sur l'histogramme (**Figure IV.4**), montre que la quantité de matière grasse variée d'un échantillon à un autre, et que le bon rendement provient de lait naturel (chèvre et vache).

IV.1.3. Protéine :

Cette fraction est récupérée par une simple filtration, après coagulation du filtrat sous l'effet de l'éthanol. Elle est inclut les protéines solubles (albumine et globuline), leur caractéristiques sont porté sur le **Tableau. IV.3**.

	Masse (g)	Aspect	Couleur	Odeur	Rendement %
Candia	0.6	Solide	Blanc	Sans odeur	0.58
Obeï	0.20				0.19
Ramy	0.39				0.37
Soumam	0.28				0.24
Chèvre	0.91	Jaune clair	Odeur faible	0.88	
Vache	0.45			0.43	

Tableau IV.3 : Caractéristiques du protéine obtenue.



Figure IV.5 : Protéine des différents échantillons

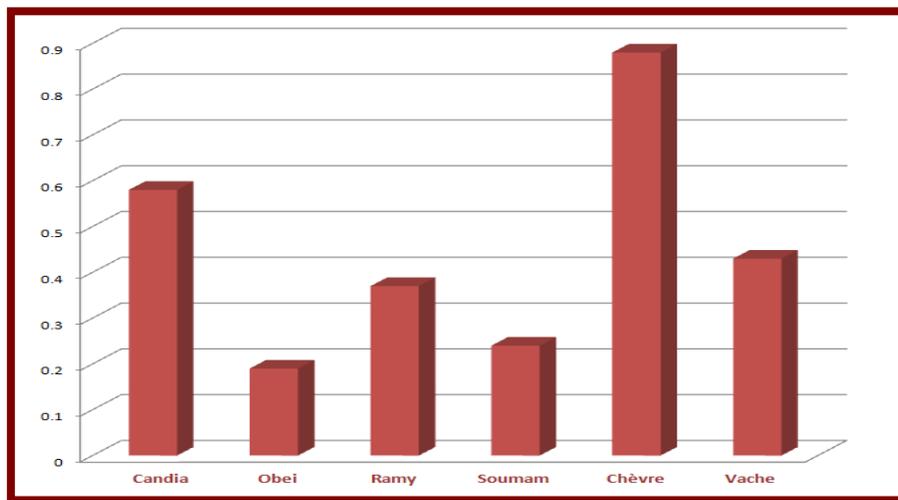


Figure IV.6 : le rendement de protéine des différents échantillons exprimé (%)

- A partir des résultats illustrés sur la **Figure IV.6** , on peut dire que la quantité de protéine la plus élevée est attribuée au lait de chèvre .

IV.1.4. Lactose :

Le lactose est le sucre majoritaire de lait, issu des différents échantillons sous forme des cristaux. Il est récupéré à partir de filtrat par évaporation à sec et après élimination des protéines. Les caractéristiques des produits obtenus sont portés sur le **Tableau IV.4**.

	Masse (g)	Aspect	couleur	Odeur	Rendement %
Candia	0.86	Cristaux	Jaune clair	Odeur faible caractéristique du sucre	0.83
Obeï	0.85				0.82
Ramy	0.86				0.83
Soumam	0.87				0.76
Chèvre	0.9				0.87
Vache	0.95				0.92

Tableau IV.4 : Caractéristiques du lactose obtenue.



Figure IV.7: Lactose des différents échantillons

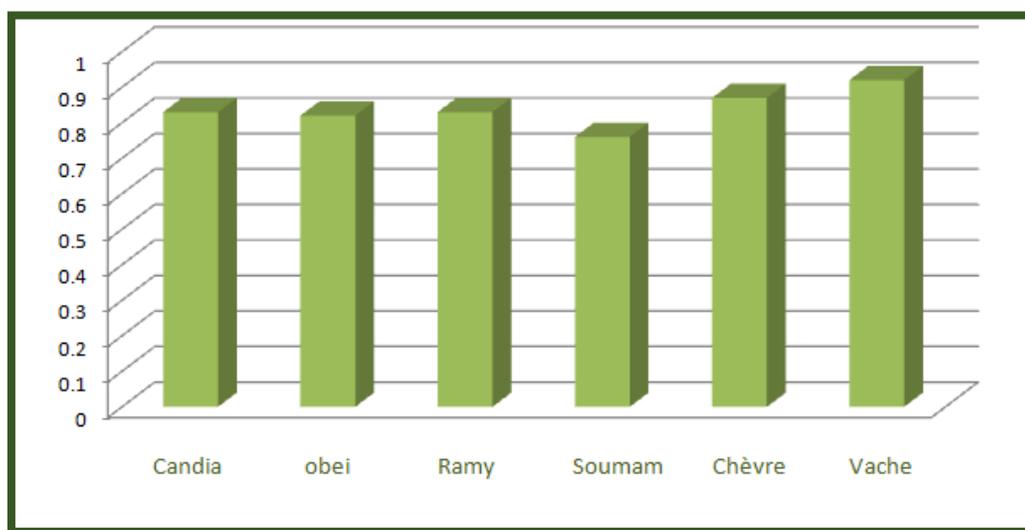


Figure IV.8 : le rendement de lactose des différents échantillons exprimé (%)

- D'après les résultats obtenus dans l'histogramme (**Figure IV.8**), on remarque que les échantillons testés contiennent presque la même quantité de glucide.

❖ **Remarque:**

Les valeurs de rendement du protéine et du lactose obtenues sont calculer à partir de 20 ml de filtrat.

IV.2. Caractéristiques physico-chimique des échantillons :

caractéristiques	pH	Densité	T _{éb} (°C)
Lait entier			
Candia	6.50-6.80	1.036	85
Obeï		1.035	86
Ramy		1.034	83
Soumam		1.036	87
Chèvre		1.034	86
Vache		1.030	84

Tableau IV.5 : Caractéristiques physico-chimique des échantillons

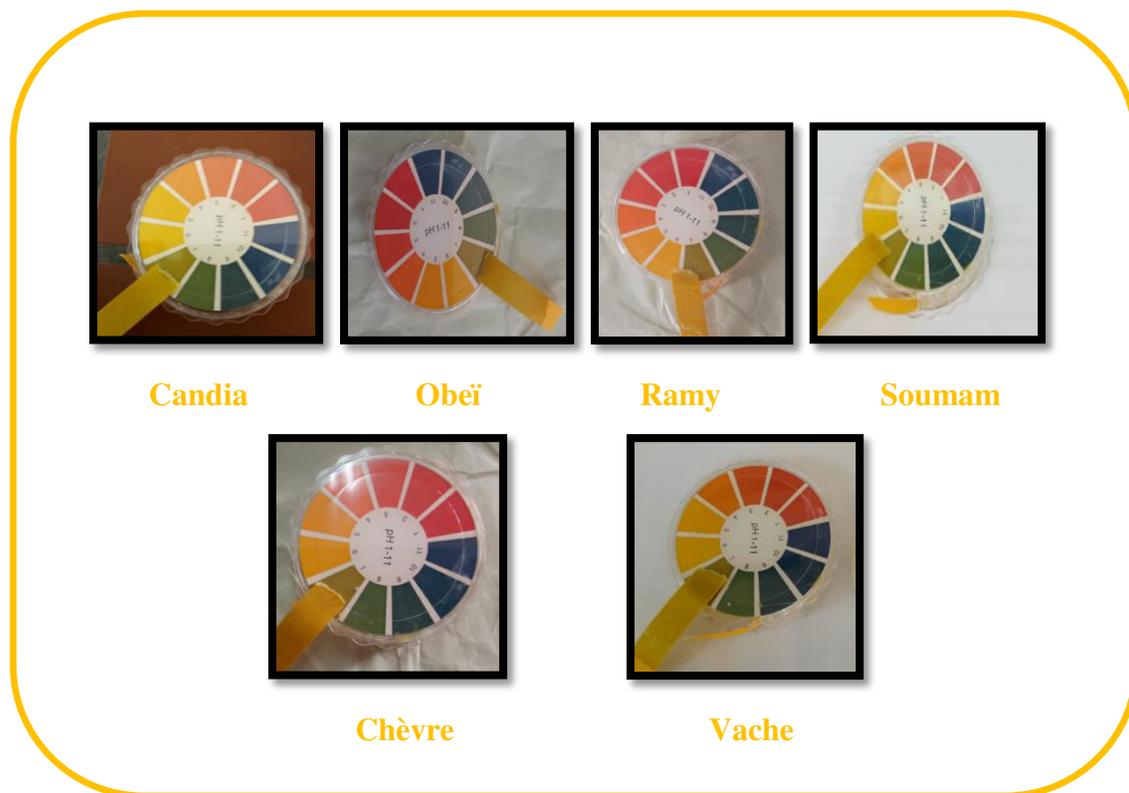


Figure IV.9 : résultats de pH des différents échantillons

D'après les résultats portés sur le **Tableau IV.5**, nous observons que:

- Les valeurs expérimentales de pH sont limitées entre 6.50 et 6.80, qui sont identiques aux valeurs théoriques, qui montre que le pH du lait bien conservé est égale à 6.5.
- Les valeurs expérimentales de la densité du lait de tous les échantillons sont très proches et semblables à celle de la littérature. On peut dire que le lait est un peu plus dense que l'eau.
- Les valeurs du point d'ébullition pour tous les types de lait sont proches entre eux, mais ne sont pas compatibles avec les valeurs théoriques (100.15°C).

IV.3. Caractéristiques des produits obtenues :

IV.3.1. Caséine :

IV.3.1.1. Test Biuret :



Figure IV.10 : Résultat de test Biuret sur la caséine

- Après l'ajoute de sulfate de cuivre et de soude, on observe l'apparition d'une coloration violette, due à la formation d'un complexe des ions de cuivre avec des liaisons peptidiques CO-NH provenant des protéines, donc le test est positif.

IV.3.1.2. Test Xanthoprotéique :



Figure IV.11 : Résultat de test xanthoprotéique

➤ après l'addition de quelques gouttes d'acide nitrique (HNO_3) concentré puis quelques gouttes d'ammoniaque (NH_3), on remarque la formation d'un précipité jaune orangé dans tous les échantillons, donc le test est positif, ceci indique que le protéine obtenu contient dans sa composition des acides aminés aromatique (tryptophane, phénylamine et tyrosine).

IV.3.2. Matière grasse :

IV.3.2.1. Test émulsion des lipides :

Les composés lipidiques sont insolubles dans l'eau, on donnant des solution hétérogènes avec formation d'une émulsion, cette dernière est stabilisée par formation d'une couche huileuse.



Figure IV.12 : résultats de test émulsion des lipides

➤ après agitation, la solution devient trouble, on laisse reposée pendant 5 minutes on remarque la formation d'une couche lipidique flotte sur la solution, Ceci l'indique la présence des matière grasse.

IV.3.3. Protéine soluble :

IV.3.3.1. Test protéine (test Biuret) :

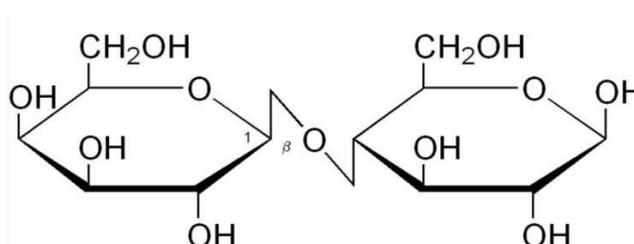


Figure IV.13 : résultats de test biuret sur le protéine

- après ajout de quelques gouttes de sulfate de cuivre et de soude à, on observe la formation de couleur bleu-violette donc le test est positif, ce qui indique la formation de complexe cuivrique avec les liaisons peptidiques, ceci confirme l'existence des protéines.

IV.3.4. Lactose :

Le lactose est un diholoside hétérogène, sa structure chimique montre l'existence d'une unité de galactose et glucose lié par une liaison osidique (1 - 4) ce qui laisse le carbone anomérique libre, donc le lactose est un sucre réducteur.



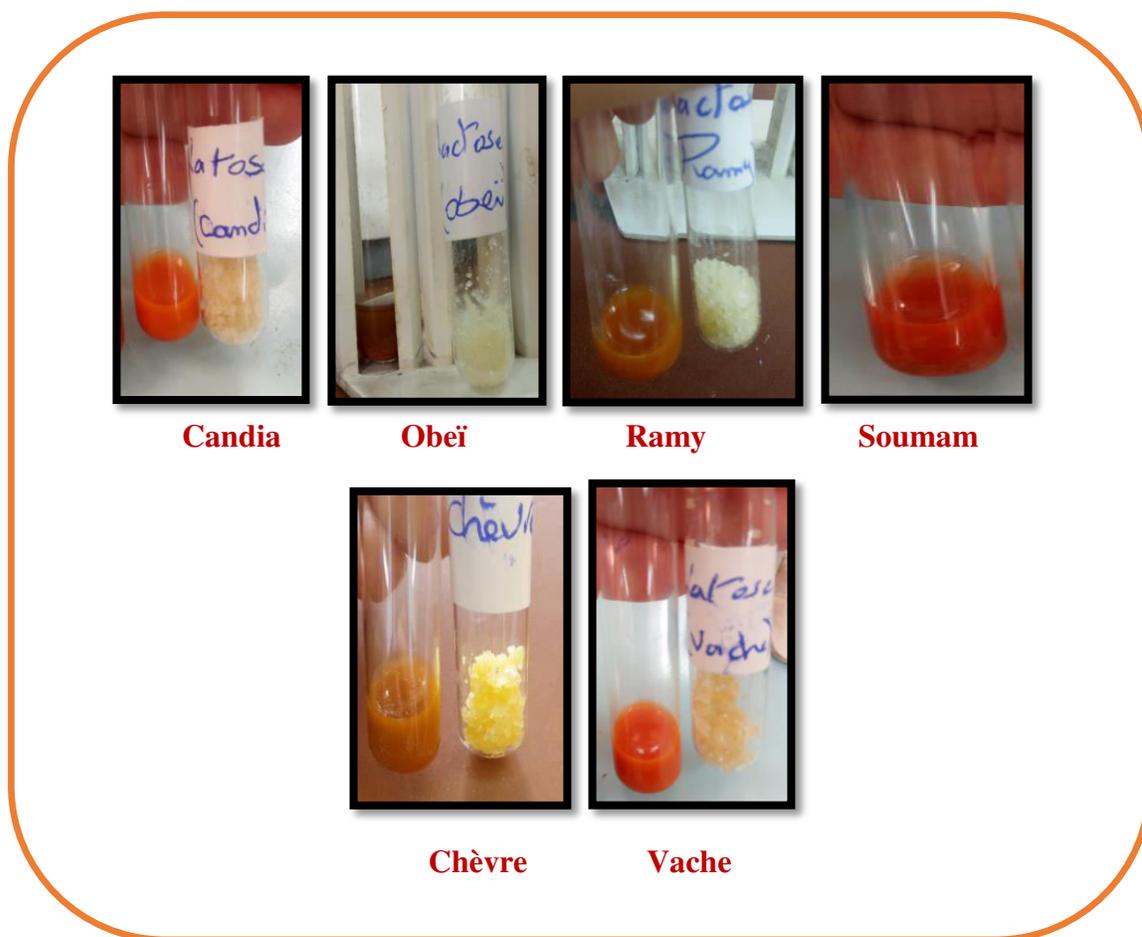
IV.3.4.1. Test de réduction par la Liqueur de Fehling :

Figure IV.14 : résultats de test de réduction par la Liqueur de Fehling

- après l'addition de quelques gouttes de la Liqueur de Fehling, on observe la formation d'un précipité rouge brique (test positif), due à la formation d'oxyde de cuivre Cu_2O par réaction de réduction des ions Cu^{+2} , donc le sucre est oxydé par la liqueur de Fehling.

IV.4. Analyse des produits obtenues :

IV.4.1. Analyse par spectroscopie Infra rouge (IR) :

a. Lactose :

L'analyse par la spectroscopie IRTF donne des spectres identiques pour tout les fractions de lactose obtenus, qui sont semblables au spectre de référence (voir annexe). Les bandes caractéristiques sont illustrés dans le tableau IV. 6.

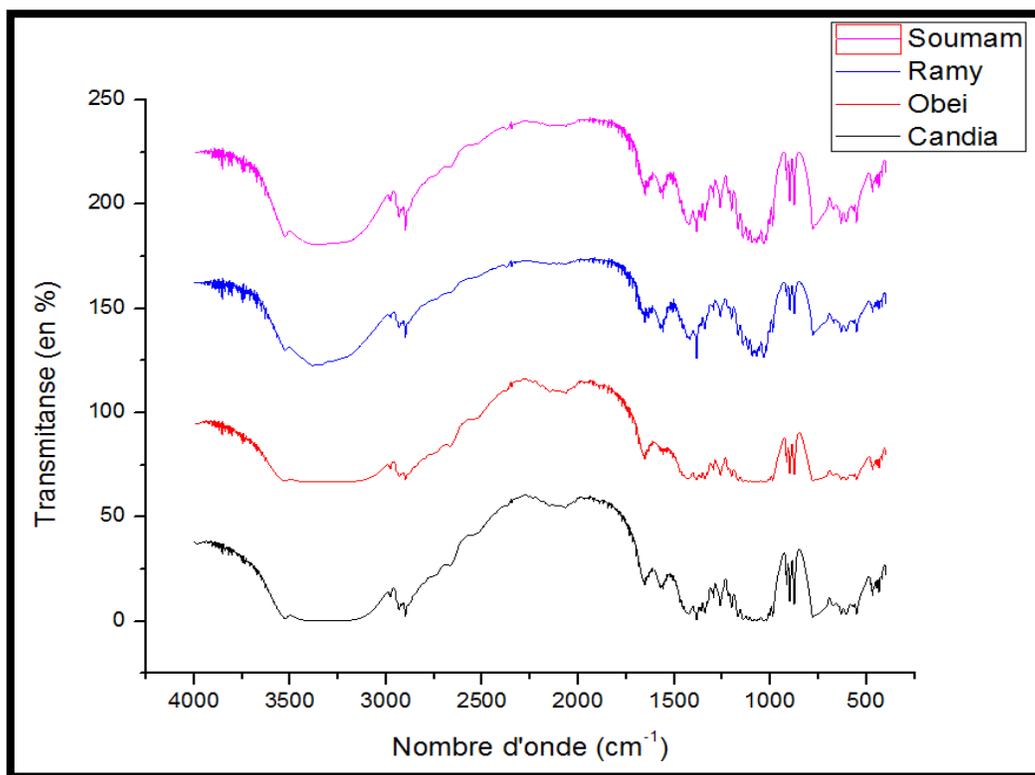


Figure IV.15 : Spectre IR de lactose obtenus de lait UHT entier .

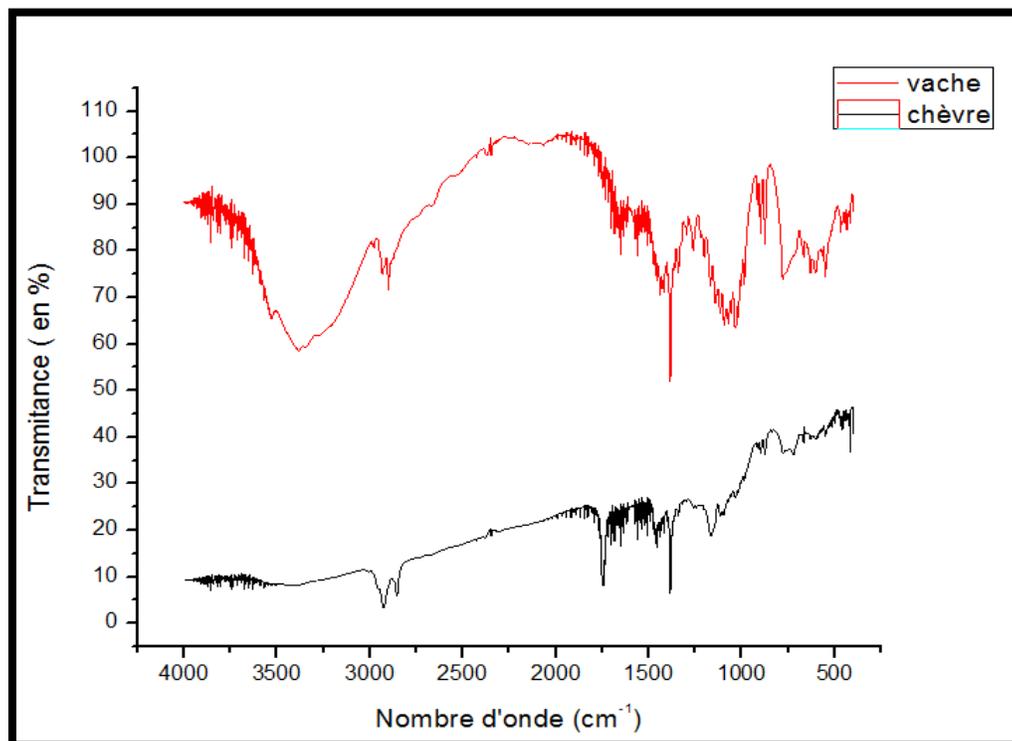


Figure IV.16 : Spectre IR de lactose obtenus de lait vache et chèvre

Fréquence	Attribution
3600-3200	O-H bande d'élongation faible
2850-2960	-CH ₂ , CH ₃ : bande d'élongation moyenne
1020-1150	C-O d'éther bande d'élongation moyenne
1000-1250	C-C cycle bande d'élongation faible

Tableau IV.6 : Bandes caractéristiques de lactose .

b. Protéine soluble :

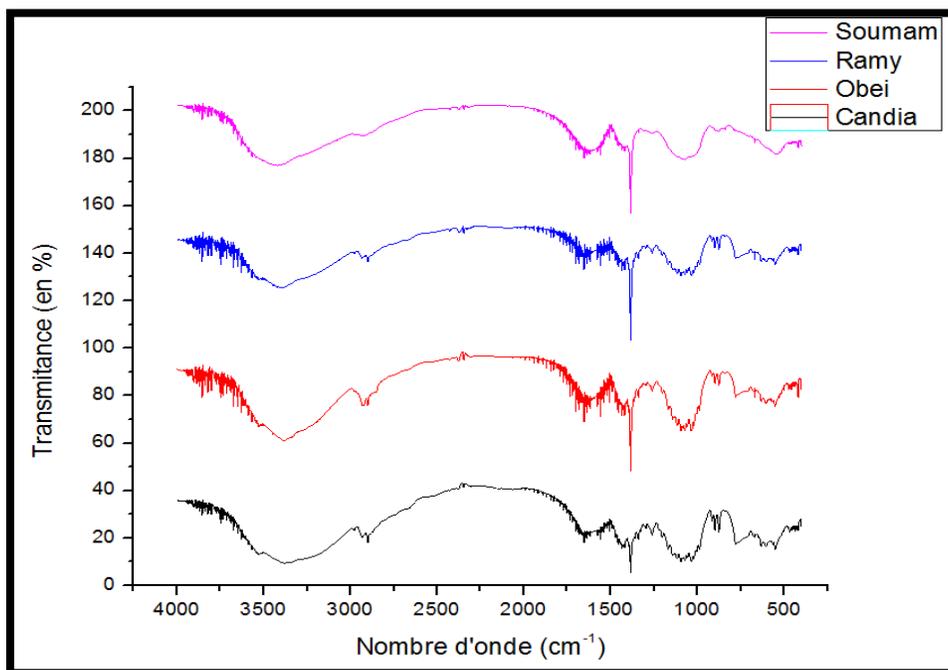


Figure IV.17 : Spectre IR de protéine de lait UHT entier

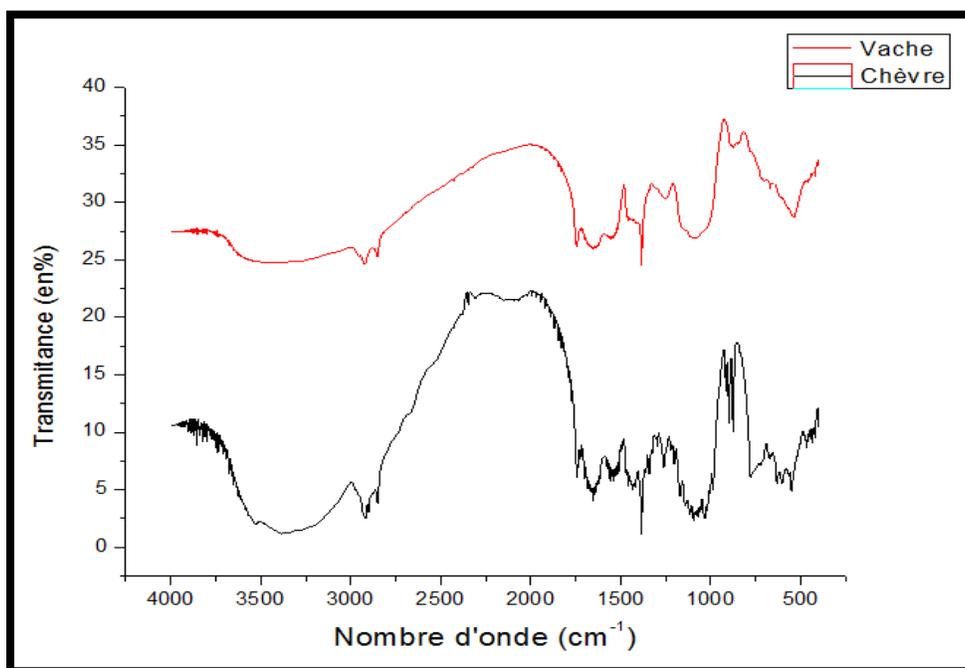


Figure IV.18 : Spectre IR de protéine de lait chèvre et vache

On peut tirer les bandes caractéristiques du dans le tableau suivantes :

Fréquence	Attribution
3100-3500	N-H amide bande large d'élongation moyenne
1620-1680	C=O de l'amide bande d'élongation moyenne
1020-1220	C-N de l'amine bande d'élongation moyenne
1200-1300	C-O d'acide bande d'élongation moyenne
2500-3300	O-H d'acide carboxylique bande large d'élongation moyenne

Tableau IV.7 : Bandes caractéristiques de protéine .

IV.4.2. Analyse de lactose par Chromatographie sur couche mince :

Après élution et révélation on obtient les plaques suivantes :

Eluant : Butanone-Acide acétique-Ethanol : (6 -2-2) ml

Révéléateur : Solution A et B

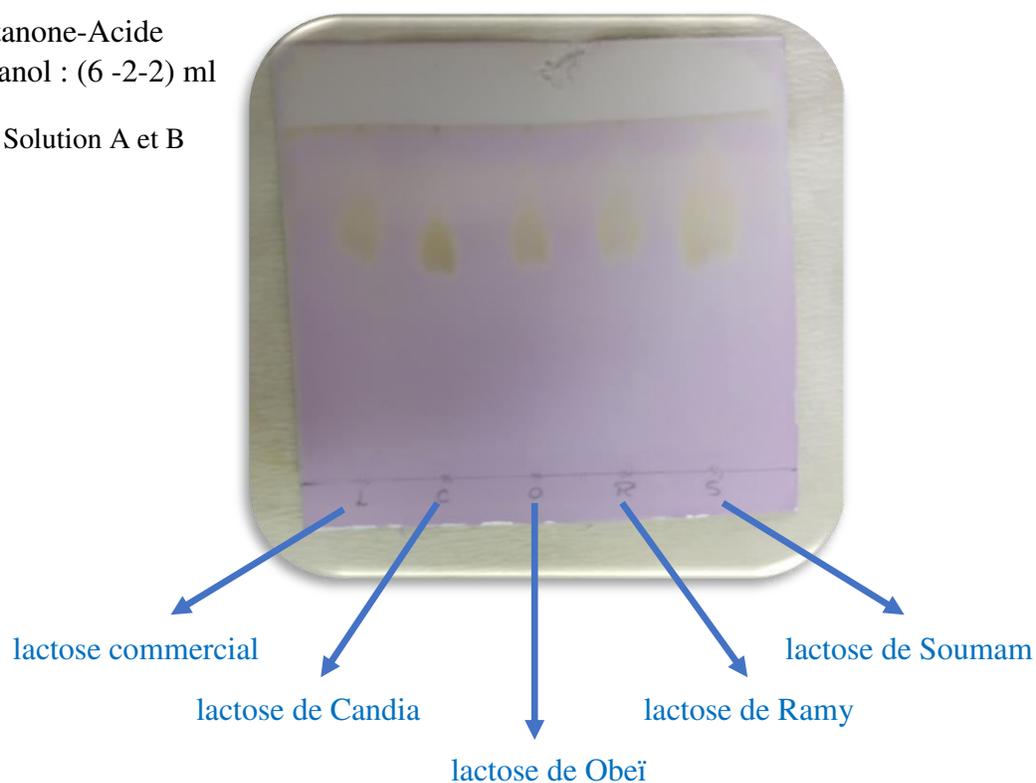


Figure IV.19 : Chromatogramme de Lactose du lait entier UHT

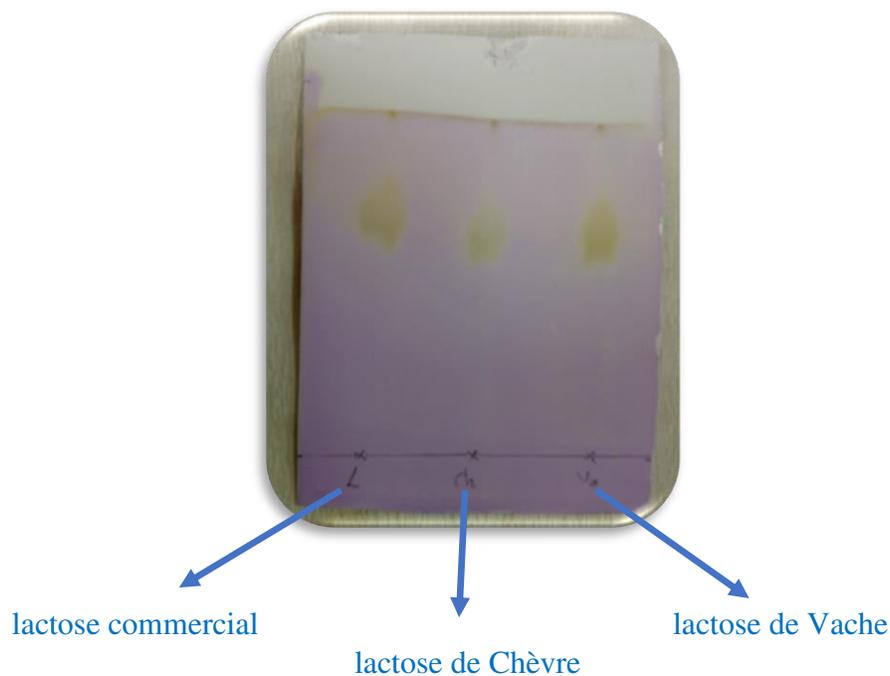


Figure IV.20 : Chromatogramme de Lactose du lait de Vache et Chèvre

Lactose	commercial	Candia	Obeï	Ramy	Soumam	Chèvre	Vache
R_f	0.70	0.68	0.69	0.70	0.70	0.68	0.68

Tableau IV.8 : Les valeurs de rapport frontal .

- L'analyse par CCM de lactose obtenu à partir des différents échantillons du lait entier UHT et du lait naturel, donne des tâches au même niveau (même valeurs de R_f) à celle de lactose commercial. Donc tous les échantillons sont identiques.

IV.5. Préparation de Fromage :

Le fromage est un aliment de base, riche en graisses, protéines, calcium et phosphore à longue conservation en comparaison de la durée de conservation du lait à partir duquel il est fabriqué.

Il est obtenu à partir de lait coagulé ou de produits laitiers, comme la crème. Dans notre expérience, le fromage est fabriqué à partir de lait de vache. Le lait est acidifié à l'aide d'un substitut comme l'acide acétique ou le vinaigre, est ensuite adjointe afin de provoquer la coagulation et former le lait caillé et le petit-lait. Cette méthode donne une quantité considérable de fromage écrémé.



Figure IV.21 : Fromage obtenue

IV.6. Préparation de Colle :

Une colle est une substance liquide ou gélatineuse servant à lier des matériaux entre eux. Cette substance, généralement un polymère, peut être d'origine naturelle ou synthétique .

Dans notre travail, la fabrication de colle basé sur la séparation des différents composés se fait en acidifiant le milieu pour précipiter la caséine qui entraîne les graisses et ensuite en traitant séparément solide de filtrat . On fera précipiter les protéines solubles du filtrat en ajoutant d'acide éthanoïque et les graisses seront extraites du précipité par l'acétone .puis ajouté une quantité d'hydroxyde de calcium et carbonate de sodium sur la pâte à la caséine humide, à la fin, nous obtenons une pâte homogène.

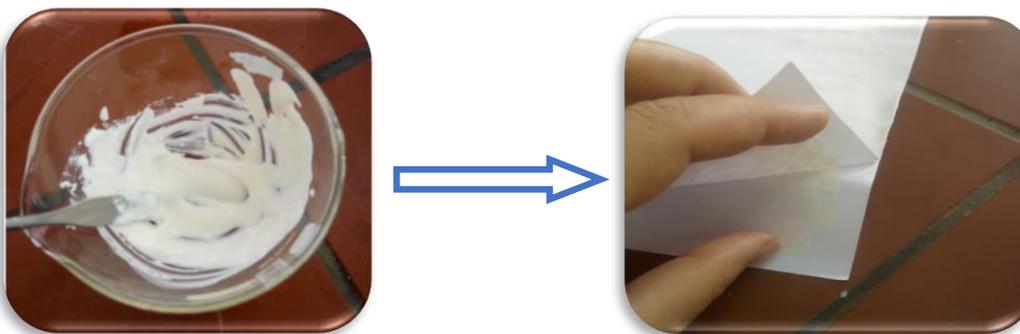


Figure IV.22 : Colle obtenue

- Après application de la colle préparée entre deux papiers, on remarque qu'il ya une faible collage. elle n'est pas très efficace.

IV.7. Conclusion :

L'étude expérimentales sur les différents types de lait sélectionnés, donne lieu à une bonne séparation des principaux constituants Les valeurs obtenues lors de cette étude sont acceptables et semblables à celles illustrées sur l'étiquette de chaque échantillon . (voir chapitre II)

Ces résultats montrent que tous les types de lait manifestent une bonne qualité .

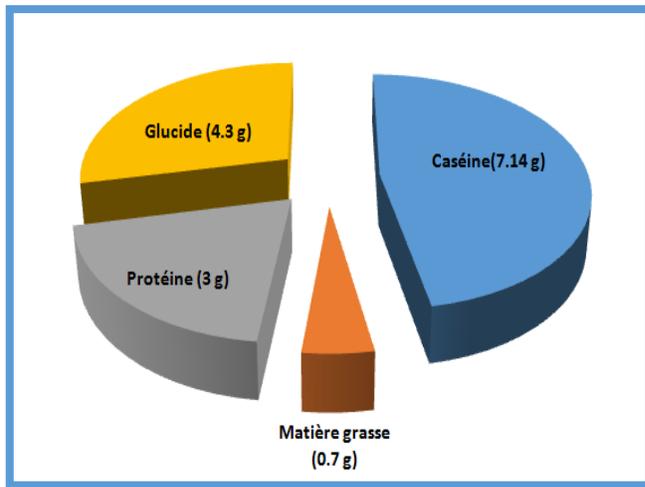


Figure IV.23 : Comparaison du lait entier de Candia

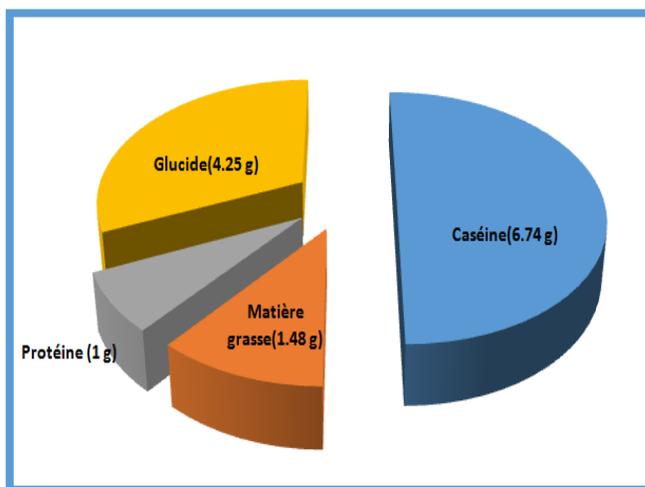


Figure IV.24 : Comparaison du lait entier de Obeï

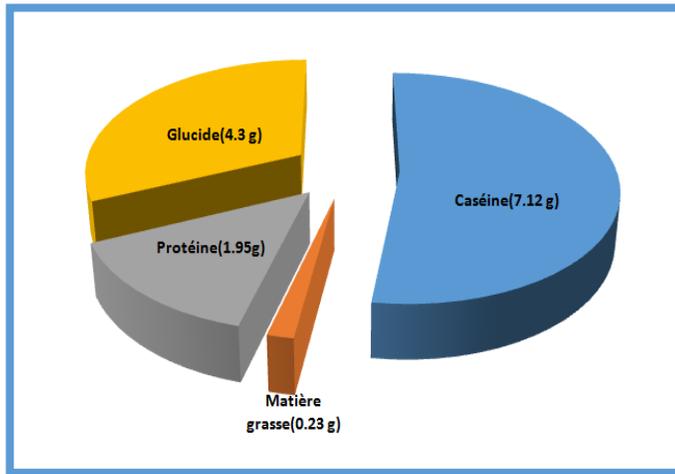


Figure IV.25 : Comparaison du lait entier de Ramy

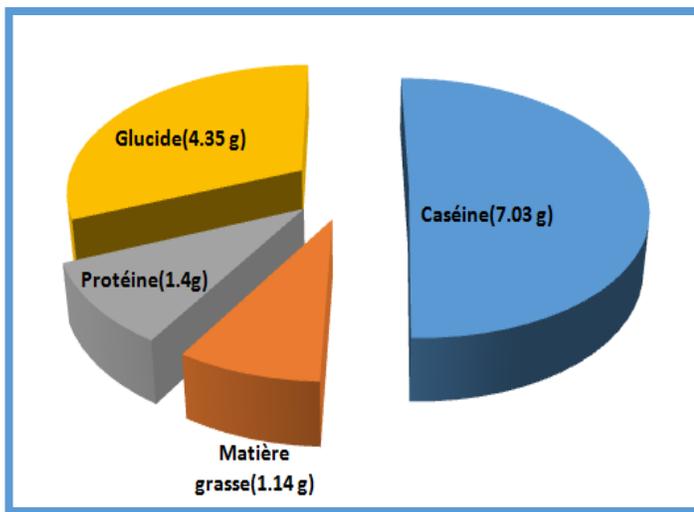


Figure IV.26 : Comparaison du lait entier de Soummam

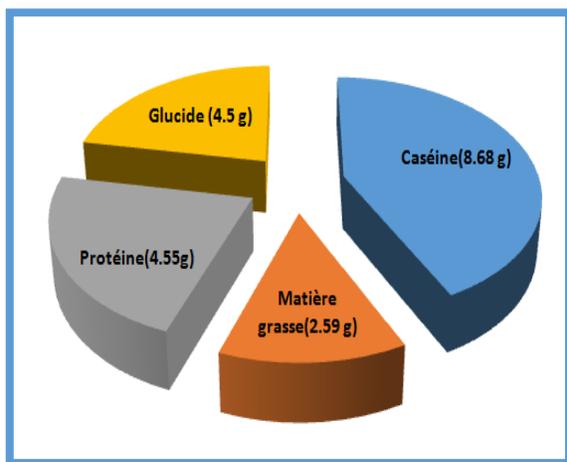


Figure IV.27 : Résultat de lait de chèvre

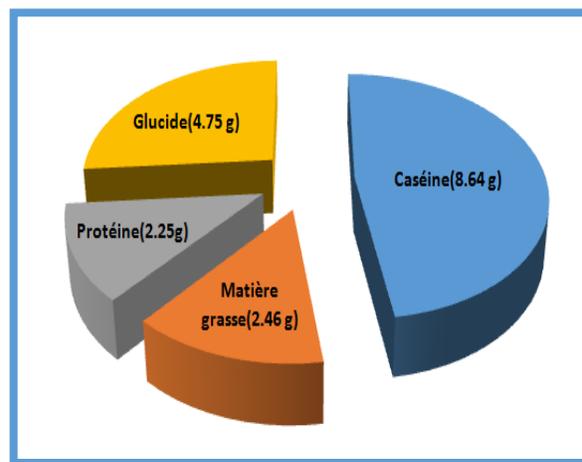


Figure IV.28 : Résultat de lait de vache

- L'étude expérimentales donne des résultats en accord avec celles affiches sur l'étiquette de chaque boit de lait fabriqué .
- La même chose pour le lait naturel testé, contient les même quantité de celles cités dans les tableau de la littérature.

Conclusion générale

Conclusion

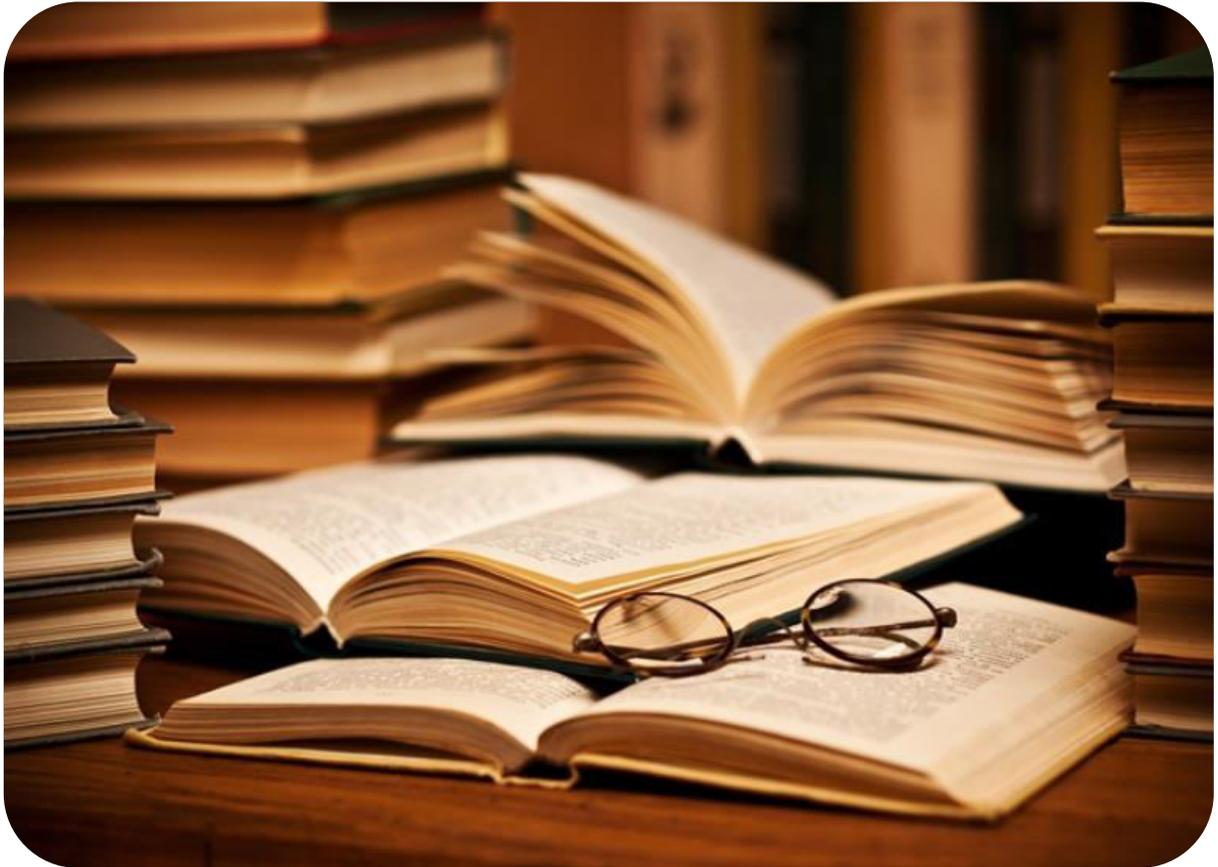
Cette recherche nous a donné un aperçu que le lait est la principale composante de notre alimentation quotidienne ; il occupe une place stratégique dans notre alimentation et constitue une source importante équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides), en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire, qui le consomment tel quel à l'état liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés.

Le but de ce travail est l'étude qualitative et quantitative des différents échantillons de lait naturels et fabriqués, Où nous avons extrait ces principaux constituants (protéine, lipides, glucides) par des méthodes chimiques, on basant sur le phénomène de solubilisation et précipitation dans des différents solvants organiques.

Ces constituants ont également été détectés par un ensemble de tests chimiques d'identification des composés organiques talques le test de la liqueur de Fehling, test de Biuret.....etc. Ainsi que l'analysé par la spectrométrie IRTF afin de connaître les différentes fonctions organiques existantes et la chromatographie sur couche mince CCM.

Enfin, L'ensemble des résultats obtenus dans ce contexte, qui sont en accord avec les données théoriques, nous a permis d'évaluer que les échantillons sélectionnés (lait UHT entier et lait naturel) sont de bonne qualité et la meilleur valeur nutritive provienne de lait naturel de chèvre suivi de lait de vache.

Référence Bibliographique





Référence Bibliographique



- [1] **Amiot J, Fourniers, Lebeuf. Y, Paquin. P, Simsoud. R.2002.** Chapitre 1 : composition. Propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait dans Science et technologie du lait, Edition : école polytechnique de Montréal.
- [2] **ISR/UPV-LNERV/FEVR 1999** : Le lait et le produit laitiers. Développement de systèmes de production. intensive en Afrique de l'ouest.
- [3]**LARPENT, G.P., 1997** : Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire. Technique de Documentation, p1073.
- [4] **CODEX ALIMENTARIUS 2000** : Normes générale CODEX pour l'utilisation de termes de laiterie, CODEX STAN 206-1999.
- [5] **ALAIS C., 1984**: science de lait - principes des techniques laitières, Ed SEPAIC.4^{ème} éd, Paris, 814p.
- [6] **CAYOT PH., LORIENT D., 1998**: structure et transformation des protéines du lait. Ed : tec et doc, Lavoisier, Paris . page 1.
- [7] **FAVIER J.C., 1985** : Composition du lait de vache-Laits de consommation ,
- [8] **Mathieu J. (1998)**. Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- [9] **Grappin, R, Pochet, S, 1999**: Le lait, P 3 – 22.
- [10] **CAROLE L. VIGNOLA ., 2002** : Science et technologie du lait. Transformation du lait-Transformation du lait , Ecole polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34(600 page).
- [11] **LUQUET F.M, CORRIEU.G, 2005** : les bactéries lactiques. Edition technique et documentation, Lavoisier, Paris : page :43-44-45.

- [12] **LUQUET F .,1985** : lait et produit laitière, vache , brebis, chèvre, volume1.ED .Technique et documentation , Lavoisier .Paris.
- [13] **BYLUND G ., 1995**: dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB s-221 86, Lund, Sweden :18-23-381(436 page) .
- [14] **GOURSAUD J., 1985** : coagulation enzymatique du lait *In* :biotechnologie, vol 1 Lavoisier édition .paris .page :301-339
- [15] **Goy D., Häni JP. , Wechsler D. et Jakob E. (2005)**. Valeur de la teneur en caséine du lait de fromagerie. Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions Gruyère N°27f.
- [16] **Marchin S.(2007)**. Dynamique de la micelle de caséines : caractérisation structurale. Thèse INRA/ Agrocampus Rennes.
- [17] **Ramet J.P. (1985)**. La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Collection FAO Alimentation et nutrition n°48.
- [18] **Morrissay PA. (1995)**. Lactose : chemical and physicochemical properties. dans : Developments in dairy chemistry 3. (FOX PF). Elsevier, London.
- [19] **Gordon B. et Loisel W. (1991)** . Dosage des protéines. Dans : Multon J.L., Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agronomiques. Vol 4, 2ème édition, Tec& Doc, Lavoisier, Paris.
- [20] **Alais C. (1975)**. Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic, Paris.
- [21] **FAO. (1995)**. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28
- [22] **JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P ., BRULE G.,2008** : les produit laitières , 2ème édition Tec et Doc , Lavoisier : 7-10 (185 page).
- [23] **MICHEL A., Wattiaux., 1998** : Composition et valeur nutritive du lait. L'institut Babcock pour la recherche et la développement international du secteur laitier.Essentiels laitiers université du Wisconsin à Madison : page :4 .

[24] **Pougheon S. (2001)**. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France.

[25] **Blanc B. (1982)**. Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. International dairy journal, 62. pp :350-395

[26] **LINDEN G., 1987** :les enzymes. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière . CEPIL-INRA? Paris. Page : 121.

[27] **NEVILLE M.C., JENSEN R.G., 1995** : The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R ., Handbook of milk composition-General description of milk , Academic Press, Inc: 82 (919 pages).

[28] **JEAN C.M., DIJON C., 1993** : Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.

[29] **GAUCHER I., 2007** : Caractéristique de la micelle de caséines et stabilité des laits : de la collecte des laits crus au stockage des lait UHT ,thèse INRA Agro campus Sciences et technique .Lait et œuf .agro campus Rennes

[30] **VEISSEYRE R., 1975** : Technologie de lait, Ed. la maison rustique , Paris, 3^{ème} édition , 699 p .

[31] **GUIRAUD J.P., 2003**: Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire . In :Microbiologie alimentaire. Paris

[32] **BOURGEOIS C.M, MESCLE J.F, ZUCCA J. 1996** : Microbiologie alimentaire .Tome 1 : aspects microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire .Ed. Tec. & Doc. p 360, Lavoisier. Paris.

[33] **BENZAÏT H., BETTAYEB H., 2005** : Les technique d'analyses biochimiques du laits , thèse de magister en biologie, Université d'Alger.

[34] **Fredot E. (2005)**. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages)

[35] **LABRIE S. 2012:** Impact de la qualité du lait sur les produits laitiers, institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF). Centre de recherche en sciences et technologie du lait (STELA), 55 p.

[36] **Vierling E., 2003:** Alimentation et boisson : technique et aspect réglementaires. 1 ème édition, Doin.

[37] **Thieulin G. et Vuillaume R. (1967):** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

[38] **Rheotest M. (2010).**Rhéomètre Rheotest ® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants
<http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

[39] **Mahaut. M.Jeantet.R, Brule.G, Schuck.P.2005 :**Chapitre2 : produits fermentés et desserts lactés dans :Les produits industriels laitiers.Edition : Londres. Paris.

[40] **Guiraud.J.1998 :** Microbiologie alimentaire.Edition : Paris.

[41] **Vesseyre. R.1979 :** Technologie du lait : constitution. récolte, traitement et transformation du lait. Edition : la maison rustique.

[42] **Leseur.R, Melik.N.1990 :** Chapitre1 : lait de consommation dans : Lait et produits laitiers de vache volume (2). Edition : Tec et Doc. La Voisier, Paris.

[43] **Alais C. et Linden G ., 1987:** Abrégé de biochimie alimentaire. 4 ème Edition. Masson.

[44] **Plus quelles .A.1991 :** Chapitre2 : lait et produits laitiers dans : Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Edition ; Tec et Doc. Lavoisier. pria.

[45] **Michel. J.C, Pouliot. M et Richard.J .2002 :** Science et technologie du lait. Edition : Canada.

[46] **Gosta B. (1995) :** Les composants du traitement du lait. In : manuel de transformation du lait. Ed. Tetra Pack processing system AB. Sweden .

[47] **Veisseure. (1979) :**Technologie du lait : constituants, récoltes, traitement et transformation du lait. Edition, La maison rustique. Paris.

- [48] **Alais C. et Linden G., 1997** : Biochimie alimentaire. Edition Masson.
- [49] **Deby G., 2001** : Lait, Nutrition et santé. Edition : Lavoisier, Tec et Doc
- [50] **SCHMIDT D.G. 1989**: Colloïdal aspects of casein. Neth, Milk Dairy J, 34, pp. 42-64
- [51] **PRESCOTT LM., HARLEY J., KLEIN DA. 2010**: Microbiologie 2^{ème} édition. De Boeck, paris, p. 979.
- [52] **ANONYME 2, 1993** : Arrêt interministériel du 18 août 1993 relatifs aux spécifications de certain lait de consommation.
- [53] **J.O.R.A.N° 69, (2003)**: Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Textes Législatifs. Lait et produits laitiers.
- [54] **Feinberg M., Favier JP et Ireland R. (1987)**: Répertoire générale des aliments: table de composition des produits laitiers. Ed : Tec et doc. Lavoisier, paris, p : 35
- [55] **MARTIN P. 1996**: La composition protéique du lait de chèvre : ses particularités. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : Le lait de chèvre, un atout pour la santé. INRA, Niort, France, pp. 9-26.
- [56] **DAYON A. (2005)**: Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : revue des travaux récents ; colloque sur la chèvre, CRAAQ 7 Octobre, Québec, canada.
- [57] **CHILLIARD Y. 1996**: Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France, pp. 51-65.
- [58] **DUTEURTRE G., OUDANANG M.K., N'GABA S.H. 2005**: Les bars laitier de n'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte de colloques, Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad : 20-22 novembre, Paris X-Nanterre.
- [59] **ZELLER B. (2005)**:Le fromage du chèvre : Spécificités technologiques et économiques Thèse de Doctorat de l'Université Paul-Sabatier, Toulouse, France.

[60] **JOOYANDEH H.** et **ABROUMAND A.** (2010) : Physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and Dairy product aspects of goat and sheeps milks. World Applied Science Journal. 11 (11), 1316-1322.

[61] **BOURGEOIS C.M., MESCLE JF., ZUCCA J. 1996:** Microbiologie alimentaire (aspect microbiologie de la sécurité et de la qualité des aliments. 2^{ème} édition, collection sciences et technique agro alimentaire Lavoisier tec α doc, Paris, pp. 272-273.

[62] **CAYOT PH., LORICNID. 1998:** Structures et techno fonction des protéines du lait. 4^{ème} édition, paris, pp. 13-19.

[63] **DESJEUX. 1993.** Alimentation de la vache laitière. 3^{ème} édition. Editions France Agricole. Paris, p. 58.

[64] **FTLQ. 2002.** Science et Technologie du lait. Fondation de Technologie Laitière du Québec Inc. Ed, Presses Internationales Polytechnique, Québec, canada, pp. 28-44.

[65] **KOCEIR. 2010.** Microbiology of milk. Dans Applied Food Microbiology, Star Publishing, Belmont, 325p.

[66] **CROGUENNEC T., JEANTETR., BRULE G. 2008.** Fondements physico-chimiques de la technologie laitière. Edition Lavoisier tec α doc Paris, pp. 01-35.

[67] **MAHIEU H., LE JAOUEN J.C., LUQUET M.F., MOUILLET L. 1977.** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. pp. 561-571.

[68] **GUEGUEN L. 1996.** La valeur nutritionnelle minérale du lait de chèvre. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : Le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France, pp. 67-80.

[69] **AIT AMER MEZIANE L. 2008.** Aptitude des laits de chèvres et berbis à la coagulation par des protéases d'origine avicole. Thèse de Magister en science Agronomiques, 2008, pp.10-14.

[70] **Isabelle claverie,** Mireille Panet, Biochimie, 2^e édition ,prophyre, 2008, pages 84-85.

[71] **Chavanne.m,a. jullien,** chimie organique expérimentale,1991.

[72] **Martine restein, Chantel soerenen.** Chimie avancée.Préparation au bac et à la maturité, Lausanne,2011, page 326

ANNEXE

Annexe I

❖ Matériels et produits utilisés :

Récipients et verreries	Accessories	Produits	Appareillage
<ul style="list-style-type: none">• Entonnoir simple• Eprouvettes graduées• Béchers gradués• Fioles erlenmeyer• Fioles à jaugee• Creuser• Tube capillaire• Tubes à essais• Recristallisoire• Büchner• Entonnoir Büchner• Mortier et pilon	<ul style="list-style-type: none">• Pince en bois• Spatule en acier• Spatule en verre• Tuyaux• Pipette• Papier paraffine• Papier filtre• Papier pH• Verre de montre• Thermomètre• Plaque de gel de silice• Baro magnétique	<ul style="list-style-type: none">• Eau distillé• Acide acétique• Acétone• Ether diéthylique• Ethanol• Hydroxide de sodium• Sulfate de cuivre• Acide nitrique• Ammoniaque• liqueur de Fehling• Butanone• Aniline• Diphénylamine• Acide phosphorique• vinaigre d'Alcool• Sel de table• Hydroxyde de calcium• carbonate de sodium• lactose commercial	<ul style="list-style-type: none">• Plaque chauffante• Balance électrique• Agitateur magnétique• Spectromètre IRTF

Annexe II

Généralité sur certains solvants et produits chimiques utilisés

 Solvants :

Désignation	Formule	Point d'ébullition °C	Densité g/ml	Risque
Acide acétique	C ₂ H ₄ O ₂	118.1	1.049	Corrosif
Acide nitrique	HNO ₃	83	1.51	Irritant, corrosif
Acétone	C ₃ H ₆ O	56.05	0.784	Inflammable, Irritant
Ethanol	C ₂ H ₅ O	78.4	0.789	Facilement inflammable
Ether diéthylique	C ₄ H ₁₀ O	35		Inflammable, Irritant
Ammoniaque	NH ₃	38		Danger pour l'environnement ,corrosif
Butanone	C ₄ H ₈ O	79.59		Inflammable, Irritant
Aniline	C ₆ H ₇ N	184.1		Corrosif, inflammable, toxique, danger pour la santé.
Acide phosphorique	H ₃ PO ₄	213		Corrosif

 **Produits chimiques :**

Désignation	Formule	Point de fusion °C	Risque
Hydroxide de sodium	NaOH	318	Irritant
Sulfate de cuivre	CuSO ₄	110	Danger pour l'environnement, nocif
Diphénylamine	C ₁₂ H ₁₁ N	54	Danger pour l'environnement, Toxique
Hydroxyde de calcium	Ca(OH) ₂	580	Corrosif
carbonate de sodium	Na ₂ CO ₃	851	Irritant

Annexe III

Préparation de la solution de Fehling :

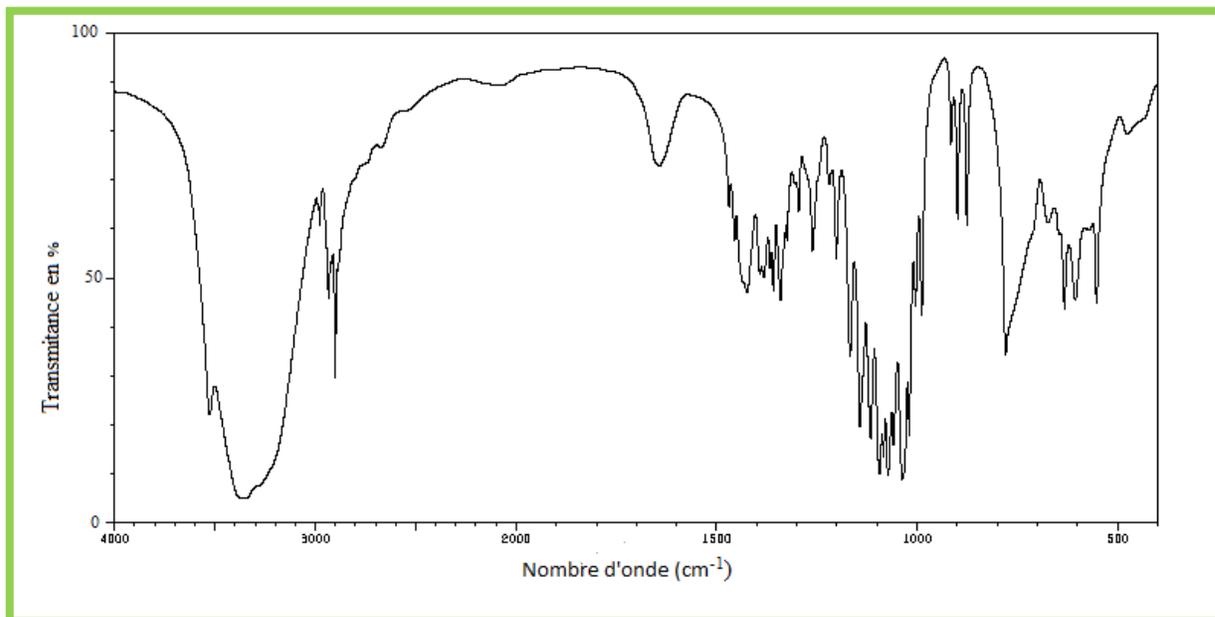
La solution de Fehling contient deux volumes égaux des solutions A et B

Solution A : **40 g** de sulfate de cuivre CuSO₄ dans **1L** d'eau distillée.

Solution B : **200 g** de sel de seignette (Tartrate de potassium et de sodium) dans **1 L** d'eau distillée.

Annexe IV

Infrarouge de lactose commercial



Résumé

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs (protéines, lipides, glucides, sels minéraux et vitamines).

Grâce à la richesse de sa composition et la variété de ses constituants, le lait donne naissance par transformation à une très vaste famille de produits laitiers comme le fromage et yaourt....

Ce travail est consacré une étude qualitative et quantitative du lait. Pour cela, nous avons sélectionné deux types de lait, naturel (chèvres et vaches) et UHT (Candia, Rami, Obeï et Soumam). Les techniques expérimentales utilisées donnent lieu à la séparation des principaux constituants de chaque échantillon. La détection des produit obtenus est effectuée par des tests chimiques d'identification ainsi que la chromatographie sur couche mince CCM et la spectroscopie infra rouge IRTF.

Par comparaison, nous avons soutenu que les résultats expérimentaux sont très proches à celles de la littérature et également conclu que le meilleur lait en termes de quantité et de qualité est le lait de chèvre, suivi du lait de vache.

Mots clés : *Lait UHT - Lait naturel - Protéine - Lipide - Glucide - Chromatographie sur couche mince- Infrarouge Spectroscopie IRTF.*

Abstract

Milk is a full and balanced diet because of its richness in many nutrients (proteins, fats, carbohydrates, minerals, vitamins).

Thanks to the richness of its composition and variety of ingredients, milk gives birth through the transformation into a very large family of dairy products such as cheese and yoghurt.

This work is dedicated to studying the quality and quantity of milk. For this, we chose two kinds of milk, natural (goat and cattle) and UHT (Candia, Ramy, Obeï and Soumam). Experimental techniques used to separate the main components of each sample. Products obtained through chemical identification tests as well as TLC and FTIR thin-film chromatography are detected by infrared spectroscopy.

For comparison, we said that the experimental results are very close to those writings and also concluded that the best milk in terms of quantity and quality of goat's milk, followed by cow's milk.

Keywords : *Sterilized milk - Natural milk - Protein - Fat - Carbohydrates - Thin layer chromatography - Infrared Spectroscopy FTIR.*