

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET
DE L'UNIVERS
DÉPARTEMENT DE L'ÉCOLOGIE ET DU GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : Production et Technologie Laitières

Thème : Contribution à l'étude de quelques paramètres physicochimiques du procédé de fabrication du fromage traditionnel de l'Est algérien 'Klila'

Présenté par : BERREDJEM Fatih
HADJADJI Fadhila

Devant le jury composé de :

Présidente : SLIMANI Atika	[M.A.A Université de Guelma]
Encadreur : LEKSIR Choubaila	[M.A.B Université de Guelma]
Examineur : BOUDALIA Sofiane	[M.A.B Université de Guelma]

Juin 2015

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes parents Abde lkrime et Houria, qui m'on soutenu, gidé et encouragé.

J'espère ne jamais vous décevoir, je vous aime tant.

A mon unique frèrs Faris

Ama famille

Kotkote hadjadji firase

A tous mes oncle, tantes, cousins, cousienes.....

A tous mes amis

Atous ma promotion

Fadila

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la santé et la force pour bien mener ce travail.

Nous remercions notre promotrice madame LEKSIR Choubaila, pour l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

A Madame SLIMANI Atika, nous adressons nos remerciements les plus sincères pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider ce jury.

A Monsieur. BOUDALIA Sofiane ; qui nous a fait l'honneur de bien vouloir accepter d'examiner ce travail.

Nous adressons un grand merci aux techniciennes de laboratoires pédagogiques de chimie et de physicochimie pour tous les moments de travail passés au laboratoire et pour leurs orientations et conseils précieux.

Un grand merci à toutes les personnes qui nous ont aidé sur le terrain pour la collecte du lait.

À tous nos enseignants depuis la première année, qui nous ont donné les bagages scientifiques nécessaires pour faire ce mémoire.

Enfin, nous remercions, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Acronymes :

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

BLA: Bovin Laitière Améliore

BLL: Bovin Laitière locale

BLM: Bovin Laitier Moderne

EST : Extrait Sec Total

FAO: Food and agricultural Organisation

Hm: Taux d'Humidité

J.-C: Jésus Christ

MGES: Pourcentage de la Matière Grasse dans l'Extrait Sec

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

ONS: Office National des Statistiques

pH_i: Point Isoélectrique

SNVSTU: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

TEFD: Teneur en Eau dans le Fromage Dégraissé

TPE: Très Petites Entreprises

UE: Union Européenne

UHT: Ultra Haute Température

Unités de mesures :

°C : degré Celsius

g/l : gramme par litre

µm : micromètre

% : pourcentage

ml : millilitre

g : grammes

°D: degré Dornic

LISTE DES FIGURES

Figure N°:	Page:
Figure 1. <i>Production de lait dans le monde (IFCN 2007)</i>	3
Figure 2. <i>Schéma général de la filière lait (Chisti, 2004)</i>	6
Figure 3. <i>Répartition de la production laitière bovine. (Oflive, 2012)</i>	7
Figure 4. <i>Evolution des effectifs bovins (2001-2012) (Oflive, 2012)</i>	8
Figure 5. <i>Évolution des effectifs nationaux (1990 à 2006) (Dilmi, 2008).</i>	9
Figure 6. <i>Composition moyenne du lait de vache (Sandra; 2001)</i>	10
Figure 7. <i>Inventaire des liens possibles directs et indirects entre terroir et fromage (Dorioz et al., 2000).</i>	13
Figure 8. <i>Bases de la fromagerie (Jeantet et al., 2008).</i>	18
Figure 9. <i>Sub-micelle et micelle (Vignola, 2002).</i>	21
Figure 10. <i>Phases de la coagulation enzymatique du lait et formation du réseau (Vignola, 2002).</i>	22
Figure 11. <i>Types de coagulation et diversité fromagère (Jeantet et al., 2008).</i>	23
Figure 12. <i>Schéma des méthodes de fabrication des principaux produits laitiers algériens (Bendimerad, 2013).</i>	27
Figure 13. <i>Procédé artisanal de fabrication du fromage traditionnel 'Klila' (Leksir et Chemmam, 2014)</i>	33
Figure 14. <i>Mesure de la quantité de lait à fermenter</i>	34
Figure 15. <i>Barattage manuel du 'Rayeb'</i>	34
Figure 16. <i>Séparation du lactosérum par traitement thermique du 'Lben'</i>	35
Figure 17. <i>Égouttage de la 'Klila'</i>	36
Figure 18. <i>Séchage du fromage traditionnel 'Klila'</i>	37
Figure 19. <i>Détermination de la quantité du lactosérum</i>	38
Figure 20. <i>Mesure du pH d'un échantillon de lait cru de vache</i>	39
Figure 21 : <i>Mesure de l'acidité titrable pour un échantillon de 'Klila' sèche</i>	40
Figure22 : <i>Durée de barattage du Rayeb pour séparation du beurre</i>	41
Figure23 : <i>Durée de chauffage du Lben pour séparation du lactosérum de la 'Klila' pour les différentes espèces étudiées</i>	42

Figure 24 : <i>Beurre obtenu après barattage du Rayeb de vache</i>	43
Figure25 : <i>Quantités de Lben et de lactosérum obtenus lors de la préparation de la 'Klila' de vache</i>	43
Figure26 : <i>Quantités de Lben et de lactosérum obtenus lors de la préparation de la 'Klila' de chèvre</i>	44
Figure27 : <i>Quantités de Lben et de lactosérum obtenus lors de la préparation de la 'Klila' de brebis</i>	44
Figure28 : <i>Cinétique du pH lors de la fabrication du fromage 'Klila' à base de lait de vache</i>	45
Figure29 : <i>Cinétique du pH lors de la fabrication du fromage 'Klila' à base de lait de chèvre</i>	45
Figure30 : <i>Cinétique du pH lors de la fabrication du fromage 'Klila' à base de lait de brebis</i>	46
Figure 31 : <i>Teneur en matière sèche pour les différents échantillons du fromage 'Klila' étudiés</i>	47
Figure 32 : <i>Acidité titrable pour les différents échantillons du fromage 'Klila' étudiés</i>	47

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau N°:</i>	<i>Page:</i>
Tableau 1. <i>Évolution de la consommation du lait et dérivés selon l'ONS (Kaci et Sassi, 2007).</i>	5
Tableau 2. <i>Composition moyenne du lait selon les espèces (g/l) (Vilain, 2010).</i>	14
Tableau 3. <i>Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage selon la norme A-6-FAO/OMS (1978) (Mahaut et al, 2000).</i>	25
Tableau 4. <i>Description des échantillons des laits de vache.</i>	31
Tableau 5. <i>Description des échantillons des laits de chèvre.</i>	31
Tableau 6. <i>Description des échantillons des laits de brebis.</i>	32
Tableau 7. <i>Durée de fermentation du lait lors de fabrication du fromage traditionnel 'Klila' au laboratoire pour les différentes espèces étudiées.</i>	41

LISTE DES ANNEXES

Annexe N° :

Page :

Annexe 1. *Vaches laitières aux sites d'échantillonnage.*

i

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES ANNEXES	
INTRODUCTION	01
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : PRODUCTION LAITIÈRE EN ALGÉRIE	02
I.1. Généralités sur le lait	02
I.2. Définition légale du lait	02
I.3. Grands producteurs de lait dans le monde	03
I.4. Filière lait et industrie laitière en Algérie	03
I.4.1. Filière lait en Algérie	04
I.4.2. Industrie laitière en Algérie	06
I.5. Localisation et effectifs de production laitière Algérienne	06
I.5.1. Localisation de production laitière Algérienne	07
I.5.2. Effectifs de production laitière Algérienne	08
I.6. Evolution et composition du cheptel bovin en Algérie	08
I.6.1. Evolution du cheptel bovin en Algérie	09
I.6.2. Composition du cheptel bovin en Algérie	09
I.7. Composition générale du lait	09
I.8. Facteurs de variation de la composition du lait	10
Chapitre II : TECHNOLOGIE FROMAGÈRE	11
II.1. Historique et origine des fromages	11
II.2. Définition de fromage	11
II.3. Présentation générale des fromages	12
II.4. Matière première de la fabrication fromagère : Le lait	13
II.4.1. Différentes phases du lait	13
II.4.2. Composition microbiologique du lait	15
II.4.2.1. Bactéries	15
II.4.2.2. Levures et moisissures	15
a. Flore utile	16
b. Flore d'altération	16
c. Flore potentiellement pathogène	16
II.5. Technologies fromagères	16
II.5.1. Étapes de transformations fromagères	17
II.5.1.1. Standardisation du lait en matières grasses et en matières protéiques	18
II.5.1.2. Assainissement du lait	19
II.5.1.3. Rééquilibrage en calcium	19
II.5.1.4. Maturation	19
II.5.1.5. Coagulation	19
II.5.1.5.1. Substrat spécifique de la coagulation	20
II.5.1.5.2. Types de coagulation	21

II.5.1.5.2.a. Coagulation acide (acidification lactique)	21
II.5.1.5.2.b. Coagulation par voie enzymatique	21
II.5.1.5.2.c. Coagulation mixte	22
II.5.1.6. Égouttage	23
II.5.1.6.1. Égouttage du gel lactique	23
II.5.1.6. 2. Égouttage du gel présure et du gel mixte	24
II.5.1.7. Affinage	24
II.6. Classification des fromages	24
Chapitre III : PRODUITS LAITIERS FERMENTÉS TRADITIONNELS EN ALGÉRIE	26
III.1. <i>Rayeb</i>	27
III.2. <i>L'ben</i>	27
III.3. <i>Zebda et Smen</i>	28
III.4. <i>Jben</i>	28
III.5. <i>Bouhezza</i>	28
III.6. <i>Kemaria, Takemarit</i>	28
III.7. <i>Aoules</i>	29
III.8. <i>Lebaa</i>	29
III.9. <i>Méchouna</i>	29
III.10. <i>Madghissa</i>	29
III.11. <i>Klila</i>	29
MATÉRIELS ET MÉTHODES	31
I. MATÉRIELS	31
I.1. Matériel biologique	31
I.2. Matériel du laboratoire	32
II. MÉTHODES	32
II.1. Suivi des paramètres de fabrication du fromage traditionnel ' <i>Klila</i> '	32
II.1.1. Durée de fermentation	33
II.1.2. Durée de barattage	34
II.1.3. Température et durée de chauffage pour séparation du lactosérum du caillé	35
II.1.4. Égouttage du fromage ' <i>Klila</i> '	36
II.1.5. Séchage du fromage ' <i>Klila</i> '	37
II.2. rendements en dérivés laitiers (<i>L'ben</i> , beurre et fromage ' <i>Klila</i> ')	37
II.3. cinétique d'acidification au cours de la fabrication du ' <i>Klila</i> '	38
II.4. Analyses physicochimiques de la ' <i>Klila</i> ' sèche	39
II.4.1. Mesure du taux de l'humidité	39
II.4.2. Mesure de l'acidité titrable	40
RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	41
II.1. Suivi des paramètres de fabrication du fromage traditionnel ' <i>Klila</i> '	41
II.1.1. Durée de fermentation du lait	41
II.1.2. Durée de barattage	41
II.1.3. Température et durée de chauffage pour séparation du lactosérum	42

II.1.4. Égouttage et séchage du fromage ' <i>Klila</i> '	42
II.2. Rendements en dérivés laitiers (<i>L'ben</i> , beurre et fromage ' <i>Klila</i> ')	43
II.2.1. Beurre	43
II.2.2. Lben et lactosérum	43
II.2.3. Klila	45
II.3. Cinétique d'acidification au cours de la fabrication du ' <i>Klila</i> '	45
II.4. Analyses physicochimiques de la ' <i>Klila</i> ' sèche	46
II.4.1. Mesure du taux de l'humidité	46
II.4.2. Mesure de l'acidité titrable	47
II. LIMITATIONS DE L'ÉTUDE	48
CONCLUSIONS & PERSPECTIVES	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	50
ANNEXES	i

INTRODUCTION

Le fromage est un aliment connu depuis des siècles résultant de transformation du lait ou une façon de conserver ce dernier. La transformation se fait par la fermentation à l'aide des enzymes spécifiques, le fromage fait partie de nos aliments traditionnels qui font partie du patrimoine de plusieurs pays (Fox, 2011). La méthode de préparation du fromage a connu un développement intéressant notamment: les additifs les arômes et les conservateurs il occupe une place primordiale dans les menus, il représente 35 % de la production des produits laitiers (Chamba, 2008).

Plusieurs fromages traditionnels existent dans les pays méditerranéens depuis la plus haute antiquité. Beaucoup d'entre eux sont produits seulement dans des zones géographiques restreintes et consommés localement. Environ dix types de fromages traditionnels sont produits dans différentes zones de Algérie, mais les plus connus sont 'Klila' et *djben*. Parmi les moins connus on trouve *bouhezza*, *mechouna* et *madeghissain* à l'Est de l'Algérie (région Chaouia), *takammèrite* et *aoulesin* dans le sud et *Igounanes* dans le nord du centre (région Kabylie) (Zitoun, 2011).

En Algérie, 'Klila' est le fromage traditionnel le plus populaire et sa méthode traditionnelle de fabrication est encore en usage à nos jours. La 'Klila' est un fromage fermenté produit empiriquement dans plusieurs régions de l'Algérie, La fabrication consiste au chauffage modéré du lait jusqu'à ce qu'il devient caillé ce dernier est égoutté dans une mousseline, le fromage obtenu est consommé tel qu'il est en état frais ou après un séchage, il est utilisé comme un ingrédient après réhydratation dans les préparations culinaires traditionnelles (Lahsaoui, 2009).

INTÉRÊTS ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Notre travail consiste à la contribution à l'étude de quelques paramètres physicochimiques du procédé de fabrication du fromage traditionnel 'Klila' dans le but de poursuivre sa caractérisation faite par (Leksir et Chemmam 2014, 2015) Nous avons réalisé ce travail dans le but de préserver ce produit traditionnel, en vue de protéger et de maintenir l'ancienne recette artisanale telle qu'elle était transmise d'une génération à une autre car les fromages traditionnels font partie du patrimoine culturel de notre pays, d'où l'intérêt de bien les étudier et de comprendre les procédés technologiques qui entrent dans leur fabrication.

CHAPITRE I : PRODUCTION LAITIÈRE EN ALGÉRIE

I.1. Généralités sur le lait

Le lait est un produit naturel sécrété par les mammifères. A la fois aliment et boisson, Il est donc d'un grand intérêt nutritionnel et se prête à de nombreuses applications culinaires, industrielles et technologiques (**Fredot, 2005**).

Le lait doit provenir d'une femelle bien portante, bien nourrie et non surmenée : le lait destiné à la consommation ne pourra être mis en vente que s'il provient de femelles laitières en parfait état sanitaire. Cela signifie que le lait provenant d'animaux non reconnus indemne de tuberculose, de mammites, de fièvre qui ne peut être considérée comme propre à la consommation humaine en nature (**Franworth , 2010**).

I.2. Définition légale du lait

En France, le lait destiné à la consommation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes par la formule suivante :

« Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » (**Luquet , 1985**).

La réglementation européenne aussi défini la dénomination « *lait* ». d'après le règlement (c.e.e.) n°1898/87 du conseil du 2 juillet 1987, ce terme « est réservé exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction », l'origine devant être là aussi précisée si ce n'est pas du lait de vache. Le lait constitue le seul aliment des mammifères nouveau né absolument indispensable pour assurer leur survie puis leur croissance.

I.3. Grands producteurs de lait dans le monde

Les livraisons dans l'Union européenne pour la campagne laitière 2006/2007 se sont élevées à 133 millions de tonnes. L'Allemagne est le premier pays producteur de lait de l'Union Européenne (environ 20,5% de la production de l'UE) suivi par la France (environ 18%) (**IFCN, 2007**).

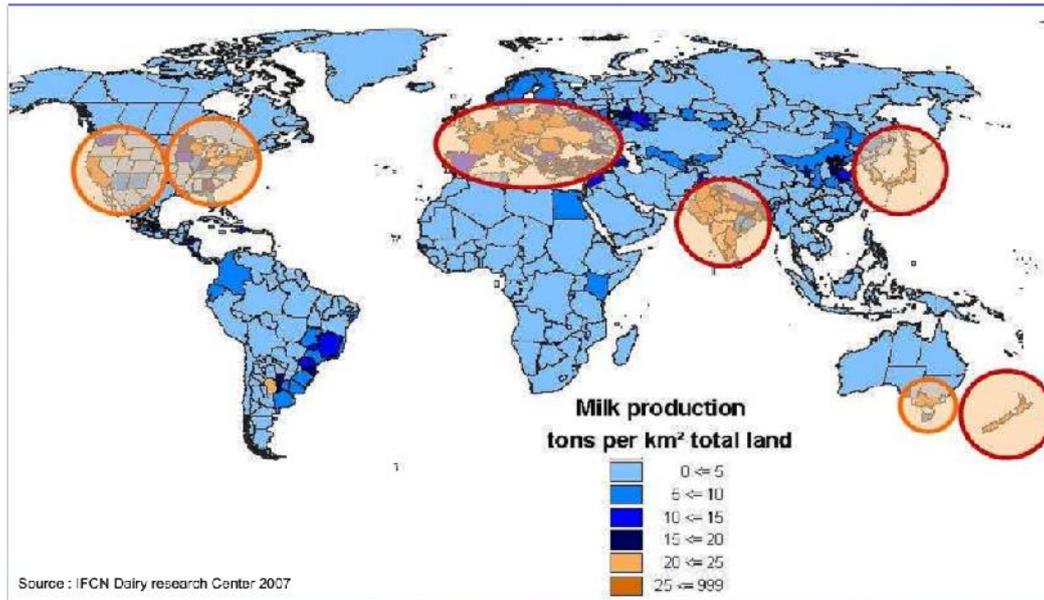


Figure 01 : Production de lait dans le monde (IFCN 2007)

I.4. Filière lait et industrie laitière en Algérie

I.4.1. Filière lait en Algérie

La filière lait en Algérie se trouve actuellement dans une phase critique, la production laitière en Algérie reste faible. Elle est évaluée à 1,38 millions de tonnes en 2000 soit 0,26% de la production mondiale à 2,1 milliards de litres en 2006. Aggravée par un taux de collecte très faible et une augmentation des prix de la matière première sur les marchés internationaux. La production laitière en Algérie régulièrement croissante depuis les années 80 est très faiblement intégrée à la production industrielle des laits et dérivés. La production laitière nationale s'est stabilisée autour de 1 milliard de litres jusqu'à l'année 1997. Cependant le taux d'intégration, qui correspond à la part du lait collecté dans les quantités totales produites, reste très faible, inférieur à 10% (**Belhadia, 2009**).

En Algérie, la filière lait est une chaîne organisée en plusieurs maillons ainsi, distinguée principalement : (**Belhadia, 2009**) :

- À l'amont, une grande diversité d'élevages bovins ;
- Les organismes de collecte et de transformation à la fois étatiques et privés
- Les systèmes de mise en marché et les consommateurs.

L'émergence en amont d'un élevage laitier en mesure d'assurer les approvisionnements nécessaires conséquents en lait, représente la principale condition pour le développement de cette filière.

En Algérie l'industrie laitière occupe la seconde position dans le complexe agroalimentaire public avec une valeur de production estimée en 2003 à 50 milliards DA. Les actions menées pour le développement de cette production ont été multiples et importantes, mais n'ont pas abouti aux résultats escomptés, particulièrement pour sa collecte pour cette dernière opération et à titre d'exemple, seuls 5 % d'une production totale estimée de 34246000 litres de lait produits en 2010 ont été collectés dans la wilaya de Guelma contre une moyenne nationale de 13 % (Benyounes et al, 2011).

Ceci malgré les efforts déployés ces dernières années par le ministère de l'agriculture et du développement rural, par la mise en œuvre de différentes actions instituées par le plan national du développement agricole et rural pour améliorer la production et la collecte du lait.

I.4.2. Industrie laitière en Algérie

Le développement du secteur agricole et agroalimentaire constitue un enjeu majeur pour l'Algérie sur le plan économique, politique et social. Le chiffre d'affaires réalisé par l'industrie agroalimentaire représente 40% du total du chiffre d'affaires des industries algériennes hors hydrocarbures (Kaci et Sassi, 2007). La consommation des produits laitiers a connu une croissance continue; l'Algérie étant le premier consommateur de lait au sein du grand Maghreb, cette filière est menacée par la conjoncture actuelle : les entreprises évoluent de plus en plus dans des environnements où les avancées technologiques et l'innovation sont des facteurs essentiels pour l'obtention d'avantages concurrentiels (Amellal, 1995).

En Algérie, le produit fabriqué est, en majeure partie, un lait reconstitué en usine. Il peut être entier (28g/L de matière grasse), partiellement-écrémé (15 à 20g/L de matière grasse) ou écrémé (0g/L de matière grasse). Ce lait est ensuite conditionné en sachet polypropylène, en bouteille et tétra-pack (Kaci et Sassi, 2007). Les fabricants de lait offrent essentiellement du lait pasteurisé conditionné en sachet. Certains fabricants ont innové par :

- le conditionnement de lait entier,
- la production du lait UHT.

Le second stade du processus de fabrication consiste à la transformation du lait en produits laitiers. L'industrie de transformation demeure fortement dépendante des importations. Ce constat est corroboré par l'analyse de la structure des approvisionnements des entreprises, les inputs en provenance du marché local concernent essentiellement, le lait cru local, le sucre et les emballages. Quelques

grandes firmes dominent le marché, notamment Danone et Soummam qui totalisent à toutes deux plus de 50% des parts du marché national. Selon les enquêtes de consommation de l'Office national des statistiques (ONS), la consommation moyenne a fortement augmenté, enregistrant une croissance de 35% durant la période 1980 - 2000 (Tableau 01).

**Tableau 01 : Évolution de la consommation du lait et dérivés selon l'ONS
(Kaci et Sassi, 2007)**

Consommation (kg/an/habitant)	1979	1988	2000
<i>Total lait et dérivés</i>	61,35	71,94	82,6
<i>Lait pasteurisé</i>	15,28	28,84	34,2
<i>Lait frais</i>	21,68	9,94	11,4
<i>Lait concentré</i>	4,8	0	0
<i>Lait en poudre</i>	0,45	4,15	12,3
<i>Lait fermenté (Lben et Raïb)</i>	9,91	7,51	8,5
<i>Produits laitiers</i>	9,23	21,50	16,2

Cet accroissement s'est accompagné d'un changement dans la structure de consommation :

- Forte progression du lait pasteurisé (+224%),
- Forte baisse du lait frais (-53%),
- Apparition et développement du lait en poudre,
- Forte augmentation des produits laitiers (+76%).

Le procédé de fabrication des produits laitiers a pour matière première de base le lait (essentiellement le lait de vache). Le premier stade de transformation est le traitement thermique du lait (pasteurisation, stérilisation ou upérisation), combiné à une opération d'écémage. La pasteurisation constitue le processus de base, auquel peuvent se rajouter d'autres opérations. La chaîne de fabrication est composée de deux stades de transformation physico-chimique et microbiologique : la pasteurisation (lait) et la transformation (produits laitiers) (FChisti, 2004). La Figure 02 est une représentation simplifiée de la filière lait allant jusqu'à la transformation laitière.

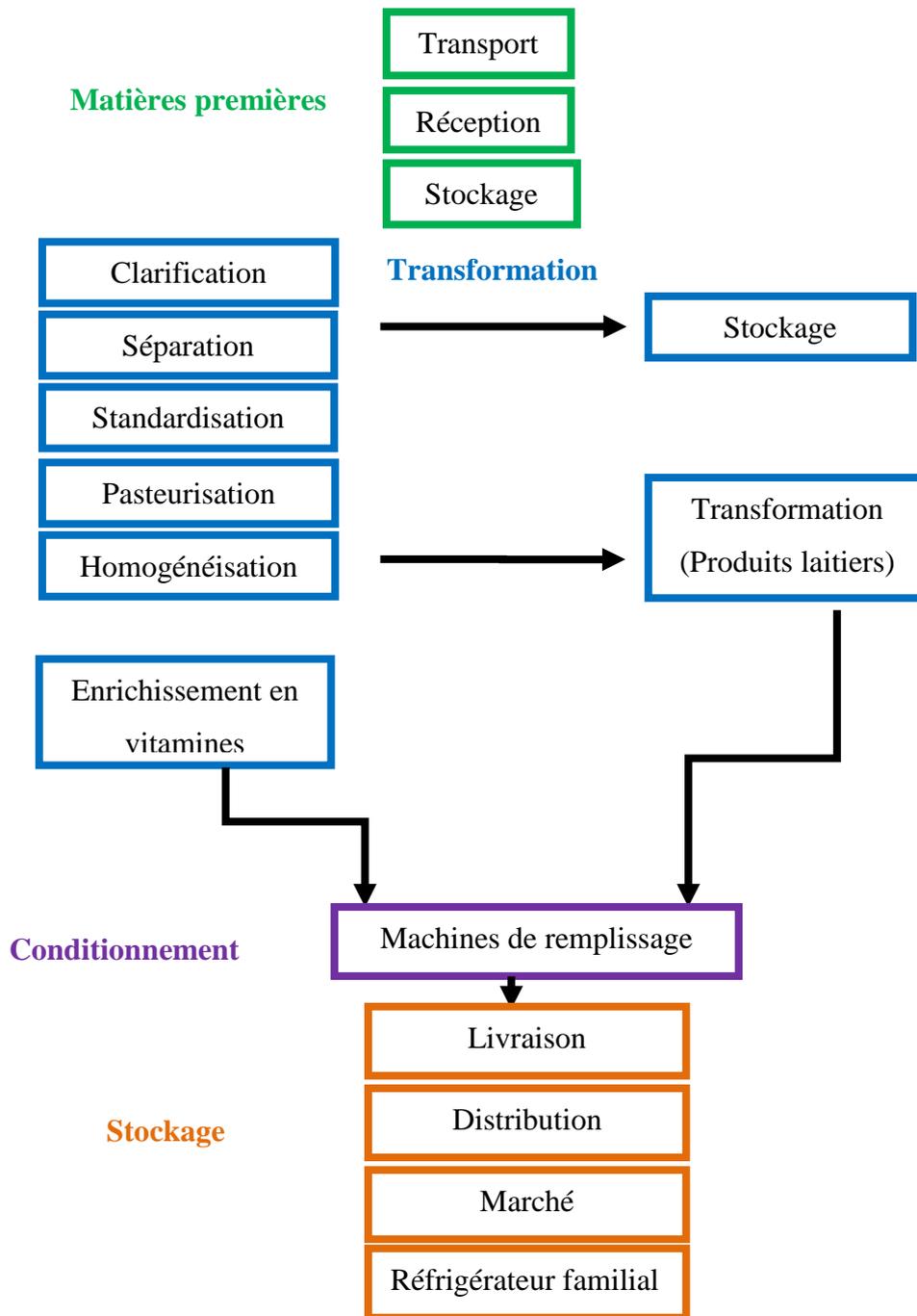


Figure 02 : Schéma général de la filière lait (Chisti, 2004)

I.5. Localisation et effectifs de production laitière Algérienne

I.5.1. Localisation de production laitière Algérienne

On distingue trois zones de production déterminées sur la base des conditions de milieu, principalement le climat, soit, du Nord vers le Sud :

- **Zone 1:** est représentée par le littoral et le sub-littoral caractérisés par un climat humide et sub-humide. Cette zone représente 60% de l'effectif bovin laitier et 63% de la production de lait. Elle est fortement liée à la production fourragère où elle présente une superficie fourragère de 60,90%.
- **Zone 2:** qui est une zone agropastorale et pastorale à climat semi-aride et aride. Elle représente 26% de l'effectif bovin laitier et 26% de la production de lait cru. Cette zone se caractérise par une superficie fourragère de 31,8%.
- **Zone 3:** est une zone saharienne à climat désertique. Elle représente 14% de l'effectif de bovin laitier, et 11% de la production de lait cru, avec une superficie fourragère de 7,3% (Temmar, 2005).

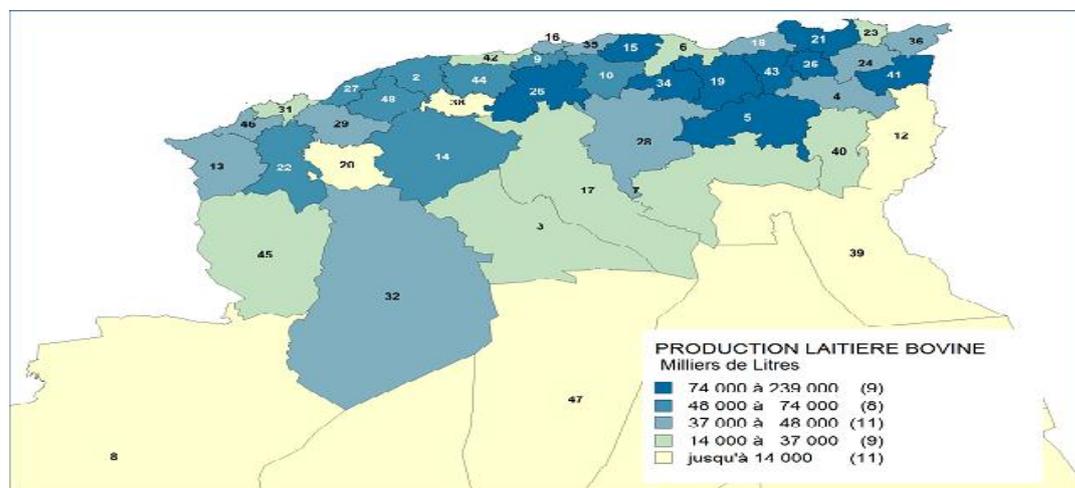


Figure 03 : Répartition de la production laitière bovine. (Oflive ,2012)

L'élevage est constitué principalement par les ovins, les bovins, les caprins, et les camelins. Il est inégalement reparti d'Est en Ouest, en fonction de la richesse des pâturages. L'élevage bovin domine à l'Est tandis qu'à l'Ouest c'est l'élevage ovin associé au caprin qui est privilégié.

Le cheptel bovin est localisé dans la frange Nord du pays et particulièrement dans la région de l'Est qui dispose de 53 % des effectifs, alors que les régions Centre et Ouest ne totalisent respectivement que 24,5 % et 22,5 % des effectifs bovins. Une plus grande disponibilité de prairies dans les wilayas de l'Est, due à une meilleure pluviométrie, y explique largement cette concentration (Amellal ,2000).

1.5.2. Effectifs de production laitière Algérienne

Actuellement la production nationale de lait cru est estimée à 3,14 milliards de litre, Fournie à 73% par le cheptel bovin (2,3 milliards de litre) (Oflive, 2012). La moitié de la production laitière bovine est assurée par un cheptel de races dites

modernes BLM (bovin laitier moderne) composant moins de 30% des effectifs en vaches laitières qui totalisent 966 mille têtes. et race BLA (bovin laitière améliorée) concerne des ateliers de taille relativement réduite (1 à 6 vache) localisés dans les zones de montagne et forestières les bovins sont issus de multiples croisements entre les populations locales et races importées. Le cheptel local représente quant à lui 48% du cheptel national et n'assure que 20% de la production.

La quasi-totalité des productions cameline, caprine et ovine est autoconsommée. Seulement le tiers de la production laitière bovine est valorisé sur les circuits industriels. La production laitière collectée durant l'année 2012, était de 756 millions de litres, dont près de 160 millions de litres par les 14 filières du secteur laitier public.

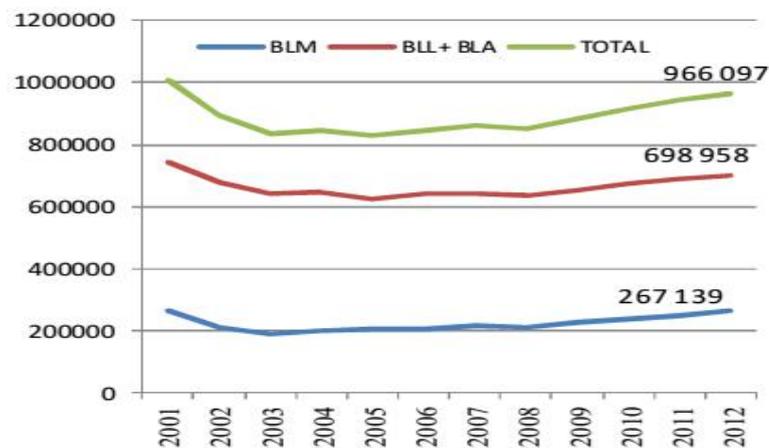


Figure 04 : Evolution des effectifs bovins (2001-2012) (Oflive, 2012)

I.6. Evolution et composition du cheptel bovin en Algérie

I.6.1. Evolution du cheptel bovin en Algérie

L'évolution des effectifs nationaux des bovins laitiers et les vaches laitières de 1990 à 2006, une diminution de 9.85% des effectifs des bovins entre 1990 et 1997, dans ces années de sécheresse les effectifs des bovins sont passés de 1 392 700 à 1 255 410 têtes, et celles des vaches laitières de 797 410 à 675 730 têtes avec une diminution de 15.25%, dès 1997 les effectifs s'accroissent, une amélioration de 21.92% entre 1997 et 2006, passant de 1 255 410 à 1 607 890 têtes. Aussi que la part des vaches laitières des effectifs est constante elle représente toujours une proportion entre 50% à 62%. Actuellement le nombre des vaches laitières est estimé de 850 000 à 900 000 têtes et presque 190 000 exploitants laitiers dont 152 000 ayant jusqu'à cinq vaches (Dilmi, 2008).

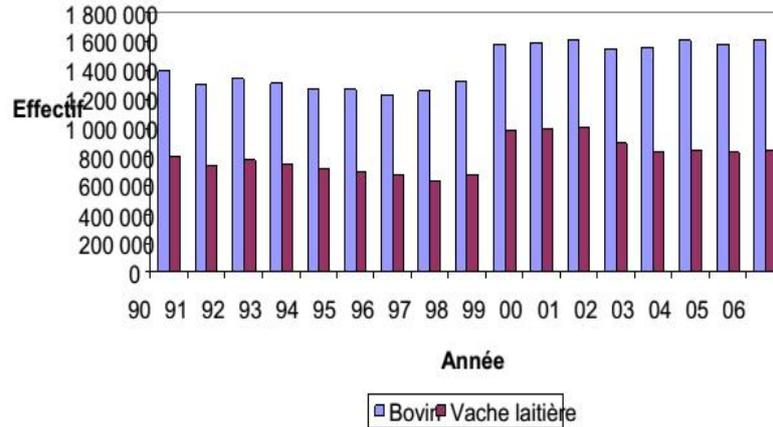


Figure 05 : Évolution des effectifs nationaux (1990 à 2006) (Dilmi, 2008).

I.6.2. Composition du cheptel bovin en Algérie

Le cheptel bovin est constitué de plusieurs races de vaches laitières :

- *Les races laitières hautement productives* qui sont importées principalement des pays d'Europe sont: la Montbéliarde et la Holstein.
- *La race locale qui est peu productive* se rencontrent surtout dans les régions montagneuses, prisée surtout pour sa rusticité. La race principale bovine locale est la race brune de l'Atlas qui est subdivisée en quatre races secondaires
- La Guelmoise à pelage gris foncé vivant en zone forestière;
- La Cheurfa à robe blanchâtre que l'on rencontre en zone pré forestière;
- La Chélifienne à pelage fauve;
- La Sétifienne à pelage noirâtre adaptée à des conditions plus rustiques.

Il existe également des races améliorées issue d'un croisement entre la race locale et la race importée (**Feliachi, 2003**).

I.7. Composition générale du lait

Le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes (**Franworth et Mainville, 2010**). Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent.

Les principaux constituants du lait par ordre décroissant selon (**Pougheon, 2001**) sont :

- L'eau, très majoritaire,
- Les glucides principalement représentés par le lactose,
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,

- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

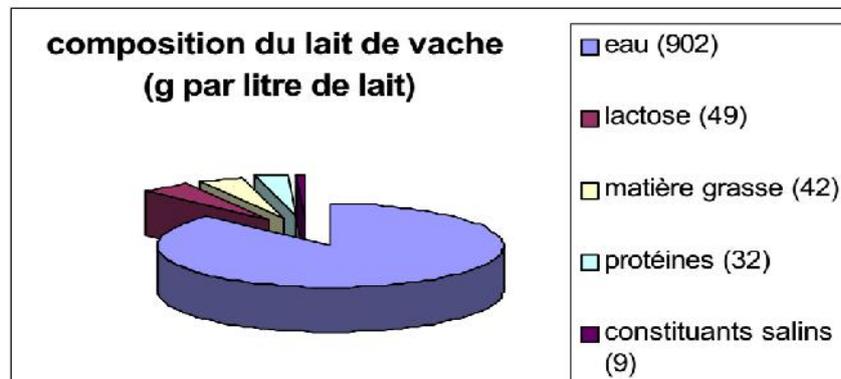


Figure 06 : Composition moyenne du lait de vache (Sandra; 2001)

I.8. Facteurs de variation de la composition du lait

Selon **Pougheon (2001)**, la composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...Etc) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter. La composition du lait est variable elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce).

CHAPITRE II : TECHNOLOGIE FROMAGÈRE

II.1. Historique et origine des fromages

Le mot 'fromage' vient du latin *formaticus* signifiant 'ce qui est fait dans une forme' (Bargis, 2012). La découverte du fromage fut probablement le fait du hasard, on n'en connaît pas l'origine précise, mais on sait grâce à des découvertes archéologiques qu'on fabriquait du fromage depuis les origines de l'élevage (Bendimerad, 2013).

Les premières traces d'élevages laitiers remontent à 10 000 ans au Moyen-Orient (Vilain, 2010 ; Roudaut et Lefranc, 2005 ; FAO, 1995). Les laits de brebis et de chèvre furent apparemment les premiers laits transformés, les ovins et les caprins ayant été les premiers animaux domestiqués (Bendimerad, 2013; Chamba, 2009).

La découverte d'ustensiles et de contenants ayant servis à ces fabrications au cours des nombreuses fouilles archéologiques ayant eues lieu à travers le monde et en particulier en Egypte, en Mésopotamie ou dans le bassin méditerranéen, attestent de l'utilisation très ancienne de ces fermentations (lait caillés et fromages) (Jamet, 2009). L'histoire de fromage c'est le ' Frise de la laiterie' découvert dans la ville de Ur, aujourd'hui situé en Irak déjà connu à Babylone vers l'année 3.000 a. J.-C. qui est le plus ancien fromage connu (Vazquez de prada, 1989). Les Grecs, puis les Gaulois commercent le fromage vers 1 500 années avant J.-C, il constitue un des éléments obligatoires de la ration du soldat romain (Roudaut et Lefranc, 2005). Le fromage constituait déjà un aliment très apprécié à l'époque des Grecs et des Egyptiens. C'est aux Romains que l'on doit d'avoir développé l'art de la fabrication de différents types de fromages (O'Mahony et Peters, 1987).

L'homme s'aperçut que le lait qu'il entreposait coagulait et qu'une fois séparé de son sérum, le coagulum devenait une masse compacte qui pouvait sécher, et donc se conserver et être transportée. L'acidification spontanée à l'origine de la coagulation entraînant du fait de sa lenteur une remontée de la crème à la surface, les laits fermentés, le petit lait aigre, et le beurre furent sans doute les premiers produits laitiers (Bendimerad, 2013).

II.2. Définition de fromage

C'est une conserve de deux constituants insolubles du lait, la caséine, qui en forme obligatoirement la charpente, et la matière grasse qui est présente en proportion variable (Alais et al ., 2008).

Selon La norme FAO/OMS n° A 6 du *Codex Alimentarius*, **CODEX STAN 283-1978 (2011)** définit le fromage par : « Le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait, et qui est obtenu:

(a) Par coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine), la teneur en protéines du fromage étant par conséquent nettement plus élevée que la teneur en protéines du mélange des matières premières ci-dessus qui a servi à la fabrication du fromage et/ou

(b) Par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation des protéines du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques similaires à celles du produit défini à l'alinéa (a). ».

II.3. Présentation générale des fromages

Les fromages sont des formes de conservation et de report ancestrales de la matière utile du lait (protéines, matière grasse ainsi qu'une partie du calcium et phosphore), dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions du globe (**Jeantet et al., 2008 ; Mahaut et al., 2000**). Il existe une très grande variété de fromages selon la nature du lait et les technologies mises en œuvre (**Mahaut et al., 2000**).

D'après Grappin et Coulon (1996) (In **Dorioz et al., 2000**) on peut considérer le terroir pour le lait et le fromage comme 'une aire géographique caractérisée par des conditions de milieu et des types d'animaux qui, exploités par l'homme, conduisent à des produits spécifiques' (**Dorioz et al., 2000**).

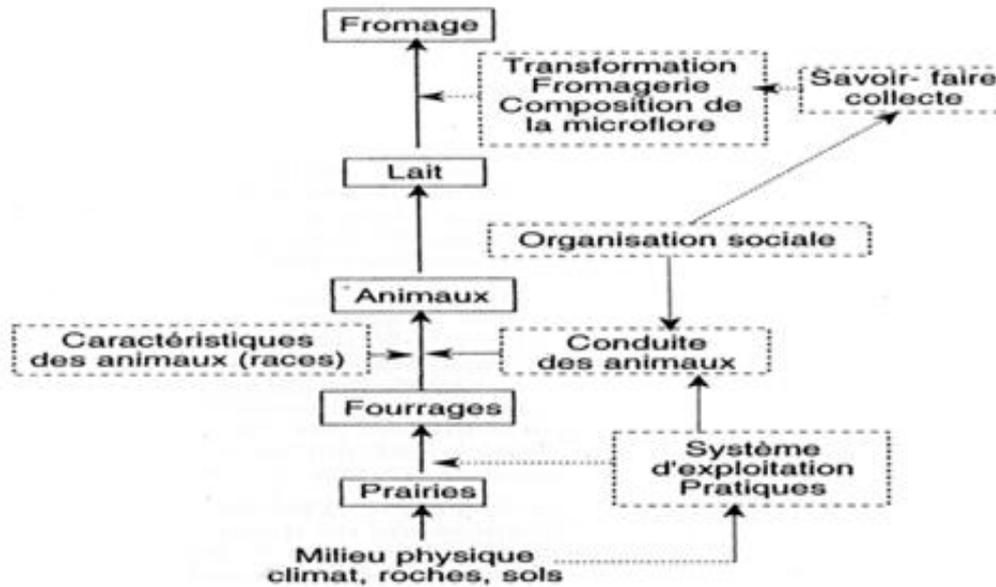


Figure 07. Inventaire des liens possibles directs et indirects entre terroir et fromage (Dorioz et al., 2000).

(En traits pleins : flux d'éléments et de matière ; en traits pointillés : facteurs de régulations)

Dans la plupart des civilisations humaines, le lait des animaux domestiques (vache, brebis, chèvre, jument, yak, chamelle, dromadaire, bufflonne, renne) est couramment consommé, mais l'industrialisation concerne principalement le lait de vache, et à plus petite échelle, le lait de brebis et de chèvre (Vilain, 2010 ; Alais et al. 2008 ; Dornic et Chollet, 1945).

Le but de l'industrie fromagère est de transformer le lait en un produit plus concentré, donc d'utilisation prolongée, et de goût différent, grâce à diverses actions microbiennes et enzymatiques (Jacquet et Thevenot, 1961).

II.4. Matière première de la fabrication fromagère : Le lait

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles (Vilain, 2010 ; Dornic et Chollet, 1945 ; Adrian et al., 2003). Il possède une saveur légèrement sucrée et une odeur variable suivant les espèces (Dornic et Chollet, 1945 ; Roudaut et Lefrancq, 2005).

II.4.1. Différentes phases du lait

Le lait est constitué de cinq fractions majeures, appelées aussi constituants du lait. L'eau, bien qu'étant le constituant majeur du lait (87,5 du poids du lait), ne présente pas vraiment d'intérêt quant à ses caractéristiques fonctionnelles

(Alamareot, 1982). Les quatre autres fractions du lait sont les suivantes : - **Quatre éléments majeurs** : protéines, lipides, glucides et sels minéraux ;

- **Plusieurs éléments mineurs** : vitamines, oligo-éléments, gaz dissous, lécithine, enzymes, nucléotides. Certains d'entre eux jouent un rôle en raison de leur activité biologique. (FAO, 1995).

De très nombreux facteurs peuvent intervenir sur la quantité de lait produit par un animal et sa composition subit des fluctuations d'origine physiologique (nombre de vêlage, époque de lactation, état de santé, activité de l'animal) et des variations d'origine génétique (espèce, race), zootechnique (mode, moment de la traite), alimentaire (foin, fourrage) et, enfin, climatique. Elle se modifie aussi avec l'âge des animaux, de l'époque de l'année et du débit lacté. (Froc, 2006). Le tableau 02 montre les compositions moyennes du lait des principales espèces utilisées.

Tableau 02 : Composition moyenne du lait selon les espèces (g/l) (Vilain, 2010).

	Eau	Lipides	protéines			Glucide (lactose)	Matières minérales
			Totales	Caséine	Albumine		
Lait maternel	905	35	12-14	10-12	4-6	65-70	3
Vache	900	35-40	30-35	27-30	3-4	45-50	8-10
Chèvre	900	40-45	35-40	30-35	6-8	40-45	8-10
Brebis	860	70-75	55-60	45-50	8-10	45-50	10-12
Jument	925	10-15	20-22	10-12	7-10	60-65	3-5
Bufflonne	850	70-75	45-50	35-40	8-10	45-50	8-10
Ânesse	925	10-15	20-22	10-12	9-10	60-65	4-5
Renne	675	160-200	100-105	80-85	18-20	25-50	15-20

Le lait constitue un milieu aqueux caractérisé par quatre phases :

1. Une **émulsion de matières grasses** ou **phase grasse** constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
2. Une **phase colloïdale** qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.
3. Une **phase aqueuse** qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
4. Une **phase gazeuse** composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5% du volume du lait (Fredot, 2005).

Ces phases sont en suspension les unes dans les autres. Il existe des facteurs qui permettent de rompre cette suspension (pH acide, présure) qui font coaguler la phase colloïdale. Ces techniques sont utilisées lors de la fabrication des dérivés du lait (Fredot, 2005).

II.4.2. Composition microbiologique du lait

Le lait est un excellent milieu de culture, de pH=6,5. Il permet le développement des bactéries, des levures et des moisissures. C'est donc une denrée périssable (**Ait Abdelouahab, 2001**).

II.4.2.1. Bactéries : sont des micro-organismes unicellulaires dont les dimensions sont de l'ordre de 0,5 à 1,5 micromètre (μ). Leur forme peut être oblongue (Bacilles), sphérique (Cocci) ou incurvée (Spirilles). Les bactéries sont très largement répandues dans la nature, on les rencontre particulièrement dans le sol, l'eau, l'air et sur les êtres vivants (**Ramet,1985**). Elles agissent par l'intermédiaire des enzymes qu'elles sécrètent. Certaines sont utiles et nécessaires (bactéries lactiques) alors que d'autres sont nuisibles et dangereuses (bactéries pathogènes) (**Pradal, 2012**).

II.4.2.2. Levures et moisissures : sont des champignons, organismes eucaryotes uni ou pluricellulaires (**Guiraud ,2012**). Elles sont contaminants habituels du lait et des produits laitiers; toutefois leur caractère fortement aérobie limite leurs proliférations aux interfaces des substrats avec l'atmosphère. Le développement équilibré de levures et de moisissures,ensemencées de manières naturelles et/ou dirigées sur de nombreux types de fromages, contribue efficacement par leurs activités enzymatiques élevées et variées à la protéolyse et à la lipolyse de la pâte au cours de l'affinage (**Ramet, 1985**).

Les moisissures sont des champignons filamenteux uni ou multicellulaires. Qui sont des éléments capitaux de la microflore des fromages à pâte pressée ou molle dite fleurie (**Ait Abdelouahab, 2001**). Elles ont besoin d'air (milieu aérobie) et se rencontrent surtout en phase d'acidification du lait. Elles sécrètent essentiellement des lipases et des protéases qui dégradent les constituants du lait et posent des problèmes d'affinage (**Pradal, 2012**).

Les levures sont des champignons unicellulaires (au moins dans la plus grande partie de leur cycle biologique) qui constituent un groupe morphologique et physiologique relativement homogène (**Guiraud, 2012**). Elles transforment les sucres en alcools ce qui peut provoquer des gonflements des fromages ou des problèmes de goût notamment de la phase d'affinage (**Pradal, 2012**).

Parmi cette flore microbienne, la plus importante est la flore bactériologique qui est elle-même composée de 3 types :

a. Flore utile : Ce sont des cultures pures en proportions définies de différentes bactéries lactiques qui en se multipliant dans le lait et dans les fromages assurent deux fonctions essentielles :

- *Abaisser le pH* en transformant le lactose en acide lactique (*Lactococcus*, *Streptobacterium*, *thermobacterium*) ou en acide lactique, acide acétique et éthanol (*Leuconostoc* et *Betabacterium*). Cette acidification est un facteur de la coagulation du lait.

- *Contribuer aux caractères organoleptiques des fromages* en libérant des systèmes enzymatiques qui participent aux principaux phénomènes de l'affinage des caillés (protéolyse en particulier) (**Ait Abdelouahab, 2001**).

b. Flore d'altération : Responsable de diverses dégradations des produits laitiers au niveau du goût, de l'arôme, de l'apparence ou de la texture. Par exemple, texture visqueuse à la surface du fromage, présence de longs filaments dans le lait, caillage du lait, production de mauvaises odeurs (soufrée, ammoniacale, fruitée et atypique) dues à certaines activités métaboliques telles que la protéolyse ou la lipolyse et gazéification du lait provoquant des trous involontaires ou des gonflements durant l'affinage du fromage. Tout ceci réduit la vie du produit laitier. Les principaux micro-organismes d'altération sont : *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp., coliformes, principalement *Escherichia coli*, *Enterobacter*, les sporulés, tels que *Bacillus* sp., et *Clostridium* (**Mami, 2013**).

c. Flore potentiellement pathogène : Sa présence dans le lait est due à l'animal, à l'environnement ou à l'homme. Les bactéries pathogènes sont responsables des affections liées à la santé des manipulateurs et des consommateurs. Les informations sur le risque associé à ces dangers, c'est-à-dire sur la morbidité et la mortalité annuelles, sont ensuite fournies (**Cerf, 2002**). Composée essentiellement de *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* et *salmonella spp.* Cette flore pathogène du lait peut avoir des origines très diverses et nécessite donc de prendre des mesures très strictes pour éviter au maximum les contaminations entre le moment de la traite et l'affinage des fromages (**Pradal, 2012**).

II.5. Technologies fromagères

Avant de décrire les méthodes de transformations des laits en fromages, il s'avère nécessaire de répondre à la question suivante :

Pourquoi transformer le lait ?

Le lait et les produits laitiers constituent des denrées alimentaires d'origine animale de très grande valeur nutritive en raison de leur richesse en protéines, en calcium et en vitamines (**Konte, 1999**). La protéine du lait est de bonne qualité, c'est-à-dire qu'elle peut être en grande partie utilisée pour la construction des protéines du corps (**Ebing et Rutgers, 2006**).

Mais le lait est un produit naturel, très périssable. Cette particularité résulte de ses caractéristiques physiques et chimiques (teneur élevée en eau, pH voisin de la neutralité, richesse en éléments nutritifs variés : lactose, protéines, matières grasses) qui le rendent notamment très propice aux altérations par les microorganismes et les enzymes (**Ramet, 1985**).

Les principales raisons de la transformation du lait en produits laitiers sont les suivantes :

- La plupart des produits dérivés du lait se conservent plus longtemps que le lait : il n'est donc pas nécessaire de consommer tout le lait immédiatement ;
- La demande en lait frais est limitée : les laitages sont souvent plus appréciés ;
- Lorsque la quantité de lait frais vendue quotidiennement est limitée, il est plus avantageux de transformer le lait en produits moins périssables. de les conserver pour les vendre plus tard en plus grandes quantités ;
- Lorsqu'il n'y a pas dans le voisinage de marché pour écouler le lait frais, les produits conservés peuvent être vendus sur des marchés plus éloignés ;
- On peut obtenir un gain financier plus important (**Ebing et Rutgers, 2006**).

Les techniques fromagères ont pour but d'assurer la préservation du lait et d'en différer la consommation dans le temps. La protection du produit est obtenue principalement par une acidification lactique et par une déshydratation partielle dirigées qui sont conduites pendant les deux premières phases de la fabrication (**Ramet, 1993**). La transformation fromagère est un art qui nécessite une maîtrise parfaite des processus permettant de transformer le lait en fromage (**Pradal, 2012**).

II.5.1. Étapes de transformations fromagères

La qualité du lait de fromagerie peut être définie comme l'aptitude à donner un coagulum permettant d'aboutir dans des conditions normales de travail à un fromage aux caractéristiques physicochimiques définies et avec un rendement satisfaisant (**Jeanet et al., 2008**).

Tous les laits n'ont pas la même aptitude à la transformation fromagère, car ils présentent un certain nombre de caractéristiques différentes telles que : richesse et composition en caséines, équilibres salins, teneur en lactose, qualité hygiénique et pH. Ces caractéristiques conditionnent leur aptitude à la déstabilisation, nécessaire pour passer de l'état liquide à l'état solide ainsi que les propriétés du coagulum (Jeantet et al., 2008).

La fabrication du fromage comprend trois étapes :

- Coagulation ou formation du gel ou coagulum ;
- Égouttage ou déshydratation du gel aboutissant à un caillé ;
- Affinage ou digestion enzymatique du caillé (FAO, 1995).

Cette dernière étape n'existe pas dans le cas des 'fromages frais' consommés après égouttage. Ces trois étapes sont généralement précédées d'une phase préalable de préparation du lait (FAO, 1995).

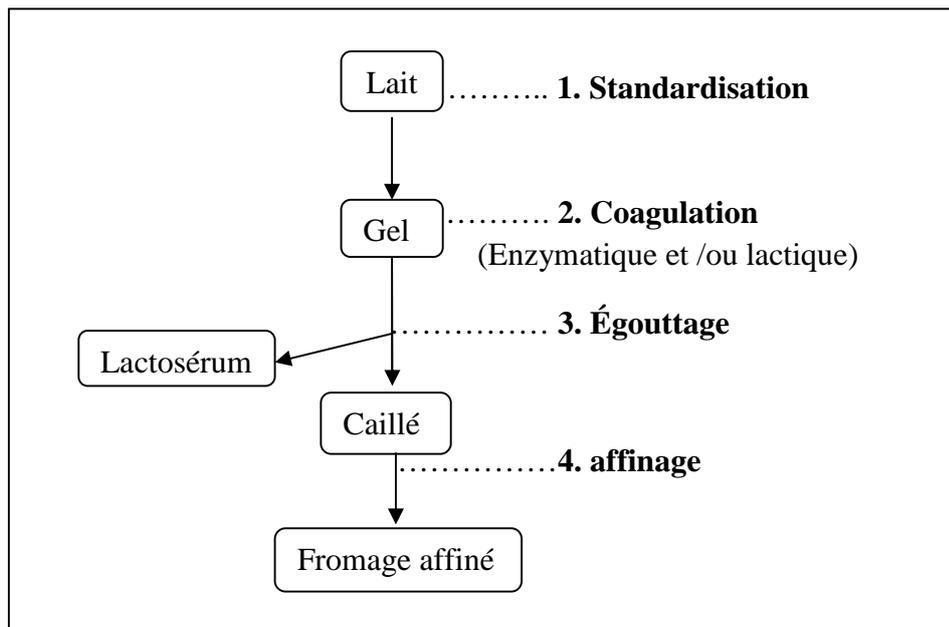


Figure 08: Bases de la fromagerie (Jeantet et al., 2008).

II.5.1.1. Standardisation du lait en matières grasses et en matières protéiques

L'ajustement de la teneur en matières grasses se fait soit par apport de lait écrémé dans du lait entier. Soit par apport de crème dans du lait entier. La standardisation en matières protéiques se fait par ajout au lait de poudre de lait, de caséine ou de caséinates, ou encore par ultrafiltration. La teneur en protéines du lait de fromagerie est le plus souvent comprise entre 33 et 40g/litre au maximum (FAO, 1995).

II.5.1.2. Assainissement du lait

Il se fait très généralement à l'aide d'un traitement thermique. Il faut rappeler que la pasteurisation peut entraîner diverses modifications de la composition et de la structure physico-chimique du lait défavorables aux fabrications fromagères. Les protéines solubles retenues dans le caillé rendent l'égouttage difficile et peuvent être à l'origine, lors de la maturation, de saveurs défectueuses. Il faut souligner aussi une rupture de l'équilibre phosphocalcique du lait se traduisant par un appauvrissement en sels de calcium soluble qui provoque des difficultés de coagulation (FAO, 1995).

La précision 'au lait cru' est attribuée lorsque le fromage est fabriqué du lait n'ayant pas subi de traitement thermique supérieur à 40°C (Vergne *et al.*, 2002). Le producteur fermier qui, par nature, n'utilise pas la pasteurisation pour limiter les problèmes de transformation fromagère liés à la présence de microbes dans le lait devra donc être particulièrement attentif au niveau de toutes les opérations qui précèdent sa fabrication pour pouvoir travailler un lait le plus 'sain' possible (Pradal, 2012).

II.5.1.3. Rééquilibrage en calcium

Pour redonner au lait pasteurisé (comme au lait refroidi) un comportement normal au cours de la coagulation et de l'égouttage, il suffit généralement de lui ajouter du chlorure de calcium anhydre à une dose maximale de 0,2g/litre (FAO, 1995).

II.5.1.4. Maturation

Elle a pour but d'améliorer le lait en tant que milieu de culture pour les bactéries lactiques et d'amener le lait à son pH optimum d'emprésurage. Secondairement, elle contribue à reconstituer les équilibres physico-chimiques du lait ayant pu être perturbés par des traitements antérieurs (réfrigération principalement). Il existe diverses méthodes de maturation dont le choix est fonction de la qualité du lait reçu, de l'organisation du travail et de la nature du fromage (FAO, 1995).

II.5.1.5. Coagulation

Correspond à un changement d'état physique irréversible dans lequel un lait au repos, initialement liquide, passe à l'état semi-solide généralement appelé gel ou plus spécifiquement coagulum (Bendimerad, 2013). Qui correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait (FAO, 1995 ; Ramet, 1993).

Il est maintenant bien établi que le fromage est à la fois un bioréacteur et un écosystème microbien complexe. Dans cet écosystème, les bactéries lactiques jouent un rôle primordial, non seulement parce qu'elles interviennent dès les premières étapes de fabrication des fromages, mais aussi parce que leur action est déterminante sur les autres micro-organismes et le fonctionnement du bioréacteur fromage. Les bactéries lactiques utilisées en fromagerie sont principalement de trois genres : *Lactobacillus*, *Lactococcus* et *Streptococcus* qui se différencient, entre autre, par leur activité acidifiante (Chamba, 2008).

II.5.1.5.1. Substrat spécifique de la coagulation

Le substrat spécifique intéressé par le phénomène de coagulation dans le lait est constitué par les protéines, essentiellement représentées par les caséines (Ramet, 1985). Elles représentent 80 % des protéines du lait et s'agglutinent en formant une structure particulière appelée 'micelle de caséine' (Pradal, 2012). Qui sont constituées de 92 % de protéines et de 8 % de minéraux (Vignola, 2002).

Les micelles sont des agrégats hétérogènes formés des polymères des différentes fractions caséiniques et associées sous forme de complexes, à plusieurs sels minéraux dont le plus représentatif est le phosphate de calcium. La forme des micelles est subsphérique : leur diamètre moyen varie entre 30 et 300 μm , celui-ci varie avec l'espèce, la race et le stade de lactation et se situe pour le lait de vache entre 80 et 100 μm (Ramet, 1985). Les quatre principales protéines contenues dans les micelles sont les caséines κ , β , α_2 (bêta) et α_1 (kappa) (Pradal, 2012 ; Vignola, 2002).

Les caséines α_1 et α_2 représentent à elles seules de 80 % des caséines du lait. La caséine α_1 joue un rôle déterminant lors de la coagulation du lait par la présure car c'est elle qui forme avec les autres caséines des complexes stables en présence d'ions calcium et phosphore et qui assure la répulsion entre les micelles de caséine. À l'inverse, les caséines β et κ assurent la cohésion des micelles (Pradal, 2012). La portion glycomacropéptidique confère à cette protéine son caractère hydrophile. Par contre, le reste de la chaîne est de nature très hydrophobe, ce qui explique la perte de solubilité des micelles de caséines lors de l'hydrolyse du lien 105-106 par la chymosine (Vignola, 2002).

L'association des caséines est l'origine des micelles. Les caséines α_1 ou α_2 , du fait de l'inégalité des charges le long de la molécule et des chaînes latérales apolaires,

peuvent s'associer dès qu'une certaine concentration en caséine est dépassée et dépasse un seuil critique. Les caséines κ se placent dans le cœur hydrophobe de la submicelle formée (Vierling, 2008).

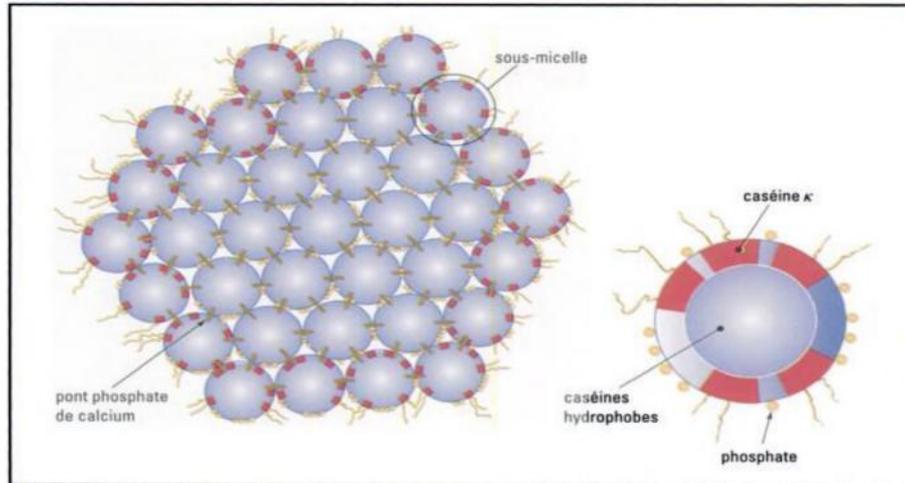


Figure 09 : Sub-micelle et micelle (Vignola, 2002).

II.5.1.5.2. Types de coagulation

On distingue trois types de coagulations.

II.5.1.5.2.a. Coagulation acide (acidification lactique)

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($pH_i = 4,6$) Par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique ou par acidification chimique (injection de CO_2 ou addition de GDL 'glucono- δ -lactone', ou encore par ajout de protéines sériques à pH acide) (Jeantet *et al.*, 2008).

L'acidification entraîne une diminution des charges négatives des micelles et donc une diminution de la couche d'hydratation et des répulsions électrostatiques, ainsi qu'une solubilisation du calcium et du phosphore minéral, conduisant à une destruction des micelles de caséine avec réorganisation protéique, pour former un réseau puis un gel (Mahaut *et al.*, 2000)

II.5.1.5.2.b. Coagulation par voie enzymatique

Elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzymes protéolytiques, le plus souvent d'origine animale (Jeantet *et al.*, 2008). La présure renferme une enzyme coagulante : la chymosine. La présure est

traditionnellement à la base de la fabrication de fromage (**Vierling, 2008**). La coagulation enzymatique passe par trois étapes :

- **Phase primaire ou enzymatique** : C'est une phase enzymatique. Action de la chymosine sur la caséine κ , substrat spécifique de la présure pour cette étape. La chymosine de la présure coupe la caséine κ à la liaison Phe-Met entre les résidus 105 et 106 (**Vierling, 2008**).
- **Phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées** : Cette phase dite d'agglomération, dont le mécanisme est encore mal connu, ne débute que si dans les conditions du lait, environ 80 à 90 % de la caséine est hydrolysée et le pH est de 6,6 (**Jeantet et al., 2008**).
- **Phase tertiaire ou phase de réticulation** : Elle conduit à la formation du gel, plusieurs facteurs influent sur la coagulation tels que la concentration en enzyme, la température, le pH, la teneur en calcium, la composition en caséines, la dimension des micelles et les traitements préalables du lait tels que le refroidissement, le traitement thermique et l'homogénéisation. Le réseau formé à pH 6,6 est fortement minéralisé compte tenu des interactions entre le calcium et les caséines ; ce type de coagulum a tendance à se rétracter (synérèse), ce que se manifeste par une expulsion du sérum (**Jeantet et al., 2008**).

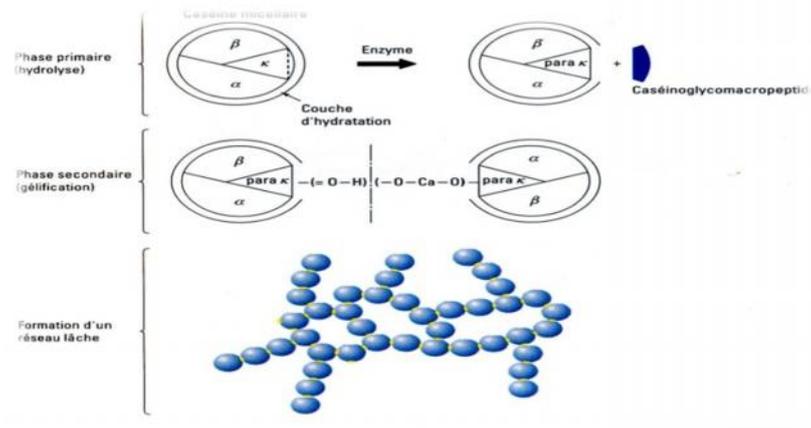


Figure 10 : Phases de la coagulation enzymatique du lait et formation du réseau

(**Vignola, 2002**).

II.5.1.5.2.c. Coagulation mixte

Elle résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La multitude de combinaisons conduisant à différents états d'équilibres spécifiques est à

l'origine de la grande diversité des fromages à pâte molle et à pâte pressée non cuite (Jeantet *et al.*, 2008).

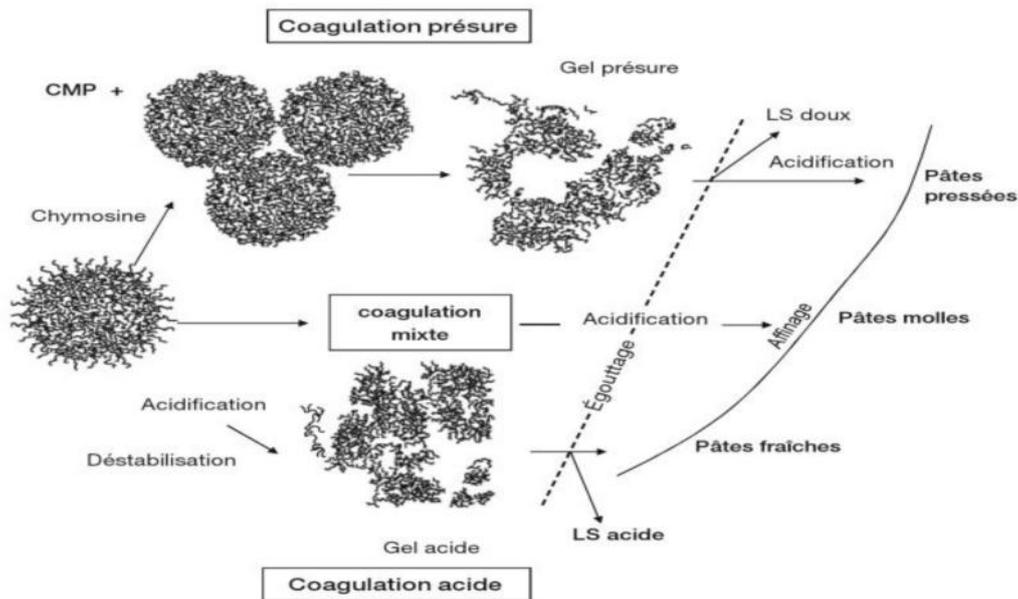


Figure11 : Types de coagulation et diversité fromagère (Jeantet *et al.*, 2008).

II.5.1.6. Égouttage

Cette phase consiste en l'élimination plus ou moins grande du lactosérum emprisonné dans les mailles du gel formé par voie acide et/ou enzymatique. Cette élimination du lactosérum sera plus ou moins rapide selon la nature et l'histoire du coagulum. L'égouttage commence dans les cuve de coagulation, se poursuit dans les moules, puis dans les hâloirs (Mahaut *et al.* , 2000).

L'acidification du lait avant et après coagulation élimine les sels minéraux primitivement fixés sur la micelle. Le niveau de minéralisation résiduelle des protéines détermine le degré de cohésion du coagulum, son aptitude à l'égouttage ainsi que l'extrait sec final du fromage (Ramet,1993).

II.5.1.6.1. Égouttage du gel lactique

L'égouttage spontané d'un gel lactique est lent et conduit à un caillé hétérogène, présentant des teneurs en matières sèches peu élevées compte tenu d'un faible égouttage dû à une structure déminéralisée (Mahaut *et al.* , 2000).

Le réseau peu réticulé ne subit qu'une faible contraction. Ces caillés ne peuvent supporter des actions mécaniques fortes. Cependant dans le cas des fromages

frais, le coagulum peut subir un égouttage selon plusieurs procédés (égouttage en sec, filtre berge, centrifugation, ultrafiltration) (Mahaut et al., 2000).

II.5.1.6. 2. Égouttage du gel présure et du gel mixte

Le gel présure présente une cohésion, une élasticité et une porosité fortes, mais une perméabilité faible. Afin d'obtenir un caillé présentant une teneur élevée en matières sèches, il est nécessaire de mettre en œuvre un certain nombre d'opérations telles que le tranchage, le brassage, le chauffage, le pressage, le salage et le ressuyage. Ces traitements seront d'autant plus intenses que l'extrait sec recherché dans le fromage sera plus élevé. Cependant, certains traitements du lait (tels que les traitements thermiques et l'homogénéisation), ne sont pas favorables à l'égouttage (Mahaut et al., 2000).

II.5.1.7. Affinage

À la fin de l'égouttage, le coagulum se trouve sous forme d'une masse semi-solide dont le volume, la forme, la composition chimique sont déterminées. La plupart des fromages subissent alors une maturation qui va modifier leur aspect, leur composition, leur consistance, leur valeur nutritive, leur saveur et leur arôme (Ramet, 1993). L'affinage correspond à une phase de digestion enzymatique des constituants du caillé. C'est un processus biochimique complexe pour plusieurs raisons :

- D'une part, la matrice issue de la coagulation et de l'égouttage du lait présente une très grande hétérogénéité physicochimique ;

- D'autre part, les enzymes intervenant dans l'affinage ont plusieurs origines. Elles peuvent être présentes à l'origine dans le lait (plasmin, lipase, ...etc.), ajoutées au lait (enzymes coagulants, micro-organismes), ou produites au cours de l'affinage par synthèses microbiennes (bactéries, levures, moisissures) (Mahaut et al., 2000). C'est un écosystème complexe et un bioréacteur imparfait dont les mécanismes ne sont pas toujours bien définis (Mahaut et al., 2000).

II.6. Classification des fromages

La classification des fromages selon la norme internationale **A-6 (1978-FAO/OMS)** permet de classer les fromages (Tableau 03) en fonction de leur teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD), leur teneur en matière grasse (MGES) et les principales caractéristiques d'affinage (Mahaut et al., 2000).

Elle est complétée par des normes individuelles précisant les caractéristiques particulières de divers fromages. De nombreux pays possèdent une réglementation

propre concernant, notamment, la définition et la composition des produits (FAO, 1995).

Tableau 03 : Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage selon la norme A-6-FAO/OMS (1978) (Mahaut et al, 2000).

Formule I		FormuleII		FormuleIII
TEFD* ()	premier élément de dénomination	MGES** ()	seconde élément de dénomination	dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
<51	Pâte extra- dure	>60	Extra-gras	1. Affiné:
49-56	Pâte dure	45-60	Tout-gras	a. principalement en surface
54-63	Pâte demi-dure	25-45	Mi-gras	b. principalement dans la masse
61-69	Pâte demi- molle	10-25	Quart-gras	
>67	Pâte molle	<10	Maigre	2. Affiné aux moisissures: a. principalement en surface b. principalement dans la masse
				3. Frais

CHAPITRE III : PRODUITS LAITIERS FERMENTÉS TRADITIONNELS EN ALGÉRIE

Le lait est un aliment indispensable pour la vie. Il constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérienne (**Siboukeur et Siboukeur, 2012**). Les produits laitiers traditionnels algériens ont été peu caractérisés. Ils sont cousins de produits laitiers largement consommés dans beaucoup de pays méditerranéens et subsahariens. En Algérie, laits fermentés et fromages sont fabriqués traditionnellement le plus souvent par les femmes à la maison et servent à l'autoconsommation; le surplus pouvant être vendu. Plusieurs produits traditionnels sont en voie de disparition pour différentes raisons dont la non disponibilité fourragère, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires (**Bendimerad, 2013**).

Les produits laitiers traditionnels algériens offrent un véritable potentiel de développement. L'Algérie dispose bel et bien de traditions avérées de fabrication des produits laitiers même si l'activité est limitée à la sphère domestique. Produits à forte valeur culturelle, médicinale et économique, les produits laitiers traditionnels sont le produit historique du dynamisme social et économique des communautés rurales féminines. Ce segment peut être développé pour peu que les très petites entreprises (TPE), principales valorisatrices de ces produits en milieu rural puissent bénéficier d'aides et de soutien à l'installation dans les milieux ruraux. Un effort de formation des ménages ruraux dans les domaines de l'élevage laitier extensif et de la fabrication artisanale des fromages reste à déployer pour pallier le manque flagrant de connaissance en ce domaine. Mais la promotion de ces produits restera tributaire de la place que les politiques agricoles devront leur aménager en termes d'appui financier, de soutien technique et de recherche-développement favorable à l'essor de l'élevage extensifs en Algérie. Bien évidemment, une plus ample connaissance des caractéristiques de ces produits et des procédés de fabrication y afférent reste impérative. En dépit de leur ancrage dans la tradition culinaire Algérienne et leur capacité à valoriser les ressources naturelles des régions défavorisées (espèces animales et végétales des écosystèmes montagneux et sahariens), ces produits évoluent en marge des politiques de développement mises en œuvre en Algérie depuis le début des années 70. Pour la majorité d'entre eux, ils font l'objet d'un déclassement par les marchés via l'émergence des industries de transformation laitière orientées plus vers la satisfaction des grands marchés urbains, en lait subventionné et en produits

laitiers, que vers la valorisation de la production laitière locale (Salah Lakouès , 2010).

La figure 12 schématise les méthodes de fabrication de différents produits traditionnels algériens.

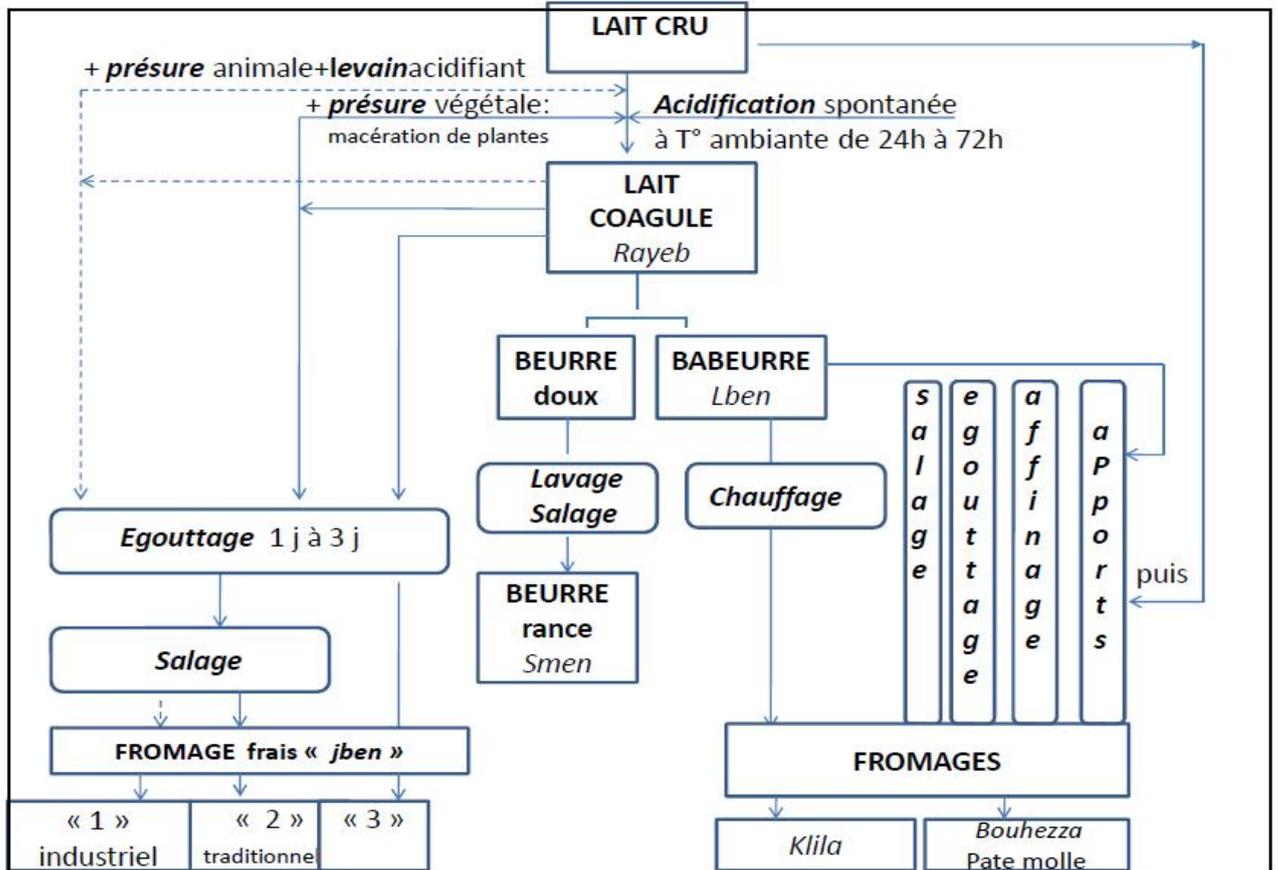


Figure 12 : Schéma des méthodes de fabrication des principaux produits laitiers algériens (Bendimerad, 2013).

III.1. Rayeb

C'est un lait fermenté produit dans de nombreux pays méditerranéens et sub-sahariens. Le *Rayeb* (ou *Raib*) est du lait caillé, traditionnellement obtenu après acidification spontanée à température ambiante de lait cru durant une période variant de 24 h à 72 h selon la saison. Le *Rayeb* est consommé tel qu'il est ou transformé (Bendimerad, 2013).

III.2. L'ben

Le *L'ben* est un des produits-phare de la transformation artisanale du lait en Algérie. Le *Lben* est issu du barattage puis de l'écumage du *Rayeb*. Il est aussi connu sous les noms de *leben*, *lban*, ou *laban*. Suivie d'un barattage pour récupérer le beurre

traditionnel 'Zebda', La préparation du *lben* comporte également une adjonction d'eau, plus ou moins importante, au moment du barattage. (Büubekri et al., 1984).

III.3. Zebda et Smen

Le beurre frais *Zebda* est obtenu après barattage du *Rayeb*. Ce dernier est occasionnellement augmenté d'une quantité d'eau tiède (40-50 °C) à la fin du barattage pour favoriser l'agglomération des globules lipidiques et accroître le rendement en beurre. Les globules gras apparaissant en surface, à la suite du barattage, sont séparés par une cuillère perforée. Le beurre frais obtenu présente une consistance molle du fait de la forte concentration en eau. Le surplus de beurre produit est transformé en beurre rancie *Smen* par lavage du beurre frais à l'eau tiède, saumurage, puis salage à sec (saupoudrage à la surface ; 8-10g/100g) (Bendimerad, 2013).

III.4. Jben

C'est un fromage frais, traditionnel dans le Nord algérien. Cette dénomination regroupe des trajectoires technologiques très différentes, aboutissant à des produits aux caractéristiques très variées. Traditionnellement, il y a une étape d'acidification spontanée, à température ambiante, pendant 24 h à 72 h selon la température, comme celle conduisant au *Rayeb*. Traditionnellement, le fromage *Jben* est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre. (Abdelaziz et Ait Kaci, 1992).

III.5. Bouhezza

C'est un fromage affiné traditionnel, à pâte molle, des régions de l'est Algérien (Oum el Bouaghi, Khenchella, Batna, Biskra, etc....) jadis réputées par une pratique importante de l'élevage extensif des caprins et des ovins. En effet, à l'origine, le *Bouhezza* était traditionnellement le produit de la transformation du lait de chèvre et de brebis; toutefois la tendance actuelle semble s'orienter vers l'utilisation du lait de vache. (Touati, 1990 ; Hallal, 2001).

III.6. Kemaria, Takemarit

Fromage traditionnel à base de lait de chèvre, la *Kemariya* ou *Takkmerit* (Berbère) est fabriqué par les femmes selon des procédés traditionnels dans les régions du Sud algérien notamment dans les wilayates de Ghardaia et Naama (Hellal, 2001). Le *Kemariya* est un fromage utilisé à des fins festives et souvent servie avec du

thé. Il est coagulé par des présures végétales et est aussi fabriqué à partir de lait de vache et de chamelle (**Bendimerad, 2013**).

III.7. Aoules

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

III.8. Lebaa

La matière première est le colostrum, parfois il est mélangé avec des œufs, il est salé puis bouillit pendant 15 mn environ. Le produit obtenu est appelé lebaa (**Lemouchi, 2008**).

III.9. Méchouna

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

III.10. Madghissa

Le fromage est connu dans la zone du chaouia coté Est du pays. Il est préparé avec la klila fraîche après salage et incorporation du lait frais. L'ensemble est porté à ébullition sur feu doux jusqu'à séparation du caillé et de lactosérum. Après refroidissement du mélange, la marmite est basculée pour éliminer le lactosérum. Le fromage ainsi préparé est une pâte jaune salée et élastique appelée *Madghissa* (**Aissaoui, 2003**).

III.11. Klila

Klila est une sorte de fromage durci obtenu en déshydratant complètement du lait caillé. (**Touati, 1990**). Pour éviter sa dégradation durant la phase de stockage, le *L'ben* est chauffé modérément (55 °C - 75 °C) jusqu'à la séparation du lactosérum; le coagulum obtenu, appelé *Klila*, fabriqué dans plusieurs régions de l'Algérie, est consommé comme un fromage frais après égouttage naturel ou à l'aide d'une pierre ; sinon, il est découpé puis séché (de 2 à 15 jours selon la saison), et ensuite utilisé après réhydratation comme un ingrédient dans des préparations culinaires. Sous sa

forme déshydratée, il peut être conservé plusieurs années à température ambiante, dans des jarres en poterie ou en verre ou des sacs en peau de chèvre/mouton. C'est un fromage similaire au *Jameed* au Moyen-Orient et au *Chhana* en Inde (**Lahsaoui, 2009**).

Matériels & Méthodes

Les essais de fabrication du fromage traditionnel '*Klila*' ainsi que les analyses physicochimiques ont été réalisés au niveau des laboratoires pédagogiques de chimie (Laboratoire 06) et de physicochimie (Laboratoire 1 et 2) de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers (SNVSTU) de l'université du 08 Mai 1945 Guelma du 15/02/2015 au 05/05/2015.

I. Matériels

I.1. Matériel biologique

Pour réaliser cette étude nous avons utilisé 16 échantillons de lait cru de différentes espèces (Vache, chèvre et brebis). Une description détaillée des échantillons ainsi que de leurs sites d'échantillonnage sont donnés par les tableaux suivants :

Tableau 04 : Description des échantillons des laits de vache

Échantillons	Sites d'échantillonnage	Date / Heure de traite	Remarques
V1	Ain sennour	14/02/2015 à 18H:00	Vache primipares
V2	Mechtet charef (Bouche gouf)	20/02/2015 à 13H:30	multipares
V3	Ain sennour	26/02/2015 à 18H:00	multipares
V4	Djabala khmissi	03/03/2015 à 16H:00	montbéliarde
V5	Djbala khmissi	03/03/2015 à 11H:00	Prim 'holstein
V6	Mechtet charef	25/03/2015 à 07H:00	Gulmoise multipares Apré le vélage 20j

Tableau 05 : Description des échantillons des laits de chèvre

Échantillons	Sites d'échantillonnage	Date / Heure de traite	Remarques
C1	Badji mokhtar	06/03/2015 à 11H:00	alpin
C2	Badji mokhtar	06/03/2015 à 11H:00	alpin
C3	Mechtet rosfa	13/03/2015 à 07H:00	Race locale
C4	Mechtet charef (Bouche gouf)	04/04/2015 à 11H:30	Race locale
C5	Bouhachanna	16/04/2015 à 19H:00	Race locale

Tableau 06 : Description des échantillons des laits de brebis

Échantillons	Sites d'échantillonnage	Date / Heure de traite	Remarque
B1	Mechta rosfa	11/04/2015 à 19H:00	Race locale
B2	Badji moukhtare	12/04/2015 à 07H:00	Ouled Djellal
B3	Mechta charef	11/04/2015 à 19H:00	Race locale
B4	magsmia	13/04/2015 à 08H:00	Race locale
B5	Mechta charfe	19/04/2015 à 06H:30	Race locale

I.2. Matériel du laboratoire

Lors des essais de fabrication du fromage traditionnel '*Klila*' au laboratoire, nous avons eu besoin du matériel suivant :

- Balance
- pH mètre
- Thermomètre
- Plaque chauffante
- Béchers gradués
- Spatules
- Entonnoir
- Passoire
- Mousseline pour l'égouttage
- Burette
- Solution d'hydroxyde de sodium N/9.
- Phénolphtaléine
- Capsules d'étuvage

II. Méthodes

II.1. Suivi des paramètres de fabrication du fromage traditionnel 'Klila'

Pour la réalisation des essais de fabrication du fromage traditionnel '*Klila*' au laboratoire, Nous nous sommes référés au procédé de fabrication ci-dessous (Figure 13) établi selon le procédé artisanal de fabrication du fromage traditionnel '*Klila*'.

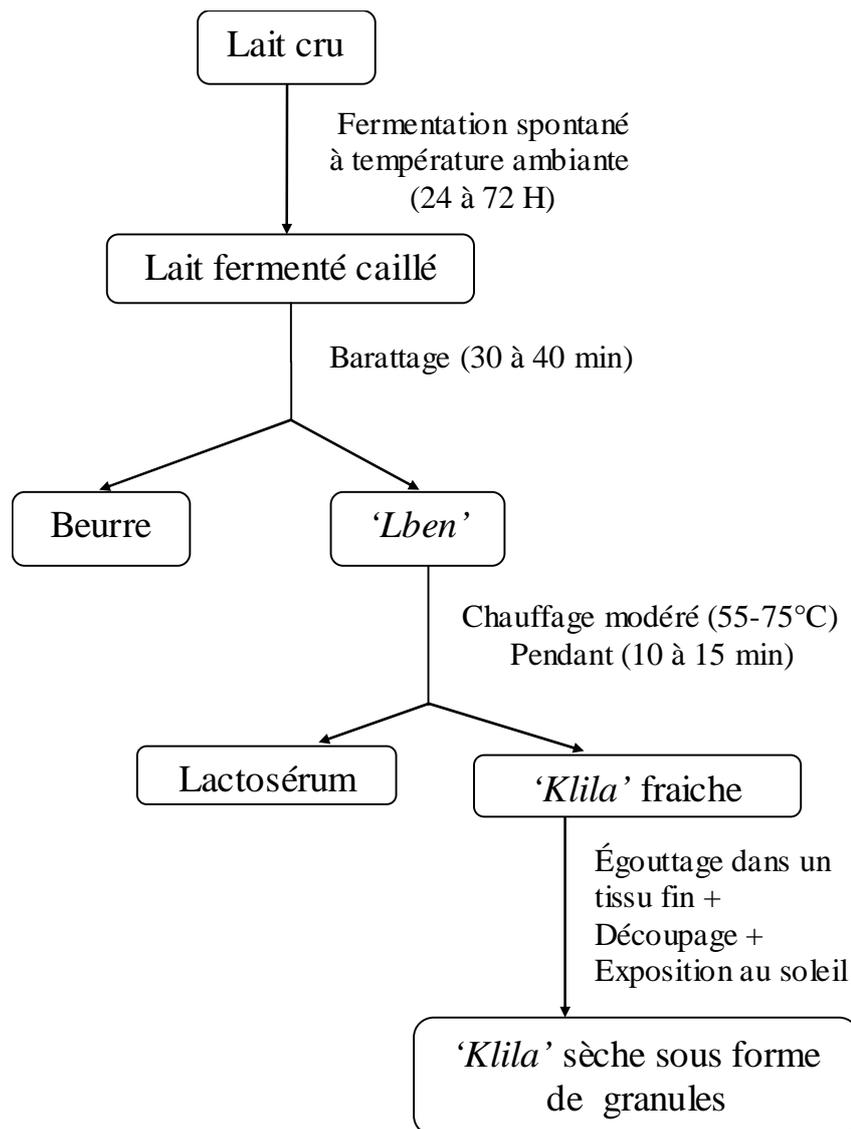


Figure 13 : Procédé artisanal de fabrication du fromage traditionnel 'Klila' (Leksir et Chemmam, 2014)

Lors des différents essais de fabrication du fromage 'Klila' au laboratoire, nous avons vérifié les paramètres de fabrication suivants :

II.1.1. Durée de fermentation

Le lait est abandonné à lui-même, à température ambiante, jusqu'à sa coagulation spontanée. Celle-ci demande de quelques heures à quelques jours selon la température ambiante (Hiver/Printemps). La température du lait a été mesurée tous les jours à l'aide d'un thermomètre de paillasse et la température moyenne de fermentation a été enregistrée. Les bouteilles du lait à fermenter ont été hermétiquement fermées pour favoriser la fermentation lactique.



Figure 14 : Mesure de la quantité de lait à fermenter

II.1.2. Durée de barattage

Le lait fermenté 'Rayeb' a été ensuite baratté manuellement jusqu'à extraction de la matière grasse laitière 'Beurre'. Une quantité d'eau tiède a été ajoutée vers la fin du barattage de façon à ramener la température à un niveau convenant le mieux au rassemblement des globules gras. L'agitation énergétique fait éclater les globules de matière grasse et les soude entre eux.



Figure 15 : Barattage manuel du 'Rayeb'

II.1.3. Température et durée de chauffage pour séparation du lactosérum du caillé

Le 'lben' se conserve mal, il aigrit rapidement au bout de deux à trois jours. Pour éviter tout gaspillage, le produit qui échappe à la consommation en cas de surproduction est chauffé fortement pour séparer le lactosérum du caillé ; et c'est ce caillé qu'on appelle traditionnellement 'Klila'. Pour la séparation du lactosérum, nous avons utilisé une plaque chauffante. La température a été mesurée à l'aide du thermomètre du laboratoire.



Figure 16 : Séparation du lactosérum par traitement thermique du 'Lben'

II.1.4. Égouttage du fromage 'Klila'

L'égouttage a été réalisé selon la méthode traditionnelle par un tissu perméable (mousseline), la quantité de lactosérum a été récupérée dans un béccher mis en bas (Figure 17).



Figure 17 : Égouttage de la ‘Klila’

II.1.5. Séchage du fromage ‘Klila’

La quantité de ‘Klila’ extraite (séparée du lactosérum) a été pesée à l’aide d’une balance de précision et séchée par la suite à l’air libre à température ambiante au soleil (selon la saison). Le séchage consiste à évaporer l’eau contenue dans le fromage pour prolonger sa durée de conservation. Il s’agit d’un séchage par entraînement car le produit à sécher est mis en contact avec un courant d’air plus ou moins chaud. L’air chaud transmet une part de sa chaleur au produit qui développe une pression partielle en eau à sa surface supérieure à la pression partielle de l’eau dans l’air utilisé pour le séchage. Cette différence de pression entraîne un transfert de matière de la surface du solide vers l’agent séchant ‘l’air’.



Figure18: Séchage du fromage traditionnel 'Klila'

II.2. rendements en dérivés laitiers (L'ben, beurre et fromage 'Klila')

Après barattage, la quantité de beurre a été pesée à l'aide d'une balance de précision, sa couleur a été aussi déterminée. La quantité du 'Lben' a été mesurée par éprouvette graduée en millilitres.

Après chauffage du 'Lben' pour séparation du lactosérum, la quantité de lactosérum a été mesurée de la même manière que pour le 'Lben'. Nous avons déterminé la quantité de lactosérum en tenant compte de la quantité d'eau ajoutée au l'ben pour extraire le beurre.

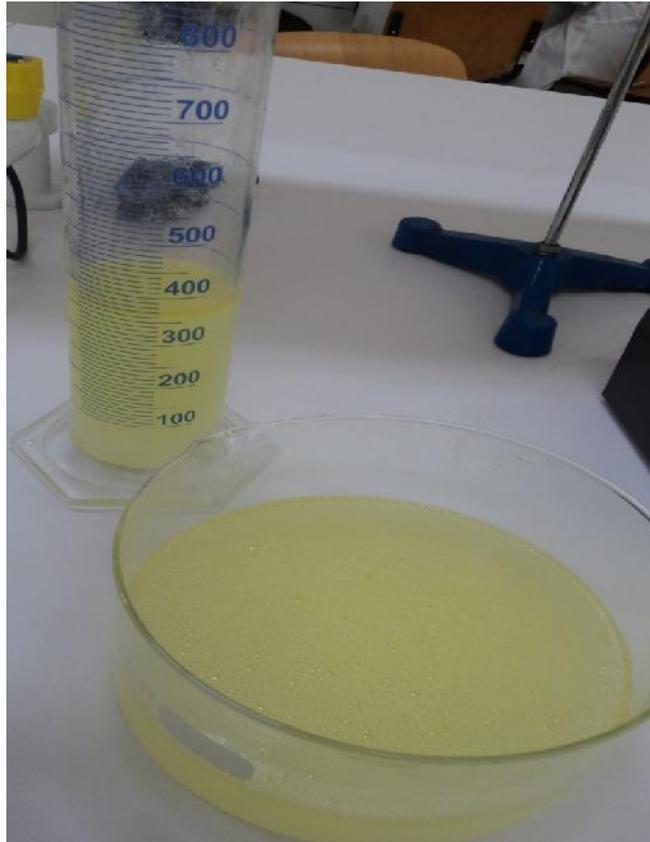


Figure 19 : Détermination de la quantité du lactosérum

II.3. cinétique d'acidification au cours de la fabrication du 'Klila'

Une cinétique de pH a été faite sur l'ensemble des échantillons au cours des différentes étapes de fabrication allant du lait cru, passant par le 'Rayeb' après fermentation, le 'Lben' après séparation du beurre, le lactosérum et la 'Klila' sous ses formes fraîche et sèche.

Les mesures du pH ont été réalisées à l'aide d'un pH mètre (HANNA). Pour mesurer le pH de la 'Klila' 10 grammes du fromage ont été dilués dans 70 ml d'eau distillé, le pH a été déterminé par l'immersion de l'électrode du pH-mètre dans le mélange. Le pH a été mesuré à 25°C.



Figure 20 : Mesure du pH d'un échantillon de lait cru de vache

II.4. Analyses physicochimiques de la 'Klila' sèche

En plus des mesures de pH, nous avons réalisé également des mesures du taux de l'humidité (matière sèche) et de l'acidité titrable.

Pour les prises d'essai des analyses physicochimiques, nous avons réalisé un broyage des différents échantillons étudiés de 'Klila'. Nous avons utilisé le mortier traditionnel en cuivre. Nous avons utilisé cette méthode simple pour reprendre les mêmes effets que la méthode traditionnelle qu'utilisent les femmes pour broyer ce fromage afin de l'intégrer dans les préparations alimentaires (plats cuisinés).

II.4.1. Mesure du taux de l'humidité

La méthode consiste à mettre 5 g de fromage dans une capsule d'étuvage placée à l'étuve à une température comprise entre 101 et 105 °C pendant 24 heures. Puis elles ont été pesées.

Le résultat a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{EST} = (P3 - P1) / (P2 - P1)$$

Avec : **EST** : Extrait Sec Total ;

P1 : le poids de la capsule vide ;

P2 : le poids de la capsule + poids du fromage avant étuvage ;

P3 : le poids de la capsule + poids du fromage après étuvage et dessiccation.

Le taux d'humidité (Hm) a été ensuite calculé selon la formule suivante :

$$\text{Hm} = 100 - \text{EST}$$

II.4.2. Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable du 'klila' est exprimée en degré Dornic (°D). L'acidité est déterminée selon la méthode officielle de l'AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (AOAC. 947.05).

L'acidité a été mesurée par dosage de l'acide lactique à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium N/9 (NaOH N/9). La phénolphtaléine indique la limite de neutralisation au point de virage par changement de couleur (pH = 8.6).

De l'eau distillée à une température de 40°C a été ajoutée à 10g du fromage 'Klila' finement broyé jusqu'à un volume de 105 ml, Un chauffage a été réalisée à 50 °C pendant 10 minutes pour permettre une meilleure libération de l'acide lactique du fromage. une portion de 25 ml de la solution préparée est considérée comme gramme du fromage est titré par la soude Dornic en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (Figure 21).

Le résultat a été exprimé en degré Dornic (°D/g) (1 ml de soude correspondant à 10°D). (**Bendimerad, 2013**).

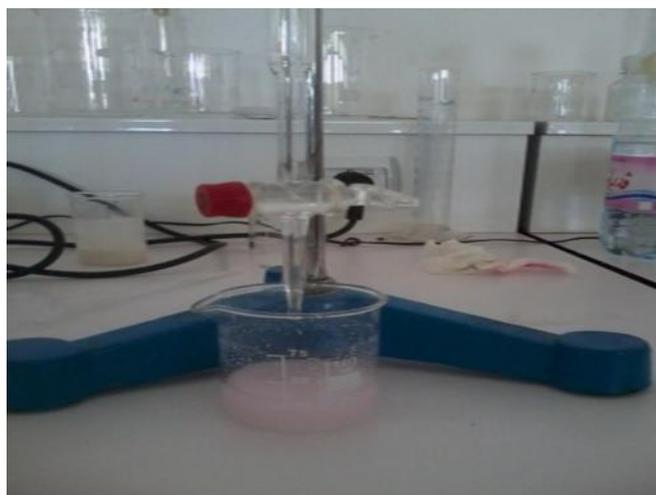


Figure 21 : Mesure de l'acidité titrable pour un échantillon de 'Klila' sèche

RÉSULTATS & DISCUSSION

II.1. Suivi des paramètres de fabrication du fromage traditionnel ‘Klila’

II.1.1. Durée de fermentation du lait

Le tableau suivant représente les durées de temps qu’a demandé la fermentation des différents types de laits étudiés (lait de vache, lait de chèvre et lait de brebis) en fonction de la température ambiante. Nous avons juste retenu la moyenne des températures enregistrées tout au long de la période de fermentation.

Tableau 07 : Durée de fermentation du lait lors de fabrication du fromage traditionnel ‘Klila’ au laboratoire pour les différentes espèces étudiées

Origine du lait	Lait de vache						Lait de chèvre					Lait de brebis				
Échantillons	V1	V2	V3	V4	V5	V6	C1	C2	C3	C4	C5	B1	B2	B3	B4	B5
Température ambiante (°C)	14	12	25	14	22	16	25	25	20	18	25	24	23	23	25	24
Temps de fermentation* (jours)	7	10	21	4	7	2	16	17	1	2	2	6	3	4	5	5

* Moyenne des températures des jours de fermentation

II.1.2. Durée de barattage

La figure suivante présente la durée de barattage du *Rayeb* nécessaire pour séparer le beurre du *Lben* selon la température ambiante.

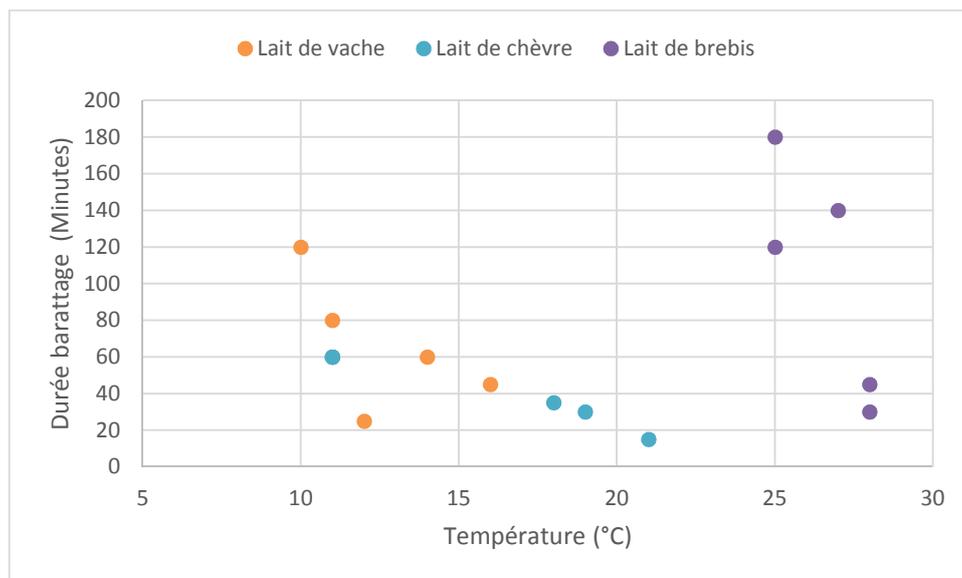


Figure22 : Durée de barattage du *Rayeb* pour séparation du beurre

Cette figure montre que le temps de barattage nécessaire pour la séparation du beurre est plus long quand la température ambiante est basse. Le barattage est plus difficile pour le lait de brebis qui nécessite dans la majorité des cas un temps supérieur à une heure de temps.

La quantité d'eau ajoutée diffère d'une espèce à une autre, elle était en moyenne de l'ordre de 214,16 ml, 396 ml et 228 ml respectivement pour un litre de lait de vache, de chèvre et de brebis.

II.1.3. Température et durée de chauffage pour séparation du lactosérum

La figure suivante présente la durée de chauffage nécessaire pour la séparation du lactosérum de la 'Klila' en fonction de la température du chauffage :

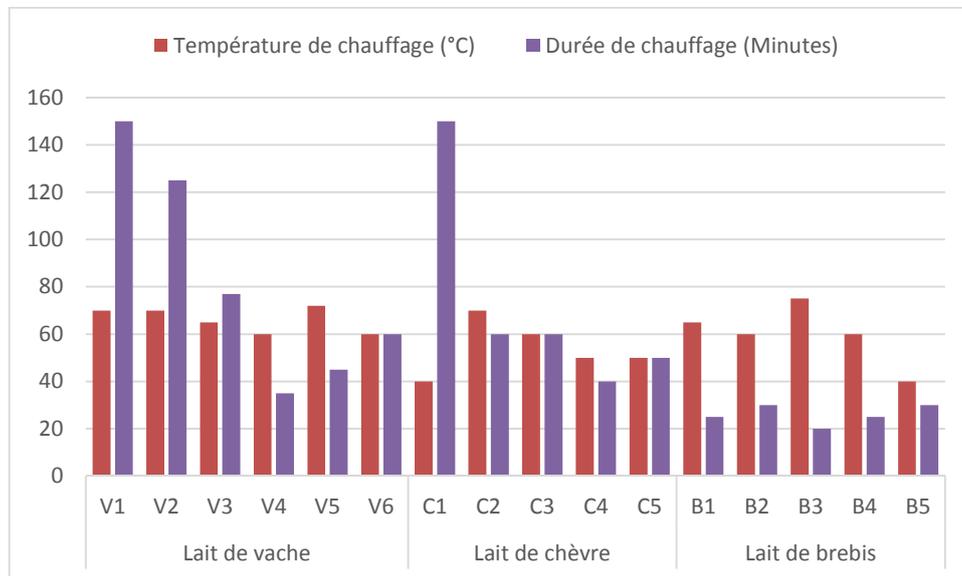


Figure23 : Durée de chauffage du *Lben* pour séparation du lactosérum de la 'Klila' pour les différentes espèces étudiées

La figure montre que la durée de chauffage nécessaire pour la séparation du lactosérum est d'autant plus grande que la température appliquée au *Lben* est moins sévère.

II.1.4. Égouttage et séchage du fromage 'Klila'

L'égouttage du fromage 'Klila' obtenu à partir du lait de vache demandait en moyenne une durée de 21 Heures contre 22 Heures pour la 'Klila' de chèvre et de brebis.

La durée moyenne de séchage du fromage était de 13 jours pour la 'Klila' de vache, 14 jours pour la 'Klila' de chèvre et 8 jours pour la 'Klila' de brebis.

II.2. Rendements en dérivés laitiers (L'ben, beurre et fromage 'Klila')

II.2.1. Beurre

La quantité de beurre obtenu a été plus importante pour les échantillons des laits de brebis 246,90 grammes, contre uniquement 111,52 de vache et 96,52 grammes de chèvre.



Figure 24 : Beurre obtenu après barattage du Rayeb de vache

II.2.2. Lben et lactosérum

Les figures suivantes présentent les quantités de *lben* et de lactosérum respectivement pour les échantillons de vache, de chèvre et de brebis.

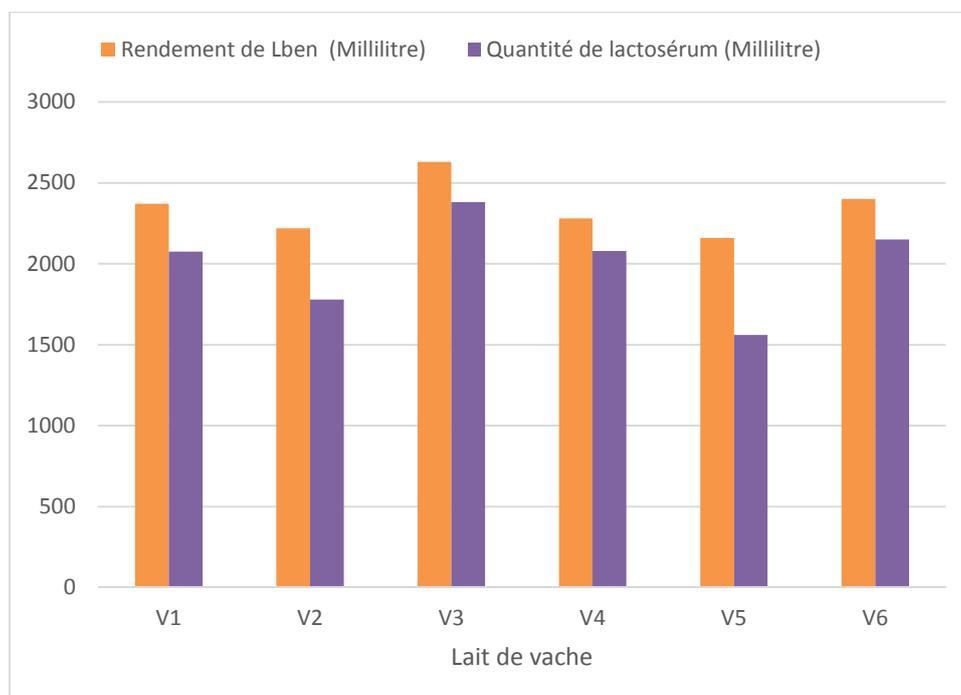


Figure25 : Quantités de *Lben* et de lactosérum obtenus lors de la préparation de la 'Klila' de vache

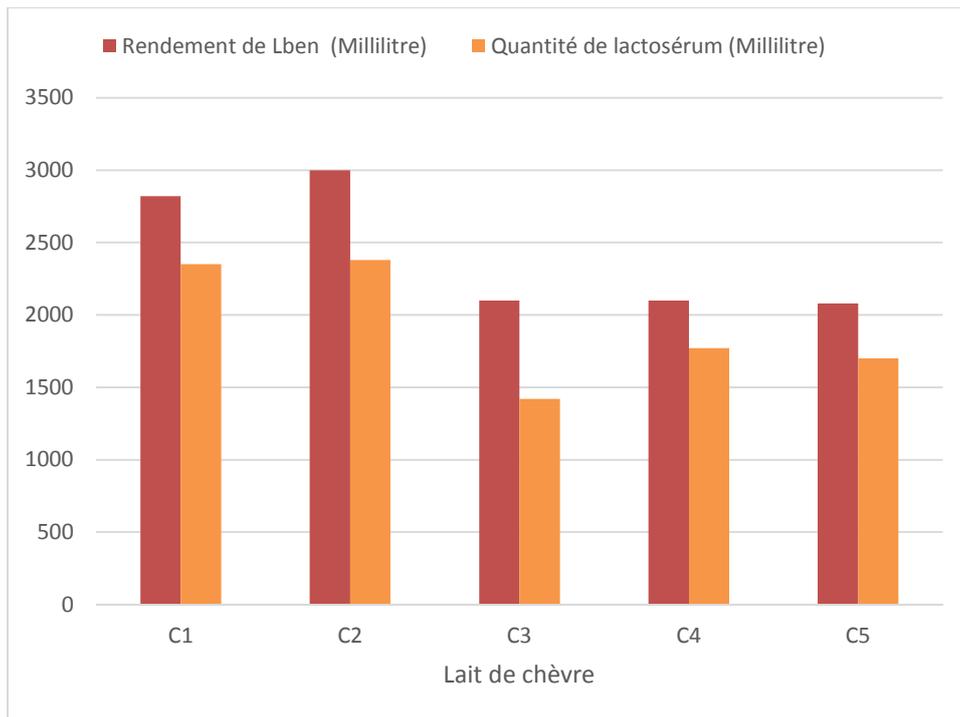


Figure26: Quantités de *Lben* et de lactosérum obtenus lors de la préparation de la 'Klila' de chèvre

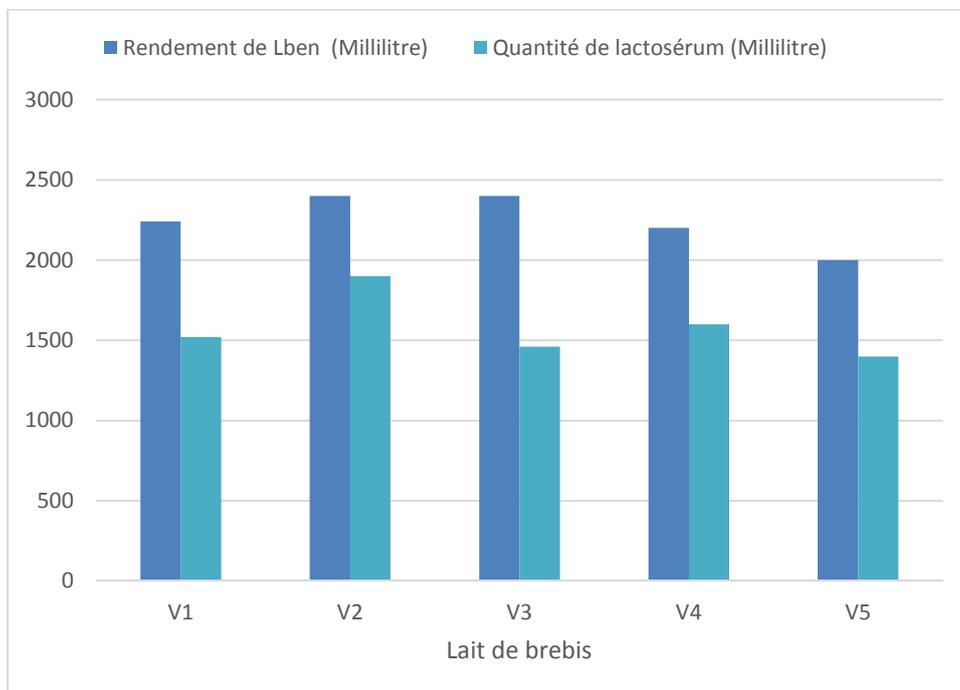


Figure27 : Quantités de *Lben* et de lactosérum obtenus lors de la préparation de la 'Klila' de brebis

II.2.3. Klila

Le rendement en fromage était plus important pour la brebis et la chèvre avec respectivement 184,3 g et 183 g pour un litre de lait et uniquement 112,5 g pour la 'Klila' faite à base de lait de vache.

II.3. Cinétique d'acidification au cours de la fabrication du 'Klila'

Les figures suivantes (28, 29 et 30) montrent l'évolution du pH lors de la fabrication du fromage traditionnel 'Klila'.

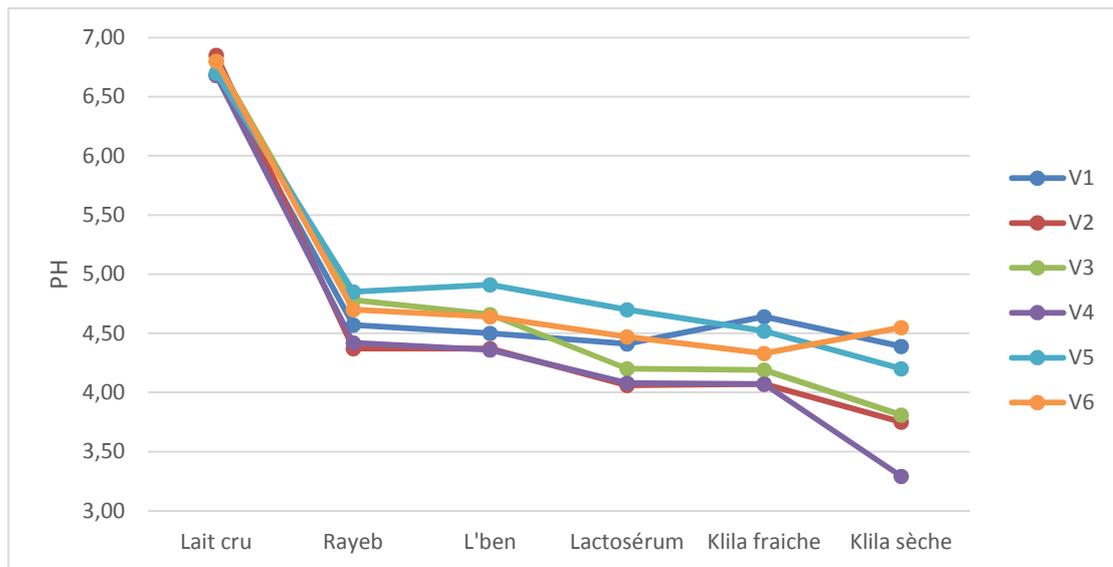


Figure 28 : Cinétique du pH lors de la fabrication du fromage 'Klila' à base de lait de vache

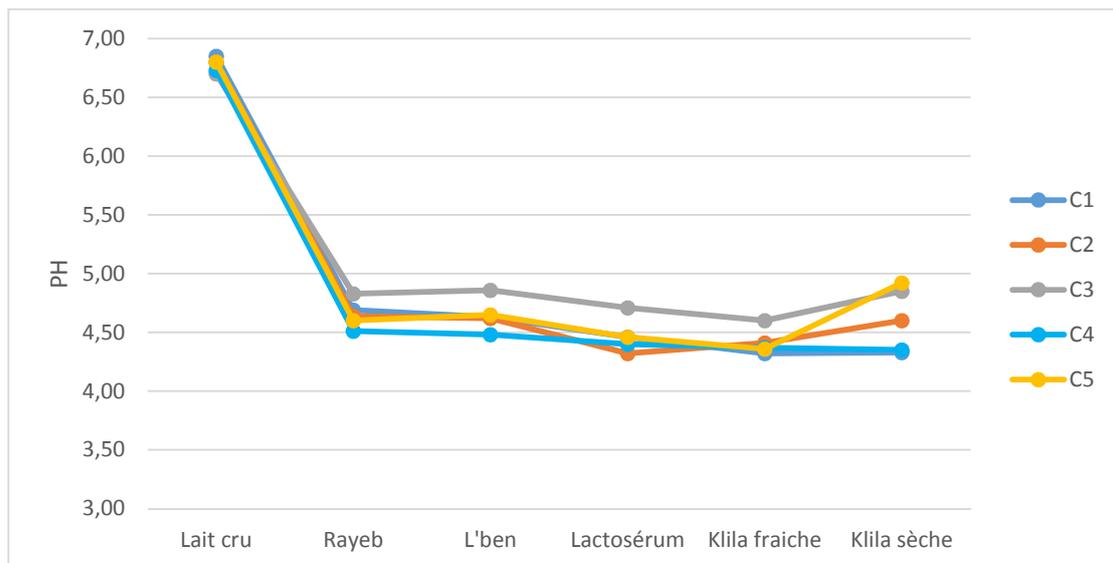


Figure 29 : Cinétique du pH lors de la fabrication du fromage 'Klila' à base de lait de chèvre

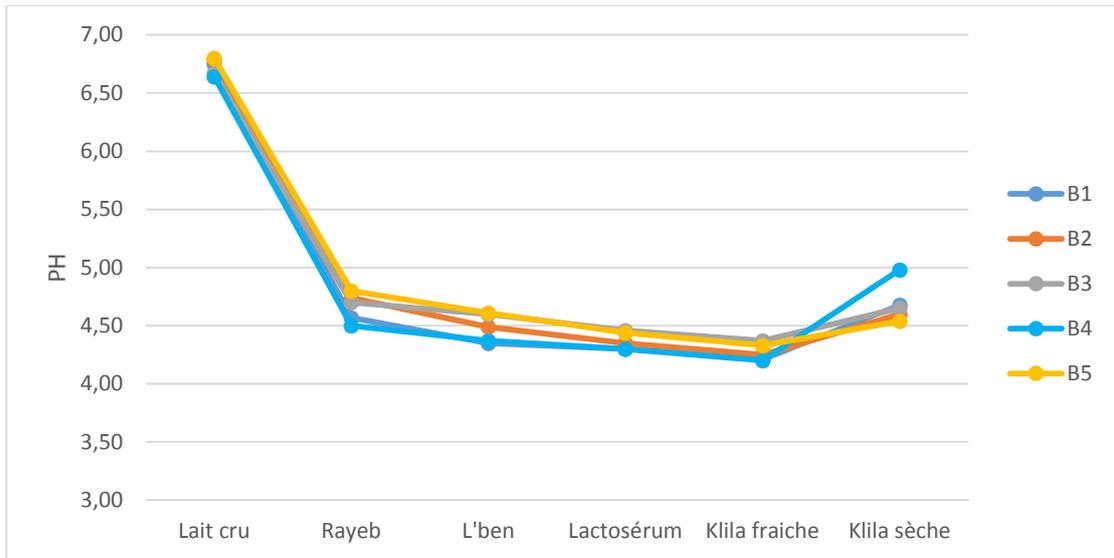


Figure30 : Cinétique du pH lors de la fabrication du fromage 'Klila' à base de lait de brebis

Les courbes montrent une baisse de pH au cours des différentes étapes de préparation du fromage traditionnel 'Klila' depuis le lait cru jusqu'au 'klila' sous ses deux formes fraîche et sèche en passant par le *rayeb* et le *Lben* ceci peut être expliqué par la transformation du lactose du lait cru en acide lactique par le biais des bactéries lactiques présentes dans ce dernier.

II.4. Analyses physicochimiques de la 'Klila' sèche

II.4.1. Mesure du taux de l'humidité

La figure suivante représente les résultats de la teneur en matière sèche pour les différents échantillons de 'Klila' étudiés. Les valeurs les plus importantes ont été enregistrées pour les laits de chèvre et de brebis avec 94,5 % pour l'échantillon B1. Klila est donc un fromage à pâte extra dur avec une teneur très faible en eau.

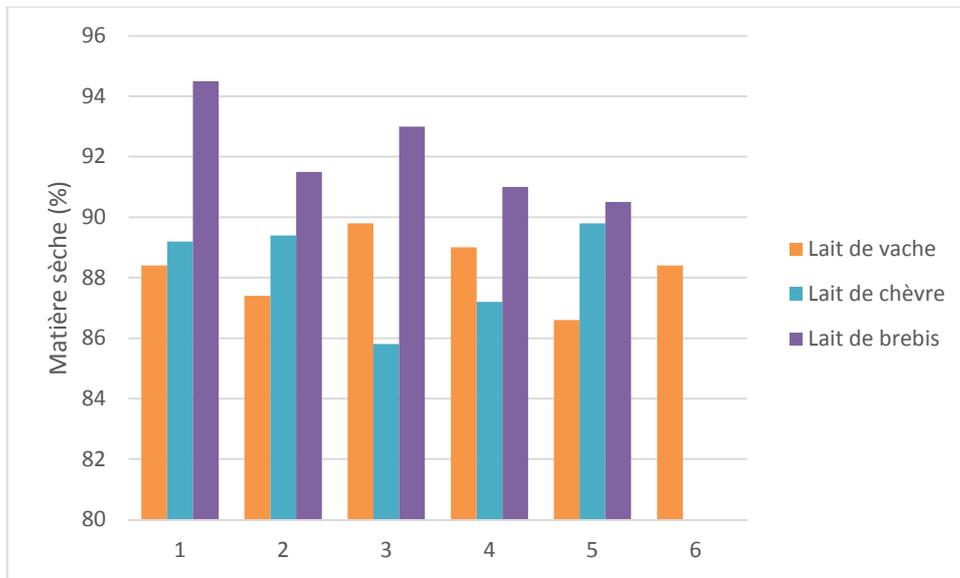


Figure 31 : Teneur en matière sèche pour les différents échantillons du fromage 'Klila' étudiés

II.4.2. Mesure de l'acidité titrable

La figure suivante représente les valeurs de l'acidité titrable pour l'ensemble des échantillons de fromage étudiés. Les valeurs les plus importantes ont été enregistrées pour les laits de chèvre et de brebis.

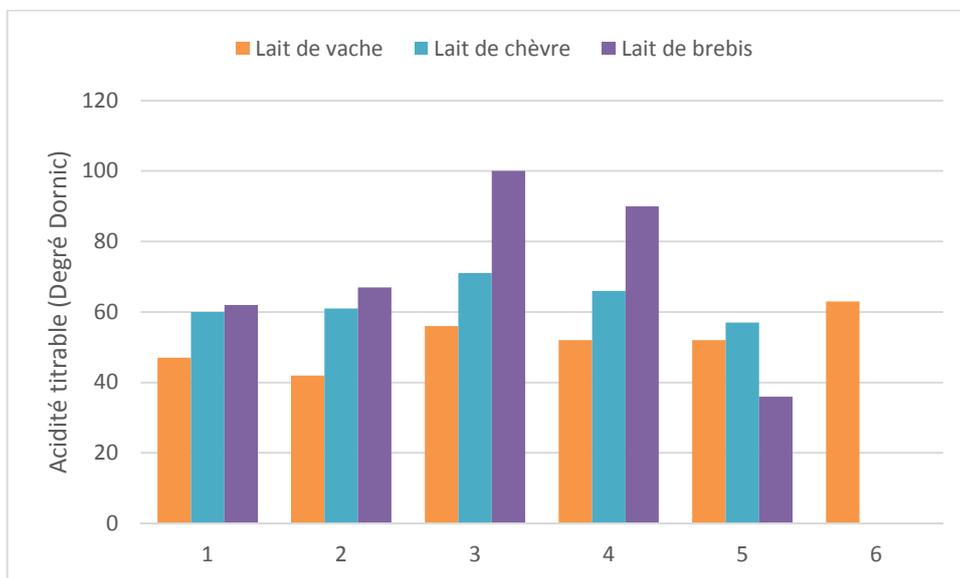


Figure 32 : Acidité titrable pour les différents échantillons du fromage 'Klila' étudiés

LIMITATIONS DE L'ÉTUDE

Notre étude comporte des points forts et nouveaux qui donnent l'originalité au présent travail :

- L'étude du fromage 'Klila' par réalisation d'essais de fabrication au laboratoire et le suivi de quelques paramètres physicochimiques du procédé artisanal est la première de son type à l'université de Guelma ce qui constitue une fierté de notre patrimoine culturel artisanal.

- Le contact avec les veilles femmes pour collecter des informations sur la fabrication de ce fromage nous a permis de cerner les atouts et défis liés à la protection du fromage 'Klila' de la disparition et surtout garder sa recette originale transmise d'une génération à une autre.

Néanmoins, notre travail présente également quelques limitations et difficultés dont nous citons :

- La non disponibilité du lait surtout celui de la brebis et à moindre degré celui de la chèvre. Ce qui a engendré des difficultés dans la collecte des échantillons.

- La période de début de réalisation de la partie expérimentale qui a coïncidé avec la période hivernale et donc difficultés de fermentations des échantillons des laits fermentés ainsi que la prolongation excessive de la durée de barattage au laboratoire.

- La non adaptation du matériel de laboratoire au procédé artisanal ce qui a engendré quelques accidents (Mortier, Cristallisateur).

- La récupération des échantillons de laits des régions montagnardes éloignées de la ville et en absence de tout type de transport.

- Traite manuelle des animaux par les étudiants réalisateurs du mémoire pour récupérations des échantillons de lait à étudier.

CONCLUSIONS

Notre travail nous a permis de réaliser une étude de terrain par le biais d'une enquête de fabrication du fromage traditionnel "*Klila*" dans l'Est algérien. Cette enquête a été réalisée auprès de veilles femmes des milieux urbains et ruraux dans l'Est algérien notamment Guelma et Souk ahras.

"*Klila*" est un fromage traditionnel dont la fabrication est destinée à l'autoconsommation au niveau familial plus ou moins commercialisé d'une manière artisanale. Les résultats de l'étude du procédé de fabrication au laboratoire nous ont permis d'établir un diagramme de fabrication précis du fromage "*Klila*".

En outre, nous avons entrepris de réaliser des analyses physicochimiques (pH, acidité titrable, extrait sec), les analyses de ce fromage ont montré une qualité satisfaisante de ce dernier sous sa forme déshydratée, on note un pH voisin de 4,6 ce qui constitue une véritable protection contre les altérations dues aux microorganismes indésirables.

Les mécanismes impliqués dans le procédé artisanal de transformation du lait lui confère une certaine protection par le biais du :

- Procédé d'égouttage poussé et du séchage au rayons solaires qui fournit un certain assainissement du fromage. En outre ça contribue à l'abaissement de l'activité d'eau (a_w) ce qui diminue les chances de multiplication des microorganismes pathogènes et indésirables ;
- pH acide qui constitue une forte protection du fromage "*Klila*" car il est évident que les microorganismes pathogènes ont un pH optimal de croissance aux alentours de la neutralité et ne tolèrent pas les milieux acides, ainsi se prolonge la durée de conservation de ce fromage et s'exclut les chances de multiplications des pathogènes.

Une meilleure protection de notre patrimoine culturel est possible via son étude et sa caractérisation approfondies d'où l'intérêt du présent travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Amellal R. (1995). La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. *CIHEAM - Options Méditerranéennes, Série B*, 14 :230-238.
- Amellal .R, (2000). La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. *Options Méditerranéennes, Sér. B / n°14*, 1995 - Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000, édition CIHEM (Alger): 229-238. (229, 230,233p).
- Aissaoui Zitoun O., 2003. Fabrication et caractéristiques d'un fromage traditionnel algérien *bouhezza*. Thèse de magister, INATAA, Constantine, Algérie. 138 p.
- Abdelaziz S. et Ait Kaci F., 1992. Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologique d'un fromage traditionnel algérien fabriqué à partir du lait de chèvre le "*Djben*". Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique d'El Harrach, Alger. 67 p.
- Alais C. et Linden G., 2008. Abrégé de biochimie alimentaire.4ème édition. Masson. 248p.
- Ait Abdelouahab N, 2001.Microbiologie alimentaire. Alger : Office des publications Universitaires, 129p.
- Alamareot J., 1982. Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire, Edition du point vétérinaire-Alfort. 289 p.

B

- Belhadia m ;Saadoud m; Yakhlef h; Bourbouze a; Juin 2009 production laitière bovine en Algérie: Capacité de production et typologie des exploitation des plaines du moyne cheliff institut national d'agronomie alger (2) France p 54à62
- Bargis P. (2012).Le grand livre des aliments santé. Paris : Eyrolles. 824 p.
- Bendimerad N, (2013). « Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de

l'Ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type «Jben. ». Thèse de Doctorat, Tlemcen, Université Aboubekr Belkaid Tlemcen, 162p.

- Benyounes et al, 2011.coure de la métrise de la reproduction.p5
- Büubekri C, A Tantaüur Elaraki A,M .Berrada M et Ben Kerrüun N . 1984"carectirisation physico-chimique du lben marocain " le lait, vol .447, N°643-644.p437

C

- Coulon J-B. et Hoden A. (1991). Maitrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod. Anim., 4 (5).p: 361-367.
- Cerf O. « Risques bactériens liés aux produits laitiers ». In Science Direct, éd.2002
- Chamba J-F. (2008). « Application des bactéries lactiques lors des fabrications fromagères ».In Bactéries lactique de la génétique aux ferments. Corrieu G et Luquet F-M, p.849.paris : édition TEC et DOC, Lavoisier.
- Chisti, A. (2004), « Caractérisation, fabrication et consommation du fromage traditionnel 'Klila' dans l'est algérien ». Thèse de Doctorat en sciences biologiques .

D

- Dilmi B., (2008).Recommandation pour une stratégie générale du secteur laitier en Algérie :Séminaire international sur la filière lait : production et biotechnologie, Chlef 02,03Décembre, 2008.
- Dorioz J-M, Fleury P, Coulon J-B, Bruno M. (2000). Le composant milieu physique dans l'effet terroir pour la production fromagère : quelques réflexions à partir du cas des fromages des Alpes du Nord. Article repris du Courrier de l'environnement de l'INRA n°40, Dossier de l'environnement de l'INRA n°27.160 p.
- Dornic P et Chollet A. (1945). Lait, beurre et dérivés : chimie, microbiologie méthodes analytiques. Paris : J,-B. Baillièere et Fils.320p.

E

- Ebing P et Rutgers K. (2006). La préparation des laitages 6^{ème} éd. Wageningen : Fondation Agromisa et CTA, 88p.

F

- FAO/OMS., Codex Alimentarius n° A-6. Norme Générale Codex pour le fromage (CODEX STAN 283-1978). 2011. Lait et produits laitiers 2^{ème} édition. Rome, 261p.
- Fredot E., (2005) Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 p397.
- Fliachi. K, (2003).Rapport National Sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie.Commission Nationale AnGR, Ministère de l'agriculture et du développement rural. 23-25p.
- Franworth e. et Mainville i. (2010). Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>.
- FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Rome, 271p.
- Froc J. (2006). Balade au pays des fromages : les traditions de fromagères en France. Paris : Quae. 235p.
- Fox. P.F. « Cheese ». Encyclopedia of Dairy Sciences (2 éd). 2011.

G

- Guiraud J-P.(2012).Microbiologie alimentaire.Paris :dunod .page 651p.

H

- Hallal A., 2001. Fromages traditionnels algérien. Quel avenir ? Revue agroligne n° 14,Avril- Mai.

I

- IFCN 2007 Présentation du diagnostic du projet de la filière laitière diagnostic; réalisé par le CRIEL du centre, le GIE lait-viande et la chambre régionale d'agriculture du centre.

J

- Jacquet .J .et Thevenot .R. (1961). Le lait et le froid : les produits laitiers (lait, crèmes, beurres, fromages, crèmes glacées) et leur traitement frigorifique .Paris : J.-B. Baillièrè et Fils .461p.
 - Jamet E.2009. «Application Alimentaires : produits fermentés » In Bactéries lactiques :Physiologie, Métabolisme, Génomique et Applications industrielles. Sous la dir. Drider D et Prévost H, p.593.Paris : Economica.
- Jeantet Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).

K

- Kaci M. et Sassi Y., (2007). Industrie laitière et des corps gras, Recueil des fiches sous sectorielles. EDPme. 44 P.
- Konte. M .(1999) "le lait et les produits laitiers développement de système de production intensive en afrique de l'ouest ". université de Nouakchout (R.1.M), Institut sénégalais de recherche agricoles.25p

L

- Lemouchi, L, 2008. Le fromage traditionnel *bouhezza* : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivie de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de deux fabrications. Mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, Algérie, 65 p.
- Lahsaoui .S . (2009). « Etude de procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel algérien "KLILA" » mémoire d'ingénieur d'état, Batna, Université El Hadj Lakhdar-Batna, 72p.
- Luquet F.M. (1985). Lait et produits laitiers : vache-brebis-chèvre, vo 11 : Les laits de la mamelle à la laiterie, Lavoisier TEC&DOC. Paris. 397p.

M

- Mahaut M, Jeantet R, Brule G. (2000).Initiation à la technologie fromagère. Paris : Edition TEC & DOC. 194p.

▪ Mami A.2013. « Recherche des bactéries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxi-infections alimentaires en Algérie ».Thèse de Doctorat. Oren. Université d'Oran, 164p.

O

▪ Oflive 2012; dynamiques de developpement de la filier lait en algerie route de chebli baba ali bp 03/a. birtouta (algerie) p 02. Site Web: www.itelv.dz

▪ O'mahony.F.et Peters .K.J.(1987). « Techniques de traitement du lait adaptées aux petites exploitations de l'Afrique subsaharienne» In Bulletin du CIPEA, ed N°27-Avril1987. Centre international pour l'élevage en Afrique, p 47.Addis-Abeba (Ethiopie) : CIPEA.

P

▪ Pradal M. (2012).La transformation fromagère caprine fermière .Paris : TEC & DOC .Lavoisier . 295p.

▪ Pougheon S(2001) ., Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 31(102 pages).

R.

▪ Roudaut. H. et Lefrancq .É. (2005). Alimentation théorique. France :Doin, CRDP Aquitaine.305 p.

▪ Ramet J.P. et Scher J., 1997. Partie 2, la préparation du caillé. Chapitre 7: propriétés physiques du coagulum. Dans le fromage coord: ECK A., et GILLIS J.C. 3ème édition Tec et Doc. Lavoisier, Paris. Pp. 324 à 333. 875 p

▪ Ramet J.P., 1985. La fromagerie et les variétés du bassin méditerranées. 187p.

▪ Ramet J.P.1985.La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Rome : FAO, 222p.

▪ Ramet J.-P.1993. Les technologie des fromages au lait de dromadaire (Camelus dromedarius) .Rome : FAO , 116p.

S

- Sandra, Isabelle, Andrée, Simone, Pougheon, 2001: contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière [en ligne]. disponible sur: http://oatao.univ-toulouse.fr/181/1/picco_181.PDF
- Siboukeur. A. et Siboukeur. O. (2012). Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin. *Annales des Sciences et Technologie*. Vol. 4, N° 2, Novembre 2012.
- Salah Lakouès 2010 les produits laitiers traditionnels en algérie un véritable potentiel de Développement Maison de la presse Abdelkader Safir – Kouba – Alger.

T

- Temmar, N. (2005). Le marché de lait en Algérie. Fiche de système ambassade de France en Algérie. Mission économique- MINEFI-DETPE, p5.
- Touati K., 1990. Contribution à l'étude microbiologique et physico-chimique d'un fromage artisanal algérien "la *klila*". Mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, Algérie, 83p.

V

- Vazquez de Prada m.a. 1989. Fédération Nationale des Industries Laitières, Madrid (Espagne). (1989). « Le consommateur et les produits laitiers ». In : Le lait dans la région méditerranéenne. Sous la dir. de Tisserand J.-L. p.173. Paris : CIHEAM, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n.6).
- Vilain, A.-C. « Qu'est-ce que le lait ? » In Science Direct et EM Consulte, .ed (2010).
- Vergne É., Perrier-Robert A., et Burgaud D. (2002). Recettes originales du marché. UE : Artémis, 512p.
- Vignola, C. (2002). Science et technologie de lait. ISBN.2.553.01029-x Canada (139-600p)
- Vierling É. (2008). Aliments et boissons : Filières et produits 3^{ème} édition .France : Doin, CRDP d'Aquitaine. 140p.

Annexe 01 : Vaches laitières aux sites d'échantillonnage

<p>Pie noire</p>	
<p>Pie Rouge</p>	
<p>Guelmoise</p>	

Résumé

L'Algérie a une tradition des produits laitiers bien établie, transmise de génération en génération, qui a un aspect important de la culture algérienne. Le lait abondant durant certains moments de l'année, il est difficile de le conserver et il est facilement périssable, surtout dans les zones à climat très chaud. Dans n'importe quelle culture, le lait a été toujours traité pour augmenter la durabilité et la valeur nutritive et, en même temps permettre la commercialisation. Les femmes algériennes, comme dans toutes les cultures pastorales, ont toujours été les principaux protagonistes auteurs de la transformation du lait.

Ainsi comme dans les différents autres pays du monde on retrouve chez nous des produits laitiers indigènes dont le mode de fabrication découle de l'héritage culturel de la population, les caractéristiques sensorielles sont propres à leurs habitudes alimentaires dans ce contexte nous avons étudié le procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel algérien " *Klila* ".

" *Klila* " est un fromage de terroir connu, depuis longtemps dans la région de l'Est algérien. Le but de notre travail est de faire la différence entre les trois types des laits provenant des vaches, chèvres et brebis selon leurs rendements et caractères physico-chimiques.

Nous avons travaillé sur 16 échantillons de laits : 6 échantillons de lait de vache ,5 échantillons de lait de chèvre et 5 échantillons de lait de brebis de différentes zones rurales de la wilaya de Guelma et Souk-ahras, Nous avons essayé de préparer le fromage traditionnel *klila* au laboratoire selon le procédé artisanal.

Après la fermentation spontanée du lait cru à température ambiante, le lait fermenté caillé est baratté pour extraire le beurre du lben, on a chauffé le lben à température modérée de (55 à 75°C) pendant quelques minutes, nous avons obtenu de la "*Klila*" fraîche séparée du lactosérum après égouttage, cette dernière a été découpée et séchée en l'exposant au soleil, nous avons ainsi obtenu de la "*Klila*" sèche.

La "*Klila*" sèche a fait l'objet des tests physicochimiques (pH, acidité titrable, extrait sec).

Les résultats ont permis de mettre en évidence une différence entre les rendements en dérivés laitiers. Par exemple, La quantité de beurre était plus importante chez la brebis et la chèvre contrairement à la vache.

Les résultats physico-chimiques ont révélé des valeurs basses de pH qui sont dues à la transformation de lactose du lait en acide lactique par le biais de bactéries lactiques. Les résultats ont montré également que l'acidité des fromages "*Klila*" étudiés était élevée ce qui permettra une meilleure protection ce fromage contre les altérations dues aux microorganismes inoffensifs.

Mots clés: Klila, fromage traditionnel, l'Est algérien, procédé de fabrication artisanale, zone rurale.

Name and first name: **BERREDJEM Fatih**
HADJADJI fadhila

Academic year: **2014/2015**

Theme: " **Contribution to the study of many physicochemical parameters of the manufacturing process of a traditional cheese of eastern Algeria *Klila***"

Type of diploma: **Master II in agronomic sciences**

Option: **Dairy Production and Technology**

Abstract

Algeria has a tradition of well-established dairy, transmitted from generation to generation, which has an important aspect of Algerian culture. The abundant milk during certain times of the year, it is difficult to keep it and it is easily perishable, especially in hot climate areas. In any culture, the milk was always treated to increase durability and nutritional value and at the same time permit the marketing. Algerian women, like all pastoral cultures, have always been the main protagonists authors of milk processing.

Thus, as in the different countries of the world are found in our indigenous dairy products whose manufacturing process stems from the cultural heritage of the people, the sensory characteristics are specific to their dietary habits in this context we studied the process of manufacture of a traditional Algerian dairy product "*Klila*".

"*Klila*" is a known local cheese for a long time in eastern Algeria region. The aim of our work is to differentiate between the three types of milk from cows, goats and sheep according to their physico-chemical yields and characters.

We worked on 16 milk samples: 6 samples of cow milk, goat milk 5 samples and 5 samples of sheep milk from different rural areas of Guelma and Souk-ahras, we tried to prepare cheese Traditional "*Klila*" the laboratory according to the craft process.

After the spontaneous fermentation of raw milk at room temperature, the fermented milk curd is churned butter to extract the Lben, the moderate temperature of Lben heated (55-75 ° C) for a few minutes, we got the " *Klila* "separated from the whey after draining fresh, it was cut and cured by exposure to the sun, we avosn resulting in "*Klila* "dry.

The "*Klila*" dry has been physicochemical tests (pH, titratable acidity, dry extract).The results were used to highlight a difference between the yields of dairy derivatives. For example, the amount of butter was higher in sheep and goats unlike the cow.

The physicochemical results showed low values of pH which are due to the transformation of the milk lactose to lactic acid by using lactic bacteria. The results also showed that the acidity of the cheese "*Klila*" studied was high which will allow better protection this cheese against deterioration caused by harmless microorganisms.

Keywords: *Klila*, traditional cheese, eastern Algeria, handcrafted process, rural areas.

حجاجي فضيلة

: المساهمة في دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية لتحضير الجبن التقليدي في الشرق الجزائري "الكليلة".

طبيعة الشهادة: II في العلوم الزراعية.

: انتاج وتكنولوجيا الحليب.

د له تقاليد متوارثة من جيل الى جيل والتي تشكل جانب مهم من الموروث الحضاري الجزائري. كمية الحليب المتوفرة بكثرة في بعض فصول السنة من الصعب جدا الحفاظ عليها لأنها سريعة التلف، وخاصة في المناطق ذات الجو الحار. في أي يواجهون صعوبات في الحفاظ على الحليب لمدة طويلة لكي يتمكنوا من بيعه. كانت النساء الجزائريات منذ القدم مثل نظيراتهن في البداية الفاعلات الرئيسيات في عمليات تصنيع الحليب التقليدية.

مثل جميع دول العالم نجد مشتقات الحليب التقليدية تنبعث من الارث الحضاري للشعوب، الصفات الذوقية تتعلق بالتقاليد التي من خلالها يتم تحضير هذه المواد التقليدية وبهذا الصدد قمنا بدراسة ميدانية حول الجبن التقليدي المعروف "بالكليلة"

لكليلة هو جبن تقليدي معروف منذ القدم في الشرق الجزائري، الهدف من خلال هذه الدراسة هو تحصيل الاختلاف الموجود بين انواع الحليب المختلفة (حليب البقر، حليب الماعز، حليب الاغنام) في الصفات الفيزيوكيميائية ومردود الزبدة والاجبان.

16 عينة من الحليب : 6 حليب البقر، 5 عينات من حليب الماعز، 5 عينات من حليب الاغنام) من مناطق

ريفية مختلفة من ولايتي قلمة وسوق اهراس. وبالموازاة قمنا بتحضير الجبن التقليدي الكليلة في المختبر باستعمالنا نفس طريقة التحضير التقليدية.

بعد ترك الحليب يتخمر تلقائيا في درجة حرارة الجو قمنا بعملية مخض الرايب لفصل الزبدة عن اللبن، بعد ذلك بتسخين اللبن (55-75°) لبضع دقائق فتحصلنا على الكليلة طازجة والتي تم تجفيفها "الكليلة"

جبن والزبدة أكثر في حليب الماعز والأغنام منه عند الأبقار ، جبن الكليلة تمت دراسة خصائصه الفيزيوكيميائية (الحموضة، المواد الجافة ، Ph)، النتائج بينت نوعية جيدة للجبن تجلت في درجة حموضته العالية والتي تشكل حماية ضد الميكروبات الضارة.

الكلمات المفتاحية: الكليلة، جبن تقليدي، شرق الجزائر، طريقة التحضير التقليدية، مناطق ريفية.